โครงการออกแบบรถเข็นสำหรับเคลื่อนย้ายชิ้นงานเซรามิค ในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค

THE TROLLY REDESIGNED FOR MOVING BY THE PART CERAMIC INSIDE THE CERAMIC INDUSTRY FACTORY

นายไพรวัลย์ สีบสิงห์

MR. PRIWAN SERBSINGHA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE TROLLY REDESIGN PROJECT FOR MOVING BY THE PART CERAMIC INSIDE THE CERAMIC INDUSTRY FACTORY

MR. PRIWAN SERBSINGHA

A021190

1422 021190
23 พ.ย. 2538

A THESIS SUBMITTEN IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIMENT

FOR THE DEGREE

BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1995

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นขนย้ายชิ้นเซรามิคในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค

THE TROLLY REDESIGN PROJECT FOR MOVING BY THE PART CERAMIC INSIDE THE CERAMIC INDUSTRY FACTORY

นักศึกษา นายไพรวัลย์ สืบสิงห์ รหัสประจำตัว 36030613

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อ.ธเนศ ภิรมย์การ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลงนาม
อ. อุดมศักดิ์ สาริบุตร	
อ. สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ	
อ. ถนอม จันทร์หมื่นไวย	
อ. ดารณี เพ็งสะและ	
อ. ธเนศ- ภิรมย์การ	
อ. พิศุทธิ์ ศิริพันธุ์	
อ. อนันท์ อินทร์คำ	
อ. ศิริพูรณ์ สาริบุตร	
อ. นิรัช สุดสังข์	
อ. สุรศักดิ์ อัศวเสนา	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 17 ส.ค. 2538 เวลาสอบ.....

สถานที่สอบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

.....คณบดี

(รศ.ดร.ปรียาพร วงอนุตรโรจน์)

วันที่ 17 เดือน ส.ค. พ.ศ. 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิค ในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค
นักศึกษา	นายไพรวัลย์ สืบสิงห์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	อ. ธเนศ ภิรมย์การ
ระดับการศึกษา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม
ภาควิชา	ครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2538

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมเซรามิคในปัจจุบันนี้ นับว่ามีความสำคัญในประเทศอีกอุตสาหกรรมหนึ่ง รัฐบาลได้เล็งเห็นความสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมนี้ จึงให้การสนับสนุนในด้านส่งเสริมการลงทุน เพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ จนกลายเป็นอุตสาหกรรมที่มีอัตราการเจริญเติบโตมากที่สุด

จุดมุ่งหมายของการออกแบบปรับปรุงรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิคในโรงงาน อุตสาหกรรมที่ผลิตภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหารนั้น ทำขึ้นเพื่อปรับปรุงอุปกรณ์เครื่องใช้ที่จำเป็นต้องใช้ในการขนย้าย เคลื่อนย้ายชิ้นงานเซรามิคให้สอดคล้องกับภาชนะเซรามิคและพฤติกรรมการใช้งานของคนงานที่ทำงานในโรงงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เป็นการช่วยลดเวลาในการทำงานและเพิ่มผลผลิตในทางอ้อมด้วย

การดำเนินงานเริ่มต้นจากการกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน แนวทางการปรับปรุงแก้ไข ขอบเขตการออกแบบ จนกระทั่งผลที่คาดว่าจะได้รับจากการปรับปรุงแก้ไข จากนั้นก็ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิค อาทิเช่น ศึกษาประเภท หรือชนิดภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร ขนาดสัดส่วนของภาชนะเซรามิค กระบวนการผลิตภาชนะเซรามิค และได้ศึกษาเกี่ยวกับรถเข็นที่ใช้อยู่เดิม พฤติกรรมการใช้งานศึกษาการออกแบบโครงสร้าง วัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในตลาด ศึกษากรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม ข้อมูลที่ได้นำมาเรียบเรียง ทำการวิเคราะห์สรุปผลออกมาเป็นแนวทางในการออกแบบ

