

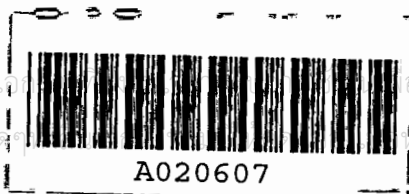


โครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นหนังสือภายในห้องสมุด



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสาร
ไม่ว่ากรณีใดๆ



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 0๒๐๗ 840
วัน เดือน ปี 27. ๓. 2535

การศึกษานี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นโดยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และต้องอ้างอิงถึงเจ้าพนักงานเอกสาร 27. ๓. 2535

บทคัดย่อ

เหตุผลในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ ก็เพื่อต้องการให้รถเป็นหนังสือภายในห้องสมุดมีประสิทธิภาพสนองความต้องการของผู้ปฏิบัติงานในการจัดเก็บหนังสือให้มีความสะดวกสบายในการใช้งาน เพื่อให้การปฏิบัติงานบรรลุถึงจุดมุ่งหมายและเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่มีความเกี่ยวข้อง เหมาะสมและสอดคล้องกับงานให้บริการของห้องสมุด

จากการศึกษาถึงการใช้งานของรถเป็นหนังสือภายในห้องสมุด ที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบัน สามารถแยกแยะปัญหาต่าง ๆ และพอจะสรุปได้ดังนี้

1. ไม่มีสัญลักษณ์บ่งบอกแยกแยะการบรรจุหนังสือ เพื่อสะดวกต่อการจัดเก็บหนังสือที่ถูกต้องตามหลักการ
2. มือจับเป็นไม้เหมาะสมต่อการใช้งานทั้งทางด้านประโยชน์ใช้สอยและวัสดุที่นำมาใช้
3. โครงสร้างไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน ขาดความแข็งแรง รับน้ำหนักได้น้อย
4. ล้อที่นำมาใช้ ไม่มีคุณภาพที่เหมาะสมต่อการรับน้ำหนัก อีกทั้งการประกอบติดตั้งที่ไม่ถูกวิธี
5. ขนาดสัดส่วนไม่เหมาะสมกับการใช้งาน ทำให้ขาดความคล่องตัวในการปฏิบัติงาน
6. การวางตำแหน่งในการบรรจุหนังสือไม่สอดคล้องกับการจัดเก็บหนังสือที่ถูกต้องตามหลักการ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาวิจัยข้อมูลของรถเป็นหนังสือภายในห้องสมุดและการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ โดยศึกษาปัญหาจากผลิตภัณฑ์เดิม และข้อมูลในด้านที่เกี่ยวข้อง

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ คงจะไม่สำเร็จลุล่วงลงไปได้เลย หากขาดความช่วยเหลือจากบุคคลที่จะกล่าวนาม ดังต่อไปนี้

- บิดา-มารดา ผู้ให้ความช่วยเหลือทั้งทางด้านกำลังใจ และกำลังใจทรัพย์ เพียงเพื่อหวังให้ลูกได้มีความรู้ ความสามารถที่จะดำรงชีพอยู่ในสังคมปัจจุบันนี้ได้
- รศ.ดร.ปรีชาพร วงศ์อนุตรโรจน์ ผู้ให้คำปรึกษาด้านข้อมูล
- อ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร ผู้ให้คำปรึกษาด้านการออกแบบ
- คณะกรรมการทุกท่านที่ให้คำแนะนำในการตรวจวัดผล
- Shine on Star ผู้เป็นแรงผลักดันด้านกำลังใจอย่างแรงกล้า
- สุรสิทธิ์ แสงสุริยะ เพื่อนผู้คอยให้กำลังใจและคำปรึกษาอยู่เสมอ
- ประสิทธิ์ สอนสิริ ผู้ยอมเสียเวลาให้ความช่วยเหลือยามดึกดื่น
- ธเนศ ภิรมย์การ ผู้ซึ่งทุกคนรู้จักกันดีและรัก...
- พิสุทธิ์ ธีรพันธ์ ผู้ควบคุมะเร็งงานครุศาสตร์ (ปลายนา)
- วิโรจน์ (รุ่นน้อง) ผู้ต่อสู้เพื่ออาสาช่วยในการเชื่อมเหล็กทำต้นแบบให้
- พิกัง ผู้พิมพ์อักษรทุกตัวและยังต่อสู้ลดราคาค่าพิมพ์ให้
- เจ้าหน้าที่ประจำห้องสมุดต่าง ๆ ที่ให้สัมภาษณ์สอบถามในด้านข้อมูล
- ศิลปินในรูปตลับเทปทมิวนที่ช่วยผ่อนคลายความเหงา ความเครียด ความท้อแท้ ในยามฟ้าใกล้สว่าง

และผู้คนที่พบพานและเอื้อเพื่อให้ความช่วยเหลือในคราวตระเวนหาข้อมูลตามสถานที่ต่าง ๆ ขอขอบคุณจากใจจริง

— สุกทัยขอขอบคุณอวัยวะทุกส่วนของร่างกาย สมอง จิตใจที่ไม่ยอมพ่ายแพ้ต่ออุปสรรคและความกดดันต่าง ๆ ที่ถึงโถมเข้าหา

เอกรวิช นามลือ
ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (คอ.บ.)



.....
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
..... กรรมการ
..... กรรมการ
..... กรรมการ
..... กรรมการ
..... กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์
.....
อ. อุดมศักดิ์ สาริบุตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินการวิจัย

กำหนดปัญหาต่าง ๆ ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง รวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่ได้มา เพื่อนำมาวิเคราะห์ และสรุปผลเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและออกแบบให้เหมาะสม

สรุปผลการค้นคว้าและออกแบบ

รถเข็นหนังสือภายในห้องสมุดที่ทำการออกแบบนี้ ประกอบด้วยลักษณะและส่วนประกอบต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการใช้งาน เช่น ส่วนมือจับเป็นที่เหมาะสมสามารถจับเป็นบังคับควบคุมได้อย่างสะดวก มีส่วนบรรจุหนังสือที่เอื้ออำนวยต่อการทำงาน มีความปลอดภัยในการใช้งาน ตลอดจนมีความคล่องตัวในการปฏิบัติงาน สามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพของห้องสมุด



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก.
กิตติกรรมประกาศ	ข.
อนุมัติผล	ค.
สารบัญ	ง.
รายการตารางประกอบ	จ.
รายการภาพประกอบ	ฉ.
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์	2
1.3 ที่มาของปัญหาและปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน	2
1.4 แนวทางการแก้ไขปัญหา	4
1.5 ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล	5
1.6 วิธีดำเนินการวิจัย	6
1.7 ขอบเขตในการออกแบบ	6
1.8 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์	6
1.9 แหล่งค้นคว้าศึกษาข้อมูล	6
บทที่ 2 เอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์	7
2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับตัวรถเข็นหนังสือที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน	7
2.1.1 รูปร่างขนาดสัดส่วนของรถเข็นที่มีใช้ในปัจจุบัน	9
2.1.2 รูปร่างขนาดสัดส่วนรองรับหนังสือของรถเข็นฯ	16
2.1.3 รูปร่างขนาดสัดส่วนของส่วนมือจับของรถเข็นฯ	21
2.1.4 ลักษณะการประกอบติดตั้งส่วนล้อของรถเข็นฯ	24
2.1.5 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวรถเข็นฯ	29
2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับห้องสมุด	34
2.2.1 ความหมายของห้องสมุดและประเภทของห้องสมุด	34
2.2.2 การจัดหมวดหมู่หนังสือภายในห้องสมุด	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า	
2.2.3	สภาพพื้นผิวของห้องสมุดโดยทั่วไป	39
×2.2.4	ลักษณะการจัดวางครุภัณฑ์ภายในห้องสมุด	40
×2.2.5	ลักษณะของชั้นวางหนังสือหรือชั้นบริการหนังสือ	46
×2.2.6	ลักษณะของการจัดวางหนังสือเข้าชั้นบริการ	53
2.2.7	ขนาดสัดส่วนของหนังสือประเภทต่าง ๆ	57
บทที่ 3	วิธีการดำเนินงาน	59
3.1	วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล	59
3.1.1	การศึกษาเชิงเอกสาร	59
3.1.2	การสัมภาษณ์	59
3.1.3	การศึกษาจากของจริง	59
3.2	แหล่งที่มาของข้อมูล	60
3.2.1	ข้อมูลภาคเอกสาร	60
3.2.2	ข้อมูลสถานที่และสภาพการใช้งานจริง	60
3.3	ข้อมูลด้านพฤติกรรม	60
×3.3.1	พฤติกรรมของผู้ใช้บริการห้องสมุด	60
×3.3.2	พฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ประจำห้องสมุด	62
×3.3.3	พฤติกรรมการจัดหนังสือเข้าชั้นบริการ	65
3.3.4	พฤติกรรมการจัดวางหนังสือบนตัวรถเป็นๆ	67
3.3.5	พฤติกรรมการเก็บรักษา การซ่อมบำรุง และการทำความสะอาดรถเป็นๆ	68
3.3.6	กำลังและความสามารถของมนุษย์	72
3.4	การศึกษาเรื่องโครงสร้าง	74
3.4.1	โครงสร้างรถเป็น	79
3.5	ข้อมูลทางด้านวัสดุ	83
3.5.1	ไม้อัดสลัปชั้น (Ply Wood)	84
3.5.2	ไม้อัดแผ่นเรียบ (Hard Board)	85
3.5.3	พาร์ติเคิลบอร์ด (Particle Board)	86
3.5.4	อะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมผสม	87
3.5.5	โลหะแผ่น (Sheet Metal)	89
3.5.6	โลหะท่อ	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	3.5.7	พลาสติก (Plastic)	97
	3.5.8	ล้อ (Wheel)	107
	3.5.9	สี (Colour)	114
3.6		การศึกษาข้อมูลด้านกรรมวิธีการผลิต	118
	3.6.1	ข้อมูลเกี่ยวกับการตัดงอท่อโลหะ	118
	3.6.2	การชุบโครเมียม	123
	3.6.3	งานโลหะแผ่นงานตัดงานพับและการทำตะเข็บ	133
	3.6.4	การเชื่อมโลหะแผ่น	149
	3.6.5	งานบัดกรี	168
	3.6.6	การขึ้นรูปพลาสติกด้วยการหล่อแบบฉีด และขึ้นส่วนอัดขึ้นรูป	180
	3.6.7	พลาสติกเสริมใยแก้ว	188
	3.6.8	การยัดและยึดพลาสติกด้วยสกรู	195
	3.6.9	พลาสติกโพลียูเรเทนร่วมกับวัสดุโคมแข็ง (Rigid PUR integral form)	201
	3.6.10	การติดกาวพลาสติก	206
	3.6.11	การเชื่อมประสานพลาสติก	212
	3.6.12	การเชื่อมพลาสติกด้วยอัลตราโซนิก	232
3.7		การศึกษาข้อมูลทางสรีระศาสตร์	235
บทที่ 4		การวิเคราะห์และสรุปผลเพื่อการออกแบบ	246
	4.1	การวิเคราะห์ประเภทของโครงสร้างหลักของรถเข็นฯ	246
	4.2	การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลัก	248
	4.3	การวิเคราะห์ชนิดของเหล็กที่จะนำมาใช้ทำ โครงสร้างหลัก	249
	4.4	การวิเคราะห์ชนิดของเหล็กที่จะนำมาใช้ทำโครงสร้าง ส่วนประกอบ	250
	4.5	การวิเคราะห์วัสดุทำส่วนรองรับหนังสือบนตัวรถเข็นฯ	251
	4.6	การวิเคราะห์ประเภทของพลาสติกที่จะนำมาใช้	252
	4.7	การวิเคราะห์ชนิดของพลาสติกที่จะนำมาใช้ทำส่วน รองรับหนังสือบนตัวรถเข็นฯ	253

4.8	การวิเคราะห์รูปทรงของรถเป็นหนังสือภายในห้องสมุด	254
4.9	ตารางวิเคราะห์รูปทรงของรถเป็นหนังสือภายในห้องสมุด	257
4.10	การวิเคราะห์การติดตั้งส่วนรองรับหนังสือบนตัวรถเป็นฯ	258
4.11	การวิเคราะห์เลือกประเภทของล้อที่ใช้กับรถเป็นฯ	259
4.12	การวิเคราะห์เลือกวัสดุที่ใช้ทำล้อ	260
4.13	การวิเคราะห์การเลือกใช้งานล้อของรถเป็นฯ	261
4.14	การวิเคราะห์ลักษณะการวางตำแหน่งของล้อ	262
4.15	การวิเคราะห์ขนาดความสูงของมือจับเป็น	263
4.16	การวิเคราะห์ลักษณะการจับของส่วนมือจับสำหรับเป็น	265
4.17	การวิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางหนังสือบนตัวเป็นหนังสือ	266
4.18	การวิเคราะห์การเคลือบผิวของโครงสร้างหลักของรถเป็นหนังสือ	267
4.19	การวิเคราะห์สีที่ใช้กับตัวผลิตภัณฑ์ (โครงสร้างหลัก)-	268
4.20	การวิเคราะห์สีที่ใช้กับตัวผลิตภัณฑ์ (ส่วนรองรับหนังสือ)	269
4.21	สรุปผลการวิเคราะห์เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ	270
4.22	สรุปรูปร่าง ขนาด สัดส่วน ของตัวรถเป็นหนังสือฯ	271
บทที่ 5	การออกแบบและการนำเสนอผลงานการออกแบบ	273
5.1	การพัฒนาการออกแบบ	273
5.2	การแสดงผลแบบ	275
5.3	การแสดงต้นแบบ	278
บทที่ 6	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	280
6.1	สรุปผลการวิจัย	280
6.2	ข้อเสนอแนะ	280
บรรณานุกรม		282
ประวัติผู้วิจัย		283

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงรายละเอียดประกอบแผนผังการจัดวางครุภัณฑ์ ของห้องสมุดกลาง ตึกพระเทพฯ สจล.	45
3.1 แสดงความสัมพันธ์ของรูปทรงวัสดุ	78
3.2 การเปรียบเทียบท่อกลมกลวง/ท่อ 4 เหลี่ยมกลมกลวง	92
3.3 แสดงชื่อขนาด ขนาด และรายละเอียดของท่อเหล็ก 4 เหลี่ยมผืนผ้า	93
3.4 แสดงชื่อขนาด ขนาด และรายละเอียดของท่อเหล็ก กลมกลวง	94
3.5 แสดงชื่อขนาด ขนาด และรายละเอียดของท่อเหล็ก 4 เหลี่ยมจัตุรัส	96
3.6 แสดงค่ารัศมีขอบโค้งที่เล็กที่สุดที่ใช้ในการตัดท่อ	123
3.7 คุณสมบัติของถังก๊าซที่ใช้ในงานเชื่อม	150
3.8 ตัวอย่างเครื่องเชื่อมโลหะแผ่นด้วยไฟฟ้า	157
3.9 เกณฑ์การเลือกขนาดอิเล็กทรอนิกส์และกระแสไฟฟ้า	161
3.10 ชนิดของสารบัดกรีแข็งที่ใช้สำหรับโลหะหนักตามมาตรฐาน DIN	175
3.11 อุณหภูมิที่ใช้ในการเชื่อมพลาสติก	213
3.12 แรงกดที่ใช้ต่อลวดเชื่อมในการเชื่อม PVC แข็ง	214
3.13 ค่ากำหนดในการใช้แรงอัดเชื่อมด้วยความเสียดทาน	222
3.14 การเตรียมผิวชิ้นงานก่อนอัดเชื่อมด้วยความเสียดทาน	229
3.15 แสดงตัวเลขค่ามิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	235
3.16 แสดงค่าตัวเลขความสูงยืนในการปฏิบัติงาน	236
3.17 แสดงค่าตัวเลขความสูงรัศมีการเอื่อมในระยะต่าง ๆ	238
4.1 การวิเคราะห์เลือกชนิดของโครงสร้าง	247
4.2 การวิเคราะห์ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลัก	248
4.3 การวิเคราะห์ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างส่วนประกอบ	250
4.4 การวิเคราะห์วัสดุทาสีส่วนรองรับหนังสือ	251
4.6 การวิเคราะห์ประเภทของพลาสติกที่จะนำมาใช้	252
4.7 การวิเคราะห์ชนิดของพลาสติกที่ใช้ทำส่วนรองรับหนังสือ	253
4.8 การวิเคราะห์รูปทรง 4 เหลี่ยม	254
4.9 การวิเคราะห์รูปทรง 3 เหลี่ยม	255
4.10 การวิเคราะห์รูปทรง กลม	256
4.11 การวิเคราะห์รูปทรงของรถเข็นหนังสือ	257
4.12 การวิเคราะห์การติดตั้งส่วนรองรับหนังสือ	258

4.13	การวิเคราะห์การเลือกประเภทของล้อ	259
4.14	การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำล้อ	260
4.15	การวิเคราะห์การเลือกใช้จำนวนล้อของรถเป็นฯ	261
4.16	การวิเคราะห์ลักษณะการวางตำแหน่งของล้อ	262
4.17	การวิเคราะห์ลักษณะการจับของส่วนมือจับเป็น	265
4.18	การวิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางหนังสือบนตัวรถเป็นฯ	266
4.19	การวิเคราะห์การเคลื่อนผิวของโครงสร้างหลัก	267
4.20	การวิเคราะห์สีที่นำมาใช้กับตัวผลิตภัณฑ์. (โครงสร้างหลัก)	268
4.21	การวิเคราะห์สีที่นำมาใช้กับผลิตภัณฑ์ (ส่วนรองรับหนังสือ)	269



รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงลักษณะรถเป็นหนังสือแบบที่ 1	9
2.2	แสดงลักษณะรถเป็นหนังสือแบบที่ 2	10
2.3	แสดงลักษณะรถเป็นหนังสือแบบที่ 3	11
2.4	แสดงลักษณะรถเป็นหนังสือแบบที่ 4	12
2.5	แสดงลักษณะรถเป็นหนังสือแบบที่ 5	13
2.6	แสดงลักษณะรถเป็นหนังสือแบบที่ 6	14
2.7	แสดงลักษณะรถเป็นหนังสือแบบที่ 7	15
2.8	แสดงลักษณะของส่วนรองรับหนังสือของรถเข็นฯ แบบที่ 1	16
2.9	แสดงลักษณะของส่วนรองรับหนังสือของรถเข็นฯ แบบที่ 2	17
2.10	แสดงลักษณะของส่วนรองรับหนังสือของรถเข็นฯ แบบที่ 5	17
2.11	แสดงลักษณะของส่วนรองรับหนังสือของรถเข็นฯ แบบที่ 3	18
2.12	แสดงลักษณะของส่วนรองรับหนังสือของรถเข็นฯ แบบที่ 4	19
2.13	แสดงลักษณะของส่วนรองรับหนังสือของรถเข็นฯ แบบที่ 6 และ 7	20
2.14	แสดงลักษณะส่วนมือจับของรถเข็นฯ แบบที่ 1	21
2.15	แสดงลักษณะส่วนมือจับของรถเข็นฯ แบบที่ 2	21
2.16	แสดงลักษณะส่วนมือจับของรถเข็นฯ แบบที่ 3	22
2.17	แสดงลักษณะส่วนมือจับของรถเข็นฯ แบบที่ 4	22
2.18	แสดงลักษณะส่วนมือจับของรถเข็นฯ แบบที่ 5	23
2.19	แสดงลักษณะส่วนมือจับของรถเข็นฯ แบบที่ 6	23
2.20	แสดงลักษณะส่วนมือจับของรถเข็นฯ แบบที่ 7	24
2.21	แสดงลักษณะการติดตั้งลูกล้อของรถเข็นฯ	24
2.22	แสดงลักษณะการติดตั้งลูกล้อของรถเข็นฯ	25
2.23	แสดงลักษณะการติดตั้งลูกล้อของรถเข็นฯ	26
2.24	แสดงลักษณะการติดตั้งลูกล้อของรถเข็นฯ	27
2.25	แสดงลักษณะการติดตั้งลูกล้อของรถเข็นฯ	28
2.26	แสดงลักษณะสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับส่วนโครงสร้างของรถเข็นฯ	29
2.27	แสดงลักษณะสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับส่วนโครงสร้างของรถเข็นฯ	30
2.28	แสดงลักษณะสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับส่วนลูกล้อของรถเข็นฯ	31
2.29	แสดงลักษณะสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับส่วนตัวรถเข็นฯ	32
2.30	แสดงลักษณะสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับส่วนตัวรถเข็นฯ	33

2.31	แสดงแผนผังการจัดวางครุภัณฑ์ห้องสมุดที่ได้มาตรฐาน	43
2.32	แสดงแผนผังการจัดวางครุภัณฑ์ของห้องสมุดกลางตึกพระเทพ สจล .	44
2.33	แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือ แบบที่ 1	46
2.34	แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือ แบบที่ 2	47
2.35	แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือ แบบที่ 3	48
2.36	แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือ แบบที่ 4	49
2.37	แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือ แบบที่ 5	50
2.38	แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือ แบบที่ 6	51
2.39	แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือ แบบที่ 7 และ 8	52
3.1	แสดงภาพของโต๊ะสำหรับรวบรวมและแยกแยะหนังสือ	64
3.2	แสดงลักษณะการแยกแยะหนังสือ	65
3.3	แสดงลักษณะการจัดเรียงหนังสือบนชั้นบริการ	66
3.4	แสดงลักษณะการจัดเรียงนิตยสารหรือวารสารบนชั้นบริการ	67
3.5	แสดงลักษณะการจัดหนังสือบนตัวรถเข็นฯ	68
3.6	แสดงลักษณะการเก็บรักษาardtเข็นฯ	69
3.7	แสดงลักษณะการเก็บรักษาardtเข็นฯ	70
3.8	แสดงลักษณะการเก็บรักษาardtเข็นฯ	71
3.9	แสดงลักษณะการซ่อมบำรุงตัวรถเข็นฯ	72
3.10	แสดงการวางตำแหน่งล้อแบบที่ 1	111
3.11	แสดงการวางตำแหน่งล้อแบบที่ 2	112
3.12	แสดงการวางตำแหน่งล้อแบบที่ 3	113
3.13	แสดงการตัดท่อโดยใช้สอดขดลวดสปริง	119
3.14	แสดงการตัดท่อโดยใช้ทรายบรรจุในท่อ	120
3.15	แสดงรัศมีขอบโค้งสำหรับท่อที่ได้จากการดัดยัด	121
3.16	แสดงการตัดท่อโดยใช้แม่แบบตัด	121
3.17	แสดงการตัดท่อโดยใช้เครื่องตัด	122
3.18	แสดงปฏิกิริยาในการชุบโครเมียม	124
3.19	การพิจารณาทิศทางรีดของโลหะแผ่น	133
3.20	แสดงโครงสร้างของอะตอมในการขึ้นรูปโลหะ	134
3.21	แสดงโครงสร้างของอะตอมในการขึ้นรูปโลหะ	134
3.22	การทดสอบด้วยการตัด	134
3.23	การทดสอบด้วยการตัด	134

ภาพที่	หน้า
3.24 การตัดกลับของโลหะแผ่น	135
3.25 การตัดด้วยมือ	136
3.26 การตัดด้วยรางเหล็กบีบ	136
3.27 การใช้ไม้รองช่วยในการตัด	136
3.28 การตัดอิสระเป็นแผ่นรีด	137
3.29 แม่พิมพ์ตัดขึ้นรูปเป็นแผ่นรีด	137
3.30 เครื่องตัดพับโลหะแผ่น	137
3.31 หลักการทำงานของเครื่องพับ	137
3.32 ตัวอย่างขั้นตอนการใช้เครื่องตัดพับในการขึ้นรูปร่างรูปพรรณ	138
3.33 อุปกรณ์ตัดขึ้นรูป	139
3.34 ตัวอย่างงานดัดขึ้นรูป	139
3.35 ตัวอย่างขั้นตอนการผลิตโลหะแผ่นรูปพรรณด้วยแม่พิมพ์ตัด	139
3.36 การตัดโค้งด้วยค้อนบนปากกาจักรงาน	140
3.37 การตัดโลหะแผ่นบางบนแท่นเคาะหรือบนท่อหนา	140
3.38 เครื่องม้วนโลหะแผ่นด้วยมือแบบ 3 ลูกกรด	141
3.39 ขั้นตอนการม้วนโลหะแผ่นให้กลมด้วยเครื่องมือม้วนกลม	141
3.40 การตัดขึ้นรูปท่อบนแท่นลูกรีดกด	141
3.42 เครื่องเข้าขอบชิ้นงานโลหะแผ่น	142
3.43 การเสริมความแข็งแรงของโลหะแผ่นด้วยการขึ้นรูปร่อง	142
3.44 การเคาะขึ้นรูปร่องบนแท่นรองเคาะ	143
3.45 เครื่องรีดขึ้นรูปร่องโลหะแผ่น	143
3.46 วิธีการพับตะเข็บนอกแบบธรรมดา	143
3.47 ประเภทการพับตะเข็บ	144
3.48 ประเภทของการเข้าขอบ	144
3.49 การเข้าขอบด้วยเครื่องพับ	145
3.50 การเข้าขอบด้วยอุปกรณ์เข้าขอบใช้ไฮดรอลิกส์แบบมือถือ	145
3.51 การสอดลวดในการเข้าขอบด้วยการม้วนดัดในแม่พิมพ์	145
3.52 การดัดม้วนโค้งและม้วนรูป 3 เหลี่ยมเข้าขอบขนาดโตด้วยเครื่อง	145
3.53 กวรถื่อมประสานด้วยเปลวก๊าซ	150
3.54 อุปกรณ์เชื่อมก๊าซ	151
3.55 การปรับเปลวก๊าซ	153
3.56 อุณหภูมิของเปลวไฟเชื่อม	153

ภาพที่	หน้า
3.57 เปลวลด (Reducing Flame)	154
3.58 เปลวออกซิไดซิ่ง	154
3.59 รอยต่อแนวเชื่อม	154
3.60 รูปร่างแนวเชื่อม	155
3.61 การเชื่อมแบบ Forehand และ Backhand	156
3.62 เครื่องเชื่อมแบบทรานส์ฟอร์เมอร์	157
3.63 เครื่องเชื่อมแบบไดเรกต์ไฟเออร์	157
3.64 เครื่องเชื่อมแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	158
3.65 ขบวนการในการเชื่อมไฟฟ้า	159
3.66 การส่งจ่ายเนื้อโลหะขณะเชื่อมไฟฟ้า	159
3.67 ปฏิกริยาการเป่าประกาย	160
3.68 ปฏิกริยาการเป่าประกายขณะเชื่อมและวิธีการแก้ไข	160
3.69 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมไฟฟ้า	161
3.70 การหลอมละลายของแท่งอิเล็กโทรด	162
3.71 ตำแหน่งการเชื่อมไฟฟ้า	162
3.72 วิธีการเชื่อมจุดด้วยไฟฟ้า	163
3.73 ขบวนการในระหว่างการบัดกรี	170
3.74 อุปกรณ์ที่ใช้ในการบัดกรีอ่อน	171
3.75 ขั้นตอนการบัดกรีอ่อนทองแดงด้วยเปลวไฟ	172
3.76 การทำความสะอาดหัวแร้ง	174
3.77 อุปกรณ์ที่ใช้ในการบัดกรีแข็งและลักษณะท่อที่ใช้บัดกรีแข็งได้	175
3.78 การบัดกรีแข็งข้อต่อท่อ	176
3.79 การให้ความร้อนชิ้นงาน	176
3.80 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติกแบบเกลียว	180
3.81 เครื่องฉีดพลาสติกขั้นสูงใช้ในไฮดรอลิกส์ด้วยแรง 1 MN	181
3.82 ขั้นตอนการฉีดพลาสติกแข็ง	182
3.83 การเสริมความแข็งแรงในทิศทาง	188
3.84 การเสริมความแข็งแรงในทิศทางเดียวกัน	188
3.85 กรรมวิธีการฉีดใยเรซิน	190
3.86 การผลิตชิ้นส่วนพลาสติกแข็ง	190
3.87 หลักการผลิตพลาสติกโพลียูเรเทนร่วมกับวัสดุโพลีเมแข็ง	201

ภาพที่	หน้า
3.88 แสดงแรงแอกซีชั่นและโคอีชั่นที่เกิดจากการใช้กาวประสานวัสดุ 2 ชนิดให้ติดกัน	206
3.89 ประเภทของภาวะและรูปร่างการติดกาวชิ้นงาน	207
3.90 การออกแบบชิ้นงานเพื่อป้องกันการเฉือนฉีก	208
3.91 อุปกรณ์เชื่อมพลาสติก	213
3.92 รูปร่างภาคตัดขวางของลวดเชื่อมพลาสติก	214
3.93 การเตรียมงานและการเชื่อมต่อชน	215
3.94 การเชื่อมต่อชนจากด้วยการบากมุมข้างหนึ่ง	215
3.95 การเชื่อมต่อชนโดยบากชิ้นงานเป็นรูปตัว K	216
3.96 การเชื่อมต่อชนจากพอก 2 ข้าง	216
3.97 การเชื่อมต่อเกลย และเชื่อมต่อชน	217
3.98 วิธีการเชื่อมพลาสติกอ่อนด้วยก๊าซหรือลมร้อน	217
3.99 การหลอมละลายและการเกิดรากแนวเชื่อม	218
3.100 การจับลวดเชื่อมที่ถูกและผิดวิธีในขณะที่เชื่อม	218
3.101 วิธีการเชื่อมหลายแนวให้ได้ปริมาตรแนวเชื่อมมาก	219
3.102 วิธีการเชื่อมต่อแนวเชื่อมตัวอย่างการเชื่อมพอก	219
3.103 การเชื่อมแผ่นปิดพื้น	220
3.104 หลักการเชื่อมด้วยแผ่นความร้อนกับเส้นโค้งการกระจายอุณหภูมิ บริเวณภาคตัดขวางของแนวเชื่อม	221
3.105 ขั้นตอนการเชื่อมพลาสติกด้วยแผ่นความร้อนโดยตรง	221
3.106 การเชื่อมต่อท่อโค้งด้วยแผ่นความร้อนโดยให้ค่ารัศมี $R=1,5 \cdot D$	222
3.108 การเชื่อมต่อแยกต่างขนาด	223
3.109 หลักการเชื่อมต่อชนจากด้วยแผ่นให้ความร้อน	223
3.110 หลักการเชื่อมต่อชนพลาสติกรูปพรรณให้เป็นรูปกากบาท	224
3.111 หลักการเชื่อมประสานด้วยความเสียดทาน	228
3.112 เครื่องเชื่อมพลาสติกด้วยอัลตราโซนิค	232
3.113 แสดงสัดส่วนความสูงยื่น	236
3.114 แสดงความสูงเฉลี่ยของหญิงไทย	237
3.115 แสดงความสูงเฉลี่ยของชายไทย	237
3.116 แสดงภาพขนาดสัดส่วนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ	238
3.117 แสดงภาพความสูงที่เหมาะสมในการปฏิบัติงานของรถเป็นหนังสือ	239

ภาพที่	หน้า
3.118 แสดงภาพและขนาดสัดส่วนที่สัมพันธ์กับการปฏิบัติงานในขณะ นำหนังสือลงสู่ตัวรถเข็นฯ	240
3.119 แสดงภาพและขนาดสัดส่วนที่สัมพันธ์กับการปฏิบัติงานในขณะ นำหนังสือขึ้นชั้นบริการ	241
3.120 แสดงมุมมองที่สัมพันธ์กับการปฏิบัติงาน	242
3.121 แสดงมุมมองสายตาในแนวนอน	243
3.122 แสดงมุมมองสายตาในแนวตั้ง	243
3.123 แสดงการเคลื่อนไหวของศรีษะและต่าในระนาบเดียวกัน	244
3.124 แสดง Ergonomic ของมือในการจับแบบต่าง ๆ	245
4.1 แสดงภาพของลักษณะการเข็น 3 รูปแบบ	264
4.2 แสดงภาพของลักษณะการเข็น 2 รูปแบบ	264
5.1 แสดงภาพแบบร่างที่ 1	273
5.2 แสดงภาพแบบร่างที่ 2	274
5.3 แสดงภาพแบบร่างที่ 3	274
5.4 แสดงภาพด้าน	275
5.5 แสดงทัศนียภาพ	275
5.6 แสดงภาพ ASSEMBLY	276
5.7 แสดงภาพ DETAIL OF PART	276
5.8 แสดงภาพ DETAIL OF PART	277
5.9 แสดงภาพโครงสร้างและชิ้นส่วนในการเชื่อมต่อโครงสร้าง	277
5.10 แสดงภาพต้นแบบ	278
5.11 แสดงภาพการเปรียบเทียบกับสัดส่วนมนุษย์	279

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ห้องสมุดเป็นสิ่งจำเป็นมากต่อการศึกษา เพราะเป็นแหล่งรวมวัสดุที่ถ่ายทอดความรู้และความคิดของมนุษย์ในรูปแบบต่าง ๆ โดยรวบรวมไว้อย่างมีระเบียบแบบแผน มีระบบ การใช้วัสดุเหล่านั้น และอย่างหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบของห้องสมุดก็คือ "ครุภัณฑ์ห้องสมุด"

ครุภัณฑ์ของห้องสมุด เป็นเครื่องใช้ที่มีน้ำหนักมากจัดทำขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์เฉพาะของงานนั้นๆ โดยตรง เช่น ชั้นวางหนังสือ, ตู้บัตรรายการ, โต๊ะรับจ่ายหนังสือ ฯลฯ และที่จะนำมากล่าวในที่นี้คือ "รถเข็นหนังสือในห้องสมุด" ห้องสมุดบางแห่งใช้รถเข็นหนังสือ เป็นที่สำหรับวางหนังสือ เนื่องจากรถเข็นหนังสือในปัจจุบันมีลักษณะคล้ายคลึงกับชั้นวางหนังสือ โดยวางหนังสือทิ้งไว้เป็นระยะเวลา นาน ๆ เป็นสัปดาห์ เป็นเดือน และเมื่อต้องการนำหนังสือไปเก็บที่ชั้นวางก็จะใช้วิธีการหอบไป นับเป็นการใช้ประโยชน์จากรถเข็นหนังสืออย่างไม่คุ้มค่า ข้อมูลจากสัมภาษณ์บรรณารักษ์หลายคนบอกว่า รถเข็นหนังสือไม่นำมาใช้ และเวลานำมาใช้ก็ไม่สะดวกเท่าที่ควร จึงทำให้รถเข็นหนังสือกลายเป็นครุภัณฑ์ประเภทชั้นวางไปเสีย ทั้งที่ความจริงแล้วรถเข็นหนังสือเป็นสิ่งจำเป็นมากอย่างหนึ่งภายในห้องสมุด เพราะจะช่วยแบ่งเบาภาระในการเคลื่อนย้ายหนังสือของบรรณารักษ์ผู้ดูแลห้องสมุดได้มาก

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างบนนี้ จึงทำให้ข้าพเจ้ามีความประสงค์ที่จะทำการออกแบบปรับปรุงรถเข็นหนังสือภายในห้องสมุด ให้มีคุณสมบัติทางด้านประโยชน์ใช้สอยและด้านอื่นๆให้เหมาะสมสำหรับกลุ่มผู้ใช้ ได้แก่บรรณารักษ์ประจำห้องสมุด เพราะจากการสังเกตได้พบว่า มีปัญหาเกิดขึ้นกับตัวรถเข็นหนังสือมาก อาทิเช่น การเข็นไม่สะดวก วัสดุที่ใช้ประกอบไม่สามารถรับน้ำหนักหนังสือได้ดีเท่าที่ควร โครงสร้างไม่แข็งแรง การซ่อมบำรุงยาก ขนาดสัดส่วนและรูปร่างไม่เหมาะสมกับการใช้งาน ฯลฯ ซึ่งสาเหตุต่างๆเหล่านี้ ทำให้ข้าพเจ้าผู้วิจัย มองเห็นว่า รถเข็นหนังสือภายในห้องสมุด เป็นสิ่งที่น่าสนใจที่จะนำมาศึกษาวิเคราะห์และพัฒนาให้มี

ประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน เพื่อส่งเสริมให้บริการของห้องสมุด มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์

- เพื่อศึกษาวิจัยข้อมูล และนำไปสู่การออกแบบรถเป็นหนังสือสำหรับใช้ขึ้นเก็บหนังสือจากโต๊ะอ่าน เพื่อนำไปเก็บบนชั้นวางหนังสือภายในห้องสมุด
- เพื่อตอบสนองความต้องการของเจ้าหน้าที่ภายในห้องสมุด ในการขนย้ายหนังสือ เพื่อเก็บบนชั้นวางหนังสือได้โดยสะดวกรวดเร็ว และเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
- เพื่อให้ได้รถเป็นหนังสือที่มีประสิทธิภาพ และคุณสมบัติตรงกับความต้องการของเจ้าหน้าที่ภายในห้องสมุด
- เพื่อได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรมภายในประเทศ
- เพื่อให้ได้ผลซึ่งผลิตภัณฑ์ผ่านการวิเคราะห์และแก้ปัญหามาเป็นอย่างดี และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในอนาคต

1.3 ที่มาของปัญหาและปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

จากการที่ผู้วิจัยได้เข้าไปสังเกตการณ์ภายในห้องสมุดหลายแห่ง ได้พบว่าครุภัณฑ์ภายในห้องสมุดประเภทหนึ่งมีปัญหาอยู่หลายด้าน ซึ่งควรจะปรับปรุงแก้ไขก็คือรถเป็นหนังสือภายในห้องสมุด เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำงานด้วยการเคลื่อนที่ที่ทวนวันที่ห้องสมุดเปิดบริการ และจากการที่ได้เข้าไปสัมผัสด้วยตนเองประกอบกับการศึกษาถึงผลิตภัณฑ์เดิม และผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงทำให้สามารถมองเห็นปัญหาหรือจุดบกพร่องต่างๆ ที่ควรได้รับการแก้ไขดังนี้

ปัญหาที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ - เกิดจากการเคลื่อนย้าย น้ำหนัก และส่วนที่เกี่ยวข้องต่างๆ เช่น มือจับในการผลักถึงดิน บังคับเลี้ยว ซึ่งมีลักษณะขนาดสัดส่วนรูปร่าง และตำแหน่งไม่เหมาะสม ทำให้การทำงานของรถเป็นฯ ไม่มีประสิทธิภาพดีเท่าที่ควร และยังส่งผลไปถึงความเสียหายแก่ส่วนประกอบอื่นๆ ของรถเป็นอันได้แก่ล้อซึ่งต้องรับน้ำหนักหนังสือครั้งละมากอยู่แล้ว จึงทำให้อายุการใช้งานของล้อสั้นลง และรวมไปถึงโครงสร้าง ซึ่งปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ส่งผลไปถึงการทำงานของรถเป็นหนังสือ ทำให้การปฏิบัติงานของผู้ใช้รถเป็นหนังสือขาดความคล่องตัว ทำให้การทำงานลดประสิทธิภาพลงไป

ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

ปัญหาด้านประโยชน์ใช้สอย

- ภายในตัวรถเป็นๆ ไม่มีการแยกแยะการบรรจุหนังสือ เพื่อการนำขึ้นเก็บบนชั้นวางหนังสือ ให้เป็นไปตามหลักการจัดเก็บหนังสือบนชั้นวาง ทำให้เกิดความสับสนล่าช้า ในขณะที่หนังสือขึ้นเก็บบนชั้นวางหนังสือ
- รูปแบบของมือจับมีลักษณะไม่เหมาะสม เช่น เป็นเหล็กกลมกลวง เหล็กเหลี่ยม และไม่มีวัสดุกันการลื่นไหลมาห่อหุ้ม และมักเกิดสนิมในตำแหน่งมือจับ และจุดที่เกิดการกระแทกออกของสีและในกรณีที่รถเป็นเป็นไม้ทั้งคันก็จะใช้ส่วนที่เป็นสนิมกันหนังสือ เป็นมือจับหรือเจาะเป็นช่องสำหรับสอดมือเท่านั้น ซึ่งไม่เหมาะสมในการใช้งานอย่างยิ่ง

ปัญหาด้านโครงสร้าง วัสดุ และกรรมวิธีการผลิต

- วัสดุที่นำมาเป็นโครงสร้างไม่เหมาะสม ทำให้อายุการใช้งานของรถสั้นๆ น้อยลง เช่น รถเข็นที่เป็นไม้ทั้งคัน ไม่สามารถรับน้ำหนักได้ดีเท่าที่ควร เพราะจุดเชื่อมต่อกันของไม้ไม่แข็งแรง เกิดการโยกคลอนในขณะที่ใช้งาน เพราะน้ำหนักของหนังสือและการเคลื่อนตัวของรถเข็นในกรณีที่รถเป็นๆ ทำด้วยโลหะก็จะมีน้ำหนักมาก และเกิดสนิมได้ง่ายในกรณีที่การเคลือบสีผิว ไม่ได้คุณภาพ และยังรวมไปถึงกรรมวิธีการเชื่อมประกอบตัวรถอีกด้วย
- ลักษณะของลูกล้อที่นำมาใช้กับรถเป็นๆ ไม่เหมาะสมกับการใช้งาน ทำให้ขาดความคล่องตัวในการบังคับเคลื่อนที่ ตลอดจนเกิดการชำรุดอันเนื่องมาจาก
 - ก. การประกอบติดตั้งไม่ถูกวิธี
 - ข. ตำแหน่งที่ติดตั้งไม่เหมาะสม
 - ค. การเลือกรับขนาด และประเภทของลูกล้อไม่เหมาะสม

ปัญหาด้านสัดส่วนและสรีระร่างกายของผู้ใช้

- ขนาดสัดส่วนของรถเป็นๆ หนังสือในปัจจุบันไม่เหมาะสมกับการใช้งาน

ภายในห้องสมุด และสรีระร่างกายของผู้ใช้งาน

- รถเป็นพาหนะความคล่องตัวในการเข็น ดึง คัด เพราะตำแหน่งรูปร่าง ตลอดจนขนาดของส่วนมือจับไม่เหมาะสมกับสัดส่วนของผู้ใช้งาน

1.4 แนวทางการแก้ไข้ปัญหา

ด้านประโยชน์ใช้สอย

- ออกแบบให้ภายในตัวรถเข็นฯ มีการแยกแยะในส่วนรองรับหนังสือให้เป็นไปตามหลักการจัดเก็บหนังสือบนชั้นวางหนังสืออย่างถูกต้อง เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการจัดเก็บหนังสือ
- ออกแบบให้ส่วนมือจับมีตำแหน่งและวัสดุห่อหุ้มที่เหมาะสมกับการใช้งาน และขนาดสัดส่วนของมือ โดยคำนึงถึงหลักสรีระศาสตร์และควรเลือกใช้วัสดุที่จะนำมาห่อหุ้ม

ด้านโครงสร้าง วัสดุ และกรรมวิธีการผลิต

- ออกแบบโดยการวิเคราะห์ และเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมในการนำมาเป็นโครงสร้าง โดยคำนึงถึงสภาพการรับน้ำหนัก ความแข็งแรง ความปลอดภัย การบำรุงรักษา ตลอดจนสภาพแวดล้อมในขณะทำงาน
- ออกแบบโดยเลือกใช้ลูกล้อที่มีคุณภาพ และคุณสมบัติในการรับน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม และมีความคล่องตัวสูง มีอายุการใช้งานนาน และคำนึงถึงลักษณะการประกอบติดตั้งอย่างถูกวิธีและในตำแหน่งเหมาะสม

ด้านสัดส่วน และสรีระร่างกายผู้ใช้

- ออกแบบให้รถเข็นฯ มีขนาด-สัดส่วนที่เหมาะสมกับสรีระร่างกายของผู้ใช้ ตลอดจนพฤติกรรมการทำงาน และสภาพแวดล้อมภายในห้องสมุด
- ออกแบบให้มีมือจับในการบังคับเคลื่อนที่ อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ตลอดจนขนาดและรูปร่าง โดยคำนึงถึงหลักสรีระศาสตร์และพฤติกรรม

การทำงานของผู้ใช้รถเข็นฯ

1.5 ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล

- ศึกษาถึงพฤติกรรมการทำงาน และ ความต้องการของผู้ใช้รถเข็นฯ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ
- ศึกษารูปแบบ ขนาดสัดส่วนของหนังสือ และลักษณะการจัดเก็บหนังสือ ภายในห้องสมุด
- ศึกษารูปแบบของรถเข็นหนังสือที่มีอยู่ในปัจจุบัน
- ศึกษาด้านสรีระของผู้ใช้
- ศึกษาสถานที่ใช้งานของรถเข็น คือห้องสมุด
- ศึกษาถึงระบบต่างๆที่เหมาะสมกับรถเข็นฯ และการใช้งาน เช่น การประกอบข้อต่อ การติดตั้งล้อ เป็นต้น
- ศึกษาถึงการเลือกใช้วัสดุที่นำมาผลิต และกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรมภายในประเทศ
- ศึกษาด้านจิตวิทยาของสิ่งที่เหมาะสมกับสภาพบรรยากาศภายในห้องสมุด

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

- 1.6.1 ศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับรถเข็นหนังสือที่มีใช้กันอยู่ตามห้องสมุดต่างๆ
- 1.6.2 วางแผนการวิจัยและค้นคว้าข้อมูล
 - ศึกษาพฤติกรรม และความต้องการของผู้ใช้รถเข็นหนังสือ
 - ศึกษาขนาด สัดส่วน ประเภท และน้ำหนักของหนังสือ
 - ศึกษาส่วนสรีระของผู้ใช้รถเข็นหนังสือ
 - ศึกษาสถานที่ในการใช้งาน สภาพพื้นผิว สภาพแวดล้อม ตลอดจนขนาดความกว้างของเส้นทางสัญจรของรถเข็นหนังสือ
 - ศึกษาการเลือกใช้วัสดุที่ใช้ในการผลิตและกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรมภายในประเทศ
 - ศึกษาเรื่องจิตวิทยาของสี
- 1.6.3 รวบรวมข้อมูลที่ได้มาทั้งหมด
- 1.6.4 วิเคราะห์ เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียต่างๆ และสรุปสู่แนวทางการออกแบบ
- 1.6.5 ทดลองออกแบบ เลือกแบบที่ดีที่สุด
- 1.6.6 แก้ไขแบบ นำเสนอผลงานการวิจัย และออกแบบ

1.7 ขอบเขตในการออกแบบ

- ออกแบบให้เป็นรถเป็นหนังสือภายในห้องสมุด
- ออกแบบให้สามารถเคลื่อนที่ได้โดยการบังคับ เป็น ลาก ดันได้โดยสะดวก
- ออกแบบให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานกับบุคคลเพียง 1 คน
- ออกแบบให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตได้ ในระบบอุตสาหกรรมภายในประเทศเท่านั้น
- ออกแบบให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถทำงานได้บนพื้นที่ หรือพื้นผิวที่ราบ-เรียบเสมอกันเท่านั้น

1.8 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์

- ได้รถเป็นหนังสือที่มีคุณสมบัติ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการขนย้ายหนังสือแก่เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลห้องสมุด
- ได้รถเป็นหนังสือที่มีขนาดรูปร่าง เหมาะสมนำไปใช้งาน บำรุงรักษาง่าย และมีส่วนประกอบที่มีคุณภาพดี
- ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรมภายในประเทศ
- ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตได้โดยใช้วัสดุที่มีอยู่ภายในประเทศ
- ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถเบี่ยงเบนทัศนคติของผู้ใช้ได้ และทำให้ผู้ใช้เห็นคุณค่าประโยชน์และบทบาทของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้
- ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการวิเคราะห์และวิจัยอย่างถูกต้อง
- ทำให้ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ ได้ศึกษาและรู้ระบบขั้นตอนในการพัฒนาการออกแบบได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามหลักการที่แท้จริง

1.9 แหล่งค้นคว้าศึกษาข้อมูล

- ห้องสมุดทั่วไป
- อาจารย์ทุกท่าน และผู้มีประสบการณ์ ความรู้ในด้านที่มีความเกี่ยวข้อง
- บริษัทห้างร้านที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง
- หนังสือ ตำรา และเอกสารอ้างอิงอื่นๆ

เอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับตัวรถเป็นหนังสือที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

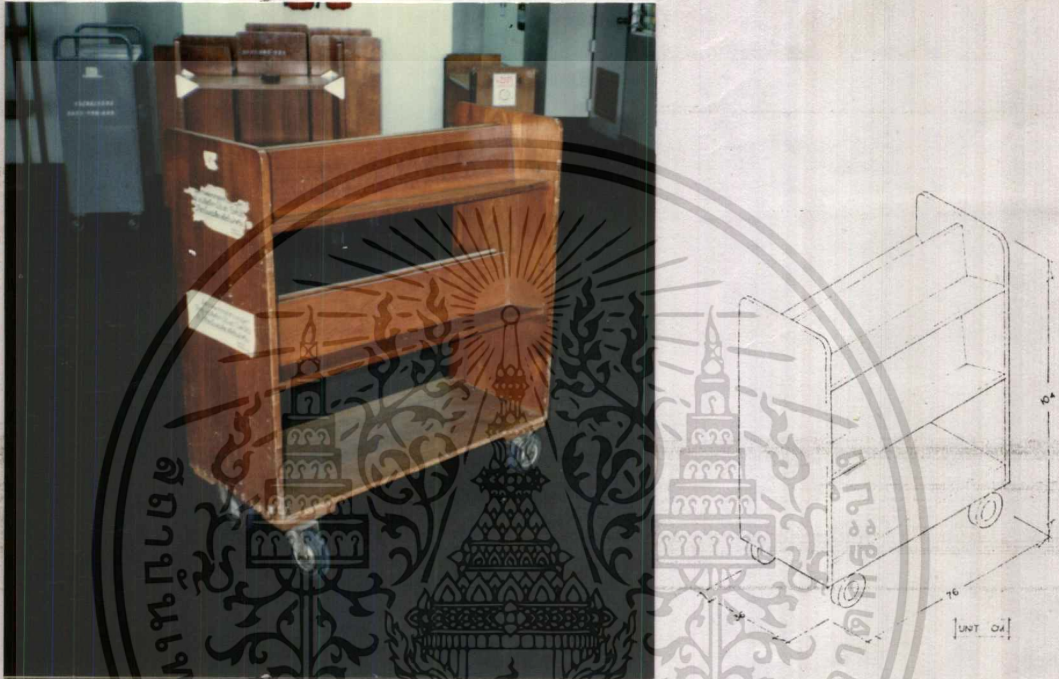
ความหมายของรถเป็นหนังสือภายในห้องสมุด รถเป็นหนังสือจัดอยู่ในประเภทของครุภัณฑ์ภายในห้องสมุด รถเป็นหนังสือมีลักษณะคล้ายกับชั้นวางหนังสือ แต่มีล้อเพื่อให้เคลื่อนที่ได้โดยสะดวกรวดเร็วและทนแรง สำหรับใช้บรรรทหนังสือไปยังชั้นวางหนังสือไม่บอบช้ำเสียหาย รถเป็นหนังสือมีทั้งชนิดที่ผลิตด้วยไม้ และโลหะ มีขนาดไม่ใหญ่โตเกินไปนัก เพราะจะทำให้ขาดความคล่องตัวขนาดของรถเป็นควร จะสัมพันธ์กับส่วนลัดของผู้ใช้งาน และช่องทางสัญจรภายในห้องสมุด (1)

สาเหตุที่จำเป็นต้องมีรถเป็นหนังสือสำหรับใช้ภายในห้องสมุดนั้น เนื่องจากจำนวนหนังสือที่อยู่ตามโต๊ะบริการสำหรับนั่งอ่านนั้นมีจำนวนมาก และอยู่ห่างไกลจากชั้นวางหนังสือพอสมควร ทำให้เสียเวลาและไม่สะดวกที่ผู้มีหน้าที่เก็บหนังสือจะปฏิบัติหน้าที่ได้โดยสะดวก จึงจำเป็นต้องมีรถเป็นหนังสือไว้สำหรับช่วยผ่อนแรง และประหยัดเวลาในการจัดเก็บหนังสือ ไปสู่ชั้นวางหนังสือ

สำหรับผู้ที่มาใช้บริการอ่านหนังสือมีจำนวนมาก และผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนกันเข้าออกอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นความรวดเร็ว และคล่องตัวในการจัดเก็บหนังสือ จึงมีความสำคัญมาก ดังนั้นห้องสมุดจึงจำเป็นต้องมีรถเป็นหนังสือสำหรับใช้บรรรทหนังสือจากจุดต่างๆภายในห้องสมุด เพื่อนำไปเก็บบนชั้นวางหนังสือ ซึ่งจะช่วยให้ขั้นตอนในการทำงานลดน้อยลง และทำให้งานบริการของห้องสมุดมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

(1) สุทธิลักษณ์ อาพันธ์วงศ์. มาตรฐานห้องสมุดในประเทศไทย (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2511) หน้า 18.

2.1.1 รูปร่าง ขนาด สัดส่วนของรถเข็นหนังสือที่มีขายอยู่ในปัจจุบัน



ภาพที่ 2.1 แสดงลักษณะรถเข็นหนังสือแบบที่ 1

เป็นรถเข็นฯ ที่มีส่วนรองรับหนังสือทั้งหมด 3 ชั้น และ 2 ชั้นบนเป็นส่วนรองรับหนังสือที่มีสันกั้นระหว่างกลางสามารถวางหนังสือได้ทั้ง 2 ด้าน โดยวิธีการวางตั้งโดยหันเอาสันหนังสือออกด้านนอก ส่วนชั้นล่างเป็นแบบชั้นเรียบ วิธีการวางหนังสือวางด้วยวิธีซ้อนทับกัน มีขนาดความกว้าง 36 ซม. ยาว 78 ซม. สูง 104 ซม.

วัสดุที่ใช้ผลิต วัสดุโครงสร้างเป็นไม้จริงทั้งหมด ประกอบด้วยวิธีการเข้าเตื่อนและพนักด้วยกาว ลักษณะลูกล้อใช้แบบแบน ไม่มีเบรค คัดตั้งโดยการยึดสกรูติดกับโครงสร้าง



ภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะรถเข็นหนังสือแบบที่ 2

เป็นรถเข็นที่มีส่วนรองรับหนังสือทั้งหมด 3 ชั้น เป็นแบบชั้นเรียบ ลักษณะการวางหนังสือ เป็นลักษณะการวางซ้อนทับกันขึ้นไป โดยหันเอาสันหนังสือออกด้านใดด้านหนึ่ง ขนาดความกว้าง 35 ซม. ยาว 76 ซม. สูง 104 ซม.

วัสดุที่ใช้ผลิต วัสดุโครงสร้างเป็นไม้จริงทั้งหมด ประกอบโดยกาวเข้าเตื่อยผนึกาว ลักษณะลูกล้อใช้แบบแบนไม่มีเบรค ติดตั้งโดยการยึดสกรูติดกับโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

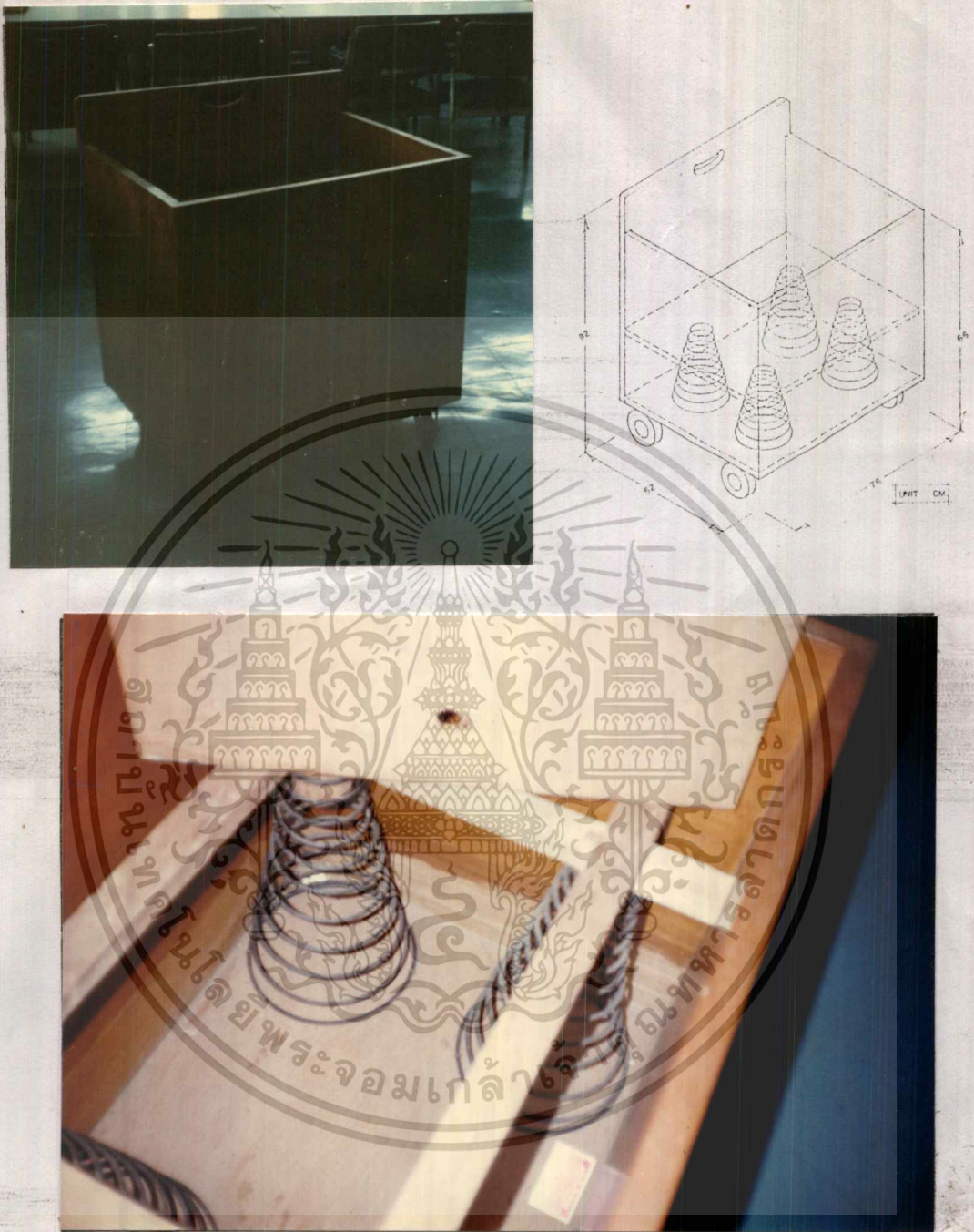


ภาพที่ 2.3 แสดงลักษณะรถเข็นหนังสือแบบที่ 3

เป็นรถเข็นฯ ที่มีส่วนรองรับหนังสือทั้งหมด 3 ชั้น โดย 2 ชั้นบนมีสันกั้นระหว่างกลาง สามารถวางหนังสือได้ 2 ด้าน โดยการวางตั้งและหันเอาด้านสันหนังสือออกด้านนอก ส่วนชั้นล่างเป็นแบบแผ่นเรียบ วางหนังสือโดยการวางซ้อนทับกัน มีขนาดความกว้าง 43 ซม. ยาว 86 ซม. สูง 100 ซม.

วัสดุที่ใช้ผลิต. วัสดุโครงสร้างทั้งหมด เป็นเหล็กกลมกลวง ส่วนรองรับหนังสือเป็นเหล็กแผ่นเรียบ ประกอบโดยการเชื่อมลักษณะกลลือเป็นแบบแบนไม่มีเบรค ติดตั้งโดยการยึดสกรูติดกับโครงสร้างหลัก ทำสีโดยวิธีการพ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่วากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



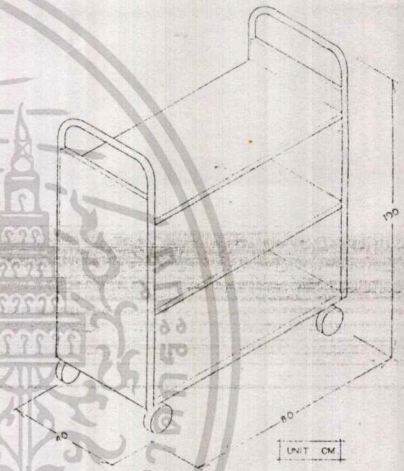
ภาพที่ 2.4 แสดงลักษณะรถเข็นหนังสือแบบที่ 4

เป็นรถเข็นที่มีส่วนรองรับหนังสือเป็นแผ่นไม้ และมีขดลวดสปริงรองรับอยู่ ด้านล่างทั้ง 4 มุม เพื่อรับน้ำหนักของหนังสือโดยการยุบตัวลง และคืนสูงขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำเอาหนังสือออก และมีผนังกันโดยรอบ มีขนาดความกว้าง 62 ซม. ยาว 76 ซม. สูง 92 ซม. (สูงถึงส่วนผนังกัน 66 ซม.)

วัสดุที่ใช้ผลิต วัสดุโครงสร้างเป็นไม้จริงทั้งหมด ส่วนรองรับหนังสือเป็นไม้อัด ลักษณะลูกล้อใช้แบบแบน ติดตั้งโดยการยึดสกรูติดกับโครงสร้างหลัก

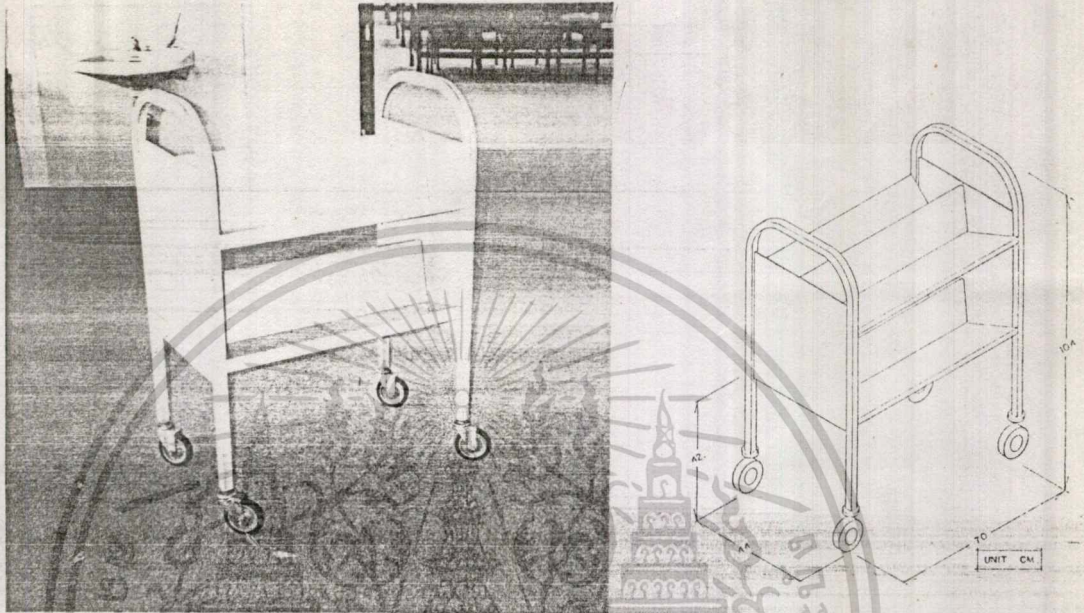


ภาพที่ 2.5 แสดงลักษณะรถเข็นหนังสือแบบที่ 5

เป็นรถเข็นที่มีส่วนรองรับหนังสือทั้งหมด 3 ชั้น และเป็นชั้นเรียบทั้งหมด ลักษณะการวางหนังสือวางโดยการวางซ้อนทับกัน มีขนาดความกว้าง 40 ซม. ยาว 80 ซม. สูง 100 ซม.

วัสดุที่ใช้ผลิต วัสดุโครงสร้างทั้งหมด และส่วนรองรับหนังสือเป็นโลหะทั้งหมด โดยโครงสร้างหลักเป็นเหล็กกลมกลวง ส่วนรองรับหนังสือเป็นเหล็กแผ่นเรียบประกอบโดยการเชื่อม ลักษณะลูกล้อใช้แบบแบน ติดตั้งโดยการยึดสกรูติดกับโครงสร้าง ลักษณะการทำสีโดยวิธีการพ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



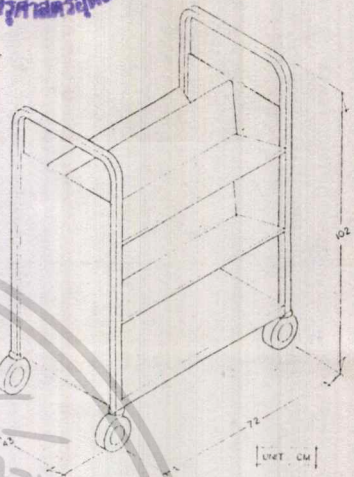
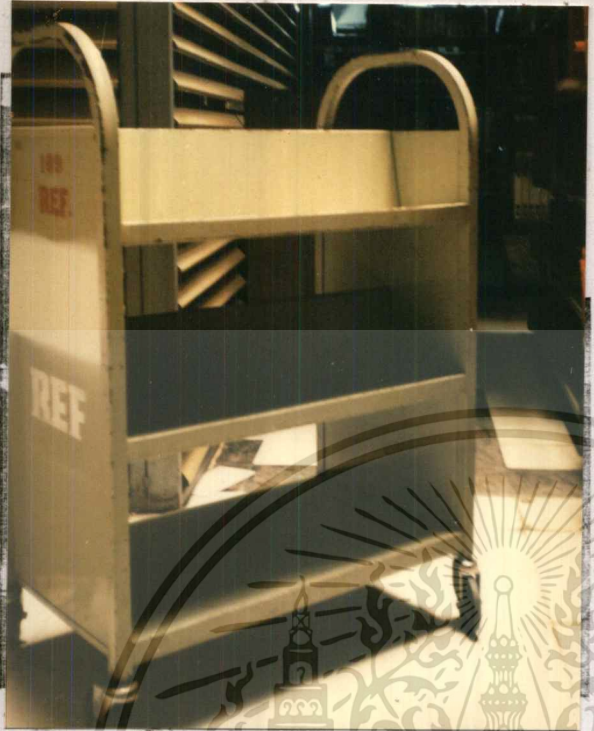
ภาพที่ 2.6 แสดงลักษณะรถเข็นหนังสือแบบที่ 6

เป็นรถเข็นที่มีส่วนรองรับหนังสือเพียง 2 ชั้น และมีสันกั้นระหว่างกลาง สามารถวางหนังสือได้ทั้ง 2 ด้าน ลักษณะการวางหนังสือ โดยการวางตั้งหันเอาสันหนังสือออกด้านนอก มีขนาดความกว้าง 44 ซม. ยาว 70 ซม. สูง 104 ซม.

วัสดุที่ใช้ผลิต วัสดุโครงสร้าง เป็นเหล็กเหล็ยมกลวง ส่วนรองรับหนังสือ เป็นเหล็กแผ่นเรียบ ประกอบโดยการเชื่อม ลักษณะลูกล้อใช้แบบแบน ไม่มีเบรค ติดตั้งโดยวิธีการสกรูติดกับโครงสร้างหลัก ตัวรถทาสีโดยการพ่น



รฟ.
ฉ 8790
2535

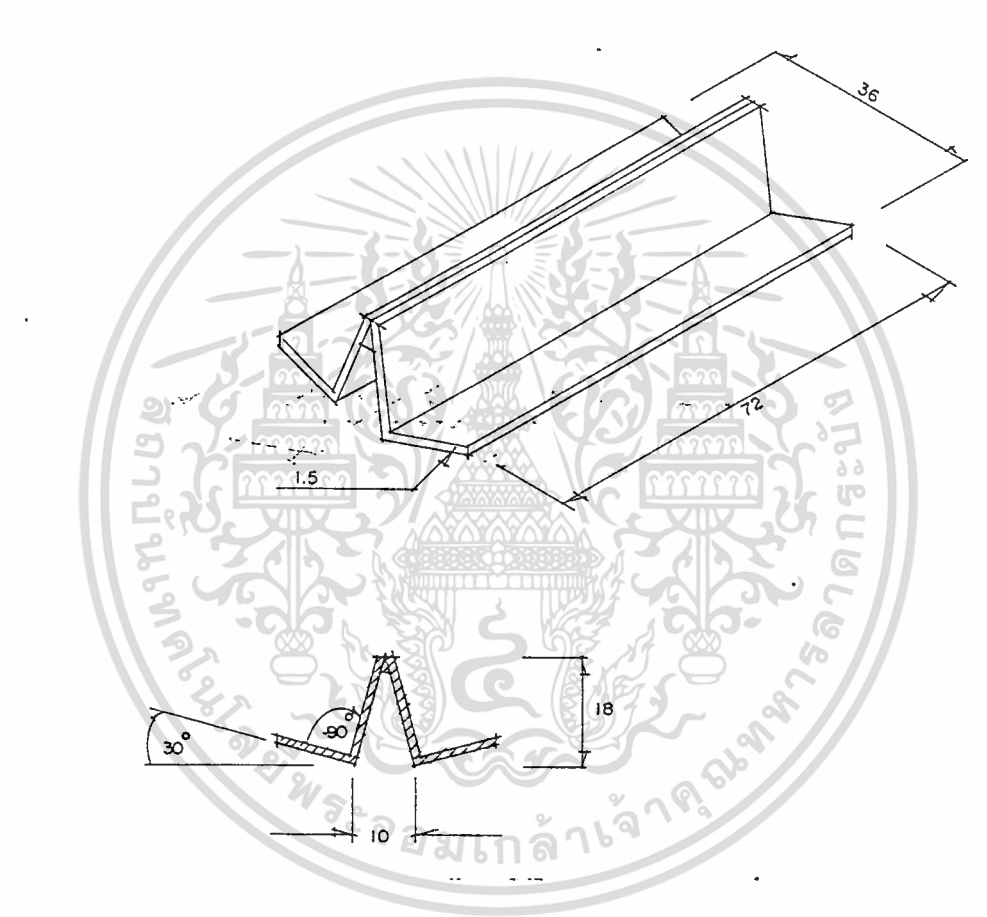


ภาพที่ 2.7 แสดงลักษณะรถเข็นหนังสือแบบที่ 7

เป็นรถเข็นที่มีส่วนรองรับหนังสือทั้งหมด 3 ชั้น และ 2 ชั้นบนเป็นแบบมีสันกั้นอยู่ระหว่างกลาง สามารถวางหนังสือได้ทั้ง 2 ด้าน ลักษณะการวางหนังสือ โดยการวางตง และหันเอาสันหนังสือขึ้นด้านบน ส่วนชั้นล่างเป็นแบบชั้นเรียบ วางหนังสือโดยการวางซ้อนทับกัน มีขนาดความกว้าง 43 ซม. ยาว 72 ซม. สูง 102 ซม.

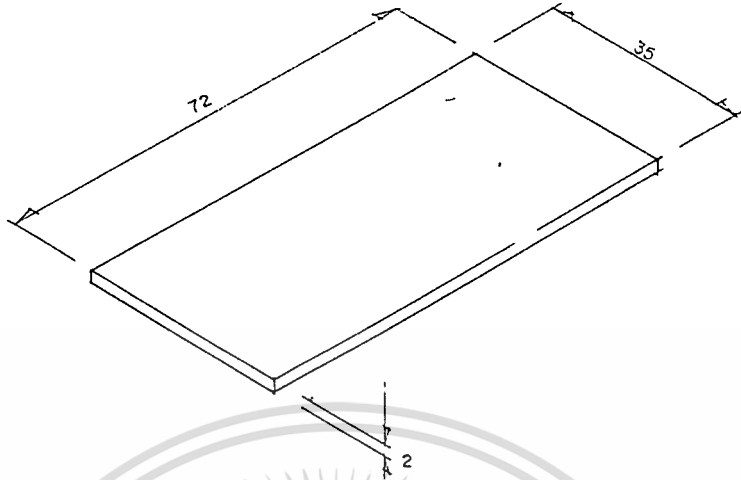
วัสดุที่ใช้ผลิต วัสดุโครงสร้างเป็นโลหะเหล็ยมกลวง ส่วนรองรับหนังสือ ใช้เหล็กแผ่นเรียบ ลักษณะลูกล้อเป็นแบบแบน ติดตั้งโดยการยึดสกรูติดกับโครงสร้างหลัก ตัวรถทำสีโดยการพ่น

2.1.2 รูปร่าง ขนาด สัดส่วนของส่วนรองรับหนังสือของรถเข็นฯ



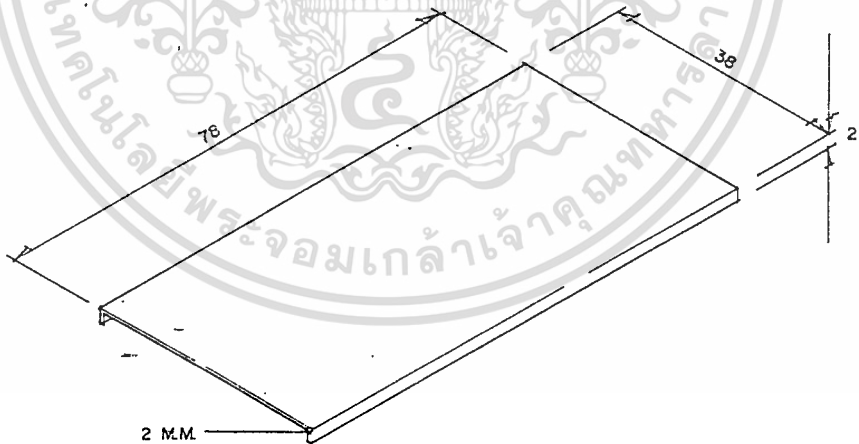
ภาพที่ 2.8 แสดงลักษณะของส่วนรองรับหนังสือ ของรถเข็นฯ แบบที่ 1

วัสดุที่ใช้ผลิตเป็นไม้จริงทั้งหมด มีขนาดดังในภาพหน่วยเป็น เซนติเมตร



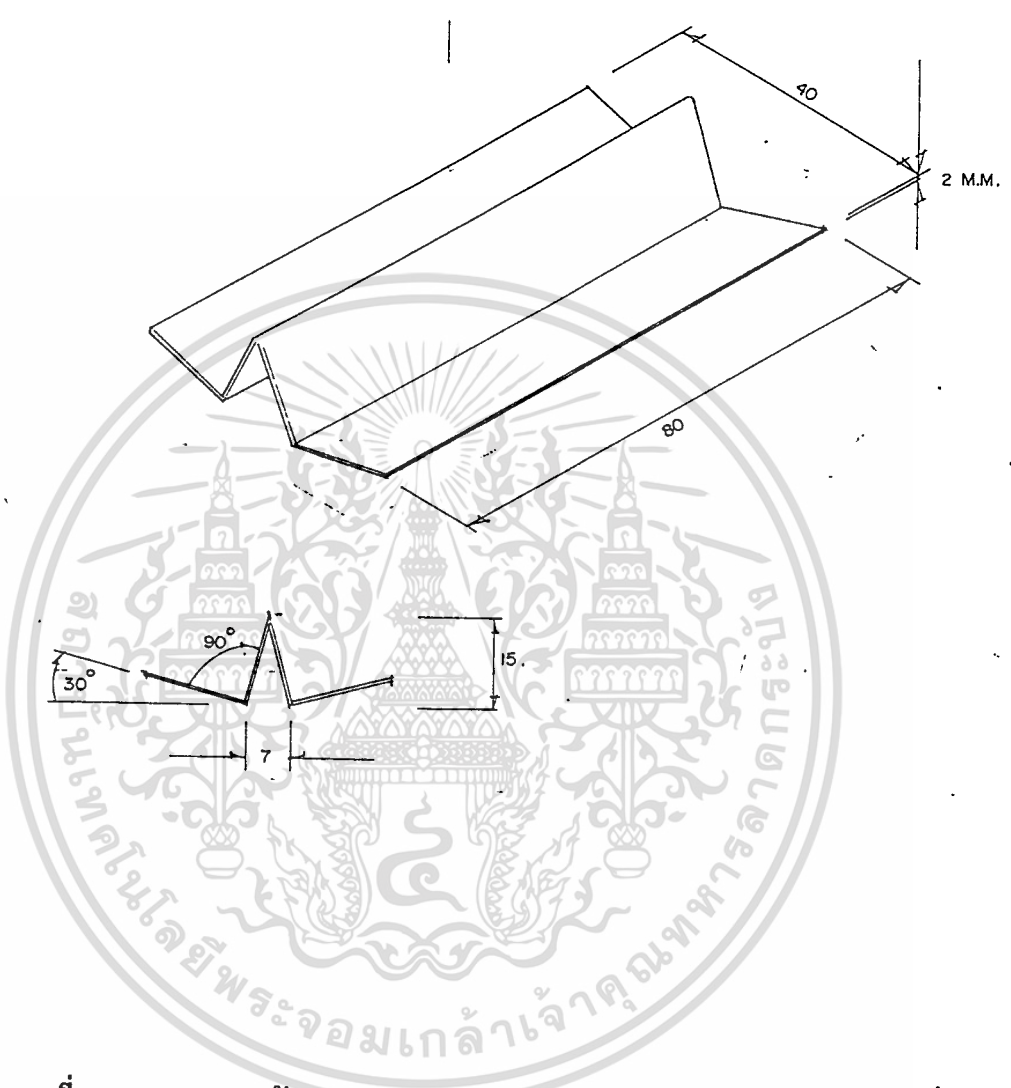
ภาพที่ 2.9 แสดงลักษณะของส่วนรองรับหนังสือของรถเป็นแบบที่ 2

วัสดุที่ใช้ผลิต เป็นไม้จริง มีขนาดดังในภาพ หน่วยเป็น เซนติเมตร



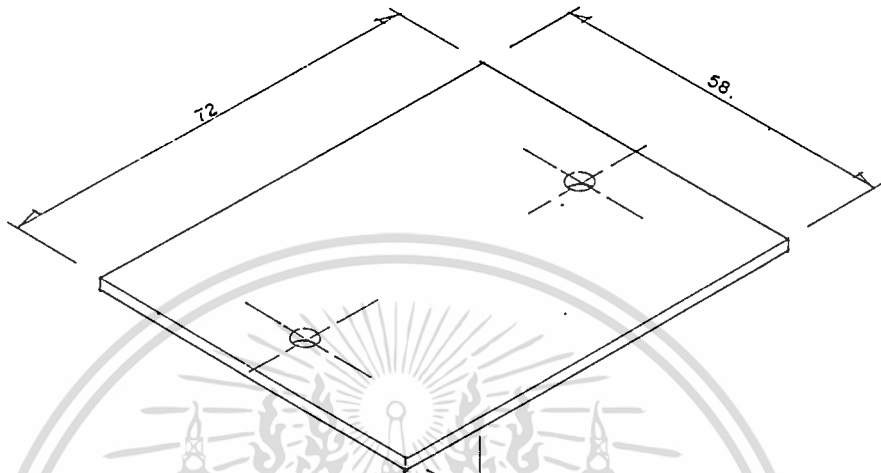
ภาพที่ 2.10 แสดงลักษณะของส่วนรองรับหนังสือของรถเข็นฯ แบบที่ 5

วัสดุที่ใช้ผลิต เป็นเหล็กแผ่นพับมมมีขนาดดังในภาพ หน่วยเป็น เซนติเมตร



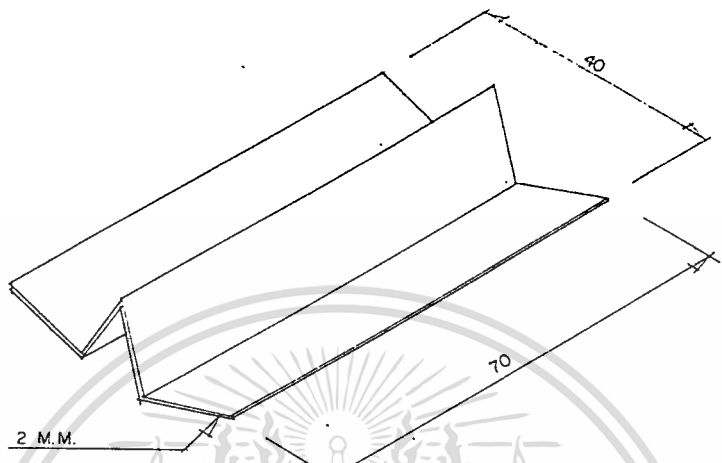
ภาพที่ 2.11 แสดงลักษณะของส่วนรองรับหนังสือของรถเข็นฯ แบบที่ 3

วัสดุที่ใช้ผลิต เป็นเหล็กแผ่นมีขนาดดังในภาพ หน่วยเป็นเซนติเมตร



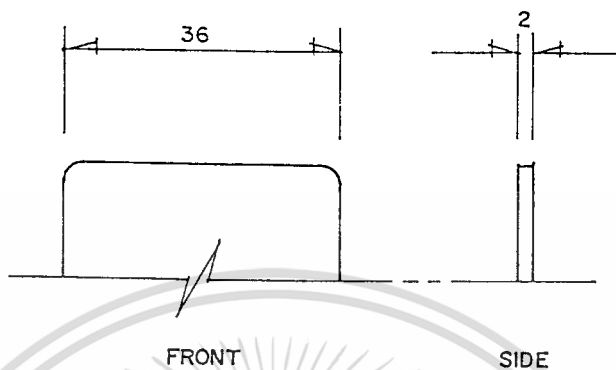
ภาพที่ 2.12 แสดงลักษณะของส่วนรองรับหนังสือของรถเข็นฯ แบบที่ 4

วัสดุที่ใช้ผลิต เป็นไม้อัดสลับชั้น มีขนาดดังในภาพ หน่วยเป็นเซนติเมตร



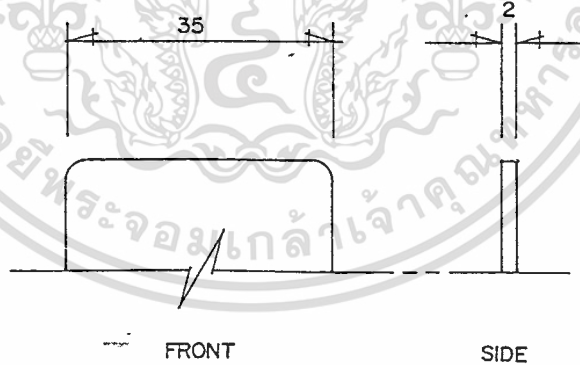
ภาพที่ 2.13 แสดงลักษณะของส่วนรองรับหนังสือของรถเข็นฯ แบบที่ 6 และ 7
วัสดุที่ใช้ผลิตเป็นเหล็กแผ่นมีขนาดดังในภาพ หน่วยเป็นเซนติเมตร

2.1.3 รูปร่าง ขนาด สัดส่วนของส่วนมือจับ ของรถเข็นหนังสือ



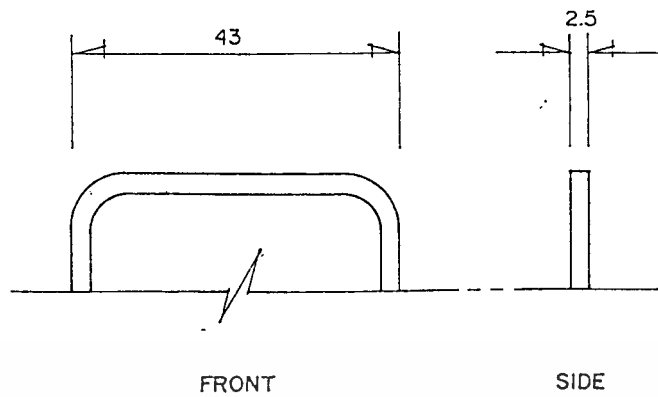
ภาพที่ 2.14 แสดงส่วนมือจับของรถเข็นฯ แบบที่ 1

วัสดุที่ใช้ผลิต เป็นไม้จริง มีขนาดดังในภาพ หน่วยเป็น เซนติเมตร



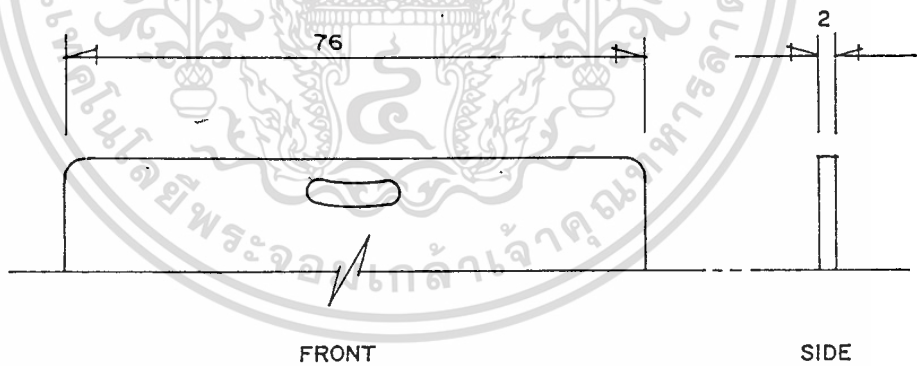
ภาพที่ 2.15 แสดงส่วนมือจับของรถเข็นฯ แบบที่ 2

วัสดุที่ใช้ผลิต เป็นไม้จริง มีขนาดดังในภาพ หน่วยเป็น เซนติเมตร



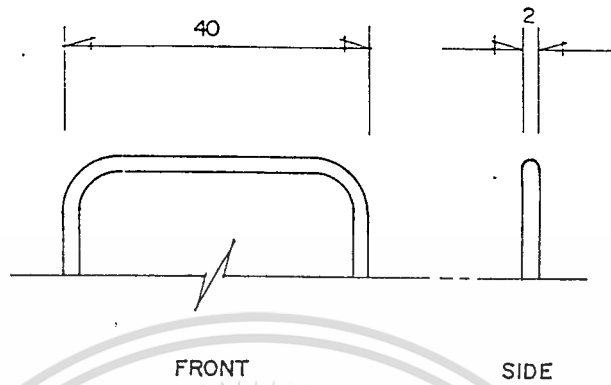
ภาพที่ 2.16 แสดงลักษณะส่วนมือจับของรถเข็นฯ แบบที่ 3