ส่วนปัญหาที่เกิดขึ้นจากการศึกษาข้อมูลที่มีผลต่อการออกแบบ คือ ปัญหาด้านขนาดของโรงงานเซรามิค ขนาดของภาชนะเซรามิคที่ผลิต ซึ่งปัญหาที่กล่าวมามีส่วนที่ทำให้การกำหนดขนาดสัดส่วนของรถเข็นได้อย่างเหมาะสมกับความต้องการที่แท้จริง จำเป็นต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการศึกษาข้อมูล วิเคราะห์ และออกแบบปรับปรุงให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์แบบที่สุด ที่สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ทุกส่วน และมีประสิทธิภาพการใช้งานสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The Trolly Redesing Project For Moving By The Part Ceramic Inside The Ceramic Industry Factory
Student	Mr. Priwan Serbsingha
Thesis Advisor	Mr. Thanat Piromkran
Level of Study	Bachelor of Science in Industrial Education (Industrial Design) B.S.I ED (Industrial Design)
Department	Industrial Design Education
Year	1995

ABSTRACT

IN THE PRESENT CERAMIC INDUSTRY IS ONE OR THE IMPORTANT INDUSTRY OF THE COUNTRY. THE GOVERNMRNT CONCENTRATE TO DEVELOP THIS INDUSTRY. THEY ENCOURAGE IN PROMOTION AND INVESTMENT FOR SUBTITUTING IMPORT FROM FOREIGN COUNTRIES SO THIS INDUSTRY HAR THE MOST GROUTH RATE.

THE TROLLY REDESING CERAMIC PRJECT FOR MOVING BY THE PART CERAMIC INSIDE THE CERAMIC INDUSTRY FACTORY WHERE PRODUCT THE CERAMIC VESSEL WHICH CAN USE WITH FOOD THIS IS FOR ADJUSTING THE EQUIPMENT WHICH IS NECESSARY FOR MOVING CERAMIC TO ACCORDING TO CERAMIC VESSEL AND USING BEHAVIOR OF WORKER IN MORE EFFECTIVE IN FACTORY. IT MODE TO REDUCE THE WORKING TIME AND INCREASE PRODUCTION IN INDIRECT WAY.

THE OPERATION STARTS FROM SETTING THE PROBIEMS THAT HAPPENS BY USING ADJUSTING AND DESIGNING. UNTIL THE RESUTTS OCCURS RESOLVING FROM ADJUSTING. AFTER THAT WE STUDY THE INFORMATION WHICH CANCERNED WITH THE TROLLY SUCH AS TO STUDY TYPE OF TROLLY, TYPE OF VESSEL (CAN USE WITH FOOD), SIZE OF CERAMIC VESSELS., THE PRODUCTION PROCESS AND OLD TROLLY, USING BEHAVIOR STUDY DESIGN STRUCTURE., EQUIPMENT IN MARKET. TO STUDY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE SUITABLE PRODUCTION PROCESS ALL INFORMATION IS REARRANGED AND WE, ANALYSES, CONCLUDE. THE RESULT FOR DESIGN GUIDELINE.

THE PROBLEM FROM STUDYING THE INFORMATION THAT EFFECT DESIGNING IS THE PROBLEM OF THE SIZE OF CERAMIC FACTORY., THE SIZE OF CERAMIC VESSELS THESE PROBLEM ARE THE PART FOR SETTING THE SUITOBLE SIZE OF TROLLY TO NEED. WE HAVE TO STUDY INFORMATION ANALYSES DESIGN DEVELOP FOR PERFECTT DESIGNING THAT CAN RESOLUE ALL PROBLEMS EFFECTIVELY FOR USING.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาความเมตตาจากผู้มีพระคุณหลายท่าน ทั้งผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และน้อง ๆ ที่ให้ชีวิต ให้ทุนทรัพย์ ให้คำปรึกษาและให้กำลังใจตลอดมา

ขอขอบพระคุณ อ.ธเนศ ภิรมย์การ ที่กรุณาแนะแนวทางให้คำปรึกษาแก่ผู้วิจัยอย่างสม่ำเสมอ

ขอขอบพระคุณ คุณ สุปราณี สิริอาภานนท์ เจ้าของบริษัท S.P.P. เซรามิค จ.ลำปาง ได้กรุณาให้คำแนะนำให้ข้อมูลและถ่ายภาพภายในโรงงานซึ่งเป็นความลับของแต่ละบริษัท