วัสดุที่ใช้ผลิตเป็นเหล็กกลมกลวง มีขนาดดังในภาพ หน่วยเป็นเซ็นต์เมตร



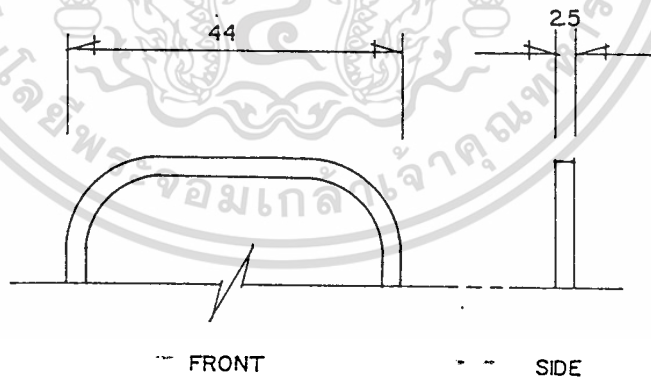
ภาพที่ 2.17 แสดงลักษณะส่วนมือจับของรถเข็นฯ แบบที่ 4

วัสดุที่ใช้ผลิต เป็นไม้จริง เจาะช่องสำหรับสอดมือ มีขนาดดังในภาพ หน่วยเป็นเซ็นต์เมตร



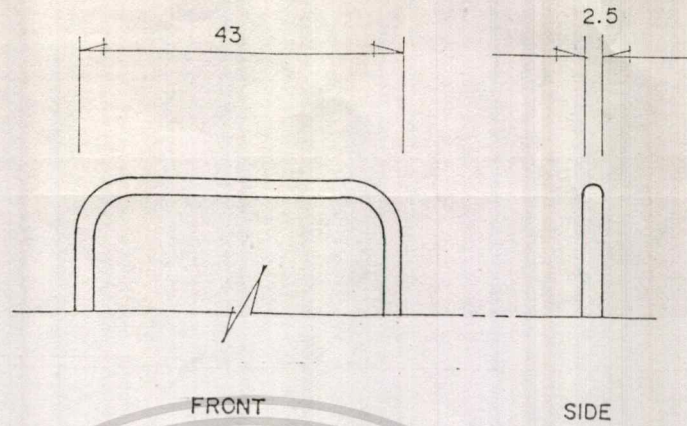
ภาพที่ 2.18 แสดงลักษณะส่วนมือจับของรถเข็นฯ แบบที่ 5

วัสดุที่ใช้ผลิต เป็นเหล็กกลมกลวงมีขนาดดังในภาพ หน่วยเป็นเซ็นต์เมตร



ภาพที่ 2.19 แสดงลักษณะส่วนมือจับของรถเข็นฯ แบบที่ 6

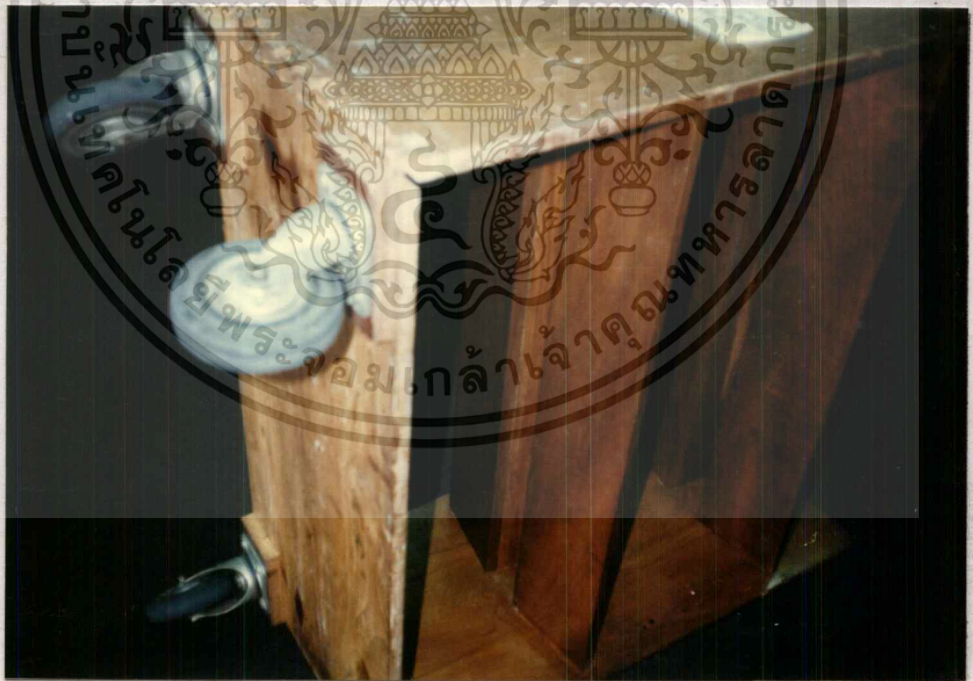
วัสดุที่ใช้ผลิตเป็นเหล็กเหลี่ยมกลวงมีขนาดดังในภาพหน่วยเป็นเซ็นต์เมตร



ภาพที่ 2.20 แสดงลักษณะส่วนมือจับของรถเข็นฯ แบบที่ 7

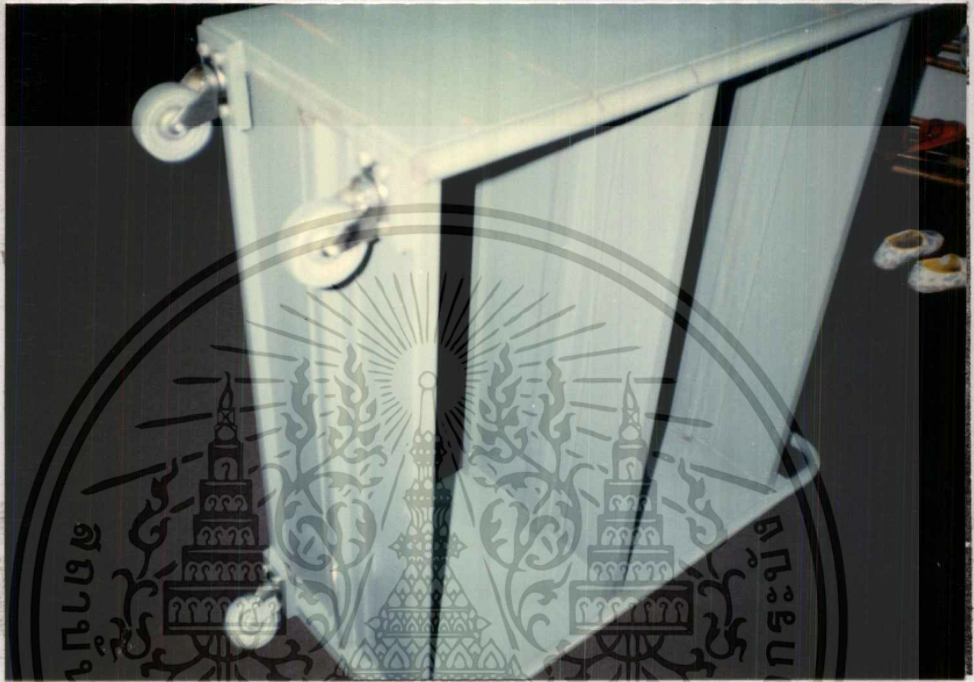
วัสดุที่ใช้ผลิตเป็นเหล็กเหล็กละเอียดกว่ามีขนาดตั้งในภาพหน่วยเป็นเซ็นต์เมตร

2.1.4 ลักษณะการประกอบติดตั้งส่วนลูกล้อของรถเข็นหนังสือ



ภาพที่ 2.21 แสดงลักษณะการติดตั้งลูกล้อของรถเข็นหนังสือวัสดุทำโครงสร้างเป็นไม้จริงซึ่งติดตั้งโดยการเสริมแป้นไม้ตรงตำแหน่งมุมทั้ง 4 แล้วยึดด้วยสกรูติดแน่นกับโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.22 แสดงลักษณะการติดตั้งลูกบิดของรถเข็นหนังสือที่มีวัสดุทำโครงสร้างเป็นเหล็กกลมกลวงซึ่งติดตั้งโดยการเสริมเหล็กแผ่นหนา และเจาะรูร้อยนอตตัวผู้เชื่อมติดตรงตำแหน่งมุมทั้ง 4 แล้วยึดโดยการอัดนอตตัวเมียยึดติดให้แน่น



ภาพที่ 2.23 แสดงลักษณะการตัดตั้งลูกส้อ ของรถเป็นหนังสือที่มีวัสดุทำโครงสร้างเป็นไม้จริง ซึ่งตัดตั้งโดยการเสริมแผ่นไม้ทั้ง 2 ข้าง จากมุมไปชนมุม ทั้ง 4 มุม แล้วยึดด้วยสกรูติดแน่นกับโครงสร้าง



ภาพที่ 2.24 แสดงลักษณะการติดตั้งลูกล้อของรถเป็นหนังสือที่มีวัสดุทำโครงสร้างเป็นเหล็กกลมกลาง ซึ่งติดตั้งโดยการเสิร์มแผ่นเหล็กหนา และเจาะรูร้อยนอตตัวผู้เชื่อมติดกับโครงสร้าง ตรงตำแหน่งมมทั้ง 4 แล้วยึดโดยการอัดนอตตัวเมียยึดติดให้แน่น ซึ่งแบบนี้มีลักษณะคล้ายกับ ภาพที่ 2.22 แต่ต่างกันตรงที่จะมีครีบบของแผ่นเหล็กยื่นออกมา ซึ่งอาจเกิดอันตรายได้



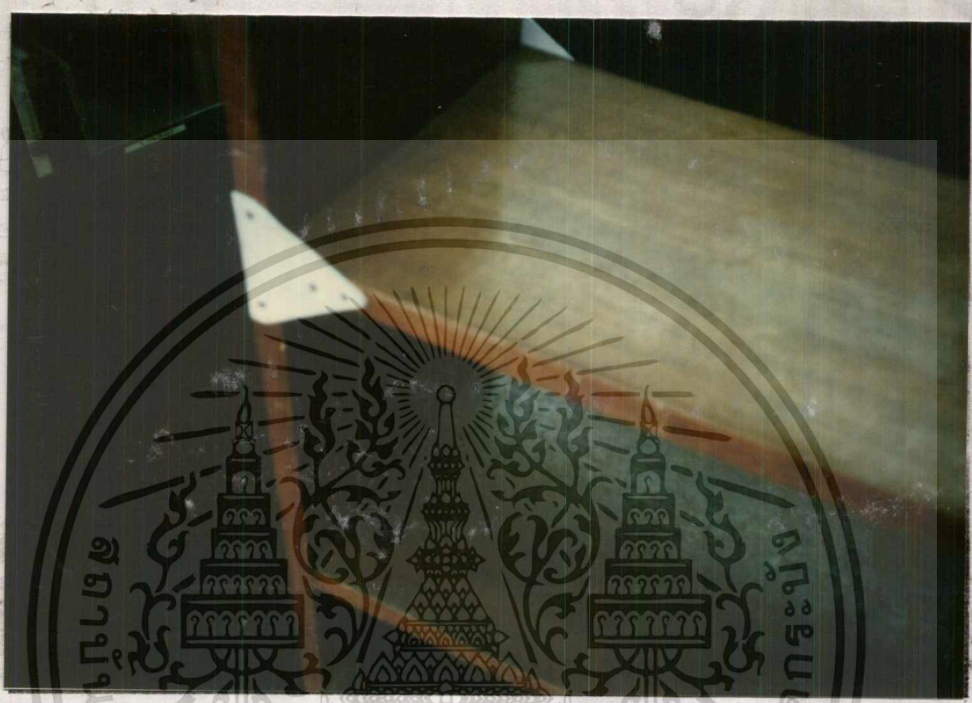
ภาพที่ 2.25 แสดงลักษณะการติดตั้งลูกล้อ ของรถเข็นหนังสือที่มีวัสดุทำโครงสร้างเป็นเหล็กเหล็กลมกลวง ซึ่งติดตั้งโดยการยึดกับขาโครงสร้างทั้ง 4 มุม ซึ่งยื่นออกมาเล็กน้อย โดยการสรวมแกนซึ่งติดมากับลูกล้อที่มีลักษณะเป็นเกลียวเช่นเดียวกับนอตตัวผู้แล้วขันนอตเข้าไปในส่วนปลายของท่อเหล็ก ซึ่งได้ฝังนอตตัวเมียและเชื่อมติดไว้ก่อนแล้ว

สรุป ลักษณะการประกอบติดตั้งลูกล้อของรถเข็นหนังสือ

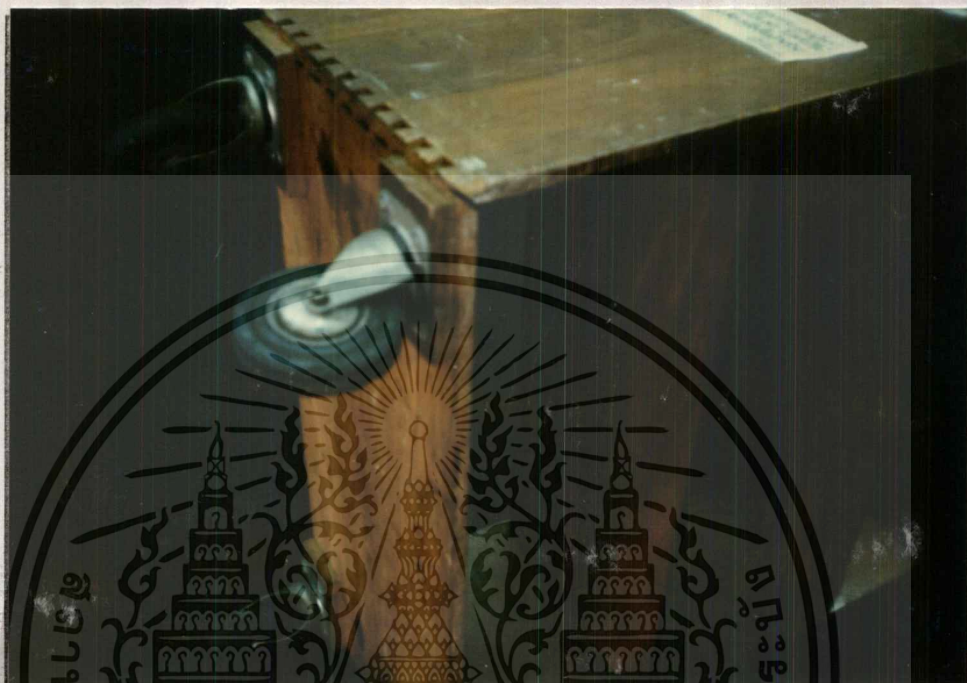
ลักษณะการประกอบติดตั้งส่วนลูกล้อของรถเข็นหนังสือในแบบต่าง ๆ นั้น ได้มีกรรมวิธีแตกต่างกันออกไป ตามแต่ลักษณะของโครงสร้าง และวัสดุที่นำมาผลิตเป็นโครงสร้าง หรือตามแต่แหล่งผู้ผลิตจะคิดค้นวิธีการออกมาซึ่งจะแตกต่างกันออกไป

ล้อของรถเข็นหนังสือที่ได้นำมากล่าวถึงทั้ง 5 แบบนี้ มีลักษณะเป็นล้อที่เรียกว่ากันล้อ เป็น และไม่มีเบรค สามารถหมุนได้รอบด้าน ให้ความคล่องตัวในการเข็นมากกว่าล้อที่เรียกกันว่าล้อตาย ซึ่งจะไม่ยอมนำมาใช้กับรถเข็นขนาดเล็ก

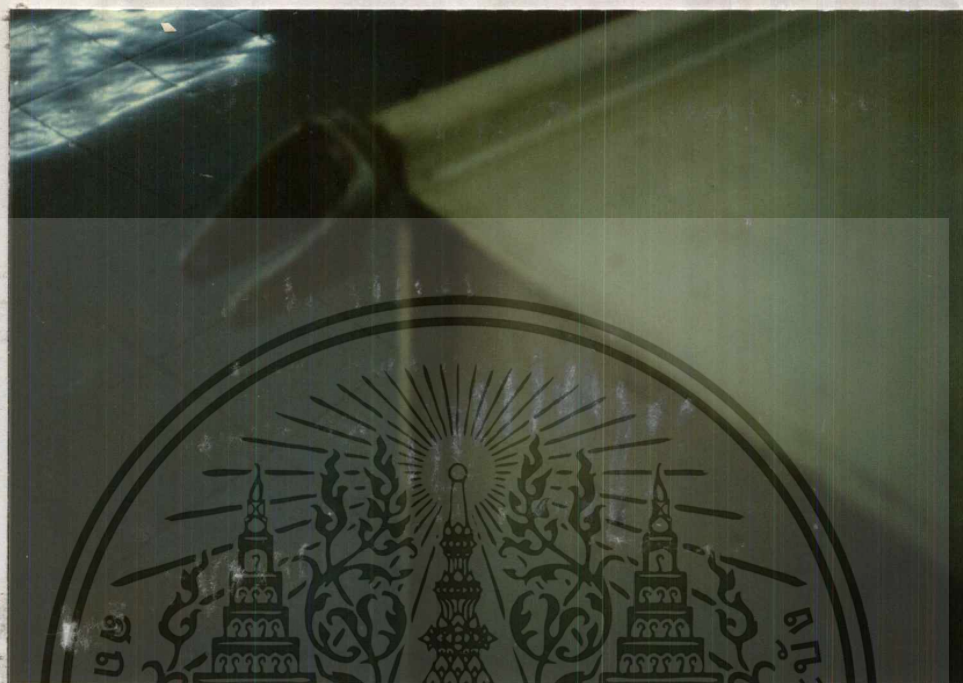
2.1.5 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวรถเป็นหนังสือ



ภาพที่ 2.26 แสดงลักษณะสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับส่วนโครงสร้างของรถ
 เบ็นท์ เนื่องจากทนรับน้ำหนักของหนังสือที่บรรทุกไม่ได้ จึงเกิดการโยกคลอนขึ้นที่
 บริเวณจุดเชื่อมต่อกันของโครงสร้าง และได้รับการซ่อมแซมโดยการนำเอาแผ่น
 อลูมิเนียมมาตอกตะปูยึดติด เพื่อเสริมความแข็งแรง



ภาพที่ 2.27 แสดงลักษณะสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับส่วนโครงสร้างด้านล่างของรถเข็นฯ เนื่องจากหน้ารับน้ำหนักของหนังสือที่บรรทุกไม่ได้ และจากการที่ได้ประกอบโครงสร้างไม่แข็งแรงเท่าที่ควร จึงเกิดความเสียหายขึ้นที่บริเวณจุดเชื่อมต่อกันของโครงสร้าง



ภาพที่ 2.28 แสดงลักษณะสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับส่วนลูกล้อของรถเบ็นๆ เนื่องจากทนรับน้ำหนักของหนังสือไม่ได้ เพราะการเลือกใช้ลูกล้อที่ไม่เหมาะสมต่อสภาพการรับน้ำหนัก จึงเกิดการชำรุดเสียหาย



ภาพที่ 2.29 แสดงลักษณะสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวรถเข็นๆ เนื่องจากลักษณะการปฏิบัติงานของรถเข็นซึ่งจะต้องชนกระแทกกับสิ่งรอบข้างในบางครั้ง จากตัวอย่างในภาพ จะเห็นว่ามีการนำเอาวัสดุประเภทยางมาห่อหุ้มในส่วนขอบและมุมทั้ง 4 เพื่อลดแรงกระแทก ซึ่งจะยังผลไปถึงความเสียหายของรถเข็นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.30 แสดงลักษณะสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวรถเข็นฯ

คือการเกิดสนิมขึ้นตรงตำแหน่งต่างๆ ที่เกิดการหลดร้อนของสีที่เคลือบตัวรถ เนื่องจาก ความชื้นหรือการชนกระแทกกับสิ่งรอบข้าง ซึ่งอาจเกิดอันตรายต่อผู้ใช้รถเข็นฯ อาทิเช่น โรคบาดทะยัก ในกรณีที่มีบาดแผลแล้วไปจับต้องส่วนที่เป็นสนิมอยู่ และสนิมอาจจะลุดลามมากขึ้นเรื่อยๆ เกิดความเสียหายต่อตัวรถเข็นฯ ทำให้อายุการใช้งานน้อยลงกว่าที่ควรจะเป็น ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีผลสืบเนื่องมาจากการเคลือบสีผิวไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร

สรุป สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวรถเข็นหนึ่งสื่อ

สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวรถเข็นฯ ในด้านต่างๆที่นำมากล่าวถึงข้างต้นนี้ เกิดจากความบกพร่องทั้งทางด้านการออกแบบ การเลือกใช้วัสดุ และด้านกรรมวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิต ซึ่งสิ่งเหล่านี้ผู้วิจัยจะได้นำไปวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสรุปผลของการวิจัย เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาและออกแบบปรับปรุงรถเป็นหนังสือภายในห้องสมุด ให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้นไป

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับห้องสมุด

2.2.1 ความหมายของห้องสมุดและประเภทของห้องสมุด

ความหมายของห้องสมุด

คำว่าห้องสมุด ภาษาอังกฤษเรียกว่า Library มาจากภาษาลาติน "liber" แปลว่า หนังสือ ความหมายของคำว่าห้องสมุดในปัจจุบันคือ เป็นแหล่งสะสมรวบรวมสรรพวิทยากรต่างๆที่บันทึกอยู่ในหนังสือวารสาร จุลสารสิ่งตีพิมพ์อื่นๆ รวมทั้งอุปกรณ์โสตทัศนวัสดุ ซึ่งจัดบริหารโดยบรรณารักษ์ผู้ที่มีความรู้และได้รับการศึกษาอบรมวิชาบรรณารักษศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อสนองความต้องการในด้านความรู้ การศึกษา การค้นคว้า วิจัย การบันเทิง การพักผ่อนหย่อนใจ และจรรโลงใจของทุกคนในชุมชนในฐานะเป็นสถาบันที่สำคัญของสังคม สร้างเสริม สืบทอดและเผยแพร่มรดกทางการศึกษา วัฒนธรรม กิจกรรมการค้นคิด ตลอดจนวิทยากรใหม่ๆ เพื่อเป็นรากฐานในการสร้างความเป็นปึกแผ่นและความเจริญก้าวหน้าของสังคมต่อไป (ชุดิมา สัจจันท์ 2519 : 74) นอกจากนี้ยังมีผู้สังเกตเห็นความสำคัญของห้องสมุดในการมีบทบาทที่สำคัญที่จะส่งเสริมการศึกษาค้นคว้า และวิจัยมากยิ่งขึ้น จึงเรียกห้องสมุดเป็น ศูนย์ข่าวสาร (Information Center) บ้าง ศูนย์วัสดุการศึกษา (Instructional Center) บ้าง เป็นต้น

ประเภทของห้องสมุด

การพิจารณาจัดแบ่งประเภทของห้องสมุด จะพิจารณาจากวัตถุประสงค์ และการบริการของห้องสมุดเป็นสำคัญ โดยทั่วไปจะแบ่งประเภทของห้องสมุดเป็น 5 ประเภท

1. หอสมุดแห่งชาติ (National Library) คือห้องสมุดที่เก็บรวบรวมสิ่งพิมพ์ที่พิมพ์ขึ้นภายในประเทศไว้อย่างสมบูรณ์ อนุรักษ์ให้คงทนถาวร และจัดทำให้ใช้ประโยชน์ในด้านประกอบการค้นคว้าวิจัย หอสมุดแห่งชาติจะต้องได้รับสิ่งพิมพ์ทุกเล่มที่พิมพ์ขึ้นภายในประเทศตามกฎหมาย

2. ห้องสมุดประชาชน (Public Library) คือห้องสมุดที่จัดตั้งขึ้นเพื่อให้บริการศึกษาแก่ประชาชนทุกชั้น ทุกเพศ ทุกวัยได้มีโอกาสแสวงหาความรู้ให้ตนเอง เป็นศูนย์รวมวิชาการและข่าวสารเพื่อให้ประชาชนในท้องถิ่นได้รับความรู้ที่ทันสมัยทันต่อเหตุการณ์และความเจริญก้าวหน้า เป็นการส่งเสริมการศึกษา ขนบธรรมเนียม ประเพณี และวัฒนธรรมของชาติ ส่งเสริมและสนับสนุนให้ประชาชน เกิดนิสัยรักการอ่านและศึกษาค้นคว้า

3. ห้องสมุดมหาวิทยาลัย (College and University Library) หมายถึงห้องสมุดสถาบันการศึกษาชั้นสูง ซึ่งอาจเรียกว่า สำนัก ศูนย์ สำนักหอสมุดกลาง หรือมีชื่อเรียกเป็นอย่างอื่น มีฐานะเทียบเท่าคณะของมหาวิทยาลัย หรือห้องสมุดคณะมีฐานะเทียบเท่าแผนกในคณะ สถาบันการศึกษาชั้นสูง มีหน้าที่สำคัญ 4 ประการคือ การสอน การวิจัย การให้บริการแก่ชุมชนและการรักษาศิลปวัฒนธรรมของชาติ เป็นการถ่ายทอดวัฒนธรรมและปลูกฝังความเป็นพลเมืองดีแก่นักศึกษา เพื่อที่จะถ่ายทอดต่อไปยังประชาชน ห้องสมุดมหาวิทยาลัยจะต้องดำเนินงานให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และหลักสูตรของมหาวิทยาลัย โดยจัดหมวดหมู่ห้องสมุดไว้สำหรับให้นักนิสิตนักศึกษาและอาจารย์ใช้ประกอบการศึกษา ค้นคว้า วิจัยเพื่อให้หน้าที่ทั้ง 4 ประการสัมฤทธิ์ผล ควรเป็นแหล่งทรัพยากรทางสติปัญญาที่สำคัญที่สุดในมหาวิทยาลัย

4. ห้องสมุดโรงเรียน (School Library) คือห้องปฏิบัติการในโรงเรียน มีวัตถุประสงค์ตามหลักสูตรการศึกษาของโรงเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้กว้างขวาง ลึกซึ้ง เหมาะสมกับความต้องการของแต่ละบุคคล

5. ห้องสมุดเฉพาะ (Special Library) คือห้องสมุดที่มีวัตถุประสงค์เฉพาะทางสาขาวิชา เพื่อบริการแก่บุคคลเฉพาะกลุ่ม มักสังกัดอยู่ในหน่วยงานราชการ องค์กร บริษัท ธนาคาร สมาคมวิชาชีพ พิพิธภัณฑสถาน มหาวิทยาลัย สถาบัน องค์การระหว่างประเทศ รัฐวิสาหกิจ เป็นต้น

ประโยชน์ของห้องสมุด

ในวงการศึกษาระดับมหาวิทยาลัย มุ่งให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษา ค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งต่างๆ เพื่อความก้าวหน้าทางวิชาการ และเพื่อเพิ่มพูนความรู้ที่ได้จากห้องเรียนมากยิ่งขึ้น เพราะวิทยาการต่างๆในปัจจุบัน ก้าวหน้าอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิทยาการทางด้านเทคโนโลยีแหล่งสำคัญที่นักศึกษาจะค้นคว้าได้ดีที่สุดคือ ห้องสมุด อันเป็นสถานที่รวบรวมสรรพวิทยาการต่างๆ ห้องสมุดจึงมีความ

สำคัญและประโยชน์ต่อการศึกษา (2)

2.2.2 การจัดหมวดหมู่หนังสือภายในห้องสมุด

การจัดหมู่หนังสือ (Book Classification หรือ Library Classification) หมายถึงการจัดกลุ่มหนังสืออย่างมีหลักเกณฑ์ โดยการจัดแยกสิ่งที่ไม่เหมือนกันออกจากกัน (Sayers 1954 : 2) โดยคำนึงถึงเนื้อหาของหนังสือเป็นสิ่งสำคัญ มีการกำหนดสัญลักษณ์แทนเนื้อหาของหนังสือแต่ละประเภท สัญลักษณ์ที่กำหนดขึ้นจะเป็นเครื่องระบุถึงตำแหน่งของหนังสือในห้องสมุดโดยปริยาย หนังสือที่มีเนื้อหาเดียวกันจะมีสัญลักษณ์เดียวกันและวางอยู่ในที่เดียวกัน

ระบบการจัดหมู่หนังสือที่ควรรู้จัก

1. ระบบทศนิยมของดิวอี้ (Dewey Decimal Classification) หรือระบบ D.C. เป็นระบบที่นิยมใช้กันแพร่หลายทั่วโลก เหมาะสำหรับห้องสมุดทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็กโดยทั่วไป ระบบ D.C. นี้เริ่มตีพิมพ์และใช้ครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1876 มีการพิมพ์แก้ไขเพิ่มเติมอีกหลายครั้ง และมีการแปลออกเป็นภาษาต่างๆ รวมทั้งภาษาไทย ใช้ตัวเลขเป็นสัญลักษณ์แทนหมวดหมู่ ใช้จุดทศนิยมเข้าช่วยในการแบ่งย่อยให้เฉพาะเจาะจงตามเนื้อหาย่อย

2. ระบบทศนิยมสากล (The Universal Decimal Classification) หรือระบบ U.D.C. จัดพิมพ์โดยองค์การสากล Federation International de Documentation (F.I.D.) เมื่อใช้ในการจัดหมู่หนังสือเอกสาร และสิ่งพิมพ์ทุกชนิดที่มีอยู่ในองค์การนี้ โดยการนำระบบ D.C. มาแก้ไขตัดแปลงขึ้นใหม่ จัดพิมพ์ขึ้นครั้งแรกเป็นภาษาฝรั่งเศสใน ค.ศ. 1905 มีการแก้ไขตัดแปลงและพิมพ์ขึ้นเป็นภาษาอื่น ๆ อีก เช่น ภาษาสเปน ภาษาญี่ปุ่น ภาษาอังกฤษ และภาษาเยอรมัน ระบบ UDC นี้ เหมาะสำหรับห้องสมุดขนาดใหญ่และห้องสมุดที่มีเอกสารมากกว่าหนังสือ เพราะนอกจากใช้ตัวเลขเป็นสัญลักษณ์แล้วยังมีเครื่องหมายต่างๆ เช่น (), :, [], /, + เพื่อแสดงให้เห็นแง่มุมต่างๆ ของเนื้อหาวิชา

(2) วรณะ อวรีสินพิทักษ์ ห้องสมุดกับการศึกษา โครงการตำรา คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม และวิทยาศาสตร์ สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระบบหอสมุดรัฐสภาอเมริกัน (Library of Congress Classification) หรือระบบ L.C. เป็นระบบที่เกิดจากความร่วมมือระหว่างบรรณารักษ์และผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา ร่วมกันจัดระบบและกำหนดหมวดหมู่ เริ่มพิมพ์และใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1899 ใช้ตัวอักษรและตัวเลขเป็นสัญลักษณ์ เหมาะสำหรับห้องสมุดทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก นิยมใช้กันแพร่หลายโดยทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งห้องสมุดระดับอุดมศึกษา

4. ระบบหอสมุดแพทย์แห่งชาติอเมริกัน (National Library of Medicine) หรือระบบ N.L.M. เป็นระบบการจัดหมู่หนังสือที่ครอบคลุมแขนงวิชาการแพทย์และวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับแพทย์ เพิ่มเติมจากระบบ L.C. โดยให้นำเอาตัวอักษรที่ระบบ L.C. ยังไม่ได้ใช้คือ P และเพิ่มอักษรหมวด Q คือ QS-QZ และหมวด R ซึ่งเป็นหมวดวิชาการแพทย์ของระบบ L.C. มีสัญลักษณ์เป็นตัวเลขและตัวอักษรเหมาะสำหรับห้องสมุดทางการแพทย์ ระบบนี้พิมพ์ครั้งแรกใน ค.ศ. 1948. (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะอักษรศาสตร์ แผนกวิชาบรรณารักษศาสตร์ 2520 : 76-119)

ระบบการจัดหมวดหมู่หนังสือที่แพร่หลายในหมู่ห้องสมุดต่าง ๆ นั้น จะมีอยู่ 2 ระบบด้วยกันคือ

1. การจัดหมู่หนังสือแบบดิวอี้ (Dewey decimal classification) เป็นแบบที่ใช้ตัวเลขเป็นสัญลักษณ์แทนชนิดของหนังสือ Melvil Dewey เป็นผู้คิดการจัดหมู่แบบฉบับ และได้พิมพ์แบบการจัดหมู่ของเขาขึ้นเป็นเล่มหนังสือเป็นครั้งแรกเมื่อ ค.ศ. 1836

ดิวอี้ จัดแบ่งสรรพวิชาความรู้ออกเป็น 10 หมู่ใหญ่ ดังนี้

000-099	เบ็ดเตล็ดหรือความรู้ทั่วไป
100-199	ปรัชญา
200-299	ศาสนา
300-399	สังคมศาสตร์
400-499	ภาษาศาสตร์
500-599	วิทยาศาสตร์
600-699	วิทยาศาสตร์ประยุกต์
700-799	ศิลปกรรมและการบันเทิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

800-899

วรรณกรรม

900-999

ประวัติศาสตร์

2. การจัดหมู่หนังสือแบบห้องสมุดรัฐสภาอเมริกัน (Library of Congress Classification)

การจัดหมู่แบบ L.C. นี้ห้องสมุดขนาดใหญ่ หรือห้องสมุดเฉพาะมักนิยมใช้คือใช้ตัวอักษรเป็นสัญลักษณ์ผสมกับตัวเลขอีกทีหนึ่ง

แผนการแบ่งหมวดหมู่หนังสือของระบบรัฐสภาอเมริกัน

L.C.

มีดังต่อไปนี้

ก) หมวดใหญ่ (Main Classes) แบ่งออกเป็น 20 หมวด แต่ละหมวดใช้อักษรโรมันตัวใหญ่แทนเนื้อเรื่องในแต่ละหมวด ดังนี้

A General Works Polygraphy	ความรู้ทั่วไป
B Philosophy and Religions	ปรัชญาศาสนา
C Auxiliary Sciences of History	ประวัติศาสตร์
D History:General and old world.	ประวัติศาสตร์สากล และโบราณ
E-F History:America	ประวัติศาสตร์อเมริกา
G Geography, Anthropology, Floklore, etc.	ภูมิศาสตร์ มนุษยวิทยา ประเพณีพื้นเมือง
H Social Sciences	สังคมศาสตร์
J Political Science.	รัฐศาสตร์
K Law Zin preparation)	กฎหมาย
L Education	การศึกษา
M Music	ดนตรี
N Fine Arts.	ศิลปกรรม
P Philogy and Litenature	ภาษาและวรรณคดี
Q Science.	วิทยาศาสตร์
R Medicine	แพทยศาสตร์
S Agriculture.	เกษตรกรรม
T Technology	เทคโนโลยี

U Military Science	วิชาการทหาร
V Naval Science	นาวิกศาสตร์
Z Bibliography and Library Science	บรรณานุกรมและ บรรณารักษศาสตร์

ข) หมวดย่อย (Sub-Classes) ส่วนมากใช้อักษรโรมันตัวใหญ่ 2 ตัว แทนเนื้อเรื่องในหมวด เช่นหมวดย่อยของหมวด ได้แก่

AN Newspapers	หนังสือพิมพ์
AP Periodicals	วารสาร
AS Societies Academics	สมาคมสถาบัน

นอกจากนี้แบ่งหมวดตามสาขาวิชาตามหมวดใหญ่และหมวดย่อยข้างต้นแล้วยังแบ่งย่อยให้ละเอียดออกไปอีก โดยการเติมเลขอารบิก ตั้งแต่ 1-9999 และมักจะเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม เช่น B 43 คือพจนานุกรมปรัชญาภาษาเยอรมัน บางครั้งอาจจะมีจุดทศนิยมเหมือนกัน เช่น BL 1451.2 เป็นต้น

ระบบการจัดหนังสือแบบอื่นๆ มีเหมือนกัน แต่ไม่นิยมใช้ก็คนในห้องสมุดส่วนใหญ่จะจัดอยู่ใน 2 ระบบนี้เท่านั้น(๓)

2.2.3 สภาพพื้นผิวของห้องสมุดโดยทั่วไป

สภาพพื้นผิวของห้องสมุด เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะต้องคำนึงถึง เพราะพื้นอาคารเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสัมพันธ์ต่อกับหนังสือโดยตรง ซึ่งจะมีผลต่อการออกแบบและการเลือกใช้ในประเภทที่เหมาะสม

ห้องสมุดแต่ละแห่งมีการเลือกวัสดุสำหรับพื้นอาคารแตกต่างกันออกไปตามความเหมาะสมในปัจจัยต่างๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับเหตุผลหลายประการ วัสดุพื้นอาคารที่ใช้ในบริเวณห้องสมุดโดยทั่วไปพอสรุปได้ดังนี้คือ

(3) วรรณะ อาริสินพิทักษ์. ห้องสมุดกับการศึกษา โครงการตรวจรา คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม และวิทยาศาสตร์ สจล.

1. พินหินขัด
2. พินปูด้วยพรหม
3. พินปูด้วยกระเบื้องยาง
4. พินปูนฉาบผิวหน้าเรียบ
5. พินไม้ปาเก้
6. พินปูด้วยกระเบื้องเซรามิค

วัสดุพื้นอาคารแต่ละชนิดที่กล่าวมาข้างต้น ยกเว้นพินที่ปูด้วยพรหม จะมีคุณสมบัติและลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ

- เป็นวัสดุเรียบ ผิวหน้ามัน
- ทนทานต่อแรงกระแทก เสียดสี
- ทนทานต่อแรงกระทำของสารเคมีได้ดี
- ป้องกันรอยขีดข่วน
- ทนความสะอาดง่าย

สรุป สภาพพื้นผิวของเส้นทางที่รถเป็นหนังสือจะต้องผ่านจะมีความราบ-เรียบตลอด ซึ่งไม่คำนึงถึง ความห่างระหว่างรอยต่อ ในกรณีของการใช้กระเบื้องยางหรือเซรามิคปูพื้น เพราะมีความห่างน้อยมาก และในกรณีที่ปูด้วยพรหมซึ่งจะมีความอ่อนนุ่มอยู่ในตัวนั้น จะแก้ปัญหาโดยการเลือกใช้ล้อยที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่และเป็นล้อที่ทำด้วยยาง

2.2.4 ลักษณะการจัดวางครุภัณฑ์ภายในห้องสมุด

ลักษณะการจัดวางครุภัณฑ์ของห้องสมุดนั้น มีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่า ควรจะนำมาศึกษาเกี่ยวกับด้านเส้นทางสัญจรที่รถเป็นหนังสือจะต้องผ่านว่าได้มีการกำหนดระยะความห่างของครุภัณฑ์ต่างๆไว้เป็นมาตรฐานอย่างไร เพื่อที่จะได้นำไปเป็นแนวทางในการกำหนดขนาดสัดส่วนของรถเป็นฯ ได้อย่างเหมาะสม ต่อสภาพการปฏิบัติงาน

การจัดครุภัณฑ์ห้องสมุด

การจัดครุภัณฑ์ห้องสมุดจะต้องคำนึงถึงความสะดวกแก่ผู้ใช้บริการ และการควบคุมดูแลของเจ้าหน้าที่ห้องสมุด นอกจากนี้ยังต้องจัดให้มีระเบียบสวยงามและ

เหมาะสมแก่การใช้สอยอีกด้วย เช่น โตะรับจ่ายควรอยู่ใกล้ทางออกเป็นต้น

ชั้นวางหนังสือ โดยมากมักเรียงตามฝาห้อง ทั้งนี้เพื่อมิให้กินเนื้อที่สำหรับนั่งอ่าน นอกจากนี้ยังทำให้บรรณารักษ์ได้มีโอกาสควบคุมดูแลโดยทั่วถึง การวางหนังสือกลางห้องควรวางระยะห่างกันระหว่างชั้น 5-6 ฟุต

ชั้นวารสารและหนังสือพิมพ์ ควรตั้งอยู่ใกล้ทางเข้าหรือเป็นที่คนเข้าถึงง่าย หรือมองเห็นได้ง่าย

โตะรับจ่ายหนังสือ มักวางอยู่ใกล้ทางเข้า-ออก เพราะจะเป็นการสะดวกแก่ผู้ใช้ในการยืมและส่งหนังสือ ทั้งยังเป็น การช่วยเจ้าหน้าที่ควบคุมดูแลการยืมได้ดียิ่งขึ้น

ตู้บัตรรายการ ควรอยู่ในที่เห็นได้ง่ายจากทางเข้า เพื่อผู้ใช้จะได้ค้นหาหนังสือของห้องสมุดได้โดยสะดวก

โตะเจ้าหน้าที่บริการตอบคำถาม ควรอยู่ในที่มองเห็นได้ง่ายและสะดวกในการติดต่อสอบถามของผู้ใช้

โตะในห้องอ่านหนังสือ จะต้องจัดมิให้ชิดกันจนมากเกินไป เพื่อให้มีทางเดินได้สะดวก ระยะระหว่างโตะตัวหนึ่งๆควรห่างกัน 6 ฟุตและระยะระหว่างเก้าอี้ตัวหนึ่งถึงอีกตัวหนึ่ง จัดจากกึ่งกลางเก้าอี้ประมาณ 2.5-3 ฟุต

ป้ายนิทรรศการหรือต้นนิทรรศการ ควรอยู่ตรงข้างทางเข้า-ออก เพื่อให้ผู้ใช้มองเห็นได้ทันทีที่เข้ามาใช้ห้องสมุด

ชั้นวางหนังสืออ้างอิง ควรอยู่ใกล้กับบรรณารักษ์ เพื่อจะได้ให้คำอธิบายหรือคำแนะนำแก่ผู้ใช้

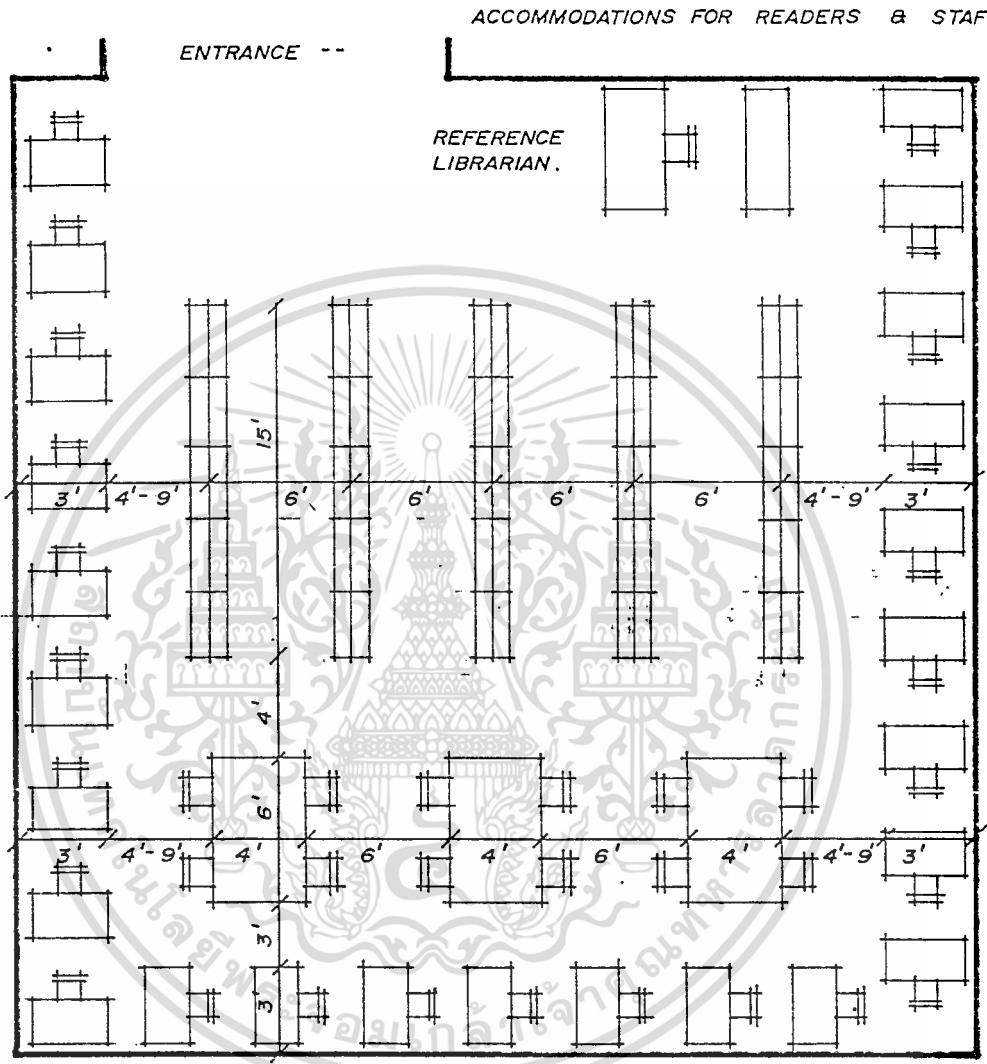
ตู้จุลสาร กฤตภาค ควรตั้งอยู่ใกล้กับบรรณารักษ์เช่นเดียวกัน

หนังสือนวนิยาย สารคดี หนังสือประเภทนี้ มีคนใช้มากควรจัดไว้มุมหนึ่งต่างหาก แยกจากหนังสือประเภทอื่นๆ เพราะผู้ใช้หนังสือประเภทอื่นๆต้องการสมาธิในการอ่านเพื่อศึกษา

สรุป ระยะการจัดวางของครุภัณฑ์ห้องสมุดที่เป็นมาตรฐาน ดังนี้

- ระยะระหว่างชั้นวางหนังสือต่อชั้นวางหนังสือวัดจากเส้นผ่านศูนย์กลางด้านบน = 6 ฟุต
- ระยะระหว่างชั้นวางหนังสือต่อโต๊ะอ่านหนังสือวัดจากขอบถึงขอบ = 4 ฟุต
- ระยะระหว่างโต๊ะอ่านหนังสือต่อโต๊ะอ่านหนังสือวัดจากขอบถึงขอบ = 6 ฟุต
- ระยะระหว่างชั้นวางหนังสือต่อผนังห้อง = 4-9 ฟุต
- ระยะระหว่างโต๊ะอ่านหนังสือ (นั่งเป็นกลุ่ม) ต่อโต๊ะอ่านหนังสือ (นั่งเดี่ยว) วัดจากขอบถึงขอบ = 3 ฟุต

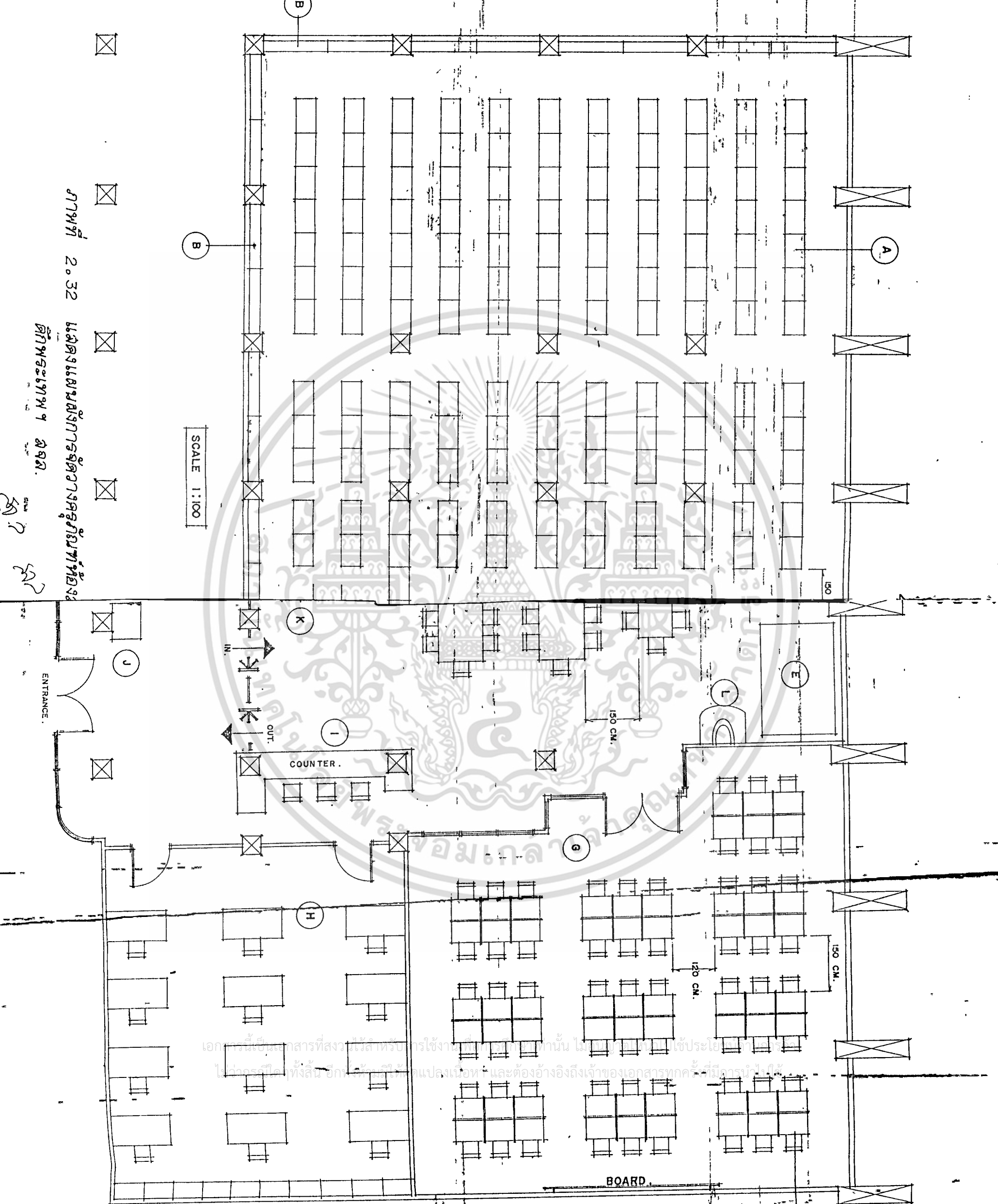




ภาพที่ 2.31 แสดงแผนผังการจัดวางครุภัณฑ์ห้องสมุดที่ได้มาตรฐาน

ภาพที่ 2.32 แผนผังแสดงการจัดวางกลุ่มที่นั่งของ
คณาจารย์ ๑ ชั้น

SCALE 1:100



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานที่งานเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่ไปประโยชน์ใดๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นกรณีที่เกิดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปได้

BOARD.

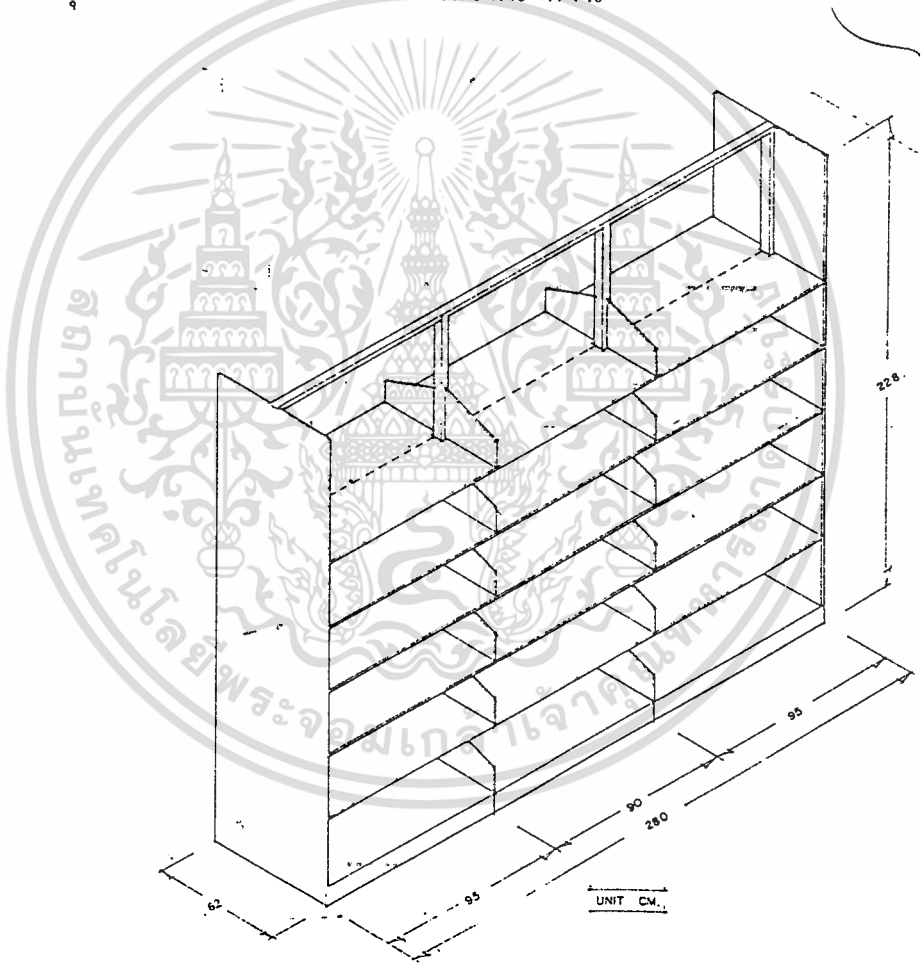
	รายการครุภัณฑ์ และจุดให้บริการ	ขนาดหน่วยเป็นเซนติเมตร		
		กว้าง	ยาว	สูง
A	ชั้นวางหนังสือเปิด 2 ด้าน	55	90	200
B	ชั้นวางหนังสือเปิดด้านเดียว	28	174	200
C	โต๊ะอ่านหนังสือ (นั่ง 6 คน)	90	180	75
D	โต๊ะอ่านหนังสือ (นั่ง 8 คน)	120	240	75
E	ตู้หนังสือ	200	300	120
F	โต๊ะอ่านหนังสือ (นั่ง 6 คน)	120	240	75
G	ห้องอ่านหนังสือ	-	-	-
H	ห้องธุรการ	-	-	-
I	เคาน์เตอร์ รับ-จ่ายหนังสือ	-	-	-
J	ตู้บัตรรายการ	80	100	150
K	เครื่องถ่ายเอกสาร	-	-	-
L	อ่างล้างหน้า	-	-	-

ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดประกอบแผนผังการจัดวางครุภัณฑ์ของ
ห้องสมุดกลางตึกพระเทพ สจล.

2.2.5 ลักษณะของชั้นวางหนังสือหรือชั้นบริการหนังสือ

ลักษณะหรือรูปแบบของชั้นวางหนังสือนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาแล้ว เห็นว่าควรที่จะนำมาศึกษาว่ามีรูปแบบและลักษณะของการใช้งานอย่างไรบ้าง เพราะชั้นวางหนังสือเป็นครุภัณฑ์ห้องสมุดที่มีความเกี่ยวข้องกับบรรณารักษ์หนังสือ

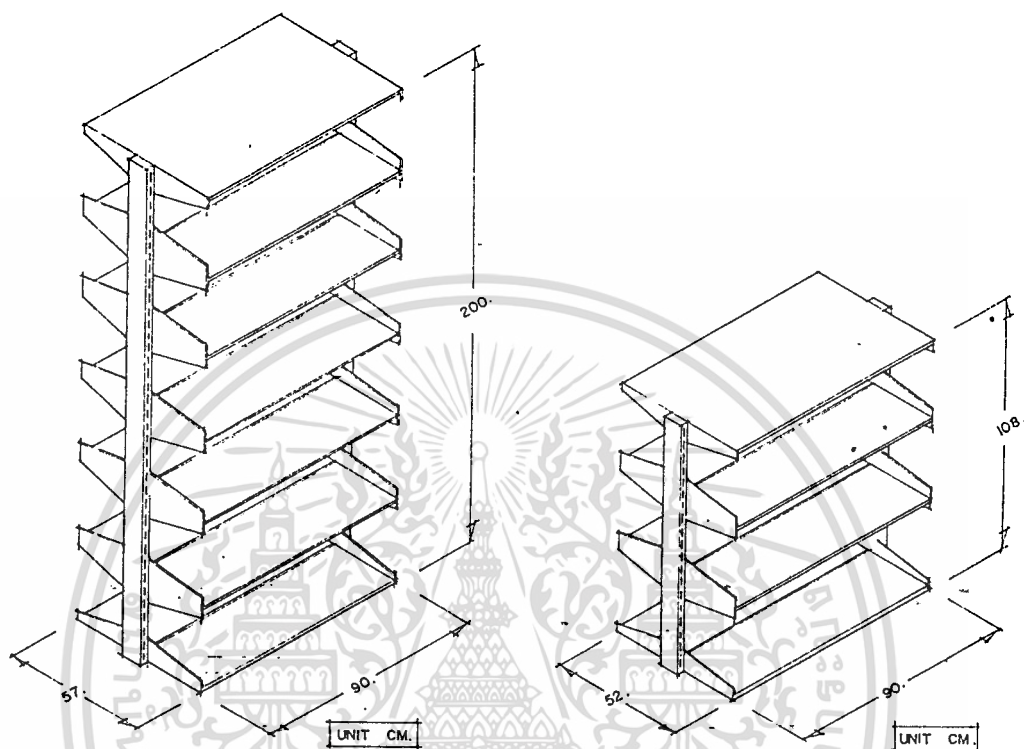
ชั้นวางหนังสือหรือชั้นบริการหนังสือมีอยู่หลายประการด้วยกัน เพราะแต่ละห้องสมุดย่อมจะเลือกใช้แตกต่างกันออกไปตามความต้องการของแต่ละแห่ง และพอจะสรุปนำมาแสดงเป็นตัวอย่างให้เห็น ดังนี้



ภาพที่ 2.33 แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือ แบบที่ 1

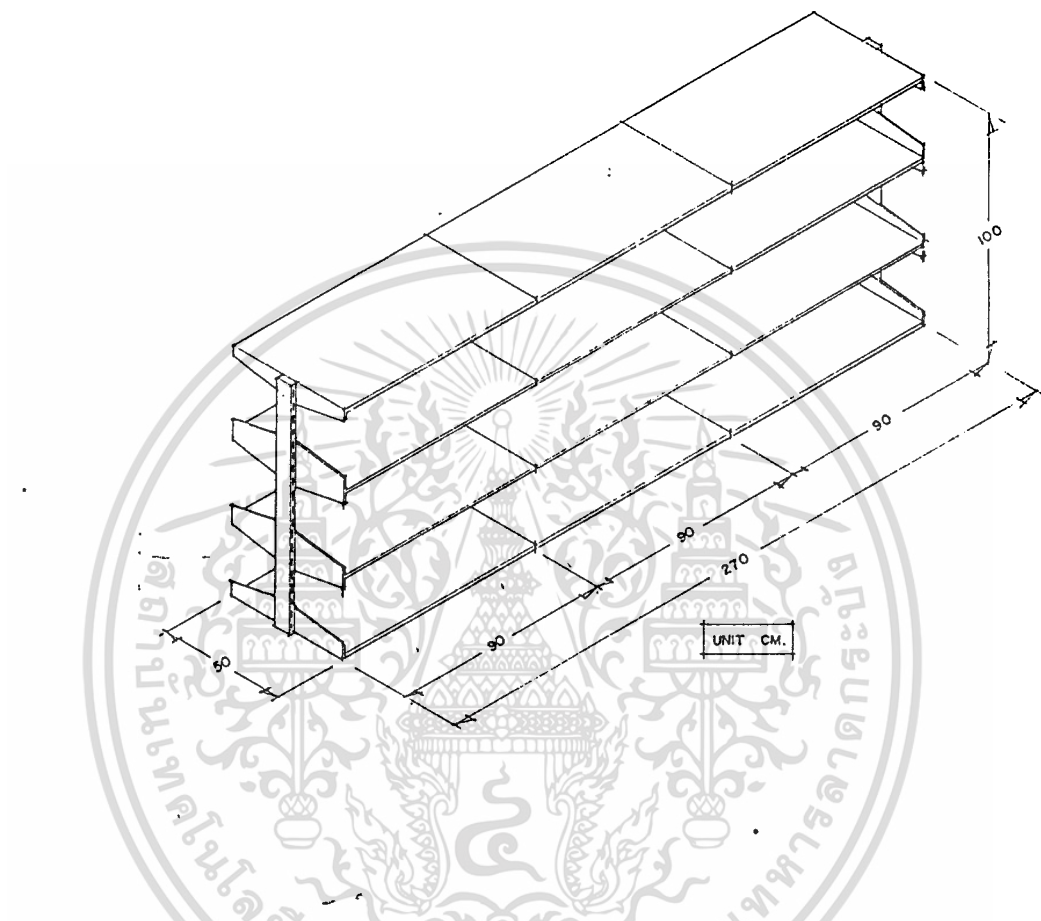
เป็นชั้นวางหนังสือที่ทำด้วยโลหะ และสามารถวางหนังสือได้ 2 ด้าน มีความกว้าง 62 ซม. ยาว 280 ซม. สูง 228 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



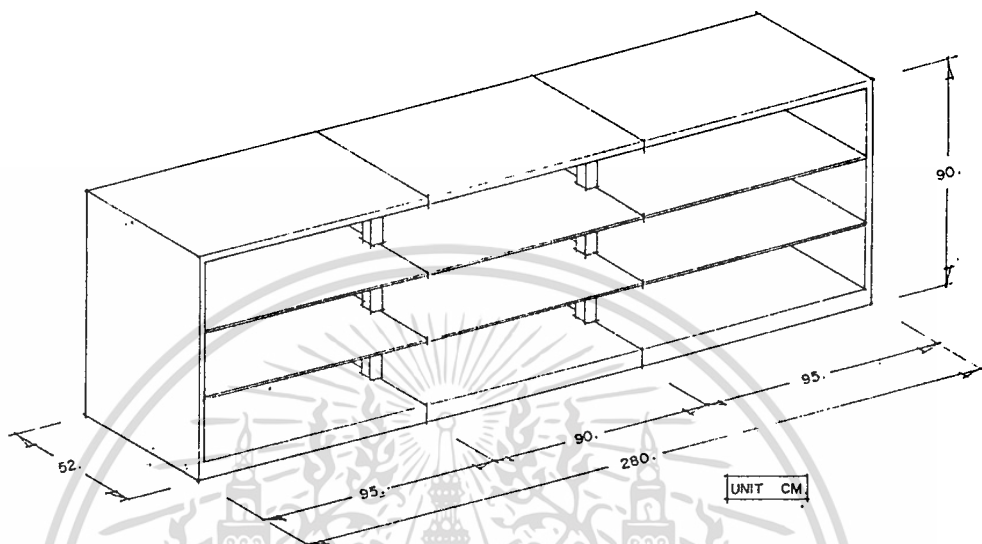
ภาพที่ 2.34 แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือแบบที่ 2

เป็นชั้นวางหนังสือที่ทำด้วยโลหะ และสามารถวางหนังสือได้ทั้ง 2 ด้าน ซึ่งมีทั้งแบบสูงและแบบเตี้ย แบบสูงมีขนาดความกว้าง 57 ซม. ยาว 90 ซม. สูง 200 ซม. และแบบเตี้ยมีขนาดความกว้าง 52 ซม. ยาว 90 ซม. สูง 108 ซม.



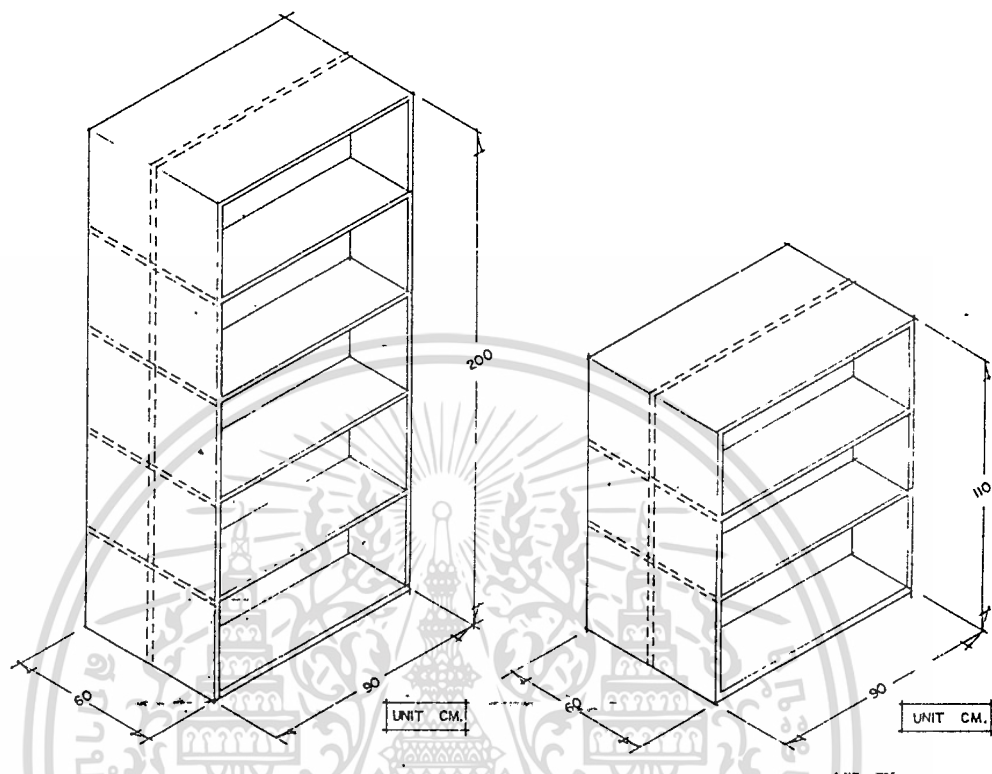
ภาพที่ 2.35 แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือแบบที่ 3

เป็นชั้นวางหนังสือที่ทำด้วยโลหะ และสามารถวางหนังสือได้ทั้ง 2 ด้าน มีขนาดความกว้าง 50 ซม. ยาว 270 ซม. สูง 100 ซม.



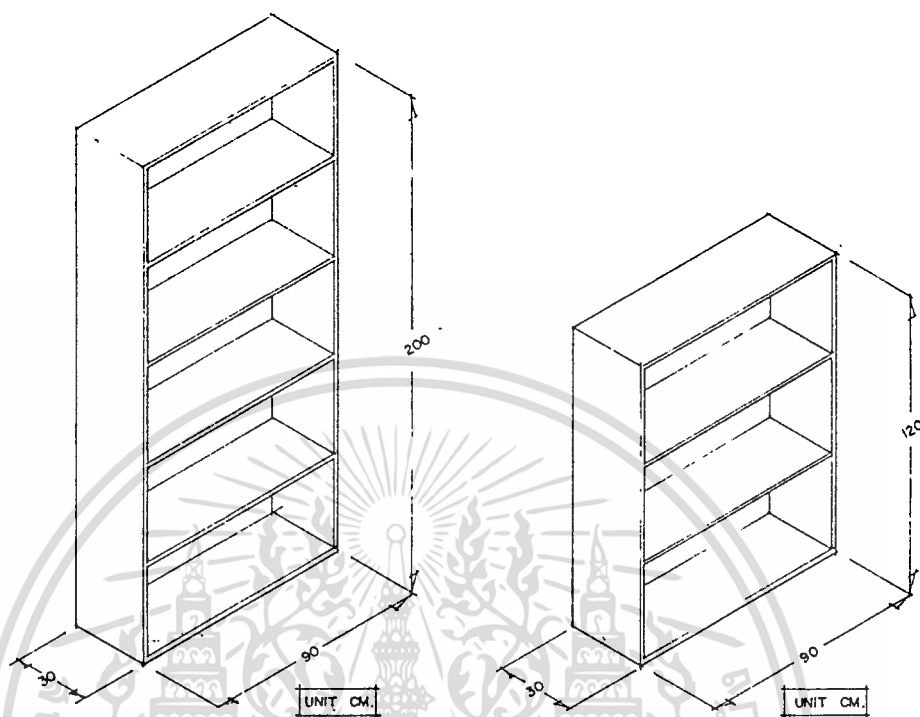
ภาพที่ 2.36 แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือแบบที่ 4

เป็นชั้นวางหนังสือที่ทำด้วยโลหะและสามารถวางหนังสือได้ทั้ง 2 ด้าน มี/ ขนาดความกว้าง 52 ซม. ยาว 280 ซม. สูง 90 ซม.



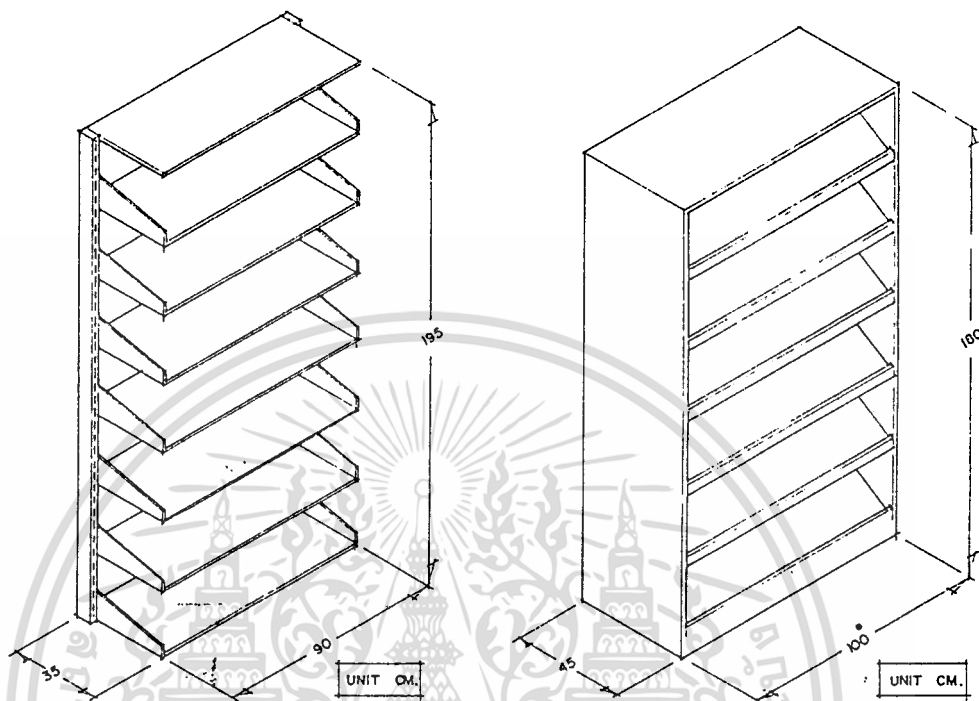
ภาพที่ 2.37 แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือแบบที่ 5

เป็นชั้นวางหนังสือที่ทำด้วยไม้ และสามารถวางหนังสือได้ทั้ง 2 ด้าน มีทั้งแบบสูงและแบบเตี้ย แบบสูงมีขนาดความกว้าง 60 ซม. ยาว 90 ซม. สูง 200 ซม. และแบบเตี้ยมีขนาดความกว้าง 60 ซม. ยาว 90 ซม. สูง 110 ซม.



ภาพที่ 2.38 แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือแบบที่ 6

เป็นชั้นวางหนังสือที่ทำด้วยไม้สามารถวางหนังสือได้ด้านเดียว มีทั้งแบบสูงและแบบเตี้ย แบบสูงมีขนาดความกว้าง 30 ซม. ยาว 90 ซม. สูง 200 ซม. และแบบเตี้ยมีขนาดความกว้าง 30 ซม. ยาว 90 ซม. สูง 120 ซม.



ภาพที่ 2.39 แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือแบบที่ 7 และ 8

แบบที่ 7 เป็นชั้นวางหนังสือที่ทำด้วยโลหะ สามารถวางหนังสือได้ด้านเดียว มีขนาดความกว้าง 35 ซม. ยาว 90 ซม. สูง 195 ซม. และแบบที่ 8 เป็นชั้นสำหรับวางนิตยสารทั่วไป ทำด้วยไม้ สามารถวางหนังสือได้ด้านเดียวมีขนาดความกว้าง 45 ซม. ยาว 100 ซม. สูง 180 ซม.

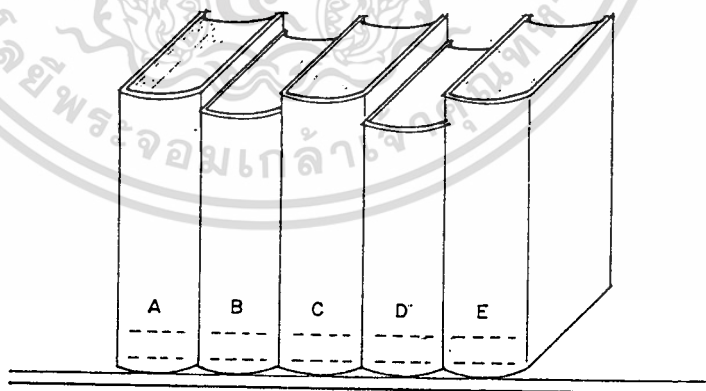
2.2.6 ลักษณะการจัดเรียงหนังสือเข้าชั้นบริการ

ลักษณะการจัดเรียงหนังสือเข้าชั้นบริการนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาแล้วเห็นว่า ควรที่จะนำมาศึกษา ว่ามีหลักการจัดเรียงที่ถูกต้องตามหลักการอย่างไรบ้าง เพื่อนำไปเป็นแนวทาง ในการกำหนดการจัดวางส่วนรองรับหนังสือภายในตัวรถเป็นหนังสือ ให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงานที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการทำงานจริง เพื่อประโยชน์ แก่เจ้าหน้าที่ประจำห้องสมุด และให้ได้มาซึ่งรถเข็นที่มีคุณสมบัติตรงตามความต้องการของผู้ใช้

การจัดเรียงหนังสือขึ้นชั้นบริการ

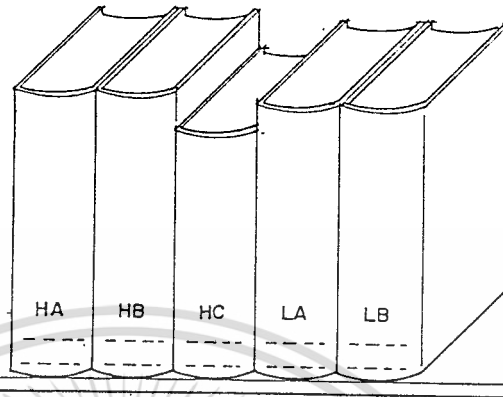
หลักการจัดหนังสือเข้าชั้นบริการ ควรพิจารณาสิ่งต่อไปนี้เป็นคือ เลขหมู่ของหนังสือ ชื่อผู้แต่ง ชื่อเรื่อง และลำดับที่ของชุด ในการจัดเรียงหนังสือที่จัดหมวดหมู่ ตามระบบห้องสมุดรัฐสภาอเมริกันมีหลักการปฏิบัติดังนี้คือ

1. เรียงตามลำดับตั้งแต่หมวด A-Z โดยเริ่มจากด้านซ้ายมือของชั้นวางหนังสือไปยังด้านขวามือ และเรียงจากชั้นบนลงมายังชั้นล่าง ชั้นตอนการจัดเรียงมีดังนี้



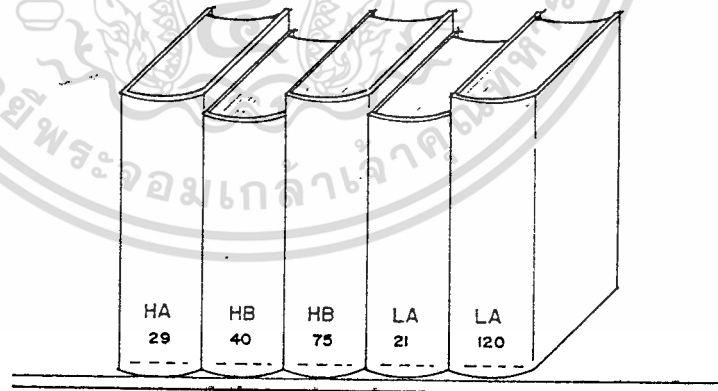
- 1.1 แยกหนังสือตามอักษรตัวแรกของหมวดหนังสือตามลำดับ A-Z เช่นหมวด A, B, C และ D ดังตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



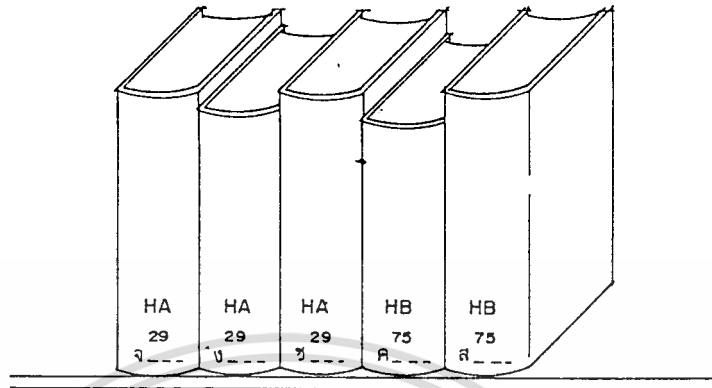
อย่าง

1.2 ถ้าอักษรตัวแรกซ้ำกันให้เรียงตามลำดับอักษรตัวถัดไป ดังตัว -

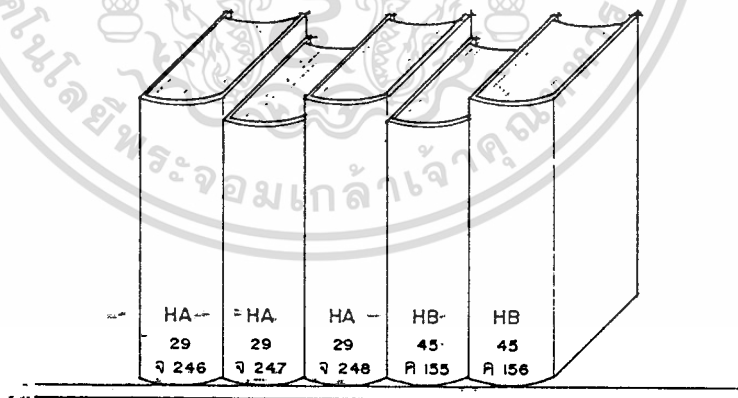


1.3 ถ้าตัวอักษรซ้ำกันอีกให้เรียงตามลำดับตัวเลขในบรรทัดถัดลงมา
อีกดังตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

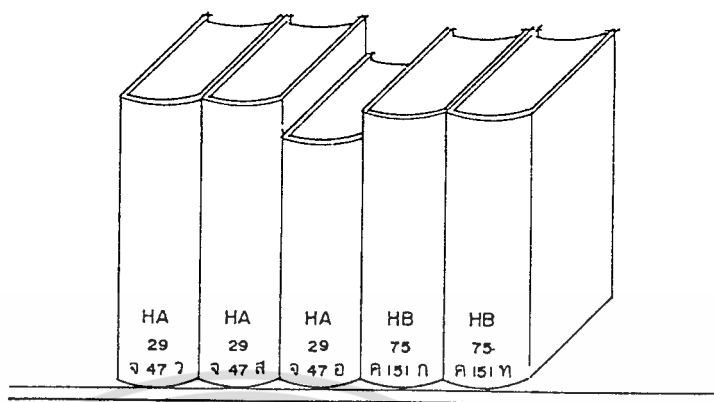


2. ถ้าหมวดหมู่ซ้ำกัน คือตัวอักษรและตัวเลขซ้ำ ให้เรียงตามตัวอักษรชื่อหรือสกุลของผู้แต่ง ในบรรทัดลงมาตั้งตัวอย่าง

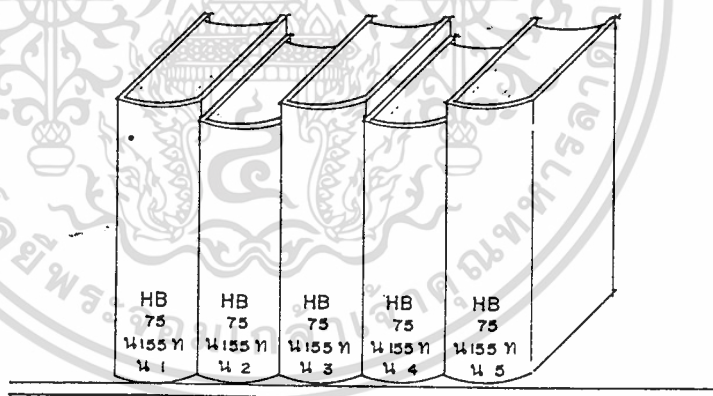


3. ถ้าอักษรย่อของชื่อหรือสกุลของผู้แต่งซ้ำกันอีก - ให้เรียงตามเลขประจำตัวของผู้แต่ง จากเลขน้อยไปหาเลขมากตั้งตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



4. ถ้าเลขประจำตัวผู้แต่งเป็นเลขเดียวกัน คือหนังสือแต่งโดยคนเดียว
กันให้เรียงตามลำดับอักษรย่อของชื่อเรื่องดังตัวอย่าง



5. ถ้าเป็นเลขหมู่เดียวกัน ผู้แต่งคนเดียวกัน และชื่อเรื่องเดียวกัน คือ
เป็นหนังสือชุด ให้เรียงตามลำดับบับหรือลำดับของ เลขที่ชำระชุดดังตัวอย่าง (4)

(4) คู่มือปฏิบัติงาน

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยรามคำแหง 2530 : หน้า 172-176

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 ขนาดสัดส่วนของหนังสือประเภทต่างๆ

ขนาดสัดส่วนของหนังสือนี้ได้นำมาจากขนาดการตัดกระดาษพิมพ์ ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล ในการใช้จัดทำเป็นรูปเล่มหนังสือ ซึ่งผู้ออกแบบได้นำมาศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและกำหนดขนาดของส่วนรองรับหนังสือบนตัวรถเป็นฯ มีดังนี้คือ

ชื่อขนาด	ขนาดตัดเป็นรูปเล่ม		ขนาดทำ ART WORK		เนื้อกระดาษเต็ม	
	กว้าง X ยาว	กว้าง X ยาว	กว้าง X ยาว	กว้าง X ยาว	กว้าง X ยาว	กว้าง X ยาว
4 หน้ายก	25.00	24.05	25.05	25.05	51.00	77.05
4 หน้ายกพิเศษ (ใหญ่สุด)	28.00	33.00	28.03	33.05	56.05	67.05
4 หน้ายก (ตัด 2 พับครึ่ง)	26.00	38.00	26.05	38.05	52.05	77.05
8 หน้ายกธรรมดา	19.00	25.08	19.05	27.05	52.05	77.05
8 หน้ายกใหญ่ (พิเศษ)	21.05	28.00	14.05	28.05	52.05	87.05
8 หน้ายกเล็ก (พิเศษ)	14.05	21.05	14.05	22.05	58.05	87.05
8 หน้ายกเล็ก (กรมศิลป์)	16.05	24.05	17.00	25.00	49.05	67.00
16 หน้ายกธรรมดา	13.00	19.00	13.05	19.05	53.05	77.05
16 หน้ายก (พ็อกเก็ตบุค)	12.00	16.05	12.05	17.00	49.05	68.05
16 หน้ายก (พ็อกเก็ตฝรั่ง)	11.00	19.00	11.05	19.05	46.00	77.05

(5)

หมายเหตุ ขนาดของหนังสือทั้งหมดมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

สรุป ขนาดที่เหมาะสมที่จะนำมาพิจารณา เพื่อกำหนดขนาดในการออกแบบส่วนรองรับหนังสือภายในตัวรถเป็นหนังสือนั้น มีดังนี้

ความกว้างได้จากขนาด 4 หน้ายกพิเศษ = 28.00 เซนติเมตร
 ความยาวได้จากขนาด 4 หน้ายก (ตัด 2 พับครึ่ง) = 38.00 เซนติเมตร

ส่วนความหนาของหนังสือแต่ละประเภทนั้นไม่สามารถกำหนดขนาดให้ตายตัวได้ เพราะความหนาของหนังสือขึ้นอยู่กับเนื้อหาของหนังสือเล่มนั้น ๆ



-
- (5) มัลลิกา มังกรวงษ์ "เอกสารประกอบการเรียนการสอน" วิชาออกแบบสิ่งพิมพ์
 1. ภาควิชานิเทศศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการดำเนินงาน

3.1 วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล

วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล คือการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ การวิจัยครั้งนี้จากแหล่งต่างๆ ซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำมาประกอบการวิเคราะห์ และสรุปผลการวิจัยต่อไป การสำรวจและรวบรวมข้อมูลครั้งนี้มี 3 วิธี คือ

3.1.1 การศึกษาเชิงเอกสาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสาร และหนังสือต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับรถเข็นหนังสือ และกฎระเบียบดำเนินงานของห้องสมุด เพื่อเป็นแนวทางในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งเป็นหลักการและทฤษฎีเพื่อนำมาประกอบกับสภาพการปฏิบัติงานจริง

3.1.2 การสัมภาษณ์

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์บุคคลต่างๆ ที่มีความรู้ความสามารถในด้านที่มีความเกี่ยวข้องกับ การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ซึ่งได้แก่ เจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการภายในห้องสมุด ซึ่งเป็นผู้มีหน้าที่ใช้รถเข็นหนังสือโดยตรง และอาจารย์ผู้มีความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติงานในห้องสมุดโดยตรง

3.1.3 การศึกษาจากของจริง

เป็นการดำเนินงานเก็บข้อมูล รวบรวมข้อมูล โดยออกภาคสนามศึกษา จากของจริงตามสถาบันการศึกษาต่างๆ โดยศึกษาจากสถานที่ปฏิบัติงานจริง ศึกษาจากกลุ่มผู้ใช้ขณะปฏิบัติงาน ในสภาพการปฏิบัติงานจริง เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและข้อบกพร่องซึ่งเกิดจากการใช้งาน ทั้งนี้รวมถึงพฤติกรรมในการทำงานของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำงาน เพื่อให้ทราบถึงปัญหาข้อดี ข้อเสีย ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำมาเป็นข้อมูลพื้นฐาน เพื่อนำมาออกแบบปรับปรุงรถเข็นหนังสือภายในห้องสมุดให้เหมาะสมกับ