นอกจากที่กล่าวมายังมีเพื่อน ๆ อีกหลายคนที่คอยให้กำลังใจ ให้คำปรึกษา ซึ่งมีความต้องการเป็นระยะ ๆ แต่ละคนไม่เคยหมดน้ำใจเลย

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณทุกท่านที่เกี่ยวข้องกับการทำงานวิจัยในครั้งนี้ โดยเฉพาะคุณทราย ผู้พิมพ์วิทยานิพนธ์เล่มนี้ หากไม่ได้คุณทรายแล้วคงจะไม่สำเร็จลุล่วงด้วยดี คุณเบิ้ม ผู้สันทัดในการแปลภาษาอังกฤษ ซึ่งถือว่าบุคคลเหล่านี้ให้ความกรุณาต่อผู้ทำวิจัยเป็นอย่างมาก

ขอขอบพระคุณด้วยความนอบน้อม

นายไพรวัลย์ สืบสิงห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
กิตติกรรมประกาศ	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	IX
สารบัญภาพ	XI
คำนิยามศัพท์	XIV
บทที่	
1. บทนำ	1
เหตุผลในการนำเสนอ	1
วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
ที่มาของปัญหา	2
ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ปัญหา	3
วิธีดำเนินการวิจัย	6
ขอบเขตการศึกษาข้อมูล	7
ขอบเขตของงานออกแบบ	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
2. วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
กฎกระทรวงสำหรับผู้ประกอบการโรงงาน	8
หลักการจัดวางผังโรงงาน	15
ข้อพิจารณาในการวางผังโรงงาน	16
การแบ่งประเภทเครื่องปั้นดินเผาหรือเซรามิค	19
ประเภทอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิค	21
อุตสาหกรรมถ้วย จาน ชาม เซรามิค	24
กรรมวิธีการผลิตถ้วย จาน ชาม เซรามิค	24
รูปแบบภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร	30
ขนาดสัดส่วนของภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร	33
มอก.ภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร	36
การศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
ล้อและการวางตำแหน่งล้อ	47
การศึกษาความสามารถของคนในการออกแรง	51
ความสามารถของคนในการเข็น	52
มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์	53
จิตวิทยาสี	60
โลหะท่อ	62
วัสดุเหล็กเส้นกลม	66
โลหะแผ่น	69
สแตนเลสสตีล	71
วัสดุไม้	71
ไม้อัด	73
พลาสติก	76
วัสดุยาง	78
การขึ้นรูปโลหะแผ่น	79
การอัดโลหะ	82
การเชื่อมประสานโลหะ	87
การต่อโครงสร้างโดยใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียว	89
3. การรวบรวมและการศึกษาข้อมูล	93
วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล	93
แหล่งที่มาของข้อมูล	93
ศึกษาการแบ่งประเภทหรือชนิดและขนาดของโรงงาน	94
ศึกษาขนาดพื้นที่ของโรงงาน	94
ศึกษาสภาพพื้นผิวของโรงงาน	95
ศึกษาการหาจำนวนรถเข็นขนย้ายชิ้นงานในโรงงานฯ เซรามิค	95
ศึกษาการแยกประเภทการผลิตของอุตสาหกรรมเซรามิค	96
ศึกษากระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเซรามิค	97
ศึกษากระบวนการผลิตที่ต้องใช้รถเข็นช่วยในการขนย้ายชิ้นงาน	98
ศึกษารูปแบบและขนาดสัดส่วนภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร	98
ศึกษาผลิตภัณฑ์เดิม	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
ศึกษาผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	102
ศึกษาพฤติกรรมการใช้งานรถเข็นขนย้ายชิ้นงานในกระบวนการผลิต	105
ศึกษาการรับน้ำหนักของรถเข็นขนย้ายชิ้นงาน	106
ศึกษาระดับความสูงของแผ่นรองชิ้นงาน	109
ศึกษามิติต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ	110
ศึกษาระยะของการเข็นและความสามารถของมนุษย์ในการเข็น	111
ศึกษาล้อสำหรับเข็น	112
ศึกษาการวางตำแหน่งล้อ	113
ศึกษาระบบล็อคล้อรถเข็น	114
ศึกษาการออกแบบโครงสร้าง	115
ศึกษารูปทรงพื้นฐานของรถเข็น	115
ศึกษาวัสดุโครงสร้าง	117
ศึกษาคานรับน้ำหนัก	119
ศึกษาวัสดุทำแผ่นรองชิ้นงานเซรามิค	120
ศึกษาวัสดุกันกระแทก	121
ศึกษากรรมวิธีการผลิตโครงสร้าง	122
ศึกษาการใช้สีในการออกแบบ	124
การวิเคราะห์ข้อมูล	125
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	147
แนวทางการออกแบบ	147
การออกแบบ	148
5. สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ	162
สรุปผลการวิจัย	162
ข้อเสนอแนะ	162
บรรณานุกรม	164
ภาคผนวก	165
แบบอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์	166
ประวัติผู้ทำวิจัย	172