สภาพการปฏิบัติงานจริง

เมื่อได้ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ครบตามความต้องการแล้วจึงนำไปทำการแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์และสรุป โดยเลือกเฉพาะข้อมูลที่มีความสำคัญและจำเป็นเพื่อประกอบการออกแบบเท่านั้น

3.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ในโครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นหนังสือภายในห้องสมุดนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมมาจากแหล่งข้อมูลหลายแห่งด้วยกัน

3.2.1 ข้อมูลภาคเอกสาร

- ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
- ห้องสมุดกลาง (ตึกพระเทพฯ) สจล.
- ห้องสมุดคณะศึกษาศาสตร์ สจล.
- สำนักหอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.2 ข้อมูลสถานที่และสภาพการปฏิบัติงานจริง

- ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
- ห้องสมุดกลาง (ตึกพระเทพฯ) สจล.
- สำนักหอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- หอสมุดแห่งชาติ ท่าวาสุกรี
- สำนักหอสมุดกลางมหาวิทยาลัยรามคำแหง
- สำนักหอสมุดกลางมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- ห้องสมุดมหาวิทยาลัยศิลปากร กรมศิลปากร

3.3 ข้อมูลด้านพฤติกรรม

3.3.1 พฤติกรรมของผู้ใช้บริการห้องสมุด

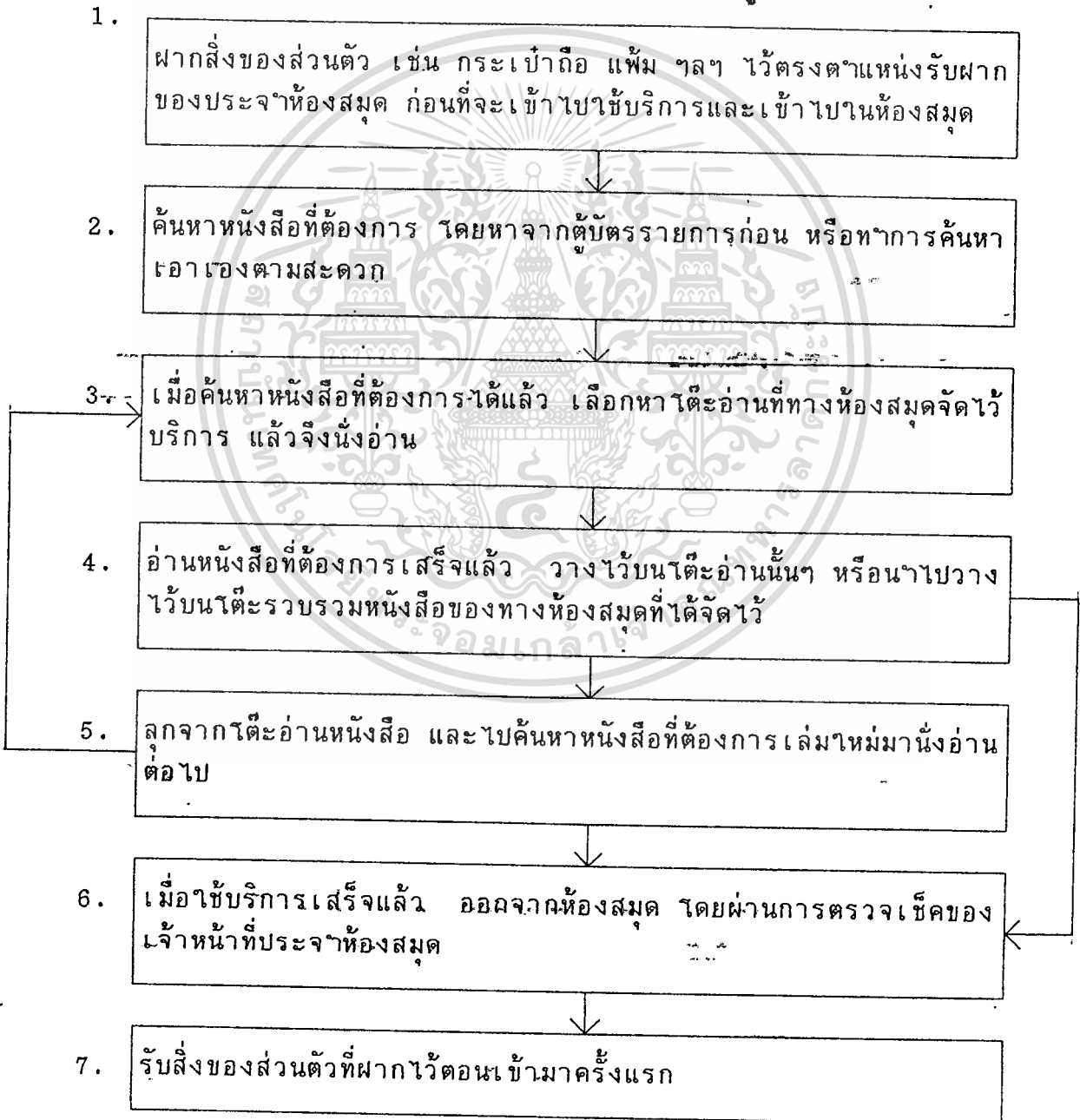
ผู้ให้บริการในที่นี้หมายถึง ผู้ที่เข้ามาในห้องสมุดเพื่อทำการค้นคว้าศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาความรู้ ความบันเทิงในการอ่าน และผู้ที่เข้ามาใช้บริการของห้องสมุดจะต้องบริการตนเองทั้งหมดในการใช้บริการ ยกเว้นในกรณีพิเศษ เช่น ค้นคว้าหาหนังสือที่ต้องการไม่พบ จึงจะขอความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่ประจำห้องสมุดช่วยค้นหาหรือชี้แนะให้

ผู้ใช้บริการของห้องสมุด จะต้องปฏิบัติตนอยู่ในระเบียบของห้องสมุดโดยเคร่งครัด คือ ไม่พลุกพล่าน ไม่คุยกันเสียงดัง ไม่สูบบุหรี่ ไม่นำกระเป๋าและสิ่งของที่ไม่สมควรเข้าไปในห้องสมุด เป็นต้น

พฤติกรรมของผู้ใช้บริการสามารถเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

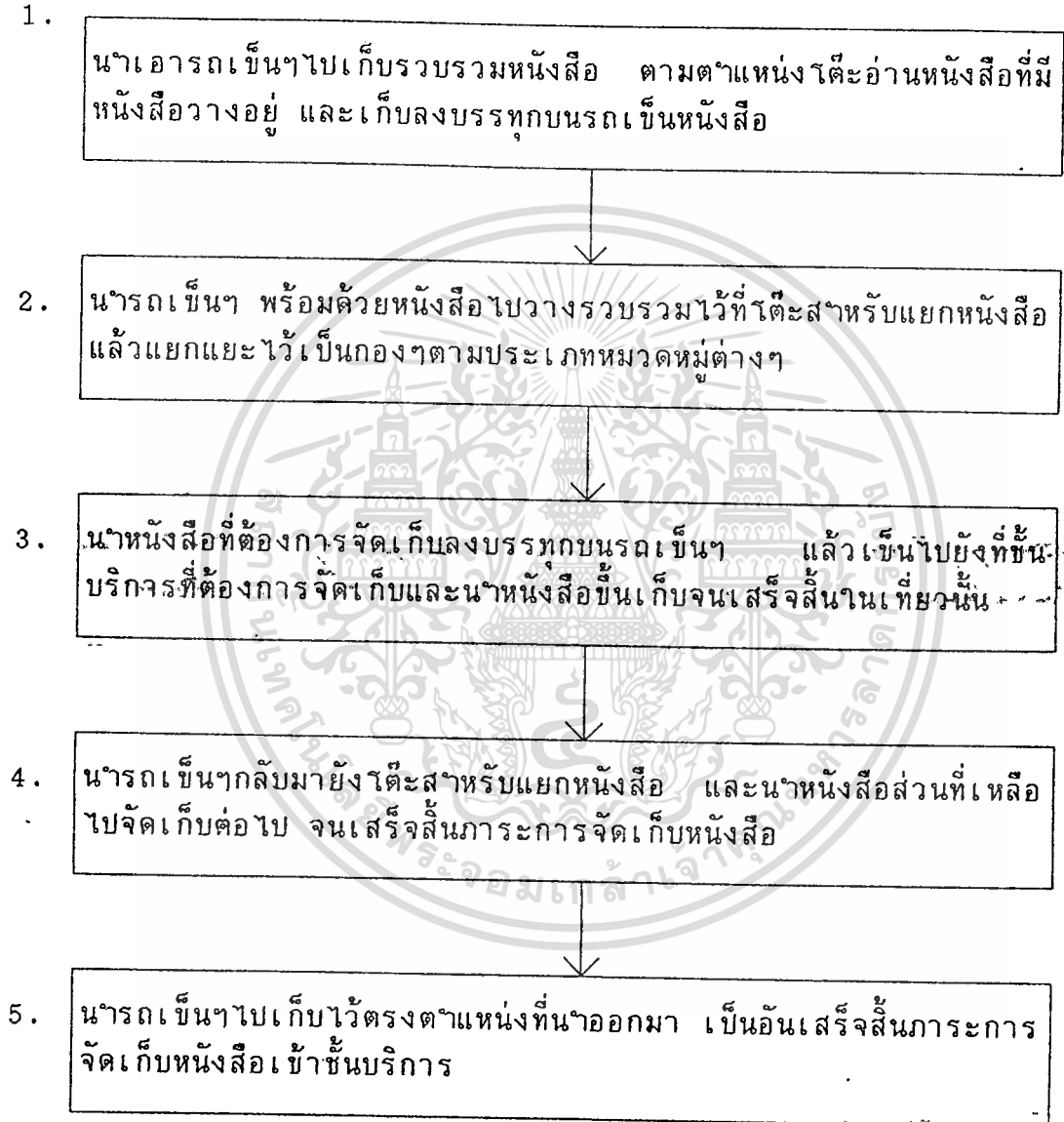
3.3.2 พฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ประจำห้องสมุด

พฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ประจำห้องสมุดในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะเจ้าหน้าที่ผู้ที่มีหน้าที่ในการจัดเก็บหนังสือเท่านั้น เพราะเป็นผู้ที่มีหน้าที่ใช้ประโยชน์จากตัวรถเป็นโดยตรง ซึ่งข้อมูลด้านพฤติกรรมเหล่านี้ ผู้วิจัยได้นำมาศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการนำสู่การออกแบบ เพื่อให้ได้รถเป็นหนังสือที่มีคุณสมบัติสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้

พฤติกรรมการจัดเก็บหนังสือของผู้มีหน้าที่ในการจัดเก็บนั้น เมื่อผู้ใช้บริการอ่านหนังสือที่ต้องการเสร็จสิ้นแล้ว ก็จะวางหนังสือนั้นไว้ที่โต๊ะสำหรับอ่านหนังสือของทางห้องสมุด จากนั้นเมื่อถึงเวลาที่เจ้าหน้าที่ของห้องสมุดต้องการจะจัดเก็บหนังสือชั้นสู่ชั้นบริการ ก็จะให้ผู้มีหน้าที่ในการจัดเก็บไปทำการจัดเก็บ โดยขั้นแรกผู้จัดเก็บจะทำการเก็บหนังสือทั้งหมดมารวบรวมก่อน โดยจะนำเอารถเป็นฯออกจากตำแหน่งที่จอดเก็บไว้ เป็นไปเก็บหนังสือตามโต๊ะอ่านที่มีหนังสือวางอยู่ การเก็บหนังสือในขั้นตอนนี้จะยัง ไม่มีการแยกแยะใดๆทั้งสิ้น จะเป็นเพียงการเก็บรวบรวมให้หมดก่อน โดยจะนำกลับมารวบรวมไว้ที่โต๊ะสำหรับรวบรวมหนังสือทั้งหมด แล้วจึงนำมาแยกแยะออกตามประเภทและหมวดหมู่ต่างๆ โดยแยกไว้เป็นกองๆ ขั้นตอนต่อไปหลังจากที่ได้นำหนังสือมาแยกแยะเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้จัดเก็บก็จะพิจารณาว่าจะเก็บชั้นชั้นบริการชั้นไหนก่อน แล้วจึงนำหนังสือที่ต้องการจัดเก็บไปเก็บอีกต่อไป โดยจะปฏิบัติงานวนเวียนอยู่ในลักษณะนี้จนเสร็จสิ้นภาระกิจทั้งหมด จากนั้นจึงนำเอารถเป็นฯไปจอดเก็บไว้ตรงตำแหน่งเดิม

พฤติกรรมการจัดเก็บหนังสือสู่ชั้นบริการที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้ ผู้วิจัยได้นำมาจากการที่ได้เข้าไปสังเกตการณ์และสัมภาษณ์จากห้องสมุดหลายแห่งด้วยกันและนำมาสรุป

พฤติกรรมการทำงานของผู้ที่จัดเก็บหนังสือสามารถเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้





ภาพที่ 3.1 แสดงภาพของโต๊ะสำหรับรวบรวมและแยกแยะหนังสือก่อนที่จะนำไปจัดเก็บสู่ชั้นบริการหนังสือ ซึ่งตั้งอยู่หลังเคาน์เตอร์สำหรับรับ-จ่ายหนังสือ



ภาพที่ 3.2 แสดงลักษณะการแยกแยะหนังสือเป็นกองๆ ตามประเภทและหมวดหมู่ต่างๆ เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมที่จะนำรถเข็นๆมาบรรทุกไปจัดเก็บตามชั้นบริการต่างๆ

3.3.3 พฤติกรรมการจัดหนังสือเข้าชั้นบริการ

- การจัดหนังสือทั่วไป การจัดเรียงหนังสือจะเรียงทางตั้ง โดยหันเอาด้านสันของหนังสือออกข้างนอก ซึ่งแต่ละห้องสมุดได้เขียนเลขหมู่เอาไว้ที่สันหนังสือแล้วว่าหนังสือแต่ละเล่มนั้นอยู่หมวดไหน เพื่อสะดวกในการค้นหา และการจัดเรียงหนังสือเข้าชั้นบริการนั้น จะเรียงตามหลักการ โดยเรียงจากด้านซ้ายมือไปยังด้านขวามือ และจากชั้นบนลงมายังชั้นล่าง ซึ่งรายละเอียดของการจัดเรียงหนังสือเข้าชั้นบริการอยู่ในหัวข้อที่ 2.2.6

- การจัดเรียงนิตยสาร วิธีการจัดเรียงนิตยสารเข้าชั้นนั้น ไม่เหมือนกับ การจัดเรียงหนังสือทั่วไป นิตยสารหรือวารสารจะวางทางตั้ง แต่จะหันเอาด้านหน้าปกออก ชั้นวางหนังสือมีความลาดเอียงเล็กน้อย เพื่อไม่ให้นิตยสารนั้นงอพับและบางครั้งต้องใส่แผ่นนิตยสารไว้เพื่อรักษาอายุการใช้งาน ส่วนนิตยสารที่เพิ่งจะออกมาใหม่ก็จะวางในแนวราบกับชั้นหนังสือ เพื่อให้ผู้ใช้บริการได้มองเห็นรายละเอียดของหนังสือพอสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 แสดงลักษณะการจัดเรียงหนังสือบนชั้นบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 แสดงลักษณะการจัดเรียงนิตยสารหรือวารสารบนชั้นบริการ

3.3.4 พฤติกรรมการจัดวางหนังสือบนตัวรถเข็นฯ

ลักษณะการจัดวางหนังสือบนรถเข็นฯ มี 2 ลักษณะ คือ

- จัดวางแนวตั้ง โดยเอาสันหนังสือออกด้านนอก
- จัดวางแนวนอนโดยวางซ้อนกัน



ภาพที่ 3.5 แสดงลักษณะการจัดวางหนังสือบนตัวรถเข็น

3.3.5 พฤติกรรมการเก็บรักษาการซ่อมบำรุงและการทำความสะอาดรถเข็น

การเก็บรักษา รถเข็นหนังสือ

การเก็บรักษา รถเข็นหนังสือของห้องสมุดแต่ละแห่งนั้น จะแตกต่างกันออกไปในกรณีที่มีห้องเก็บเฉพาะอยู่ในห้องสมุด เจ้าหน้าที่ก็จะนำรถเข็นไปไว้ในห้องเก็บ แต่ส่วนใหญ่จะไม่นิยม เป็นเพราะไม่มีห้องเก็บและไม่สะดวก เมื่อต้องการจะใช้งานจึงเก็บไว้ตามตำแหน่งต่างๆ ที่เห็นว่าเหมาะสมและสะดวก เมื่อต้องการนำออกมาใช้ อาทิเช่น เก็บไว้หลักเคาน์เตอร์ หรือตามมุมของห้องสมุดที่ลับตาและไม่เกะกะ ซึ่งสรุปแล้วการเก็บรักษา รถเข็นหนังสือขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและสภาพการใช้งานของห้องสมุดแต่ละแห่ง

การซ่อมบำรุงรถเข็นหนังสือ

การซ่อมบำรุงรถเข็นหนังสือนั้นเกิดขึ้นเมื่อตัวรถเข็นหนังสือเกิดการชำรุดเสียหายและไม่สามารถที่จะทำงานได้อย่างคล่องตัว คือเกิดการชำรุดขึ้นตรงจุดใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดหนึ่ง เช่น ล้อ ขี่ต่อ โครงสร้าง หรืออื่นๆ เจ้าหน้าที่ของห้องสมุดก็จะแจ้งไปยัง
 นักการประจำห้องสมุดนั้นๆ ซึ่งจะมีหน้าที่ดูแลซ่อมแซมครุภัณฑ์ของห้องสมุดโดยตรง
 มาซ่อมแซมจุดที่เสียหายนั้นให้สามารถใช้งานได้ดังเดิม หรือใกล้เคียง ซึ่งลักษณะ
 การซ่อมบำรุงจะเป็นไปตามกำลังความสามารถเท่าที่จะอำนวย อาทิเช่น หากข้อต่อ
 เกิดโยกคลอนก็จะนำวัสดุที่แข็งแรงมาตามไว้ หรือลกล้อขารดก็ทำการถอดออก และ
 เปลี่ยนใหม่ เป็นต้น แต่หากเกิดการชำรุดมากเกินไปที่นักการจะสามารถซ่อมได้
 ก็จะต้องออกไปรับบริการซ่อมแซมจากร้านภายนอกสถานที่

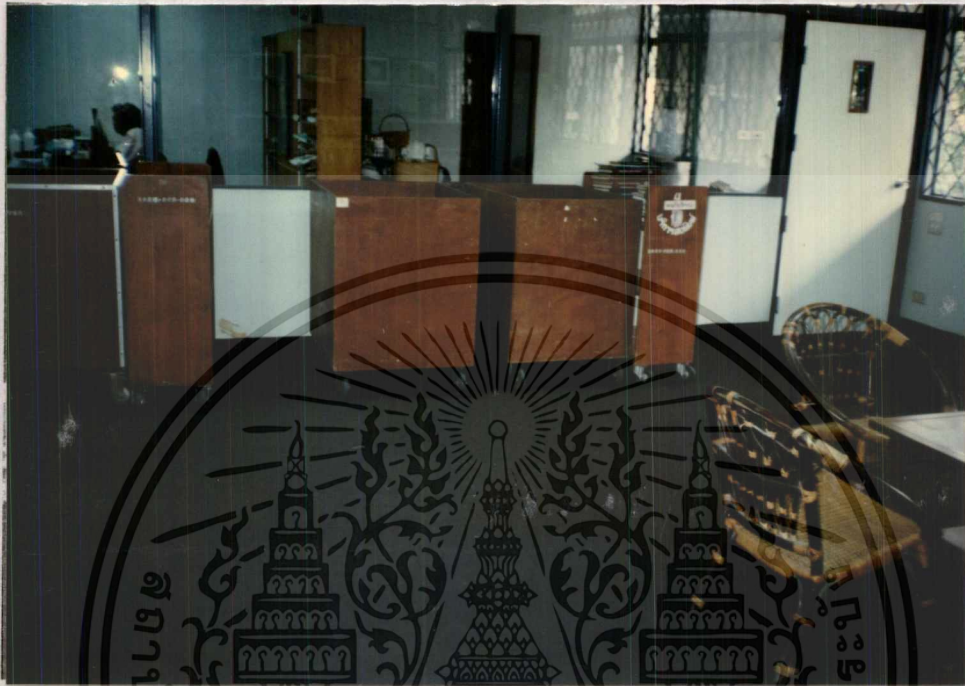
การทำความสะอาดรถเข็นหนังสือ

การทำความสะอาดรถเข็นหนังสือนั้นโดยปกติแล้วจะมีการทำความสะอาด
 ไม่บ่อยครั้งนัก เพราะการท างานของรถเข็นจะอยู่ภายในห้องสมุดเท่านั้น ซึ่งเป็น
 สถานที่เฉพาะและมีความสะอาดอยู่เสมอ การทำความสะอาดรถเข็นจะทำในกรณีที่
 มีฝุ่นละอองหรือสิ่งสกปรกจับอยู่ ก็จะทำความสะอาดโดยการเช็ดด้วยผ้าชุบน้ำ หรือ
 ปัดด้วยแปรง เพื่อไม่ให้สิ่งสกปรกไปทำความเสียหายต่อหนังสือ และผู้ที่ทำความ
 สะอาดรถเข็นๆ ก็คือเจ้าหน้าที่ประจำห้องสมุด



ภาพที่ 3.6 แสดงลักษณะการเก็บรักษารถเข็นหนังสือ โดยเก็บไว้ใน
 ตำแหน่งที่ลับตาและไม่เกะกะต่อผู้ให้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

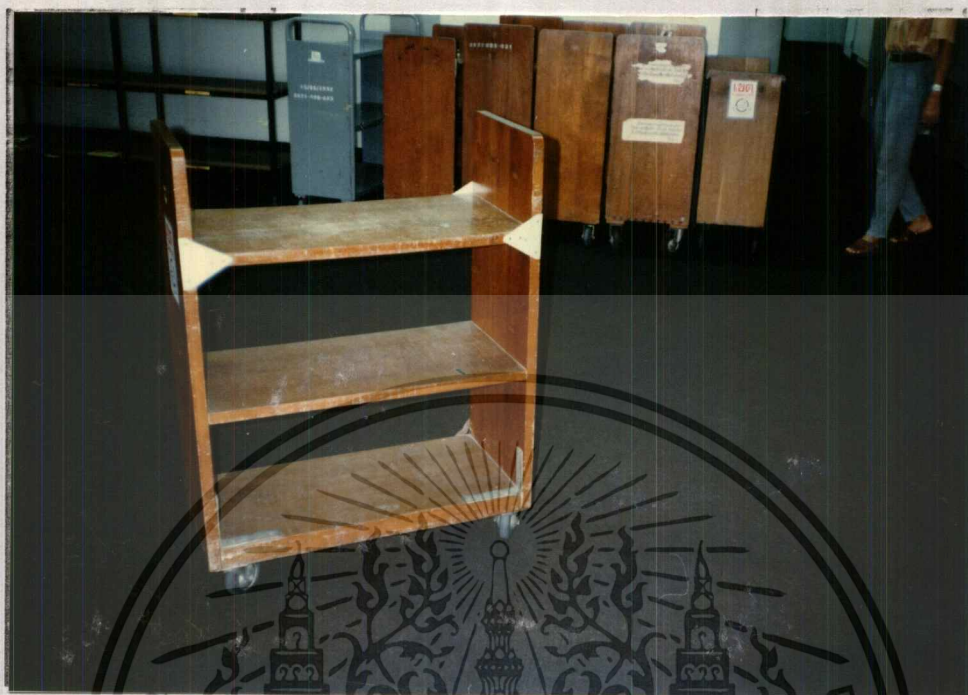


ภาพที่ 3.7 แสดงลักษณะการเก็บรักษาหนังสือ โดยเก็บไว้ใน
ตำแหน่งที่ใกล้กับจุดให้บริการ เพื่อความสะดวกในการนำออกมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.8 แสดงลักษณะการเก็บรักษาบัตรเป็นหนังสือ โดยการเก็บใน
ตำแหน่งหลังเคาน์เตอร์ รับ-จ่าย หนังสือ เพื่อความสะดวกในการนำออกไปใช้งาน



ภาพที่ 3.9 แสดงลักษณะการซ่อมบำรุงตัวรถเข็นหนังสือ เมื่อเกิดการชำรุดเสียหาย ในภาพเป็นการซ่อมแซมในส่วนของโครงสร้างและข้อต่อของส่วนรองรับหนังสือ

3.3.6 กำลังและความสามารถของมนุษย์

1. กำลังแข็งแรงของมนุษย์มีมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมต่างๆ หลายประการ เช่น ออณหภูมิของร่างกาย สภาพทางจิตใจ และความสมบูรณ์ของร่างกาย เป็นต้น ดังนั้น การที่จะกำหนดให้แน่ชัดลงไปถึงค่าเฉลี่ยว่ากำลังความแข็งแรงของมนุษย์เรามีมากน้อยเพียงใดนั้นย่อมทำไม่ได้ง่าย

การกำหนดโดยอาศัยจากค่าเฉลี่ย แสดงความแข็งแรงและกำลังมนุษย์ มีประโยชน์มากต่อการออกแบบเครื่องมือ เครื่องใช้ที่ต้องใช้แรงมนุษย์ จากการทดลองได้ข้อมูลเฉลี่ย คือ มนุษย์สามารถทำงานอย่างปกติได้ด้วยแรงประมาณ 75 วัตต์ หรือ 0.01 กำลังม้า ทั้งนี้ต้องประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุดด้วย

ในการออกแรงทำงาน เช่นยกน้ำหนัก หรือจุดลากสิ่งของ ถ้าวัตถุนั้นมีขนาดใหญ่ก็ต้องใช้พลังงานมาก มนุษย์สามารถใช้พลังงานของตนในการบังคับ หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดลาก ออกแรงกระทำใดๆก็ตาม โดยอาศัยการสังเกตจากประสาททั้ง 5 แล้ว ประเมินการว่าจะต้องใช้แรงกำลังเท่าไร จึงสามารถทำงานนั้นๆให้เสร็จสิ้นไปได้ มนุษย์สามารถออกกำลังทำงานได้มากในช่วงเวลาสั้นๆ หรือออกกำลังแต่น้อยใน ระยะเวลาเวลานานได้ ทั้งนี้สุดแล้วแต่ชนิดของงานและการตัดสินใจของบุคคล แต่ถึง กระนั้นก็มีขอบเขตที่เกิน งานหนักเกินกำลังมนุษย์ก็ไม่อาจทำได้โดยตรง

ภายใต้สภาพที่เหมาะสม เช่นอุณหภูมิที่พอเหมาะ บรรยากาศที่มีเพียงพอ มีความดันปกติ ภายใต้แสงสว่างที่พอเหมาะ และในสภาพทั้งจิตใจและร่างกายที่ปกติ มนุษย์สามารถรวบรวมกำลังออกแรงทำงานได้สูงที่สุดถึง 2 แรงม้าภายใน 10 วินาที หรือภายใต้สภาพที่เหมาะสม แบบเช่นเดียวกันนี้มนุษย์สามารถออกแรงทำงานได้ 75 วัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 1 นาที

นอกจากความสามารถในการออกแรงทำงาน จะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมดังกล่าวแล้ว ยังขึ้นอยู่กับสภาพร่างกายของตนเองอีกด้วย เช่นคนอ้วนย่อมเคลื่อนไหว ได้ช้ากว่าคนผอม เป็นต้น นอกจากนี้สภาพทางร่างกายแล้วยังมีสภาพการออกแรงที่มีส่วนสำคัญในความสามารถออกแรงของมนุษย์อีกด้วย

โดยปกติทั่วไป มีการแบ่งสภาพการทำงาน ออกแรงของมนุษย์ได้เป็น 4 ลักษณะด้วยกันคือ

1. ยก (Lifting)
2. ผลัก (Pushing)
3. ดึง (Pulling)
4. หมุน (Turning)

ในท่าทางจากลักษณะที่ออกแรงอย่างใดอย่างหนึ่งนั้น 4 ลักษณะที่กล่าวมา ในความสามารถและแรงงานที่ได้จะไม่เท่ากันบางคนอาจยกของหนักได้มาก ในขณะที่อีกคนสามารถออกแรงผลักของหนักได้ดีกว่า แต่ไม่สามารถแบกยกของนั้นได้ อย่างนี้เป็นต้น

2. ความสามารถในการควบคุมหรือบังคับเครื่องยนต์กลไกของมนุษย์ เป็นสิ่งหนึ่งที่นักออกแบบจะต้องเข้าใจ โดยปกติความไวของมนุษย์ (ซึ่งหมายถึง ความไวในการมอง กดปุ่มบังคับหรือหมุนพวงมาลัยในเวลาขับรถ) นั้นขึ้นอยู่กับสิ่ง

แวดล้อม เช่นเดียวกับใน เรื่องของความสามารถในการออกกำลังทำงาน และขึ้นอยู่กับความเอาใจใส่ของแต่ละบุคคลที่นี้ครอบคลุมถึงสภาพทางจิตใจด้วย (ถ้าหากว่าใจคิดอย่างแต่มีท่าอีกอย่าง ความผิดพลาดย่อมจะเกิดขึ้นได้ง่าย) นอกจากนี้สภาพสิ่งแวดล้อมและสภาพทางจิตใจแล้ว สิ่งสำคัญอีกสิ่งหนึ่งคือความเหมาะสมและความถนัดของตัว เครื่องมือหรือปุ่มบังคับการ หรือหน้าปัดบอกข้อมูลต่างๆ อีกด้วย

ปุ่มบังคับการที่จับถนัดเหมาะมือ ย่อมทำให้การบังคับควบคุมรวดเร็วยิ่งขึ้น เข็มหน้าปัด สัญญาณ แสงสี ตัวเลข ที่ชัดเจนมองเห็นได้ง่าย ดูแล้วเข้าใจง่าย ก็ย่อมให้ความสะดวก และบอกข้อมูลต่างๆให้แก่ผู้ขับได้รวดเร็ว การจัดระเบียบวางตำแหน่งอุปกรณ์ปุ่มบังคับสวิตซ์ต่างๆ แผงหน้าปัดบอกข้อมูล และไฟสัญญาณตัวเลข เหล่านี้มีผลต่อการปฏิบัติงานที่คล่องตัว สะดวกสบาย การจัดวางที่เป็นสัดส่วนมีจังหวะขั้นตอนกับการทำงานมีตำแหน่งที่เหมาะสมตลอดจนการใช้แสงสีตัวเลข บนหน้าปัดหรือบนแผงสวิตซ์ เหล่านี้ล้วนแต่มีผลโดยตรงกับการควบคุมและปฏิบัติงานของผู้ควบคุมทั้งสิ้น (6)

3.4 การศึกษาเรื่องโครงสร้าง

ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้าง

โครงสร้าง คือ สิ่งที่จัดสร้างขึ้นโดยการต่อรวมหน่วยต่างๆ เข้าด้วยกัน ให้ทำหน้าที่อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ซึ่งต้องการมาตรการความมั่นคงบางประการ

หน้าที่ของโครงการ อาคารที่ก่อสร้างขึ้นมาจะมีโครงสร้างเปรียบเสมือนกระดูกโครงหลัก และมีส่วนประกอบอื่นๆ (MEMBERS) ซึ่งทำหน้าที่ต่างๆกัน เช่น ปิดหุ้มทับตกแต่ง เพื่อให้การใช้เนื้อที่ภายในอาคารนั้นสะดวกและเหมาะสมกับประเภทของอาคาร

โครงสร้างอาจแยกออกเป็นหลายส่วนหลายตอนประกอบร่วมกันจนสำเร็จเป็นตัวอาคารขึ้นมา โครงสร้างย่อยนี้อาจแยกออกเป็นหลายจุดหลายตอน เช่น ตัว

(6) อ.ดนดี รัตนทัศนีย์ แบบเรียน ERGONOMIC. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อย่างโครงสร้างรับเครื่องมุงหลังคา โครงสร้างพื้น โครงเสา โครงสร้างบันได โครงคานต่อ โครงสร้างฐานรากตังนี้เป็นโครงย่อยต่างๆ ดังกล่าว เมื่อประกอบกันเข้าทั้งหมดก็เป็นตัวอาคารในที่สุด จะเห็นว่ารูปร่างโครงสร้างแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะ เนื่องจากมีแรงหรือน้ำหนักบรรทุกเป็นตัวการจัดระเบียบหรือบังคับให้เกิดเป็นรูปร่างต่างๆกันไป เมื่อแรงที่ถ่ายทอดต่อเนื่องถูกตามกฎเกณฑ์แล้ว โครงสร้างนั้นจะตั้งอยู่ได้โดยมั่นคง และก่อให้เกิดความรู้สึกพึงพอใจเมื่อมองดู ฉะนั้น เมื่อต้องใช่วัสดุต่างๆ ก็ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับความสามารถของการรับแรงนั้นๆ ด้วยอย่างดี

แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุประกอบเป็นโครงสร้าง

แรงต้านทานภายใน (RESISTANCE FORCES) ที่ได้กล่าวนี้อาจแยกเป็น 5 ชนิดด้วยกัน ซึ่งมีความแตกต่างกัน ดังนี้

(1) แรงดึง (TENSION OR PULL OR SUCTION) ด้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุนั้นยืดออก ยาวออก หรือขาดจากกัน

(2) แรงอัด (COMPRESSION OR PUSH OR PRESSURE) ด้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุสั้นเข้า บีบเข้า หรือแตก

(3) แรงเฉือน (SHEAR) กระทำกับวัสดุในแนวสัมผัส (TANGENTIAL) กับพื้นผิวที่ต้องรับแรงนี้ วัสดุไม่จำเป็นต้องต่อติดกันเป็นเนื้อเดียวทางกายภาพเพื่อต้านแรงเฉือนนี้ได้ แต่ต้องมีแรงอัดไว้ให้พื้นผิวดังกล่าวชนกันแน่นอยู่ เมื่อแรงผิรมีขนาดเพียงพอต้านแรงเฉือนดังกล่าวมิให้วัสดุเลื่อนจากกันก็ใช้ได้

ในทางปฏิบัติทำได้โดยการเสริมครีบกี้เป็นระยะๆ ขนานกับทิศที่รับแรงอัด โดยการเสริมกรอบและกรอบตั้งขนานกับทิศรับแรงเฉือน หรือเสริมแผ่นหนาเป็นปีกรับแรงอัดผิวบนของตัวแผ่น (คาน) เพื่อรับแรงอัด

กล่องตัน (BLOCK) คือก้อนซึ่งมีขนาดโตมาก ในทางปฏิบัติอาจไม่มีกรสร้างให้ได้รับตันดังต้องการ เพราะต้องการประหยัดวัสดุแต่ต้องการให้คงได้ความแข็งแรง และความแข็งแรงให้พอเท่านั้น จึงทำเป็นกล่องกลวงเปิดภายในหรือประกอบรูปทรงพอให้ได้คุณสมบัติกล่องตัน

คานและแผ่นพาด (BEAM AND PLANKS) พวกควนใช้ผิวของคานแคบรับ

น้ำหนักบรรทุกคานรับแรงดัดในแนวตั้งกับระนาบคานได้ดีที่ผิวบนรับแรงอัดนั้น อาจเสริมเนื้อให้แข็งตัว STIFFENER ให้มีหน้าตัดมากขึ้นได้ และอาจเสริมปล่องตันเป็นระยะ เพื่อช่วยรับแรงอัดแนวทะแยงซึ่งเกิดจากแรงเฉือนหรือทำการเสริมที่ผิวล่างให้หนาขึ้นเพื่อรับแรงดัดได้ เมื่อพิจารณาคานปีกยื่น PANGE จะเห็นว่าปีกบนปีกล่างและตัวแผ่นแกนตั้งเดิมทำงานประกอบร่วมกันหมด โดยมีปีกบนรับแรงอัด ปีกล่างรับแรงดัดและแผ่นแกนตั้งรับแรงเฉือน ซึ่งเกิดทั้งแรงอัดแนวทะแยง และแรงดัดด้วย

ส่วนแผ่นพาดมีความแตกต่างกับคานตรงที่ใช้คานแบนนอนรับน้ำหนักบรรทุกในทิศตั้งฉากกับแนวระนาบของตัวแผ่นพาด

เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงอัดของรูปหน้าตัด จะเห็นว่าในกรณีที่ใช้พื้นที่หน้าตัดเท่าๆกัน เมื่อพิจารณาแกนทั้ง 2 ในระนาบที่ตั้งฉากกับแรงอัดที่แล้ว

รูปจตุรัส

รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

รูปฉาก

รูปกลวงต่างๆ

รับแรงโก่งเดาะได้ดีเท่ากันทั้ง 2 แกน

จะเกิดแรงโก่งเดาะในแนวทิศตั้งฉากกับแกนยาว

ตรงมุมไม่โก่งเดาะ ตรงปลายฉากกำลังด้อย

เช่น รูปสี่เหลี่ยมกลวง รูปสามเหลี่ยมกลวง

รูปกลมกลวงรับแรงอัดได้ดีมากทำให้เพิ่มความยาว

ของท่อนรับแรงอัดได้ โดยยังไม่เกิดโก่งเดาะเสีย

หาย ดังนั้นมมมีส่วนช่วยให้ไม่โก่งเดาะง่าย

เม็ด PARTICLE ไม่มีคุณสมบัติในการรับแสง

เส้นเอ็น TENDOW มีคุณสมบัติในการรับแรงได้ ดังนี้

- (1) รับแรงดัดตามแนวเส้นได้
- (2) เกิดแรงโก่งเดาะ BUCKLING เมื่อรับแรงอัด
- (3) รับแรงดัดแรงเฉือนไม่ได้

ในทางปฏิบัติ เมื่อขึงเส้นเอ็นพาดช่วง จะบรรทุกน้ำหนักตลอดความยาวโดยวัสดุไม่เปลี่ยนรูป โดยทำตัวเส้นเอ็นดังกล่าวให้มีความแข็งตัวที่กลางความยาวช่วง โดยเพิ่มความโตให้มากกว่าความโตตอนปลายเส้น หรือทำการห้อยแขวนด้วยคาน STIFFENING BEAM ให้เส้นเอ็นมีความตึงตัวตลอดความยาวของเส้น เมื่อ

ใช้เส้นเอ็นมีความแข็งตัวตลอดความยาวของเส้น เมื่อใช้เส้นเอ็นจำนวนมากเส้นด้วยกันมีรวมกัน จะทำให้มีความสามารถรับแรงซึ่งเกิดสลับทั้งแรงตึงและดึงได้ดีทั้งสองชนิด

พืน SHEET มีคุณสมบัติในการรับแรง ดังนี้

พืนสามารถรับแรงดึงได้ดีในแนวนอนกับระนาบของพืน หรือเมื่อยึดกรอบพืนที่พืนหรือเมื่อยึดปลายทั้งสองพืน หรือยึดปลายหนึ่งของพืนไว้ พืนควรมีคุณสมบัติทางมีกำลังดี มีความเหนียว (TOUGHNESS) พืนทำโค้งตามแนวเดียวได้ แต่ทำโค้ง 2 ทิศไม่ได้ ถ้าไม่ตัดประกอบใหม่ พืนมีโครงกรอบ FRAME SHEET จะรับแรงดึงแรงเฉือน และแรงอัดทะแยงได้ จะหักเสียหายเมื่อแรงอัดทะแยงไปทำให้เกิดการโก่งเดาะตัวกรอบ

ก้อน BRICK มีคุณสมบัติต่างกันไปแล้วแต่คุณสมบัติที่วัสดุที่นำมาใช้ประกอบเป็นก้อน ก้อนรับแรงประเภทต่างๆได้ดี พวกกล่องตัน คือก้อนขนาดโตขึ้น มีกำลังและความแข็งแรงมาก

ท่อน ROD คือ เส้นเอ็นขนาดใหญ่ขึ้น รับแรงดึง อัด ตัด และรับแรงบิดได้ดีมาก ถ้าใช้เป็นเสาสั้น รับแรงอัดได้ดีมาก ถ้ายาวมากขึ้นมากขึ้นอาจโก่งเดาะได้ ต้องแก้ไขให้มีความแข็งแรงมากขึ้น เช่นใช้ตัวตั้งพืนเป็นเกลียวรอบความยาว เมื่อใช้วัสดุรับแรงดึงดีเป็นท่อนทำหน้าที่เป็นคานได้

แผ่น PLATE คือพืนมีความหนาเพิ่มขึ้น เพื่อยึดเป็นระยะในทิศตั้งฉากกับระนาบของตัวแผ่นแล้วจะบรรทุกแรงอัด รับแรงเฉือน และรับแรงดัดขนานกับระนาบของตัวแผ่นได้

(4) **แรงกิด (WENDING)** เมื่อโครงสร้างรับแรงดัดแล้ว ผิวบนจากแกนสะเทิน (NEUTAL AXIS) ขึ้นไปรับแรงอัด และ ผิวล่างของแกนสะเทินรับแรงดึงด้วย หรือบางกรณีเกิดตรงกันข้าม แรงดัดก่อให้เกิดแรงต้านทานแรงดัดมีขนาดเท่ากันขึ้นภายในเนื้อวัสดุด้วย

(5) **แรงบิด (TORSION OR TORQUE OR TWISTING)** ด้านความพยายามที่จะบิดวัสดุให้ขาดจากกัน

ภาพแรงดึง 5 ประเภทนี้ แรงใน 2 ประเภทหลัง คือแรงค้ำ สามารถแยกออกเป็นแรงดึงและแรงอัดได้ แรงบิดแยกเป็นแรงเฉือนได้ ดังนั้น ถ้าพิจารณาแต่ละส่วนเล็ก ๆ ในเนื้อวัสดุโครงสร้างจะมีแรงให้พิจารณาอยู่เพียงแรงดึง แรงอัด และแรงเฉือนเท่านั้น ซึ่งเมื่อเราสามารถรู้ขนาดของแรงที่เกิดขึ้นและผลเนื่องจากการกระทำของแรง ก็สามารถกะขนาดหน้าตัดวัสดุโครงสร้างและรูปร่างได้ โดยหาขนาดของแรงและความเข้มของแรง ซึ่งมีค่าเท่ากับแรงที่เกิดขึ้นหารด้วยเนื้อที่หน้าตัดของวัสดุที่ใช้รับความเข้มของแรงนี้ เรียกว่า STRESS มีหน่วยเป็นน้ำหนักต่อพื้นที่

รูปทรงเบื้องต้นโครงสร้าง

เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางโครงสร้างของรูปทรงเบื้องต้นต่างๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันเด่นชัด เพื่อพิจารณาคงสมบัติในการรับแรงเฉพะของรูปนั้นๆ อาจจัดแบ่งรูปทรงเบื้องต้นได้เป็นประเภทต่างๆได้ ดังแสดงในตารางดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ของรูปทรงวัสดุ

รูปทรงเบื้องต้นที่เห็น	มิติทางเรขาคณิต	ประเภทมีความหลวมหย่อนได้	ประเภทมีความแข็งแรงตึงก้ำกึ่ง
จุด	0	มีด	ก้อน
ขีดขาว	1	เส้นเอ็น	ห่อน
พื้นที่	2	ผืน	แผ่น
เนื้อ	3	กล่อง	กล่องตัน

พอสรุปหลักการได้ว่า สำหรับรูปหน้าตัด และรูปด้านนั้น ควรพิจารณาจากการรับแรงต่างๆ คือ

เมื่อต้องรับแรงดึง ระวังอย่าให้รูปด้านตงห้องข้างมากนัก แก้โดยเพิ่มความลึกมากขึ้น เลือกรูปด้านทางแนวนอนที่มีความแข็งแรงแรงตึงมาก

เมื่อต้องรับแรงดึง ระวังอย่าให้รูปด้านตกร่องข้างมากนัก แก้ไขโดยเพิ่มความลึกมากขึ้น เลือกรูปด้านทางแนวนอนที่มีความแข็งแรงแรงดึงมาก

เมื่อต้องรับแรงอัด ต้องเลือกรูปหน้าตัดที่รับแสงโค้งเคาะได้ดีทำการกระจายพื้นที่ของรูปหน้าตัดให้เพิ่มความแข็งแรงแรงดึงในแนวนั้นๆ ผนังบางๆของรูปหน้าตัดจะมีกำลังมากขึ้นโดยการทาบรูปมุมฉาก ทาบรูปลอนลูกฟูก ทาบความโค้งเพื่อเพิ่มกำลังขจัดไม่ให้รูปหน้าตัดที่ปล่อยชาย (FREE EDGES) ซึ่งต้องยกกำลังการรับแรงโค้งเคาะ การทาบรูปหน้าตัดแบบเปิด (OPEN SECTION) ทำได้โดยต้องมีการยึดระหว่างตัวมุมของหน้าตัดแบบเปิดดังกล่าว ให้หน้าตัดทั้งหมดทำงานร่วมกันเป็นอย่างดี

เมื่อต้องรับแรงอัด และ แรงเฉือน จะเห็นว่าตัดมีความสัมพันธ์กับแรงเฉือนผิวบนสุดและล่างสุดของหน้าตัดมีประสิทธิภาพพอที่จะรับแรงอัดมากกว่าแนวแกนสะเทิน ดังนั้น รูปหน้าตัดที่มีหน้าลึกมากแข็งแรงดีกว่าหน้าตื้น ปีกที่รับแรงอัดต้องค้ำป้องกันแรงโค้งเคาะให้ส่วนที่โค้งตัวจะรับแรงเฉือนและแรงคดตลอดความยาว ดังนั้น ส่วนที่โค้งของคานต้องมีไว้รับแรงคด มีแผ่นแกน ตั้งระหว่างปีกบนปีกล่างไว้ยึดให้ทำงานร่วมกัน ได้คุณสมบัติของความแข็งแรงทนทานให้แก่อนโครงตลอดความยาว

3.4.1 โครงสร้างรถเข็น

รถเข็นที่สร้างขึ้นมากจะต้องมีโครงสร้างเปรียบเสมือนกระดูก และควรมีส่วนประกอบอื่นๆ เช่น การปิดหุ้มคอกแต่งเพื่อให้การใช้น้ำหนักภายในรถเข็นนั้นสะดวกและเหมาะสมกับประเภทของรถเข็นนั้น

การออกแบบโครงสร้าง เพื่อให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการใช้งานนั้น ต้องมีการศึกษาหาข้อมูล ในทุกด้านที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างมาประกอบเพื่อทำการตัดสินใจในการออกแบบ ซึ่งควรคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ดังนี้

1. ความแข็งแรงทนทาน

โครงสร้างที่ออกแบบ ต้องมีความแข็งแรงทนทานเพียงพอต่อการใช้งาน ต่อการใช้งานตามหน้าที่ที่ต้องการ และมีอายุการใช้งานนาน

2. น้ำหนักโครงสร้าง

น้ำหนักของโครงสร้างนั้น มีส่วนต่อความแข็งแรงกทนของโครงสร้างอย่างมาก เพราะถ้าโครงสร้างมีน้ำหนักมาก ก็จะทำให้ขาดความคล่องตัวในการเคลื่อนย้าย ซึ่งถ้าหากโครงสร้างมีจำนวนน้อยลง แต่ได้ความแข็งแรงตามต้องการแล้ว ก็ย่อมจะมีความได้เปรียบกว่า

3. ความยากง่ายในการผลิตและประกอบ

ความยากง่ายในการผลิตและประกอบนั้น มีความสำคัญอย่างมากในด้านการประหยัดเวลา แรงงาน ค่าใช้จ่าย ฯลฯ โครงสร้างที่ผลิตและประกอบขึ้นรูปได้รวดเร็ว นั้น ย่อมได้เปรียบกว่าโครงสร้างที่ต้องอาศัยกรรมวิธีต่างๆมากมาย

4. ความสวยงาม

ความสวยงาม เป็นส่วนที่มีความสำคัญในการออกแบบ ส่วนหนึ่งเพื่อที่จะได้โครงสร้างที่สวยงามและเหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน

5. การบำรุงรักษา

การออกแบบโครงสร้างเพื่อให้ได้โครงสร้างที่ดีนั้น ต้องคำนึงถึงการซ่อมแซม และการบำรุงรักษาด้วย

โครงสร้างของรถเข็นสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

- โครงสร้างหลักแบบถอดประกอบได้
- โครงสร้างหลักแบบติดตายตัว

ข้อดี และ ข้อเสีย ของโครงสร้างหลักแบบถอดประกอบได้ และ โครงสร้างหลักแบบติดตายตัว เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบรถเข็นหนังสือ

1. โครงสร้างหลักแบบถอดประกอบได้

เป็นโครงสร้างที่สามารถแยกออกได้เป็นชิ้นส่วนต่างๆ และนำประกอบ

เข้าด้วยกันได้

- ข้อดี**
- สามารถประหยัดเนื้อที่ในการขนส่งได้
 - สามารถประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บได้
- ข้อเสีย**
- โครงสร้างลดความแข็งแรงลง
 - การถอดประกอบบ่อยๆทำให้อายุการใช้งานลดลง
 - รับน้ำหนักได้ไม่มาก
 - กรรมวิธีการผลิตและการถอดประกอบยุ่งยากต้องใช้เวลาและแรงงานมาก
 - ราคาของผลิตภัณฑ์จะสูงขึ้น เพราะต้องใช้วัสดุเสริมเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ดังนั้นราคาจึงเพิ่มขึ้นตาม
 - มีน้ำหนักมาก

2. โครงสร้างหลักแบบติดตายตัว

เป็นโครงสร้างที่ไม่สามารถแยกชิ้นส่วนต่างๆได้ แต่ละจุดจะเป็นการยึดติดแบบตายตัว

- ข้อดี**
- โครงสร้างมีความแข็งแรงทนทานมีอายุการใช้งานนาน
 - สามารถรับน้ำหนักได้มากกว่า
 - การบำรุงรักษาและการซ่อมแซมทำได้ง่ายกว่า
 - ง่ายต่อการผลิตและการประกอบ
 - ใช้วัสดุน้อยกว่าการผลิตโครงสร้างแบบถอดประกอบ แต่มีความแข็งแรงมากกว่า
 - ราคาของผลิตภัณฑ์ถูกกว่าโครงสร้างแบบถอดประกอบ
- ข้อเสีย**
- ไม่ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง
 - ไม่ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบโครงสร้างของรถเข็น ให้สามารถถอดประกอบได้ หรือ เป็นโครงสร้างที่ติดตายตัวนั้น ขึ้นอยู่กับเหตุผลหลายประการ สำหรับรถเข็นหนังสือในห้องสมุดนั้น อันดับแรกที่ต้องคำนึงถึง คือ การใช้งานในการบรรทุกเคลื่อนย้ายหนังสือ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โครงสร้างต้องมีความแข็งแรง
- โครงสร้างต้องสามารถรับน้ำหนักที่เกิดจากการบรรทุกหนังสือ
- อายุการใช้งานนาน
- ราคาต้นทุนในการผลิต

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอันดับรองลงมาซึ่งก็มีความสำคัญมากเช่นกัน คือ

- ความยากง่ายในการผลิต และการถอดประกอบ
- ความยากง่ายในการบำรุงรักษา
- การประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ และการขนส่ง

โครงสร้างของรถเป็นหนังสือภายในห้องสมุดประกอบด้วย

1. โครงสร้างหลัก

เป็นโครงสร้างที่ต้องรับน้ำหนักจากรถเข็นฯ และหนังสือที่บรรทุกอยู่ในส่วนรองรับหนังสือส่งผู้ล่อ ดังนั้นโครงสร้างหลักของรถเข็นฯ จึงต้องการความแข็งแรงคงทน และสามารถรับน้ำหนักได้ดี

2. ส่วนรองรับหนังสือ

เป็นส่วนที่ใช้สำหรับจัดวางหนังสือและรองรับน้ำหนักของจำนวนหนังสือในการเคลื่อนย้ายหนังสือ เพื่อทำการจัดเก็บ ดังนั้น ส่วนรองรับหนังสือจะต้องมีความแข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักหนังสือในการบรรทุกแต่ละครั้งได้ดี

3. มือจับสำหรับเข็น

ส่วนมือจับสำหรับเข็นของรถเข็นหนังสือนั้น ต้องคำนึงถึงระยะสัดส่วนที่สัมพันธ์กับสรีระร่างกาย และการจับเข็นที่สะดวกสบาย คล่องตัว ซึ่งขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ การตกแต่งผิว ขนาดสัดส่วน ฯลฯ

4. ล้อ

ล้อ เป็นสัดส่วนที่หน้าพาให้รถเข็นสามารถเคลื่อนที่ได้และเป็นส่วนที่รองรับ

น้ำหนักของโครงสร้างทั้งหมด และหนังสือที่บรรทุก ดังนั้นล้อที่เลือกใช้ต้องมีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักได้ดี และมีความคล่องตัวในการขึ้นบันไดอีกด้วย

5. ส่วนป้องกันการกระแทก

ส่วนป้องกันการกระแทก เป็นส่วนที่ป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดจากการที่รถเป็นตุ๊กเป็นไปชนกระแทกกับสิ่งของรอบข้างในขณะที่ทำงาน

3.5 ข้อมูลทางด้านวัสดุ

การศึกษาเกี่ยวกับวัสดุจะแยกออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. วัสดุทางด้านโครงสร้างหลัก
2. วัสดุส่วนประกอบ

วัสดุที่ใช้ในการทำโครงสร้าง

ในปัจจุบันมีวัสดุอยู่มากมายหลายชนิด ซึ่งสามารถนำมาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์วัสดุแต่ละอย่างมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป การเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับงานนับว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาค้นคว้าและเปรียบเทียบ ในที่นี้ผู้วิจัยจะขอกล่าวถึงในส่วนรายละเอียด เฉพาะวัสดุเพียงบางอย่างที่เห็นว่ามีเหมาะสมทั้งในด้านราคา คุณภาพ และการผลิตเท่านั้น ส่วนวัสดุอื่นๆจะขอกล่าวถึงพอสังเขป

การสำรวจวัสดุ

1. ประเภทไม้

- ไม้อัดสลัดชั้น (PLY-WOOD)
- ไม้อัดแผ่นเรียบ (HARD BOARD)
- พาร์ติเคิลบอร์ด (PARTICLE BOARD)

2. ประเภทโลหะ

- อลูมิเนียม และ อลูมิเนียมผสม

- โลหะแผ่น
- โลหะท่อ

3. ประเภทพลาสติก

- พลาสติกคงรูป (THEMOSETTING)
- พลาสติกเปลี่ยนรูป (THEMOPLASTIC)
- ไฟเบอร์กลาส (FIBER GLASS REINFORCE PLASTIC)

3.5.1 ไม้อัดสลัปชั้น (PLY WOOD)

หมายถึงผลิตภัณฑ์จากไม้ธรรมชาติ ซึ่งมีส่วนประกอบผสมดูลย์จากไม้บาง มาประกอบกัน แล้วยึดเหนี่ยวด้วยกาว Urea หรือ Phenol format dehyde คุณสมบัติหลักก็คือ ไม้บางประสานตั้งฉากกัน เพื่อเพิ่มความแข็งแรง และป้องกันการ ยึดหดตัวตามแนวของแผ่น

กรรมวิธีการผลิตได้้อัดสลัปชั้นมีขั้นตอนย่อๆ จากท่อนซุง จะถูกตัดออกเป็น ท่อนๆ ที่มีความยาวพอดีกับเครื่องปอก (ผาน) ไม้บาง ความยาวท่อนๆ ไป จะอยู่ระ หว่าง 240-270 ซม. (8-9 ฟุต) ซุงบางชนิดก็สามารถทำให้ไม้บางได้เลย แต่ซุง ส่วนมากจะต้องผ่านการนั่ง หรือต้มให้เนื้อไม้นุ่มเสียก่อน เพื่อที่จะให้ได้ไม้บางเรียบ และมีความหนาสม่ำเสมอ โดยที่ท่อนๆ ไปแล้ว เกณฑ์คลาดเคลื่อนสำหรับความหนา จะ กำหนดไว้เพียง 0.075 มม. ถ้าซุงอยู่ในลักษณะที่ดีแล้ว เครื่องปอกจะผลิตได้บาง ในอัตราความเร็วประมาณ 225 เมตร/นาที ไม้บางจะถูกม้วนไว้แล้วจึงนำไปตัดให้ ได้ตามขนาด ตัดส่วนเสีย เช่น ตา รอยแตก ส่วนที่มียาง ฯลฯ ออก ไม้บางที่ตัดได้ ตามขนาดที่ต้องการแล้ว นำไปลบไล่ความชื้นออกให้เหลืออยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการ (ขึ้น อยู่กับคุณสมบัติของกาว) หลังจากลบแล้ว ไม้บางที่เป็นชั้นเล็กกว่าขนาดก็จะถูกนำเข้าไป เครื่องต่อริมให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ ขนาดของไม้อัดที่สำเร็จรูปจะมีขนาดกว้าง ยาวหลายขนาด ขนาดที่เป็นมาตรฐานท่อนๆ ไปก็คือ 122 X 244 ซม. (4 X 8 ฟุต) แต่บางโรงงานก็อาจมีขนาดถึง 180 X 300 ซม. (6 X 10 ฟุต) หรือ 90 X 90 ซม. (3 X 3 ฟุต) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาดเครื่องอัดต่อกันได้หลาย ครั้ง (Scarfig together) บวงโรงงานสามารถอัดได้ขนาดถึง 36 เมตร (120 ฟุต)

จำนวนชั้นของ ไม้บางที่ประกอบเป็นไม้อัดนั้น ส่วนมากจะมี 3 ชั้น แต่

บางกรณีที่มีความหนาเกินกว่า 7.5 มม. แล้วจะประกอบด้วย 5 ชั้น หรือมากกว่านั้น แต่ต้องเป็นจำนวนคี่ เพื่อที่จะรักษาลักษณะสมดุลย์ของส่วนประกอบ การประกอบมากกว่า 3 ชั้น เช่นนี้บางครั้งก็เรียกว่าไม้อัดสลัชั้น (Multiple boards) ไม้อัด 3 ชั้นนั้น ชั้นกลางจะต้องหนาประมาณ $2/3$ ของความหนาทั้งหมด โดยทั่วไปจะหนาไม่เกิน 1.5-2.0 มม. ส่วนไม้ชั้นกลางนั้นอาจจะหนาถึง 3-4 มม. อย่างไรก็ตามอาจกล่าวโดยทั่วไปว่า ปัจจุบันไม้อัดนั้นผลิตได้จากไม้แทบทุกชนิดแต่ที่เหมาะสมนั้นควรเป็นไม้ที่มีความหนาแน่นไม่มากเกินไป เนื้อไม้เรียบ ไม่มีขลิ้งภายในเนื้อไม้มากนัก ไม่ผุตามธรรมชาติเร็วเกินไป วงปีเป็นระเบียบ ไม่มีอาหารของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อไม้มากนัก

คุณสมบัติเบื้องต้นของ ไม้อัดสลัชั้น (PLY WOOD)

คุณสมบัติของไม้แต่ละชนิดที่นำมาผลิตเป็นไม้อัดนั้น ดังที่กล่าวมาแล้วข้างบน อยู่กับลักษณะของซุงอีกด้วย ซุงที่เหมาะสมนำมาผลิตไม้อัดจะต้องมีลักษณะกลม ตรง ไรต์ ไม่มีตา ไม้ผุ ซึ่งจะไม่เป็นต้นว่าความร้อนที่ใช้ประกอบเป็นตู้วิทย์และโทรทัศน์ได้ดีกว่าไม้ธรรมชาติ

3.5.2 ไม้อัดแผ่นเรียบ (HARD BOARD)

คือแผ่นไฟเบอร์บอร์ดที่มีความหนาแน่นระหว่าง 0.80-1.20 กรัม/ซม.³ (50-75 ปอนด์/ฟ.³) โดยมากมักนิยมผลิตกันทั้งในความหนาแน่น 1 กรัม/ซม.³ แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ ชนิดที่อัดออกมาแล้วใช้งานได้ทันที และชนิดที่ต้องมีกรรมวิธีต่อเนื่องหลังจากการอัดอีก มีผู้เข้าใจว่าผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์บอร์ดทุกชนิดไม่ใช้ฉนวนกันความร้อน คือ ฮาร์ดบอร์ด ซึ่งจากความเข้าใจเช่นนี้จึงแบ่งแผ่นไฟเบอร์บอร์ดเป็นสองชนิด คือ ชนิดที่ไม่ได้ผ่านเครื่องอัดร้อนเรียก "Soft Board" และชนิดที่ผ่านเครื่องอัดร้อนเรียก "Hard Board" ในประเทศแคนาดามักนิยมเรียก Hard Board ว่า "Hard-Pressed Fibre Board"

คุณสมบัติ-ประโยชน์ของไม้อัดแผ่นเรียบ (HARD BOARD)

คุณสมบัติทั่วไปของไม้อัดแผ่นเรียบ (Standard Hard Board) ได้กำหนดไว้ (จากหลายมาตรฐาน) ดังนี้

- ความหนา (Thickness) ในหน่วยที่เป็น ซม.

- ความหนาแน่น (Density) ในหน่วยที่เป็น ก.ก./ม.³
- แรงกดต่ำสุด (Minimum Breaking Load) ในหน่วยเป็น ก.ก.
- พิกัดแรงตัด (Modulus of Rupture = MOR) ในหน่วยเป็น ก.ก./ชม.³
- สัมประสิทธิ์ในการยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity in Bending = MOE) ในหน่วยที่เป็น ก.ก./ชม.²
- แรงดึงขนานกับผิวหน้า (Tensile Strength parallel to Surface) ในหน่วยที่เป็น ก.ก./ชม.²
- ความแข็ง (Brinell Hardness) ในหน่วยที่เป็น ก.ก./ชม.²
- การดูดน้ำ (Water Absorption) ที่อุณหภูมิและเวลาจากัดในหน่วย % โดยน้ำหนักและ % โดยปริมาตร
- การขยายตัวตามลาย (Linese Expansion) ในหน่วยที่เป็น %
- สัมประสิทธิ์ของการนำความร้อน (Cofficient of thermal Conductivity) ในหน่วยที่เป็น K.cal/hr./m²/c./M thickness
- การบวมตัวหลังจากการดูดน้ำสามข้อ 6 ในหน่วย % โดยปริมาตร
- ความเรียบของผิวหน้า (Surface Smoothness) ซึ่งค่าของตัวเลขต่าง ๆ นั้น ขึ้นอยู่กับมาตรฐานของแต่ละประเทศที่กำหนดขึ้น ซึ่งจะมีตัวเลขใกล้เคียงกัน สำหรับไม้อัดแผ่นเรียบที่ผลิตขึ้นมานั้น

3.5.3 พาร์ติเคิลบอร์ด (PARTICLE BOARD)

เป็นผลิตภัณฑ์วิทยาศาสตร์อีกอย่างหนึ่งที่ผลิตขึ้นจากเศษไม้เล็กๆ สาร Ligno Cellulostec สารประเภทมีเยผสมกับกาว และอัดภายใต้ความร้อนและความดันอย่างเหมาะสมเข้าเป็นแผ่น สามารถใช้งานได้ในลักษณะเช่นนี้ หรืออาจใช้เป็นไส้เมื่อนำแผ่นวีเนียร์หรือแผ่นพลาสติกปิดด้านหน้า เพื่อความสวยงามก็ได้

Particle Board นี้ บางครั้งก็เรียกว่า Chap Board แต่ก็ไปสับสนกับคำว่า Chip Board ในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ ซึ่งให้คำนิยามว่า Chip Board คือแผ่นวัตถุที่มีความหนาแน่นต่ำไม่แข็งแรง - ผลิตขึ้นจากเศษกระดาษใช้ประโยชน์สำหรับบุด้านในของกล่อง หรือลังส่งสินค้า

เนื่องจากความสับสนนี้เอง ส่วนมากจึงนิยมเรียกผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเศษไม่ว่า Particle Board ส่วนชื่ออื่นๆ ก็มีผู้นิยมเรียกเหมือนกัน เช่น Shaving Board, Wood Waste Board, Silver Board, Flake Board.

กรรมวิธีการผลิตแผ่น (PARTICLE BOARD)

มี 2 วิธี จำแนกตามลักษณะความดันที่ใช้ในการอัดเศษไม้เป็นแผ่น

วิธีที่ 1 นำเศษไม้ซึ่งผสมแล้วโรยเป็นแผ่นแล้วเข้าเครื่องอัด โดยใช้แรงกดตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่น Particle Board ที่ผลิตโดยวิธีนี้เรียกว่า Flat-Platen pressed Particle Board

วิธีที่ 2 ดันแผ่นเศษไม้ที่ผสมเสร็จเข้าไปในแม่พิมพ์ร้อน แม่พิมพ์นี้ประกอบด้วย Plate 2 ชั้น ด้านข้างมีที่ปิดบังคับ ความดันที่ใช้จะกดลงทางด้านขนานและด้านยาวของแผ่นผลิตภัณฑ์สำเร็จชนิดนี้เรียกว่า Extruded Particle Board ซึ่งอาจมีลักษณะที่บิดงอหรือกลวงภายในก็ได้ ซึ่งแล้วแต่ชนิดของแม่พิมพ์ที่ใช้กาว่าที่นิยมใช้มี 3 ชนิด คือ Ures-Formoldehyde นิยมใช้มากที่สุด ส่วน Phenolformal dehyde และ Melamine formaldehyde มีผู้นิยมใช้เหมือนกัน

Particle Board ทุกประเภทยกเว้นชนิด Hard Board-type มีลักษณะแตกต่างจากแผ่น Fibre Board อย่างเห็นได้ชัด คือ เนื้อของวัสดุที่ประกอบเป็น Particle Board จะมีลักษณะหยาบเป็นชิ้นๆ ส่วนของ Fibre Board จะมีลักษณะละเอียดเป็นใยเส้นเล็กๆ

3.5.4 อะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมผสม

อะลูมิเนียม นับว่าเป็นโลหะที่มีผู้นิยมใช้กันมาก เพราะเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบาและไม่เป็นสนิม การศึกษาถึงอะลูมิเนียมเพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาเลือกใช้ในการออกแบบกล่องใส่เครื่องมือ เนื่องจากวัสดุอะลูมิเนียมมีคุณสมบัติบางประการที่เหมาะสมกับการออกแบบกล่องใส่เครื่องมือ เช่น น้ำหนักเบา สามารถตกแต่งให้มีสีสรรสวยงาม ฯลฯ

คุณสมบัติโดยทั่วไปของอะลูมิเนียม มีดังนี้ คือ

1. เป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา
2. โลหะผสมบางอย่างของอะลูมิเนียมมีความแข็งแรง เช่น เหล็กเหนียว ธรรมดา มีคุณสมบัติในการตัดโค้ง บิดงอได้เป็นอย่างดี
3. ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่างๆ

4. ในสถานะปกติไม่มีสีของเกลือ และสารพิษปรากฏอยู่
5. อะลูมิเนียมบริสุทธิ์เป็นสารละลายที่นำไฟฟ้าและความร้อนที่ดี
6. อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่ไม่มีประกายไฟ และไม่เป็นสื่อแม่เหล็ก
7. สามารถทำเป็นรูปต่างๆได้ เช่น แผ่น เส้นพรอยด์ ฯลฯ โดยวิธีการหล่อรีดขึ้นรูป ปั้นดิ่ง กลึงตักแต่งได้
8. สามารถตกแต่งให้มีสีสรรต่างๆได้ โดยวิธีการชุบสี
9. อะลูมิเนียมบริสุทธิ์หลอมละลายที่อุณหภูมิ 1220 องศาฟาเรนไฮต์

อะลูมิเนียมผสมหรืออัลลอยด์ อะลูมิเนียมผสมเป็นอะลูมิเนียมที่มีส่วนผสมของสารชนิดอื่นๆ ที่มีจุดหลอมเหลวระหว่าง 900-1200 องศาฟาเรนไฮต์ ส่วนผสมที่ผสมลงไปมีส่วนทำให้อะลูมิเนียมมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปในเรื่องความแข็งแรง ความทนต่อการรับน้ำหนัก สารที่นิยมผสมลงไปได้แก่ ซิลิกอน เหล็ก แมกนีเซียม ทองแดง มังกานีส อะลูมิเนียมอัลลอยด์ในปัจจุบันมีอยู่หลายร้อยชนิด แต่ที่นิยมนำมาใช้ทำชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ในเมืองไทยมีอยู่ไม่กี่ชนิด แต่ละชนิดก็ใช้งานที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่ต้องการสำหรับงานนั้น

อะลูมิเนียมอัลลอยด์ที่ประเทศไทยใช้กันอยู่และสั่งซื้อเข้ามานั้นเป็นอะลูมิเนียมที่สั่งซื้อมาจากประเทศออสเตรเลีย ซึ่งนับว่าเป็นประเทศที่มีอะลูมิเนียมที่มากที่สุดในโลก อะลูมิเนียมที่กล่าวมานั้นนิยมเรียกชื่อกันเป็นเบอร์ ซึ่งเป็นที่เข้าใจในหมู่ผู้ประกอบการ

การยึดประกอบอะลูมิเนียม มีลักษณะที่จะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. การยึดแบบ Knock Down เป็นการยึดโดยอาศัยตัวล็อคประกอบ โดยวิธีใช้สแนปป์ (Snapped) การยึดแบบนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่นำไปใช้ ผู้ออกแบบต้องมีความรู้ความชำนาญในการออกแบบ (Section) ของอะลูมิเนียมได้อย่างดี ตัวอย่างการยึดแบบนี้จะเห็นได้ชัดในงานประกอบวงกบหน้าต่าง อะลูมิเนียมตามอาคารร้านค้าต่างๆ

2. การยึดแบบตัวต่อลักษณะการยึดแบบนี้แบ่งออกได้เป็น 2 อย่างคือ

- 2.1 การใช้สกรู การยิงรีเวต การตอกตะปูย้ำ การยึดแบบนี้จะมีความแข็งแรงมากขึ้น ถ้ามีการทำฉากรองรับสกรู หรือรีเวต วิธีนี้ไม่จำเป็นต้องใช้คนที่มีความชำนาญมาก ทำได้

สะดวกรวดเร็ว ต้นทุนไม่สูง ตัวอย่าง เช่น การทำบันได โต๊ะรีดผ้า เป็นต้น

2.2 การเชื่อม เป็นการยึดอะลูมิเนียมที่มีความแข็งแรงมากที่สุด แต่ต้นทุนการผลิตสูงที่สุด เพราะต้องเสียเวลาในการเชื่อม และคนที่เชื่อมต้องมีความชำนาญสูง การเชื่อมนิยมใช้ในงานฝีมือ เช่น การทำกาแกอรั ล้อแมกซ์ เป็นต้น

3.5.5 โลหะแผ่น (SHEET METAL)

ในงานช่างทั่วไปหมายถึงโลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว โลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป การทำงานแต่ละประเภทจึงต้องศึกษา และเลือกใช้วัสดุหรือโลหะให้เหมาะสมกับคุณภาพของงาน และคุณสมบัติของโลหะด้วย

โลหะแผ่นโดยทั่วไป แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1- โลหะแผ่นเคลือบผิว (Coated Metal) จะทำเป็นโลหะแผ่นประเภท เหล็ก (ferrous Metal) เสียก่อน แล้วจึงนำไปเคลือบผิวด้วยโลหะตามที่ต้องการ เพื่อป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อน ซึ่งจะทำให้โลหะนั้นมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น โลหะแผ่นเคลือบผิวที่มีใช้กันอยู่ ได้แก่

เหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel)

เหล็กอาบตะกั่ว (Lead)

เหล็กอาบดีบุก (Tin)

2- โลหะแผ่นเปลือย (Bare Metal or Uncorted Metal) ส่วนมากเป็นโลหะแผ่นประเภทไม่ใช่เหล็ก (Non-Ferrous Metal) โลหะแผ่นเปลือยที่มีใช้กันอยู่ ได้แก่

อะลูมิเนียม (Aluminium)

ทองเหลือง (Brass)

เหล็กดำ (Black Iron)

ทองแดง (Copper)

สแตนเลสหรือเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel)

ในที่นี้จะขอกกล่าวถึง ลักษณะ คุณสมบัติโดยสังเขปของโลหะแผ่น บางชนิด เท่านั้น

เหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel)

ในสภาพบรรยากาศปกติ สังกะสีเป็นโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก จึงนิยมนำไปเคลือบแผ่นเหล็ก เพื่อช่วยให้แผ่นเหล็กมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ถ้า สังกะสีที่เคลือบผิวเหล็กหลุดหายไป ก็จะทำให้เกิดสนิมขึ้นกับแผ่นเหล็กได้ การผลิต แผ่นเหล็กอาบสังกะสี ทำได้ 2 วิธี ดังนี้คือ

1. โดยวิธีจุ่ม (Hot Dipped)
2. โดยวิธีเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า

ความคงทนต่อการกัดกร่อนของเหล็กอาบสังกะสี จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของ สังกะสีที่เคลือบผิว ถ้ามีคุณภาพดีจะสามารถตัดโค้งงอได้และพับได้ ให้เกิดความแข็งแรงได้โดยที่สังกะสีไม่กะเทาะหรือร่อนออกจากผิวเหล็กได้ง่าย และไม่ฉีกขาดเมื่อ พับหลายครั้ง

เหล็กแผ่นอาบสังกะสี สามารถบัดกรีได้ง่าย แต่ถ้าจะนำไปเชื่อมจะเกิด ปัญหายุ่งยากคือ เนื่องจากสังกะสีเมื่อถูกเผา จะเกิดก๊าซและควันพิษ ผลของการ เผาไหม้ทำให้การเชื่อมติดยาก และการเชื่อมยังเป็นการทำลายสังกะสีที่เคลือบผิว เหล็กอีกด้วย

การนำเอาแผ่นเหล็กอาบสังกะสีไปทำการเคลือบผิว ด้วยการพ่นสีอีกครั้ง ควรล้างด้วยน้ำกรดอ่อนๆ ก่อนที่จะพ่นสี ซึ่งจะช่วยให้สีพื้นเกาะติดผิวงานได้ดีขึ้น

การใช้งานในบรรยากาศปกติ จะมีอายุการใช้งานอย่างน้อย 5-10 ปี โดยไม่ต้องทาสีหรือป้องกันกรกัดกร่อนแต่อย่างใด แต่ถ้านำไปใช้ในบรรยากาศที่มี การกัดกร่อน เช่น ใต้น้ำกรด หรือที่มีความชื้นมากๆ ควรจะต้องทาสี

สแตนเลสหรือเหล็กกล้าไร้สนิม (STAINLESS STEEL)

เป็นโลหะเปลือยประเภท Ferrous Metal ซึ่งประกอบด้วยเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครเมียม นิกเกิล และธาตุอื่นเล็กน้อย มีหลายชนิดสามารถเลือกใช้ได้เหมาะสมกับความต้องการได้ โดยปกติผิวของสแตนเลสมีลักษณะเป็นมัน สีคล้ายเงิน นิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหาร หรืองานสถาปัตยกรรมอย่างละเอียด โดยไม่มีการทาสีหรือเคลือบผิว

คุณสมบัติทางกายภาพของสแตนเลส ก็เหมือนกับโลหะผสมชนิดอื่นๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุที่ผสมลงไปในขณะที่หลอมละลายอยู่ ธาตุที่ใช้ผสมเข้าเป็นสแตนเลส ได้แก่

- นิกเกิล เพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดี และเพิ่มความยืดตัว
- แมงกานีส ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว และทนต่อแรงดึงได้สูง
- โครเมียม เพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน ความแข็งแรง และทนต่อแรงดึงได้สูง
- วานาเดียม จะช่วยเพิ่มความเหนียว
- โมลิบดีนัมและ โคบอลต์ ช่วยเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน
- ดิคาไนเจนและแมกนีเซียม ช่วยทำให้มีน้ำหนักเบา

โดยทั่วไปแล้ว สแตนเลสมีส่วนผสมหลักคือ เหล็ก (FE) นิกเกิล (NI) โครเมียม (CR) สแตนเลสแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ประเภทตามลักษณะของโครงสร้าง ซึ่งได้แก่

1. เหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนนิติก (Austenitic Stainless Steel) มีความแข็งแรงสูง แต่มีความเหนียวต่ำ และไม่มีคุณสมบัติในความเป็นแม่เหล็ก เหมาะสำหรับทำถังหมักเบียร์ ภาชนะปรุงอาหาร เครื่องใช้ไม้สอย และเครื่องประดับภายในบ้าน

2. เหล็กกล้าไร้สนิมมาร์เทนซิติก (Martensitic Stainless Steel) มีความแข็งแรงสูง แต่มีความเปราะมาก ใช้ทำใบพัดกังหัน ลูกสูบลอยยนต์ เครื่องมือผ่าตัด สปริง

3. เหล็กกล้าไร้สนิมเฟอร์ริติก (Ferritic Stainless Steel) มีคุณสมบัติอ่อนและเหนียวมาก

สแตนเลสเป็นโลหะที่มีราคาแพง มีอายุการใช้งานนาน ทนต่อการกัดกร่อน ค่าบำรุงรักษาถูก

3.5.6 โลหะท่อ

โลหะท่อซึ่งมีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดมีมากมายหลายชนิด ทั้งที่เป็นเหล็ก อะลูมิเนียม และสแตนเลส แต่โดยทั่วไปในท้องตลาดจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ท่อกลมกลวงและท่อสี่เหลี่ยมกลวง ซึ่งมีให้เลือกเป็นจำนวนมากตามขนาดที่แสดงเอาไว้ในตาราง แต่ลักษณะการใช้งานนั้นต่างก็มีคุณสมบัติที่ดีแตกต่างกันออกไป ทั้งท่อกลมกลวงและท่อสี่เหลี่ยมกลวง ไม่สามารถชี้ชัดออกมาได้ว่าชนิดใดดีกว่ากันโดยเด็ดขาด ซึ่งย่อมจะต้องขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน การออกแบบ ความสวยงาม โดยที่โลหะทั้งสองประเภทอาจจะมีการออกแบบเพื่อการใช้งานร่วมกันก็ย่อมได้

ดังนั้น จึงจะนำข้อมูลทั้งสองชนิดมาเปรียบเทียบเพื่อเป็นการสะดวกแก่การนำไปพิจารณาเพื่อการออกแบบ

คุณสมบัติ	ท่อกลมกลวง	ท่อ 4 เหลี่ยมกลวง
ติดตั้งได้ง่าย	*	
การเชื่อมรอยต่อ		*
น้ำหนักเบา	*	*
การบิดงอในขณะที่เชื่อมมีน้อย	*	
เกิดรอยบุบได้ยาก	*	*
การสวมต่อระหว่างขนาด	*	
จำนวนขนาดให้เลือกมาก	*	*

ตารางที่ 3.2 การเปรียบเทียบท่อกลมกลวง/ท่อ 4 เหลี่ยมกลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

คุณสมบัติ	ท่อกลมกลวง	ท่อ 4 เหลี่ยมกลวง
อันตรายจากเหลี่ยมมน้อย	*	
ความแข็งแรง		*
การรับน้ำหนัก		*

ขนาดสัดส่วนและรายละเอียดของโลหะท่อ



ตารางที่ 3.3 แสดงชื่อขนาด ขนาด และรายละเอียดของท่อเหล็ก 4 เหลี่ยมผืนผ้า

ชื่อขนาด (DB) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ตัดขวาง (A) ซม.2
50 X 25	1.6	1.75	2.232
	2.3	2.44	3.102
60 X 30	1.6	2.13	2.172
	2.3	2.98	3.792
75 X 45	2.3	4.06	5.172
	3.2	5.50	7.007

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ชื่อขนาด (DB) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ตัดขวาง (A) ซม.2
90 X 45	2.3	4.60	5.862
	3.2	6.25	7.967
100 X 50	2.3	5.14	6.552
	3.2	7.01	8.927
125 X 40	2.3	5.69	7.242
	3.2	7.76	9.887
125 X 75	3.2	9.52	12.127
	4.0	11.73	14.948
150 X 80	4.5	15.20	19.369
	6.0	19.81	25.233

หมายเหตุ ทั้ง เหล็กและสแตนเลสมีขนาดเท่ากัน



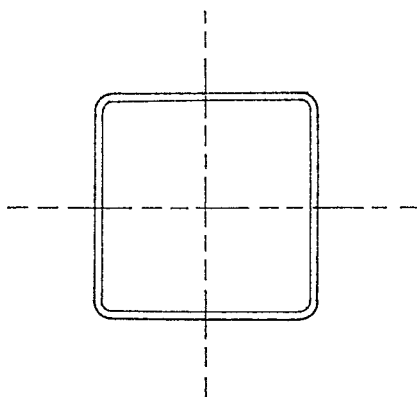
ตารางที่ 3.4 แสดงชื่อขนาด ขนาด และรายละเอียดของท่อเหล็กกลมกลวง

ชื่อขนาด	เส้นผ่าศูนย์กลาง ภายนอก (D) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ตัดขวาง (A) ซม.2
15	21.3	2.0	0.95	1.21

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ชื่อขนาด	เส้นผ่าศูนย์กลาง ภายนอก (D) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./มม.	พื้นที่ตัดขวาง (A) ซม ²
20	26.9	2.3	1.40	1.78
25	33.7	2.6	1.99	2.54
32	42.4	2.6	2.55	3.25
40	48.3	2.9	3.25	4.14
50	60.3	2.9	4.11	5.23
65	76.1	3.2	5.75	7.33
80	88.9	3.2	6.76	8.62
100	114.3	3.6	9.83	12.52
		4.5	12.19	15.52
150	165.1	4.5	17.82	22.70
		6.0	25.05	30.00
175	193.7	5.0	23.27	29.64
		6.0	27.77	35.38
200	219.1	5.0	26.40	33.63
		6.1	31.53	40.17
225	224.5	6.0	35.29	44.96
		8.0	46.66	59.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางที่ 3.5 แสดงชื่อขนาด ขนาด และรายละเอียดของเหล็กท่อ 4 เหลี่ยมจัตุรัส

ชื่อขนาด (DB) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ตัดขวาง (A) ซม.2
25 X 25	1.6	1.12	1.432
38 X 38	1.6	1.78	2.264
50 X 50	1.6	2.38	3.032
	2.3	3.34	4.252
60 X 60	1.6	2.88	3.672
	2.3	4.06	5.172
75 X 75	2.3	5.14	6.552
	3.2	7.01	8.927
90 X 90	2.3	6.23	7.932
	3.2	8.51	10.847
100 X 100	2.3	6.95	8.852
	3.2	9.52	12.127
125 X 125	3.2	12.03	15.327
	4.0	14.87	18.948

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

ชื่อขนาด (DB) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ผิว (A) ซม.2
150 X 150	5.0	22.26	28.356
	6.0	26.40	33.633
175 X 175	6.0	26.18	33.356
	6.0	31.11	39.633
200 X 200	6.0	35.82	45.633
	8.0	46.94	59.633
250 X 250	6.0	45.24	57.633
	8.0	59.50	75.793
300 X 300	6.0	54.66	69.633
	8.0	72.06	91.793

3.5.7 พลาสติก (PLASTIC)

ความหมายคำว่า พลาสติก

ความหมายคำว่าพลาสติกนั้น ได้มีผู้ให้ความหมายหลายแง่ด้วยกัน ดังนี้ โดยทั่วไปคำว่าพลาสติกหมายถึง วัสดุต่างๆที่สามารถขึ้นรูปได้โดยใช้แม่พิมพ์ ในปัจจุบันนี้หมายรวมถึงกลุ่มการสังเคราะห์วัสดุอินทรีย์ให้กลายเป็นพลาสติก โดยการใช้ความร้อนและสามารถทำให้มีรูปร่างภายใต้ความกดดัน พลาสติกเหล่านี้ได้มาใช้แทนแก้ว ไม้ และโลหะในการผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้แล้วพลาสติกสามารถใช้เคลือบและห่อเป็นเส้นใยในการประสานงานให้ติดกันได้เป็นอย่างดี

พลาสติกคือ สารสังเคราะห์ที่มนุษย์คิดขึ้นมาประกอบด้วยธาตุที่สำคัญได้แก่ ธาตุคาร์บอน ออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน คลอรีน สารอินทรีย์ และสาร

อินทรีย์ เป็นต้น อัตราส่วนเล็กน้อยขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของพลาสติก

สมาคมวิศวกรพลาสติก และสมาคมอุตสาหกรรมพลาสติก ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ให้คำจำกัดความของพลาสติกดังนี้ พลาสติกคือ วัสดุประกอบด้วยสารหลายอย่าง มีน้ำหนักโมเลกุลสูง คงรูปเมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิต ลักษณะอ่อนตัวขณะทำการผลิต ซึ่งโดยมากใช้กรรมวิธีการผลิตด้วยความร้อนหรือแรงอัด หรือใช้ทั้งสองอย่างได้

พลาสติก คือ สารสังเคราะห์พวกโพลีเมอร์ ซึ่งมีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ คล้ายยาง พลาสติกต่างชนิดกันย่อมประกอบด้วยโพลีเมอร์ต่างกัน โรนาลด์ ดี เบค ให้ความหมายของพลาสติกว่า พลาสติกเป็นสารอินทรีย์ที่เกิดจากโมเลกุลต่างๆ โดยมีการจัดเรียงเป็นระเบียบมารวมกัน หรือต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่จนได้โมเลกุลขนาดใหญ่ คุณสมบัติของพลาสติกส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับขนาดของโมเลกุล และการจัดเรียงของอะตอมภายในโมเลกุล

ตามปกติชื่อของพลาสติกแต่ละชนิดมักขึ้นต้นด้วยคำว่า โพลี และตามด้วยชื่อของสารที่มาต่อเป็นโพลีเมอร์ เช่น โพลีเอสเตอร์ โพลีไวนิล โพลียูรีเทน เป็นต้น และบางครั้งในการเรียกชื่อพลาสติกอาจเรียกชื่อทางการค้าหรือชื่อย่อ เช่น พลาสติกชนิดโพลีไวนิลคลอไรด์ มีชื่อย่อว่า พีวีซี เป็นต้น

แหล่งกำเนิดของพลาสติก

1. ผลิตผลทางการเกษตร เช่น Cellulose Acetate, Shellac, Cellulose Nitrate, Ethyl Cellulose เป็นต้น
2. ผลิตผลจากน้ำมันและถ่านหิน เช่น Nylon, Epoxy, Urea-Formaldehyde, Melamine-Formaldehyde, Polyester และ Acrylic เป็นต้น
3. ผลิตผลทางการเกษตรและน้ำมัน เช่น Furan เป็นต้น
4. ผลิตผลจากน้ำมันและสินแร่ เช่น Sillicone, Polyvinyl Butyral, Polyvinyl Chloride และ Polyvinyl Alcohol เป็นต้น

5. ผลผลิตจากสินแร่ Calcium-Aluminium Silicate เป็นต้น

คุณสมบัติทั่วไปของพลาสติก

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีความสำคัญและมีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของคนเรามากขึ้น เพราะสามารถใช้แทนวัสดุอื่นในการผลิตผลิตภัณฑ์ได้เกือบทั้งหมด และมีคุณสมบัติพิเศษดีเด่นกว่าวัสดุอื่นๆหลายอย่าง เช่น มีความแข็ง อ่อนนุ่ม ใส เบา ทึบ ยืดตัวได้ เหนียวทนทาน ทนความร้อน ทนต่อการสึกหรอ ทนต่อการกัดกร่อน เป็นฉนวนไฟฟ้า ทนต่อสารเคมี ไม่ติดไฟง่าย หล่อลื่นในตัว กันน้ำ ลอยน้ำได้ และทำเป็นสีต่างๆได้ พลาสติกมีคุณสมบัติโครงสร้างพิเศษที่เรียกว่า High Molecular Weight คือในหนึ่งโมเลกุลมีจำนวนอะตอมมากกว่าสารชนิดอื่นมากมาย จึงทำให้พลาสติกมีคุณสมบัติที่ดีหลายอย่างพร้อมกันในตัว คือ

1. คุณสมบัติทางเคมี เช่น สามารถทนกรด ด่างและสารเคมีอื่นๆ เป็นต้น
2. คุณสมบัติทางกายภาพ เช่น มีความแข็งแรง เหนียว และยืดหยุ่น เป็นต้น
3. คุณสมบัติทางไฟฟ้า เช่น เป็นฉนวนไฟฟ้า เป็นต้น

พลาสติกแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนมากน้อยของธาตุแต่ละชนิด ลักษณะวัสดุคือพลาสติกที่ใช้ผลิตภัณฑ์

วัสดุคือโดยทั่วไปที่นำมาใช้ผลิตมี 3 ลักษณะ ดังนี้

1. ลักษณะเป็นผง (Powder)
2. ลักษณะเป็นเม็ด (Pellet & Granules)
3. ลักษณะเป็นของเหลว (Liquid)

วัสดุคือพลาสติกมีลักษณะรูปร่างที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้เพื่อความเหมาะสมกับกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นๆ ชนิดผงและเม็ดโดยทั่วไปเหมาะสำหรับการผลิตที่ใช้เครื่องจักรที่มีการผลิตเป็นจำนวนมาก ส่วนชนิดเหลวเหมาะสำหรับก่อผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ขนาดเล็ก หรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก หรืออุตสาหกรรมในครอบครัวได้ เช่น การผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อ ผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสและการเคลือบรูป เป็นต้น

ประโยชน์และขอบเขตการใช้งานของพลาสติก

การใช้วัสดุพลาสติกผลิตผลิตภัณฑ์นั้น สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว และสามารถกำหนดพิกัดความเผื่อได้ดี ผิวหน้าของงานที่ผลิตพลาสติกมีผิวเรียบ โดยปกติมักใช้แทนวัสดุโลหะเพราะน้ำหนักเบา ทนต่อความชื้น ทนต่อการกัดกร่อน เป็นฉนวน สามารถทำให้โปร่งใสหรือทำให้มีสีสันทันตามต้องการ ป้องกันการสนั้สะเทือน และสามารถผลิตง่ายกว่าวัสดุโลหะ ในทางการค้าการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกมีมากมายหลายประเภท แต่จะมีความแตกต่างกันด้านคุณสมบัติทางกายภาพ

การใช้พลาสติกก็มีข้อจำกัด เพราะว่าพลาสติกมีความแข็งแรงต้านต่อความร้อนได้น้อย รักษาขนาดสัดส่วนได้ดี และราคาแพง ถ้าเปรียบเทียบกับโลหะ พลาสติกจะอ่อนกว่า การตัดโค้งได้น้อยกว่า เพราะว่าความเปราะของพลาสติกสูงรับน้ำหนักได้น้อยและมีความเปราะที่อุณหภูมิต่ำ

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติพิเศษ สามารถนำไปใช้แทนวัสดุธรรมชาติหรือวัสดุสังเคราะห์อย่างอื่นได้ ดังนั้นในวงการอุตสาหกรรม ปัจจุบันพลาสติกจึงมีส่วนเข้าไปร่วมในผลิตภัณฑ์เกือบทุกอย่าง เช่น

1. อุตสาหกรรมเครื่องใช้ในบ้าน
2. อุตสาหกรรมการบิน
3. อุตสาหกรรมไฟฟ้า
4. อุตสาหกรรมเครื่องมือ
5. อุตสาหกรรมรถยนต์
6. อุตสาหกรรมก่อสร้าง
7. อื่นๆ

ประเภทของพลาสติก

ประเภทของพลาสติกจัดแบ่งอย่างกว้างๆ ได้ 2 ประเภทคือ

1. พลาสติกคงรูปหรือเทอร์โมเซตติง (thermosetting)
2. พลาสติกเปลี่ยนรูปหรือเทอร์โมพลาสติก (thermoplastic)

พลาสติกคงรูป การผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภทนี้เพื่อที่จะให้ได้รูปร่าง

ตามที่ต้องการ ต้องอาศัยความร้อน อาจจะใช้ความดันหรือไม่ใช้ก็ได้ ผลที่ได้ของผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งคงรูปอย่างถาวร กรรมวิธีในตอนแรกจะใช้ความร้อนทำให้อ่อนหรือใช้สารเคมีเฉพาะเติมลงไป และทำให้พลาสติกแข็ง โดยการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเรียกว่า Polymerization พลาสติกชนิดนี้ไม่สามารถทำให้อ่อนหรือหล่อหลอมได้อีก Polymerization เป็นกระบวนการทางเคมี ผลที่ได้จะก่อให้เกิดสารประกอบใหม่ขึ้น ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลมากขึ้นกว่าสารเริ่มต้น กระบวนการที่ใช้พลาสติกประเภทนี้จะรวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ใช้แรงอัดหรือการส่งผ่านแบบแม่พิมพ์ การหล่อหลอม เคลือบผิวและการย้อม

พลาสติกประเภทนี้มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีดีมาก คือ ทนความร้อนที่อุณหภูมิสูงได้ดี ทนต่อการกัดกร่อนต่อสารเคมี เมื่อผ่านการผลิตโดยใช้ความร้อนและแรงอัดแล้ว จะนำกลับไปหลอมละลายอีกไม่ได้ โครงสร้างทางเคมีเปลี่ยนไปและมีโมเลกุลไม่เป็นระเบียบ ซึ่งประกอบด้วยอะตอมของ CHON ที่เกาะกันในลักษณะยุ่ง ไม่มีหลักเกณฑ์ การเกาะกันอย่างนี้ผลทำให้มีเนื้อแข็งทนความร้อนก็ไม่อ่อนตัว ไม่ละลายในสารละลายใดๆ ติดไฟยาก พลาสติกเหล่านี้ได้แก่ อีพอกซี ยูรีเทน ฟีนอลิกและซิลิโคน เป็นต้น

- พลาสติกเปลี่ยนรูป เป็นพลาสติกที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในการหล่อหลอม จะไม่แข็งตัวด้วยแรงอัดและความร้อน แต่จะแข็งรูปในขณะที่ทำให้เย็นตัว และสามารถนำไปหล่อหลอมใช้ใหม่ได้อีกโดยการให้ความร้อน เปรียบเสมือนน้ำเมื่อนำไปเป็นน้ำแข็ง เมื่อถูกความร้อนจะละลายกลายเป็นน้ำอีก และสามารถนำไปทำน้ำแข็งได้อีก พลาสติกประเภทนี้มีโมเลกุลลักษณะยาวเป็นเส้นตรง กล่าวคืออะตอมของธาตุต่างๆ จะเกาะกันในแนวยาว ทำให้มีความเค้นแรงดึงสูง มีความเหนียว เมื่อทำเป็นเส้นด้ายจะไม่ขาดง่าย แต่พลาสติกประเภทนี้ทนอุณหภูมิต่ำไม่ควรใช้งาน ณ อุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส เพราะจะอ่อนตัวมากไม่สามารถรับภาระได้เลย

กรรมวิธีผลิตของพลาสติกเปลี่ยนรูปสามารถผลิตได้โดยการหล่อ การอัดฉีดเข้าแบบแม่พิมพ์ การขึ้นรูปด้วยความร้อน การรีดขึ้นรูปและการเป่าขึ้นรูป เป็นต้น สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด ภาพที่ 9.1 ประกอบ

สารประกอบพลาสติกคงรูป และการใช้ประโยชน์

1. ฟีนอลิก (Phenolics) ยางฟีนอลิก เริ่มแรกได้มีการพัฒนาโดย

Dr. Backeland วิธีการของเขาเป็นหลักการหนึ่งของการผลิตสารประกอบพลาสติก
 คงรูปที่ใช้ในอุตสาหกรรม การสังเคราะห์ยางทาโดยปฏิกิริยาของฟีนอลกับฟอร์มาลดี
 ไฮด์ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรง มีความแข็งแรงทนทาน สามารถขึ้นรูปในแบบ
 แม่พิมพ์ภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ได้ วัสดุชนิดนี้ทนความร้อนและความชื้นได้สูง สามารถ
 ผลิตเป็นสีต่างๆ ได้หลายสี วัสดุชนิดนี้ใช้การเคลือบผิว ปิดผิวผลิตภัณฑ์ใช้เป็นสาร
 ยึดเหนี่ยวโลหะและสามารถหล่อเป็นรูปต่างๆ ตามแบบแม่พิมพ์ เช่น ทาบลิ็กไฟฟ้า
 ฝาขวด ลูกบิดประตู ทีวี และอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิด นอกจากนี้สามารถผลิต
 ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้อีก เช่น ขี้เลื่อย ชันไม้สับ เมื่อใช้กาวนี้เข้าไปผสมสามารถอัด
 พอร์มเป็นแผ่นได้ เป็นต้น

2. อามิโนเรซิน (Amino Resins) ชนิดของอามิโนเรซินที่สำคัญคือ
 ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ และ เมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์ สารประกอบทั้งสองนี้จัดเป็นพลาสติก
 แบบคงรูป ซึ่งแตกต่างกันตามตัวผสม เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติในการใช้งานทางด้าน
 กลไกและไฟฟ้า ลักษณะการไหลตัวที่ดีของเมลามีนทำให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ตาม
 แบบแม่พิมพ์ได้ดี เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ใช้บนโต๊ะอาหาร ส่วนประกอบของรถยนต์ ลูกบิด
 ประตู เครื่องเรือนหลอดไฟฟ้า ส่วนยูเรียเรซินเหมาะสำหรับการอัดและการอัดสิ่งผิว
 แข็งและเป็นฉนวนได้ดี สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีต่างๆ ได้ตามต้องการ ผลิตภัณฑ์
 พลาสติกชนิดนี้จะรวมผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้าน กระจุกมัลเลอร์ เรซินทั้งสองชนิด
 นี้ได้ใช้กันแพร่หลายสำหรับเป็นกาวยึดเหนี่ยวไม้หรือกระดาษ ที่น่าสนใจคือ ช่วย
 เพิ่มความคงทนของผ้าฝ้าย โดยทำให้แห้งและควบคุมการหดตัวของผลิตภัณฑ์ได้ดี

3. โฟแรนเรซิน (Furane Resins) ในกระบวนการผลิตโฟแรนเรซิน
 นี้จะต้องมีการใช้ของเหลือทิ้งจากฟาร์ม เช่น ช้างข้าวโพด ฟางข้าว เปลือกข้าวและ
 เมล็ดฝ้าย ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสารชนิดนี้จะสีที่เข้ม ทนน้ำ และมีคุณสมบัติทางด้าน
 ไฟฟ้าที่ดี โฟแรนเรซินใช้เป็นตัวเชื่อม ตัวทำให้แข็งสำหรับบุยิปซัมและเป็นสารยึด
 เหนี่ยวสำหรับส่วนประกอบของพื้นและผลิตภัณฑ์แกรไฟต์

4. อีพอกไซด์ (Epoxydes) อีพอกไซด์เรซินถูกใช้ในการหล่อ การปะติด
 การทำแบบแม่พิมพ์ อุปกรณ์ไฟฟ้า ส่วนประกอบของสี ใช้เป็นกาว อีพอกไซด์เรซินมี
 คุณสมบัติคือ การหดตัวต่ำ ทนต่อสารเคมีได้ดี มีคุณสมบัติด้านไฟฟ้าดี มีความแข็งแรง
 ทำให้แก้วและโลหะยึดติดกันได้ดี

5. ซิลิโคน (Silicones) ซิลิโคน-เบสโพลีเมอร์ แตกต่างกับวัสดุอื่น
 คือ มีเบสอยู่บนคาร์บอนอะตอมซิลิโคนมีคุณสมบัติเหมาะสมหลายประการ สำหรับกลุ่ม

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เช่น น้ำมัน แก๊ส เรซิน กาว และส่วนประกอบของยาง เป็นต้น คุณสมบัติที่สำคัญของซิลิโคน คือมีความคงทน ทนอุณหภูมิสูงได้ ไม่รวมตัวกับน้ำ ซิลิโคนเรซินอาจใช้ทำแบบแม่พิมพ์สำหรับการปะติดหรือเคลือบผิว ปะเก็น ส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้า ไยแก้วซิลิโคนถ้าทำให้เป็นของเหลวใช้สำหรับการหล่อ และเป็นตัวยึด ถ้าเป็นผงใช้ทำผลิตภัณฑ์โพลีซิลิโคนมีราคาสูงมาก การใช้งานจึงมีขีดจำกัด ต้องใช้ให้มีประโยชน์สูงสุด ซิลิโคนเรซินเข้าสู่กระบวนการต่างๆ โดยใช้แรงอัดหรืออัดส่ง การรีดและการหล่อ

สารประกอบพลาสติกเปลี่ยนรูปและการใช้ประโยชน์

1. เซลลูโลซิก (Cellulosic) เซลลูโลซิก คือพลาสติกเปลี่ยนรูปที่เตรียมจากกรรมวิธีการต่างๆ ของฝ้ายและใยไม้ มีความเหนียวมากและสามารถผลิตให้มีสีต่างๆได้

1.1 เซลลูโลสอะซิเตท (Cellulose acetate) เป็นสักรประกอบที่มีคุณสมบัติเชิงกลแข็งแรงและสามารถทำเป็นรูปแผ่น หรือหล่อให้ได้รับตามต้องการโดยการอัดฉีด การใช้แรงอัด และการอัดรีด ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสารประกอบชนิดนี้ เช่น - ทัพห่อต่างๆ ของเล่นเด็ก ลูกบิดประตู โคมไฟส่งสัญญาณ บนแปรงทาสี ทีวีทึบและนวม เป็นต้น

1.2 เซลลูโลสอะซิเตท-บิวเทเรท (Cellulose acetate butyrate) คล้ายกับเซลลูโลสอะซิเตท สารทั้งสองสามารถผลิตให้มีสีได้ตามต้องการโดยใช้กระบวนการเดียวกัน ทว่าไปเซลลูโลสอะซิเตท-บิวเทเรท มีการดูดซึมความชื้นได้ต่ำ เหนียว มีขนาดคงที่ภายใต้บรรยากาศต่างๆ สามารถอัดรีดขึ้นรูปได้ ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสารประกอบชนิดนี้ เช่น พวงมาลัย ฟุตบอล หมวกกันน็อค ครอบแว่นตา อ่างล้างรูป เข็มขัด อุปกรณ์เครื่องเรือน ฝ้ายาง กระดุม ม้วนเทป ท่อน้ำ ท่อแก๊ส เป็นต้น

1.3 เอทิลเซลลูโลส (Ethyl cellulose) เป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสที่มีความหนาแน่นต่ำสุด ใช้มากในกระบวนการทำแบบแม่พิมพ์เพราะมีความคงทนทนต่อต่าง เป็นต้น

3. โพลีเอทรีน (Polyethylene) วัสดุชนิดนี้มีความยืดหยุ่นทั้งอุณหภูมิห้องและต่ำ คุณสมบัติพิเศษกันน้ำและทนสารเคมีต่างๆได้ดี ทาให้เป็นสีต่างๆ ได้

โพลีเอทิลีนลอยน้ำได้จะมีความหนาแน่นระหว่าง 0.91 ถึง 0.96 พลาสติกชนิดนี้มีราคาถูก กันความชื้นได้ จึงใช้ทำพวกหีบห่อ ถาด สายเคเบิล อุปกรณ์ที่เป็นฉนวนผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ทำจากวัสดุชนิดนี้ทำโดยการอัดฉีด การเป่า การรีดให้เป็นแผ่นฟิล์ม และเป็นเส้น ๆ

4. โพลีโพรพิลีน (Polypropylene) มีคุณสมบัติด้านไฟฟ้าดี กันสะเทือน ทนแรงดึง ทนทานต่อความร้อนและสารเคมี วัสดุนี้ถ้าเป็นโมโนฟีลาเม้นท์ของโพลีโพรพิลีนใช้ทำเชือก ตาข่ายผ้า ผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ทำจากโพลีโพรพิลีนเช่น เครื่องใช้ในโรงพยาบาล และห้องปฏิบัติการ ของเล่น กระเป๋า เครื่องเรือน ฟิล์มสำหรับภาชนะบรรจุอาหาร และฉนวนไฟฟ้า โพลีโพรพิลีนสามารถทำได้โดยกระบวนการต่างๆ ของพลาสติกเปลี่ยนรูปได้ทั้งหมด

5. โพลีซัลโฟนส์ (Polysulfones) วัสดุชนิดนี้มีคุณสมบัติทางกายภาพดี ทนความร้อนขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์โดยวิธีการต่างๆ เช่น การอัดฉีด การรีด การขึ้นรูปด้วยความร้อน การเข้าตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ เช่น เครื่องมือใช้ภายในบ้าน สวิตช์เฟือง และสิ่งอื่นๆ ที่ใช้กับงานที่ทนความร้อน โพลีซัลโฟนส์ที่รีดเป็นแท่ง มีเส้นผ่าศูนย์กลางสูงถึง 10 นิ้ว ใช้ทำเป็นลวดสายและสายเคเบิล สี่ห้าได้ทั้งโปร่งและทึบ

6. พลาสติกเอบีเอส (ABS Plastic) สารเคมี 3 ชนิด คือ acryle nitrile, butadiene และ styrene รวมกันเป็นพลาสติกเอบีเอส ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีความแข็ง ยืดหยุ่นได้และเหนียว ทำให้มีสีต่างๆ ได้และทนความร้อนได้ถึง 220 องศาฟาเรนไฮต์ พลาสติกชนิดนี้ทำได้โดยกระบวนการขึ้นรูปด้วยความร้อน การอัดฉีด การเป่า แบบแม่พิมพ์และการรีด วัสดุชนิดนี้ใช้ทำพวกหีบห่อกล่องถ่ายรูป ส่วนประกอบของโทรศัพท์ เป็นต้น

7. โพลีอิมิด (Polyimide) วัสดุชนิดนี้ ถูกผลิตขึ้นในรูปของของแข็ง (Polymer SP) เป็นฟิล์มหรือสารละลาย สัมประสิทธิ์ของการเสียดทานต่ำ ต้านทานต่อรังสี ตัวอย่างผลิตภัณฑ์พลาสติกชนิดนี้ เช่น ปลอกเบร้ง ห่อ หน้าลิ้นบิดเปิด ชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า ถ้าสารนี้มีลักษณะเป็นฟิล์มจะเหนียวและแข็ง ใช้ทำส่วนที่เป็นฉนวนของลวดใช้ในการเคลือบลวดและฉาบแก้ว

8. ไนลอน (Nylon) มีการใช้แบบแม่พิมพ์และการอัดฉีด ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์เช่น เบร้ง เฟือง ลิ้นเปิดปิด ห่อ ของใช้ในครัว พวกหีบห่อ ผ้าและสายร่มชูชีพ เชือกไต่เขา และขนแปรงทาสี เป็นต้น

9. อคริลิกเรซิน (Acrylic Resin) ยางนี้มีคุณสมบัติเฉพาะคือ มีความใสมากทำขึ้นรูปง่าย ทนต่อความชื้น ยางชนิดนี้ทั่วไปคือ methyl methacrylate ชื่อการค้าที่รู้จักกันดีคือ Lucite ของบริษัท คูบองท์ และ Plexiglas ของบริษัท Rohm & ahaas สารนี้เป็นพลาสติกเปลี่ยนรูปที่สามารถขึ้นรูปได้โดยการหล่อ การรีด และใช้แบบแม่พิมพ์ การดึง ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น หน้าต่างเครื่องบิน ตู้กระจกโชว์ ฝาปิดเครื่องวัด เครื่องสำอาง หน้าจาลองแบบใส เป็นต้น

10. ไวนิล เรซิน (Vinyl Resins) ไวนิล เรซิน ที่รู้จักกันทางการค้าจะรวมถึงโพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride) โพลีไวนิลบิวเทเรท (polyvinyl butyrate) และโพลีไวนิลลิซีน (polyvinylidene chloride) สารประกอบพลาสติกเปลี่ยนรูปชนิดนี้ สามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆได้โดยการอัดฉีด การอัดสัง การรีดและการเป่า ไวนิล เรซินเหมาะสำหรับการเคลือบผิว การตัดโค้ง และทำเป็นแผ่นแข็งได้

10.1 polyvinyl butyrate มีความใสและเหนียว ใช้สำหรับเชื่อมต่อกันทำเสื่อกันฝน เครื่องอุดกระจก ฟิล์มถ่ายภาพ ทนต่อความชื้น ยืดหยุ่นได้ดี คงทนต่อแสง และความร้อน

10.2 polyvinyl chloride ทนต่อตัวทำละลายต่างๆได้สูง และทนไฟ ในทางอุตสาหกรรมใช้ทำพวกผลิตภัณฑ์ยางที่ยืดหยุ่นได้ รวมทั้ง เสื่อกันฝน ภาชนะบรรจุและขวดต่างๆ

11. ไฟเบอร์กลาส (Fiber Glass Reinforce Plastic) หลังจากที่เรารู้จักการค้นพบเทคโนโลยีแบบใหม่ๆ ขึ้นเพื่อมุ่งหวังที่จะพัฒนาวัสดุใหม่ๆโดยมีความแข็งแรงมากกว่าที่เป็นอยู่ และก็เพื่อลดขนาดลง ไฟเบอร์กลาสหรือที่เรียกโดยย่อว่า "FRP" ก็เป็นแนวทางอันใหม่สำหรับวัสดุประเภทนี้ซึ่งประกอบด้วยระหว่างเรซิน (Resin) กับใยแก้ว (Glass Fiber)

ลักษณะภายนอก (Characteristics)

เป็นวัสดุที่มีลักษณะทั่วไป เหมือนพลาสติกธรรมดาแต่มีความแข็งแรงกว่าหลายเท่า สำหรับรูปร่างนั้นสามารถจะทำได้ตามวัสดุประสงค์ตามแต่ผู้ผลิตต้องการ

ขบวนการผลิต (Process)

ไฟเบอร์กลาสโดยปกติแล้วทำขึ้นจากพลาสติกเทอร์โมเซตติง (Thermosetting Plastic) ซึ่งใช้กันอยู่มี 3 ชนิด คือ

- Polyester Resin นิยมใช้กันมากเพราะราคาถูก
- Epoxy Resin เรซินชนิดนี้มีราคาค่อนข้างแพง แต่มีคุณสมบัติทางด้านความแข็งแรงสูง
- Phenolic Resin ไม่ค่อยนิยมใช้กันมากนัก

Polyester Resin ยังแบ่งออกได้อีกเป็น 3 ชนิดคือ

1. Orthophthalic ใช้ในงานทั่วไป
2. Iso-Phthalic ใช้กับงานที่ต้องการให้ทนต่อสภาพอากาศ
3. Bisphenal ใช้กับงานที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี

ใยแก้ว (Glass Fiber)

ใยแก้วที่ใช้กันนั้นจะต้องเป็นใยแก้วที่ทนต่อต่างเป็นอย่างไรดีเนื่องจากสภาพภายในของเรซินจะมีสภาพเป็นด่าง

ใยแก้วที่ใช้กันนั้นแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

1. Roving มีลักษณะเป็นม้วนคล้ายเส้นด้าย มักจะนิยมใช้กับงานจำพวกท่อต่างๆ เช่น ท่อไอเสียรถยนต์ มอเตอร์ไซด์ เป็นต้น

2. Woven Roving มีลักษณะทอเป็นผืน เหมาะกับงานที่ใช้ในระบบอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ที่ต้องการความสะอาด

3. Chopped Stand Mat เป็นเส้นขนาดเล็กๆ ขนาดความยาวเท่าๆ กัน ซึ่งลักษณะนี้นิยมใช้กับการพ่น

ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalist)

ตัวเร่งนี้จะใช้เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยา เพื่อให้เรซินเกิดการแข็ง

ตัว ตัวเร่งในบางครั้งเรียก Promoter อัตราที่ผสมส่วนใหญ่ 3%

สี (Colour Gelcoat)

สีนี้มีลักษณะที่เป็นส่วนผสมที่ผสมลงไปในเรซิน เพื่อให้ชิ้นงานมีสีสรรตามความต้องการ

กรรมวิธีการทำ

กรรมวิธีในทางอุตสาหกรรม แบ่งออกเป็น 6 ลักษณะ คือ

1. Hand Lay-Up
2. Spray Up
3. Filament Winding
4. Pultrusion
5. Hot Or Cold Press
6. Resin TRansfer Moulding

3.5.8 ล้อ

ล้อกับการใช้งาน

ล้อ เป็นส่วนสำคัญที่จะนำตัวผลิตภัณฑ์ เคลื่อนย้ายไปยังที่ต่างๆได้ตามความต้องการ ล้อที่สามารถนำมาใช้ในการประกอบกับตัวผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อใช้งานนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

1. ล้อยางสับลม
2. ล้อยางตัน

ล้อยางสับลม

ลักษณะของล้อชนิดนี้จะเป็นขนาดใหญ่ จะมียาง 2 ชั้น ยางชั้นนอกเป็นตัวที่ทำหน้าที่สัมผัสกับพื้นผิวที่เคลื่อนที่ไป ส่วนยางชั้นในนั้นจะเป็นยางที่สับลมเข้าไปภายในให้เต็มเพื่อรับน้ำหนักของตัวผลิตภัณฑ์

หน้าที่การใช้งาน

ล้อยางสับลมขนาดใหญ่จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของวงล้อใหญ่ ส่วนมากจะนำไปใช้กับงานเข็นที่ต้องรับน้ำหนักมาก และใช้งานบนพื้นที่ๆ ไม่ราบเรียบหรือมีหลุมมีบ่อ หรือในพื้นที่ต่างระดับ เช่นบนท้องถนนหรือฟุตบาททางเดิน ล้อชนิดนี้กับการกระเทือนได้ดี ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ล้อชนิดนี้ เช่น รถจักรยาน รถเข็นขายน้ำ รถเข็นขายอาหาร ฯลฯ ล้อชนิดนี้เหมาะสมกับงานที่มีขนาดใหญ่ และรับน้ำหนักมาก มีการเคลื่อนย้ายบ่อย และเป็นระยะทางไกลๆ

ล้อยางตัน

ล้อชนิดนี้เป็นล้อที่มีขนาดเล็ก จะเป็นล้อที่มีลักษณะตัน ทำด้วยวัสดุประเภทยางหล่อหุ้มแกนหมุน เหมาะสมกับงานที่ต้องรับน้ำหนักไม่มากนัก

หน้าที่การใช้งาน

ล้อยางตันจะเป็นล้อที่ใช้ในงานภายในงานภายในอาคารเป็นส่วนใหญ่ จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็ก ใช้กับพื้นที่ที่มีความราบเรียบ หรือไม่มีหลุมมีบ่อมากนัก ล้อชนิดนี้ทำด้วยวัสดุหลายชนิดที่เหมาะสมกับพื้นผิวหรืองานต่างๆ มากมาย มีความคล่องตัวมากในการเคลื่อนที่และยังมีระบบล้อคล้อยมาให้เคลื่อนที่ได้อีกด้วย ในกรณีที่ต้องการให้หยุดอยู่กับที่เป็นเวลานาน

หน้าที่หลักของล้อ

ในการใช้ล้อกับรถเข็นหนังสือในห้องสมุดที่เหมาะสมนั้น เป็นการช่วยในการเคลื่อนย้ายตัวรถเข็นและหนังสือที่บรรทุก ให้สามารถนำไปเก็บบนชั้นบริการหรือสามารถปฏิบัติงานได้โดยสะดวก ซึ่งในการใช้งานนั้นจะมีการเคลื่อนย้ายบ่อยครั้ง เพราะการจัดเก็บหนังสือแต่ละครั้งจะมีจำนวนหนังสือที่มากพอสมควรจึงต้องมีการขนย้ายหลายครั้งในการปฏิบัติงาน ดังนั้นหน้าที่ของล้อนั้นควรจะมี ดังนี้

- รับน้ำหนักตัวรถเข็นพร้อมด้วยน้ำหนักของหนังสือที่บรรทุก
- สามารถนำพาเคลื่อนที่ได้โดยสะดวก

ข้อพิจารณาในการเลือกใช้ล้อต้องคำนึงถึง

- ความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักได้ดี
- ความคล่องตัวในการเคลื่อนที่
- ความนุ่มนวลในการเดิน
- ความยากง่ายในการติดตั้ง บำรุงรักษา
- อายุการใช้งานที่ยาวนาน
- ความสวยงามและหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด
- ราคาที่เหมาะสม

การพิจารณาเลือกใช้ล้อกับรถเป็นหนังสือภายในห้องสมุดนั้น สามารถพิจารณาเลือกประเภทล้อได้ 2 ประเภท คือ

1. ล้อยางสเปลม
2. ล้อยางตัน

การเลือกใช้จำนวนล้อ

การเลือกใช้จำนวนล้อกับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งานของผลิตภัณฑ์นั้นๆ อาจใช้เป็น 2 ล้อ, 3 ล้อ หรือ 4 ล้อ ซึ่งก็แล้วแต่ว่าลักษณะของการใช้งานจะเหมาะสมเพียงใด

2 ล้อ

- เหมาะกับการใช้งานที่มีขนาดใหญ่ไม่มากนัก การใช้งานเฉพาะที่และมีการเดินในระยะสั้น
- ความสำคัญของการเดินเคลื่อนที่มีน้อยกว่า
- โครงสร้างไม่ต้องการความแข็งแรงมากนักอาจมีการพับเก็บได้สำหรับงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก
- เหมาะกับใช้ในพื้นที่น้อย เช่น รถเข็นเสิร์ฟอาหาร รถเข็นบาร์ เครื่องดื่ม
- การเดินมีการบังคับยาก ขณะเดินคอยประคองตลอดเวลา
- การเดินต้องออกแรงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 ล้อ

- เหมาะสำหรับการบินตัวผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก และต้องการความประหยัดเนื้อที่ในการเก็บ อาจจะมีการพับหรือซ้อนเก็บได้
- มีความคล่องตัวสูง
- รับน้ำหนักได้ไม่มากนัก
- เหมาะสำหรับพื้นที่ขนาดเล็กและมีการเคลื่อนที่แคบและจำกัดเช่นรถเข็นในซูเปอร์มาร์เก็ต รถเข็นเด็กอ่อน

4 ล้อ

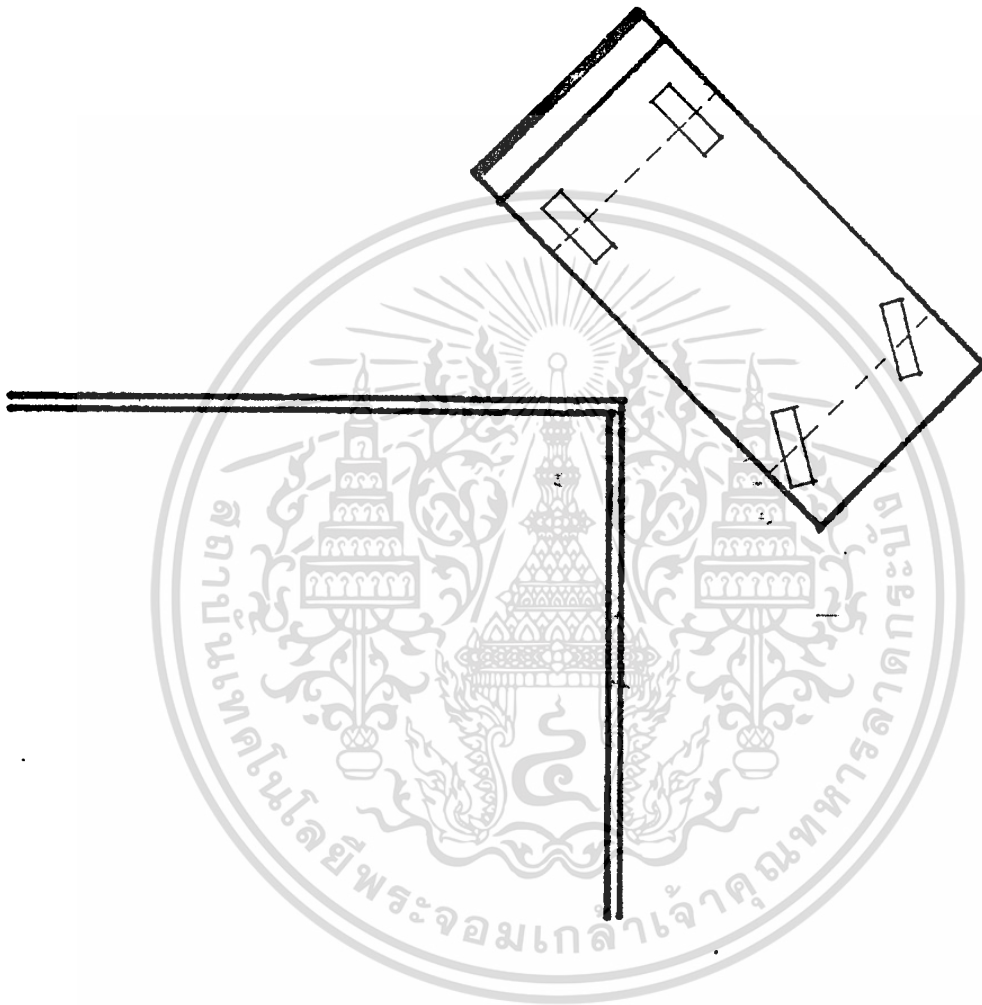
- เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความแข็งแรง และการรับน้ำหนักปานกลาง จนถึงน้ำหนักมาก
- ความคล่องตัวขึ้นอยู่กับชนิดของล้อ และการจัดวางตำแหน่งล้อ
- สามารถรับน้ำหนักและการกระจายน้ำหนักได้ดี มีความสมดุลในการเข็น

ลักษณะการวางตำแหน่งของล้อ-

นอกจากจำนวนล้อและชนิดของล้อแล้ว สิ่งที่จะมีผลต่อการใช้งานของล้อคือ ตำแหน่งของล้อทั้ง 4 การวางตำแหน่งล้อมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเลือกใช้ล้อ เพราะล้อที่ใช้จะมีหลายขนาดหลายรูปแบบ เช่นล้อหมุนได้รอบตัว ล้อแบบติดตายตัว และล้อชนิดที่ล้อคได้ถ้าหากไม่ศึกษาถึงการใช้งานและความเหมาะสมในการใช้งานจริง การออกแบบอาจผิดพลาดทำให้การเคลื่อนย้ายไม่สะดวกและเป็นปัญหาได้ ดังนั้นต้องศึกษาให้เข้าใจถึงหลักการวางตำแหน่งของล้อ ในลักษณะต่างๆ และแรงที่จะใช้ในการบังคับให้เคลื่อนไปข้างหน้า หรือบังคับเลี้ยว การใช้ล้อแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ -

1. ล้อหน้าหมุนได้รอบตัว ล้อหลังติดตาย
2. ล้อหลังหมุนได้รอบตัว ล้อหน้าติดตาย
3. หมุนได้รอบตัวทั้งล้อหน้าและล้อหลัง

1. ล้อหน้าหมุนได้รอบตัว ล้อหลังติดตาย

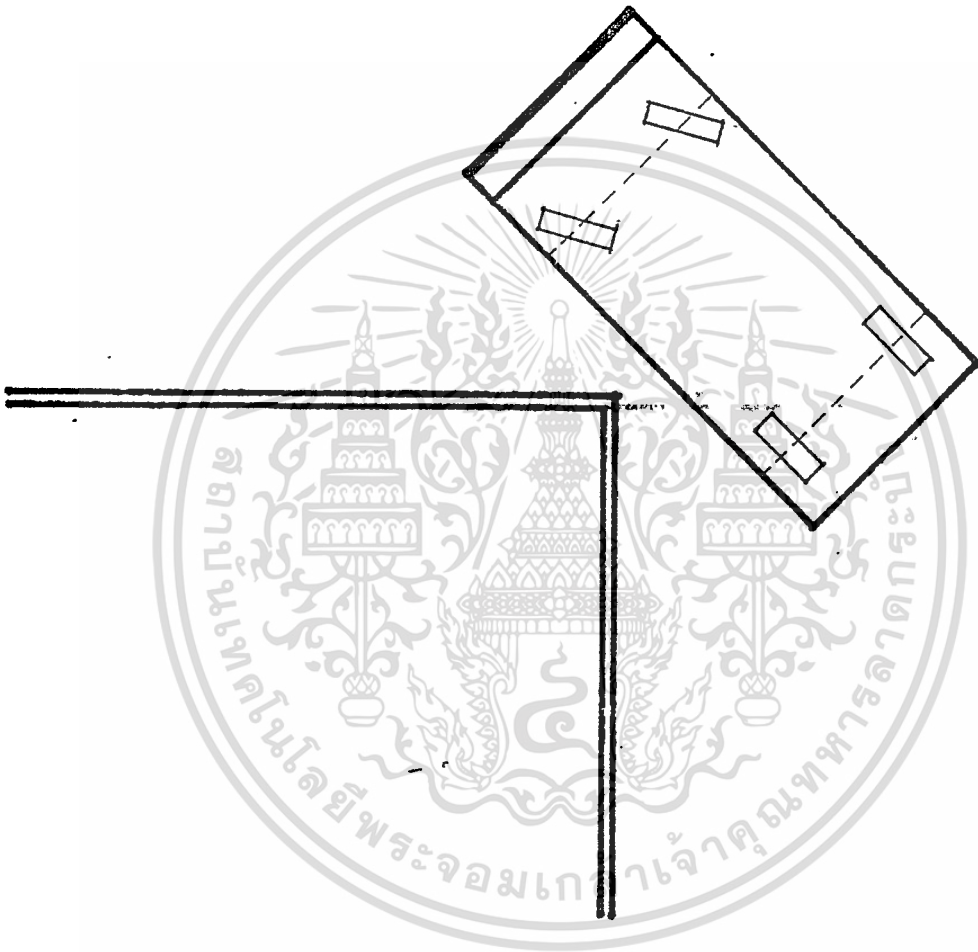


ภาพที่ 3.10 แสดงการวางตำแหน่งล้อแบบที่ 1

ควรใช้ล้อลักษณะนี้ไม่เหมาะสม เพราะผู้ปั่นตั้งอยู่ด้านหลัง แต่จุดหมอนอยู่ด้านหน้า ทำให้การที่จะบังคับรถให้เลี้ยวต้องใช้แรงมากส่งผ่านไปยังล้อหน้า เพื่อบังคับให้รถเลี้ยวซึ่งถ้าขนาดของผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักมากจะทำให้การเลี้ยวลำบากยิ่งขึ้น และการบังคับทิศทางตรงยังไม่ดีนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ล้อหลังหมอนได้รอบตัว ล้อหน้าติดตาย

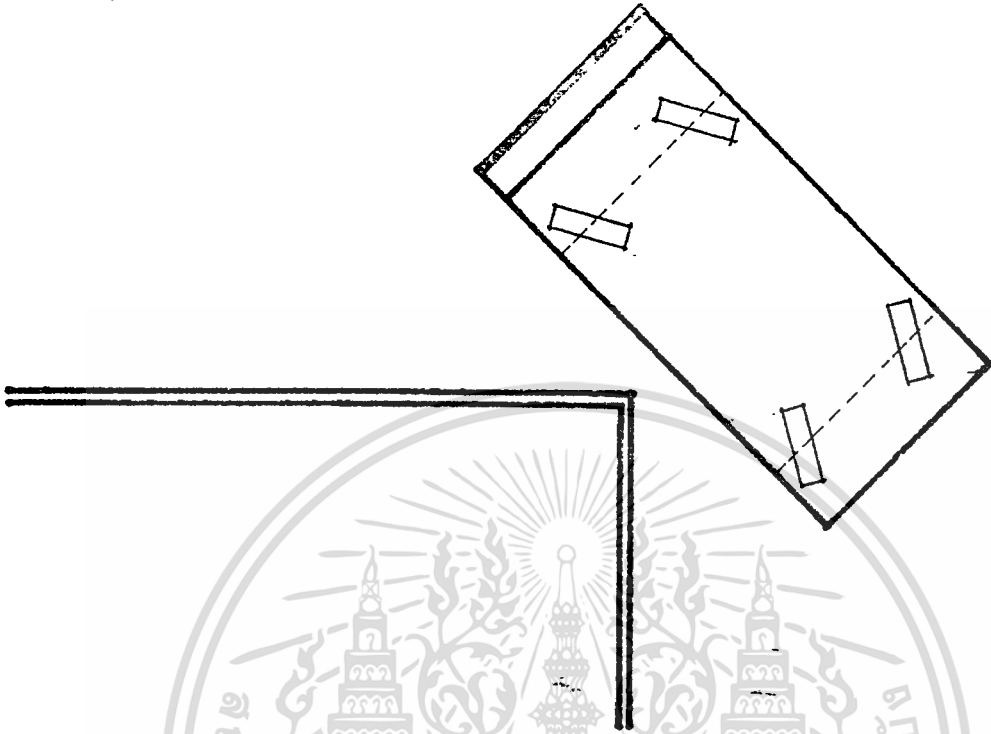


ภาพที่ 3.11 แสดงการวางตำแหน่งล้อแบบที่ 2

การใช้ล้อลักษณะนี้มีความเหมาะสมพอสมควร เพราะผู้ขับขี่สามารถบังคับให้เลี้ยวได้ง่าย เพราะจุดหมอนหรือล้อที่ใช้เลี้ยวอยู่ใกล้ตัวผู้ขับขี่ ทำให้ออกแรงน้อย และเลี้ยวได้สะดวก การบังคับทางตรงทำได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หมุนได้รอบตัวทั้งล้อหน้า และล้อหลัง



ภาพที่ 3.12 แสดงการวางตำแหน่งล้อแบบที่ 3

การใช้ล้อลักษณะนี้มีความคล่องตัวสูงมาก เพราะมีการหมุนได้รอบตัวหมด แต่การบังคับทิศทางนั้นต้องใช้แรงมาก การบังคับทิศทางตรงจะยาก เพราะทกล้อหมุนได้รอบตัวจึงทำให้เกิดแรงที่แยกออกไปจากล้อ จึงต้องบังคับให้ทกล้อตรง เช่นเดียวกับหมด แต่สำหรับการเลี้ยวจะทำได้สะดวกที่สุด เพราะสามารถปรับมุมให้เข้ากับมุมเลี้ยวได้ดี

การพิจารณาการวางตำแหน่งล้อของรถเป็นหนังสือนั้น ควรคำนึงถึง

- ความคล่องตัวในการเดินทางตรง
- ความคล่องตัวในการบังคับเลี้ยว
- ใช้แรงน้อยในการควบคุมการเป็น
- การควบคุมขณะหยุดอยู่กับที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.9 สี (Colour)

จิตวิทยาของสี

นักออกแบบผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องเรียนรู้ทฤษฎีของสีเป็นอย่างดี จึงสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในขั้นปฏิบัติได้อย่างดีและเหมาะสมกับงานนั้นๆ เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า บรรดาสีทั้งหลายที่มีอยู่ในโลกนี้มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับมนุษย์ตั้งแต่เกิดและจำความได้ สีมีอิทธิพลต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก และได้มีนักวิชาการพยายามที่จะวิเคราะห์เรื่องของสีที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกของมนุษย์ในรูปแบบต่างๆ - ดังที่จะกล่าวรายละเอียดในตอนต่อไป

ความหมายของสี

สี หมายถึง ลักษณะความเข้มของแสงสว่างที่ปรากฏต่อสายตา สีมีอิทธิพลต่อจิตใจมนุษย์ สีแต่ละสีให้ความรู้สึกไม่เหมือนกัน ซึ่งบางครั้งทำให้เกิดความรู้สึกสงบ บางทีทำให้เกิดความรู้สึกตื่นเต้นร่าเริง ในการใช้สีให้มีอิทธิพลต่อจิตใจนั้น จำเป็นต้องใช้ให้เหมาะสมกับอิทธิพลของสีแต่ละสีตลอดทั้งเวลาและโอกาส วัฒนธรรมประเพณี สภาพดินฟ้าอากาศและความเป็นอยู่

สมัยนิยมเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่สำคัญก่อให้เกิดรสนิยมในเรื่องสี ซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปตามนิสัยหรือการศึกษา ตัวอย่างชาวชนบทย่อมจะชอบใช้สีสดใส เป็นผลสืบเนื่องมาจากอิทธิพลทางธรรมชาติ ถึงแม้ว่าจะอย่างเดียวกัน เป็นต้นว่าสีจำพวกสีร้อนย่อมจะให้ความรู้สึกที่ก่อให้เกิดพลังวังชา ส่วนสีจำพวกสีเย็นนั้นให้ความรู้สึกสงบ เยือกเย็นและสบายใจ

ประโยชน์ของสี

สีมีประโยชน์ในด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ คือช่วยทำให้เกิดความสวยงาม และป้องกันการกัดกร่อน นอกจากนี้แล้วสีทำให้เกิดความรู้สึกต่างๆ เช่น ขนาดของผลิตภัณฑ์ ทำให้ดูใหญ่ขึ้น หรือเล็กลง น้ำหนักทำให้รู้สึกว่าหนักขึ้นหรือเบาลง ความแข็งแรงทำให้เกิดความรู้สึกว่าแข็งแรงน้อย อุ่นหุมิทำให้รู้สึกว่าร้อนหรือเย็น ความสะอาดทำให้เกิดความรู้สึกว่าสะอาดน่าใช้ ความสง่างามของผลิตภัณฑ์เพื่อดึงดูดความสนใจแก่ลูกค้า เป็นต้น สียังใช้ประโยชน์ในการผลิตสิ่งต่างๆ ได้อีกมากมาย เช่น ผลิตแผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ ภาพโฆษณา การประดิษฐ์อักษร การวาดภาพ

เป็นต้น เพื่อเป็นสื่อความหมายและจิตวิทยา

การใช้สีในผลิตภัณฑ์ มีวิธีการใช้ดังนี้

1. การทาหรือระบาย เช่น สีน้ำ สีน้ำมัน สีพลาสติก สีฝุ่น สีเทียน สีชอล์ก น้ำหมึก เป็นต้น
2. การพ่น เช่น สีน้ำมัน สีพลาสติก เป็นต้น
3. การจุ่ม เช่น สีน้ำมัน สีพลาสติก เป็นต้น
4. การติดหรือปะ มีลักษณะเป็นแผ่นเทปหรือกาวยึดติดอยู่ ใช้ติดหรือปะชิ้นงาน
5. ใช้ขีดวาดหรือเขียน เช่น สีเมจิก สีเคมี น้ำหมึก สีเทียน สีชอล์ก ถ่าน เป็นต้น

ทฤษฎีสี

นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ ไอแซคนิวตัน ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับเรื่องแสงและพบว่าสีของแสงมีทั้งหมด 7 สี คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เหลือง แสด แดง จากนั้นได้ทำการทดลองต่อไปโดยนำสีทั้ง 7 สีมาระบายแบ่งส่วนเท่าๆกัน ในรูปวงกลมแล้วหมุนก็จะเกิดเป็นสีขาว จากการค้นพบทำให้เราทราบว่าสีคือลักษณะความเข้มของคลื่นแสงต่างๆกัน และสีที่เห็นนั้นมีความยาวคลื่นต่างกันด้วย และในปัจจุบันทฤษฎีของสีมีการศึกษาเพิ่มเติม ทำให้เกิดทฤษฎีสีเพิ่มขึ้นตามความเห็นของบุคคลแต่ละกลุ่ม ดังนี้

1. ทฤษฎีสีของนักเคมีได้กำหนดแม่สีไว้ 3 สีด้วยกันคือ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน เมื่อนำสีมาผสมกันจะเกิดสีต่าง ๆ หลายสี

2. ทฤษฎีสีของนักจิตวิทยา นักจิตวิทยาเป็นผู้ที่สนใจเกี่ยวกับพฤติกรรมและความเป็นอยู่ของมนุษย์ ได้กำหนดแม่สีไว้ 4 สีด้วยกัน คือ สีแดง สีเหลือง สีเขียว และสีน้ำเงิน

3. ทฤษฎีสีของนักฟิสิกส์ สนใจสีในแง่ของความเข้มของแสง ได้กำหนดสีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มของแสงไว้ 3 สีคือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน เมื่อนำสีทั้งสามมาผสมกันจะได้สีฟ้า สีบานเย็น และสีขาว

4. ทฤษฎีของศิลปิน หรือทฤษฎีของมันเซล (Munsell) มันเซลเป็นนักศิลปินและเขียนภาพ ได้กำหนดแม่สีไว้ 5 สี คือ สีแดง สีน้ำเงิน สีเหลือง สีเขียว และสีม่วง

นอกจากนี้มันเซล ได้แบ่งสีออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. สีแท้ (Hue) ได้แก่ สีที่ผสมกับสีขาวเพื่อลดความเข้มของแสงมาสู่ตาเราจำนวนหนึ่ง ได้แก่สีทุกสีที่ไม่ได้ผสมกับสีอื่น
2. สีผสมขาว (Tint) ได้แก่ สีที่ผสมกับสีขาวเพื่อลดความเข้มและทำให้สีอ่อนลง
3. สีผสมดำ (Shade) ได้แก่ สีที่ผสมกับสีดำ เพื่อลดความเข้มและเพิ่มน้ำหนักให้แก่สี
4. สีผสมเทา (Tone) ได้แก่ สีที่ผสมสีดำและสีขาวเท่ากัน
5. ความเข้มของสี (Value) ได้แก่ สีอ่อนสีแก่ เช่น สีน้ำเงินเข้ม สีฟ้าอ่อน
6. ความแรงของสี (Chroma) เช่น สีแดงสดมีความแข็งแรงสูง
7. สีตรงข้ามกัน (Complementary) เช่น สีแดงกับสีน้ำเงิน-เขียว
8. สีร้อนสีเย็น (Warm and Cool Colors)

การผสมสี

แม่สีมี 3 สี คือ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน แม่สีนับว่าเป็นสีปฐมภูมิ และไม่สามารถนำเอาสีอื่น ๆ มาผสมให้เกิดเป็นแม่สีทั้งสามนี้ได้ ถ้าเรานำแม่สีมาผสมกันจะได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{แดง} + \text{เหลือง} &= \text{ส้ม} \\ \text{แดง} + \text{น้ำเงิน} &= \text{ม่วง} \\ \text{เหลือง} + \text{น้ำเงิน} &= \text{เขียว} \\ \text{เหลือง} + \text{น้ำเงิน} + \text{แดง} &= \text{สีกลาง} \end{aligned}$$

แม่สีของแสงมี 3 สี คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน เมื่อนำสีทั้งสามมาผสมกันจะได้ดังนี้

$$\text{แดง} + \text{เขียว} = \text{เหลือง}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แดง + น้ำเงิน = บานเย็น
 น้ำเงิน + เขียว = ฟ้า
 น้ำเงิน + เขียว + แดง = ขาว

จากวงล้อของทฤษฎีมันเชลจะสังเกตเห็นลักษณะของสีได้ดังนี้

1. สีใกล้เคียงกลมกลืนกัน สีใกล้เคียงตัดกัน
2. สีอ่อน ได้แก่ สีเหลือง แดง ส้ม ส้มเหลือง ส้มแดง และม่วงแดง
3. สีเย็น ได้แก่ สีน้ำเงิน เขียว ม่วง ม่วงน้ำเงิน เขียวน้ำเงิน และ เขียวเหลือง

นอกจากการผสมสีตามที่กล่าวมาแล้วนั้น เรายังสามารถผสมสีให้ได้สีอื่น ๆ อีกนับไม่ถ้วน โดยการนำสีเหล่านั้นไปผสมกับสีอื่น ๆ และนำไปผสมกับสีขาวหรือดำ เพื่อให้ได้ความเข้มเปลี่ยนไปจะทำให้สีต่าง ๆ เกิดเพิ่มขึ้น

อิทธิพลของสีที่มีผลต่อความรู้สึกของมนุษย์

1. สีแดง เป็นสีแห่งความกล้าหาญ รุนแรง ตื่นเต้น มั่งมี มีอำนาจ ตามหลักสากลถือว่าเป็นสีที่บ่งบอกถึงอันตราย
2. สีเขียว ให้ความรู้สึกสบายเป็นสีแห่งพลังวังชา
3. สีส้ม ให้ความสนุกสนานรื่นเริง
4. สีม่วง ให้ความผิดหวัง เศร้า และแสดงความภาคภูมิใจ
5. สีขาว ให้ความบริสุทธิ์ใหม่ สดใส และให้ความรู้สึกว่าแห้ว
6. สีดำ ให้ความรู้สึกหดหู่และเศร้าใจ เป็นสีแห่งความลึกลับ
7. สีฟ้า ให้ความรู้สึกสงบเสงี่ยม เรียบร้อย
8. สีเทา ให้ความรู้สึกอ่อนโยน เศร้าสงบ
9. สีชมพู ให้ความมีมนวลน่ารัก
10. สีเหลืองอ่อน ให้ความอ่อนเพลียละเหี่ยใจ
11. สีเหลืองแก่ ก่อให้เกิดพลังวังชา ความเป็นหนุ่มเป็นสาวความร่าเริง
12. สีทองอ่อน ก่อให้เกิดรู้สึกเย็น ๆ แต่ตื่นเต้น
13. สีน้ำเงิน ให้ความรู้สึกเย็น ๆ เฉย ๆ สงบ
14. อื่น ๆ

วรรณะของสีมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของมนุษย์ สีอ่อนจะให้

ความรู้สึกที่ตื่นเต้น ก่อให้เกิดพลังวังชา สีเย็นจะให้ความรู้สึกสงบเยือกเย็นและสบายใจ สีอุ่นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้ง่ายกว่าสีเย็น

เทคนิคการใช้สี

1. Colour And Form หากรูปร่างของวัสดุมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลง เช่น กล้อง 4 เหลี่ยม ถ้าต้องการให้มีลักษณะเด่นในด้านความแข็งแรงดูเป็นกล่องที่บดตันหนักและแข็งแรง เราควรเลือกสีมืด ๆ เช่นสีเทาแก่ น้ำเงิน หรือดำ แต่หากเป็นวัตถุที่ไม่มีเหลี่ยมเช่น รูปทรงกลม ถ้าต้องการให้ดูหนักมันคงแข็งแรง เราควรเลือกใช้สีดำ หรือสีน้ำตาลแก่ เป็นต้น

2. Colour And Texture บางครั้งสีกับลักษณะผิว ไม่เรียบของวัตถุที่ทาออกมาก็ให้ความรู้สึกต่อความรู้สึกอารมณ์ที่ต่างกันเช่นวัตถุลักษณะกลมเกลี้ยงเหมือนลูกบิลเลียดกับวัสดุ กลม ผิวขรุขระเหมือนมะกรูด

3. Colour And Material การปรากฏของสีของเนื้อวัสดุเอง ก็ให้ความรู้สึกต่อความคิดของมนุษย์ถึงตัววัสดุนั้น ๆ หากเราผสมสีของอลูมิเนียมแล้วนำไประบายกล่องกระดาษ ก็สามารถให้ความรู้สึกได้ว่า กล่องกระดาษนั้น เป็นกล่องที่ทำจากอลูมิเนียมได้เช่นกัน

3.6 การศึกษาข้อมูลด้านกรรมวิธีการผลิต

การศึกษาข้อมูลทางด้านกรรมวิธีการผลิตนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาศึกษาเฉพาะกรรมวิธีการผลิตที่คาดว่าจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบเท่านั้น

3.6.1 ข้อมูลเกี่ยวกับการติดตั้งท่อโลหะ

การติดตั้งท่อโลหะ คือการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของชิ้นงานโดยที่ไม่เกิดเศษโลหะชิ้นวัสดุทุกชนิดที่ยึดตัวได้ดี จะสามารถเปลี่ยนรูปร่างได้ โดยการดึงอ ความยืดตัวจะสูงขึ้น ถ้าส่วนผสมของคาร์บอนยิ่งน้อยลง เหล็กที่มีส่วนผสมของคาร์บอนต่ำ จะมีความยืดตัวน้อย

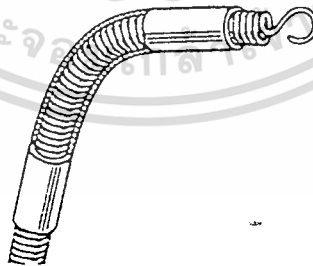
เหล็กทำเครื่องมือที่มีส่วนผสมคาร์บอนต่ำ 1.2 เปอร์เซ็นต์ ติดงอในสภาพที่เย็น เหล็กหล่อที่มีส่วนผสมคาร์บอนต่ำ 3-3.5 เปอร์เซ็นต์ จะหักทันทีที่ติดตั้ง

การตัดท่อ

ท่อที่ทำด้วยเหล็ก ทองแดง ทองเหลือง และโลหะเบาที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางจนถึง 10 ม.ม. และความหนาของผนังอย่างน้อย 1 ม.ม. สามารถตัดได้ในสภาพที่เย็น โดยไม่ต้องบรรจุไส้กลางในการตัดจะไม่เกิดรอยย่น และไม่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่หน้าตัดของท่อ แต่ก่อนตัดเราต้องเผาให้เกิดความร้อนและอ่อนตัวเสียก่อน

ท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเกินกว่า 10 ม.ม. ขึ้นไป ส่วนมากจะถูกสอดไส้ก่อนตัดท่อที่ทำขึ้นโดยการดึงยึด จะถูกเผาให้อ่อนตัวเสียก่อน ชนิดที่ทำด้วยเหล็ก ทองแดง ทองเหลือง ตลอดจนท่อที่ทำด้วยโลหะผสมของโลหะเบาที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 16 ม.ม. เวลาตัดมักใช้ขดลวดสปริงสอด เพื่อป้องกันมิให้ท่อถูกบีบตรงรอยตัด ขดลวดสปริงที่ใช้พื้นด้วยลวดซึ่งหนา 1-1.3 ม.ม. ขนาดของลวดต้องให้เหมาะกับขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ ก่อนบรรจุขดลวดเข้าภายในท่อ ต้องใช้น้ำมันจารบีทาที่ขดลวดก่อน หลังจากควรถัดขดลวดสปริงจะถูกดึงออกโดยการหมุนไปตามทิศทางที่ขด

ท่อตะกั่วหรือท่ออลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสูงถึง 40 ม.ม. สามารถตัดได้ตามขนาดความหนาของผนังท่อในสถานที่เย็นโดยใช้ขดลวดสปริงช่วยในการตัดจะไม่เกิดรอยย่นตรงผิวต่อ



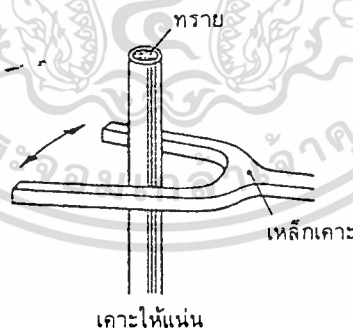
ภาพที่ 3.13 แสดงการตัดโดยใช้สอดขดลวดสปริง

ท่อเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกินกว่า 16 ม.ม. ขึ้นไป จะถูกบรรจุ

ด้วยทรายก่อนการตัด ทรายที่ใช้บรรจุต้องแห้งสนิท และมีเม็ดละเอียดโดยประมาณ 0.5 มม. วัตถุประสงค์ของทรายต้องใช้ไม่ง้ำม หรือตามข้อเคาะตรงส่วนผนังด้านนอก เพื่อป้องกันมิให้เกิดโพรงภายในท่อ การเคาะนี้จะทำให้ทรายอุดอยู่ในท่อจนเต็มแน่น หลังจากนั้นจึงอุดปลายท่อด้วยจุกไม้คอร์ก โดยการบีบปลายท่อเข้าหากัน โดยการเชื่อมหรือใช้ฝาเกลียวปิดสำหรับท่อแก๊ส ท่อที่บรรจุทรายส่วนมากถูกตัดในสภาพที่ร้อน

ถ้าหากใช้ ทรายเปียกชื้นบรรจุ เวลาเผาเกิดความร้อนภายในท่อเกิดความดันของไอน้ำสูงพอที่จะดันเอาฝาที่ปิดอยู่ กระเด็นไปถูกผู้อื่นได้รับอันตรายได้ สำหรับท่อที่มีผนังบางที่ทำด้วยทองแดง อลูมิเนียม ก่อนตัดจะถูกเผาให้อ่อนตัวเสียก่อน ส่วนในของท่อจะถูกทำความสะอาดและบรรจุด้วยโคลโลไฟเนียม ถ้าหากเติมน้ำมันหล่อลื่นลงไป 1-2 เปอร์เซ็นต์จะทำให้มีความเหนียวขึ้นขึ้นตรงปลายท่อต้องปิดเช่นเดียวกับการบรรจุด้วยทราย

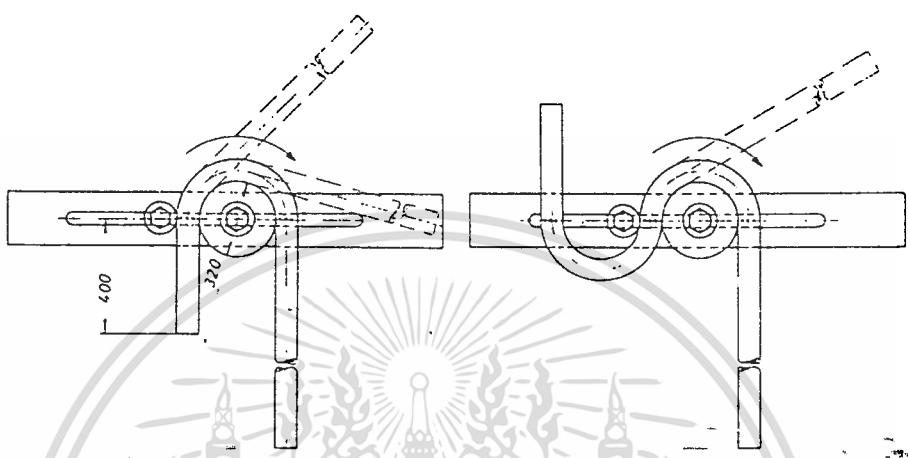
ท่อที่บรรจุด้วยโคลโลไฟเนียมต้องตัดในสภาพที่เย็นเท่านั้น หลังจากการตัดผนังในท่อจะถูกเผาให้ร้อนเล็กน้อยเพื่อให้โคลโลไฟเนียมไหลออกมา ส่วนที่เหลืออยู่ในท่อจะถูกล้างด้วยน้ำมันเบนซิน ในการตัดงอท่อโดยใช้บรรจุด้วยโคลโลไฟเนียมจะได้อายุตัดที่สะอาดเรียบร้อย (หมายเหตุ โคลโลไฟเนียมคือชั้นสนิมซึ่งเป็นส่วนเหลือจากการกลั่นน้ำมันสน)



ภาพที่ 3.14 แสดงการตัดโดยใช้ทรายบรรจุในท่อ

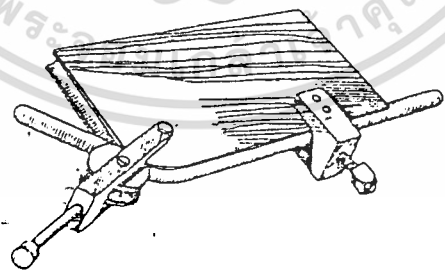
เพื่อป้องกันมิให้ผิวของท่อตอนส่วนโค้งด้านนอกต้องรับแรงดึงมากเกินไปซึ่งอาจทำให้เกิดการแตกปริในขณะตัดท่อ เราจะต้องเลือกใช้รัศมีขอบโค้งให้

เหมาะสมกับขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อและชนิดของวัสดุที่ใช้ทำท่อ ท่อที่ทำด้วยเหล็กอ่อน ทองแดง และทองเหลืองจะมีรัศมีขอบโค้งที่เล็กที่สุด เป็นเท่าหนึ่งหรือเท่าครึ่งถึงสี่เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง ท่อเหล็กที่ใช้งานลวก ๆ จะใช้ตัดตามแบบที่ทำด้วยลวด



ภาพที่ 3.15 แสดงรัศมีขอบโค้งสำหรับท่อที่ได้จากสารตั้งยึด

ท่อโค้งที่จะต้องมึรัศมีโค้งตัด หรือรูปร่างตามที่กำหนดไว้ จะถูกตัดใช้แบบตัดหรือใช้เครื่องตัดท่อตัดได้รูปร่างถูกต้องแค่ไหน จะใช้ตรวจดูได้โดยใช้แผ่นโลหะที่ตัดเป็นรูปโค้งทาบดู



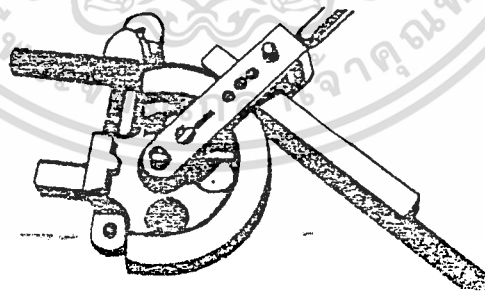
ภาพที่ 3.16 แสดงการตัดท่อโดยใช้แม่แบบตัด

ในขณะที่ตัดท่อ หากผนังส่วนเกินเกิดบวมขึ้นมา อาจแก้ไขได้โดยการใช้ลูกเหล็ก ซึ่งมีขนาดเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อที่ใส่ลงไปนท่อ และดันให้ผ่านส่วนที่บวม สำหรับท่อที่ตรงเราจะใช้แกนกระทุ้งให้ลูกเหล็กผ่านส่วนที่บวม แต่ถ้าหากท่อโค้ง จะต้องใช้ลูกเหล็กที่มีขนาดเล็กกว่าจำนวน 2 ลูกหรือมากกว่านั้น ใส่นกลงไปในท่อแล้วใช้วิธีเขย่า หน้าที่ของลูกเหล็กเล็ก ๆ เหล่านี้จะช่วยกระทุ้งให้ลูกเหล็กที่ใหญ่ผ่านบริเวณที่บวม

เครื่องตัด

สามารถตัดท่อแก๊สที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจนถึง .2 นิ้ว ในสภาพที่เย็นได้โดยไม่ต้องมีการสอดใส่ และท่อที่มีผนังบางก็สามารถตัดได้เช่นกันในการนี้เราใช้แบบตัดที่ทำด้วยไม้หรือเหล็ก

ในการตัดจะใช้แกนซึ่งมีขนาดพอดีกับความกว้างของท่อ และความยาวประมาณ 50 ม.ม. เลื่อนไปมาในท่อ เพื่อใช้กับบริเวณที่จะตัดไว้ไม่ให้ยุบแบนนี้จะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดรอยย่นหรือทำให้ขนาดของท่อเปลี่ยนแปลงไป



ภาพที่ 3.17 แสดงการตัดท่อโดยการใช้อุปกรณ์ตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นผ่าศูนย์กลาง (ม.ม.)	รัศมีส่วนโค้งภายในท่อ (ม.ม.)				
	เหล็ก	ทองแดง	ทองเหลือง	อลูมิเนียม	โลหะผสม
6	5	5	15	10	15
8	10	10	15	15	20
10	10	10	15	20	25
12	15	10	20	20	25
14	15	15	20	25	30
15	15	15	20	30	35
16	15	15	20	30	40
18	20	15	25	35	50
20	20	15	25	40	60
22	25	20	30	45	70
25	25	20	35	60	80
30	30	30	40	75	110
35	45	40	50	90	135
40	60	40	50	105	160

ตารางที่ 3.6 แสดงค่ารัศมีขอบโค้งที่เล็กที่สุดที่จะใช้ในการตัดท่อ

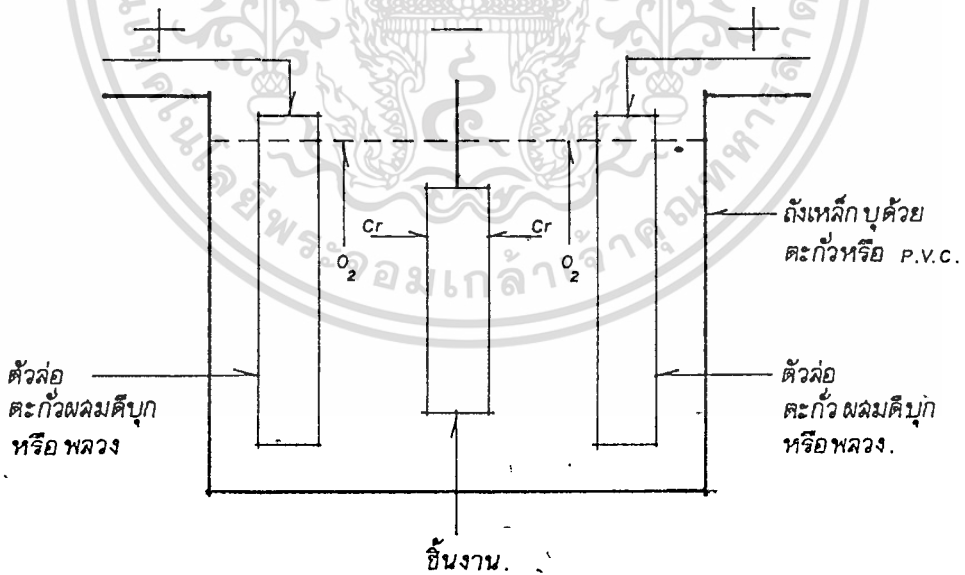
(หมายเหตุ : สำหรับท่อที่มีผนังบางกว่า 1 ม.ม. จะต้องเลือกใช้ค่าถัดไป ค่าที่กำหนดไว้ในตารางจะบอกถึงรัศมีส่วนโค้งภายในท่อ)

3.6.2 การชุบโครเมียม

โครเมียมเป็นโลหะที่มีสีขาวนวล สุกใส ไม่ขุ่นมัว ไม่ต้องขัดถูบ่อย ๆ มีความผิวดำ แข็ง มีจุดหลอมตัวสูงที่ 1615 องศาเซลเซียส สัมผัสด้วย Cr เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี และไม่เป็นสนิม ประโยชน์ของโครเมียมคือนำไปผสมกับโลหะอื่น ๆ ในอุตสาหกรรมหล่อหลอมโลหะ และใช้ชุบเคลือบบนผิวโลหะอื่น เพื่อป้องกันไม่ให้โลหะนั้น ๆ เกิดสนิมและขุ่นมัว ฯลฯ การชุบเคลือบผิวบนโลหะชนิดอื่น โครเมียมในปัจจุบัน แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

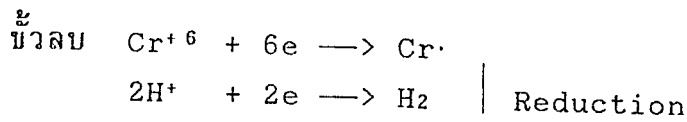
1. การชุบโครเมียมชนิดบางหรือชุบเพื่อความสวยงาม (Decorative chromium) การชุบชนิดนี้มีจุดมุ่งหมายป้องกันไม่ให้โลหะอื่นเป็นสนิม และให้ความสวยงาม ทนต่อการเสียดสี และทนต่อการถูกร่อน การชุบเคลือบในลักษณะนี้มักจะชุบโครเมียมค่อนข้างบางมาก โดยหนาประมาณ 0.00001 นิ้ว หรือ 0.25 ไมครอน ถึง 0.8 ไมครอน

2. การชุบโครเมียมชนิดหนา ซึ่งเรียกว่า Hard Chromium หรือ Hard Chrome การชุบชนิดนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความหนาในผิวของโลหะนั้น ๆ เช่น ชิ้นส่วนของเครื่องมือเครื่องจักรที่สึกหรอไปเพราะการใช้งาน ถ้านำมาชุบโครเมียมให้หนาขึ้นแล้วนำไปเจียรไน ก็จะสามารถนำไปใช้งานได้ดีเหมือนเดิม หรือมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผิวโลหะนั้น ๆ มีความแข็งแกร่งทนต่อความร้อน ทนต่อการเสียดสี มีความผิวดำ เช่น ก้านไฮดรอลิค เป็นต้น การชุบเคลือบในลักษณะนี้ต้องใช้เวลาชุกด้วยเหตุที่ชุกนานจึงได้โลหะโครเมียมหนา และแข็งแกร่งมาก ปรกติแล้วมักจะชุบกันที่ความหนาตั้งแต่ 0.001 นิ้ว ขึ้นไป และโดยมากชุบโครเมียมโดยตรงบนเหล็ก การชุบโครเมียมหนบบนโลหะอื่นที่ไม่ใช่เหล็กมักไม่ค่อยทำกัน

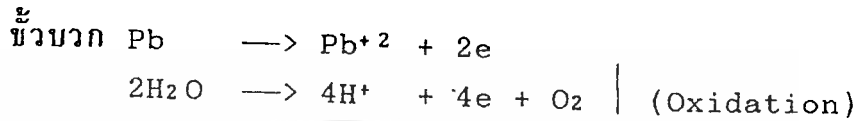


ภาพที่ 3:18 แสดงปฏิกิริยาในการชุบโครเมียม

ปฏิกิริยาที่ขั้วลบ (Cathode Reaction)



ปฏิกิริยาที่ขั้วบวก (Anode Reaction)



ตัวล่อโครเมียม (Anode)

ตัวล่อโครเมียมใช้โลหะผสมระหว่างตะกั่วกับดีบุก หรือโลหะผสมระหว่างตะกั่วกับพลวง ถ้าเป็นตะกั่วผสมดีบุกก็จะใช้สัดส่วน ตะกั่ว 93% ดีบุก 7% หรือถ้าหากใช้ตะกั่วผสมพลวงก็จะใช้อัตราส่วนผสมตะกั่ว 92% พลวง 8% ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด

ถังชุบโครเมียม

ถังชุบโครเมียม ทำด้วยเหล็ก แล้วบุภายในด้วยตะกั่วหรือวัสดุทนกรดชนิดอื่น เช่น A.P.A. หรือ P.V.C. มีราวทองแดงวางที่ปากถังจำนวน 3 ราว ตรงกลางเป็นราวแขวนชิ้นงานที่ชุบอีก 2 ราว เป็นราวสำหรับแขวนตัวล่อ และติดตั้งเครื่องให้ความร้อนด้วยไฟฟ้าไว้ภายในเพื่อให้ความร้อนแก่น้ำยาในขณะชุบ

น้ำยาชุบโครเมียมแบบธรรมดา

ใช้ส่วนผสมของกรดโครมิก (CrO_3) กับกรดกำมะถัน (H_2SO_4) เป็นอัตราส่วน 100 : 1 เสมอ

ส่วนผสมของน้ำยา

กรดโครมิก (CrO_3)	250	กรัม/ลิตร
กรดกำมะถัน (H_2SO_4)	2.5	"
อุณหภูมิ	45.°C.	

ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า 100-140 แอมแปร์/ตารางฟุต
 เวลาชุบประมาณ 2-5 นาที
 ได้รับความหนาประมาณ 0.00001 นิ้ว
 ตัวล่อใช้ตะกั่ว

หมายเหตุ : เวลาผสมน้ำยากรัม/ลิตร หมายถึงสารเคมีที่กำหนดรวมกับน้ำแล้วอยู่ในปริมาตร 1 ลิตร.

ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า 100-140 แอมแปร์/ตารางฟุต หมายถึงชิ้นงานที่ชุบมีเนื้อที่ประมาณ 1 ตารางฟุต เวลาชุบใช้กระแสไฟฟ้า 100 ถึง 140 แอมแปร์

การผสมน้ำยาชุบโครเมียม

1. ใส่น้ำกลั่นลงไปจนถึงประมาณ $\frac{2}{3}$ ของถังและให้ความร้อนประมาณ 55 องศาเซลเซียส
2. เติมกรดโครมิกลงไปและกวนให้กรดโครมิกละลายจนหมด
3. เติมกรดกำมะถัน กวนให้เข้ากันดี เวลาเติมกรดกำมะถันต้องค่อย ๆ เททีละน้อย
4. แขนตัวล่อในถังชุบ แล้วปรับน้ำยาให้ได้ระดับ คือระดับน้ำยาควรต่ำกว่าปากถังประมาณ 10 ซม. เป็นอย่างน้อย
5. ทาดีมีม คือนำแผ่นเหล็กลงแขนแล้วเปิดไฟฟ้าประมาณ 20 แอมป์/ตารางเดซิเมตร ทิ้งไว้ 2-3 ชั่วโมง
6. เติมตัวยากำจัดไฮโดรเมียม มีนีส 0.5 กรัม/ลิตร
7. น้ำยาชุบโครเมียมพร้อมที่จะใช้งานได้

การเตรียมตัวล่อใหม่ ตัวล่อใหม่ก่อนจะใช้งานจำเป็นต้องเตรียมการใช้งานก่อนโดยการเอาแผ่นเหล็กแขนในถังชุบแล้วเปิดกระแสไฟฟ้าให้สูง ทิ้งไว้ประมาณหนึ่งชั่วโมง จนแผ่นตัวล่อเป็นสีน้ำตาลเข้ม จึงจะใช้งานได้ แผ่นตัวล่อควรนำออกทำความสะอาดทุก ๆ สัปดาห์ และก่อนจะใช้จะต้องเตรียมการใช้งานก่อนทุกครั้ง เนื้อที่ของตัวล่อควรมากกว่าเนื้อที่ของชิ้นงานที่จะทำการชุบ 25%

การควบคุมน้ำยาชุบโครเมียม

เนื่องจากตัวล่อเราไม่ได้ใช้โลหะโครเมียม ดังนั้นจำนวนโลหะโครเมียมในน้ำยาชุบจึงน้อยลงเรื่อย ๆ การควบคุมน้ำยาชุบโครเมียมอย่างง่าย ๆ กระทำได้โดยเติมกรดโครมิกลงไป 70 กรัม/การทำงาน 1000 แอมป์-ชั่วโมง ถ้าไม่เติมกรดโครมิกลงไป จำนวนซิลเฟตในน้ำยาจะลดน้อยลง ทำให้เกิดจุดต่าง ๆ สีสน้ำตาลบนชิ้นงาน ถ้าเกิดปฏิกิริยาเช่นนี้ขึ้น จะต้องเติมกรดซิลฟริกลงไปเล็กน้อย แต่ถ้าเติมมากเกินไปกำลังการเคลือบผิวจะลดลง ซึ่งแก้ไขโดยเพิ่มโวลท์ให้สูงขึ้นหรืออาจแก้ไขโดยการเติมแบเรียมไฮดรอกไซด์ในอัตรา 1.4 กรัม/ลิตร ลงไปในน้ำยา โดยการละลายจำนวนแบเรียมดังกล่าวในน้ำร้อนเสียก่อน เมื่อเติมแล้วต้องกวนให้เข้ากันดี หลังจากนั้นสัก 2 ชั่วโมง แบเรียมไฮดรอกไซด์จะรวมตัวกับกรดซิลฟริก กลายเป็นแบเรียมซิลเฟตตกตะกอนอยู่นิ่งๆ และเริ่มทำการชุบต่อไปได้ ถ้าผลการชุบยังไม่ดีพอ ต้องเติมแบเรียมไฮดรอกไซด์ และทำเหมือนเดิมอีกจนผลการชุบเป็นที่พอใจ

การตรวจรักษาตัวล่อ (ขั้วบวก)

ที่ผิวของน้ำยาจะกัดแผ่นตะกั่ว เราจะเห็นได้จากแผ่นตะกั่ว (ตัวล่อ) จะหนาเฉพาะส่วนที่อยู่เหนือน้ำยา ดังนั้นจึงควรรักษาระดับน้ำยาให้ได้ระดับอยู่เสมอ การชุบโครเมียมผิวหน้าของขั้วบวกที่เริ่มใช้ใหม่ ควรชุบโดยใช้ไฟที่มีโวลท์สูง ๆ กระทำเช่นนี้ประมาณหนึ่งชั่วโมง เพื่อให้ขั้วบวกเป็นสีน้ำตาลและใช้การได้ดี ถ้าขั้วบวกไม่ดีเนื่องมาจากกระแสไฟเดินไม่สะดวก ขั้วบวกจะไม่ทำงาน สังเกตได้โดยผิวจะเป็นสีเหลือง ซึ่งเป็นสีของตะกั่วโครเมต จะต้องแก้ไขโดยใช้แปรงถู่ผิวสีเหลืองๆ นั้นออก แล้วทำการเตรียมผิวหน้าของตัวล่อใหม่ จนกว่าจะได้สีเป็นสีน้ำตาลดังกล่าวมาแล้ว

ตัวล่อกำจัดไอพิษโครเมียม ตัวล่อกำจัดไอนี้เป็นชนิดที่เมื่อใส่ลงไปลงในน้ำยาชุบโครเมียมจะแตกตัวเป็นฟิล์มลอยอยู่บนผิวน้ำยาโครเมียม เวลาชุบจะป้องกันไม่ให้ไอพิษลอยออกมาได้ เป็นการป้องกันอันตรายแก่ผู้ชุบได้ดีมาก

การขุบร่องพื้นก่อนชุบโครเมียม

เนื่องจากโครเมียมเป็นโลหะที่แข็งมาก ดังนั้นจึงเปราะมาก และเนื่องจากแรงเค้นแรงเครียดรวมทั้งการออกไปของแก๊สไฮโดรเจนที่พลอยผสมอยู่ในโลหะ

โครเมียมในขณะที่ไปเกาะชั้นงาน ทำให้ผิวโลหะโครเมียมที่ได้จากการชุบมีลักษณะแตกร้าว หรือเป็นรูพรุน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาของโครเมียมที่ไม่มีรอยแตกร้าว แต่จะมีรูพรุนอยู่โดยทั่วไป หากความหนาของโครเมียมมากกว่า 0.02 มิล ขึ้นไป จะไม่ปรากฏรูพรุนแต่จะมีรอยแตกร้าวอยู่โดยทั่วไป ด้วยเหตุที่มีรูพรุนเมื่อเวลาชุบบางนี้เอง จึงเป็นเหตุให้โครเมียมป้องกันสนิมได้ได้เต็มที่ ถ้าเราชุบโครเมียมบางๆ โดยตรงบนเหล็กสนิมจะเริ่มเกิดในรูพรุนก่อนแล้วต่อมามันก็จะเริ่มแผ่ขยายกว้างออกไปได้ผิวโครเมียม และในที่สุดสนิมก็จะยกแผ่นโครเมียมทั้งแผ่นออกทำให้โครเมียมป้องกันสนิมไม่ได้ เพื่อแก้จุดอ่อนในเรื่องนี้ ในการชุบโครเมียมบาง จึงมักจะรองพื้นด้วยทองแดง และนิกเกิลเสียก่อน การทำดังนี้มีส่วนดีกว่าชุบโครเมียมโดยตรงบนเหล็กหรือโลหะอื่น ๆ คือ

1. รองพื้นชั้นงานด้วยทองแดงก่อนชุบนิกเกิล เพื่อให้การเกาะจับที่แน่น ยกตัวอย่างเช่น ชั้นงานที่เป็นเหล็ก เหล็กหล่อ โลหะผสม ฯลฯ ทองแดงจะจับได้แน่น

2. รองพื้นด้วยนิกเกิล ก่อนชุบโครเมียม นิกเกิลจะช่วยเป็นตัวประสานยึดเหนี่ยวระหว่างทองแดงกับโครเมียมได้เป็นอย่างดี ประการสำคัญนิกเกิลจะเป็นตัวช่วยป้องกันไม่ให้สนิมซึมผ่านไปเกาะกินเหล็กได้ นิกเกิลเป็นโลหะไม่เกิดสนิมเช่นเดียวกับโครเมียม มีสีสีกาเสเงางามเช่นเดียวกับโครเมียม แต่สีสีกาเสเงางามของนิกเกิลมีโอกาสขุ่นมัวได้ ดังนั้นจึงต้องอาศัยโครเมียมเคลือบชั้นบนนิกเกิลอีกทีหนึ่ง เพื่อว่าชั้นงานนั้น ๆ จะได้มีความสุกใสอยู่ได้นาน

การรองพื้นด้วยนิกเกิลอย่างน้อยที่สุดควรจะหนาประมาณ 0.0006 นิ้ว (0.6 มิล) หรือ 0.015 ม.ม. สำหรับงานที่ทัวด้วยเหล็กต้องใช้งานกลางแจ้งอย่างน้อย ๆ นิกเกิลควรหนา 0.001 นิ้ว (1 มิล) หรือ 1.025 ม.ม. ถ้าเป็นน้ำยาชุบนิกเกิลชนิดด้าน ความหนาของนิกเกิลควรเผื่อไว้เป็นพิเศษอีก 20 ถึง 25% สำหรับการสูญเสียไปเนื่องจากการขัดเงา แต่ถ้าเป็นน้ำยาชุบนิกเกิลชนิดเงาก็ไม่จำเป็นต้องเผื่อไว้

น้ำยาชุบโครเมียม UNICHROME CR-110

น้ำยาชุบโครเมียม ยูนิโครม CR-110 เป็นน้ำยาชุบโครเมียมสำเร็จรูปของบริษัท M & T อเมริกา สามารถใช้กับชุบโครเมียมเงาธรรมดาและใช้ชุบฮาร์ดโครมได้ด้วย ยูนิโครม CR-110 นี้ได้ถูกปรับปรุงให้ดีขึ้นโดยใช้ความเข้มข้น

ของน้ำยาตัวเร่ง และมีตัวเร่ง (Catalyst) ผสมอยู่อย่างได้สัดส่วนที่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อัตราส่วนของกรดโครมิกในน้ำยาตัวเร่งจะอยู่ประมาณ 180-300 กรัม/ลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำยาชุบโครเมียมแบบธรรมดาแล้วยูนิโครม CR-110 ใช้กระแสไฟฟ้าได้สูงกว่า และมีช่วงความเงาที่มากกว่า และชุบได้เร็วกว่า ซึ่งหมายถึงการเกาะจับที่เร็วกว่า และระหว่างชุบโครเมียมนั้นถึงแม้เกิดการขัดข้องทางเดินของกระแสไฟฟ้า คือกระแสหยุดชะงัก หมายถึงการเดินของกระแสไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ ก็ไม่เป็นปัญหาต่อการชุบโครเมียมด้วย ยูนิโครม CR-110 แต่ถ้าหากชุบโครเมียมด้วยน้ำยาแบบธรรมดาแล้ว ถ้าหากกระแสไฟฟ้าขัดข้องระหว่างเวลาชุบโครเมียมแล้วจะทำให้ผิวโครเมียมเป็นสีเทาขุ่น แต่น้ำยา ยูนิโครม CR-110 ถึงแม้กระแสจะหยุดชะงักแล้วชุบใหม่ ผิวโครเมียมก็เงาเหมือนเดิม และเรียบ ทนทาน ต่อสนิม และผิวที่ได้แข็ง และชุบเข้าซอกลึก ๆ ของชิ้นงานได้ดี

ถังน้ำยา ทำด้วยเหล็กบุ P.V.C. (Polyvinyl Chloride) หรือถังเหล็กบุตะกั่ว
ตัวล่อ เป็นตะกั่วผสมดีบุก

การผสมน้ำยา ยูนิโครม CR-110

1. ใส่น้ำลงในถังประมาณ 2/3 ของถัง
2. ค่อย ๆ ใส่น้ำยา ยูนิโครม CR-110 ทีละน้อย พร้อมกับกวนน้ำยาตลอดเวลา เพื่อให้ตัวยาละลายเข้ากัน และเพื่อให้น้ำยาเข้ากันดี ต้องกวนน้ำยาประมาณ 1 ชั่วโมง
3. เอาตัวล่อ (Anode) ลงแขวนในถังให้ความร้อน 43 องศาเซนเซียส แล้วใช้แผ่นเหล็กลงแขวน (ดีมี) เปิดไฟฟ้าประมาณ 6 โวลต์ ทิ้งไว้ประมาณ 2-3 ชั่วโมง หลังจากทำดีมีแล้วน้ำยาก็พร้อมใช้งานได้

ส่วนผสมของน้ำยา

ยูนิโครม CR-110	240 กรัม/ลิตร
ความหนาแน่น	21 องศาโบเม
อุณหภูมิ	43 องศาเซนเซียส
ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า	3.9-93 แอมป์/ตารางเดซิเมตร

ยูนิโครม CR-110 ชุบบนสแตนเลสโดยตรง ใช้ความเข้มข้นของน้ำยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18 โบเม่ โดยใช้ส่วนผสมของ ยูนิโครม CR-110 228 กรัม/ลิตร อุณหภูมิประมาณ 49-54 องศาเซนเซียส

ขั้นตอนในการชุบโครเมียม

การชุบโครเมียมเหล็ก

- ขัดชิ้นงานให้เรียบ
- ล้างชิ้นงานด้วยไตรคลอโรเอทที่ลีนหรือต้มชิ้นงานในน้ำยา
- ล้างด้วยไฟฟ้า ใช้งานเป็นขั้วบวก
- ล้างน้ำสะอาด
- จุ่มกรดกำมะถัน 10% โดยน้ำหนักหรือจุ่มกรดเกลือ 10-30% โดยปริมาตร
- ล้างน้ำสะอาด
- ชุบนิเกิลเงินเงา หรือชุบทองแดงดำงา->ทองแดงเงา
- ล้างน้ำสะอาด
- ชุบนิเกิลเงา
- ล้างน้ำสะอาด
- ชุบโครเมียม
- จุ่มถึง Drag out
- ทำให้เป็นกลางโดยจุ่มในด่างอ่อน ๆ
- ล้างน้ำสะอาด
- อบแห้ง

หมายเหตุ : ถึง Drag out เป็นถึงน้ำบริสุทธิ์ ใช้เก็บน้ำยาที่ติดมากับชิ้นงานและสามารถเทน้ำยานี้กลับไปยังถังโครเมียมได้อีก

การชุบโครเมียมบนทองแดง-ทองเหลือง

- ขัดชิ้นงานให้เรียบ
- ล้างชิ้นงานด้วยไตรคลอโรเอทที่ลีน หรือน้ำยาล้างแบบต่าง
- ล้างด้วยไฟฟ้า ชิ้นงานเป็นขั้วลบ
- ล้างน้ำสะอาด
- ชุบนิเกิลเงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ล้างน้ำสะอาด
- ชุบโครเมียม
- จุ่มถึง Drag out
- ทำให้เป็นกลางโดยจุ่มในด่างอ่อน ๆ
- ล้างน้ำสะอาด
- อบแห้ง

การชุบโครเมียมบนสังกะสีหล่อ (Zinc Die Casting)

- ขัดชิ้นงานให้เรียบ
- ล้างชิ้นงานด้วยไตรคลอโรเอทที่ลีนหรือต้มในน้ำยา
- ล้างชิ้นงานด้วยวิธีใช้ไฟฟ้า
- ล้างน้ำสะอาด
- จุ่มกรดเกลือ 2.5% หรือจุ่มกรดกำมะถัน 0.5% จนกระทั่งมีฟองแก๊สเกิดขึ้น
- ล้างน้ำสะอาด
- ชุบทองแดงต่าง
- ล้างน้ำสะอาด
- จุ่มกรดกำมะถัน 10%
- ล้างด้วยน้ำสะอาด
- ชุบนิเกิลเงา
- ล้างน้ำสะอาด
- ชุบโครเมียม
- จุ่มถึง Drag out
- ทำให้เป็นกลางโดยจุ่มในด่างอ่อน ๆ
- ล้างน้ำสะอาด
- อบแห้ง

การชุบโครเมียมอะลูมิเนียม โดยใช้ Bondal dip

- ล้างชิ้นงานด้วยไตรคลอโรเอทที่ลีนหรือต้มในน้ำยา
- ล้างด้วยไฟฟ้าชิ้นงานเป็นขั้วลบ 1-3 นาที
- ล้างน้ำสะอาด
- จุ่มกรดดินประสิว 50% โดยปริมาตร 0.5-1.5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ล้างน้ำสะอาด
- ชบนิเกิลเงา
- ล้างน้ำสะอาด
- ชบโครเมียม
- จุ่มถึง Drag out
- ทำให้เป็นกลาง
- อบแห้ง

การชุบโครเมียมอะลูมิเนียม โดยใช้ Zincate dip

1. ล้างไขมัน
2. ล้างน้ำสะอาด
3. จุ่มกรดดินประสิว 50% โดยปริมาตร (500 ม.ล./ลิตร)
4. ล้างน้ำสะอาด
5. จุ่มน้ำยา Zincate dip 3 นาที

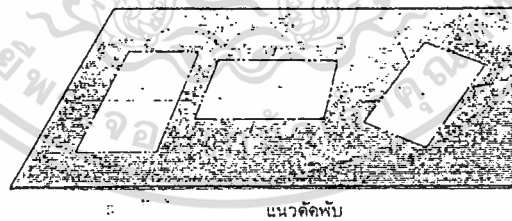
ส่วนผสมของ Zincate	
- ซิงออกไซด์ (ZnO)	100 กรัม
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	500 กรัม
- น้ำจืด	1 ลิตร
6. ล้างน้ำสะอาด
7. จุ่มกรดดินประสิว 50%
8. ล้างน้ำสะอาด
9. จุ่มน้ำยา Zincate Dip
10. ล้างน้ำ
11. ชบนิเกิล
12. ล้างน้ำ
13. ชบโครเมียม
14. ล้างน้ำสะอาด(7)

(7) อนันต์ ทองมอญ ชุบโครเมียม-ชุบทอง. เรือนแก้วการพิมพ์ 2527 : หน้า 115-141

3.6.3 งานโลหะแผ่น งานคัต งานพับ และการทำตะเข็บ

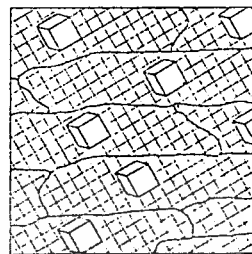
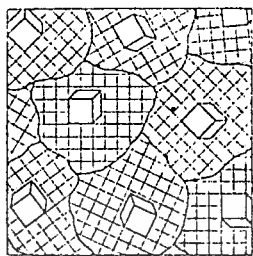
งานโลหะแผ่น ในโรงงานอุตสาหกรรม และสถานประกอบการจะมีการทำงานเกี่ยวกับโลหะแผ่นด้วยการตัดเป็นส่วนใหญ่ โลหะแผ่นที่ได้จากการรีดเป็นวัสดุ กึ่งสำเร็จรูป จะมีคุณสมบัติพิเศษที่ควรพิจารณา คือ อิทธิพลของทิศทางการรีด ในขณะที่รีดเย็น โลหะแผ่นจะมีเม็ดเกรนเรียงตัวไปในทิศทางเดียวกัน รูปที่ 3.19 3.20 และ 3.21 ในการเปรียบเทียบ จากการทดสอบตามภาพที่ 3.22 โดยการตัดเอาโลหะแผ่น 4 เหลี่ยมมุมฉาก (ดูภาพที่ 3.19 ประกอบ) แล้วนำไปตัดกลับไป กลับมาบนปากกา (ดูภาพที่ 3.22) โลหะแผ่นหมายเลข 2 จะทนต่อการตัดกลับไป กลับมาได้มากกว่า

สรุป ในการตัดโลหะแผ่น จะต้องให้แนวตั้งฉากกับทิศทางรีดเสมอ ถ้า หากต้องการตัดโลหะแผ่นหลาย ๆ ทิศทางก็จะต้องให้ขอบที่จะตัดทาบมุมเอียงกับทิศทางตัด



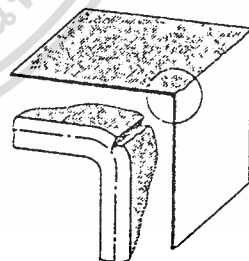
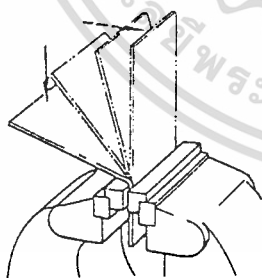
ภาพที่ 3.19 การพิจารณาทิศทางรีดของโลหะแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.20 โลหะที่ไม่ได้ขึ้นรูปทางกล จะมีทิศทางการเรียงตัวของโครงสร้างสัเหลี่ยมอะตอมไปคนละทาง

ภาพที่ 3.21 โลหะที่ถูกรีดจะทำให้มีทิศทางการเรียงตัวของโครงสร้างสัเหลี่ยมอะตอมของแต่ละผลึกเม็ดเกร็นไปในแนวเดียวกัน



ภาพที่ 3.22 การทดสอบด้วยการดึง

ภาพที่ 3.23 รอยริ้วตรงมุมคัต ที่ตัดผิดทิศทางหรือมีรัศมีคัตน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระหว่างการตัดเย็บโลหะแผ่นบนปากกาจับงาน จะมีการใช้ไม้รองหัว-
ค้อน สำหรับการตัดให้ได้มุม ψ จะต้องพิจารณาถึงมุมตัดกลับ $1\% \dots 3\%$ ของ
มุมตัด ψ ขนาดของมุม ψ นี้ จะสัมพันธ์กับขนาดความหนาของมุมตัดและรัศมีของโลหะแผ่น
และความยืดหยุ่นของโลหะแผ่น



ภาพที่ 3.24 การตัดกลับของโลหะแผ่น

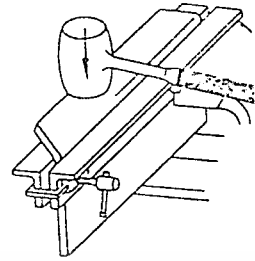
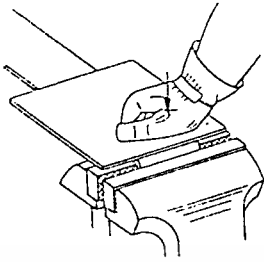
การตัดขึ้นรูป

ภาชนะ รูปพรรณ ที่ปิดและชิ้นส่วนอื่น ๆ ที่ทำจากโลหะแผ่น จะสามารถ
ขึ้นรูปได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ กัน เช่น

การตัดด้วยมือ จะนิยมกระทำในงานผลิตชิ้นเดียว งานซ่อมทั่วไป ส่วน
ใหญ่จะเป็นโลหะแผ่นบางที่ตัดง่าย (เช่น แผ่นทองแดง) ซึ่งจะใช้ค้อนไม้ ค้อน
พลาสติก ช่วยในการตัดได้

การตัดด้วยรางเหล็กบีบ จะช่วยในการตัดตามแนวยาวให้ตรงและเที่ยง-
ตรง เหมาะกับโลหะแผ่นที่กว้าง

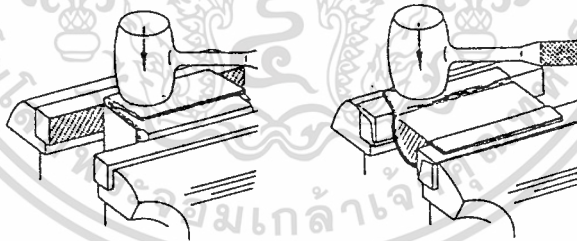
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.25 การตัดด้วยมือ

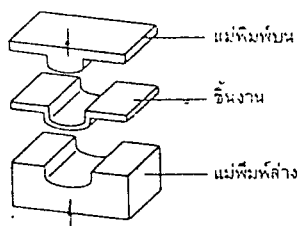
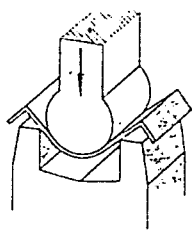
ภาพที่ 3.26 การตัดด้วยรางเหล็กบีบ

การตัดด้วยการใช้ไม้รอง จะช่วยในการตัดให้ได้รูปร่างที่แน่นอน และป้องกันไม่ให้โลหะแผ่นเกิดการเสียหาย



ภาพที่ 3.27 การใช้ไม้รองเพื่อช่วยในการตัด

การตัดด้วยเครื่อง แบ่งออกเป็น การตัดอิสระ จะมีการตัดโลหะแผ่นที่มีรูปร่างซับซ้อนที่ต้องใช้ขั้นตอนหลายครั้งและ การตัดด้วยแม่พิมพ์ ซึ่งจะใช้ขั้นตอนการทำงานเพียงครั้งเดียว



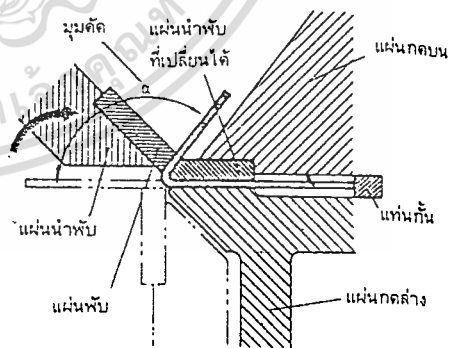
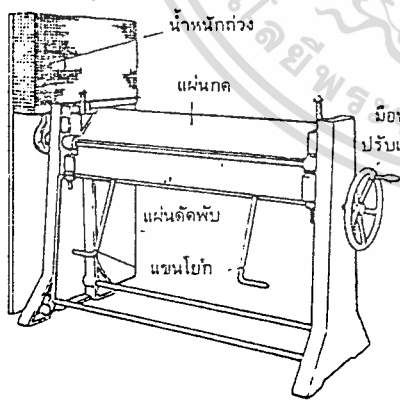
ภาพที่ 3.28 การตัดอิสระเป็นแผ่นรีด

ภาพที่ 3.29 แม่พิมพ์ตัดขึ้นรูปเป็นแผ่นรีด

การตัดขึ้นรูป

ในกรณีตัดขึ้นรูปโลหะแผ่นเป็นขอบเส้นตรงจะกระทำโดยเครื่องตัดที่
สามารถตัดโลหะแผ่นที่มีรัศมีโค้งน้อยมาก ๆ ได้ ด้วยแม่พิมพ์หรือไม่มีก็ได้

เครื่องตัดโลหะแผ่นจะมีแผ่นตัดที่ไข้แบนโยก คัดโลหะแผ่นที่ถูกยึดอยู่
ให้ตัดตามแนวที่ต้องการได้



ภาพที่ 3.30 เครื่องตัดโลหะแผ่น

ภาพที่ 3.31 หลักการทำงานของเครื่องพับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

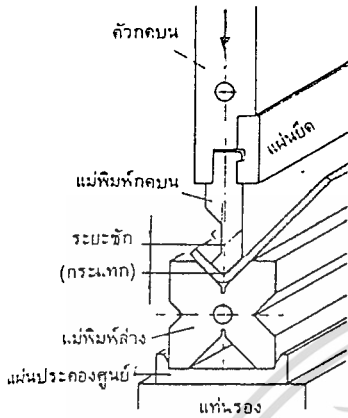
แผ่นนำพับที่ยึดโลหะแผ่น จะสามารถถอดเปลี่ยนขนาดรัศมีตามที่ต้องการได้ อุปกรณ์พิเศษที่ช่วยขึ้นรูปในการตัด เช่น ให้นำเป็นม้วนโค้งหรือการขึ้นรูปให้ขอบโลหะแผ่นมีรูปร่างแข็งแรง จะมีอธิบายในเนื้อหาต่อไป

ในงานอุตสาหกรรมจะมีการใช้เครื่องตัดพับที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า หรือระบบไฮดรอลิกส์ ช่วยให้การทํางานได้รวดเร็วขึ้น

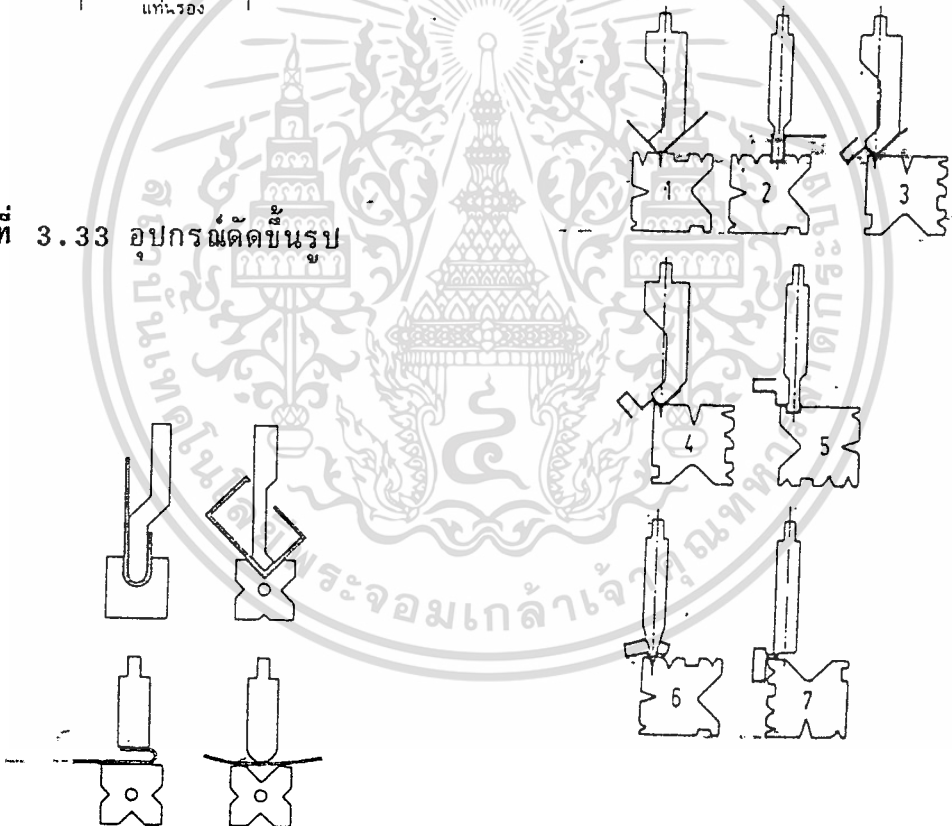


ภาพที่ 3.32 ตัวอย่างขั้นตอนการใช้เครื่องตัดพับในการขึ้นรูปร่างรูปพรรณ
การตัดขึ้นรูปพรรณโลหะแผ่น

เครื่องตัดขึ้นรูปพรรณจะมีแบบง่าย ๆ ที่ใช้มือโยกผ่านอุปกรณ์ขับเคลื่อนเชิงกล ในการตัดขึ้นรูปพรรณโลหะแผ่นหน้า ๆ หรืองานผลิตแบบอุตสาหกรรม จะเป็นเครื่องที่ขับเคลื่อนด้วยไฮดรอลิกส์ หรือใช้กลไกที่มีมอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อน แม้พิมพ์กดบนล่าง จะถอดเปลี่ยนเป็นรูปร่างอื่น ๆ ตามต้องการได้



ภาพที่ 3.33 อุปกรณ์ตัดขึ้นรูป

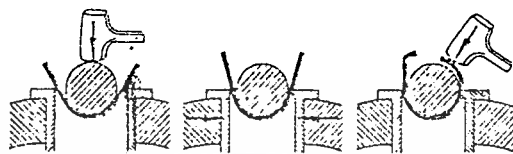


ภาพที่ 3.34 ตัวอย่างงานตัดขึ้นรูปต่าง ๆ กัน

ภาพที่ 3.35 ตัวอย่างขั้นตอนการผลิตโลหะแผ่นรูปพรรณด้วยแม่พิมพ์ตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตัดเป็นมุมโค้งรูปทรงกระบอกหรือทรงกระบอกเรียว ที่มีขอบงานเปิด ให้สามารถเชื่อม หรือบัดกรีติดกันภายหลังได้



ภาพที่ 3.36 การตัดโค้งด้วยค้อนบนปากกาจับงาน

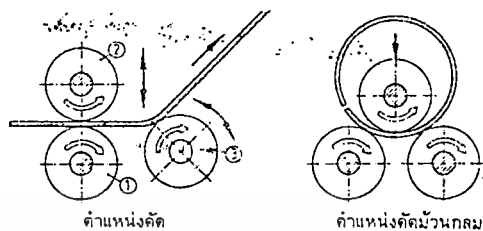
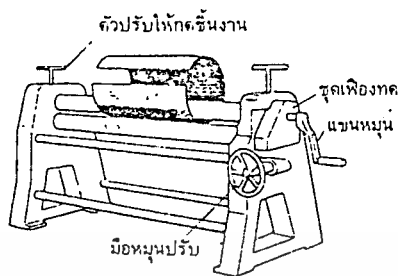


ภาพที่ 3.37 การตัดโค้ง โลหะแผ่นบางบนแท่นเคาะหรือบนท่อหนา

การม้วนโลหะแผ่นขึ้นรูปให้กลมด้วยเครื่องมือ

เครื่องมือม้วนโลหะแผ่นขึ้นรูปให้กลม (ดูภาพที่ 3.38, 3.39) ที่มีใช้กันอยู่ทั่วไป จะมีลูกรีดล่าง (1) (ปรับไม่ได้) และลูกรีดบน (2) (ปรับได้) จะทำหน้าที่หมุนแผ่นโลหะให้เข้าไปในเครื่องตัด ส่วนลูกรีดตัดที่เบนไปมาได้ (3) จะทำหน้าที่ปรับรีดให้มีได้ตามต้องการ และเป็นลูกรีดที่ทำหน้าที่ตัดโค้งโลหะแผ่น ดูภาพที่ 3.39

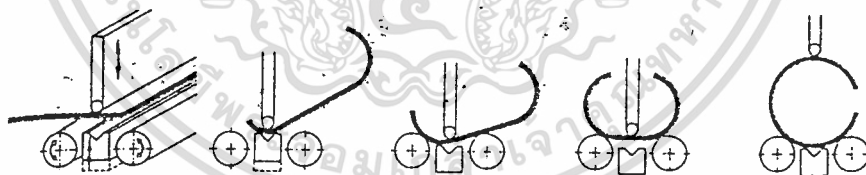
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.38 เครื่องม้วนโลหะแผ่นด้วยมือแบบ 3 ลูกกรีด

ภาพที่ 3.39 ขั้นตอนการม้วนโลหะแผ่นให้กลมด้วยเครื่องม้วนกลม

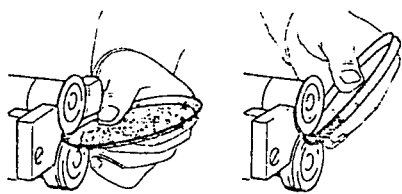
สำหรับเครื่องม้วนกลมที่ใช้ผลิตในอุตสาหกรรม จะเป็นเครื่องที่มีอุปกรณ์ (ดูภาพที่ 3.38) โดยมีลูกกรีดอัดตัดทำการตัดโลหะแผ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตต่างกันได้ตามต้องการ หรือโลหะแผ่นหนาได้ดังรูปที่ 3.40



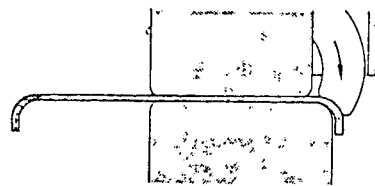
ภาพที่ 3.40 การตัดขึ้นรูปขอบบนแทนลูกกรีดคด

การเข้าขอบนอกโลหะแผ่น

การเข้าขอบนอกโลหะแผ่นกลมเป็นขอบเอียงหรือมุมฉาก สามารถกระทำได้ดังภาพ 3.41 สำหรับโลหะแผ่นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจะเข้าขอบด้านเครื่องดังภาพ 3.42



ภาพที่ 3.41 การเข้าขอบนอกกลมด้วย
เครื่องเข้าขอบด้วยลูกกรัด



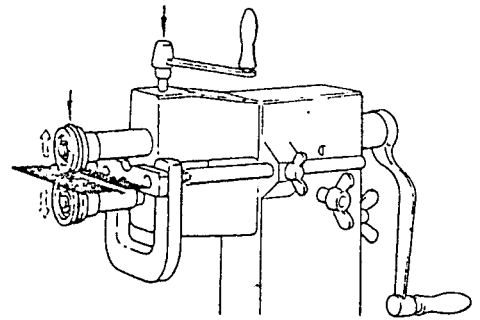
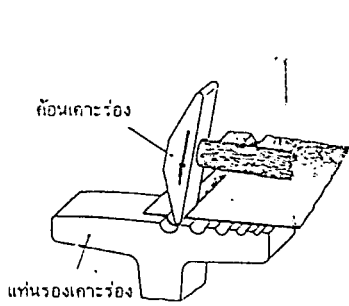
ภาพที่ 3.42 เครื่องเข้าขอบชิ้นงานโลหะ
แผ่น



ภาพที่ 3.43 การเสริมความแข็งแรงของโลหะแผ่นด้วยการขึ้นรูปร่าง
การขึ้นรูปร่างโลหะแผ่น

ชิ้นงานโลหะแผ่นที่ใช้ทำหน้าทีเป็นผนัง เป็นแผ่นปิดกันภาชนะขนาดโต ๆ นั้น ถ้าหน้าโลหะแผ่นบางมาใช้งานจะให้ความต้านทานโมเมนต์ต่ำ ดังนั้น การขึ้นรูปร่างโลหะแผ่น จึงเป็นการช่วยเสริมความแข็งแรงให้แก่ชิ้นงานได้ ตัวอย่างเช่น แผ่นหลังคาเหล็กอาบสังกะสีที่ขึ้นรูปเป็นลอน

ในการเคาะขึ้นรูปร่างด้วยมือสามารถกระทำได้ดังภาพ 3.44 ด้วยค้อน เคาะขึ้นรูปร่าง หรือแบบเครื่องรีดขึ้นรูปร่างที่ใช้มือหมุนหรือมอเตอร์ไฟฟ้าขับให้หมุน โดยที่ตัวลูกกรัดจะสามารถถอดเปลี่ยนรูปทรงและขนาดต่าง ๆ ได้ ดังภาพที่ 3.45 หรือช่วยในการพับตะเข็บแบบที่มีลวดสอด หรือไม่มีก็ได้



ภาพที่ 3.44 การเคาะขึ้นรูปร่องบนแท่น ร่องเคาะ

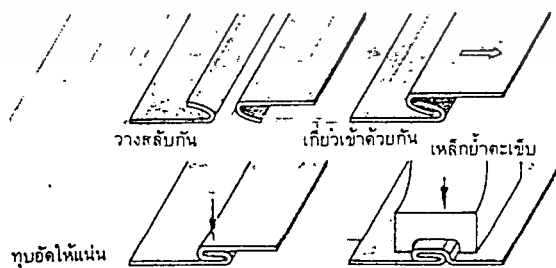
ภาพที่ 3.45 เครื่องรีดขึ้นรูปร่องโลหะ แผ่น

การพับตะเข็บ (Folding)

ในผลการผลิตภาชนะ ท่อ ช่องลม แนวต่อของหลังคา โครงและชิ้นส่วนอื่น ๆ ที่ใช้โลหะแผ่นบาง จะสามารถนำขอบของชิ้นงานมาทำการพับตะเข็บให้ยึดติดกันได้ การพับตะเข็บนั้นจะต้องกระทำด้วยการตัดดังภาพ 3.46

การพับตะเข็บจะไม่ทำให้ผิวโลหะที่เคลือบแผ่นโลหะถูกทำลาย แต่จะช่วยให้ชิ้นงานแข็งแรงและกันน้ำรั่วได้ ด้วยเทคนิคการพับตะเข็บโลหะแผ่นบางที่มีการบัดกรี จะเป็นเทคนิคการเชื่อมประสานที่สำคัญที่สุด

ประเภทของการพับตะเข็บ จะสัมพันธ์กับตำแหน่งการใช้งาน และรูปร่างชิ้นงาน ดังภาพที่ 3.46 และ ภาพที่ 3.47



ภาพที่ 3.46 วิธีการพับตะเข็บนอกแบบธรรมดา

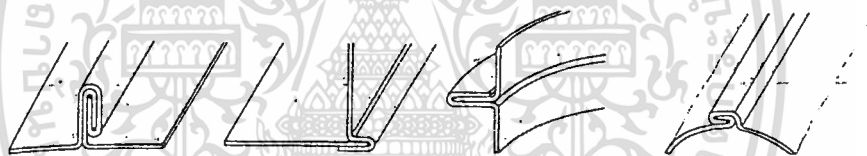
การพับตะเข็บจะกระทำด้วยมือ ค้อน และเหล็กย่ำตะเข็บ

เครื่องพับตะเข็บขึ้นรูป จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ตัดขึ้นรูป เครื่องรีดขึ้นรูป ร่องโลหะแผ่นที่ช่วยให้การพับตะเข็บแต่ละขั้นตอนสามารถกระทำได้

ในกรณีที่จะต้องพับตะเข็บขอบงานมนโค้งเข้าด้วยกัน จะต้องทำการเคาะขึ้นขอบหรือเคาะให้ยึดเสียก่อน ในงานผลิตแบบอุตสาหกรรมชิ้นงานโลหะแผ่นจะสามารถผลิตด้วยพับตะเข็บตามขั้นตอนได้โดยสมบูรณ์

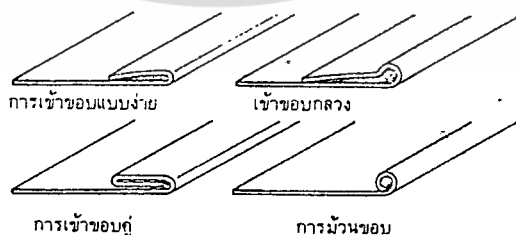
การเสริมขอบโลหะแผ่นให้แข็งแรง : จะช่วยให้

- ต้านทานต่อแรงตัดได้มากขึ้น
- หลีกเลียงขอบที่แหลมคมได้
- เป็นคว หรือขอบได้



พับตะเข็บคู่แนวตั้ง พับตะเข็บพื้นล่างแบบธรรมดา การพับตะเข็บขึ้นงานหุ้มแบบธรรมดา การพับตะเข็บขึ้นงานท่อ

ภาพที่ 3.47 ประเภทการพับตะเข็บ



การเข้าขอบแบบง่าย

เข้าขอบกลาง

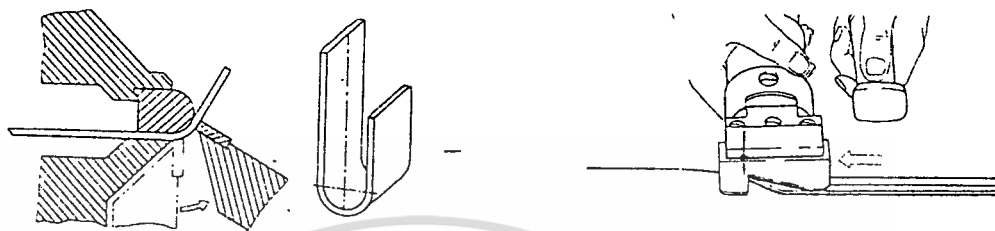
การเข้าขอบคู่

การม้วนขอบ

ภาพที่ 3.48 ประเภทของการเข้าขอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเข้าขอบ จะกระทำด้วยมือ ค้อน เครื่องพับ เครื่องรีดร่อง อุปกรณ์ตัดหรืออุปกรณ์เข้าขอบใช้ไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนแบบมือถือ



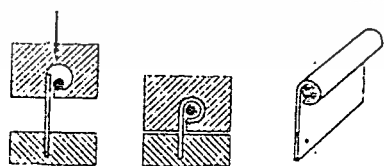
ภาพที่ 3.49 การเข้าขอบด้วยเครื่องพับ

ภาพที่ 3.50 การเข้าขอบด้วยอุปกรณ์เข้าขอบใช้ไฮดรอลิกส์แบบมือถือ

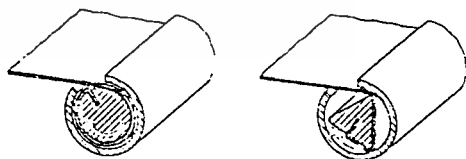
การสอดลวดในการเข้าขอบ

ในการเข้าขอบโดยมีลวดอยู่ข้างในแล้วม้วนตัดที่นั้น จะทำการเข้าขอบแล้วสอดลวดด้วยมือ จะต้องอาศัยฝีมือมากพอสมควร โลหะแผ่นที่มีขอบเป็นเส้นตรงสามารถเข้าขอบสอดลวดด้วยแม่พิมพ์ (ดังภาพที่ 3.51) ในอุปกรณ์ตัดได้

สำหรับขอบชิ้นงานที่ต้องการขอบโต ๆ จะกระทำกับโลหะแผ่นที่มีขอบเป็นแนวเส้นตรงอย่างเดียว ด้วยการใช้เครื่องมือแบบพิเศษ ดังภาพ 3.52 หรือจะใช้เครื่องพับก็ได้เช่นกัน



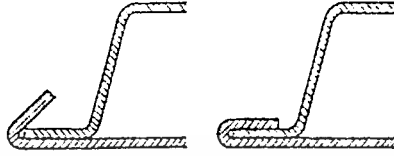
ภาพที่ 3.51 การสอดลวดในการเข้าขอบด้วยการม้วนตัดในแม่พิมพ์



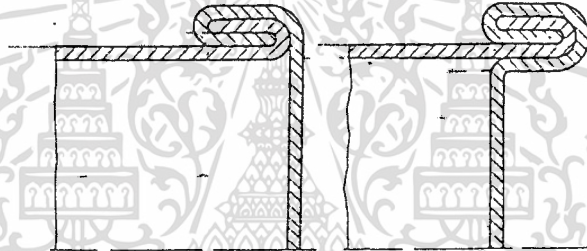
ภาพที่ 3.52 การตัดม้วนโค้งและตัดม้วนรูปสามเหลี่ยมเข้าขอบขนาดโตด้วยเครื่อง

โลหะแผ่น การตัด การพับ การทำตะเข็บ

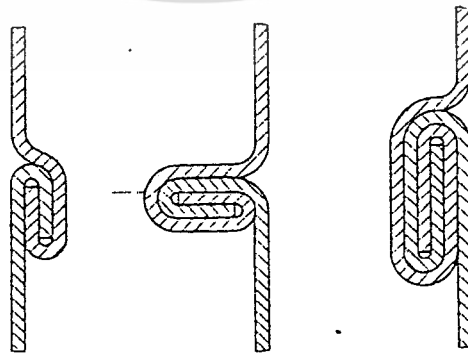
ขาพับจะต้องกว้างและยาว โดยโลหะแผ่นที่มีความหนาถึง 1 มม. จะต้องพับ 2 ครั้ง คือพับเป็นมุม 45 องศา (รูปซ้ายมือ) แล้วพับสำเร็จ (รูปขวามือ)



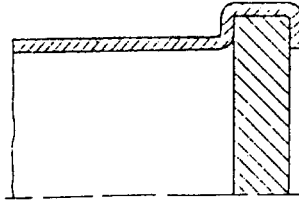
การพับขอบของกันภาชนะให้กันรั่วได้ ถ้าพับขอบแล้วให้พื้นเรียบจะกระทำไต่ยาก ควรออกแบบให้ตกขอบลงไป ดังรูปขวามือ



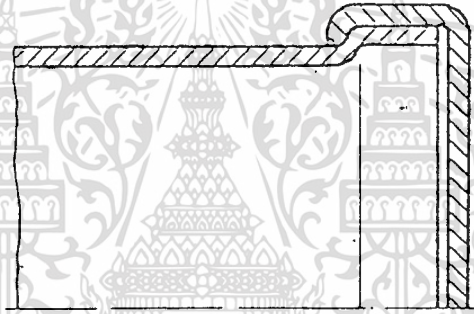
การพับเข้าขอบของชิ้นงาน จะต้องกันรั่วซึมได้ การพับแบบธรรมดา (รูปซ้ายมือ) มีพื้นที่ผิวติดกัน 3 ผิว การพับ 2 ครั้ง (รูปกลาง) มีผิวติดกัน 4 ผิว ส่วนรูปขวามือเป็นการพับ 2 ครั้งที่สามารถใช้งานรับความดันสูงได้



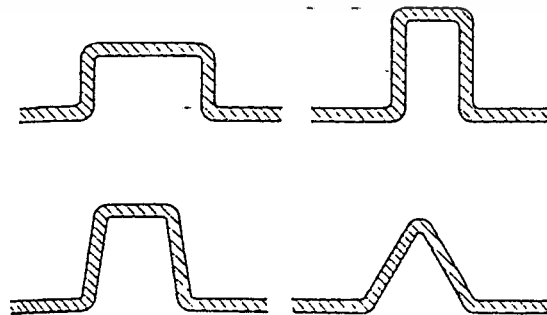
การเข้าขอบของแผ่นแก้ว เข้ากับชั้นงานแผ่นโลหะ



การบิดปลายท่อด้วยการบิดตะเข็บขอบทับ

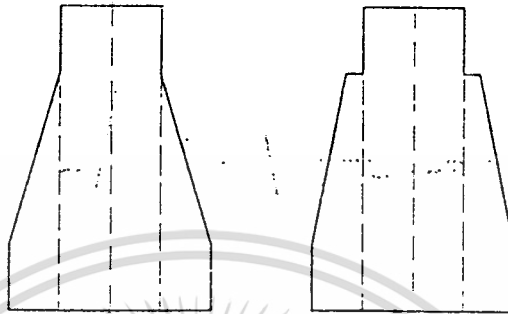


การขึ้นลอนรูปร่างลักษณะต่างๆ เพื่อให้โลหะแผ่นบางเกิดความแข็งแรง



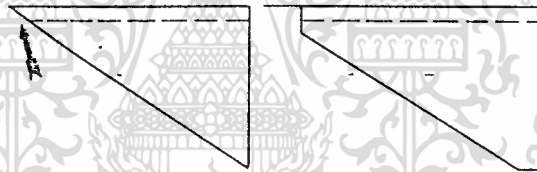
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้เหล็กเลี้ยงโลหะแผ่นพับที่ปล่อยขอบเอียง (ซ้ายมือ) ควรออกแบบให้เป็นแบบโผล่ออกมาตั้งรูปขวามือก่อนถึงตำแหน่งพับ



รูปขวามือ

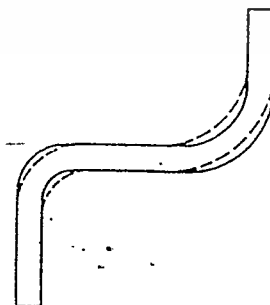
ให้เหล็กเลี้ยงการตัดโลหะแผ่นปล่อยปลายแหลม ดังกรณี ควรให้ถูกต้องดัง



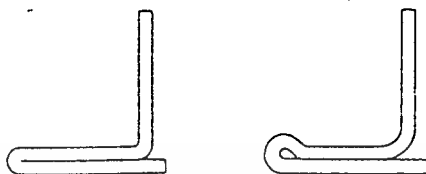
เพียงพอ

ในการตัดโลหะแผ่นหลายตำแหน่ง

ให้เพื่อความยาวชิ้นงานก่อนตัดให้



การตัดโลหะแผ่นเป็นมุม 180 องศา ควรเลือกออกแบบตั้งรูปขวามือ จะให้ความแข็งแรงดีกว่า



3.6.4 การเชื่อมโลหะแผ่น

งานเชื่อมโลหะแผ่นด้วยก๊าซ

การเชื่อมประสาน เป็นวิธีการที่จะยึดชิ้นงานโลหะเข้าด้วยกัน (ไม่สามารถถอดออกได้) ด้วยการให้ความร้อนก่อน หรือไม่ให้ความร้อนก่อนก็ได้ โดยการทำให้ลวดเชื่อมประสานหลอมละลาย หรือไม่ต้องใช้ลวดเชื่อมประสานก็ได้

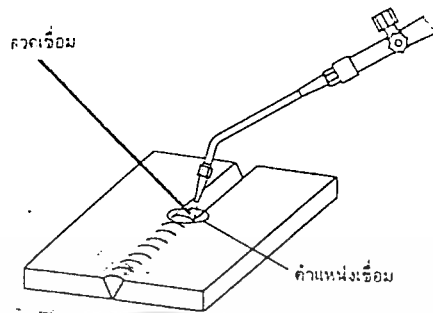
วิธีการเชื่อมประสานโลหะด้วยการหลอมละลาย ได้แก่

ก. การเชื่อมประสานด้วยเปลวก๊าซ

ข. การเชื่อมประสานด้วยไฟฟ้า แบ่งเป็นแบบใช้ลวดเชื่อมหลอมละลาย หรือแบบเชื่อมจุด (ชิ้นงานหลอมละลายบริเวณจุดเดียวกัน)

การเชื่อมประสานด้วยเปลวก๊าซ

วิธีการนี้จะใช้หัวเชื่อม ก๊าซ ดังภาพ 3.53 เป่าด้วยเปลวก๊าซบนชิ้นงานที่จะเชื่อมประสานเข้าด้วยกันให้หลอมละลาย แล้วใช้ลวดเชื่อมที่เป็นโลหะชนิดเดียวกันกับชิ้นงานเติมเข้าไป เปลวก๊าซที่ใช้จะเป็นก๊าซอะเซทิลีนกับก๊าซออกซิเจน โดยให้ผสมเข้าด้วยกันผ่านหัวเชื่อมก๊าซทั้งสอง (จะบรรจุไว้ในถังแยกกัน) ความดันก๊าซที่กำหนดให้ใช้ในการเชื่อมประสาน จะกำหนดให้ก๊าซออกซิเจน 2,5 bar และอะเซทิลีน 0,5 bar ที่ถึงบรรจุก๊าซจะสามารถติดเกจปรับความดันได้



ภาพที่ 3.53 การเชื่อมประสานด้วยเปลวก๊าซ

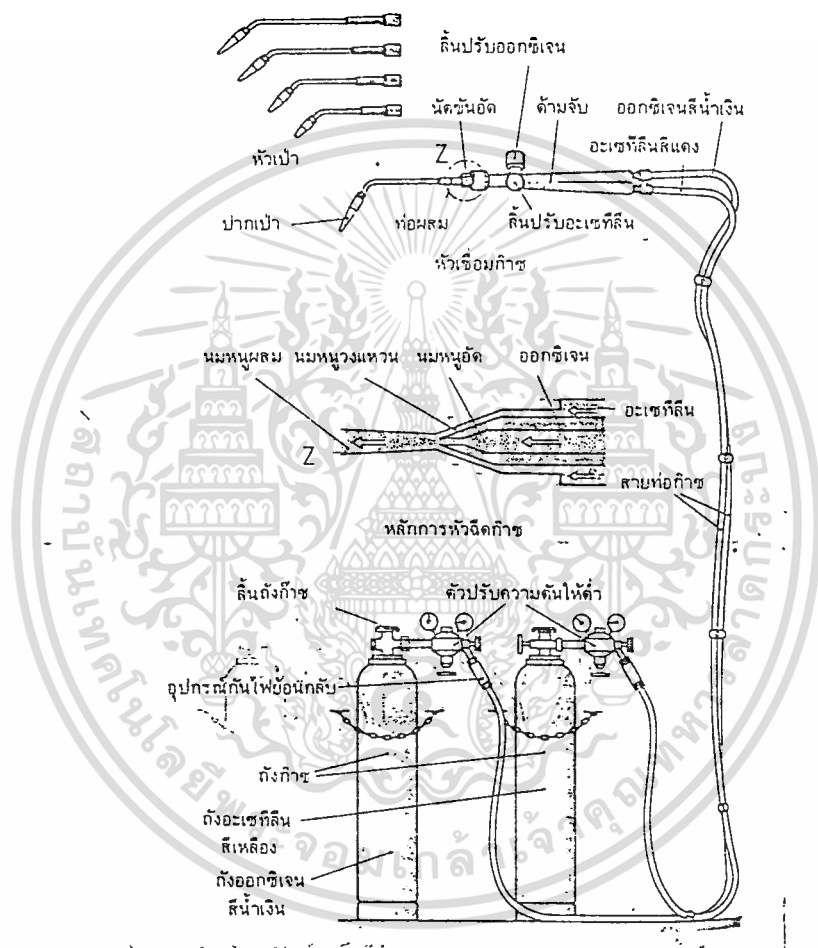
	ก๊าซออกซิเจน	ก๊าซอะเซทิลีน
สีบนถัง	น้ำเงิน	เหลือง
ข้อต่อถัง	R 3/4"	แคลมป์ยึด
สีของสายท่อ	น้ำเงิน	แดง
ความดันในถัง (ปกติ)	150 bar	15 bar

ตารางที่ 3.7 คุณสมบัติของถังก๊าซที่ใช้ในงานเชื่อม

หัวเชื่อมก๊าซ

หัวเชื่อมก๊าซ บริเวณปลายที่เป็นหัวเป่า เปลวก๊าซมีขนาดโตแตกต่างกันไป โดยหัวเป่าที่มีขนาดโตจะใช้กับโลหะแผ่นหนากว่า ซึ่งจะต้องปรับเปลวก๊าซให้ไหลเร็วขึ้นไปอีก การส่งถ่ายก๊าซจะให้ไหลตามสายท่ออย่างไประยะหัวเชื่อม

ก่อนการจุดเปลวหัวเชื่อมก๊าซ ให้ทำการหมุนเปิดลิ้นออกซิเจนก่อนแล้วค่อยเปิดลิ้นอะเซทิลีนตามหลัง ส่วนในเวลาดับเปลวให้ปิดลิ้นอะเซทิลีนก่อนเสมอ



ภาพที่ 3.54 อุปกรณ์เชื่อมก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อควรระวังต่อการใช้ออกซิเจน

- ห้ามใช้ออกซิเจนฉีดเป่าชุดทำงานหรือห้องที่มีอากาศถ่ายเท
- ห้ามใช้จาระบีหรือน้ำมันทุกชนิด ซิลิโคน หรือ สัมผัสอุปกรณ์ที่ใช้กับก๊าซออกซิเจน เพราะจะทำให้เกิดการลุกไหม้หรือระเบิดได้เมื่อออกซิเจนสัมผัสกับจาระบีหรือน้ำมัน
- ล้นไปถึงออกซิเจนจะต้องระวังรักษาให้ดี มิให้เกิดการขาดแคลนเสียหาย

ในการปล่อยให้ออกซิเจนออกจากถังได้อย่างอิสระ จะทำให้เกิดแรงดันสูงมาก ทำให้ขั้วถังให้ลึ้มและหมนเป็นอันตรายได้มาก

ข้อควรระวังต่อการใช้อะเซทิลีน

- ต้องระวังมิให้มีเปลวไฟย้อนกลับในอุปกรณ์เชื่อม จะต้องรีบปิดลิ้นถังโดยทันที และจะต้องตรวจดูว่าถ้าบริเวณคอถังก๊าซเกิดมีความร้อนอยู่ จะต้องหาวิธีการทำให้เย็นตัวโดยทันที
- การมีอุปกรณ์กันไฟย้อนกลับตรงบริเวณสายท่อก๊าซ จะช่วยป้องกันมิให้ไฟย้อนกลับเข้าไปจนถึงก๊าซได้
- ในการจะขนส่งถึงก๊าซเหล็กกล้า จะต้องใช้ผ้าครอบหมอนปิดให้แน่นก่อนเสมอ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการกระแทกต่อลิ้นปิด หากมีการลึ้มเกิดขึ้น
- ถึงก๊าซ จะต้องป้องกันมิให้มีน้ำแข็งเกาะ หรือการใช้กระแทกความร้อนมาก ๆ

การคำนวณปริมาณการเติมอะเซทิลีนเข้าไปจนถึง

1 ลิตร อะซีโตน (สภาพเหลว) จะแปรสภาพเป็นก๊าซที่ความดัน 1 bar ได้ ปริมาณก๊าซอะเซทิลีน = $16 \cdot 25 = 400$ ลิตร และที่ 16 ลิตร อะซีโตนที่ 15 bar จะเท่ากับ $16 \cdot 25 \cdot 15 = 6000$ ลิตรอะเซทิลีน

ถังอะเซทิลีนปกติมีปริมาตรจุ 40 ลิตร จะจุเป็นสภาพอะซีโตนได้ 16 ลิตร โดยสามารถเติมให้ได้ความดันเท่ากับ 15 bar และเท่ากับ 6000 ลิตรอะเซทิลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.55 การปรับเปลวกลาง - - - ภาพที่ 3.56 อุณหภูมิของเปลวไฟเชื่อม (neutral flame) ใช้ส่วนผสมก๊าซ 1:1

โดยในช่องเปลวกรวย อะเซทิลีนจะเผาไหม้ไม่หมด หากมีการเชื่อมประสานในช่วงระยะนี้จะทำให้มีคาร์บอนเหลืออยู่อบเคลือบในรอยเชื่อม เมื่อชิ้นงานแข็งตัวจะทำให้รอยเชื่อมเปราะ ดังนั้น ในการเชื่อมก๊าซจะต้องใช้เปลวที่อยู่นอกช่องเปลวกรวยเสมอ ดังภาพ 3.65 ช่องเปลวเชื่อมอยู่ประมาณ 2 mm ถึง 4 mm ก่อนถึงช่องเปลวกรวย และในช่วงเปลวกระจายอะเซทิลีนจะเผาไหม้อย่างหมดจด ถ้าไม่ต้องการให้เกิดออกไซด์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเชื่อมอลูมิเนียมและอะลูมิเนียมผสมจะต้องปรับเชื่อมให้มีเปลวลดน้อย ๆ ซึ่งใช้บัคกรีแข็งเหล็กกล้า ทองแดง ทองเหลือง ได้เช่นเดียวกัน

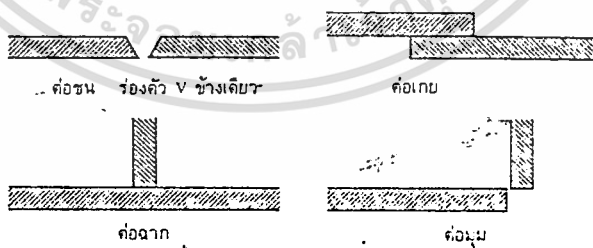
ส่วนเปลวออกซิไดซิ่ง จะมีออกซิเจนมากที่จะทำให้ออกซิเจนส่วนที่เกินไปรวมตัวกับรอยเชื่อม ทำให้รอยเชื่อมเปราะ และถ้าหากปรับให้มีออกซิเจนจนเกินไปมาก ๆ จะทำให้รอยเชื่อมมีสีสม่ำเสมอและไม่มีรูพรุน

ชิ้นงานโลหะแผ่นที่มีความหนาเกินกว่า 4 mm จะต้องมีการบากชิ้นงานตามรูปร่างที่ต้องการก่อน เช่น ร่องตัว V ด้วยการกัด ตัดด้วยก๊าซ เป็นต้น จึงจะสามารถเชื่อมให้ซึ่มลึกได้

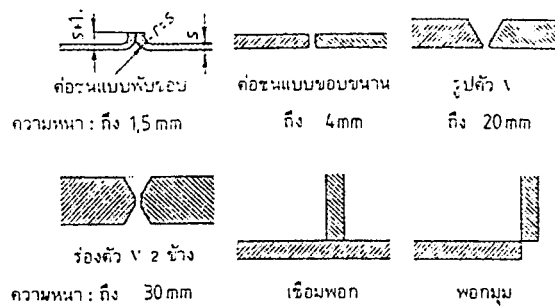
เหล็กกล้าและทองแดงจะต้องเชื่อมก๊าซด้วยเปลวกลางเสมอ



ภาพที่ 3.57 เปลวลด (reducing flame) จะมีอะเซตีลีนมากกว่า ภาพที่ 3.58 เปลวออกซิไดซิ่ง (oxidizing flame) จะมีออกซิเจนมากกว่า



ภาพที่ 3.59 รอยต่อแนวเชื่อม



ภาพที่ 3.60 รูปร่างรอยเชื่อม

วิธีเชื่อมด้วยเปลวก๊าซ

คุณภาพงานเชื่อมด้วยก๊าซจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของวิธีการเชื่อม การสายหัวเชื่อม และการสายลวดเชื่อม ลวดเชื่อมจะทำหน้าที่ต่อเติมรอยต่อของชิ้นงาน โดยจะถูกหลอมด้วยเปลวก๊าซกลายเป็นบ่อหลอมละลาย การเชื่อมประสานได้ดีจะต้องใช้เวลาในการเรียนและฝึกหัดเป็นอย่างมาก

วิธีการเชื่อมแบบฟอร์แฮนด์ (forehand method)

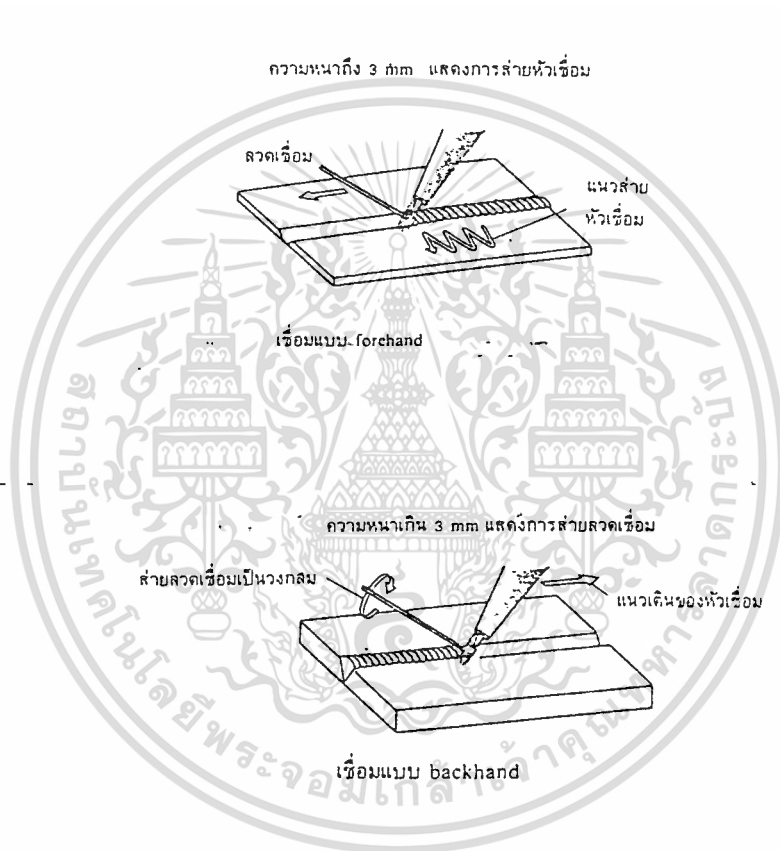
วิธีนี้จะมีบริเวณด้านล่าง (บริเวณรากของแนวเชื่อม) ของโลหะแผ่นที่จะไม่ถูกหลอมละลาย ซึ่งก็เป็นผลการเชื่อมประสานที่ไม่สมบูรณ์ วิธีการนี้ใช้เชื่อมโลหะแผ่นหนาไม่เกิน 3 mm

วิธีการเชื่อมแบบแบกแฮนด์ (backhand method)

วิธีการนี้จะมีการสายลวดเชื่อมเป็นแนววงกลม โดยจะมีการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานเต็มที่ ทำให้การเชื่อมเกิดการซึมลึกประสานกับส่วนล่างของโลหะแผ่นอย่างถูกต้อง จึงเหมาะสมกับโลหะแผ่นที่หนาเกินกว่า 3 mm ความเร็วในการเชื่อมวิธีนี้จะเร็วกว่าแบบฟอร์แฮนด์ ผิวยอยเชื่อมวิธีแบกแฮนด์นี้จะไม่รุ่ยพรุนหรือขี้ตะกรัน

ลวดเชื่อมเหล็กกล้า จะต้องมีส่วนเจือเทียบเท่ากับชิ้นงานเหล็กกล้าที่จะเชื่อม ลวดเชื่อมเหล็กกล้าจะมีอยู่ 7 ชนิด ที่แตกต่างกัน มีขนาดยาว 1 เมตร เพื่อ

ป้องกันการกัดกร่อนจะมีการอาบเคลือบทองแดงบาง ๆ เพื่อป้องกันอันตรายที่จะบัง-
เกิดต่อตามอง จะต้องตัดปลายส่วนบนนี้ทิ้งไว้ในระหว่างการเชื่อมชิ้นงานเสมอ



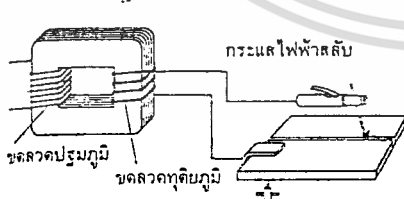
ภาพที่ 3.61 การเชื่อมแบบ forehand และแบบ backhand
วิธีการเชื่อมด้วยเปลวก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

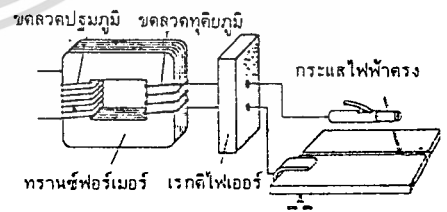
งานเชื่อมโลหะแผ่นด้วยไฟฟ้า

ชนิดของเครื่องเชื่อม	ชนิดของกระแสไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่อง	ข้อดีของเครื่อง	ข้อเสียของเครื่อง
เครื่องเชื่อมแบบทรานซ์ฟอร์เมอร์	กระแสไฟฟ้าสลับ	- มีอุปกรณ์น้อย - ใช้กระแสไฟน้อย	- ใช้กับอิเล็กทรอนิกส์ได้ไม่ทุกชนิด
เครื่องเชื่อมแบบใช้เรกติไฟเออร์	กระแสไฟฟ้าตรง	- ใช้กับอิเล็กทรอนิกส์ได้ทุกชนิด	- อุปกรณ์มีราคาแพง
เครื่องเชื่อมแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	กระแสไฟฟ้าตรง		- อุปกรณ์มีราคาแพง - มีค่าบำรุงรักษาสูงได้ทุกชนิด - มีกvarสูญเสียขณะเดินเครื่องตัวเปลวสูง

ตารางที่ 3.8 ตัวอย่างเครื่องเชื่อมโลหะแผ่นด้วยไฟฟ้า

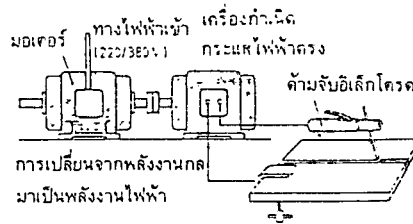


ภาพที่ 3.62 เครื่องเชื่อมแบบทรานซ์ฟอร์เมอร์



ภาพที่ 3.63 เครื่องเชื่อมแบบไดเรกติไฟเออร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



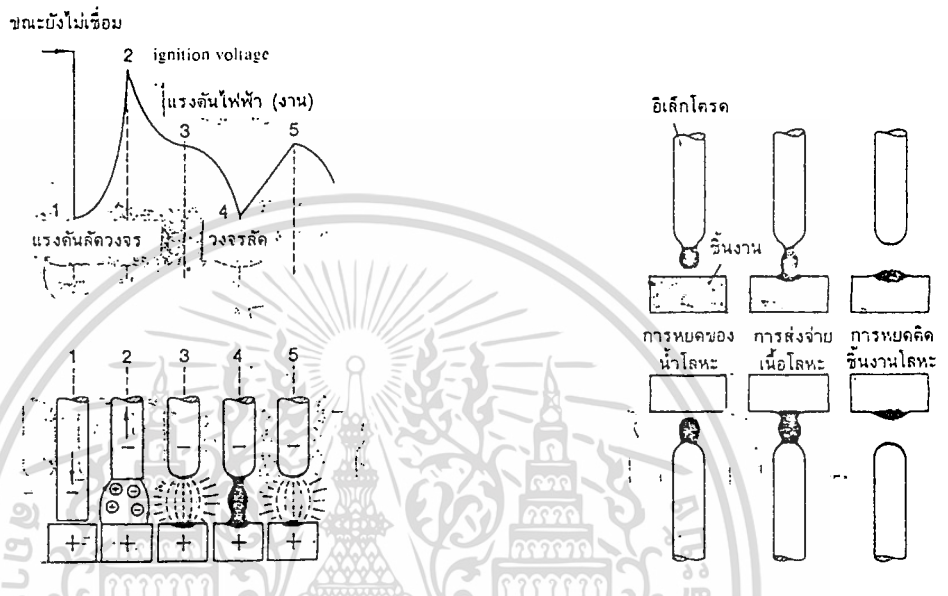
ภาพที่ 3.64 เครื่องเชื่อมแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องเชื่อมแบบทรานซ์ฟอร์เมอร์ จะต้องใช้แรงดันไฟฟ้าสลับทางด้านขดลวดปฐมภูมิเท่ากับ 380 V หรือ 220 V ด้วยกระแสไฟฟ้า (A) ต่ำจากการเหนี่ยวนำไปยังด้านขดลวดทุติยภูมิ แรงดันจะลดลงเหลือ 70 V แต่ให้ค่ากระแสไฟฟ้าสูงมากถึง 1000 A ในการเชื่อมในที่แคบ ๆ หรือหม้อน้ำ สามารถให้ค่าแรงดันสลับเท่ากับ 42 V ในขณะที่ยังไม่ทำการเชื่อมได้

ขบวนการเชื่อมไฟฟ้า

ในการทำให้เกิดการหลอมละลายเป็นน้ำโลหะถึง 4000 องศาเซลเซียส นั้น ซึ่งต้องใช้กำลังงานการหลอมละลายและความเร็วในการเชื่อมมากกว่าการเชื่อมด้วยเปลวก๊าซ การทำให้เกิดประกายไฟระหว่างอิเล็กโทรด (ขั้วลบ) และชิ้นงาน (ขั้วบวก) จะกระทำโดยการจี้แท่งอิเล็กโทรด (ลวดเชื่อมไฟฟ้า) ลงบนชิ้นงาน ทำให้เกิดวงจรไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าไหลสูงมากที่แรงดันไฟฟ้าต่ำ ทำให้เกิดความร้อนสูงมาก ในขณะที่ขั้วแท่งอิเล็กโทรดให้ห่างจากชิ้นงาน จะเกิดมีอิเล็กตรอนวิ่งออกจากปลายแท่งอิเล็กโทรด (โดยมีลมเป็นตัวนำหรือที่เรียกว่า การไอออนไนเซชัน) ด้วยความเร็วสูงมากถึง 10^7 m/s ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากพลังงานกลมาเป็นพลังงานความร้อน ที่มีอุณหภูมิสูงมากจนสามารถละลายแท่งอิเล็กโทรดได้ ซึ่งทำให้เกิดการส่งถ่ายเนื้อโลหะไปยังชิ้นงานได้เสมอ

ดังนั้น การรักษาระยะห่างของลวดเชื่อมกับชิ้นงาน และการประคองลวดเชื่อมให้หนึ่ง จึงเป็นเงื่อนไขสำคัญในการที่จะหลอมแท่งอิเล็กโทรดให้ละลายและยึดติดชิ้นงาน

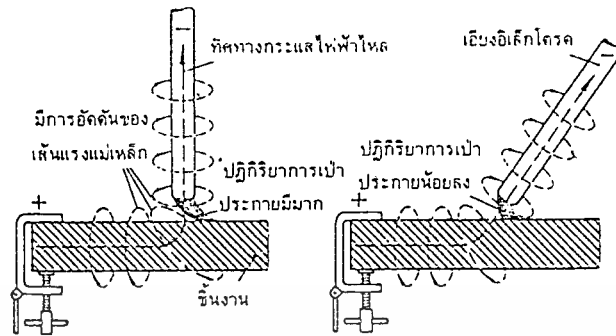


ภาพที่ 3.65 ขบวนการในการเชื่อมไฟฟ้า

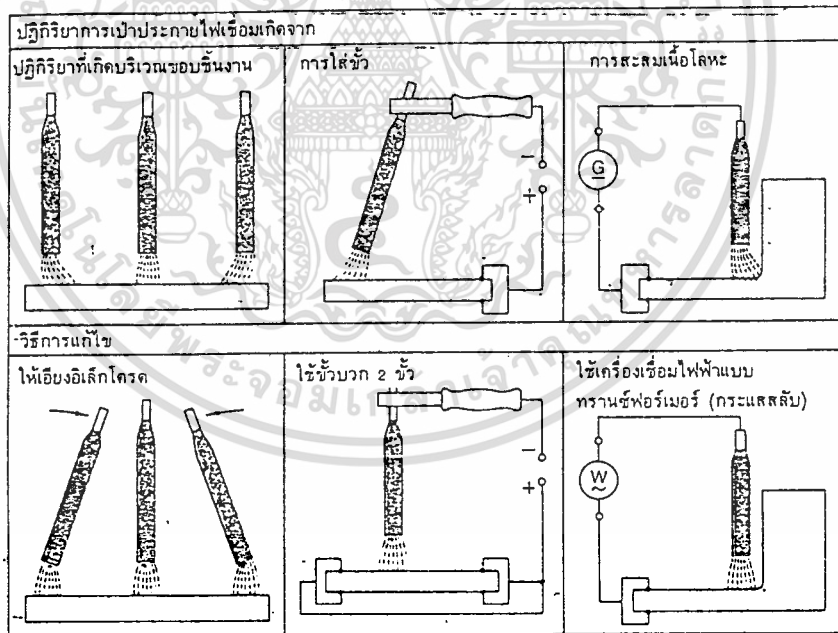
ภาพที่ 3.66 การส่งจ่ายเนื้อโลหะขณะเชื่อมไฟฟ้า

·ปฏิบัติการเป่าประกายไฟ (arc blow effect)

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า ในอิเล็กโตรดมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ซึ่งจะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กหมุนรอบแท่งอิเล็กโตรด และชิ้นงานระหว่างขั้วบวกและขั้วลบ ดังภาพ 3.67 เป็นการเชื่อมด้วยกระแสไฟฟ้าตรงบริเวณที่มีการอัดตันของเส้นแรงแม่เหล็กที่จะไปดัน (เป่า) ประกายไฟให้เบนไปทางขวามือ ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ปรารถนาในการเชื่อม การแก้ไขจะทำโดยการเอียงอิเล็กโตรด จะมีผลให้ปฏิบัติการเป่าประกายไฟเกิดน้อยลง ปฏิกริยาเช่นนี้จะเกิดขึ้นบ่อยช่วงบริเวณมุมขอบ (จุดเริ่มต้นและปลายของแนวเชื่อม) ของชิ้นงาน



ภาพที่ 3.67 ปฏิกิริยาการเป่าประกาย



ภาพที่ 3.68 ปฏิกิริยาการเป่าประกายขณะเชื่อมและวิธีการแก้ไข

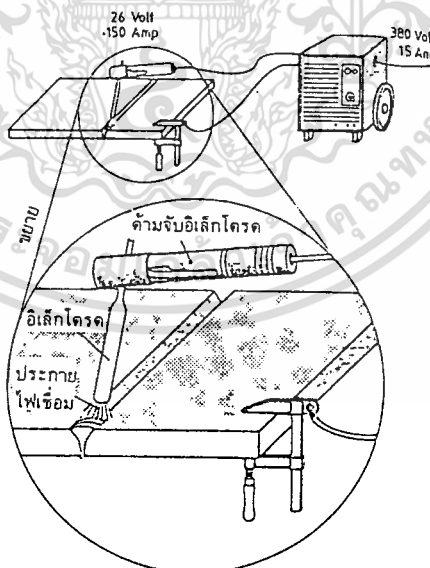
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์เชื่อมไฟฟ้า

อุปกรณ์จะประกอบด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่มีขั้วต่อกับชิ้นงานโลหะ และขั้วตามจับอิเล็กโทรด ดังภาพ 3.69 หลังจากที่มีการเตรียมงานเสร็จ จะมีการต่อขั้วเข้ากับเครื่องเชื่อม แล้วปรับค่ากระแสไฟฟ้าที่จะใช้กับชิ้นงาน โดยกำหนดเกณฑ์ดังตารางที่ 3.9

ความหนาแผ่นเหล็ก mm	Ø อิเล็กโทรด mm	กระแสไฟฟ้า A
2	2	50... 70
3	3,25	100...150
4	3,25	100...150
5	4,0	150...200
6	4,0	150...200
8	4,0	150...200
10	4,0	150...200
12	4...5	150...250

ตารางที่ 3.9 เกณฑ์การเลือกขนาดอิเล็กโทรดและกระแสไฟฟ้า



ภาพที่ 3.69 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมไฟฟ้า

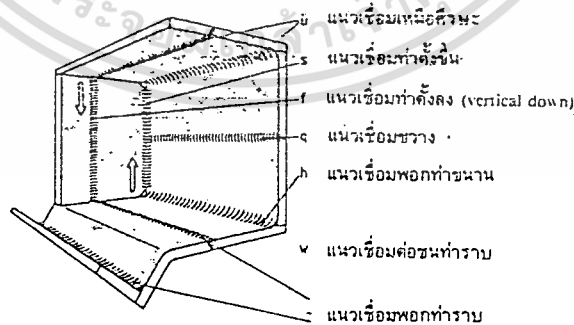
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แท่งอิเล็กโตรด (ลวดเชื่อม)

แท่งอิเล็กโตรดที่มีใช้งานกันเกือบทั้งหมด จะเป็นแท่งอิเล็กโตรดที่มีเปลือกสารหุ้ม ในขณะที่ทำการเชื่อมแก๊สในจะหลอมละลายพร้อมกับเปลือกสารหุ้ม (ดูภาพที่ 3.70) เปลือกนี้จะกลายเป็นก๊าซหุ้มและขี้สแลก โดยก๊าซหุ้มและขี้สแลกนี้จะทำหน้าที่ป้องกันบ่อหลอมละลายจากสารมลทินที่อยู่ในบรรยากาศ นอกจากนี้ขี้สแลกยังช่วยหุ้มแนวเชื่อมมิให้เย็นตัวเร็วเกินไปอีกด้วย



ภาพที่ 3.70 การหลอมละลายของแท่งอิเล็กโตรด



ภาพที่ 3.71 ตำแหน่งการเชื่อมไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานเชื่อมจุดด้วยไฟฟ้า

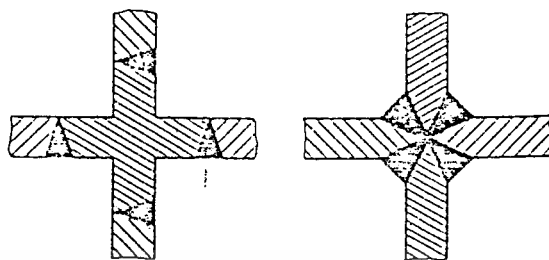
วิธีนี้เป็นวิธีการอัดชิ้นงานโลหะแผ่นบางหรือลวด ด้วยอิเล็กโทรดทองแดง ดังภาพ 3.72 ให้แนบสนิทเข้าด้วยกัน ขณะเดียวกันจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจุดสัมผัสระหว่างหัวอิเล็กโทรดทั้งสอง ทำให้ชิ้นงานเกิดความร้อน และหลอมละลายยึดติดเข้าด้วยกัน ภายใต้แรงอัด โดยแรงอัดนี้จะยังคงไว้จนกระทั่งรอยเชื่อมจุดเย็นตัวลง วิธีการเชื่อมจุดนี้จะนิยมใช้ในงานเชื่อมตัวถัง และงานเชื่อมอุปกรณ์ต่าง ๆ



ภาพที่ 3.72 วิธีการเชื่อมจุดด้วยไฟฟ้า

การเชื่อมประสาน

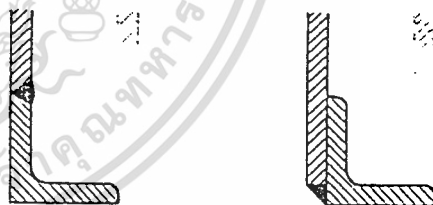
ให้หลีกเลี่ยงการเชื่อมประสานหลาย ๆ จุดรวมกัน การแก้ไขปัญหานี้ได้ด้วยการเชื่อมดังรูปขวามือ



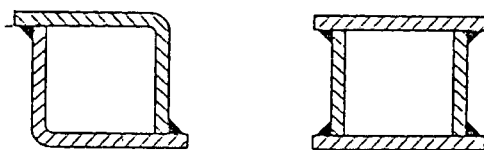
การเชื่อมต่อชิ้นงานเป็นมุมแหลม ให้เชื่อมประสานตรงด้านที่กระทำได้สะดวก ดังรูปขวามือ



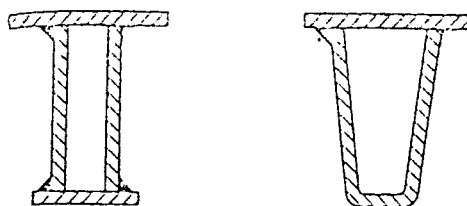
หลีกเลี่ยงพรรณเชื่อมต่อดังรูปซ้ายมือ ทำให้แรงต้องไปผ่านรอยเชื่อมซึ่งไม่เหมาะสม ควรเชื่อมต่อชน ดังรูปขวามือ



สามารถลดจำนวนแนวเชื่อมได้ครึ่งหนึ่ง หากมีการใช้โลหะแผ่นค้ำค้ำแล้ว เชื่อมประสานดังรูปขวามือ



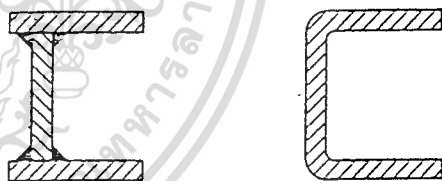
สามารถลดแนวเชื่อมประสานได้ครึ่งหนึ่ง
หากใช้รูปพรรณรูปตัว U ดังรูปขวามือ



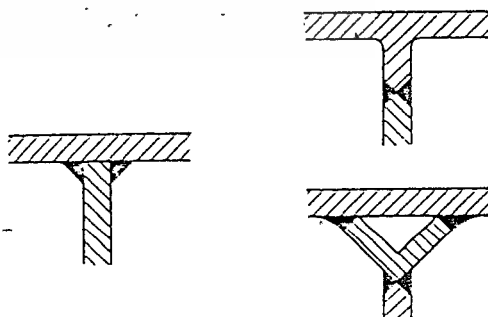
การเชื่อมเสริมครีบบให้แข็งแรง สามารถ
ใช้เหล็กเส้นแบนตัดเป็นรูปพรรณทดแทน
ได้ดีกว่า ดังรูปขวามือ



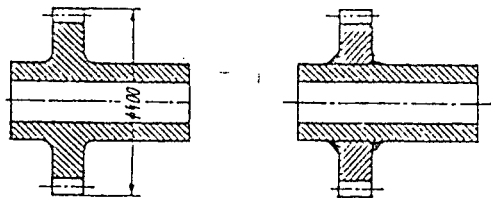
ให้หลีกเลี่ยงการเชื่อมประสานดังรูปซ้าย:
มือ แต่ให้ใช้เหล็กรูปพรรณ ตัว U แทน



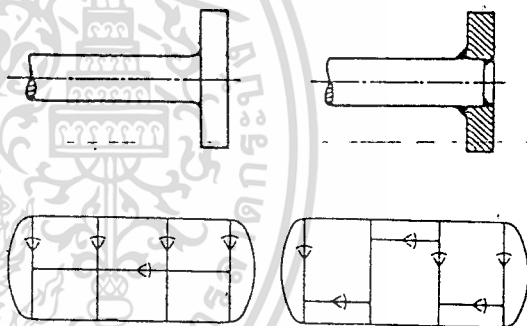
ควรจะให้รอยเชื่อมประสาน (ถ้าเป็นไปได้)
ให้อยู่ตำแหน่งแนวจุดศูนย์ถ่วงของรูปพรรณ
ดังตัวอย่างรูปขวามือเสมอ



เพื่องเพลาและหน้าแปลนขนาดใหญ่
หากเชื่อมประสานได้ตั้งรูปขวามือจะ
ลดต้นทุนการผลิตได้มากกว่าการทาบ
ชั้นรูปหรือกลึงชั้นรูป



รอยเชื่อมประสานตามแนวยาว ควร
จะให้เยื้องกัน เพื่อป้องกันการบิดตัว
ของถึงภาชนะ ตั้งรูปขวามือ



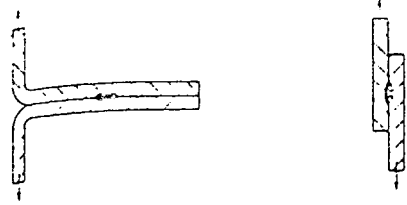
ตัวอย่างการออกแบบถึงภาชนะและ
รอยเชื่อมที่สามารถทนต่อรอยร้าวที่
ความดันแตกต่างกัน

รอยเชื่อมจะแตกร้าวที่



การเชื่อมจุด

ชิ้นงานที่จะเชื่อมจุดยึดได้ จะต้องอยู่ในสภาวะรับแรงเฉือน ดังรูป ขวามือ



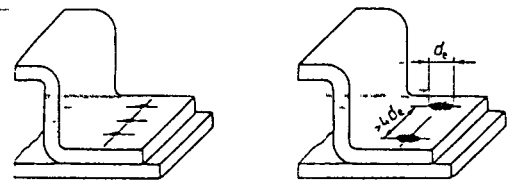
ชิ้นงานที่จะเชื่อมจุดยึดได้ จะต้องเตรียมงานให้ความหนา ส่วนที่จะเชื่อมจุดขนาบกันดังรูปขวามือ จึงจะเชื่อมได้



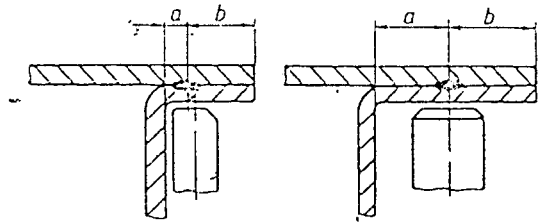
การออกแบบชิ้นงาน จะต้องคำนึงถึงการเชื่อมประสานได้ ดังตัวอย่างรูปขวามือ มิฉะนั้นจะต้องใช้หัวอิเล็กโทรดพิเศษ ดังรูปซ้ายมือ



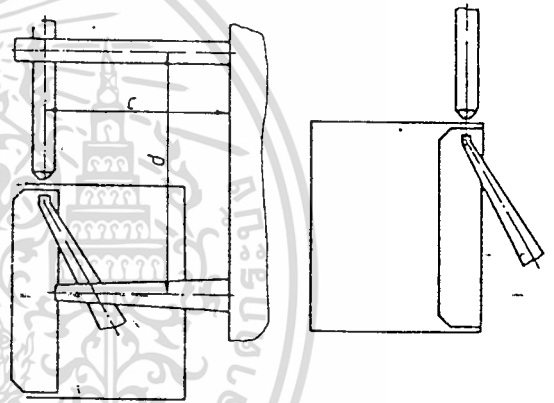
การเชื่อมจุดเล็ก ๆ ดังรูปซ้ายมือ มิได้ช่วยให้ทนความเค้นได้เพียงพอ ตามรูปมือขวามือ เป็นขนาดความโตรอยเชื่อม d กับระยะห่างระหว่างรอยเชื่อมที่ทำให้เกิดความแข็งแรง



การเชื่อมจุดต้องให้มีระยะ a และ b เพียงพอตั้งรูปขามือ มิฉะนั้นจะทำให้การวางหัวอิเล็กโตรดกระทำได้ยาก และถ้าระยะ b น้อยไปจะทำให้ส่วนที่หลอมละลาย ไหลออกจากรอยเชื่อมได้



ชิ้นงานที่มีขนาดโต จะทำให้ลำตัดเข้าไปในแขนอิเล็กโตรด จะทำให้เกิดการสูญเสียกระแสเหนี่ยวนำมาก (เปลืองไฟ) ตั้งรูปขามือ หากสามารถกระทำได้ตั้งรูปขามือจะเหมาะสม



3.6.5 งานบัดกรี

การบัดกรี คือ การเชื่อมประสานชิ้นงานโลหะให้ติดกันแบบถาวร ด้วยสารบัดกรีและฟลักซ์

ข้อดีของการบัดกรี

- สามารถเชื่อมประสานโลหะต่างชนิดกันได้
- ข้อได้เปรียบในการบัดกรีต่อกับชิ้นงานที่มีความหนาแตกต่างกัน และไม่มีความเครียดที่เกิดจากความร้อน
- รอยบัดกรีจะสามารถกันการรั่วจากของเหลวและไอได้ ตัวอย่างการใช้งาน : ภาชนะงานติดตั้งท่อ หม้อน้ำรถยนต์ รางรับน้ำฝน

- รอยบัดกรีจะมีคุณสมบัติโดยทั่วไปเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เช่น งานบัดกรี ลวดไฟฟ้า

ระยะห่างของชิ้นงานที่แนบเข้าด้วยกัน เพื่อทำการบัดกรีได้ดีที่สุด คือ 0, 05 mm ถึง 0, 2 mm เป็นระยะที่ทำให้สารบัดกรีไหลซึมลึกได้ดีที่สุด

การบัดกรีอ่อน

การบัดกรีอ่อนเป็นวิธีการบัดกรีที่ใช้แหล่งความร้อนให้ความร้อนแก่สารบัดกรีต่ำกว่า 450 องศา C จะนิยมบัดกรีชิ้นงานที่มีการรับภาระไม่มาก ส่วนใหญ่จะบัดกรีอ่อนโลหะประเภททองแดง ดีบุก และโลหะเจือของมัน สารบัดกรีอ่อนที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นส่วนเจือจากดีบุก (Sn) ตะกั่ว (Pb) และแอนติโมนี (Sb) ที่ช่วยให้ความเค้นและความแข็งของรอยบัดกรีเพิ่มขึ้น ตัวอย่าง เช่น

สารบัดกรี L-PbSn20Sb (มี 20% Sn 1, 5% Sb ที่เหลือเป็นตะกั่ว) มีจุดหลอมละลายที่ 186...270 องศา C เป็นสารบัดกรีตะกั่ว ใช้ในงานสร้าง ตัวถัง หม้อน้ำ

สารบัดกรี L-PbSn40 (Sb) เจือแอนติโมนีต่ำ (มี 40% Sn 0,3% Sb ที่เหลือเป็น Pb) มีจุดหลอมละลายที่ 183...235 องศา C ใช้บัดกรีดีบุกแผ่นสังกะสี

สารบัดกรีอ่อนชนิดพิเศษ L-SnAg5 (มี 5% Ag ที่เหลือเป็น Sn) มีจุดหลอมละลายที่ 221 องศา C...240 องศา C ใช้ในการบัดกรีสานละเอียด เช่น งานอุตสาหกรรมไฟฟ้า เหล็กกล้าไร้สนิม ทองแดง (ท่อน้ำร้อน)

ฟลักซ์ (flux)