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	แสดงลำดับการกำหนดประเภทหรือชนิดและขนาดของโรงงาน	15
2.	แสดงจำนวนโรงงานผลิตเครื่องปั้นดินเผาที่ขึ้นทะเบียนโรงงาน	21
3.	แสดงขนาดสัดส่วนและราคาของผลิตภัณฑ์เซรามิค	33
4.	แสดงขนาดสัดส่วนและราคาของผลิตภัณฑ์เซรามิคที่นำเข้าจากต่างประเทศ	34
5.	แสดงเกณฑ์กำหนดปริมาณตะกั่วและแคดเมียมที่สกัดออกมาจากภาชนะสโตนแวร์	39
6.	แสดงความทนแรงกระแทกและความทนแรงกระทบที่ขอบ	40
7.	แสดงรูปทรงและการรับแรง	43
8.	แสดงลักษณะของล้ออิสระ	49
9.	แสดงคุณลักษณะของล้อตายตัว	50
10.	แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติของร่ายกายต่อความสูงยืน	54
11.	แสดงการสะท้อนแสงของสีต่าง ๆ บนผนังเรียบ	61
12.	แสดงชื่อขนาด ขนาดและรายละเอียดของท่อเหล็กกลมกลวง	63
13.	แสดงชื่อขนาด ขนาดและรายละเอียดของท่อเหล็กสี่เหลี่ยมผืนผ้า	64
14.	แสดงชื่อขนาด ขนาดและรายละเอียดของท่อเหล็กสี่เหลี่ยมจัตรัส	65
15.	แสดงขนาดมาตรฐานของโลหะแผ่น	69
16.	แสดงขนาดและความหนาของไม้อัด	75
17.	แสดงขั้นตอนการขนย้ายชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค	98
18.	แสดงขั้นตอนการทำงาน	105
19.	แสดงค่าวิกฤตต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการออกแบบ	111
20.	แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของล้อยางตันและล้อยางสูบลม	113
21.	แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของการวางตำแหน่งล้อ	114
22.	แสดงการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของรูปทรงสี่เหลี่ยม	116
23.	แสดงการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของรูปทรงสามเหลี่ยม	116
24.	แสดงการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของรูปทรงกลม	117
25.	แสดงข้อดีข้อเสียของเหล็กกลมกลวง	118
26.	แสดงข้อดีข้อเสียของเหล็กสี่เหลี่ยมกลวง	118
27.	แสดงคุณสมบัติของวัสดุทำคานรับน้ำหนัก	119
28.	แสดงคุณสมบัติของวัสดุทำแผ่นรองชิ้นงานเซรามิค	121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
29.	แสดงคุณสมบัติและประโยชน์ของวัสดุกันกระแทก	122
30.	แสดงข้อดีข้อเสียของกรรมวิธีการผลิตแบบเชื่อม	123
31.	แสดงข้อดีข้อเสียของกรรมวิธีการผลิตแบบหมุดย้ำ สลักเกลียว	123
32.	แสดงข้อดีข้อเสีย การอัดพับขึ้นรูปโลหะ	123
33.	แสดงการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบรูปแบบของฐานโครงสร้าง	125
34.	แสดงการวิเคราะห์เลือกวัสดุทำฐานโครงสร้าง	126
35.	แสดงการวิเคราะห์แนวทางการยึดติดฐานโครงสร้าง	127
36.	แสดงการวิเคราะห์เลือกวัสดุทำเสาโครงสร้าง	128
37.	แสดงการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบเสาโครงสร้าง	129
38.	แสดงการวิเคราะห์แนวทางการต่อเสาโครงสร้างกับฐานโครงสร้าง	130
39.	แสดงการวิเคราะห์การยึดติดของเสาโครงสร้างกับฐานโครงสร้าง	131
40.	แสดงการวิเคราะห์แนวทางการติดตั้งคานรับน้ำหนัก	132
41.	แสดงการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบคานรับน้ำหนัก	133
42.	แสดงการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบการเกาะยึดของคานรับน้ำหนัก	134
43.	แสดงการวิเคราะห์หาวัสดุและกรรมวิธีการผลิตขาเกาะคานรับน้ำหนัก	135
44.	แสดงการวิเคราะห์หาวัสดุทำคานรับน้ำหนัก	136
45.	แสดงการวิเคราะห์หาวัสดุทำแผ่นรองชิ้นงานเซรามิค	137
46.	แสดงการวิเคราะห์แนวทางการติดตั้งมือจับสำหรับเข็น	138
47.	แสดงการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบมือจับสำหรับเข็น	139
48.	แสดงการวิเคราะห์เลือกวัสดุทำมือจับ	140
49.	แสดงการวิเคราะห์แนวทางการติดตั้งล้อกับโครงสร้าง	141
50.	แสดงการวิเคราะห์แนวทางการยึดติดล้อกับฐานโครงสร้าง	142
51	แสดงการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบส่วนป้องกันอันตรายจากฐานยึดล้อ	143
52.	แสดงการวิเคราะห์แนวทางการเลือกวัสดุทำฝาครอบฐานล้อ	144
53.	แสดงการวิเคราะห์กรรมวิธีการยึดติดฝาครอบล้อกับฐานโครงสร้าง	145
54.	แสดงการวิเคราะห์แนวทางการเคลือบผิวโครงสร้าง	146