ฟลักซ์ เป็นวัสดุประเภทโลหะที่ทำหน้าที่ขจัดผิวออกไซด์ หรือป้องกันการเกิดออกไซด์บนผิวงานที่เตรียมไว้บัดกรี การใช้ฟลักซ์ทาลงบนผิวงานจะต้องมีการทำความสะอาดผิวงานมาก่อน นอกจากนี้ ฟลักซ์ยังทำหน้าที่ป้องกันการเกิดออกไซด์ในระหว่างการบัดกรีอีกด้วย

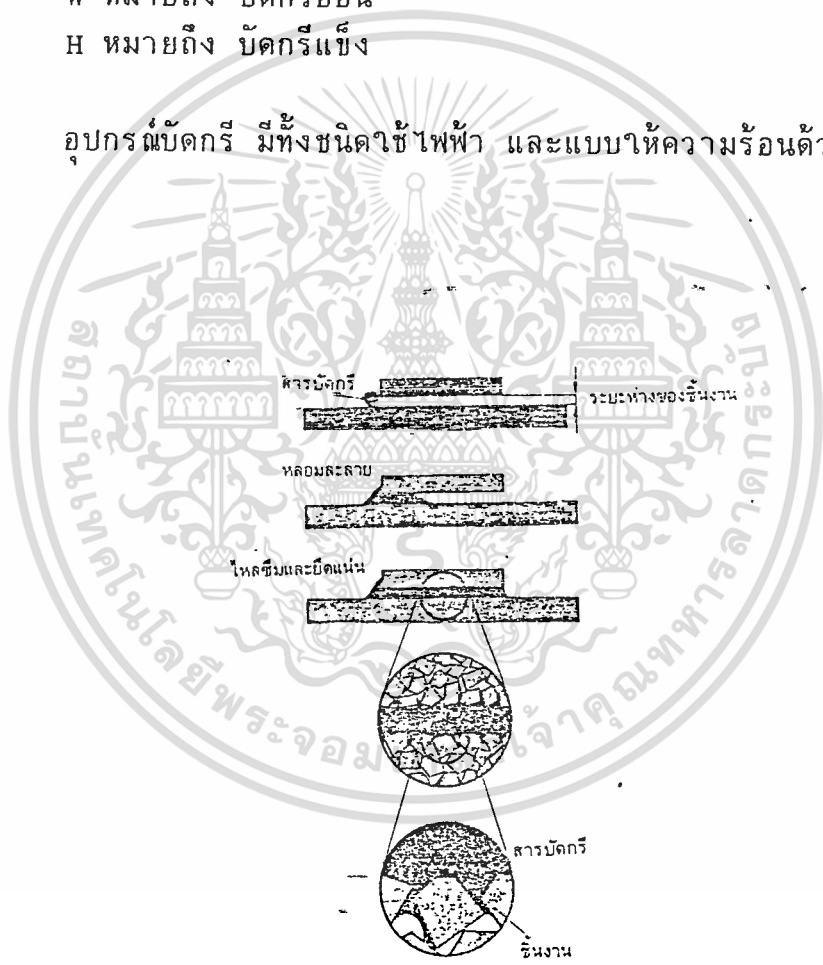
เพื่อป้องกันการกัดกร่อน จะต้องขจัดเศษฟลักซ์ออกจากตำแหน่งรอยบัดกรีออกให้หมด โดยเฉพาะอย่างยิ่งชิ้นงานที่เป็นโลหะเบาจะทำการขจัดเศษฟลักซ์ออก

ให้หมดได้ยาก

พริกซ์ที่ใช้ในงานบัดกรีอ่อนและบัดกรีแข็งมีด้วยกันหลายชนิด ตามสัญลักษณ์ย่อมาตรฐานเยอรมัน จะประกอบไปด้วยอักษรที่มีความหมายดังต่อไปนี้

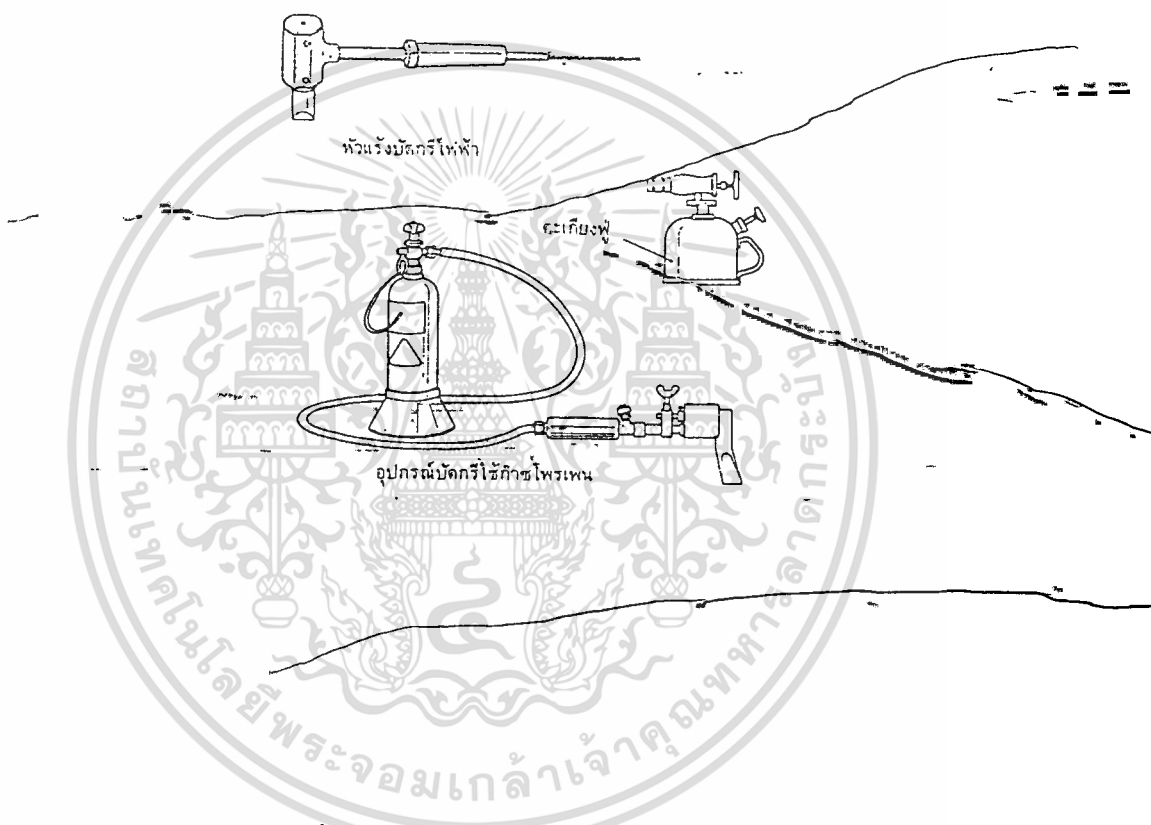
- F หมายถึง พริกซ์
- S หมายถึง โลหะหนัก
- L หมายถึง โลหะเบา
- W หมายถึง บัดกรีอ่อน
- H หมายถึง บัดกรีแข็ง

อุปกรณ์บัดกรี มีทั้งชนิดใช้ไฟฟ้า และแบบให้ความร้อนด้วยเปลวก๊าซ



ภาพที่ 3.73 ขบวนการในระหว่างการบัดกรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

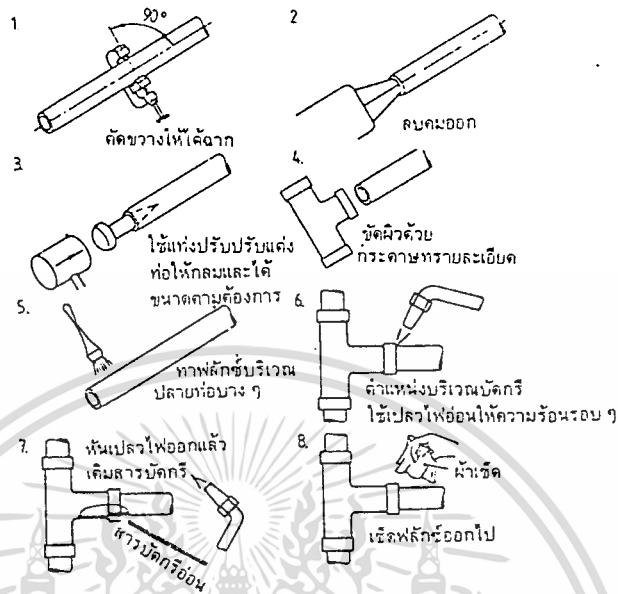


ภาพที่ 3.74 อุปกรณ์ที่ใช้ในการบัตกรีอ่อน

เทคนิคงานบัตกรี

ตัวอย่างการงานบัตกรีอ่อนในการติดตั้งท่อทองแดงด้วยสารบัตกรี (ตะกั่ว) ในการติดตั้งงานท่อทองแดง โดยส่วนใหญ่จะเป็นงานสวมที่มีระยะเพื่อการสวมระหว่าง 0, 02 mm ถึง 0, 03 mm ตามแต่ขนาดความโตของงาน ซึ่งในระหว่างบัตกรีจะให้ปฏิริยาคาพิลลาร์ ทำให้สารบัตกรีซึมเข้าไปในช่องว่างงานสวมได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.75 ขั้นตอนการบัดกรีอ่อนทองแดงด้วยเปลวไฟ

ขั้นตอนการบัดกรีท่อทองแดง (ดูภาพที่ 3.75)

1. ตัดท่อนให้ได้อากและลบคมออก
2. ให้ปรับขนาดของปลายท่อทองแดงอ่อน เพื่อให้เกิดช่องว่างงานสวม
สม่ำเสมอ
3. ใช้กระดาษทรายขัดเหล็กชนิดละเอียดขัดตรงบริเวณปลายท่อด้านนอก
และบริเวณด้านในของท่อที่โตกว่าให้เป็นมัน
4. ใช้ฟลักซ์ทาตรงบริเวณปลายท่อเพียงบาง ๆ
5. สวมท่อเข้าไปในท่อแยกจนชนบ่าข้างใน แล้วใช้เปลวไฟอ่อน ๆ ให้ความ
ร้อนบริเวณท่อที่ต้องการบัดกรีในกรณีที่มีตำแหน่งบัดกรีหลายตำแหน่ง
เช่น ของข้อต่อตัว T ก็ควรจะเตรียมงานให้อยู่ในขั้นตอน
เดียวกัน
6. อุณหภูมิจะทำให้การบัดกรีสามารถจะสังเกตได้จากการเกิดไอของฟลักซ์
7. จากนั้นให้หันเปลวก๊าซไปทางอื่น ขณะเดียวกันให้ใช้สารบัดกรีจัดตรง
ตำแหน่งรอยสวมให้สารบัดกรีหลอมละลายไปรอบ ๆ ท่อ จนกระทั่ง

เกิดเป็นรอยบัดกรีรูปร่างแหวนขึ้นอย่างชัดเจนเกิดเป็นรอยบัดกรีรูปร่างแหวนขึ้นอย่างชัดเจน

8. ทำให้ชิ้นงานเย็นตัวลง หลังจากนั้นให้ทำความสะอาดหรือล้างเศษฟลักซ์ออก มิฉะนั้นจะเกิดการกัดกร่อนต่อทองแดง

หัวแร้งบัดกรี จะทำจากทองแดง ในกรณีที่ทำแท่งบัดกรีมีลักษณะค้ำแคบ จะใช้อุปกรณ์บัดกรีที่มีหัวแร้งปลายแหลม ดังภาพ 3.74 อุปกรณ์บัดกรีที่ใช้ก๊าซโพรเพนจะเหมาะสมกับงานสนาม แต่จะต้องมีกาบังลมทำให้เปลวก๊าซเข้าหัวแร้งได้เต็มที่

ข้อสังเกตในการบัดกรีอ่อน

1. บริเวณด้านข้างของหัวแร้งบัดกรี ที่มีคราบผิวสะเก็ดติดอยู่ให้ใช้ตะไบถูออกให้อยู่ในรูปร่างเดิม โดยบริเวณหัวแร้งให้มีขนาดความกว้างระหว่าง 2 mm ถึง 5 mm (แปรผันตามลักษณะงาน)

2. หลังจากการให้ความร้อนแก่หัวแร้งบัดกรี จะต้องทำการขจัดออกไซด์ออกจากแนวปลายหัวแร้ง และทดสอบปลายหัวแร้งด้วยดีบุก ซึ่งจะกระทำโดยการบัดกรีบนหินแอมโมเนียมคลอไรด์ ด้วยการเติมสารบัดกรีเข้าไป ดังภาพ 3.76

3. จะต้องไม่ให้ความร้อนแก่หัวแร้งบัดกรีมากเกินไป มิฉะนั้น จะทำให้เกิดคราบผิวสะเก็ดบนหัวแร้งได้

4. โลหะแผ่นที่เป็นทองแดง สังกะสี ส่วนเจือทองแดง-สังกะสีและเหล็กกล้าที่ต้องการให้มีแนวบัดกรีที่ดีขึ้น จะต้องทำการเคลือบดีบุกบริเวณบัดกรีเสียก่อน

การบัดกรีแข็งสำหรับโลหะหนัก

โลหะที่ใช้ทำสารบัดกรีแข็ง ได้แก่ ทองเหลืองหรือส่วนเจือทองแดง-เงิน (สารบัดกรีเงิน) สำหรับส่วนเจืออื่น ๆ ในสารบัดกรีแข็ง ได้แก่ แคดเมียม (Cd) ฟอสฟอรัส (P) ซิลิกอน (Si) แมงกานีส (Mn) ดีบุก (Sn) และนิกเกิล (Ni) สารบัดกรีเงินมีราคาแพง แต่มีข้อดีคือ ทำให้อุณหภูมิหลอมละลายอยู่ที่ 610...800 องศา C



ภาพที่ 3.76 การทำความสะอาดหัวแร่

อุปกรณ์ให้ความร้อนในการบัดกรีแข็ง

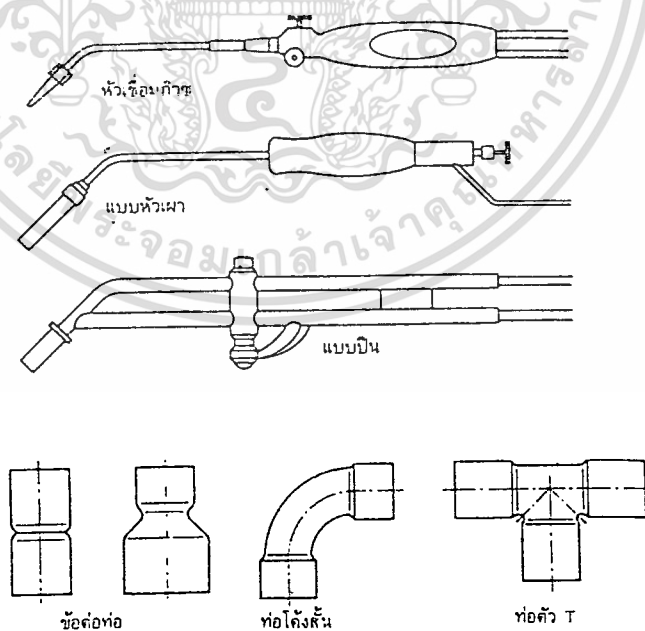
ในการให้ความร้อนในการบัดกรีแข็ง จะต้องใช้อุปกรณ์ที่ให้อุปกรณ์ที่ให้
อุณหภูมิสูง

สำหรับในขบวนการผลิตแบบอุตสาหกรรม จะให้ความร้อนแก่ชิ้นงานในเตาหรือให้ความร้อนในอ่างจุ่ม หรือใช้ขดลวดไฟฟ้าเหนี่ยวนำให้ความร้อน ดังภาพ 3.79

สำหรับการบัดกรีแข็งด้วยการใช้เปลวก๊าซจะต้องปรับเปลวให้แผ่กระจายให้ความร้อนแก่ชิ้นงาน แล้วจึงใช้ลวดบัดกรีแข็งจ่อบริเวณรอยต่อที่จะบัดกรีภายหลัง

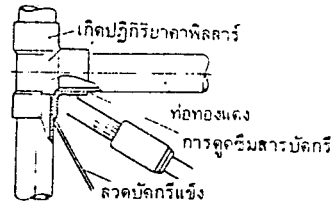
สารบัดกรี	สัญลักษณ์ย่อ	ส่วนเจือ	อุณหภูมิทำงาน	ตัวอย่างการใช้งาน
ทองแดง	L-SCu (ไม่มี O ₂)	99,9% Cu	1100C	ใช้บัดกรีมีดเล็บ (โลหะแข็ง) เหล็กกล้า
ทองเหลือง	L-CuZn40	60%Cu; 39%Zn 0,1%Sn; Mn; Ni	900C	เหล็กกล้า เหล็กหล่ออบเหนียว นิกเกิล ทองแดง
ทองแดง-เงิน	L-Ag12	12%Ag; 48%Cu 40%Zn	830C	เหล็กกล้า เหล็กหล่ออบเหนียว ทองแดง นิกเกิล
เงิน	L-Ag40Cd	40%Ag; 19%Cu 20%Cd; 21%Zn	610C	เหล็กกล้า เหล็กหล่ออบเหนียว และทองแดงที่ใช้ในงานติดตั้งทั่วไป

ตารางที่ 3.10 ชนิดของสารบัดกรีแข็งที่ใช้สำหรับโลหะหนักตามมาตรฐาน DIN



ภาพที่ 3.77 อุปกรณ์ที่ใช้ในการบัดกรีแข็งและลักษณะท่อที่ใช้บัดกรีแข็งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



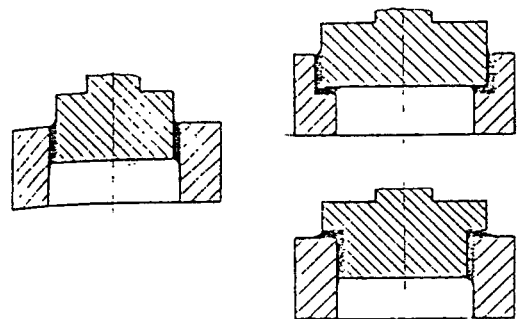
ภาพที่ 3.78 การบัดกรีแข็งข้อต่อท่อ



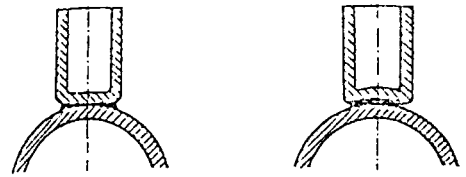
ภาพที่ 3.79 การให้ความร้อนแก่ชิ้นงานบัดกรีแข็งในเตาให้ความร้อน หรือขดลวดไฟฟ้าเหนียวหนา

งานบัดกรี

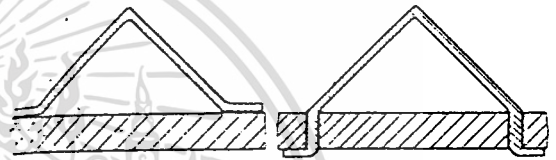
การออกแบบวงแหวนบัดกรีกับโบลต์ ควรจะให้มียึดรูปขวามือ ที่ให้ความมั่นคงและแข็งแรงกว่า



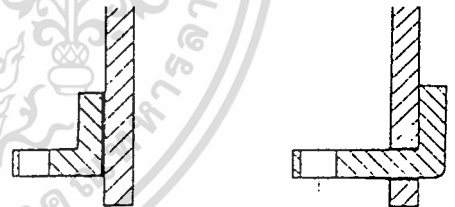
การบัดกรีหน้าบริเวณขอบ ดังรูปซ้ายมือ จะทำให้ขาดความแข็งแรง การบัดกรีที่ถูกต้อง จะต้องให้รอยบัดกรีหนาอย่างสม่ำเสมอ ดังรูปขวามือ



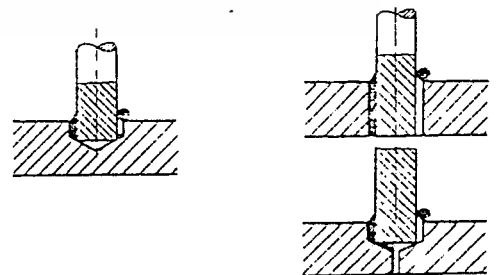
ชิ้นงานที่รับภาระมาก ๆ ควรจะออกแบบสอดคล้องกันแล้วบัดกรีให้แข็งแรง ดังรูปขวามือ



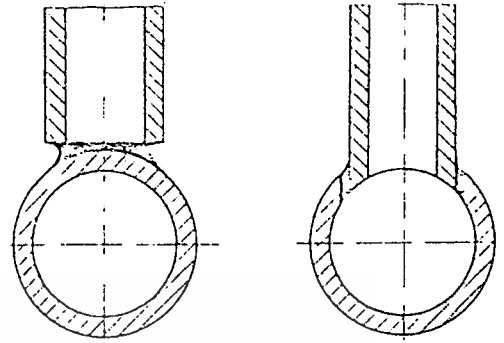
การบัดกรีดังรูปซ้ายมือ ใช้กับงานรับภาระน้อยส่วนการให้ชิ้นงานรับภาระมาก จะต้องออกแบบและบัดกรี ดังรูปขวามือ



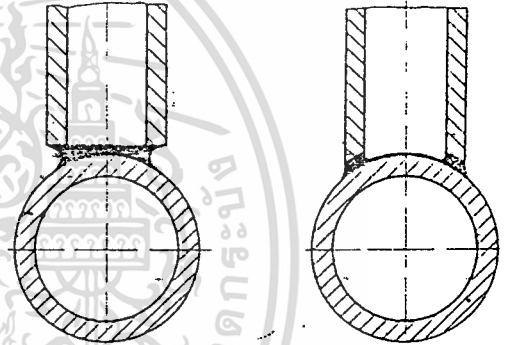
ในการบัดกรีโบลต์ ที่สวมเข้าไปในชิ้นงานจะต้องมีรูระบายเล็ก ๆ ดังรูป ขวามือล่างหรือขวามือบน



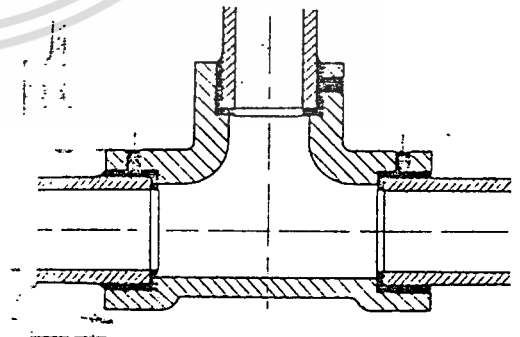
การบัดกรีเป็นรอยหนา ดังรูปซ้ายมือ
ไม่เหมาะสมควรจะเจาะแล้วสวมท่อ
เข้าไปให้มีช่องว่างบัดกรีได้ ดังรูป
ขวามือ



การออกแบบรอยต่อชิ้นงานบัดกรี ดัง
รูปขวามือ จะเหมาะสมและแข็งแรง
กว่ารูปซ้ายมือ

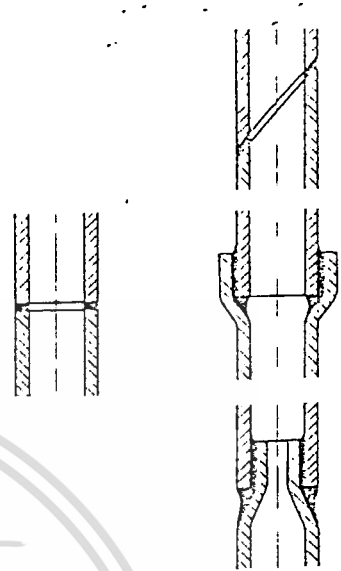


การออกแบบบัดกรียึดท่อเข้ากับข้อต่อ
ต่าง ๆ

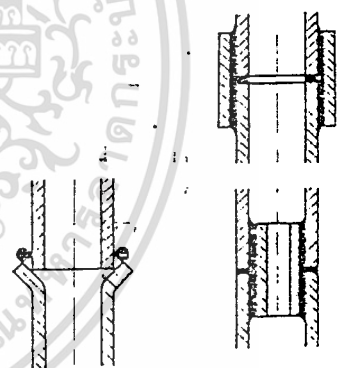


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

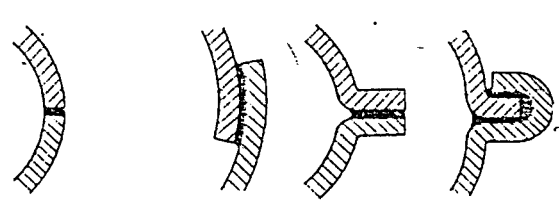
ทำให้หลีกเลี่ยงการบัดกรีต่อชนท่อนี้ ดังรูป
ซ้ายมือ แต่ควรออกแบบบัดกรี ดังรูป
ขวามือถ้าทำเป็นลักษณะสวมดังรูปขวา
มือกลางจะยิ่งดี ส่วนรูปขวามือล่างมี
ข้อเสีย คือ ทำให้ขนาดภาคตัดขวาง
เล็กลง



ทำให้หลีกเลี่ยงการบัดกรีต่อท่อดังรูปซ้าย
มือ แต่ควรออกแบบให้มีข้อหุ้มภายนอก
หรือท่อเสริมภายในที่มีรอยต่อ จึงทำ
การบัดกรี

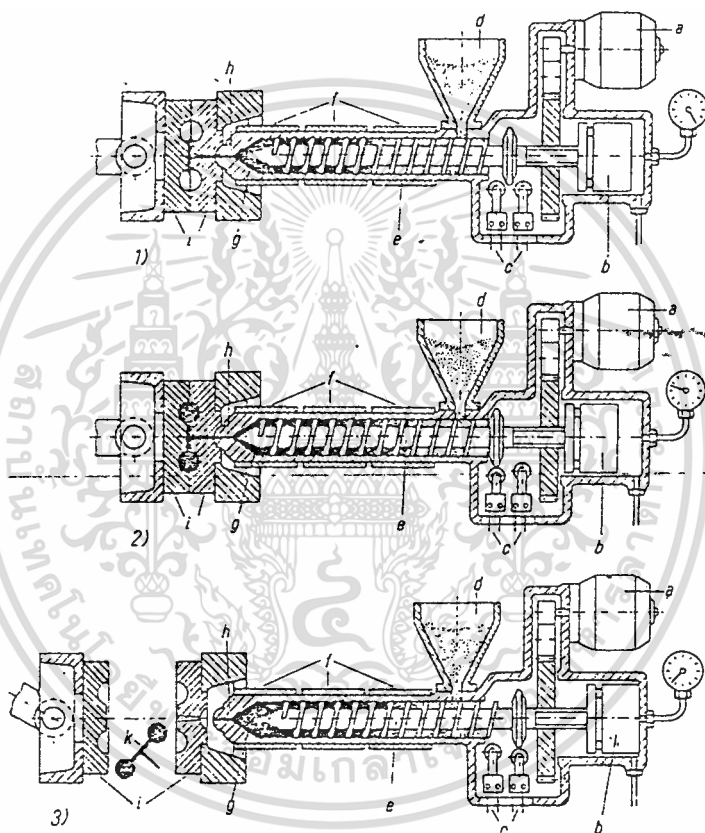


การบัดกรีต่อชนชิ้นงานโค้ง ดังรูปซ้าย
มือควรหลีกเลี่ยงแต่ให้ออกแบบแยกกัน
ดังรูปขวามือ ทั้ง 3 รูป



3.6.6 การขึ้นรูปพลาสติกด้วยการหล่อแบบฉีด และขึ้นส่วนอัดขึ้นรูป

พลาสติกที่สามารถขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบฉีด (injection moulding) คือพลาสติกอ่อน (thermoplastics) ซึ่งก็ได้แก่ โพลีเอทีลีน (PE) พีวีซี (PVC) อคริลิกแกส (PMMA) โพลีสไตรีน (PS) โพลีเอไมด์ (PA) และพลาสติกแข็ง



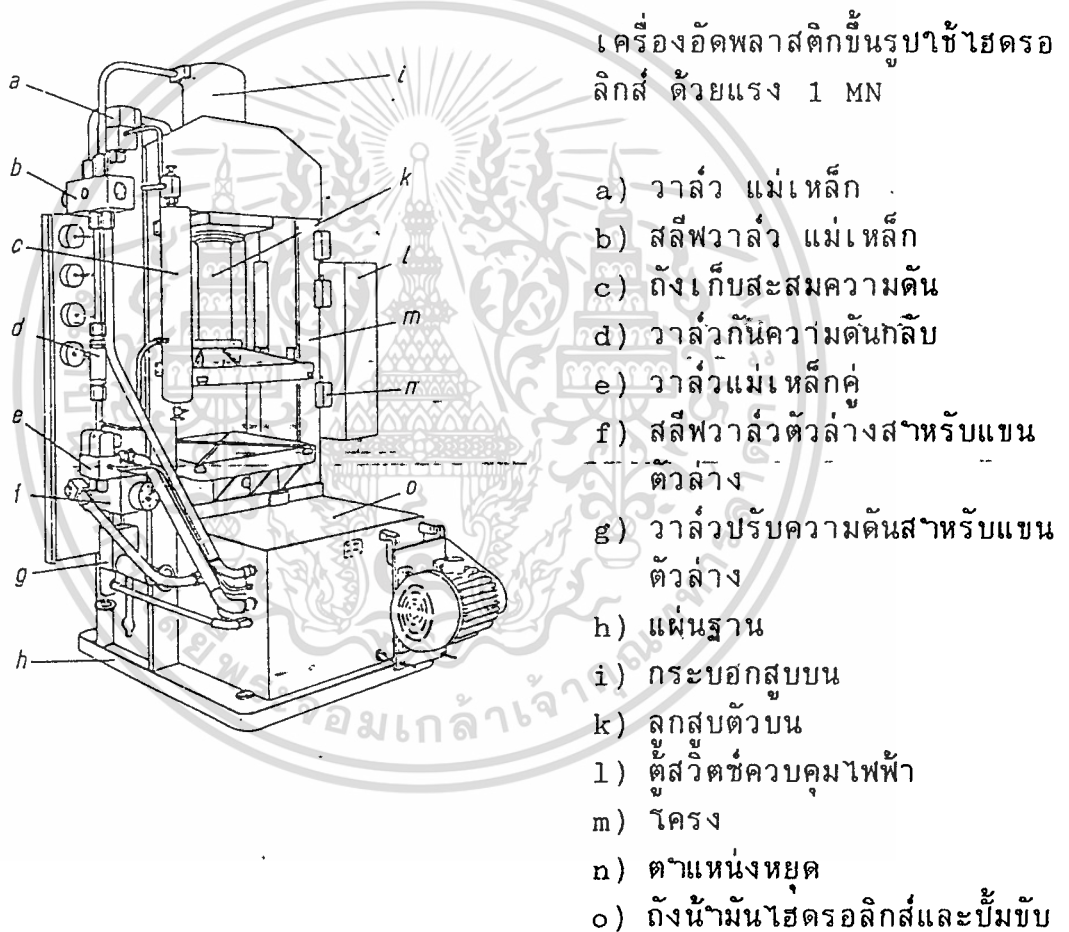
ภาพที่ 3.80 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติกแบบเกลียว (Screw injection molding)

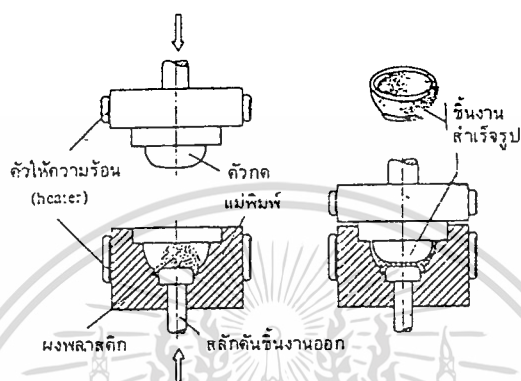
- a) มอเตอร์ขับ
- b) ชุดขับเคลื่อนไปกลับสำหรับสกรู
- c) สวิตซ์เวลา
- d) กรวยใส่เม็ดพลาสติก
- e) สกรูลำเลียงและฉีดพลาสติก
- f) แผ่นความร้อน
- g) พลาสติก (ร้อน) หลอม
- h) หัวฉีด
- i) แม่พิมพ์ที่ทำให้เย็นหรือร้อนได้
- k) ชิ้นส่วนที่ฉีดขึ้นรูปสำเร็จ

การอัดขึ้นรูปชิ้นส่วนพลาสติกด้วยแม่พิมพ์ (Compression moulding)

พลาสติกที่สามารถขึ้นรูปโดยการอัดได้คือ พลาสติกแข็ง ซึ่งได้แก่ ยูเรีย (UF) เมลามีน (MF) อีพอกซี (EP) และอื่น ๆ

ภาพที่ 3.81





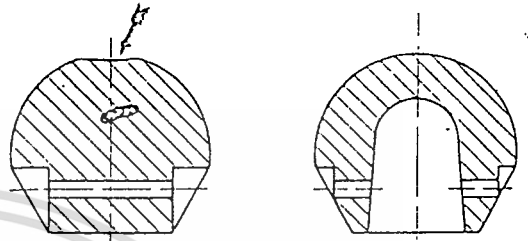
ภาพที่ 3.82

การอัดพลาสติกแข็งขึ้นรูปมีขั้นตอนดังนี้

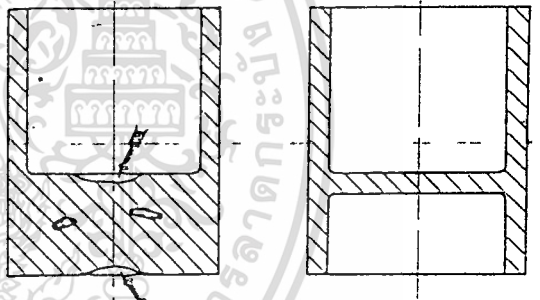
- ก) เอาเม็ดพลาสติกใส่ลงในแม่พิมพ์จะมีตัวทำความร้อนอยู่ทำให้พลาสติกละลาย
- ข) ตัวกดและแม่พิมพ์จะมีตัวทำความร้อนอยู่ทำให้พลาสติกละลาย
- ค) ตัวกดจะทำให้พลาสติกละลายถูกอัดเป็นรูปร่างที่ต้องการแล้วทำให้เย็นตัวลง
- ง) ปลดชิ้นงาน (Ejection) ให้หลุดออกจากแม่พิมพ์เหล็ก

พลาสติกหล่อแบบฉีดและขึ้นส่วนอัดขึ้นรูป (Compression Moulding)

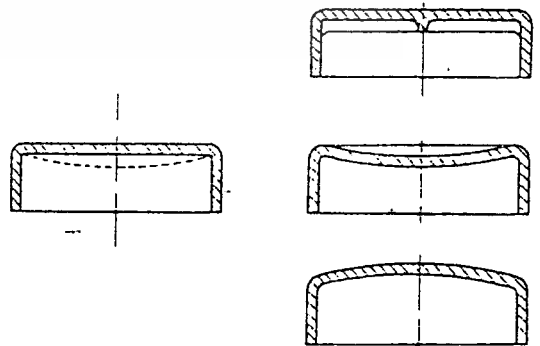
การออกแบบชิ้นงานที่มีเนื้อหนามาก ๆ
ตั้งรูปซ้ายมือจะทำให้เกิดโพรงอากาศ
หรือเกิดเนื้อไม่เต็มดั่งควร ซึ่งได้ง่ายตัว
อย่างรูปขวามือ เป็นวิธีการแก้ไขที่ถูกต้อง



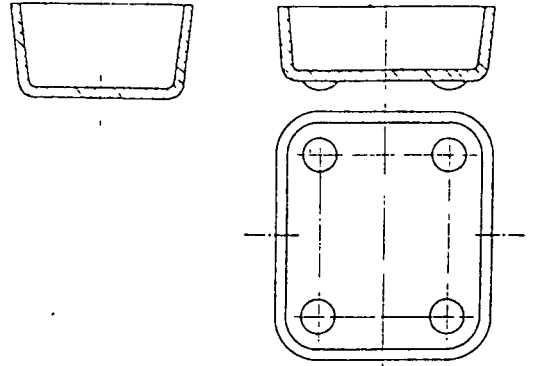
ชิ้นงานมีเนื้อหนามาก ๆ ทำให้เกิด
โพรงอากาศ และเนื้อไม่เต็มดั่งควร
ส่วนรูปขวามือออกแบบให้มีความหนา
เท่ากัน ทำให้แก้ปัญหานี้ได้



ผิวเรียบที่มีพื้นที่มาก ๆ ตามรูปซ้ายมือ
จะทำให้เกิดเนื้อไม่เต็มแบบได้ลักษณะ
เช่นนี้แก้ไขโดยการออกแบบให้มีครีบล
เสริม (ขวบน) หรือให้เว้าเข้าข้าง
ในหรือนอก (ขวามือกลางและล่าง)



ชั้นงานที่พิมพ์ร่องฟันมากๆ ควร
จะออกแบบให้มีย่นออกมาค้ำรูป
ขวามือ



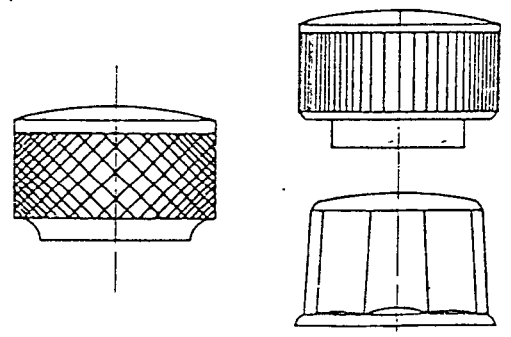
ชั้นงานที่พิมพ์ร่องฟันมากๆ ควร
จะออกแบบให้มีย่นเสริมความแข็ง-
แรง และทำให้ตั้งวางได้มั่นคงรูป
ขวามือ



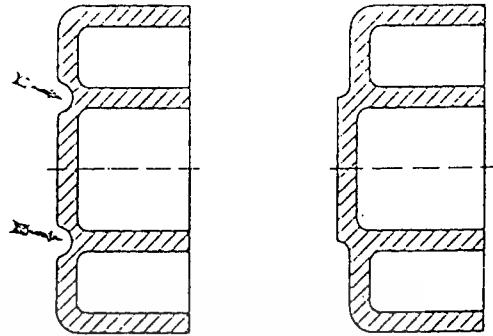
ชั้นงานที่มีช่องทะลุด้านข้างจะต้องใช้
ต้นทุนทำเครื่องมือสูง (รูปซ้ายมือ)
ควรออกแบบดังรูปขวามือ



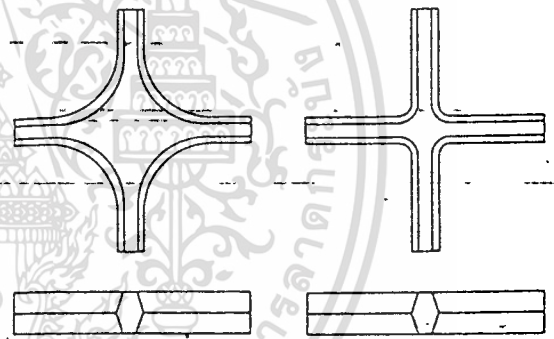
การขึ้นลายเฉียงสลับ ทำให้การผลิต
ยากควรทำขึ้นลายตรงหรือรูปเหลี่ยม
ดังรูปขวามือที่ใช้มือจับได้



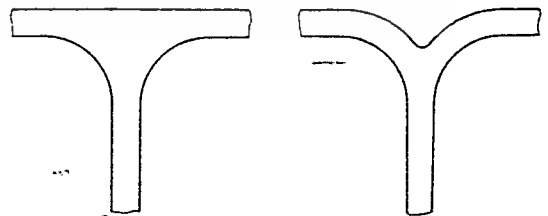
บริเวณที่มีการเสริมครีบเนื้อวัสดุมาก
จะไม่เต็ม ดังครีษ ควรจะออกแบบ
ให้มีบานูนเพิ่มขึ้นดังตัวอย่างรูปขวามือ



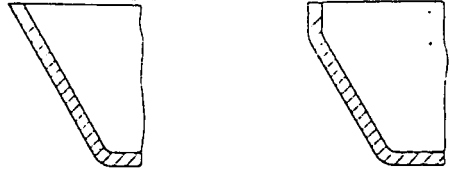
ชิ้นงานตามรูปซ้ายมือ ทำให้มีเนื้อ
วัสดุมากควรจะออกแบบดังตัวอย่าง
รูปขวามือ



ชิ้นงานที่มีผนังสามด้านตั้งรูปซ้ายมือ
มีเนื้อวัสดุหนามาก ควรออกแบบดัง
ตัวอย่างรูปขวามือ



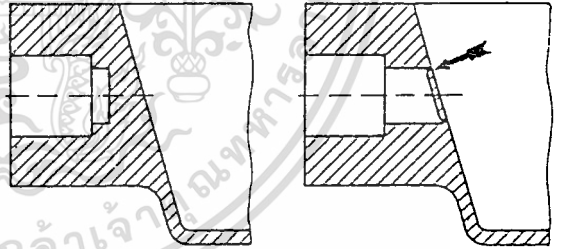
ชิ้นงานที่มีขอบบนแหลมจะทำให้แตกหักได้ง่าย ควรออกแบบตั้งตัวอย่างรูปขวามือ



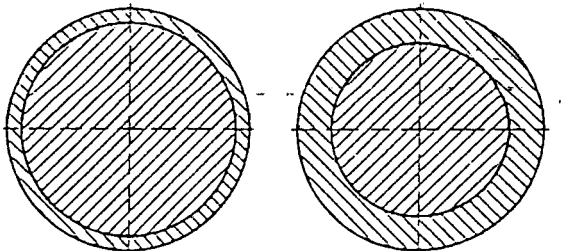
ขอบชิ้นงานที่มีมุมแหลมดังครซให้หลีกเลี่ยงควรออกแบบให้แข็งแรงดังตัวอย่างรูปขวามือ



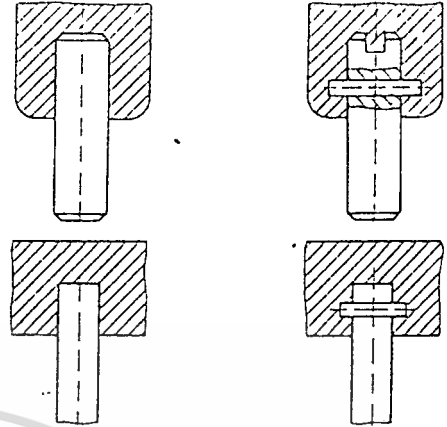
ชิ้นงานหล่อแบบฉีดที่ต้องการทะลุผนังจะต้องออกแบบให้มีรอยบาก และมีผนังบางตั้งรูปตัวอย่างขวามือ



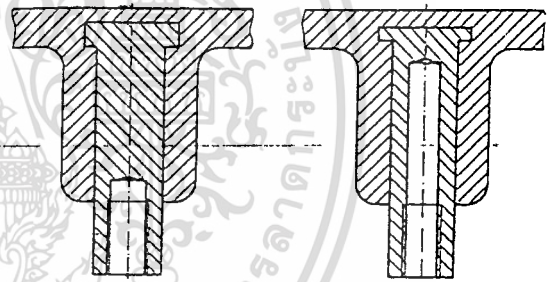
ไม่ควรจะหล่อพลาสติกหุ้มโลหะจะต้องให้ความหนาเพียงพอ ตั้งตัวอย่างรูปขวามือ



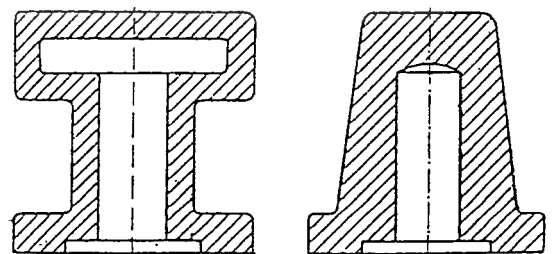
การหล่อพลาสติกหุ้มชิ้นโลหะควรจะ
ออกแบบให้มีชิ้นส่วนเสริมป้องกันการ
หมุนหรือดึงออกได้ ดังตัวอย่างรูป
ขวามือ 2 รูป



ชิ้นงานโลหะโต ๆ ที่จะหล่อหุ้มด้วย
พลาสติกถ้าเป็นไปได้ควรจะมีรูปร่าง
กลวง และมีผนังบาง ดังตัวอย่างรูป
ขวามือ มิฉะนั้นจะทำให้เกิดการเย็น
ตัวมากในขณะหล่อแบบฉีด

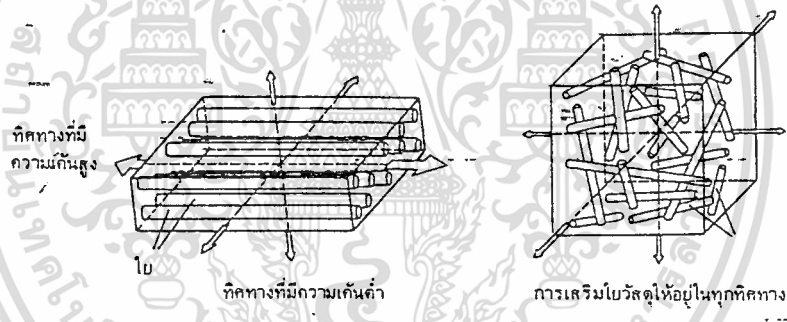


ให้หลีกเลี่ยงการออกแบบชิ้นงานที่มี
การทรงภายในและภายนอก ดัง
รูปซ้ายมือ เพราะต้องใช้เครื่องมือ
ราคาแพง ตัวอย่างรูปขวามือเป็น
การออกแบบที่ใช้เครื่องมืออุปกรณ์
แบบง่าย ๆ หากการผลิตได้



3.6.7 พลาสติกเสริมใยแก้ว

ในการเสริมใยแก้วจะเลือกใช้ใยที่มีความเค้นสูงใยประเภทนี้สามารถใช้ใยแก้ว โลหะหรือคาร์บอน ที่มีความต้านแรงดึงถึง 4000 N/mm² ใยที่กล่าวมานี้มีความบางมาก (ราว 10 ถึง 100 um) ใยนี้ใช้เสริมในวัสดุรวม ดังภาพ 3.83 ถ้าเส้นใยเสริมนี้อยู่ในทิศทางเดียวกัน ในทิศทางที่เส้นใยเรียงเป็นเส้นตรงนั้นจะรับความเค้นได้สูง ส่วนในทิศทางขวางกับเส้นใยก็จะรับความเค้นได้ต่ำ (ไม่ถูกเสริม) แต่ถ้ามีการเสริมเส้นใยในทุกทิศทาง ดังภาพ 3.84 ความแข็งแรง ก็จะรับความเค้นได้สูงทุกทิศทางเช่นเดียวกัน สำหรับชิ้นงานที่รับภาระในทิศทางเดียวกัน เช่น แท่ง แผ่น ท่อและรูปพรรณก็จะถูกผลิตให้เส้นใยเรียงตัวไปในทิศทางที่ต้องรับภาระเดียวกับชิ้นงานที่ต้องรับภาระทุก ๆ ด้านเส้นใยจะถูกผลิตให้เสริมอยู่ในทิศทางเช่นเดียวกัน



ภาพที่ 3.83 การเสริมความแข็งแรงในทุกทิศทุกทาง

ภาพที่ 3.84 การเสริมความแข็งแรงในทิศทางเดียวกัน

พลาสติกเสริมใยแก้ว ทำจากพลาสติก (ส่วนมากเป็นพลาสติกแข็งประเภทโพลีเอสเตอร์หรือเรซินอีพ็อกซี) และใยแก้ว เนื่องจากใยแก้วมีขนาดเล็กบางมาก จึงได้มีการผลิตให้เป็นแท่งที่มีใยแก้วอยู่รวมกันหลายพันเส้นเรียกชื่อว่า ราว (Rovings) หรือเป็นสิ่งทอ ในระหว่างการผลิตขึ้นรูปร่าง พลาสติกจะเหลวอยู่จากนั้นจะทำให้มีความแข็งแรง

พลาสติกอ่อน เช่น โพลีสไตรีน โพลีเอไมด์ จะนำมาทำเป็นพลาสติกเสริมใยแก้วน้อย เนื่องจากกรรมวิธีที่ยุ่งยาก

ความหนา : ราว 1,8 g/cm³
 ความต้านแรงดึง : ถึง 1000 N/mm²
 โมดูลัสยืดหยุ่น : ราว 300000 N/mm²
 สารร่วม : ไยแก้ว + พลาสติก

คุณสมบัติการใช้งาน

ในการใช้เรซินและประเภทของใยแก้วตามสัดส่วนตามปริมาตรรวม จะทำให้มีการเรียงตัวในการเสริมคุณสมบัติของพลาสติกเสริมใยแก้ว ให้ได้ความเค้น และจะเพิ่มความเค้นขึ้นตามปริมาณของ เส้นใยและทิศทางการเรียงตัวของเส้นใย

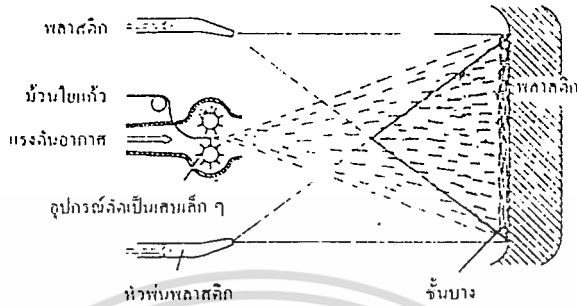
ในการใช้งานจริงจะนิยมใช้ในงานก่อสร้างและในงานสร้างเรือ เครื่อง - กลมากขึ้น โดยจะผลิตเป็นพื้นเพื่อ เครื่องมือพิเศษ กระบวนการหล่อ ชิ้นส่วนตัวถัง รถยนต์ และเครื่องบิน ท่อน้ำและภาชนะ

พลาสติกเสริมใยแก้วจะมีความเค้นและความยืดหยุ่นสูง โดยมีความหนาแน่นน้อยด้วย

กรรมวิธีการผลิตพลาสติกเสริมใยแก้วสามารถทำได้หลายวิธี แต่จะขอกกล่าวพอสังเขปดังนี้

ก) กรรมวิธีการฉีดใยเรซิน

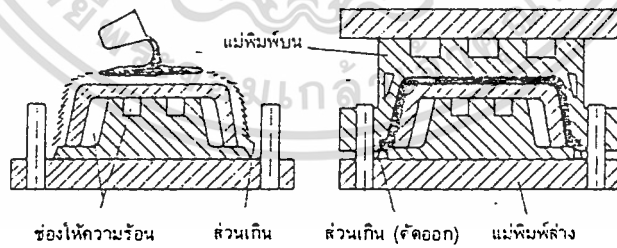
จะให้ใยแก้วผ่านอุปกรณ์ตัดให้เป็นเศษเล็ก ๆ แล้วเป่าด้วยแรงดันอากาศ ให้เศษใยเล็ก ๆ พุ่งออกไปกระทบผนังแม่พิมพ์ ในขณะที่ตัวหัวฉีดพลาสติกจะพ่นพลาสติกที่อยู่ในรูปไฮสเปรย์ให้เกิดการยึดติดกับเศษใยแก้วที่ผนังแม่พิมพ์เกิดเป็นรูปแผ่นขึ้นได้



ภาพที่ 3.85 กรรมวิธีการฉีดใยเรซิน

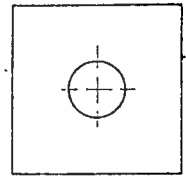
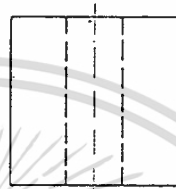
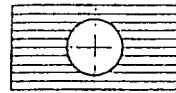
ข) กรรมวิธีอัดหรือฉีดขึ้นรูป (Compression moulding)

กรรมวิธีผลิตขึ้นเหมือนกรรมวิธีขึ้นรูปแบบพลาสติกแข็ง

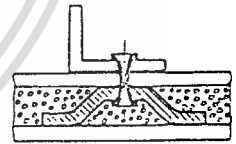
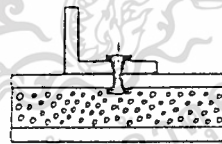
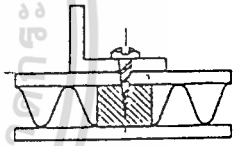


ภาพที่ 3.86 การผลิตขึ้นส่วนพลาสติกแข็ง ตัวอย่าง เรซินโพลีเอสเตอร์เสริมใยแก้ว ด้วยวิธีอัดขึ้นรูปร้อนที่ละชั้น ด้วยความดันอัด 200-400 N/mm² ที่ 100 ถึง 130 องศา C

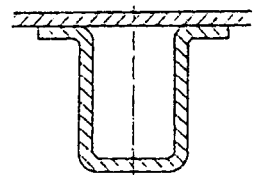
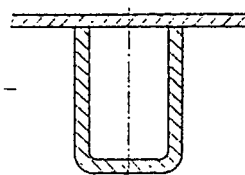
รูต่าง ๆ ควรจะให้ท่ามมาจากขวาง กับแนวเส้นใยแก้วดั่งตัวอย่างรูปขวามือ



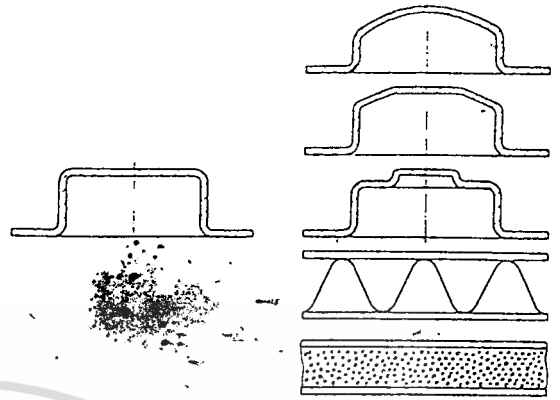
ในการยึดชิ้นงานพลาสติกเสริมใยแก้วด้วยสกรู หรือหมุดจะต้องให้มีพื้นที่สัมผัสกับชิ้นงานอื่นให้มากพอสมควร เพื่อให้แรงกระจายได้ ดั่งตัวอย่างรูปขวามือ 2 รูป



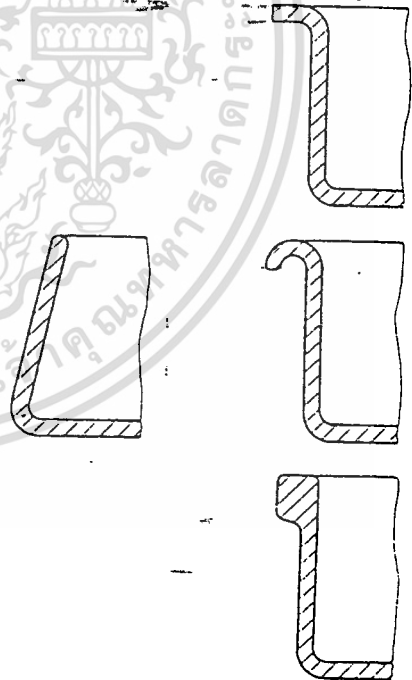
ชิ้นงานพลาสติกที่จะยึดติดกันจะต้องให้มีพื้นที่สัมผัสกันให้มากดั่งตัวอย่างรูปขวามือ



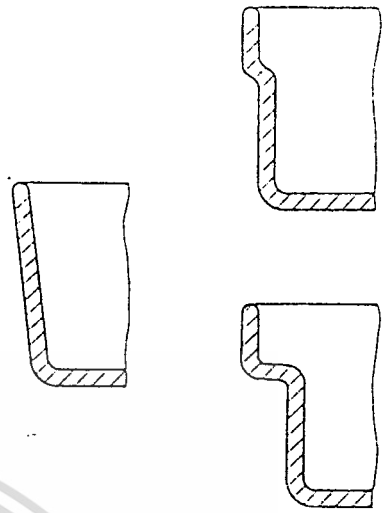
ชิ้นงานที่มีพื้นที่โตมาก ๆ มีรูปร่าง
โค้งสามารถออกแบบให้มีรูปร่าง
หรือรูปแบบแขนวิซ ดังตัวอย่างรูป
ขวามือ



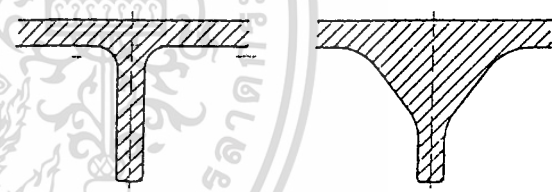
ชิ้นงานที่มีขอบ ควรจะออกแบบให้มี
ขอบเสริมความแข็งแรงดังตัวอย่าง
รูปขวามือ



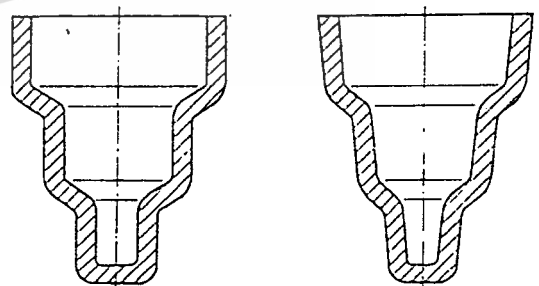
ผนังที่มีพื้นที่มาก ๆ ควรจะออกแบบให้
ตกป่าเสริมความแข็งแรง ดังตัวอย่าง
รูปขวามือ



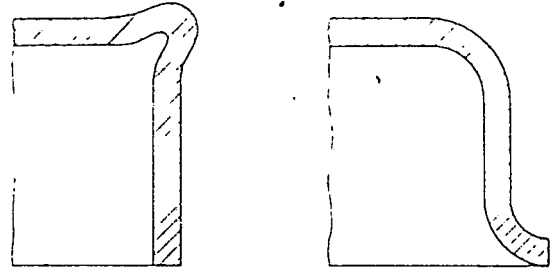
ในกรณีเสริมให้ครีบบีความแข็งแรง
มากขึ้น ควรออกแบบดังตัวอย่างรูป
ขวามือ



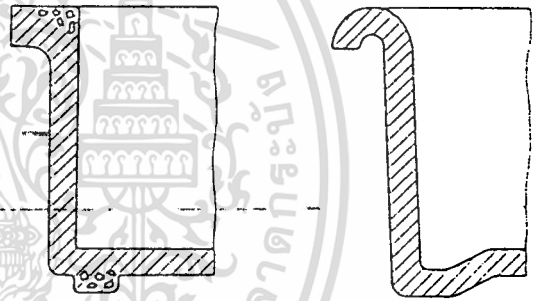
ชั้นงานกลางจะต้องให้มีอัตราเร็ว
1:25 ถึง 1:100 ดังตัวอย่างรูป
ขวามือ



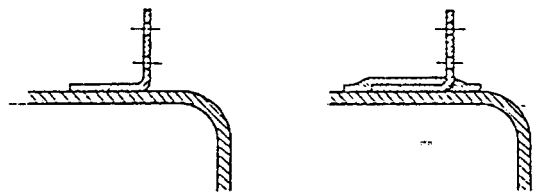
ขอบหรือมุมจะต้องออกแบบให้มีรัศมี
โตเพียงพอ ดังตัวอย่างรูปขวามือ



ถ้าเป็นไปได้ควรจะทำมุมให้ชิ้น-
ส่วนมีความหนาเท่ากัน ดังตัวอย่าง
รูปขวามือมีจะนั้นจะเกิดการรวมตัว
ของเรซินโพรงอากาศหรือขี้ผึ้งจาก-
ความเครียดได้



ชิ้นงานโลหะสามารถติดกาวบนชิ้น
งานพลาสติกเสริมใยแก้วได้ ดัง
รูปซ้ายมือหรือใช้พลาสติกเสริมใย
แก้ว เคลือบเสริมความแข็งแรงเพิ่ม
ขึ้นอีก

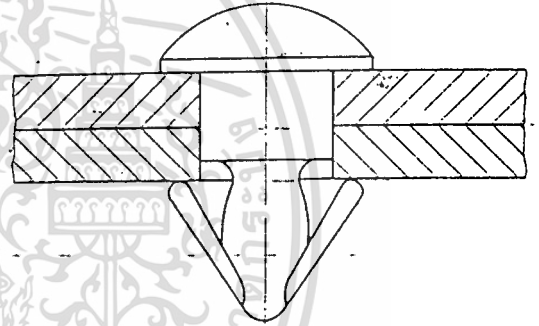


3.6.8 การยึดและยึดพลาสติกด้วยสกรู

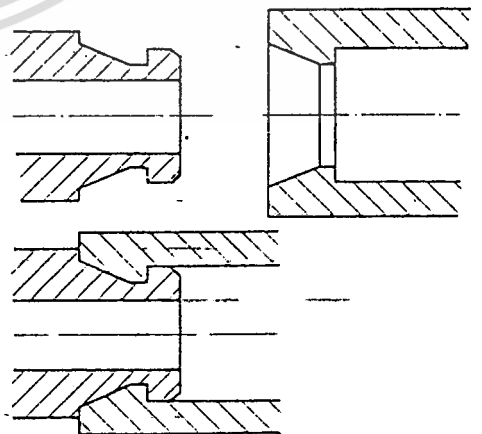
สกรู ข้อต่อยึดลักษณะต่าง ๆ จะผลิตด้วย พลาสติกโพลีเอไมด์ (PA) พลาสติกโพลีอะซีตอล (POM) ส่วนเดือยและสแนป (snap) นั้นจะผลิตจากพลาสติก เช่น โครโพลิเมอร์ของโพรไพลีน โครโพลิเมอร์ของโพลีเอทิลีนออกไซด์และอื่น ๆ การยึดชิ้นส่วนใหญ่มักจะทำการยึดวัสดุชนิดอื่นควรจะใช้หมุดที่มีความอ่อน เช่น ทองแดง ทองเหลือง และอลูมิเนียม

ในการยึดแบบสแนป (snap) จะเหมาะสำหรับการยึดพลาสติกชนิดเหนียว และยึดหยุ่น

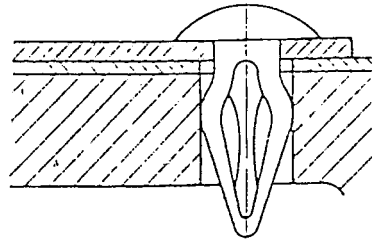
การยึดชิ้นงานพลาสติก - 2 - ชั้นด้วยหมุดล็อก



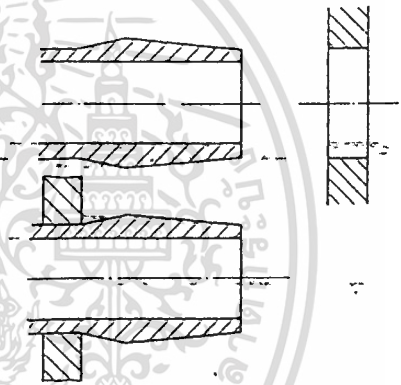
การยึดชิ้นงานแบบถอดไม่ได้แบบใช้เดือย ล็อก รูปบนก่อนการประกอบยึด: รูปล่าง หลังจากประกอบยึดแล้ว



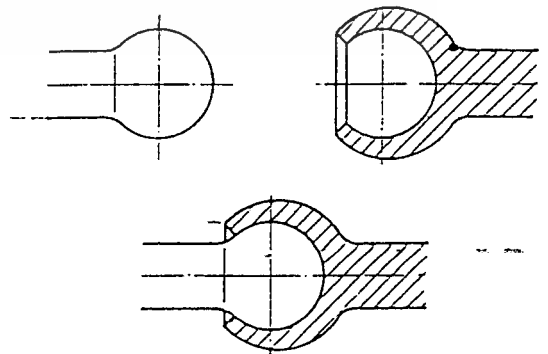
การใช้หมุดล็อกชิ้นงานพลาสติก



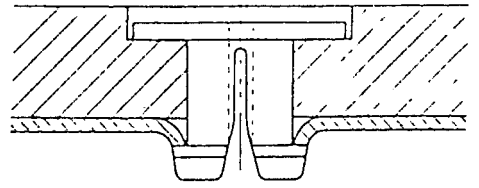
การยึดชิ้นงานแบบถอดไม่ได้ รูปบน
ชิ้นงาน 2 ชิ้น ก่อนการยึดประกอบ
รูปร่าง ชิ้นงานหลังประกอบยึดแล้ว



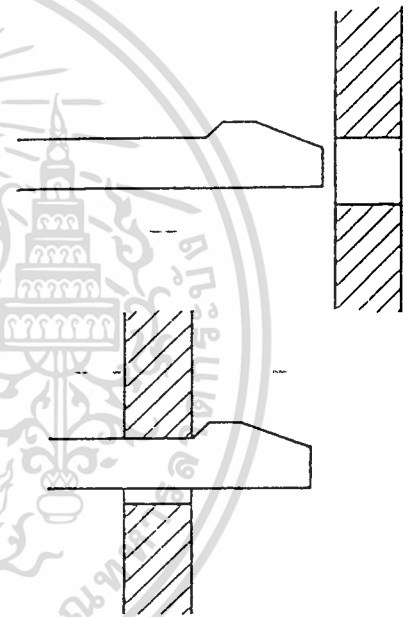
การยึดชิ้นงานแบบทรงกลม (snap)
รูปบน ชิ้นงาน 2 ชิ้น ก่อนการยึด
ประกอบ รูปร่าง ชิ้นงานหลังการ
สวมยึดประกอบด้วย



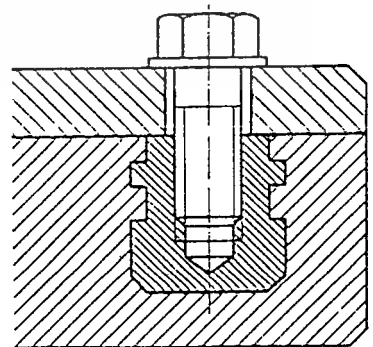
การยึดชิ้นงานด้วยหมุดสล็อกหัวฝัง



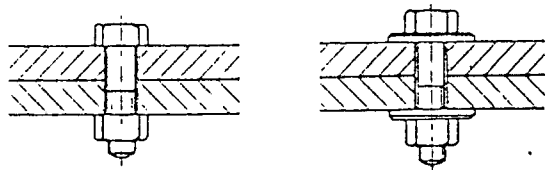
การสวมยึดด้วยลิ้มเดียว รูปบน ก่อน
การสวมยึดเข้าด้วยกัน รูปล่าง หลัง
จากกรณีสวมยึดเข้าด้วยกัน



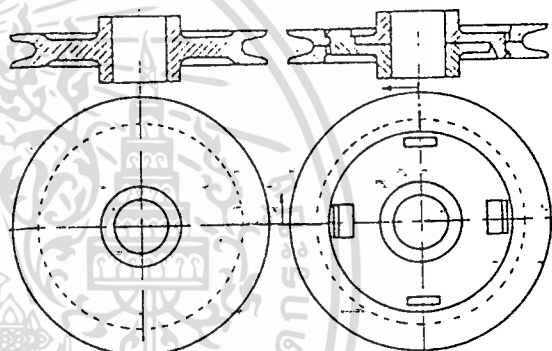
วิธีการหล่อแบบฉีดเต็มเกลียว เพื่อให้
ยึดกับชิ้นงานอื่นได้



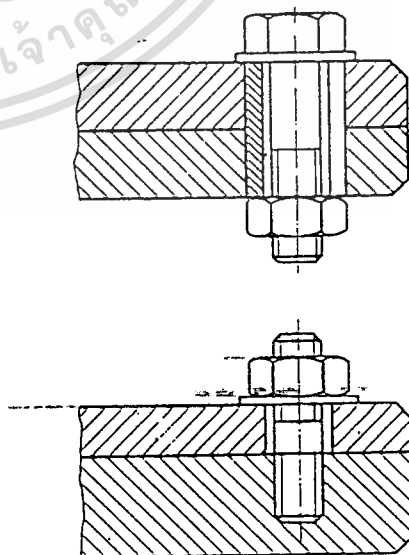
การยึดชิ้นงานด้วยสกรูจะต้องมีแหวนรองที่มีขนาดโตเสมอ คึงตัวอย่างรูปขวามือ



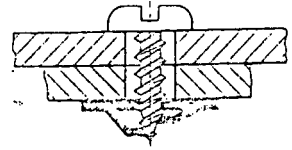
บ่อยครั้งที่พี่เล่สายพานสามารถออกแบบโดยให้มีชั้นส่วนหลายชั้นแล้วนำมาประกอบยึดทำให้ล็อกเข้าด้วยกันได้ คึงตัวอย่างรูปขวามือ



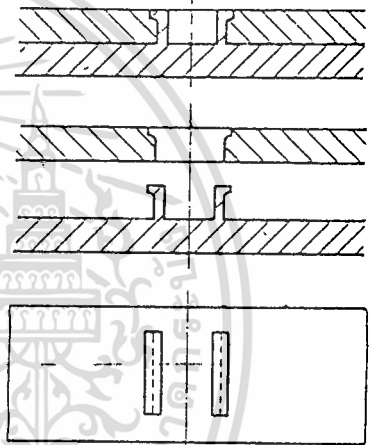
การยึดชิ้นงาน ด้วยการเสริมท่องแหวนคึงรูปบน การยึดชิ้นงานด้วยสกรูที่ได้จากการฉุดชิ้นรูปคึงรูปล่าง



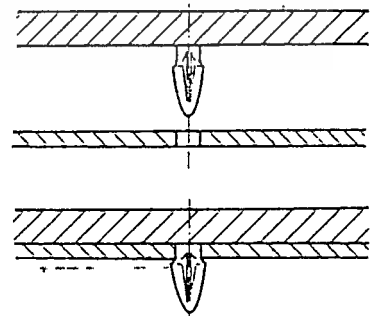
วิธีการยึดชิ้นงานด้วยสลักเกลียวปล่อย



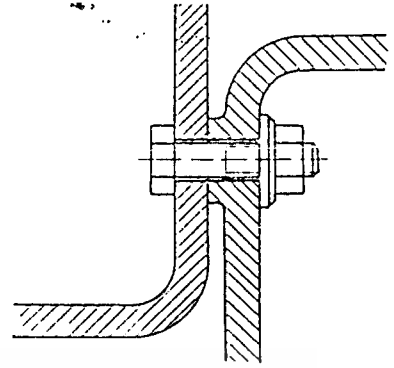
วิธีการยึดชิ้นงานแบบเดือยล็อก



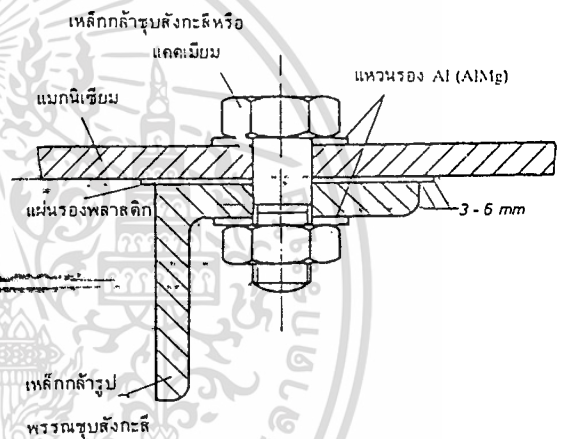
วิธีการยึดชิ้นงานแบบเดือยล็อก



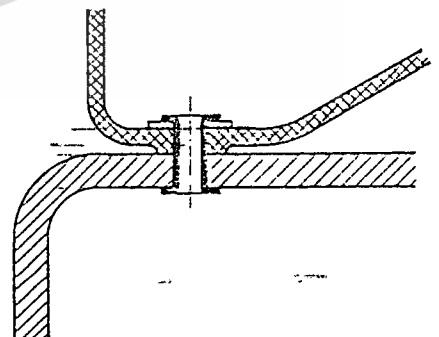
ชั้นงานพลาสติกที่ยึดติดกับชั้นงานโลหะ
จะต้องมีแหวนรองโต ๆ รองด้านชั้น-
งานที่เป็นพลาสติกเสมอ



ในการประกอบชั้นงานที่ทำจากวัสดุ
ต่างชนิดกันจะทำให้เกิดความร้อน
(แรงเคลื่อนไฟฟ้า เคมีต่างศักย์ของ
แต่ละวัสดุ) ตัวอย่างที่แสดงนี้มีชั้นงาน
อื่นรองเสริมป้องกันไว้

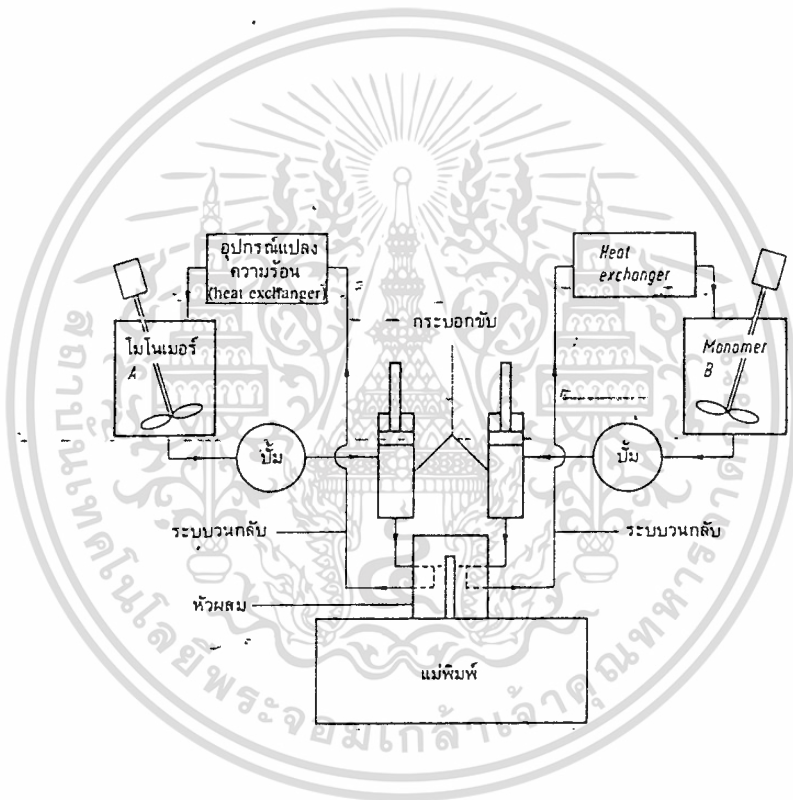


ในการยึดชั้นงานโลหะและพลาสติก
เข้าด้วยกันจะต้องใช้แหวนที่มีพื้นที่
มาก ๆ ให้รองอยู่ด้านชั้นงานพลาส-
ติกเสมอ



3.6.9 พลาสติกโพลียูเรเทนร่วมกับวัสดุโฟมแข็ง (Rigid PUR integral foam)

พลาสติกโพลียูเรเทน ร่วมกับวัสดุโฟมแข็งนี้ จะมีความหนาแน่นระหว่าง $0,4$ ถึง $0,7 \text{ kg/dm}^3$ จะมีผิวภายนอกแข็ง ความหนาแน่นนี้จะกระจายอยู่ในเนื้อโฟม บริเวณตรงกลางจะมีความหนาแน่น $0,65 \text{ kg/dm}^3$ ซึ่งจะมีคุณสมบัติคล้ายกับไม้ ในการผลิตวัสดุนี้จะใช้หลักการของอาร์ไอเอ็ม (RIM) ที่ย่อมาจาก Reaction Injection Moulding

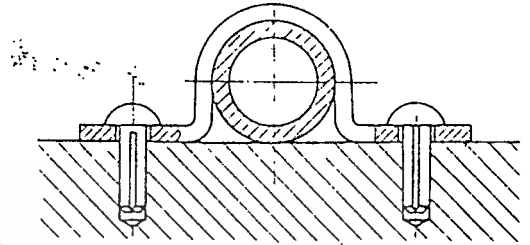


ภาพที่ 3.87 หลักการผลิตพลาสติกโพลียูเรเทนร่วมกับวัสดุโฟมแข็ง
ด้วยกรรมวิธี อาร์ ไอ เอ็ม

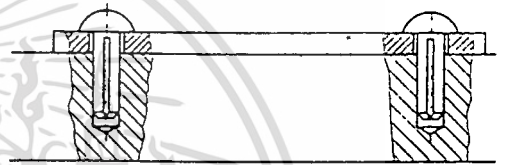
พลาสติกโพลียูเรเทนร่วมกับโฟมแข็ง จะนำมาใช้ในงานก่อสร้างอาคาร ชั้นส่วนเพอร์นิเจอร์ในสำนักงาน กรอบหน้าต่าง ตัวเรือนอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องกลต่าง ๆ ดังตัวอย่าง การออกแบบที่แสดงให้เห็นดังต่อไปนี้

พลาสติกโพลีเอเธนร่วมกับวัสดุโพมแข็ง

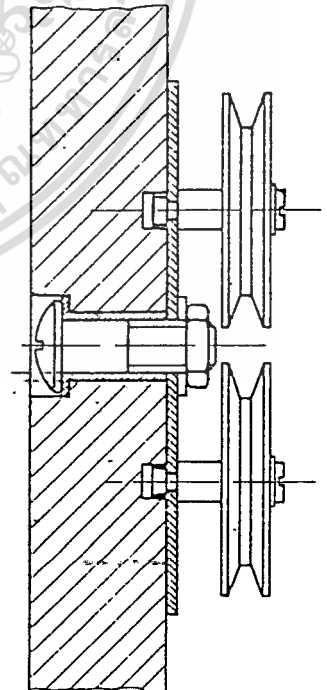
การยึดท่อด้วยแผ่นรัด มีหมุดลาตัว เป็นร่องบากตอกอึดให้แน่น



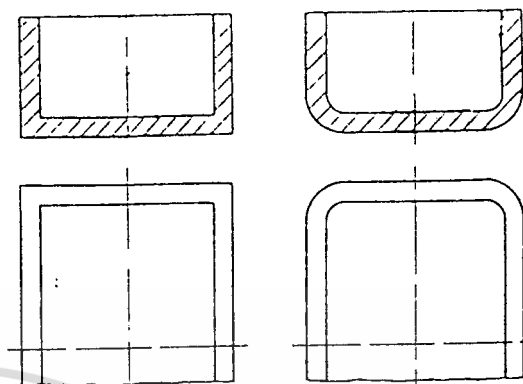
การยึดแผ่นชิ้นงานด้วยหมุด ล่าตัวมี ร่องบากตอกอึดให้แน่น



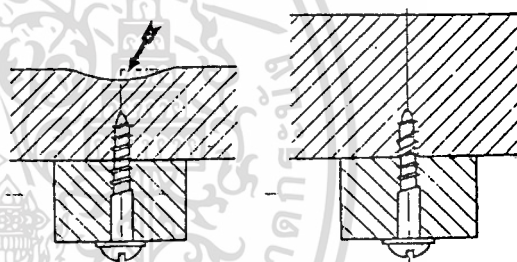
ในการออกแบบชิ้นงานวัสดุต่างชนิดกันให้พิจารณาถึงการขยายตัวแตกต่างกันดังตัวอย่างรูปนี้ เป็นการออกแบบฟูล์ 2 ตัว ที่มีแผ่นยึด



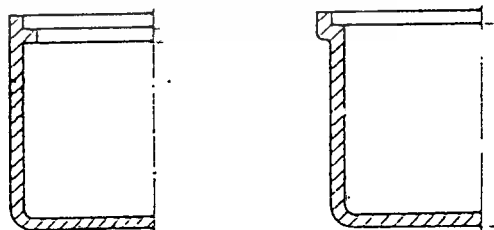
มุมภายนอกและภายในจะต้องให้เป็น
มนโค้งมากพอสมควร



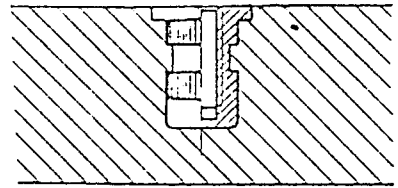
ชิ้นงานที่มีความหนาน้อย แต่มีสกรูยึด
ยาว อาจจะทำให้เนอวส์ตยบลงไป
เพราะแรงขันสกรูได้ ดึงศรรูปซ้าย
มือ ควรเพื่อความหนาชิ้นงาน ดึงรูป
ขวามือ



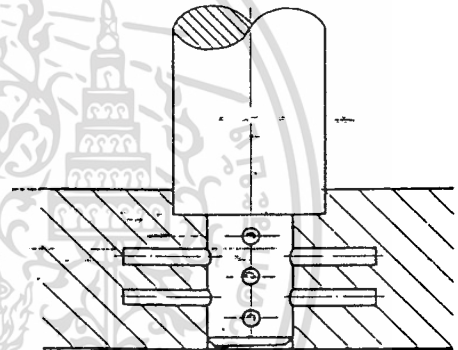
การออกแบบเสริมบ่าชิ้นงานดึงรูปซ้าย
มือจะต้องใช้อุปกรณ์ราคาแพงทำการ
ผลิต ควรจะออกแบบดึงตัวอย่างรูป
ขวามือ



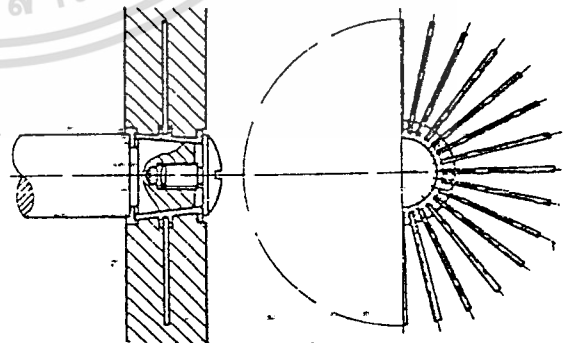
ตัวอย่างการออกแบบเกลียวให้ฝังใน
โคมแข็ง



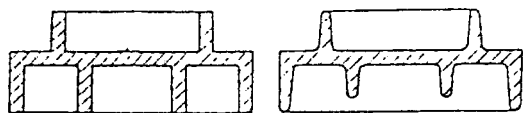
ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงานฝังโคม
แข็ง



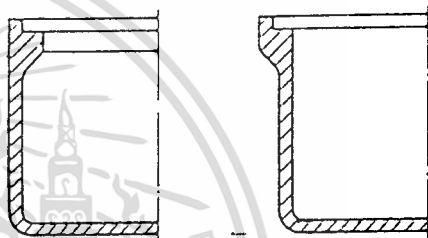
ตัวอย่างการออกแบบรูเรียวที่มีสลัก
ยึดติดและฝังในโคมแข็งรูเรียวนี้จะ
ประกอบร่วมกับเพลลา



ครีบริบต่าง ๆ จะต้องออกแบบให้เป็น
มนโค้งรอบด้าน และมีความเรียว
คังรูปขวามือ



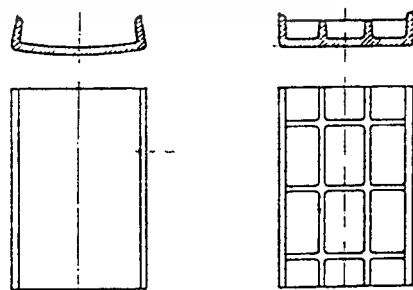
การออกแบบรูปร่างตำแหน่งรองรับ
ประเก็น คังรูปขวามือ จะต้องใช้
อุปกรณ์ราคาแพงควรออกแบบให้
รองรับคังอยู่ภายนอก คังตัวอย่าง
รูปขวามือ



ชั้นส่วนที่มีพื้นที่มาก ๆ ควรจะออก
แบบให้ เป็นชั้นเสริมความแข็งแรง
คังรูป 3 ตัวอย่าง

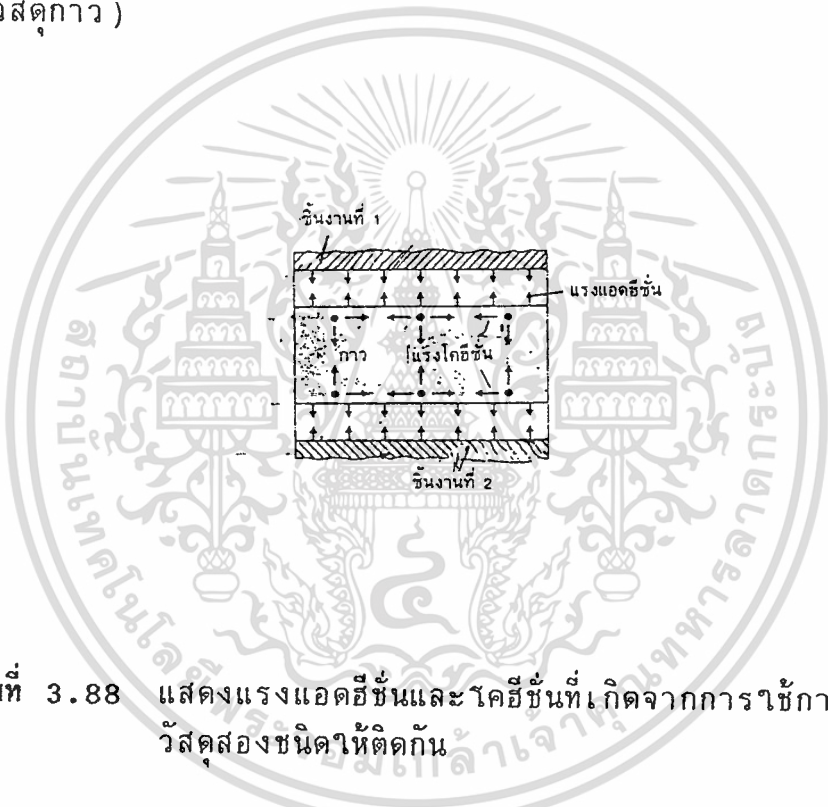


ชั้นงานที่มีพื้นที่มาก ๆ จะบดงอได้ง่าย
จึงต้องออกแบบให้มีครีบริบเสริมความ
แข็งแรงคังตัวอย่างรูปขวามือ