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	แสดงรถเข็นขนย้ายชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรม	3
2.	แสดงจุดรองรับคานของรถเข็นชิ้นงาน	3
3.	แสดงฐานยึดล้อรถเข็น	4
4.	แสดงแผ่นไม้รองชิ้นงาน	5
5.	แสดงแผนการขนย้ายลำเลียง	18
6.	แสดงเครื่องมือขึ้นรูปด้วยใบมีด	25
7.	แสดงกระบวนการขึ้นรูปด้วยใบมีดแบบภายนอก	26
8.	แสดงการการหล่อสลิปแบบกลวง	27
9.	แสดงกระบวนการหล่อสลิปแบบตัน	27
10.	แสดงแผนผังกรรมวิธีการผลิตเครื่องปั้นดินเผาและเครื่องเคลือบ	29
11.	แสดงภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหารรูปแบบคลาสสิค	30
12.	แสดงภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหารรูปแบบประเพณี	31
13.	แสดงภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหารรูปแบบสมัยใหม่	32
14.	แสดงล้อที่ใช้รับน้ำหนักมาก	48
15.	แสดงล้อที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม	49
16.	แสดงล้อที่ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์	49
17.	แสดงแบบล้อหน้าอิสระ ล้อหลังตาย	50
18.	แสดงแบบล้อหน้าตาย ล้อหลังอิสระ	51
19.	แสดงแบบล้ออิสระทั้ง 4 ล้อ	51
20.	แสดงระยะความสูงของการเข็นที่น้ำหนักต่างกัน	53
21.	แสดงตำแหน่งมิติต่าง ๆ ของร่างกาย	56
22.	แสดงขนาดของมือคนไทยของชายและหญิง	58
23.	แสดงการมองในแง่มุมต่าง ๆ	59
24.	แสดงส่วนประกอบโครงสร้างแบบต่าง ๆ	67
25.	แสดงเครื่องดัดพับโลหะแผ่น	80
26.	แสดงหลักการทำงานของเครื่องพับ	80
27.	แสดงตัวอย่างขั้นตอนการใช้เครื่องดัดพับในการขึ้นรูปร่างรูปพรรณ	80
28.	แสดงอุปกรณ์ดัดขึ้นรูป	81
29.	แสดงการดัดขึ้นรูปพรรณต่าง ๆ	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
30.	แสดงตัวอย่างขั้นตอนการผลิตโลหะแผ่นรูปพรรณด้วยแม่พิมพ์ดัด	81
31.	แสดงลักษณะการอัดโลหะด้วยแม่พิมพ์อัดดัด	82
32.	แสดงการแปรรูปชนิดต่าง ๆ	83
33.	แสดงความแตกต่างในวิธีผลิตงานดัด	84
34.	แสดงตัวอย่างการใช้วัสดุโดยไม่เสียเศษ	84
35.	แสดงการเปรียบเทียบรอยดัด	85
36.	แสดงชิ้นงานที่ดัดแปลงสำหรับการอัดโลหะ	85