3.6.10 การติดกาวพลาสติก

งานติดกาวเป็นงานที่ยึดชิ้นงาน 2 ชิ้นเข้าด้วยกันอย่างแน่นสนิท ไม่สามารถถอดหรือลื้อแยกออกจากกันได้ โดยอาศัยกาวเป็นสารประสานชิ้นงานเข้าด้วยกัน การประสานชิ้นงานด้วยกาวนั้น อนุภาคเล็ก ๆ ของกาวจะมีแรงยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกันที่เรียกว่า "แรงโคฮีชัน" และมีแรงที่ประสานระหว่างกาวกับชิ้นงานที่เรียกว่า "แรงแอดฮีชัน" ดังที่แสดงหลักการให้เห็นในภาพ 3.88 ปกติในการประสานชิ้นงานด้วยกาวแรงแอดฮีชัน จะมากกว่าแรงโคฮีชัน (หรือเป็นความเค้นภายในของอนุภาควัสดุกาว)



ภาพที่ 3.88 แสดงแรงแอดฮีชันและโคฮีชันที่เกิดจากการใช้กาวประสานวัสดุสองชนิดให้ติดกัน

กาวที่นิยมใช้ประสานชิ้นงานพลาสติกอ่อน เช่น ท่อ ข้อต่อท่อ พีวีซี จะเป็นกาวพลาสติก กาวยาง เป็นต้น สำหรับกาวที่ใช้สำหรับงานพลาสติกแข็งจะเป็นกาวพลาสติกชนิดแข็ง เช่นกาวอีพ็อกซี กาวเมลามีน หรือกาวไซอะอะคริเลต (Cyanoacrylate) ซึ่งเป็นกาวชนิดแห้งเร็ว

ปฏิกิริยาของกาวที่สามารถทำให้เกิดการยึดของชิ้นงานได้แน่นก็คือ มีการระเหยของสารละลายที่เจือปนอยู่ หรือสารทำให้แข็ง (Hardener) ที่ทำหน้าที่เร่งให้แข็งตัวเร็วหรือช้าตามต้องการได้ ในการชั่งกาวเพื่อนำมาใช้งาน และผลหรืออันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ให้เข้าใจเสียก่อนเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของภาวะและการออกแบบการตัดทวนชิ้นงาน

ลักษณะของภาวะที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานพลาสติกที่ยึดติดกันด้วยกาว จะเกิดจากพื้นที่ที่ยึดติดกันด้วยกาว และรูปร่างที่มีผลต่อ แรงดึง แรงเฉือนเฉิก หรือแรงเฉือนแยก ดังตัวอย่าง ภาพ 3.88 หรือวิธีการออกแบบป้องกันการเกิดภาวะดังกล่าว ดังภาพ 3.89



ภาพที่ 3.89 ประเภทของภาวะและรูปร่างการตัดทวนชิ้นงาน

ชิ้นงานติดกาวที่ใช้รับภาวะหมุนบิด (Torsion) และการเฉือน (Shearing) จะเป็นภาวะที่เหมาะสมที่สุด ขั้นตอนการเตรียมงานที่สำคัญ

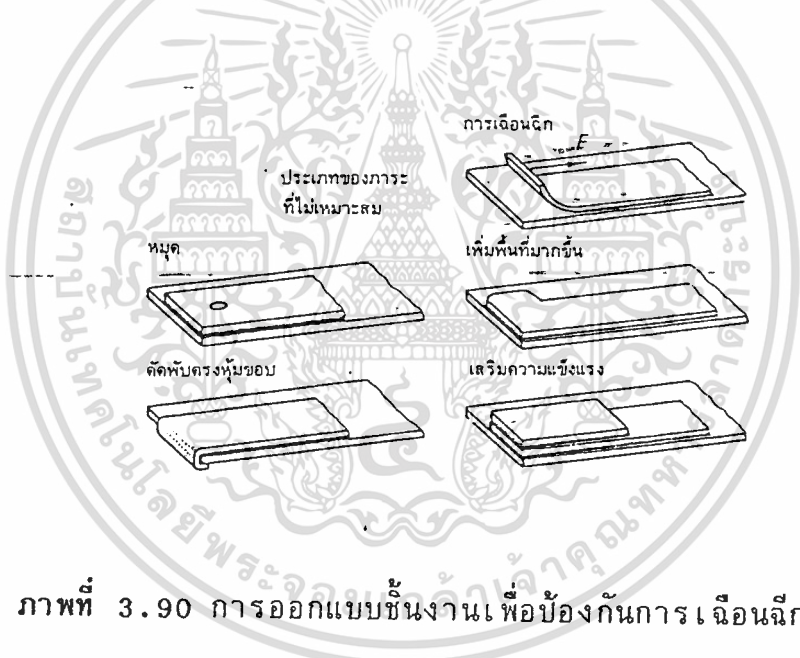
- ทำความสะอาดผิวชิ้นงานให้ปราศจากจาระบี น้ำมัน สิ่งสกปรก
- เช็ดหรือทำความสะอาดผิวชิ้นงานให้แห้ง
- ทากาวด้วยแปรงขนผิวชิ้นงาน
- อัดชิ้นงานเข้าด้วยกัน ขณะเดียวกันปรับชิ้นงานให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ
- ปลอ่ยให้กาวแห้ง

ข้อดีของงานทิดกาว

- ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างวัสดุ
- มีการกระจายของความเค้นอย่างสม่ำเสมอ ในบริเวณที่ยึดด้วยกาว
- ทนต่อการรื้อของก๊าซ ของเหลว
- ไม่เกิดการกัดกร่อนในชิ้นงาน

ข้อเสียของงานติดกาว

- ใช้เวลาเตรียมงานค่อนข้างมาก
- กาวบางประเภทใช้เวลาแห้งตัวนาน
- กาวบางชนิดต้องใช้ความร้อน แร้งกด เพื่อให้แห้งตัวเร็ว

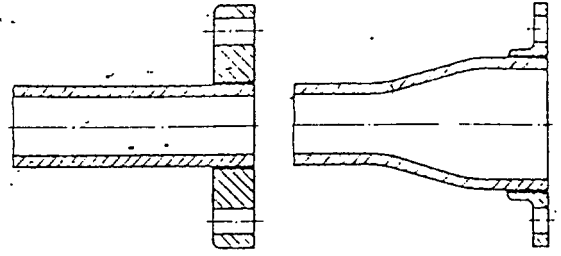


ภาพที่ 3.90 การออกแบบชิ้นงานเพื่อป้องกันการฉีกฉีก

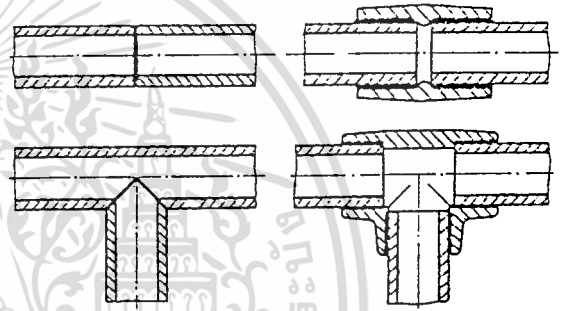
พลาสติก ติดกาว

ท่อขนาดโต ๆ ควรออกแบบหน้าแปลน
ที่ใช้เชื่อมประสาน หรือติดกาวดังรูป
ขวามือ

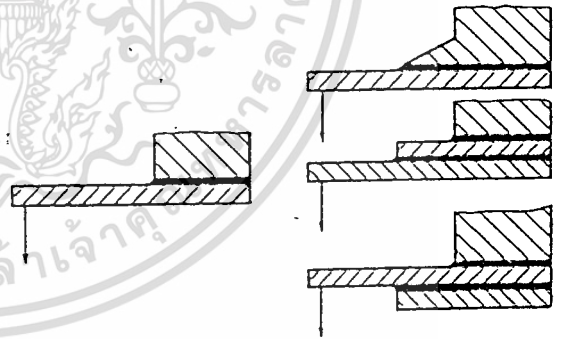
การเชื่อมประสานติดกาวด้วยรูปขั้วมือบน-ล่าง เหมาะกับใช้งานที่รับภาระน้อย แต่ถ้าใช้งานรับภาระมาก ให้ใช้ข้อต่อช่วยด้วยรูปขวามือ



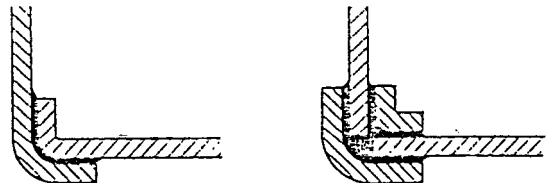
ในกรณีบริเวณชั้นส่วนที่มีความหนาน้อย ต้องรับภาระ ควรออกแบบให้ผิวสัมผัสโตขึ้นด้วยรูปขวามือ บน-หรือกลาง แต่ให้หลีกเลี่ยงแบบรูปขวามือ-ล่าง



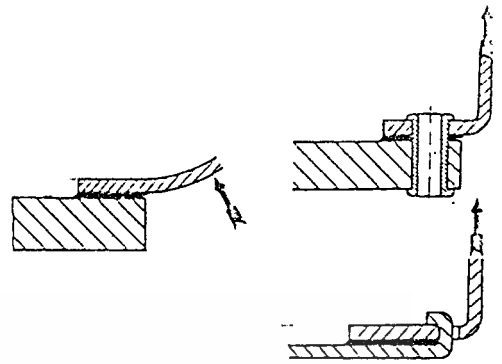
การประสานชั้นงานหุ้มมถั่วเป็นไปได้ เสริมความแข็งแรงด้วยรูปขวามือ



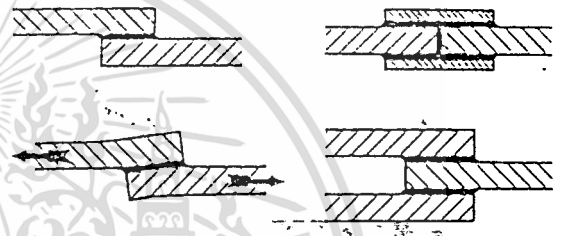
การประสานชั้นงานหุ้มมจะต้องอยู่ในตำแหน่งสามารถรับภาระได้ดี. ด้วยรูปขวามือ



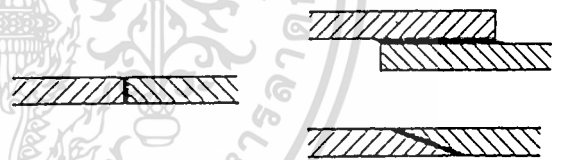
การออกแบบการประสานยึดชิ้นงาน
บางและหนาจะต้องหลีกเลี่ยงตั้งรูป
ซ้ายมือเมื่อรับแรงดึงครี ควรจะ
ออกแบบยึดถาวรตั้งรูปขวา-บนหรือ
รูปขวา-ล่าง



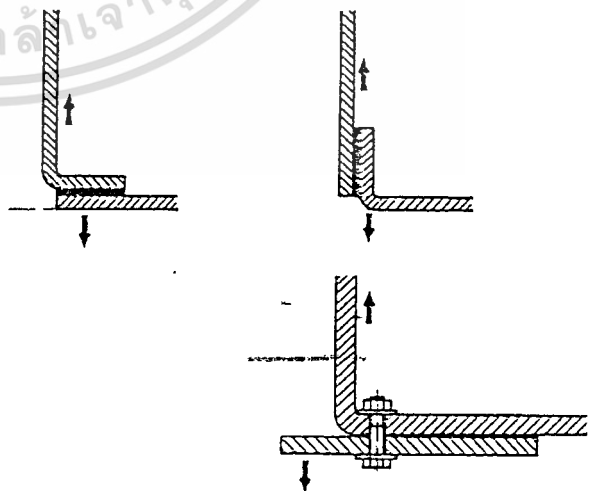
การติดกาวชิ้นงานแล้วรับแรงดึงตั้ง
รูปซ้ายมือข้างล่าง จะทำให้เกิดโม
เมนต์ตัดควรแก้ไขโดยการออกแบบ
ตั้งรูปขวามือ



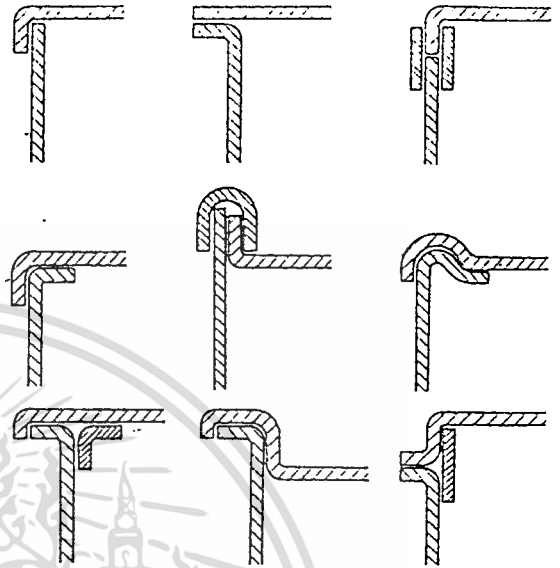
พื้นที่ติดกาวต่อชนตั้งรูปซ้ายมือน้อย
เกินไปควรติดกาวใหม่พื้นที่มากตั้ง
รูปขวามือ



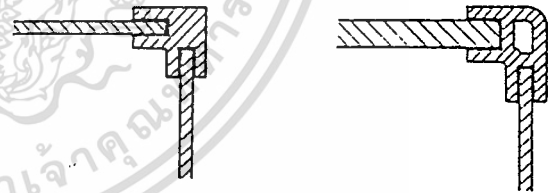
ชิ้นงานติดกาวรับแรงตั้งรูปซ้ายมือ
ไม่เหมาะสมเพราะจะฉีกแยกจาก
กันได้ ควรติดกาวตั้งรูปขวามือที่
สามารถทนต่อแรงดึงและแรงเฉือน
ได้ดีกว่า



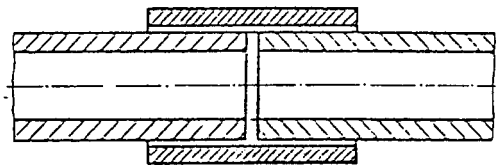
ตัวอย่างวิธีการ ในการติดกาวต่อ.
มุมชิ้นงานลักษณะต่าง ๆ กัน



ตัวอย่างวิธีการ ในการเข้ามมติด
กาวกับชิ้นงานรูปพรรณชนิดต่าง ๆ



วิธีการต่อท่อด้วยการติดกาว



3.6.11 การเชื่อมประสานพลาสติก

พลาสติกที่สามารถเชื่อมประสานด้วยความร้อนให้หลอมติดกันได้ จะได้แก่ พลาสติกอ่อน (thermoplastics) โดยมีขอบเขตจำกัดเพราะจะต้องใช้ลวดเชื่อมชนิดเดียวกันกับชิ้นงานที่จะเชื่อม (ทั้งนี้เนื่องจากความหนืดหลอมละลายที่แตกต่างกัน)

ในทางปฏิบัติแล้ว ส่วนใหญ่จะมีการเชื่อมพลาสติกกึ่งสำเร็จรูป ดังมีพลาสติกดังต่อไปนี้

พีวีซี แข็ง

พีวีซี อ่อน บ่อยครั้งที่มีฟิลเลอร์ (filler) ปนอยู่มาก

โพลีเอทิลีน - ความดันต่ำ หรือโพลีเอทิลีนแข็ง

โพลีเอทิลีน - ความดันสูง หรือโพลีเอทิลีนอ่อน

โพลีโพรไพรีน (PP)

โพลีไอโซบิวทิลีน (PIB)

โพลีเอไมด์ (PA)

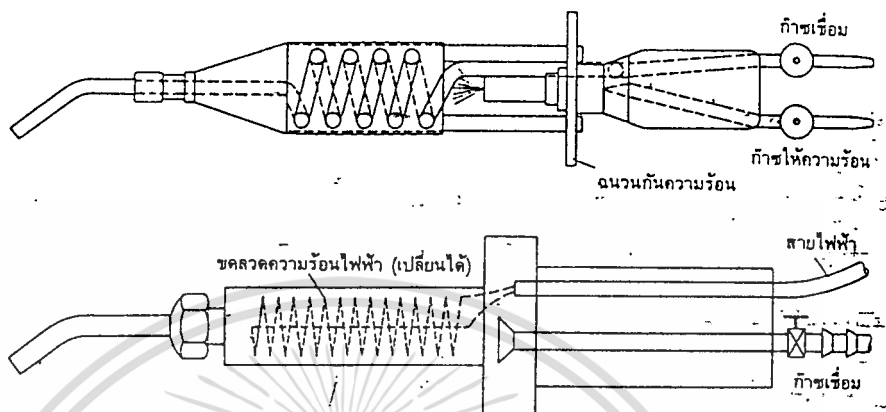
อะคริลิกแกลส (PMMA) - มีขอบเขตใช้งานน้อย

การเชื่อมพลาสติกมีอยู่หลายวิธีการ แต่จะกล่าวเฉพาะวิธีการสำคัญให้

ทราบ

ก. การเชื่อมพลาสติกด้วยก๊าซร้อนและลมร้อน

ในการเชื่อมพลาสติกด้วยก๊าซ ส่วนใหญ่จะใช้ลมเป็นตัวนำพาความร้อน หรือสามารถใช้ก๊าซอื่น ๆ เช่น ไนโตรเจน (N_2) หรือ คาร์บอนไดออกไซด์ ที่เป็นผลดีต่อพลาสติกที่ไวต่อการเกิดออกซิเดชัน



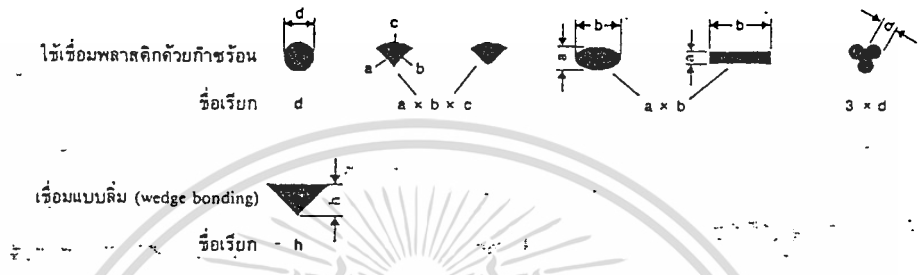
ภาพที่ 3.91 อุปกรณ์เชื่อมพลาสติก บน : ให้ความร้อนด้วยก๊าซ
ล่าง : ให้ความร้อนด้วยไฟฟ้า

พลาสติก	อุณหภูมิพลาสติก	อุณหภูมิเชื่อม
PVC แข็ง	ต่ำสุด 160	300...350
PVC ทนกระแทก	ต่ำสุด 160	
PVC ทนอุณหภูมิสูง	ต่ำสุด 200	ราว 350
PVC อ่อน	ต่ำสุด 150	250...300
PMMA	ต่ำสุด 180	250...300
PP	ต่ำสุด 175	
PE แข็ง	ต่ำสุด 150	240...280
PE อ่อน	ต่ำสุด 120	200...250
PLB	ต่ำสุด 150	250...300

ตารางที่ 3.11 อุณหภูมิที่ใช้ในการเชื่อมพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมพลาสติกด้วยก๊าซร้อน จะใช้อุปกรณ์ที่ทำงานด้วยความดันก๊าซ ประมาณ 500 ถึง 2,000 mm ของความสูงสื่อน้ำ

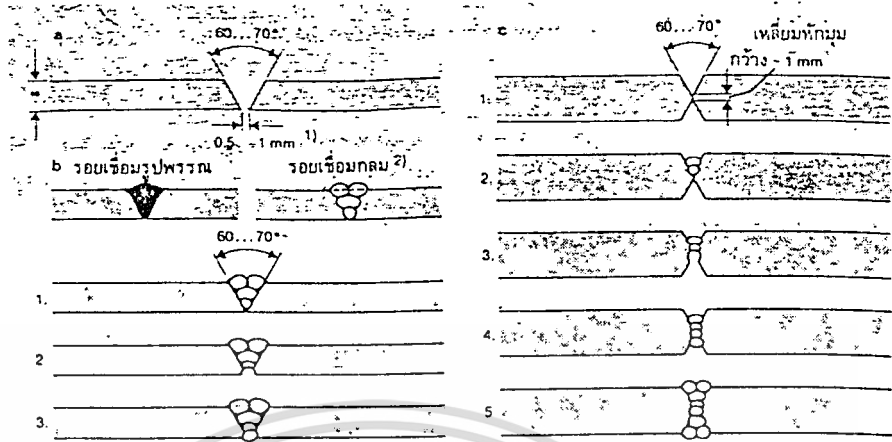


ภาพที่ 3.92 รูปร่างภาคตัดขวางของลวดเชื่อมพลาสติก

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลวดเชื่อม mm	แรงกดที่ลวดเชื่อม N
2	5...8
3	8...15
4	15...20

ตารางที่ 3.12 แรงกดที่ใช้ต่อลวดเชื่อม ในการเชื่อมพีวีซี-แข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.93 การเตรียมงานและการเชื่อมต่อน

a: รูปตัว V ไม่มีการซึ่มลึก

1) ขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของการซึ่มลึก

b: รูปตัว V มีการซึ่มลึก

2) ต้องไม่มีร่องบาก

1. การเตรียมงานและเชื่อมข้างเดียว

2. รากซึ่มลึกถูกกัดให้โค้งครึ่งวงกลม

3. เชื่อมให้มีการซึ่มลึก

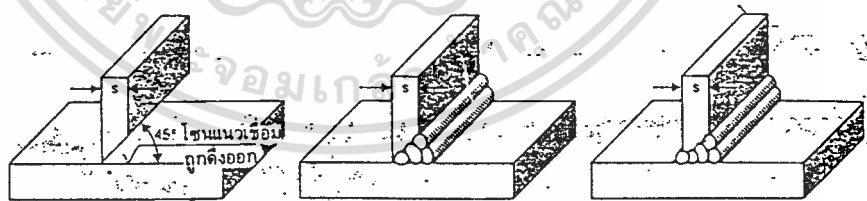
c: รอยเชื่อมรูปตัว x

1. การเตรียมชิ้นงาน

2. ด้านหนึ่งได้เชื่อมเป็นบางส่วน

3. กัดตรงกลางแนวเชื่อมให้โค้ง

4. และ 5. เชื่อมสลับข้าง

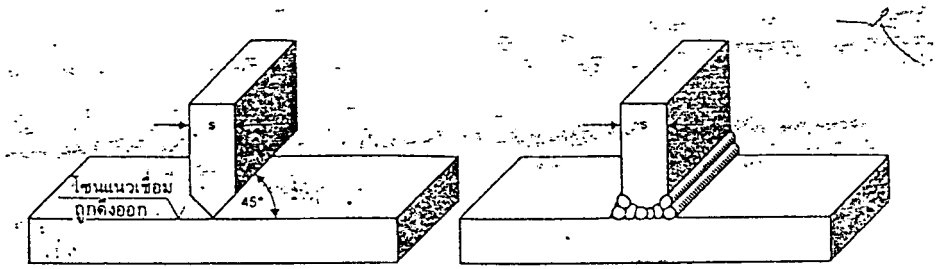


ภาพที่ 3.94 การเชื่อมต่อนจากด้วยการบากมุมข้างหนึ่ง (single-bevel butt weld)

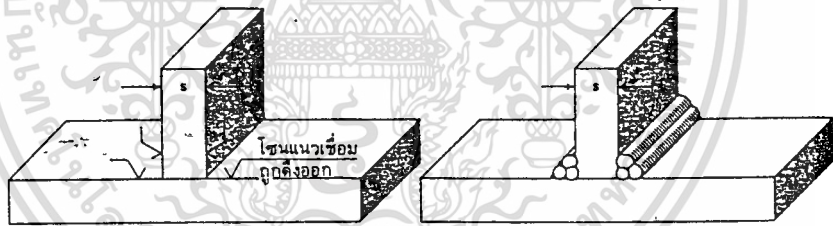
ซ้าย : การเตรียมชิ้นงาน

กลาง : เชื่อมไม่ให้มีการซึ่มลึก

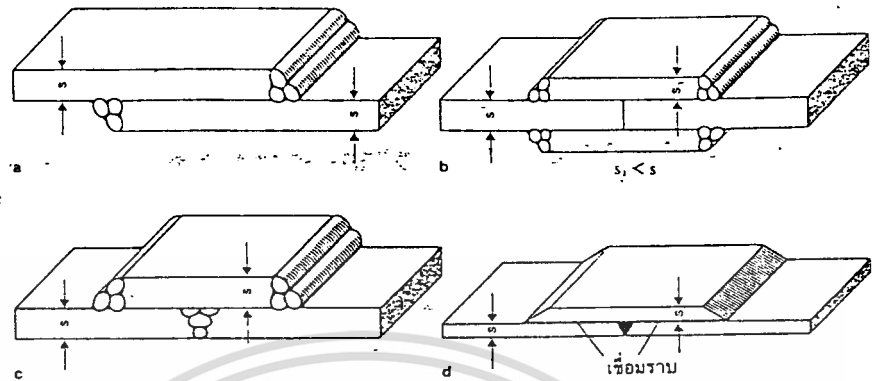
ขวา : ด้านหลังกัดเป็นร่องโค้ง และเชื่อมปิดให้มีราก



ภาพที่ 3.95 การเชื่อมต่อชนฉากโดยบากชิ้นงานเป็นรูปตัว K
 ซ้าย : การเตรียมชิ้นงาน
 ขวา : เชื่อมสลับบ้างเหมือนการเชื่อมรูปตัว X

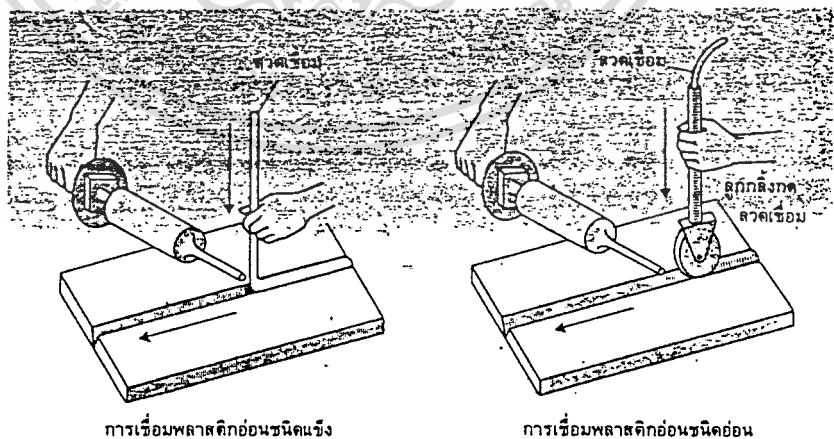


ภาพที่ 3.96 การเชื่อมต่อชนฉากพอก 2 ข้าง
 ซ้าย : การเตรียมชิ้นงาน
 ขวา : เชื่อมสลับบ้าง



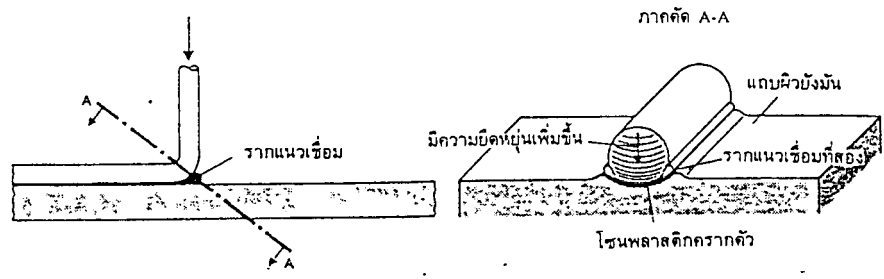
ภาพที่ 3.97 การเชื่อมต่อเกลยและเชื่อมต่อน ด้วยการเกลด้านเดียวหรือสองด้าน โชนแนว เชื่อมถูกขุดออกให้เรียบ

- a : การเชื่อมต่อเกลพอกสองข้าง
- b : ต่อน มีแผ่นประกบติดปิดคู่ และเชื่อมพอก 4 แนว
- c : เชื่อมต่อนตัว V แล้วบากผิวรอยเชื่อมให้เรียบ ปิดด้วยแผ่นประกบ และเชื่อมพอก 2 แนว
- d : เชื่อมต่อนตัว V แล้วบากผิวรอยเชื่อมให้เรียบ แล้วเชื่อมปิดด้านข้างให้เรียบ

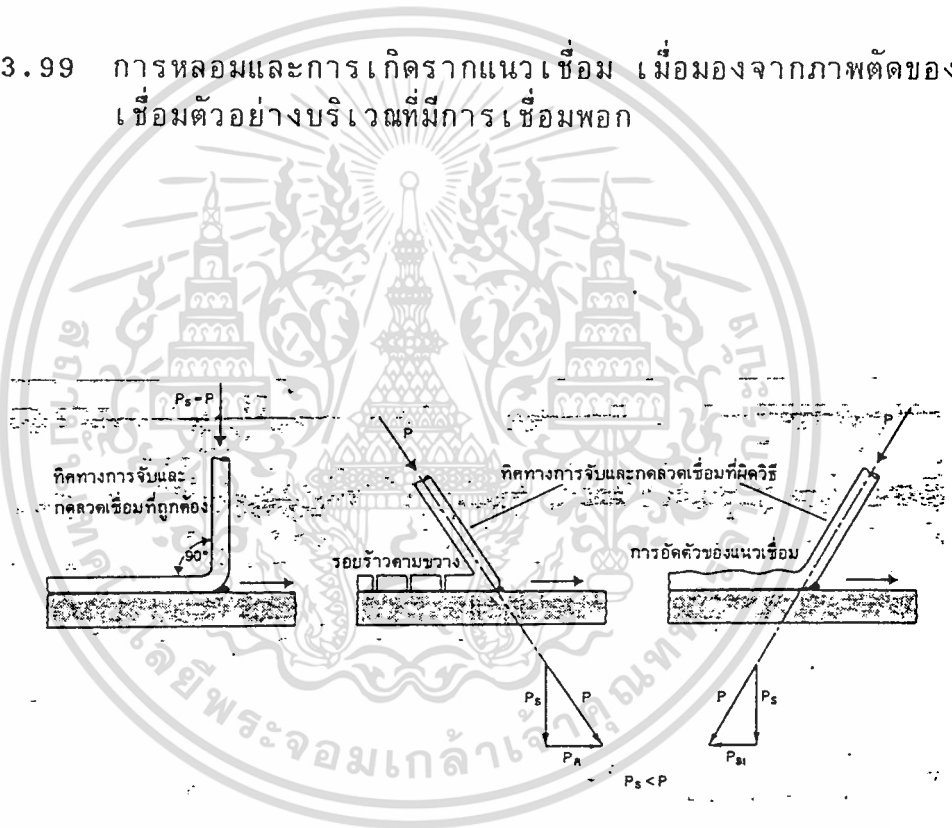


ภาพที่ 3.98 วิธีการเชื่อมพลาสติกอ่อนด้วยก๊าซหรือลมร้อน

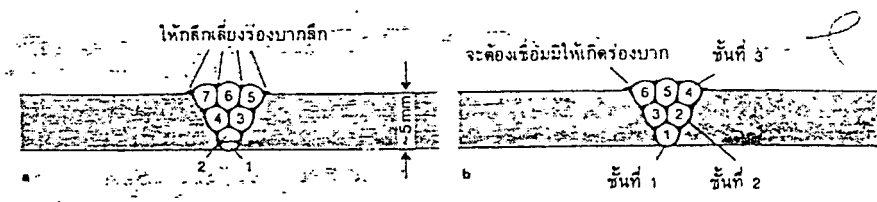
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.99 การหลอมและการเกิดรอกแนวเชื่อม เมื่อมองจากภาพตัดของลวดเชื่อมตัวอย่างบริเวณที่มีการเชื่อมพอก

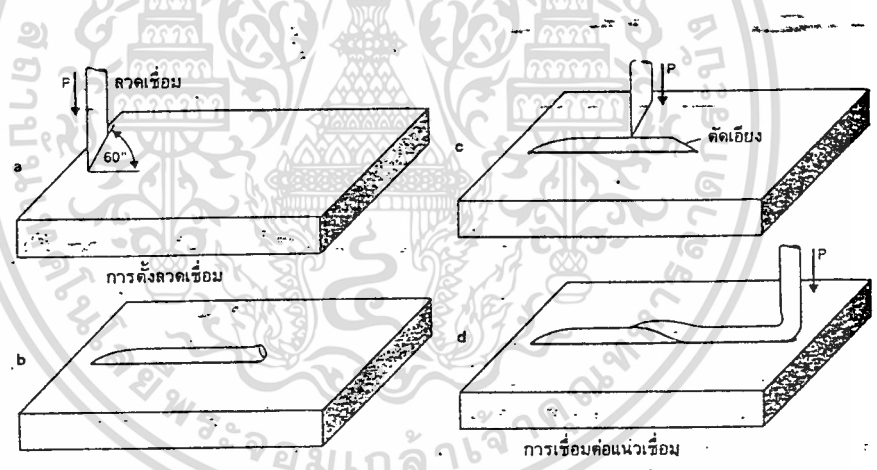


ภาพที่ 3.100 การจับลวดเชื่อมที่ถูก และผิดวิธีขณะเชื่อมด้วยก๊าซร้อนหรือลมร้อน
 P = แรงกด P , แรงกดต่อแนวเชื่อม P_R = แรงที่ทำให้เกิดรอยร้าว
 P_{st} = แรงที่ทำให้แนวเชื่อมอัดตัว



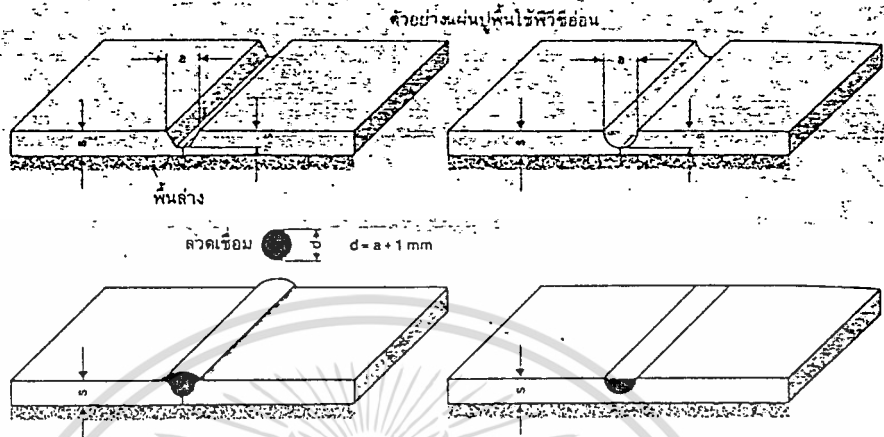
ภาพที่ 3.101 วิธีการเชื่อมหลายแนวให้ได้ปริมาตรแนวเชื่อมมาก

- a : แนวที่ 1 ใช้เชื่อม 2 mm แนวที่ 2 ถึง 7 ใช้ลวดเชื่อม 3 mm (เพื่อให้ความแข็งแรงสูง)
- b : แนวที่ 1 ถึง 6 ใช้ลวดเชื่อม 3 mm



ภาพที่ 3.102 วิธีการต่อแนวเชื่อมตัวอย่างการเชื่อมพอก

- a : การเตรียมงานและตัดปลายลวดเชื่อม
- b : เชื่อมพอกและหยุดเชื่อม
- c : ตัดรอยเชื่อมให้เอียงและเริ่มเตรียมเชื่อมต่อแนว
- d : แนวเชื่อมที่ได้เชื่อมต่อแล้ว



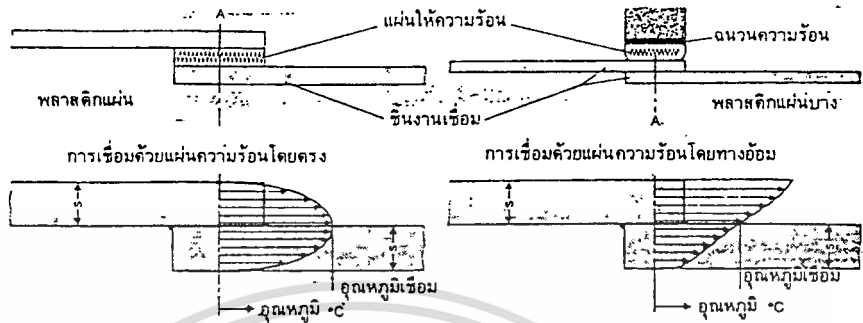
ภาพที่ 3.103 การเชื่อมแผ่นปิดพื้น

บน : การเตรียมชิ้นงานต่อชน ข้าย : ร่องรูปสี่เหลี่ยมคางหมู
 ขวา : กัดร่องครึ่งวงกลม
 ล่าง : เชื่อมต่อชน (ข้าย) และปาดผิวออกให้เรียบ (ขวา) ใช้ลวดเชื่อม 4 ถึง 5 mm

ข. การเชื่อมพลาสติกด้วยแผ่นความร้อน

การเชื่อมด้วยวิธีนี้สามารถกระทำได้กับพลาสติกอ่อน ในการเชื่อมจะกระทำได้ 2 วิธีคือ

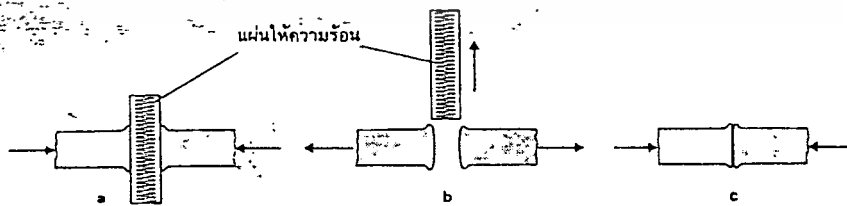
1. การเชื่อมด้วยแผ่นความร้อนโดยตรง (direct)
2. การเชื่อมด้วยแผ่นความร้อนโดยทางอ้อม (indirect)



ภาพที่ 3.104 หลักการเชื่อมด้วยแผ่นความร้อนกับเส้นโค้งการกระจายอุณหภูมิบริเวณภาคตัดขวางของแนวเชื่อม

การเชื่อมด้วยแผ่นความร้อนโดยตรง จะใช้เชื่อมพลาสติกโพลีเอทิลีนทั้งชนิดแข็งและอ่อน พีวีซีทั้งชนิดแข็งและอ่อน โพลีโพรพิลีน ส่วนในการเชื่อมด้วยแผ่นความร้อนโดยทางอ้อม จะใช้เชื่อมพลาสติกแผ่นบางที่มีความหนาต่ำกว่า 0,5 mm ซึ่งได้แก่ โพลีเอทิลีน โพลีโพรพิลีน โพลีเอไมด์

การเตรียมชิ้นงานที่จะทำการเชื่อมประสาน ชิ้นงานจะต้องสะอาดไม่มีร่อง-หรือรอยบากจากการปาดผิว

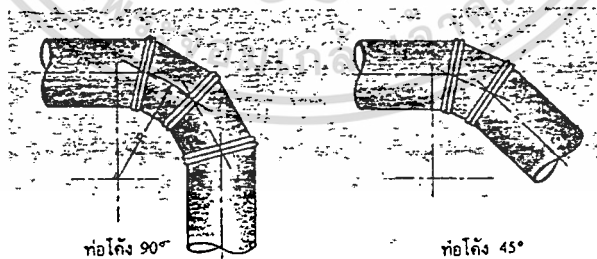


ภาพที่ 3.105 ขั้นตอนการเชื่อมพลาสติกด้วยแผ่นความร้อนโดยตรง

ในการเชื่อมด้วยแผ่นความร้อนโดยตรงสำหรับการเชื่อมแบบต่อชน ค่าอุณหภูมิความร้อนของแผ่นให้ความร้อนจะอยู่ระหว่าง 190 องศา C ถึง 250 องศา C เวลาที่ให้ความร้อนอยู่ระหว่าง 10...120 วินาที แรงอัดชิ้นงานในขณะที่เริ่มกดอัดชิ้นงานต่อแผ่นให้ความร้อนอยู่ระหว่าง 10...15 N/mm² หลังจากนั้นให้กดด้วยแรงอัด 1 N/mm² ค่าที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ จะขึ้นอยู่กับชนิดของพลาสติกและความหนาของชิ้นงาน

ชนิดพลาสติก	แรงอัดขณะเชื่อม	
	แรงอัดเริ่มต้น N/cm ²	แรงอัดภายหลัง N/cm ²
โพลีเอทิลีนแข็ง โพลีโพรไพลีน	3...5	15...20
พีวีซีแข็ง	3...4	4...8

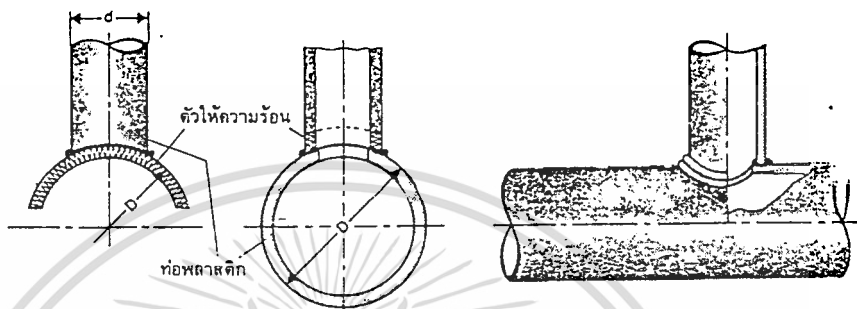
ตารางที่ 3.13 ค่ากำหนดในการใช้แรงอัดเชื่อมชิ้นงานพลาสติก



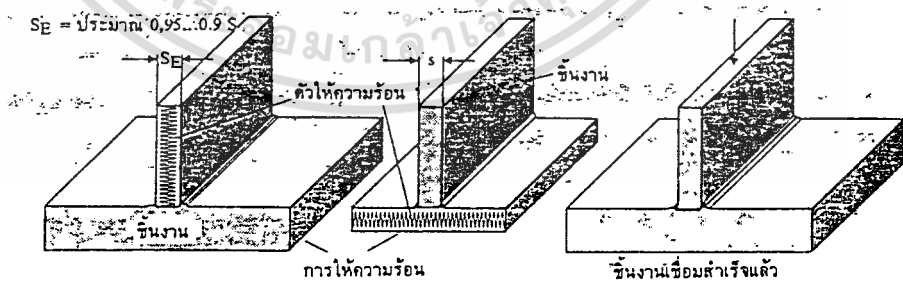
ภาพที่ 3.106 การเชื่อมต่อท่อโค้งด้วยแผ่นให้ความร้อนโดยใช้ค่ารัศมี $R = 1,5.D$

a) วิธีการให้ความร้อน

b) เชื่อมเสร็จ

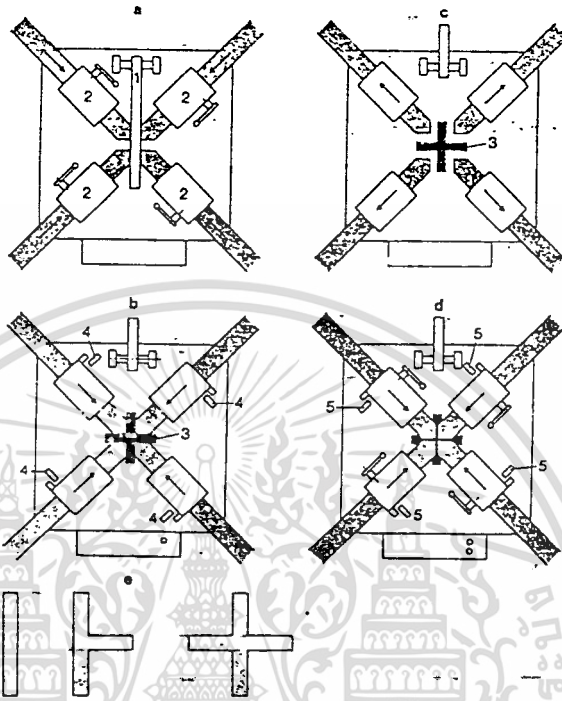


ภาพที่ 3.108 การเชื่อมต่อแยกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เท่ากัน
ด้วยตัวให้ความร้อนรูปโปรไฟล์โค้ง



ภาพที่ 3.109 หลักการเชื่อมต่อชนฉากด้วยแผ่นให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



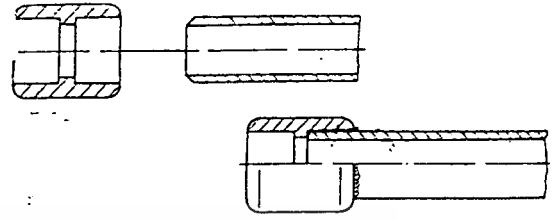
ภาพที่ 3.110 หลักการเชื่อม: การเชื่อมต่อท่อชนพลาสติกรูปพรรณให้เป็นรูปกากบาท

- a: วัสดุพลาสติกรูปพรรณเข้าไปในเครื่องเชื่อม
- b: การให้ความร้อนแก่พลาสติกรูปพรรณ
- c: ชักชิ้นงานพลาสติกให้ถอยห่างจากตัวให้ความร้อน และลดระดับตัวให้ความร้อนให้ต่ำลง
- d: ดันชิ้นงานพลาสติกให้อัดเข้าด้วยกัน เพื่อให้เชื่อมประสานกัน
- e: รูปร่างของตัวให้ความร้อนที่ถอดเปลี่ยนได้
- 1: แกนปรับระยะของชิ้นงานพลาสติก
- 2: อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานพลาสติก
- 3: ตัวให้ความร้อน
- 4: ตัวตั้งระยะสำหรับให้ความร้อน แก่ชิ้นงานพลาสติก
- 5: ตัวตั้งระยะสำหรับให้ชิ้นงาน อัดเชื่อมประสานเข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

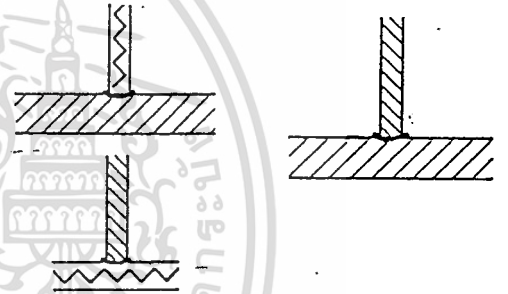
พลาสติกเชื่อมประสาน

การเตรียมงานเชื่อมประสานต่อกับ
ข้อต่อตั้งรูปข้างบน 2 รูป ด้วยการ
ให้ความร้อนเข้าช่วย รูปข้างล่าง
เมื่อเชื่อมเสร็จแล้ว

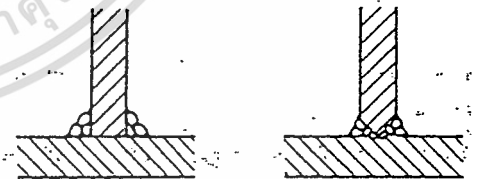


รูปซ้ายมือบนแสดงการให้ความร้อน
(แนวนอน)

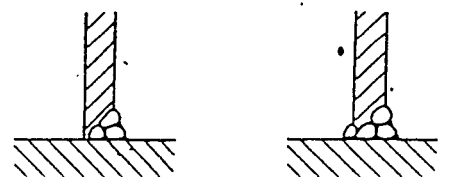
รูปซ้ายมือล่างแสดงการให้ความร้อน
แก่งาน (แนวตั้ง) ส่วนรูปขวามือ
นำชิ้นงานทั้งสองมาเชื่อมเข้าด้วยกัน
เป็นรูปตัว T



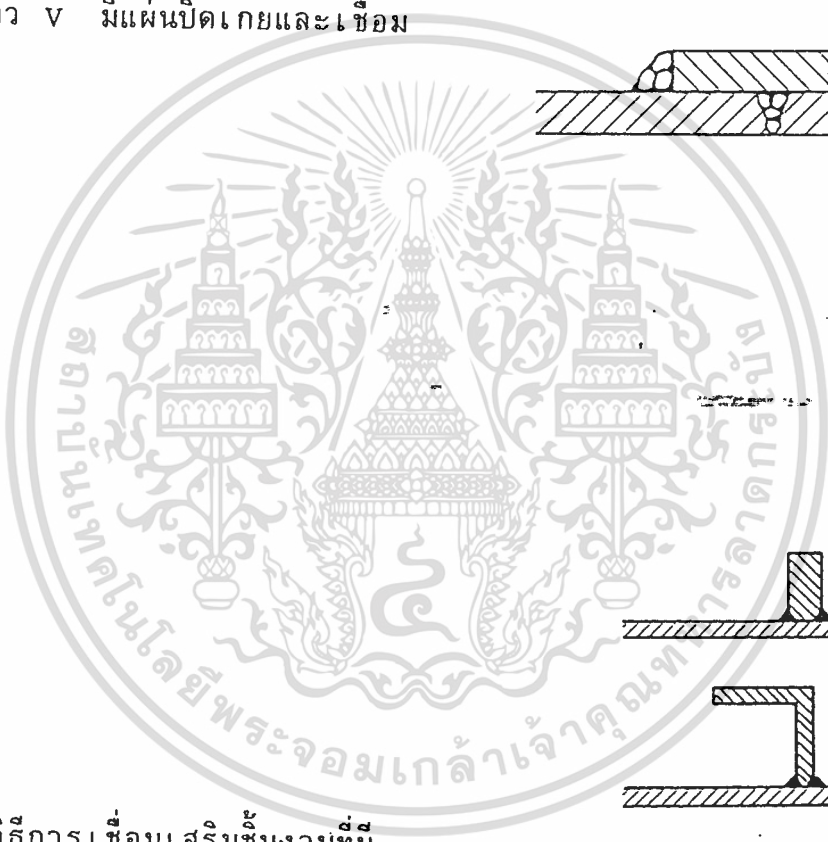
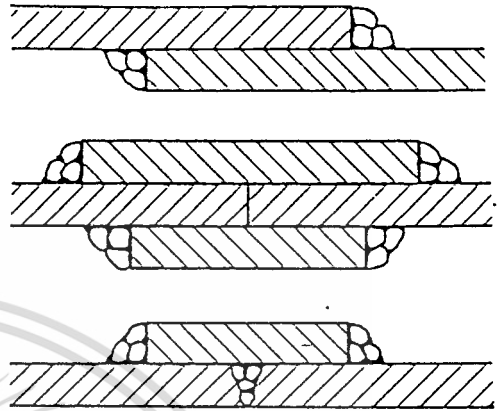
ลักษณะรอยเชื่อมสำหรับการยึดเป็น
รูปตัว T รูปซ้ายมือเป็นรอยเชื่อม
พอก 2 ข้าง รูปขวามือ เป็นรอย
เชื่อมรูปตัว K



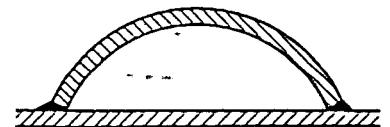
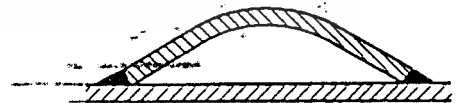
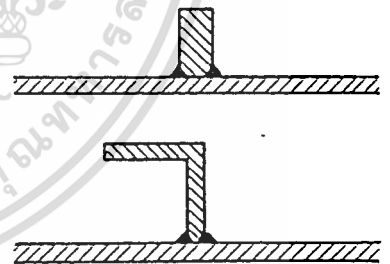
ลักษณะรอยเชื่อมรูปร่างอื่นสำหรับ
การยึดเป็นรูปตัว T



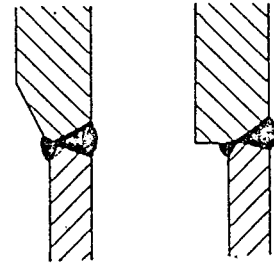
รูปบนตัวอย่างการเชื่อมต่อเกลียวงาน
 2 ด้าน รูปกลางตัวอย่างการต่อชิ้น
 งานมีแผ่นปิดเกลียวบนและล่างและเชื่อม
 ยึด รูปล่าง ตัวอย่างการเชื่อมต่อชิ้น
 งานรูปตัว V มีแผ่นปิดเกลียวและเชื่อม
 ยึด



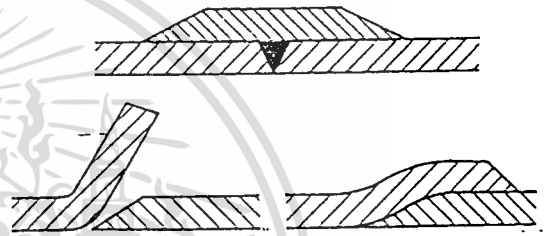
ตัวอย่างวิธีการเชื่อมเสริมชิ้นงานที่มี
 พื่นที่มาก ๆ ให้มีความแข็งแรง



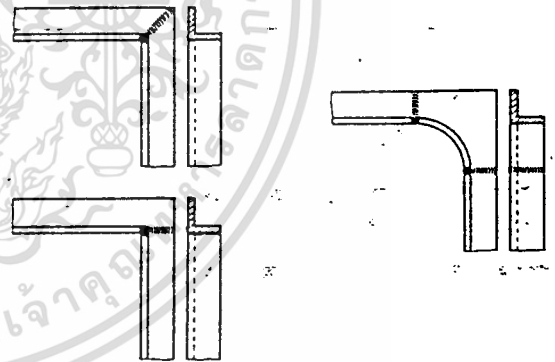
ทำให้หลีกเลี่ยงการเชื่อมชั้นส่วนที่มีภาคตัดขวางที่ต่างกันมาก เพราะจะรับความเค้นต่างกันควรออกแบบลักษณะชิ้นงานดังรูปขวามือ



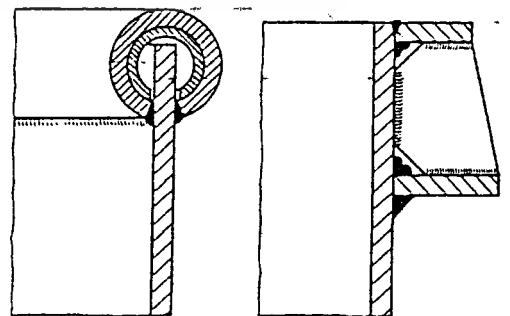
ชิ้นงานเชื่อมต่อชนิด V มีแผ่นเสริมเชื่อมปิดข้างบน ส่วนรูปซ้ายมือข้างล่าง เป็นการเตรียมการเชื่อมเกยรูปขวามือข้างล่างเมื่อเชื่อมเกยเสร็จแล้ว



โครงสร้างที่รับภาระมากไม่ควรเชื่อมต่อชนิดรูปซ้ายมือ แต่ให้ขึ้นรูปโครงสร้างด้วยความร้อนทั้งหมด แล้วเชื่อมต่อชนิดรูปขวามือ

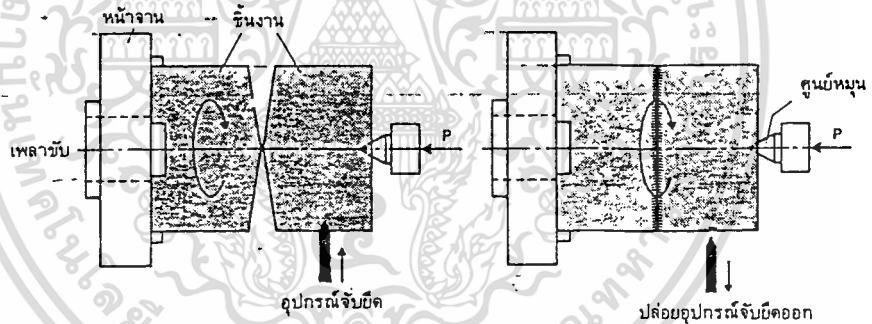


การเสริมขอบให้แข็งแรงสามารถบากร่องท่อแล้วสวมเข้าไป ดังรูปซ้ายมือ หรือแผ่นเสริมรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แล้วเชื่อมค้ำยันไว้



ค. การเชื่อมด้วยความเสียดทาน (friction welding)

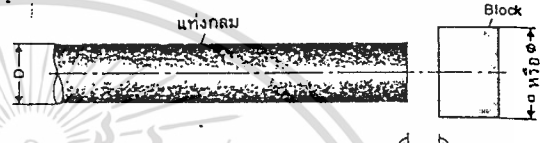


การเชื่อมด้วยความเสียด จะกระทำได้โดยอาศัยหลักการของความเสียดทานที่ทำให้เกิดความร้อน เครื่องเชื่อมแบบความเสียดทานนี้จะยึดชิ้นงานชิ้นหนึ่งให้อยู่หนึ่ง ขณะเดียวกันจะทำให้ชิ้นงานอีกชิ้นหนึ่งหมุนสัมผัสกับปลายชิ้นที่อยู่หนึ่ง ทำให้เกิดความร้อนเพิ่มขึ้น (ส่วนใหญ่มักจะเป็นชิ้นงานกลมสมมาตรในระหว่างการหมุน) จนชิ้นงานบริเวณรอยต่ออ่อนครากตัวจนได้ระยะลึกของโซนความร้อนเพียงพอแล้ว จะมีการเบรคให้ชิ้นงานที่หมุนหยุดอย่างฉับพลัน แล้วอัดด้วยแรงตามแนวแกนให้ชิ้นงานทั้งสองเชื่อมติดเข้าด้วยกัน (โดยมีรอยเชื่อมนูนออกมาให้เห็น) การเชื่อมด้วยวิธีนี้ส่วนใหญ่มักจะกระทำในขบวนการผลิตแบบอุตสาหกรรม



ภาพที่ 3.111 หลักการเชื่อมประสานด้วยความเสียดทาน

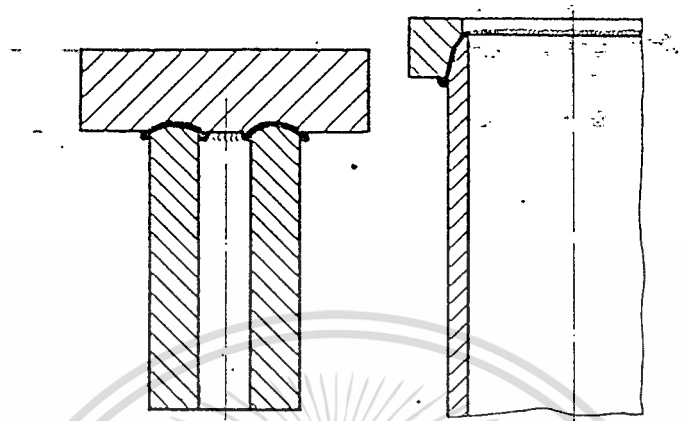
ซ้าย : การเตรียมชิ้นงานก่อนเชื่อม

ขวา : เมื่อเชื่อมประสานเสร็จ

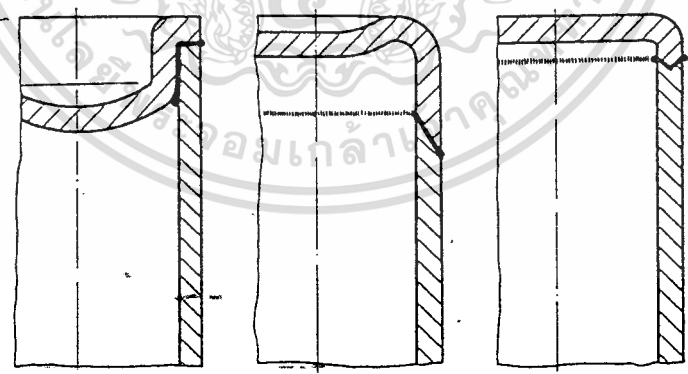
ขนาด ϕD รอยเชื่อม	ลักษณะ ผิวขัดก่อนเชื่อม
ถึง ≈ 30 mm	<p>ผิวตั้งฉาก</p> <p>ผิวรูปกรวยเอียงให้ ได้แนวศูนย์กลาง</p> 
ถึง \approx 30---70 mm	<p>ผิวรูปกรวยเอียง ให้ได้แนวศูนย์กลาง</p> 
โตกว่า 70 mm	<p>ผิวรูปกรวยเอียง ให้ได้แนวศูนย์กลาง ของชิ้นงานที่มีขนาด รูอย่างค่า $\phi 20$ mm</p>  <p style="text-align: center;"> $\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{D}{2}$ (DIN 16 930/32) </p>

ตารางที่ 3.14 การเตรียมผิวชิ้นงานก่อนอัดเชื่อมด้วยความเสียดทาน

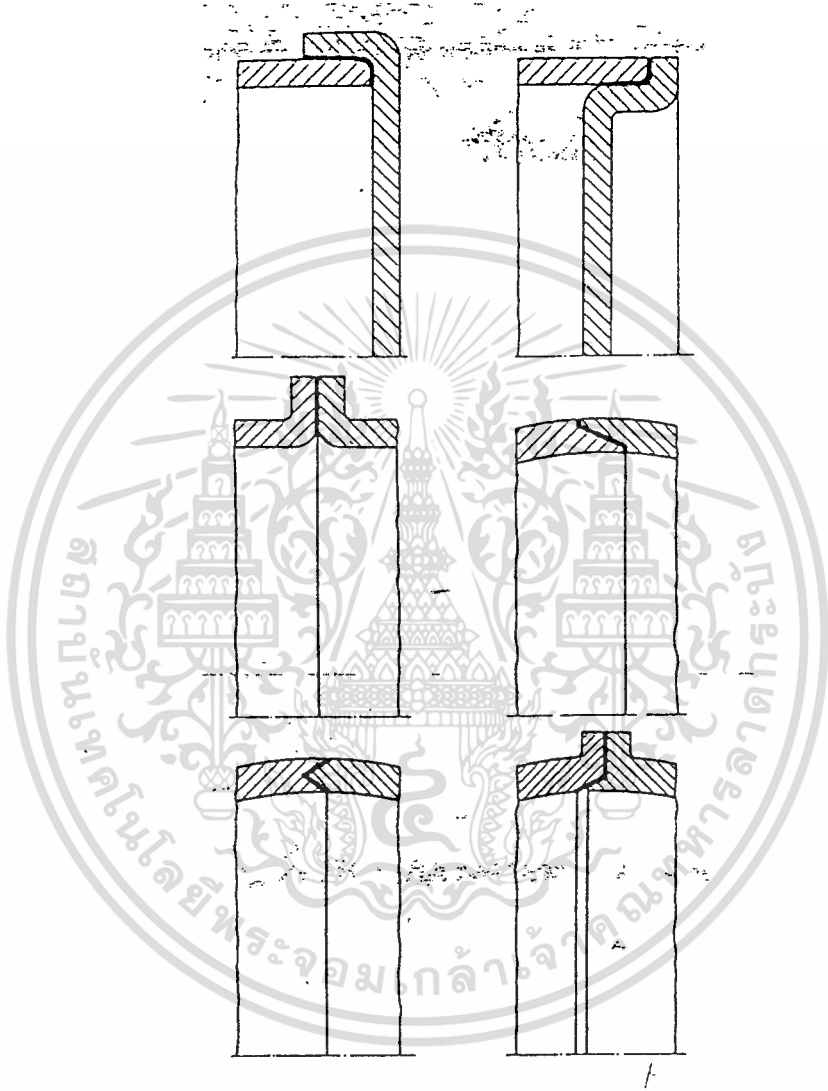
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วิธีการเชื่อมประสานด้วยความเสียดทาน (Friction Welding) ของชิ้นส่วน



ลักษณะการออกแบบที่ห้อยเชื่อมที่เชื่อมด้วยความเสียดทาน(Friction Welding)



รูปร่างและการเตรียมงานเพื่อเชื่อมด้วยความเสียดทาน (Friction Welding)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.12 การเชื่อมพลาสติกด้วยอัลตราโซนิก

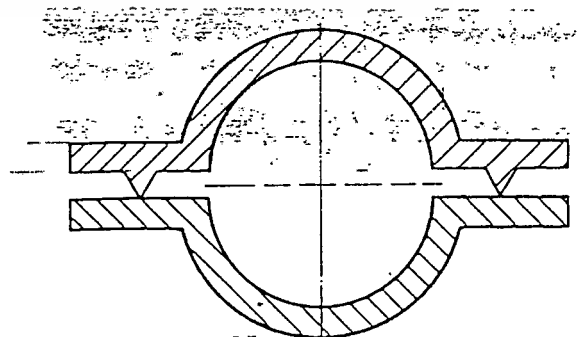
ในการเชื่อมด้วยอัลตราโซนิก จะใช้คลื่นความถี่สูง การสั่นสะเทือนทางกลเพื่อใช้ในกระบวนการเชื่อม การเชื่อมกระทำโดยการนำชิ้นงานทั้งสองมาวางลงระหว่าง ทั้งตัวล่างที่อยู่กับที่ และโซโนโทรด (sonotrode) เป็นตัวที่สั่นสะเทือนให้เกิดแรงอัดชิ้นงานเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 3.112

จากแรงสั่นสะเทือนบริเวณชิ้นงานที่จะเชื่อม จะเกิดมีความเสียหายระหว่างชิ้นงานขึ้นทำให้ผิวออกไซด์ถูกทำลายแล้วชิ้นงานจะเชื่อมประสานเข้าด้วยกันโดยมิได้เกิดมีความร้อนขึ้นมากมายนัก การเชื่อมด้วยอัลตราโซนิกนั้นส่วนมากจะใช้ในการเชื่อม ชิ้นส่วน-อลูมิเนียม-พลาสติก และการเชื่อมจลภาคด้วยวิธีการเชื่อมนี้สามารถที่จะเชื่อมชิ้นงานจากวัสดุที่ต่างกันได้ให้ติดกันได้เช่น โลหะกับแก้ว ซึ่งไม่สามารถกระทำโดยการเชื่อมวิธีอื่นได้

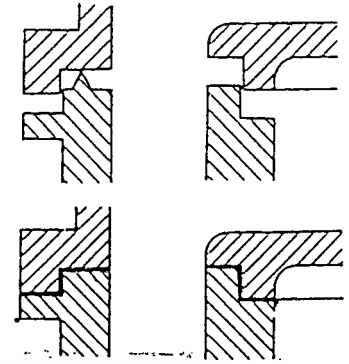


ภาพที่ 3.112 เครื่องเชื่อมพลาสติกด้วยอัลตราโซนิก

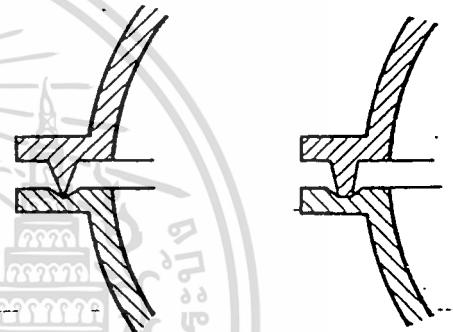
การเตรียมเชื่อมประสานปิดด้วยคลื่นอัลตราโซนิก



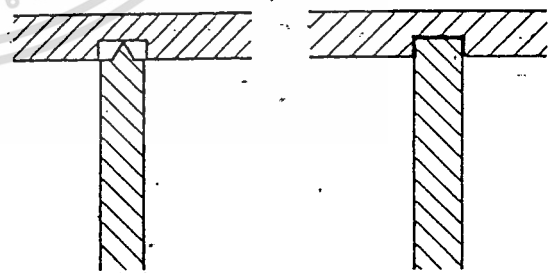
ลักษณะรูปร่างของชิ้นงานเชื่อม สำหรับการเชื่อมบิตของชิ้นส่วนด้วยอุลตราโซนิก



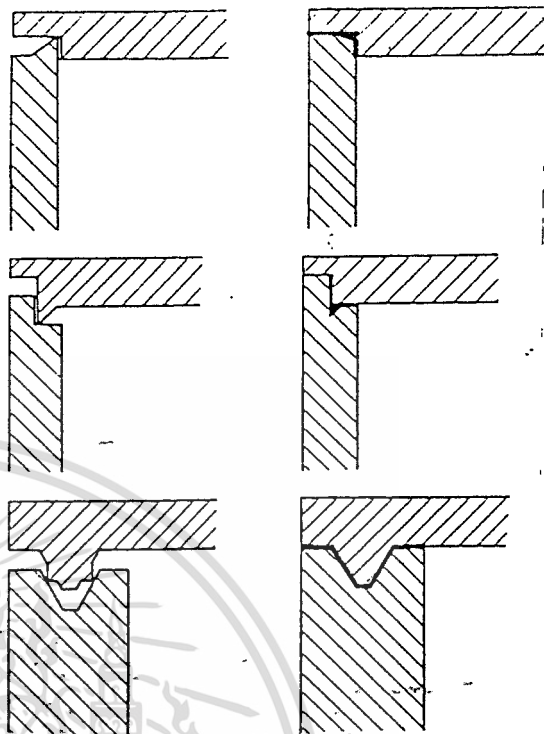
ลักษณะรูปร่างรอยเชื่อมสำหรับการเชื่อมด้วยอุลตราโซนิก



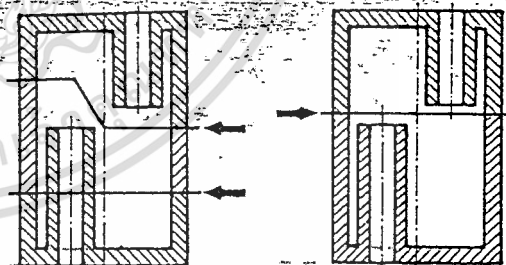
การเตรียมชิ้นงานเชื่อมที่ถูกต้องสำหรับการเชื่อมด้วยอุลตราโซนิก



การเตรียมชิ้นงาน (รูปซ้ายมือ) และ
การเชื่อมชิ้นส่วนเข้าด้วยกันด้วยอุลตรา
โซนิค



ในการเชื่อมประสานพลาสติกด้วยคลื่น
อุลตราโซนิค ให้หลีกเลี่ยงผิวรอยต่อที่
ตกรู และ การโผล่พ้นของชิ้นงานภาย
ในดั่งรูปซ้ายมือ ควรออกแบบผิวรอย
เชื่อมเป็นแนวระนาบ (๘)



(๘) มานพ ตันตระบัณฑิต พรวิจิตร ประทุมทอง กรรมวิธีการผลิต. โรงพิมพ์เอเชีย
เพรส 2533 : หน้า 69-350.

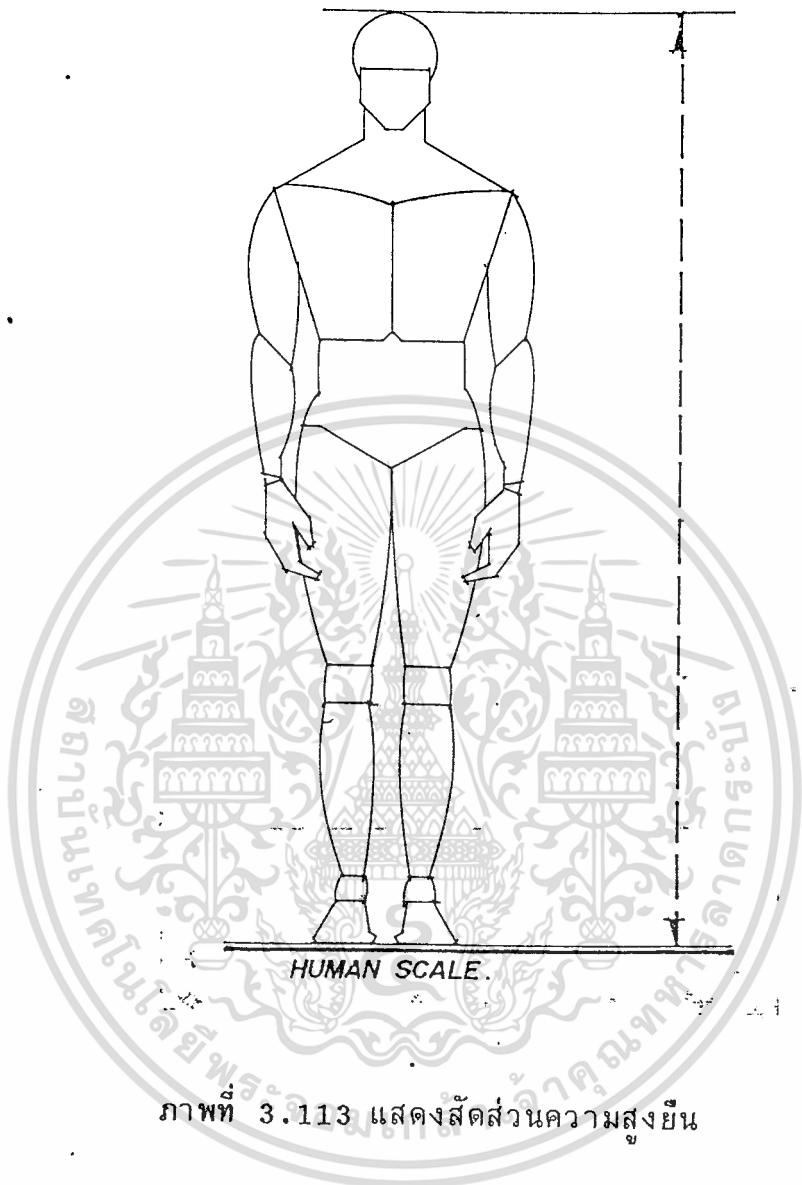
3.7 การศึกษาข้อมูลทางด้านสรีระศาสตร์

หมายเลข	มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	อัตราส่วน	ความสูงยืน		
			ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1.	ความสูงยืน	1.000	148.30	160.60	173.27*
2.	ความสูงระดับตา	0.933	138.36	149.63*	161.66
3.	ความสูงระดับไหล่	0.827	122.64*	132.81	143.29
4.	ความสูงระดับมือ	0.437	64.80*	70.18	75.71
5.	ความสูงเออम्मือบนบน	1.255	186.11*	201.55	217.45
6.	ความสูงนั่ง	0.523	77.56	83.99	90.62
7.	ความสูงระดับตา	0.460	68.21	73.87*	79.70
8.	ความสูงระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	0.354	52.49*	56.85	61.33
9.	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	0.143	21.20	22.96*	24.77
10.	ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบนของขาอ่อน	0.082	12.16	13.16	14.20*
11.	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	0.303	44.93	48.66	52.50*
12.	ระยะจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	0.218	32.32	35.01*	37.77
13.	ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	0.223	33.07	35.81	38.63
14.	ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน	0.254	37.66*	40.79	44.01
15.	ระยะจากก้นถึงเข่า	0.329	48.79	52.83	57.00*
16.	ความยาวของขาที่นั่ง	0.626	92.83*	100.53	108.46
17.	ความกว้างของที่นั่ง	0.226	33.51	36.29	39.15*
18.	ระยะเออम्मแขนไปข้างหน้า	0.491	72.81*	78.85	85.07
19.	ความกว้างกางแขน	1.022	151.56*	164.13	177.08
20.	ความกว้างระหว่างข้อศอก	0.262	38.85	42.13	45.37*
21.	ความกว้างของไหล่	0.253	37.51	40.63	43.83*

ตารางที่ 3.15 แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
ต่อความสูงยืน และมิติวิกฤต (Critical Body Dimension)⁽⁹⁾

(9) "ข้อมูลสัดส่วนคนไทย" เอกสารฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง เล่มที่ 1 สถาบันวิจัย
วิทยาศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

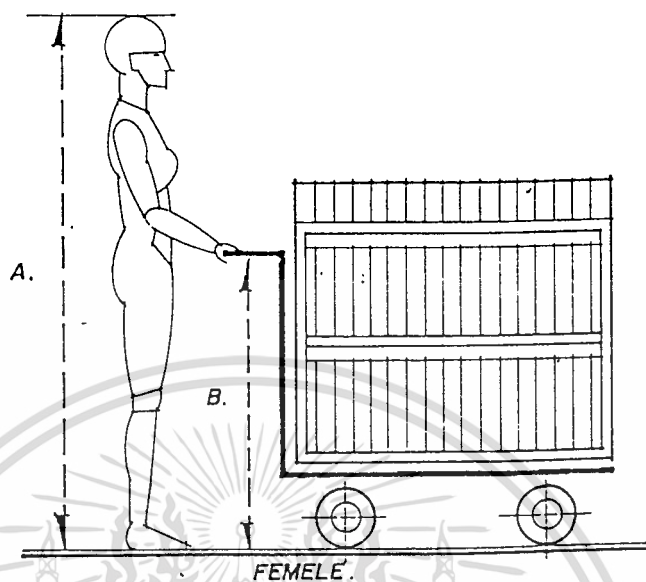


ภาพที่ 3.113 แสดงสัดส่วนความสูงยืน

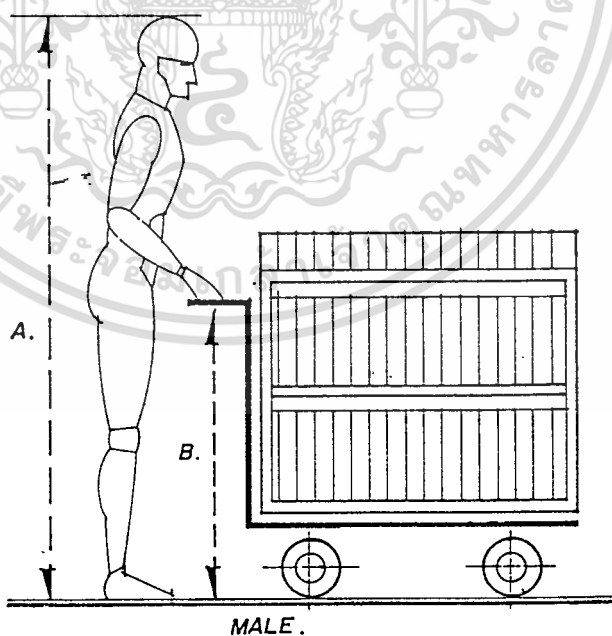
อายุ	ความสูง (เซ็นติเมตร)		
	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
25-34	148.30	170.27	160.60

ตารางที่ 3.16 แสดงค่าตัวเลขความสูงยืนในการปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

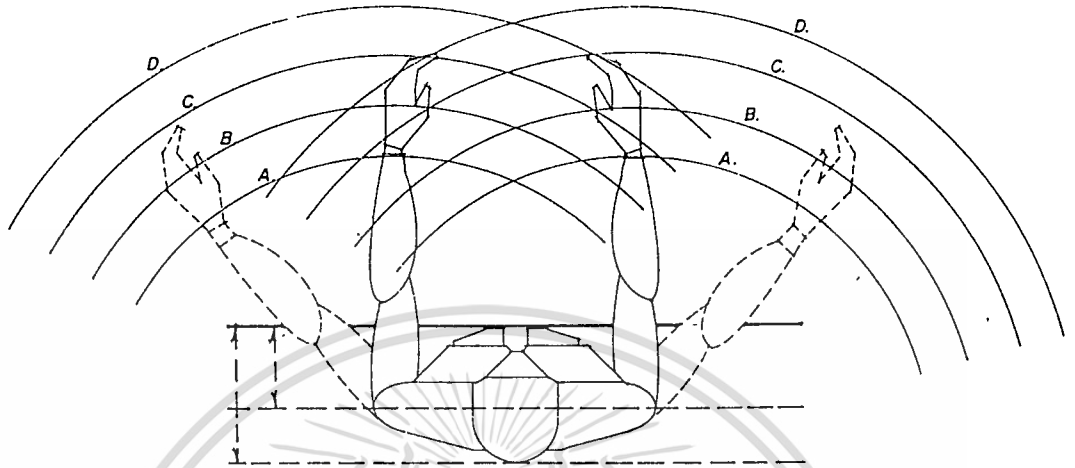


ภาพที่ 3.114 แสดงความสูงเฉลี่ยของหญิงไทย ประมาณ 155 ซม.
และความสูงของมือจับครออยู่ระหว่าง 80-110 ซม.



ภาพที่ 3.115 แสดงความสูงเฉลี่ยของชายไทย ประมาณ 160 ซม.
และความสูงของมือจับเข็นครออยู่ระหว่าง 90-115 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

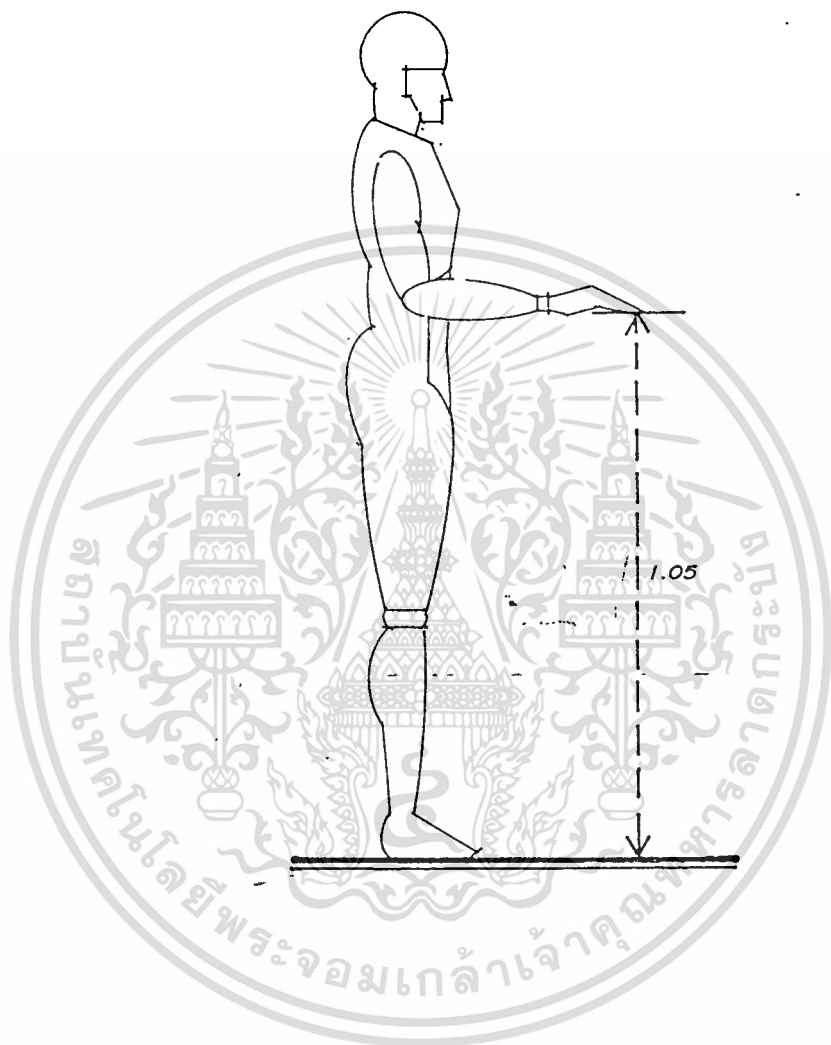


ภาพที่ 3.116 แสดงภาพขนาดสัดส่วนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ
ของรัศมีการเอื้อมในลักษณะต่าง ๆ

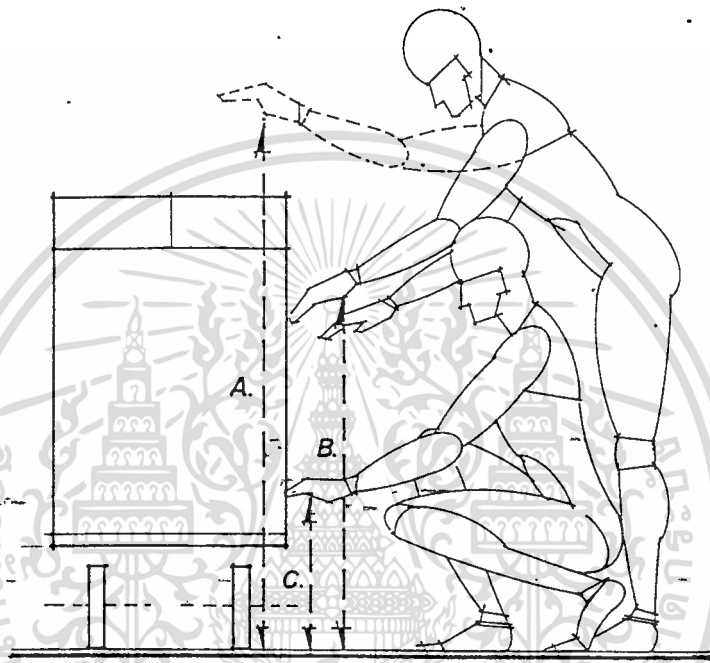
	รัศมีการเอื้อม		ระยะกว้าง		ระยะไกล		ระยะห่าง	ระยะเอื้อมห่างตา	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	จากตัวรถ	ชาย	หญิง
A	600	565	1530	1450	650	500	20	630	480
B	650	615	1530	1450	700	615	20	780	480
C	600	565	1530	1450	850	705	20	830	685
D	650	615	1630	1550	1000	815	20	800	795

ตารางที่ 3.17 แสดงตัวเลขขนาดรัศมีการเอื้อมในระยะต่าง ๆ
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

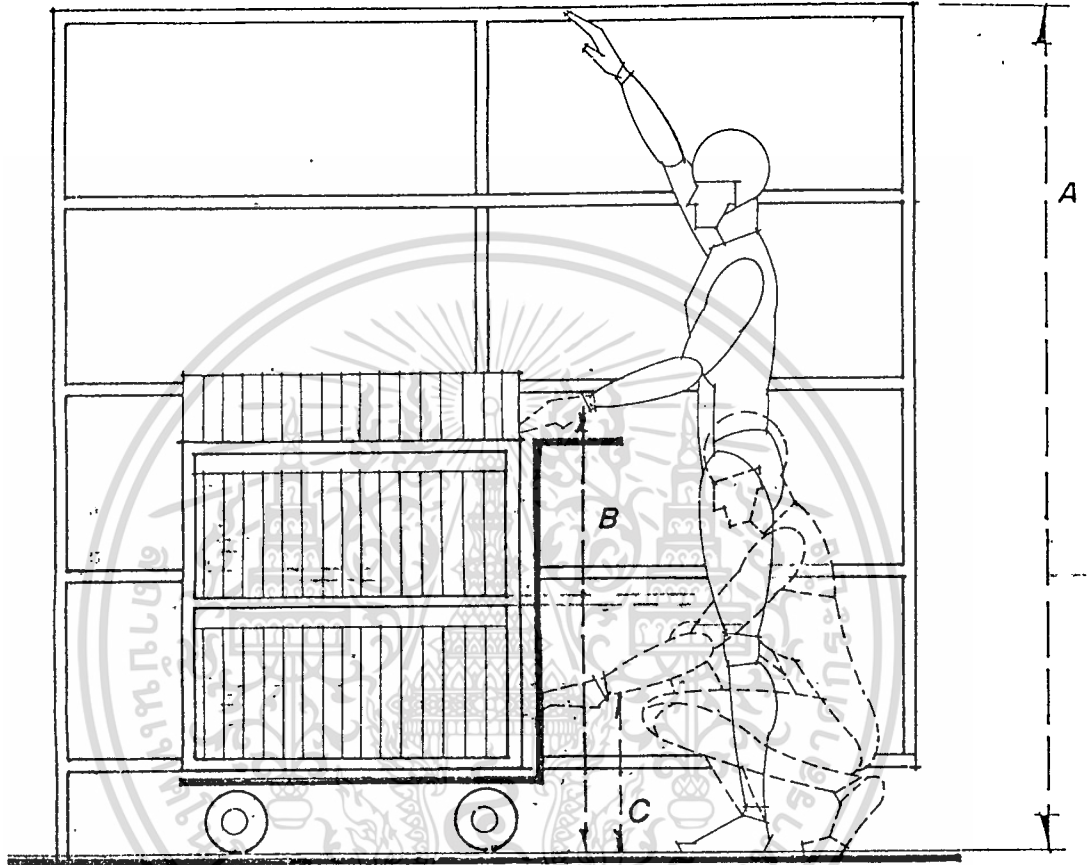


ภาพที่ 3.117 แสดงความสูงที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงานของรถเข็นหนังสือ ภายนอกห้องสมุดในลักษณะการยืนทำงาน ซึ่งมีค่าความสูงเท่ากับ 105 ซม.



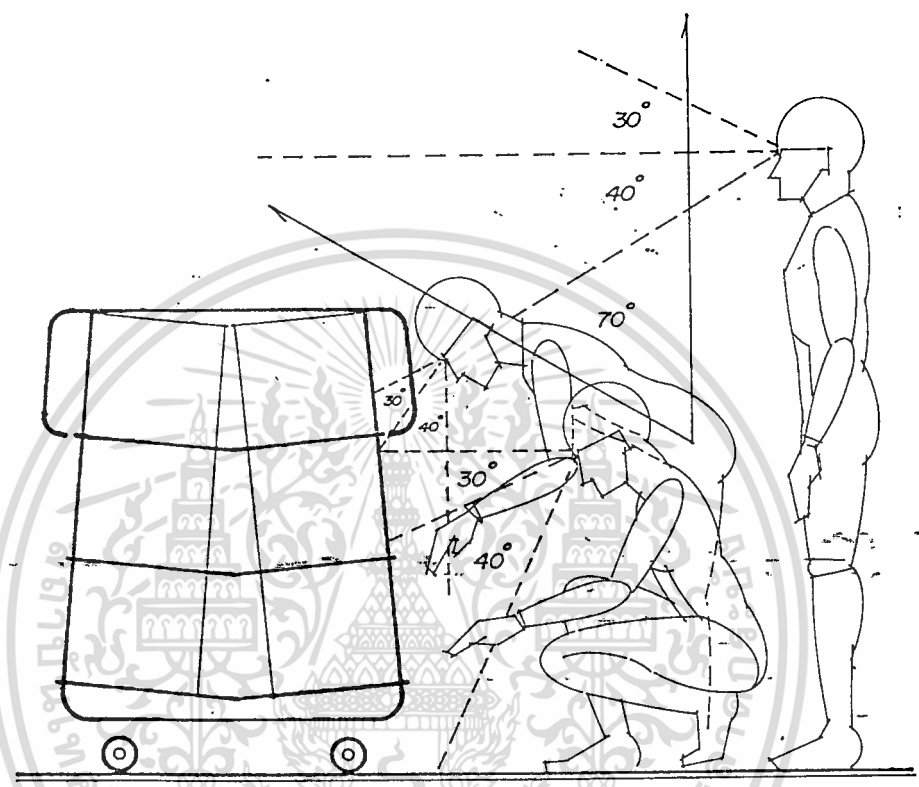
ภาพที่ 3.118 แสดงภาพและขนาดสัดส่วนที่สัมพันธ์กับการปฏิบัติงานของผู้ใช้รถเข็นฯ ในขณะที่นำหนังสือลงจัดวางบนตัวรถเข็นฯ ก่อนที่จะนำไปจัดเก็บบนชั้นบริการ ซึ่งจะมีระยะความสูงในการปฏิบัติงานดังนี้ คือ

- A. ระยะสูงสุด 120 ซม.
- B. ระยะกลาง 60-80 ซม.
- C. ระยะต่ำสุด 30 ซม.



ภาพที่ 3.119 แสดงภาพและขนาดสัดส่วนที่สัมพันธ์กับการปฏิบัติงานของผู้ใช้รถเข็นฯ ในขณะที่นำหนังสือออกจากตัวรถเพื่อนำขึ้นจัดเก็บบนชั้นบริการ ซึ่งจะมีระยะความสูงในการปฏิบัติงาน ดังนี้

- A. ระยะสูงสุด --- 200 ซม.
- B. ระยะกลาง 80-100 ซม.
- C. ระยะต่ำสุด 30-50 ซม.

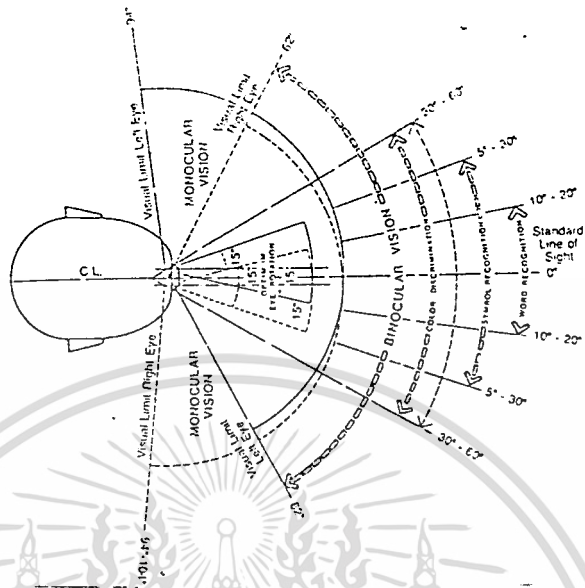


ภาพที่ 3.120 แสดงมุมมองที่สัมพันธ์กับการปฏิบัติงานบนตัวรถเข็น

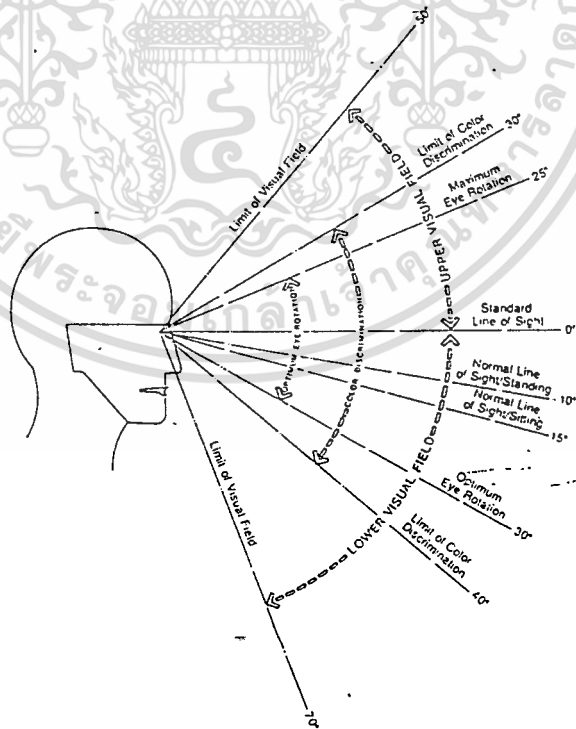
มุมมองที่สัมพันธ์กับการปฏิบัติงาน

การก้มหยิบที่สะดวก	มุมก้ม	70 องศา
มุมมองที่เห็นได้ชัด	มุมเงย	30 องศา
	มุมก้ม	40 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

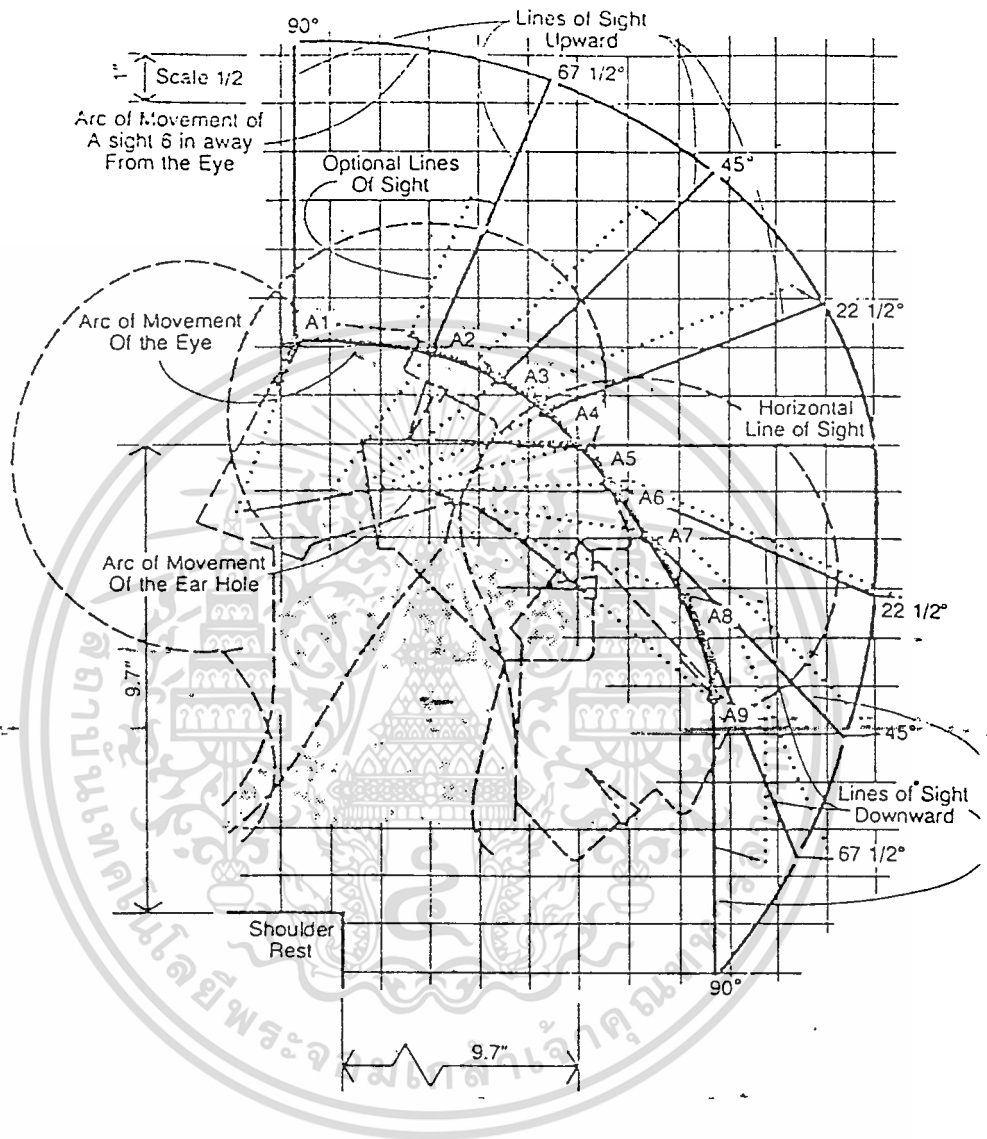


ภาพที่ 3.121 แสดงมุมมองสายตาด้านแนวนอน



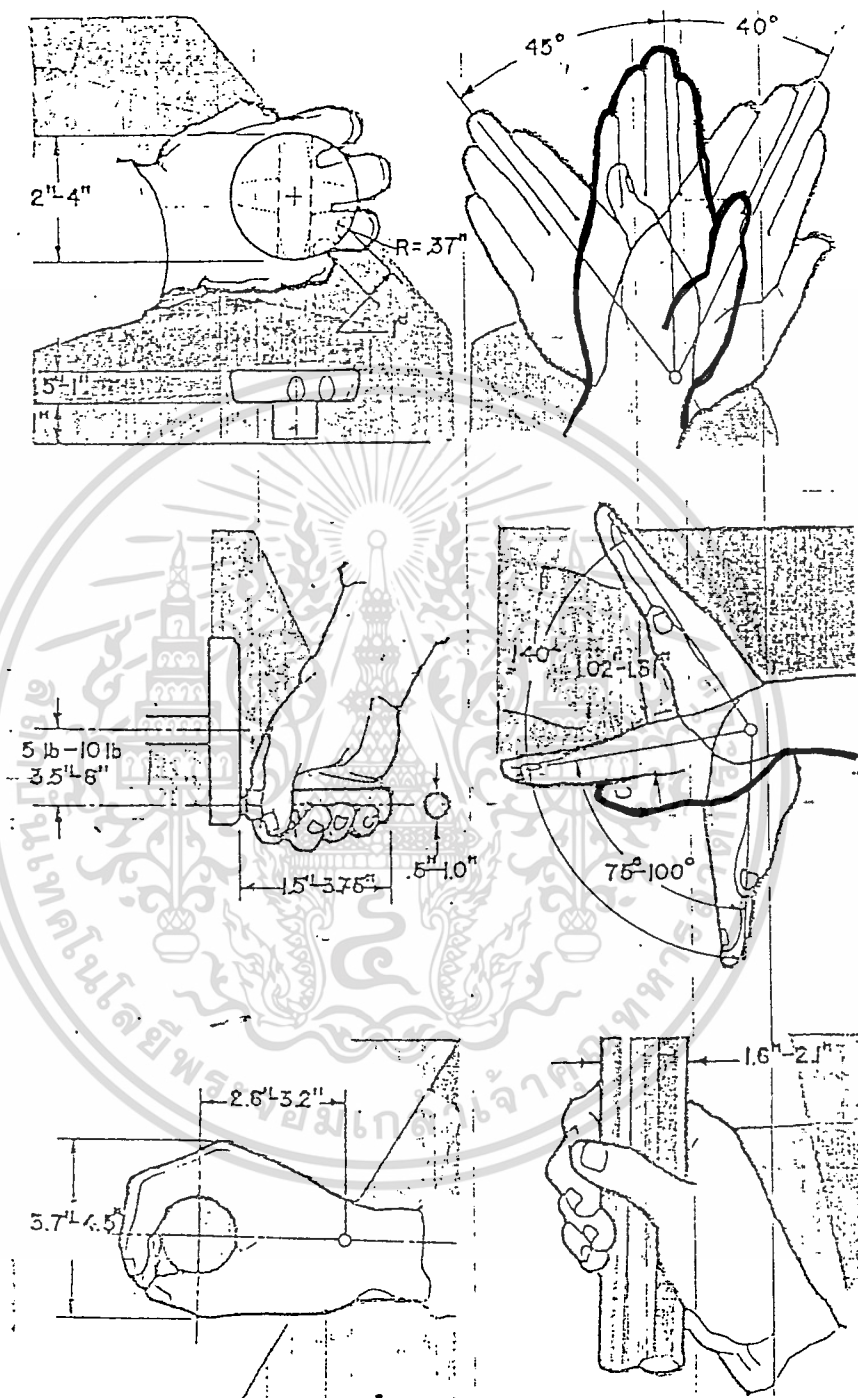
ภาพที่ 3.122 แสดงมุมมองของสายตาด้านแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.123 แสดงการเคลื่อนไหวของศรีษะและตาในแนวระนาบเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.124 แสดง Ergonomic ของมือในลักษณะกำจับ รูปแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์และสรุปผลเพื่อการออกแบบ

จากการศึกษาข้อมูลในบทที่ 2 และ 3 ซึ่งเป็นการศึกษาและรวบรวมข้อมูลในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบรถเข็นฯ ดังนั้นที่จะกล่าวต่อไปนี้ จึงเป็นการวิเคราะห์และสรุปผลของข้อมูลที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นทั้งหมด เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบตัวรถเข็นฯ ต่อไป โดยจะวิเคราะห์และสรุปผลตามความสำคัญตามลำดับดังต่อไปนี้ คือ

4.1 การวิเคราะห์ประเภทของโครงสร้างหลักของรถเข็นฯ

ประเภทของโครงสร้างแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ โครงสร้างแบบถอดประกอบได้ และ โครงสร้างแบบติดตายตัว

1. โครงสร้างแบบถอดประกอบได้

- ข้อดี - ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง
- ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ
- ข้อเสีย - โครงสร้างลดความแข็งแรง
- อายุการใช้งานสั้นถ้ามีการถอดประกอบบ่อยครั้ง
- รับน้ำหนักได้ไม่มาก

2. -โครงสร้างแบบติดตายตัว

- ข้อดี - โครงสร้างมีความแข็งแรง
- สามารถรับน้ำหนักได้มาก
- ข้อเสีย - ไม่ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ
- ไม่ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง

สำหรับการพิจารณาเลือกประเภทโครงสร้างที่จะทำการออกแบบนั้นนอก

จากจะพิจารณาถึงลักษณะการออกแบบโครงสร้างที่ดี 5 ประการ ที่กล่าวมาแล้ว ยังต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานในด้านอื่นอีก ดังนี้คือ

- การรับน้ำหนัก
- ความแข็งแรงของโครงสร้าง
- อายุการใช้งาน
- ความสะดวกในการจัดเก็บและขนส่ง
- น้ำหนักของโครงสร้าง
- กรรมวิธีการผลิต
- การบำรุงรักษา

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์เลือกชนิดของโครงสร้าง

เงื่อนไขการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	แบบถอดประกอบได้	แบบติดตายตัว
ความแข็งแรง	3	2	3
การรับน้ำหนัก	3	2	3
อายุการใช้งาน	3	2	3
กรรมวิธีการผลิต	2	3	2
การบำรุงรักษา	2	1	3
ราคา	2	2	3
ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง	2	3	1
ความสะดวกในการเก็บ	2	3	2
รวม		42	49

หมายเหตุ : 3 ดี 2 พอใช้ 1 ไม่ดี

สรุปผลจากการวิเคราะห์ -

เลือกใช้โครงสร้างแบบติดตายตัว

4.2 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลัก

หน้าที่ของโครงสร้างหลักคือ รับน้ำหนัก ซึ่งจำเป็นต้องมีความแข็งแรงทนทาน นอกจากนี้ยังต้องมีน้ำหนักเบา เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย

วัสดุที่นำมาเลือกพิจารณาใช้มี

1. เหล็ก
2. อลูมิเนียม
3. แสตนเลส

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ข้อดีของวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลัก

เงื่อนไขการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	เหล็ก	อลูมิเนียม	แสตนเลส
ความแข็งแรง	3	2	1	3
การรับน้ำหนัก	3	3	2	3
อายุการใช้งาน	3	3	2	3
ทนต่อแรงกระแทก	3	3	2	3
กรรมวิธีการผลิต	3	3	3	2
ง่ายต่อการบำรุงรักษา	2	3	3	3
น้ำหนักเบา	2	2	3	1
ราคาถูก	1	3	2	1
รวม		55	44	51

หมายเหตุ : 3 ดี 2 พอใช้ 1 ไม่ดี

สรุปผลจากการวิเคราะห์

เลือกใช้เหล็กเป็นโครงสร้างหลัก

4.3 การวิเคราะห์หัตถ์ของเหล็กที่จะนำมาใช้ทำโครงสร้างหลัก

ชนิดของเหล็กที่นำมาพิจารณามีดังนี้คือ

1. เหล็กท่อกกลมกลวง
2. เหล็กท่อกว้างสี่เหลี่ยมผืนผ้า
3. เหล็กท่อกว้างสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์หัตถ์ของเหล็กที่จะนำมาใช้ทำโครงสร้างหลัก

เงื่อนไขการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	เหล็กท่อกกลมกลวง	เหล็กท่อกว้างสี่เหลี่ยมจัตุรัส	เหล็กท่อกว้างสี่เหลี่ยมผืนผ้า
ความแข็งแรง	3	3	3	3
การรับแรงกระแทก	3	2	3	3
กรรมวิธีการผลิต	3	3	3	2
น้ำหนักเบา	2	3	3	2
ความเหมาะสมในงาน	2	2	3	1
การเชื่อมต่อได้ดี	2	2	3	3
การประกอบกับวัสดุอื่น	2	2	3	2
ราคาถูก	2	3	2	1
รวม		48	55	46

หมายเหตุ : 3 ดี

2 พอใช้

1 ไม่ดี

สรุปผลจากการวิเคราะห์

เลือกใช้เหล็กท่อกว้างสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นโครงสร้างหลักของรถเป็นหนังสือฯ

4.4 การวิเคราะห์ชนิดของเหล็กที่จะนำมาใช้ทำโครงสร้างส่วนประกอบ

ชนิดของเหล็กที่นำมาพิจารณามีดังนี้คือ

1. เหล็กท่อกกลมกลวง
2. เหล็กเส้นตัน
3. เหล็กแผ่น

ตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์ชนิดของเหล็กที่จะนำมาใช้ทำโครงสร้างประกอบ

เงื่อนไขการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	เหล็ก กลมกลวง	เหล็กเส้นตัน	เหล็กแผ่น
ความแข็งแรง	3	3	3	2
อายุการใช้งาน	3	3	3	3
น้ำหนักเบา	3	3	2	3
กรรมวิธีการผลิต	2	3	2	2
การรับน้ำหนักดี	3	3	3	2
ราคาถูก	2	3	2	2
รวม		48	41	38

หมายเหตุ : 3 ดี 2 พอใช้ 1 ไม่ดี

สรุปผลจากการวิเคราะห์

เลือกใช้เหล็กกลมกลวงเป็นโครงสร้างประกอบ

4.5 การวิเคราะห์วัสดุทำส่วนรองรับหนังสือบนตัวรถ ชั้นหนังสือฯ

หน้าที่หลักของส่วนรองรับหนังสือ คือ รับน้ำหนักของจำนวนหนังสือที่บรรจุอยู่ทั้งหมดในขณะที่ทำการจัดเก็บหนังสือ

วัสดุที่นำมาพิจารณาเลือกใช้ มี

1. ไม้อัด
2. พาร์ติเคิลบอร์ด
3. เหล็กแผ่น
4. พลาสติก

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์วัสดุทำส่วนรองรับหนังสือ

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ไม้อัด	พาร์ติเคิลบอร์ด	เหล็กแผ่น	พลาสติก
ความแข็งแรง	3	3	3	3	3
การรับน้ำหนักดี	3	3	2	3	3
อายุการใช้งาน	3	2	2	3	3
น้ำหนักเบา	3	2	3	1	3
การบำรุงรักษา	2	2	2	1	3
ราคาถูก	2	2	3	2	2
กรรมวิธีการผลิต	3	1	2	2	3
รวม		41	46	42	55

หมายเหตุ : 3 ดี - 2 พอใช้ - 1 ไม่ดี

สรุปผลจากการวิเคราะห์

เลือกใช้พลาสติกเป็นวัสดุทำส่วนรองรับหนังสือ

4.6 การวิเคราะห์ประเภทของพลาสติกที่จะนำมาใช้

พลาสติกที่แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. เทอร์โมเซตติง (Thermosetting)
2. เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic)

เทอร์โมเซตติง เป็นพลาสติกที่สามารถขึ้นรูปได้ด้วยความร้อนและจะใช้แรงดันหรือไม่ใช้แรงดันก็ได้ ความร้อนที่ทำให้ในตอนแรกจะทำให้พลาสติกอ่อนตัว เพื่อให้ขึ้นรูปได้พลาสติกชนิดนี้จะไม่สามารถนำกลับไปหลอมละลายเพื่อนำกลับมาใช้ได้อีก

เทอร์โมพลาสติก เป็นพลาสติกที่จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีแม้จะให้ความร้อน ดังนั้น พลาสติกชนิดนี้จึงไม่แข็งตัวอยู่อย่างถาวร เมื่อนำไปขึ้นรูปแล้ว จะสามารถอ่อนตัวเมื่อได้รับอุณหภูมิสูง และสามารถนำมาหลอมละลายเพื่อนำกลับมาใช้ได้อีกไม่มีที่สิ้นสุด

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ประเภทของพลาสติกที่จะนำมาใช้

เงื่อนไขการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	เทอร์โมเซตติง	เทอร์โมพลาสติก
ผลิตในระบบอุตสาหกรรม	3	2	3
การนำกลับมาใช้ได้อีก	2	0	3
ความแข็งแรง	3	3	3
ราคา	2	2	3
รวม		19	30

หมายเหตุ : 3 ดี - 2 พอใช้ - 1 ไม่ดี
สรุปผลจากการวิเคราะห์

เลือกใช้พลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก

4.7 การวิเคราะห์ชนิดของพลาสติกที่จะนำมาใช้ทำส่วนรองรับหนังสือบนตัวรถเป็น

จากข้อมูลในเรื่องพลาสติกในข้างต้น จึงทำให้เลือกคุณสมบัติของพลาสติกชนิดต่าง ๆ มาวิเคราะห์ตามความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

ข้อพิจารณาในการเลือกใช้ชนิดพลาสติกในการทำส่วนรองรับหนังสือมีดังนี้ คือ ต้องทนทาน ทนแรงกระแทก รับน้ำหนักได้ดี และคำนึงถึงกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรมด้วย

ชนิดของพลาสติกที่นำมาพิจารณา คือ

1. โพลีเอททีลีน (Polyethylene)
2. โพลีโพรพิลีน (Polypropylene)
3. โพลีสไตรีน (Polystyrene)
4. เอบีเอส (ABS)

ตารางที่ 4-7 การวิเคราะห์ชนิดของพลาสติกที่ใช้ทำส่วนรองรับหนังสือ

ข้อพิจารณา	ค่าความสำคัญ	โพลีเอททีลีน	โพลีโพรพิลีน	โพลีสไตรีน	เอบีเอส
ความแข็งแรง	3	3	3	2	2
ทนแรงกระแทก	3	3	3	2	2
รับน้ำหนักได้ดี	3	3	2	1	2
ทนความร้อน	2	2	3	2	2
ราคาถูก	2	3	2	2	2
รวม		37	34	23	26

หมายเหตุ : 3 ดี 2 พอใช้ 1 ไม่ดี
สรุปผลจากการวิเคราะห์

เลือกใช้พลาสติกชนิด โพลีเอททีลีน (Polyethylene) เป็นวัสดุทำส่วนรองรับหนังสือ

4.8 การวิเคราะห์รูปทรงของรถเป็นหนังสือภายในห้องสมุด

รูปทรงที่นำมาพิจารณา เป็นรูปทรงหรือรูปร่างใหญ่ ๆ ของรูปทรงทางเรขาคณิตที่น่าสนใจ และพอเป็นไปได้ ดังนี้

1. รูปทรงสี่เหลี่ยม
2. รูปทรงสามเหลี่ยม
3. รูปทรงวงกลม

1. ลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยม



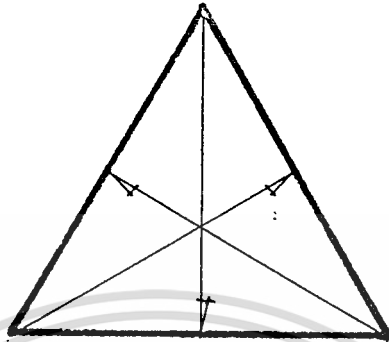
ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์รูปทรงสี่เหลี่ยม

ข้อดี	ข้อเสีย
<ol style="list-style-type: none"> 1. ประหยัดเนื้อที่ในการจัดวาง 2. มีความสมดุลย์โดยรอบตัว 3. ฐานมั่นคงไม่ล้มง่าย 4. กรรมวิธีการผลิตง่าย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีแง่มุมทำให้เกิดอันตรายได้

สรุปการวิเคราะห์รูปทรงสี่เหลี่ยม

1. ฐานมั่นคงไม่ล้มง่าย เพราะมีจุดศูนย์กลางอยู่ห่างจากเส้นกรอบรูปเท่า ๆ กัน ดังนั้นจึงทำให้ไม่ล้มง่าย
2. ประหยัดเนื้อที่ในการจัดวาง
3. กรรมวิธีการผลิตง่ายและรวดเร็ว

2. ลักษณะรูปทรงสามเหลี่ยม



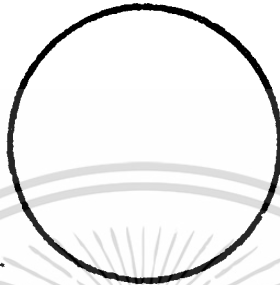
ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์รูปทรงสามเหลี่ยม

ข้อดี	ข้อเสีย
1. การขนส่งหรือจัดวางใช้วิธีวางเรียงสลับกันก็สามารถประหยัดเนื้อที่ในการจัดวางได้ 2. มีความสะดวกในการใช้สอยพอสมควร	1. พื้นที่ในการใช้สอยน้อย 2. มีแฉงมุมมากเกิดอันตรายได้ง่าย 3. กรรมวิธีการผลิตยุ่งยาก 4. จุดสัมผัส 3 จุดทำให้ล้มง่าย 5. ทำความสะอาดชอกมุมยาก

สรุปผลจากการวิเคราะห์ลักษณะรูปทรงสามเหลี่ยม

1. การขนส่งหรือการจัดวางใช้วิธีเรียงสลับกัน สามารถทำให้ประหยัดเนื้อที่ได้
2. กรรมวิธีการผลิตยุ่งยาก
3. มีเนื้อที่ใช้สอยพอสมควร
4. มีแฉงมุมมาก

3. ลักษณะรูปทรงกลม



ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์รูปทรงกลม

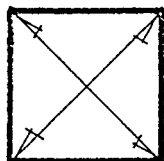
ข้อดี	ข้อเสีย
<ol style="list-style-type: none"> 1. มีความสมดุลย์รอบตัว 2. ฐานมั่นคงไม่ล้มง่าย 3.ปลอดภัยในการใช้งาน 4. รับแรงกระแทกได้ดีกว่า 	<ol style="list-style-type: none"> 1. การบังคับควบคุมสูงในการผลิตยาก 2. การจัดวางให้ต้อเนื่องกันมีน้อย

สรุปผลจากการวิเคราะห์รูปทรงกลม

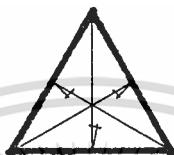
1. มีความสมดุลย์โดยรอบตัว ไม่ล้มง่าย
2. สะดวกในการใช้สอยพอสมควร
3. ไม่มีแ่งมุมทำให้เกิดอันตราย
4. เปลี่ยนเนื้อที่ในการจัดวางเพราะรูปทรงไม่ต้อเนื่องกัน

4.9 ตารางวิเคราะห์รูปทรงของรถเข็นหนังสือภายในห้องสมุด

รูปทรงสี่เหลี่ยม



รูปทรงสามเหลี่ยม



รูปทรงกลม



ตารางที่-4.11 การวิเคราะห์รูปทรงของรถเข็นหนังสือ

เงื่อนไขการพิจารณา	ทรงสี่เหลี่ยม	ทรงสามเหลี่ยม	ทรงกลม
ฐานมีความมั่นคง	3	3	3
ประหยัดเนื้อที่	3	1	1
กรรมวิธีการผลิตง่าย	3	1	1
สะดวกในการใช้สอย	3	2	2
ความสมดุลย์รอบตัว	3	3	2
รวม	15	10	9

หมายเหตุ : 3 ดี 2 พอใช้ 1 ไม่ดี

สรุปผลจากการวิเคราะห์

เลือกใช้รูปทรงสี่เหลี่ยมเป็นรูปทรงของรถเข็นหนังสือฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10 การวิเคราะห์การติดตั้งส่วนรองรับหนังสือบนตัวรถเข็นฯ

ส่วนรองรับหนังสือในที่นี้หมายถึงส่วนที่มีลักษณะคล้ายชั้นสำหรับวางหนังสือภายในตัวรถเข็นฯ มีหน้าที่เป็นที่วางหนังสือที่จะนำไปจัดเก็บตามชั้นบริการต่าง ๆ การวิเคราะห์ส่วนรองรับหนังสือ เพื่อการออกแบบนี้จะทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบจากลักษณะการใช้งานดังนี้ คือ แบบติดตาย และ แบบถอดประกอบได้

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์การติดตั้งส่วนรองรับหนังสือ

เงื่อนไขการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	แบบติดตาย	แบบถอดประกอบ
ความแข็งแรง	3	3	2
ความสะดวกในการใช้งาน	3	2	2
การบำรุงรักษา	3	1	3
ความสะดวกในการติดตั้ง	2	1	3
กวดท่าความสะดวก	2	2	3
รวม		24	33

หมายเหตุ : 3 ดี 2 พอใช้ 1 ไม่มี

สรุปผลจากการวิเคราะห์

เลือกใช้ส่วนรองรับหนังสือเป็นแบบถอดประกอบได้

4.11 การวิเคราะห์ที่เลือกประเภทของล้อยี่ห้อที่ใช้กับรถเข็นฯ

หน้าที่หลักของล้อ คือ รับน้ำหนักของตัวรถเข็นฯ และหนังสือที่บรรทุกทั้งหมด ดังนั้น สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ต้องสามารถรับน้ำหนักได้ดี และมีความคล่องตัวในการบังคับเข็นดีด้วย

ประเภทของล้อที่นำมาพิจารณา คือ

1. ล้อยางสับลม
2. ล้อยางตัน

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์การเลือกประเภทของล้อ

เงื่อนไขการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ล้อยางสับ	ล้อยางตัน
การรับน้ำหนัก	3	3	3
เหมาะกับพื้นที่ใช้งาน	3	2	3
ความคล่องตัว	3	1	3
การประกอบติดตั้งง่าย	2	2	3
การบำรุงรักษา	2	2	3
ความนุ่มนวลในการเข็น	2	3	2
อายุการใช้งาน	3	3	3
ราคาถูก	2	1	3
รวม		43	58

หมายเหตุ : 3 ดี 2 พอใช้ 1 ไม่ดี

สรุปผลจากการวิเคราะห์

เลือกใช้ล้อยางตันเป็นล้อรถเข็นหนังสือ

4.12 การวิเคราะห์เลือกวัสดุที่ใช้ทำล้อ

วัสดุที่ใช้ทำล้อ ที่นำมาพิจารณา มีดังนี้

1. ยาง
2. ไนลอน
3. โพลียูเรเทน
4. พิโนลิก

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำล้อ

ข้อพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ยาง	ไนลอน	โพลียูเรเทน	ปิโนลิก
ความนุ่มนวลในการเดิน	3	3	2	2	2
ทนแรงกระแทก	2	3	3	2	2
รักษาน้ำหนักได้ดี	3	2	2	2	2
ทนความร้อน	3	2	2	2	2
ราคาถูก	3	3	2	2	2
รวม		36	31	28	28

หมายเหตุ : 3 ดี 2 พอใช้ 1 ไม่ดี

สรุปผลจากการวิเคราะห์

เลือกใช้ล้อที่ทำด้วยยางเป็นวัสดุ

4.13 การวิเคราะห์การเลือกใช้จำนวนล้อของรถเป็นหนังสือ

การเลือกใช้จำนวนล้อกับรถเป็นแต่ละประเภทนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งานของรถเป็นประเภทนั้น ๆ อาจใช้ 2 ล้อ, 3 ล้อ หรือ 4 ล้อ ซึ่งก็แล้วแต่ว่าลักษณะการทำงานจะเหมาะสมเพียงใด การพิจารณาเลือกใช้จำนวนล้อต้องคำนึงถึง

- ความแข็งแรงความสามารถในการรับน้ำหนักได้ดี
- ความคล่องตัวในการเคลื่อนที่
- ความนุ่มนวลในการเป็น
- อายุการใช้งานทนทาน
- ความสะดวกในการติดตั้ง

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์การเลือกใช้จำนวนล้อของรถเป็นหนังสือ

เงื่อนไขการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	2 ล้อ	3 ล้อ	4 ล้อ
สามารถรับน้ำหนักได้ดี	3	1	2	3
ความคล่องตัวในการเป็น	3	1	2	3
ความนุ่มนวลในการการเป็น	3	1	2	3
อายุการใช้งานทนทาน	3	1	2	3
ความสะดวกในการติดตั้ง	2	3	3	3
ความเหมาะสมในการใช้งาน	3	1	1	3
รวม		21	33	51

หมายเหตุ : 3 ดี 2 พอใช้ 1 ไม่ดี

สรุปผลจากการวิเคราะห์

เลือกใช้จำนวนล้อ 4 ล้อ

4.14 การวิเคราะห์ลักษณะการวางตำแหน่งของล้อ

การวางตำแหน่งของล้อมีความสำคัญมากต่อการออกแบบรถเป็นๆ เพราะจะมีผลสืบเนื่องไปถึงประสิทธิภาพในการทำงานของรถเป็นๆ ลักษณะการวางตำแหน่งของล้อแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

- แบบที่ 1 ล้อหมุนได้รอบตัว ล้อหลังติดตาย
- แบบที่ 2 ล้อหลังหมุนได้รอบตัว ล้อหน้าติดตาย
- แบบที่ 3 หมุนได้รอบตัวทั้งล้อหน้าและล้อหลัง

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ลักษณะการวางตำแหน่งของล้อ

เงื่อนไขการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ความเหมาะสมในงาน	3	1	2	3
ความคล่องตัว	3	1	2	3
การบังคับเลี้ยว	3	1	3	3
การบังคับทางตรง	2	1	3	2
ผ่อนแรงในการเป็น	2	1	3	3
รวม		13	33	37

หมายเหตุ : 3 ดี 2 พอใช้ 1 ไม่ดี

สรุปผลจากการวิเคราะห์

เลือกใช้ลักษณะการวางตำแหน่งของล้อ แบบที่ 3

4.15 การวิเคราะห์ขนาดความสูงของมือจับเป็น

ลักษณะการเห็น

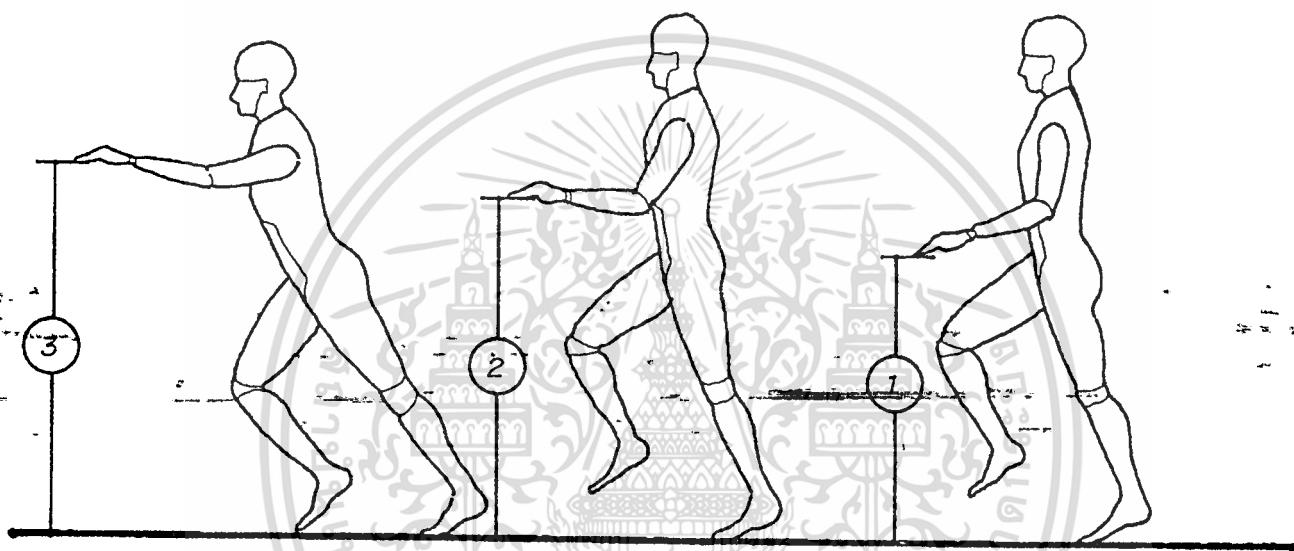
ในการหาค่าที่เหมาะสม เพื่อการเห็นที่สามารถให้ความคล่องตัว และ สะดวกสบาย ความสูงจากพื้นถึงมือจับเป็นที่ยู่ในข่ายพิจารณาจะอยู่ระหว่างประมาณ 80-110 ซม.

จากรูปที่ 1 ระยะจากพื้นถึงมือจับประมาณ 80 ซม. ซึ่งความสูงระดับนี้ เหมาะสำหรับการเห็นที่ไม่ต้องออกแรงกระทำมาก รถเป็น ขนาดเล็กบรรทุกน้ำหนักไม่มาก เช่น รถเข็นตามซูเปอร์มาร์เก็ต รถเข็นเด็กทารก เป็นต้น

จากรูปที่ 2 ระยะจากพื้นถึงมือจับประมาณ 95 ซม. ซึ่งความสูงระดับนี้ เหมาะสำหรับการเห็นของน้ำหนักไม่มากนัก เช่น รถเข็น กระเป๋าของโรงแรม รถเข็นขายไอศกรีม เป็นต้น

จากรูปที่ 3-ระยะจากพื้นถึงมือจับประมาณ 110 ซม. ซึ่งความสูงระดับนี้ เหมาะสำหรับการเห็นที่ต้องการออกแรงกระทำมาก รถเข็น มีขนาดใหญ่ บรรทุกน้ำหนักมากเช่น รถเข็นสัมภาระในสถานี รถไฟ รถเข็นขายก๋วยเตี๋ยว เป็นต้น

ระยะทั้ง 3 ระดับนี้ เป็นค่ามาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบ ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมกับงานแต่ละประเภท การเลือกนำมาใช้ต้องคำนึงความเหมาะสมในลักษณะงานออกแบบเป็นสำคัญ



ภาพที่ 4.1 แสดงภาพของลักษณะการเข็น 3 รูปแบบ

สรุปผลการวิเคราะห์

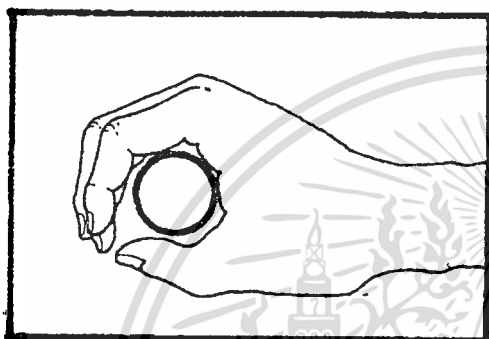
เลือกใช้ลักษณะการเข็นในรูปแบบที่ 2 เพื่อกำหนดขนาดความสูงของมือจับรถเข็นหนังสือ คือระยะจากพื้นถึงมือจับโดยประมาณ 95 ซม.

4.16 การวิเคราะห์ลักษณะการจับของส่วนมือจับสำหรับเป็น

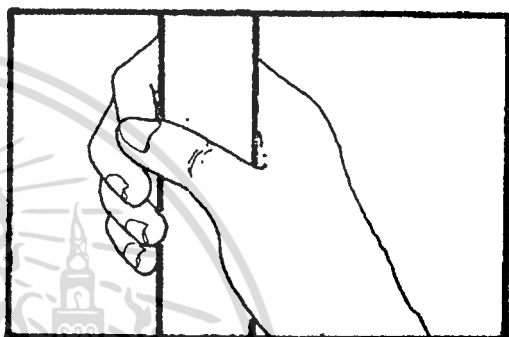
ลักษณะของมือจับสำหรับการเป็นที่คั่นนี้ ต้องคำนึงถึง

- ความสะดวกสบายในการจับเป็น
- สอดคล้องกับลักษณะพฤติกรรมในการใช้งาน
- พ่อนแรงในการเป็น

ลักษณะของการจับเป็นที่เป็นไปได้ และนำมาพิจารณา คือ



รูปแบบที่ 1



รูปแบบที่ 2

ภาพที่ 4.2 แสดงภาพลักษณะการจับเป็น 2 รูปแบบ

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์ลักษณะการจับของส่วนมือจับสำหรับเป็น

เงื่อนไขการพิจารณา	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2
ความสะดวกสบายในการจับเป็น	*	*
ความสอดคล้องกับลักษณะการใช้งาน		*
การพ่อนแรงในการเป็นทางตรง	*	*
การพ่อนแรงในการบังคับเลี้ยว	*	*

หมายเหตุ : จากตารางการให้ค่าความสำคัญเท่ากันหมด
สรุปผลจากการวิเคราะห์

จะเห็นได้ว่า ลักษณะการเป็นในแบบที่ 2 จะสอดคล้องกับพฤติกรรมในการเป็น และในด้านอื่น ๆ มากกว่า ดังนั้น จึงสามารถสรุปลักษณะของมือจับสำหรับเป็นของรถเป็นหนังสือ คือ ลักษณะรูปแบบที่ 2

4.17 การวิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางหนังสือบนตัวรถเป็นหนังสือ

ในการออกแบบตำแหน่งการจัดวางหนังสือบนตัวรถเป็นหนังสือ นั้น ต้องคำนึงถึงสิ่งสำคัญหลายประการด้วยกัน เช่น ความสะดวก และคล่องตัวในการปฏิบัติงาน ความต่อเนื่องขณะปฏิบัติงาน เป็นต้น

รูปแบบของการจัดวางหนังสือที่นำมาพิจารณา มีดังนี้

1. จัดวางจากด้านบน
2. จัดวางจากด้านหน้า
3. จัดวางจากด้านข้าง

ตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางหนังสือบนตัวรถเป็นหนังสือ

เงื่อนไขการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ความสะดวกในการปฏิบัติงาน	3	1	3	2
ความต่อเนื่องในการปฏิบัติงาน	3	2	3	2
ความสัมพันธ์ในการใช้งาน	3	1	3	1
รวม		12	27	15

หมายเหตุ : 3 ดี 2 พอใช้ 1 ไม่ดี

สรุปผลจากการวิเคราะห์

เลือกตำแหน่งการจัดวางหนังสือบนตัวรถเป็นหนังสือ แบบที่ 2 คือจัดวางจากด้านหน้าของผู้ปฏิบัติงาน

4.19 การวิเคราะห์สีที่ใช้กับตัวผลิตภัณฑ์ (โครงสร้างหลัก)

สีที่นำมาพิจารณาต้องอยู่ในโทนที่ให้ความรู้สึก แข็งแรง มั่นคง น่าเชื่อถือ สงบ เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องอยู่ภายในห้องสมุดซึ่งเป็นสถานที่ที่ต้องการความสงบและใช้สมาธิสูง สีที่นำมาพิจารณา มีดังนี้ คือ

1. สีดำ
2. สีเทาเข้ม (กราไฟท์)
3. สีขาว
4. สีน้ำตาล

ตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์สีที่นำมาใช้กับตัวผลิตภัณฑ์ (โครงสร้างหลัก)

เงื่อนไขการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ดำ	เทาเข้ม	ขาว	น้ำตาล
ให้ความรู้สึกสงบ	3	3	3	2	1
ให้ความรู้สึกแข็งแรง	3	3	3	1	2
หาความสะดวกง่าย	2	3	3	1	2
ความสวยงาม	3	1	3	2	2
รวม		25	33	18	19

หมายเหตุ : 3 ดี 2 พอใช้ 1 ไม่ดี

สรุปผลจากการวิเคราะห์

เลือกใช้ สีเทาเข้ม (กราไฟท์) เป็นสีตัวผลิตภัณฑ์ (โครงสร้างหลัก)

4.20 การวิเคราะห์หัตถ์ที่ใช้กับตัวผลิตภัณฑ์ (ส่วนรองรับหนังสือ)

สีที่นำมาพิจารณาต้องอยู่ในโทนที่ให้ความรู้สึกน่าเชื่อถือ สงบ สะอาด มีความสบายตาในเวลามองเห็น เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องอยู่ภายในห้องสมุด ซึ่งเป็นสถานที่ที่ต้องการความสงบ และสมาธิสูง สีที่นำมาพิจารณามี ดังนี้

1. สีงาช้าง
2. สีขาวนวล
3. สีเทา
4. สีฟ้า

ตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์สีที่นำมาใช้กับตัวผลิตภัณฑ์ (ส่วนรองรับหนังสือ)

เงื่อนไขการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	สีงาช้าง	สีขาวนวล	สีเทา	สีฟ้า
ให้ความรู้สึกสงบนิ่ง	3	2	3	3	1
ให้ความรู้สึกน่าเชื่อถือ	3	2	3	3	2
ให้ความรู้สึกสะอาด	3	2	3	2	2
ทาสีความสะอาดง่าย	2	1	1	2	2
ไม่น่าเบื่อขณะมอง	2	2	3	1	2
รวม		24	35	30	23

หมายเหตุ : 3 ดี 2 พอใช้ 1 ไม่ดี

สรุปผลจากการวิเคราะห์

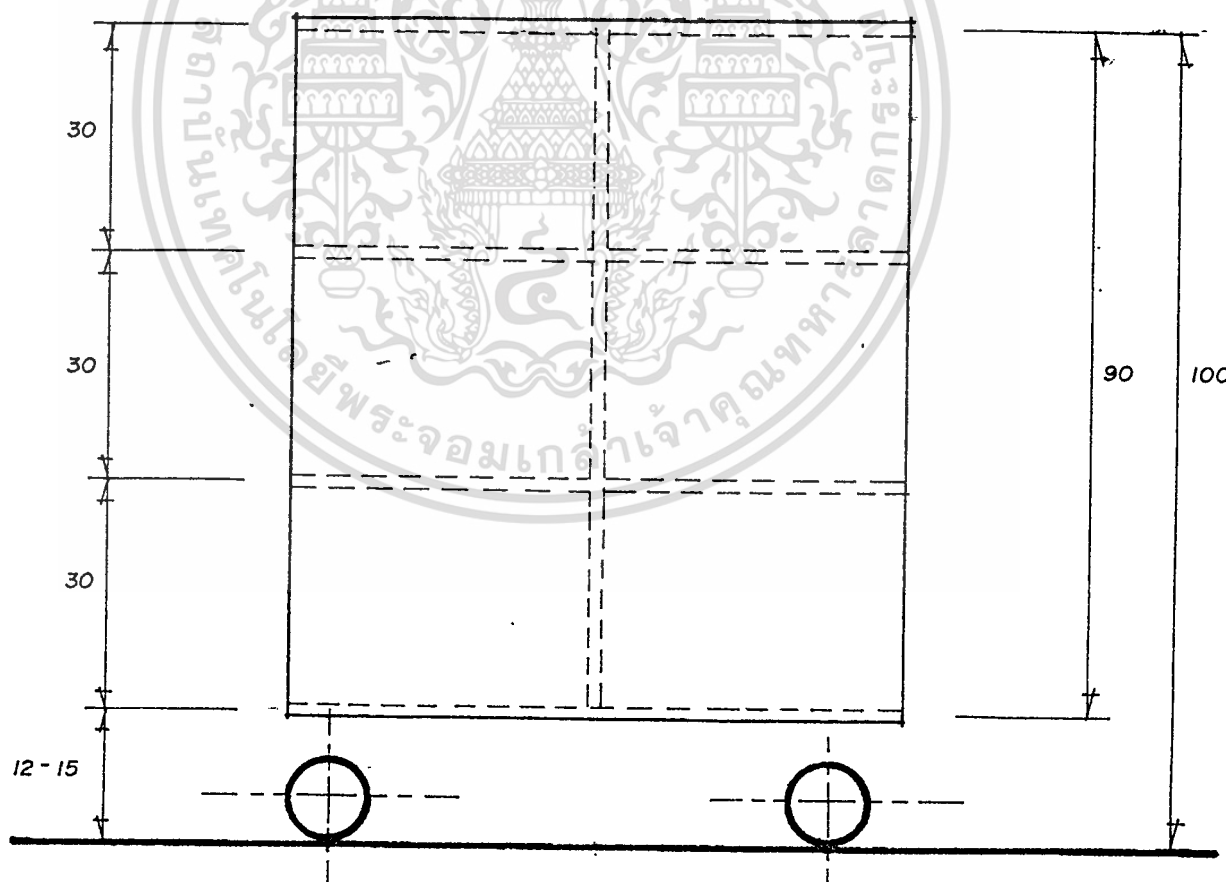
เลือกใช้สีขาวนวลเป็นสีตัวผลิตภัณฑ์ (ส่วนรองรับหนังสือ)

4.21 สรุปผลการวิเคราะห์ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ

1. รูปทรงของตัวรถเป็นหนังสือ เป็นทรง 4 เหลี่ยม
2. โครงสร้างหลักเป็นแบบเชื่อมติดตายตัว
3. โครงสร้างหลักใช้เหล็กเป็นวัสดุ
4. ชนิดของเหล็กที่นำมาทำโครงสร้างหลัก คือ เหล็กท่อกว้าง 4 เหลี่ยม จัตุรัส
5. ชนิดของเหล็กที่นำมาทำโครงสร้างส่วนประกอบ คือ เหล็กกลมกลวง
6. วัสดุที่นำมาทำส่วนรองรับหนังสือ คือ พลาสติก
7. ประเภทของพลาสติกที่นำมาใช้คือเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic)
8. ชนิดของพลาสติก คือ โพลีเอทิลีน (Polyethylene)
9. การติดตั้งส่วนรองรับหนังสือเป็นแบบถอดประกอบได้
10. ล้อที่นำมาใช้เป็นประเภท ล้อยางตัน
11. ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำล้อ คือ ยาง
12. ล้อของรถเข็นฯ มีจำนวน 4 ล้อ
13. การวางตำแหน่งของล้อ คือ ล้อเป็นหมุนได้รอบตัวทั้ง 4 ล้อ
14. ความสูงของมือจับขึ้นจากพื้นโดยประมาณ 95 เซนติเมตร
15. ลักษณะการจับของมือจับเข็น คือ จับในแนวตั้ง
16. ลักษณะการวางตำแหน่ง การจัดวางหนังสือ คือ จัดวางจากด้านหน้าของผู้ปฏิบัติงาน
17. การเคลือบผิวของโครงสร้างหลัก คือ การพ่นสี
18. สีของตัวผลิตภัณฑ์ (โครงสร้างหลัก) คือ สีเทาเข้ม (กราไฟท์)
19. สีของตัวผลิตภัณฑ์ (ส่วนรองรับหนังสือ) คือ สีขาวนวล

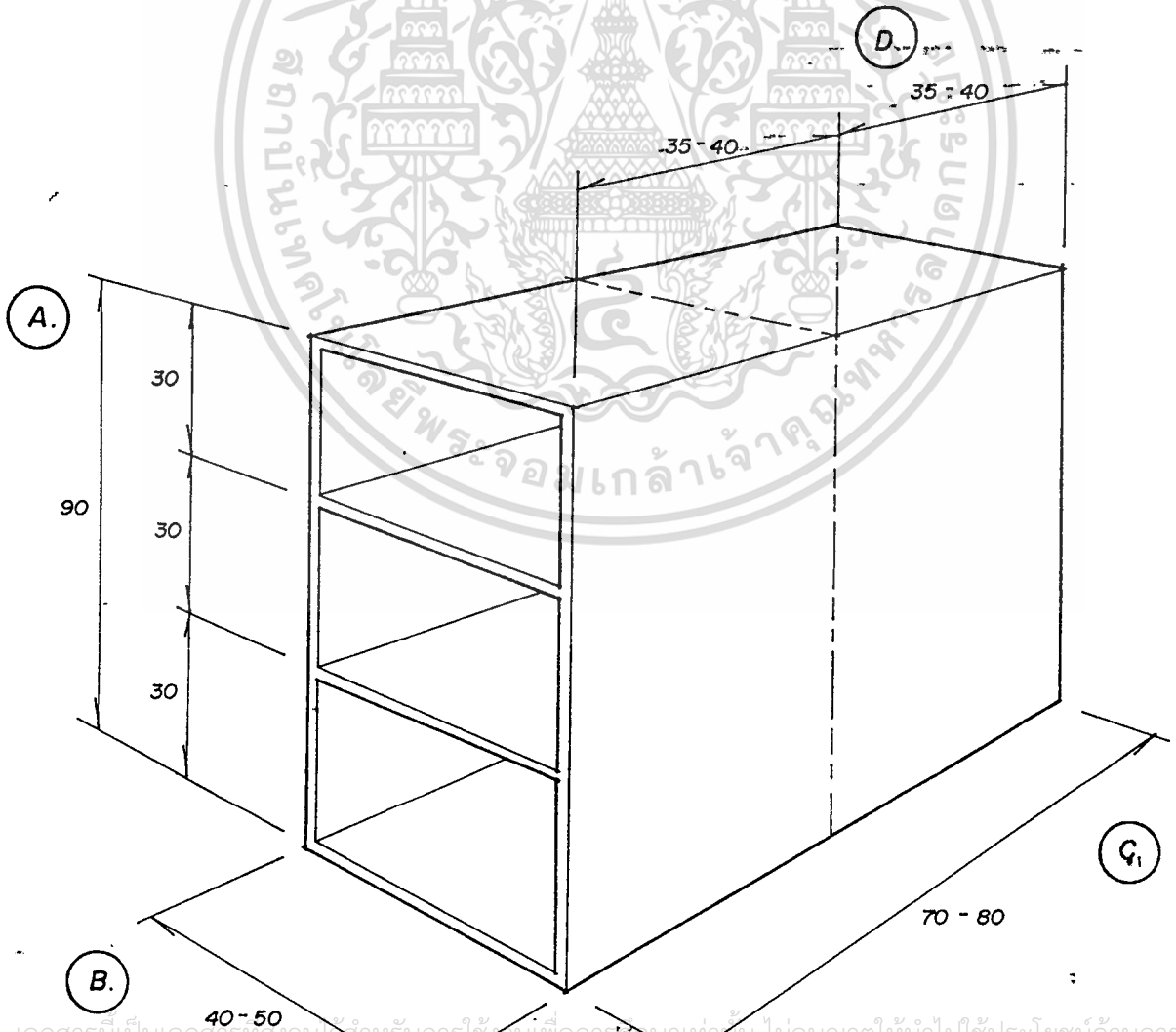
4.22 สรุปรูปร่างขนาดสัดส่วนของตัวรถเป็นหนังสือ

ความสูงทั้งหมดของรถเป็นหนังสือโดยประมาณ 1.00 เมตร ถึง 1.20 เมตร ซึ่งเป็นความสูงที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานได้โดยสะดวก และความสูงโดยประมาณที่ได้จากการคาดการณ์ ในการออกแบบส่วนรองรับหนังสือภายในห้องสมุดคือ ประมาณ 30 เซนติเมตร และชั้นวางหนังสือขนาดสูงสุดจะมีช่องชั้นอยู่ทั้งหมด 6 ชั้น ดังนั้นเพื่อเอื้ออำนวยความสะดวกในการจัดเก็บหนังสือผู้วิจัยเห็นควรว่าจะออกแบบให้รถเป็นๆ มีช่องชั้นสำหรับวางหนังสือทั้งหมด 6 ช่องและแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ด้านละ 3 ช่อง เพื่อลดความสูงของตัวรถเป็นๆ ลงมาให้เหมาะสมต่อการปฏิบัติงาน ควรออกแบบให้สัมพันธ์กับขนาดของหนังสือที่บรรจุ และขนาดของช่องทางเดินระหว่างชั้นวางหนังสือภายในห้องสมุด



รูปทรงขั้นพื้นฐาน และขนาดสัดส่วนของรถเป็นหนังสือ มีลักษณะดังนี้

- รูปทรงพื้นฐาน คือ รูปทรงสี่เหลี่ยม
- ขนาดความสูงของตัวรถเป็น A ได้จากความห่างช่องชั้นวางหนังสือ = 90 เซนติเมตร รวมกับความสูงของส่วนประกอบอื่น ๆ และลูกล้อ โดยประมาณไม่เกิน 120 เซนติเมตร
- ขนาดความกว้าง ได้จากขนาดความยาวของหนังสือขนาดใหญ่ที่สุด คือ 38 เซนติเมตร และรวมกับส่วนประกอบอื่น ๆ ด้วย โดยประมาณไม่เกิน 50 เซนติเมตร
- ขนาดความยาว C, D ได้จากขนาดความกว้างของหนังสือ ขนาดใหญ่ที่สุดคือ 28 เซนติเมตร รวมกับส่วนประกอบอื่น ๆ และอาจมีองศาความลาดเอียง ควรมีความยาวโดยประมาณไม่เกิน 80 เซนติเมตร

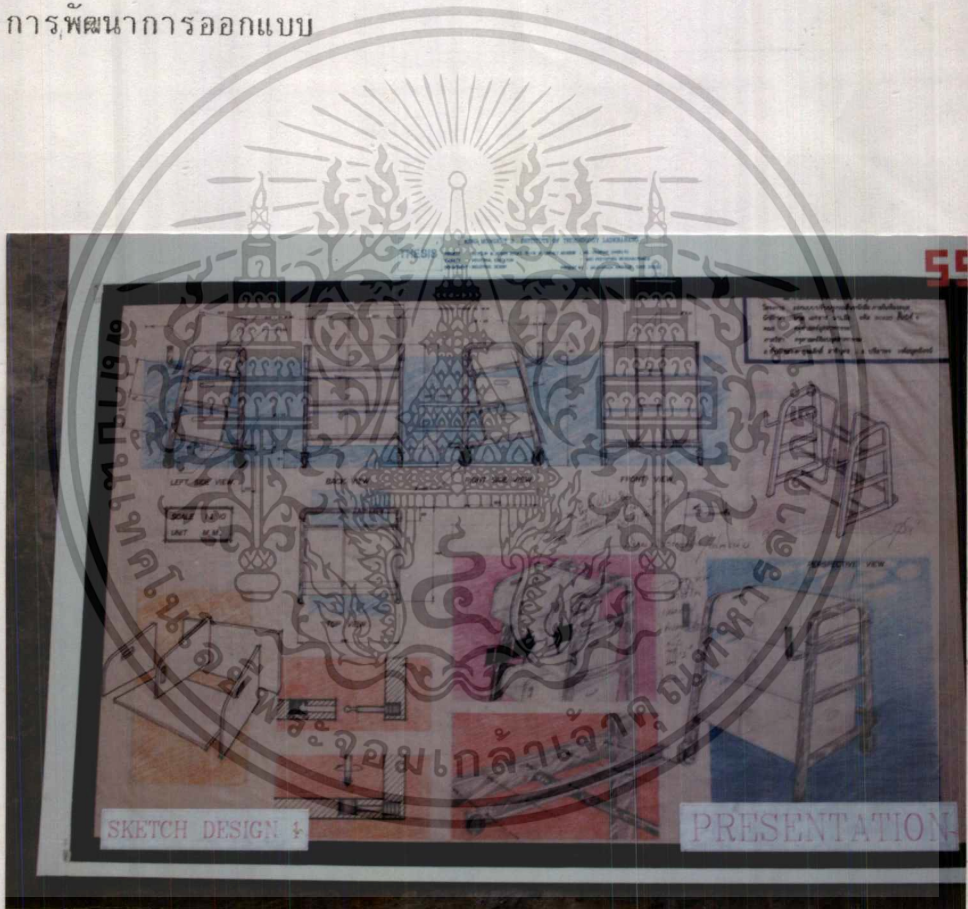


บทที่ 5

การออกแบบและการนำเสนอผลงาน

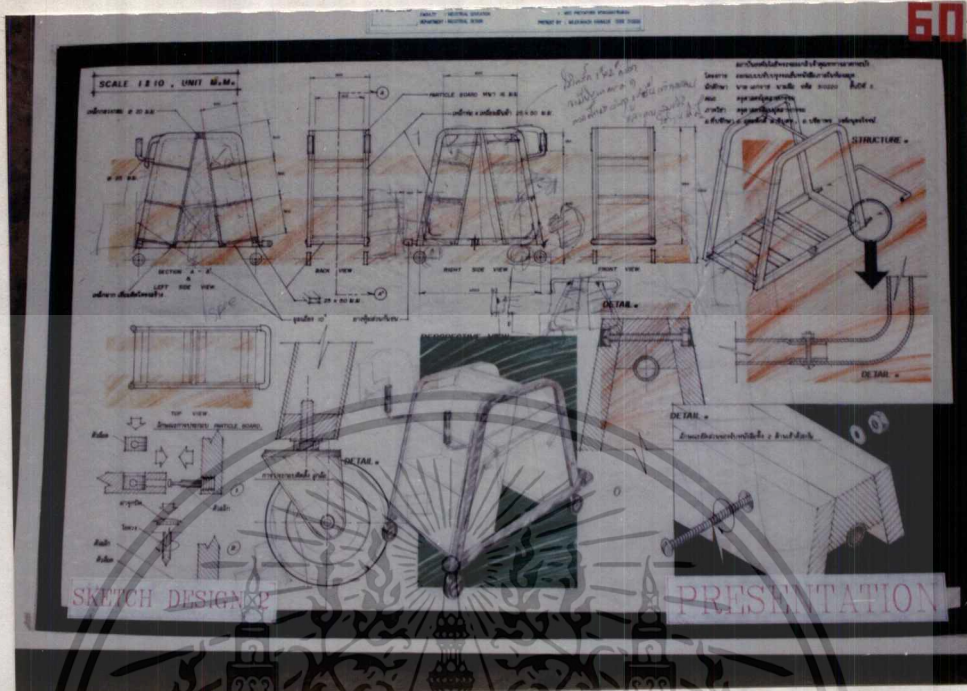
จากข้อมูลในบทข้างต้นเป็นผลงานของการออกแบบ การพัฒนาการออกแบบ การนำเสนอแบบและต้นแบบ ดังจะเสนอในบทที่ 5 นี้

5.1 การพัฒนาการออกแบบ

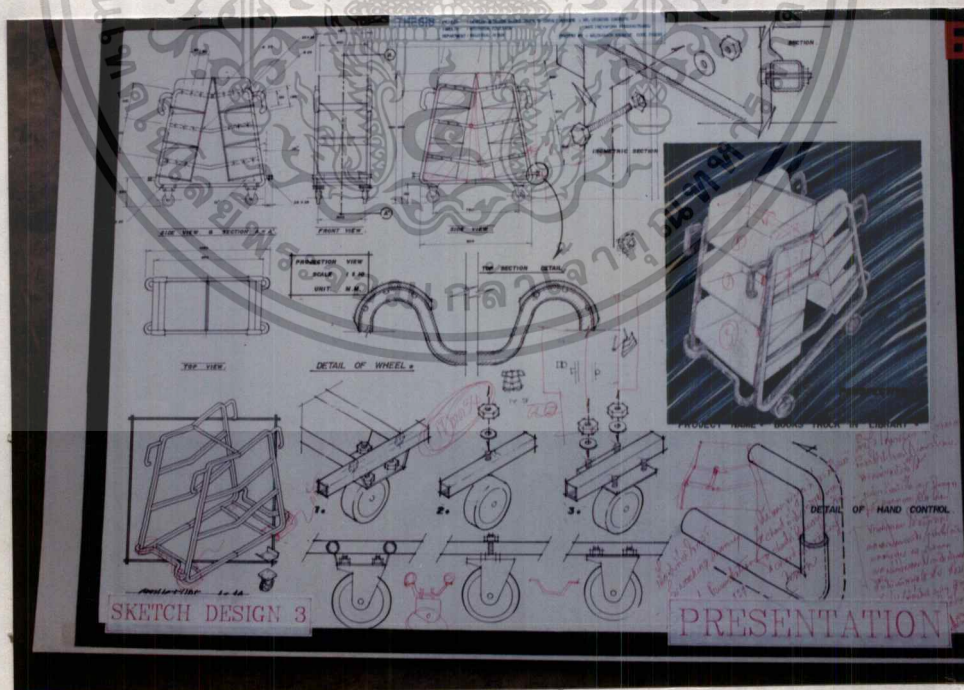


ภาพที่ 5.1 แสดงแบบร่างที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



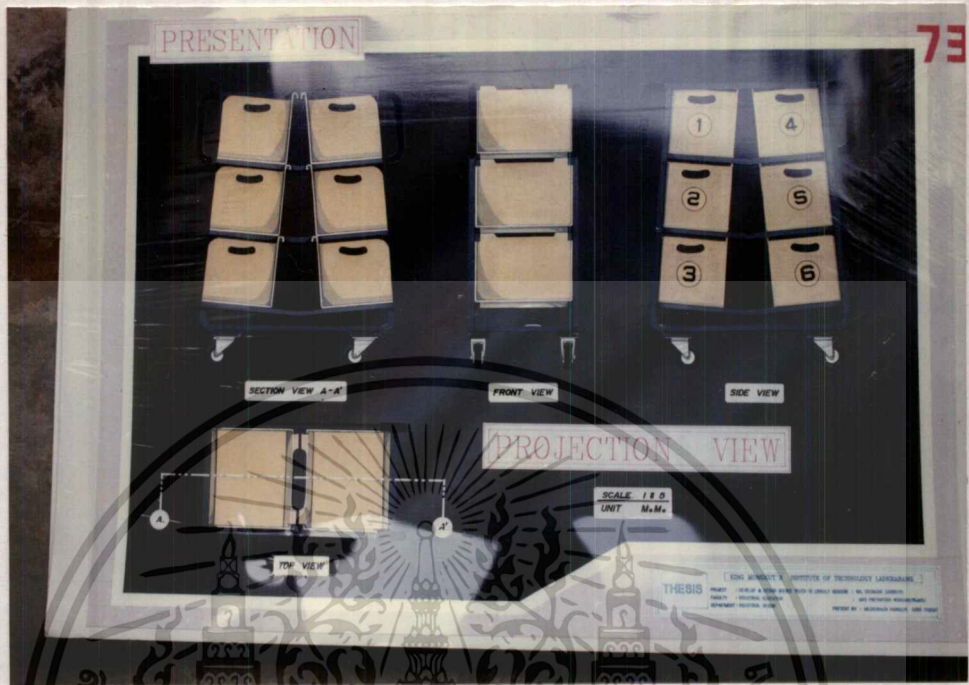
ภาพที่ 5.2 แสดงแบบร่างที่ 3



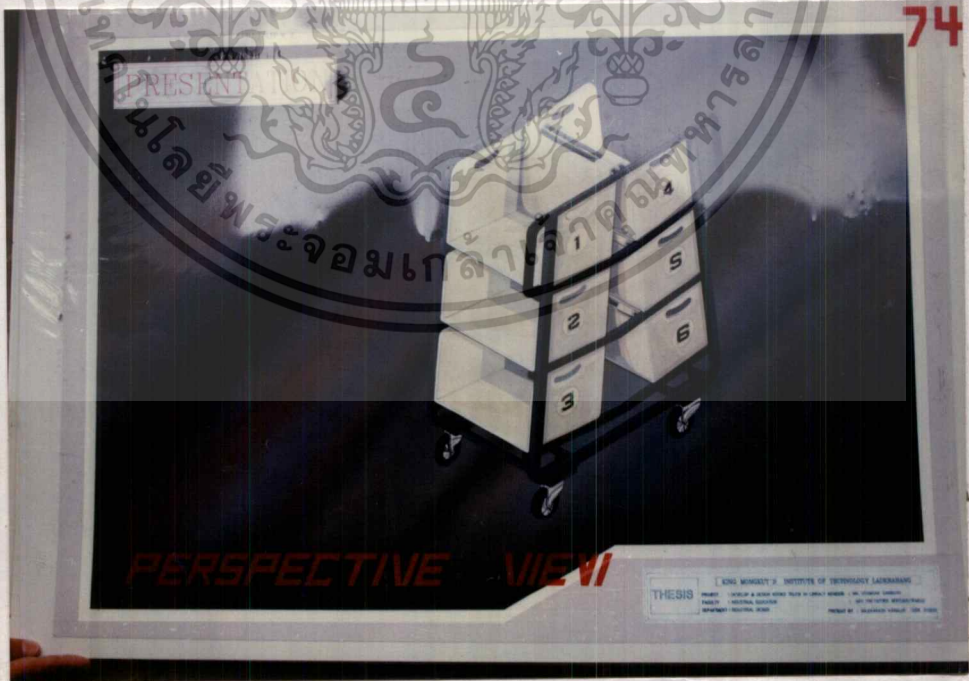
ภาพที่ 5.3 แสดงแบบร่างที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การแสดงแบบ

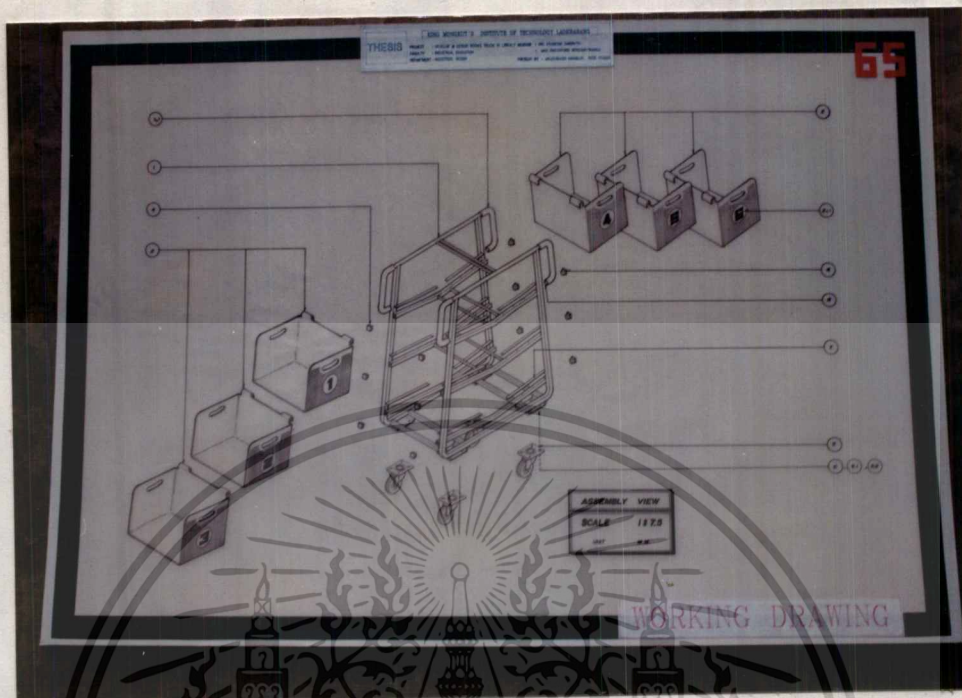


ภาพที่ 5.4 แสดงภาพด้าน

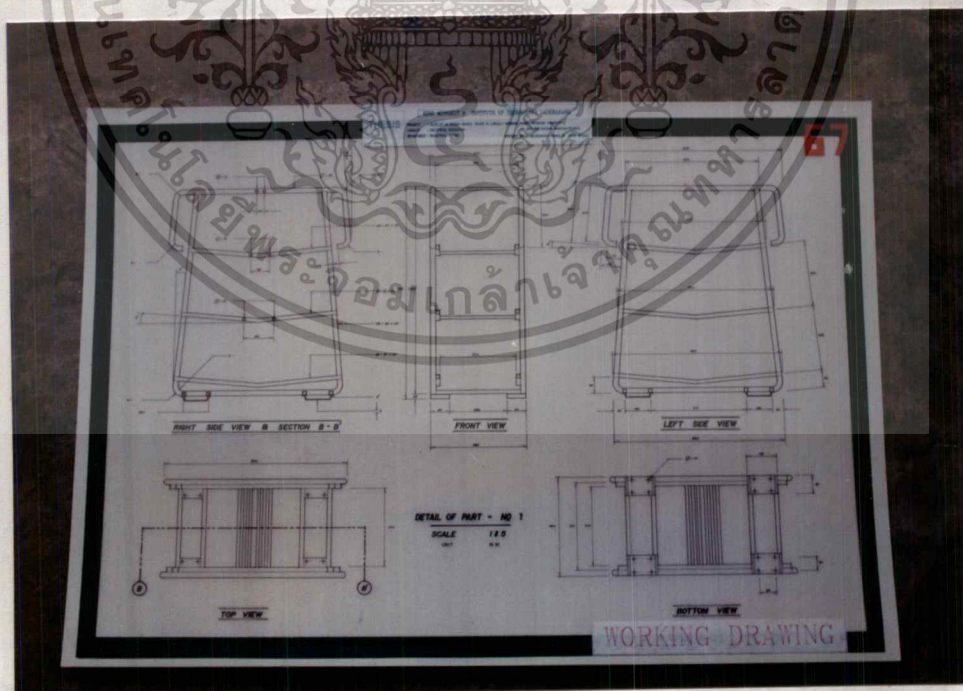


ภาพที่ 5.5 แสดงทัศนียภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

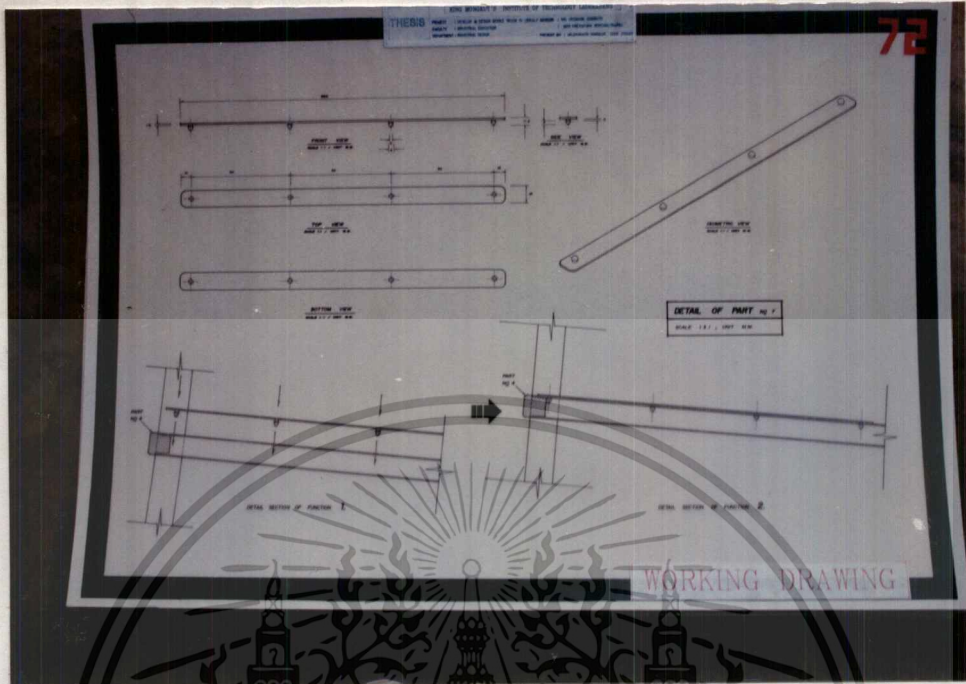


ภาพที่ 5.6 แสดงภาพ ASSEMBLY

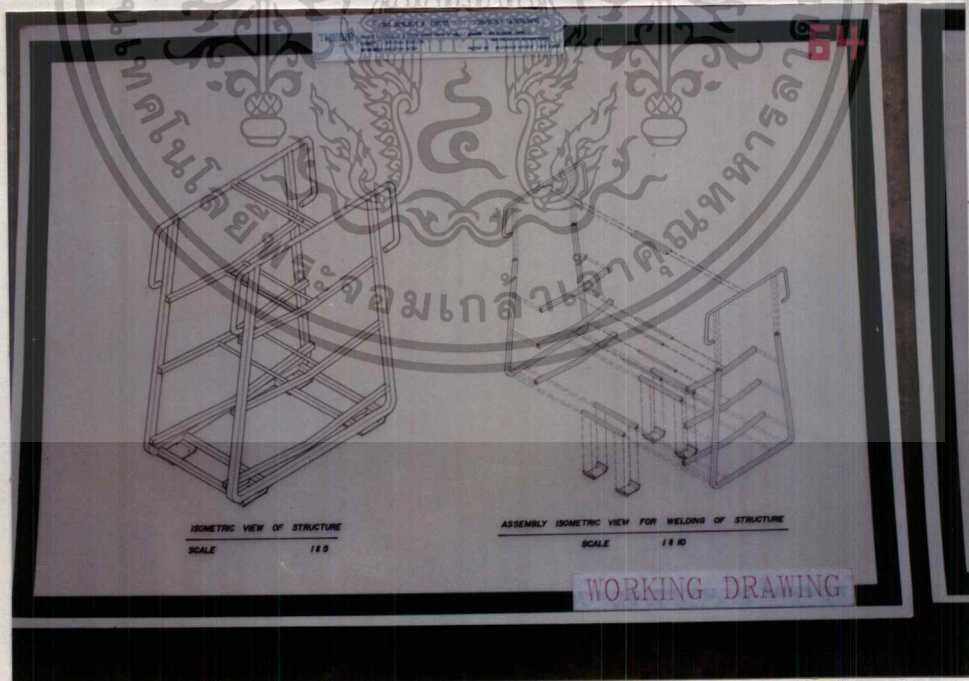


ภาพที่ 5.7 แสดงภาพ DETAIL OF PART

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.8 แสดงภาพ DETAIL OF PART



ภาพที่ 5.9 แสดงภาพโครงสร้างและชิ้นส่วนในการเชื่อมต่อของโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การแสดงต้นแบบ



ภาพที่ 5.10 แสดงภาพต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.11 แสดงการเปรียบเทียบกับสัดส่วนมนุษย์



บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุปผลงานการออกแบบ

แม้การออกแบบจะมาถึงขั้นตอนสุดท้ายแล้วก็ตาม แต่ไม่ได้หมายความว่าผลงานนั้นจะเป็นที่สมบูรณ์ร้อยเปอร์เซ็นต์ เพราะยังมีปัญหาและจุดบกพร่องต่าง ๆ อีกมากที่ต้องนึกกลับมาคิด และผู้วิจัยยอมรับว่าในขณะที่ทำการวิจัยครั้งนี้ มีแรงกดดันจากหลายด้าน เนื่องจากผู้วิจัยมิได้ทำการวิจัยงานออกแบบแต่เพียงอย่างเดียว แต่อย่างไรก็ตาม ผลงานที่ออกมานั้นก็มีความสมบูรณ์ในขอบเขตอันสมควรของการออกแบบ ซึ่งได้รับความชี้แจงและการแนะนำจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ตามลำดับขั้นตอนของการออกแบบ

กระนั้นก็ตามในส่วนของกระบวนการออกแบบผู้ดำเนินการออกแบบก็พร้อมที่จะยอมรับข้อผิดพลาด และข้อไม่เห็นด้วยทางความคิดของการออกแบบ อันพึงจะมี และยังถือว่าผลงานที่วิจัยมาครั้งนี้มีประโยชน์ที่ตรงต่อสิ่งที่ต้องมองย้อนกลับเพื่อทบทวน และพร้อมที่จะสร้างผลงานให้ดียิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต

6.2 ข้อเสนอแนะ

หลังจากที่ได้รับการตรวจวัดผลจากคณะกรรมการตรวจวัดผลโดยอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิและประสบการณ์ พบว่ายังมีข้อบกพร่องบางจุดที่ผู้ดำเนินการวิจัยควรจะมีการแก้ไขและปรับปรุง มีดังนี้

1. ในส่วนมือจับควบคุมการขึ้น ควรตัดทอนความยาวออกให้เหลือเฉพาะส่วนที่จำเป็นในการใช้งาน เพื่อลดขั้นตอนการผลิต และลดจำนวนวัสดุสิ้นเปลืองน้อยลง ซึ่งมีประโยชน์ในแง่อุตสาหกรรม

2. ในส่วนของส่วนรองรับหนังสือ ควรออกแบบให้มีครีบบนเล็กน้อย ตรงจุดมือจับ เพื่อเพิ่มความกระชับในการใช้งาน และควรตัดทอนส่วนที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างออก โดยเปลี่ยนไปใช้วิธีการพิงพาดกับโครงสร้างรับด้านหลังโดยใช้ประโยชน์จากความลาดเอียงของคานรับน้ำหนักด้านล่าง ป้องกันการเลื่อนไหลขณะทำงาน เพื่อลดขั้นตอนและต้นทุนในการผลิต

3. ในส่วนของโครงสร้างหลักทั้งหมด ควรลดกระบวนการผลิตให้น้อยลง เช่น จุดเชื่อมต่อ จุดตัด เพื่อประโยชน์ในแง่อุตสาหกรรมและลดต้นทุนในการผลิต

4. ควรคำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุที่นำมาผลิต และกรรมวิธีการผลิต โดยศึกษาให้ละเอียดยิ่งขึ้นทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายเอกราช นามลือ

การศึกษา : ประถมศึกษา โรงเรียนชุมชนบ้านป่าบึง
อ.คอยสะแก็ค จ.เชียงใหม่

ประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนคำเที่ยงอนุสรณ์
อ.เมือง จ.เชียงใหม่

มัธยมศึกษาตอนต้น ยพราชวิทยาลัย
อ.เมือง จ.เชียงใหม่

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกออกแบบผลิตภัณฑ์
คณะออกแบบ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา
วิทยาเขตเทคนิคภาคพายัพ (7 ยอด)

ปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บรรณานุกรม

มานพ ตันตระกูล, พรวิจิตร ประทุมทอง กรรมวิธีการผลิต. กรุงเทพฯ :
เอเซียเพรส จำกัด 2533.

รศ.บรรเลง ศรีนิล เทคโนโลยีพลาสติก. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือกรุงเทพ จำกัด
2533.

วรรณะ อารีสินธุ์พิทักษ์ : ห้องสมุดกับการศึกษา. เอกสารการพิมพ์คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2531.

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ พลาสติก กรุงเทพฯ มิตรนภาการพิมพ์ 2521.

ชวิน เป้าอารีย์ โลหะแผ่น จักรเพชรการพิมพ์ 2526.

สุรสิทธิ์ แสงสุริยะ วิทยานิพนธ์เรื่องการออกแบบปรับปรุงโต๊ะวางเครื่องฉายเพื่อ
การศึกษา. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
2532.

วิสูตร บินชุกอร์ วิทยานิพนธ์เรื่องการออกแบบปรับปรุงรถเข็นเครื่องมือวัดลม.
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง 2531.