37.	แสดงการพิจารณาออกแบบตำแหน่งรูเจาะ	86
38.	แสดงปัญหาการดัดที่มีขาสั้น	87
39.	แสดงลักษณะของรัศมีที่เหมาะสม	87
40.	แสดงการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดหุ้มปลั๊ก	88
41.	แสดงลวดเชื่อมสาน	88
42.	แสดงหมุดย้ำ	90
43.	แสดงรูปแบบการต่อหมุดย้ำ	91
44.	แสดงการต่อทาบ	91
45.	แสดงการต่อแบบประกับ	91
46.	แสดงสลักเกลียว	92
47.	แสดงขั้นตอนกรรมวิธีการผลิต ถ้วย จาน ชาม เซรามิค	97
48.	แสดงวิธีการวัดความลึกของภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร	98
49.	แสดงการเปรียบเทียบพื้นที่การวางภาชนะเซรามิค	99
50.	แสดงรถเข็นขนย้ายชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค	100
51.	แสดงแผ่นรองชิ้นงานของผลิตภัณฑ์เดิม	101
52.	แสดงล้อรถเข็นของผลิตภัณฑ์เดิม	102
53.	แสดงชั้นวางโชว์กระเบื้องเซรามิค	103
54.	แสดงชั้นโชว์จำหน่ายกระเบื้องเซรามิค	104
55.	แสดงขนาดสัดส่วนของแก้วกาแฟ	106
56.	แสดงขนาดของแผ่นรองชิ้นงาน	107
57.	แสดงการเรียงภาชนะเซรามิคบนแผ่นรองชิ้นงาน	107
58.	แสดงสัดส่วนการเรียงภาชนะบนแผ่นรองชิ้นงาน	108

เอกสารนี้เป็นกรรมสิทธิ์ของ ... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ... ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
59.	แสดงวัตถุประสงค์ในการออกแบบ	148
60.	แสดงขอบเขตในการออกแบบ	149
61.	แสดงแบบร่างครั้งที่ 1	149
62.	แสดงแบบร่างครั้งที่ 2	150
63.	แสดงภาพขยายรายละเอียด	150
64.	แสดงภาพขยายรายละเอียด	151
65.	แสดงภาพขยายรายละเอียด	151
66.	แสดงภาพขยายรายละเอียด	152
67.	แสดงภาพขยายรายละเอียด	152
68.	แสดงทัศนียภาพ	153
69.	แสดงหุ่นจำลอง	153
70.	แสดงหุ่นจำลอง	154
71.	แสดงแบบถ่ายย่อ	155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยามศัพท์

1. ภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร หมายถึง ภาชนะที่ใช้ใส่อาหารในการเตรียม การเก็บรักษา หรือการบริโภค เช่น จาน ชาม ถ้วย ช้อน กาน้ำชา กาแฟ เหยือกน้ำ ฯลฯ ยกเว้นภาชนะหุงต้ม

2. แบบพิมพ์ หมายถึง แบบที่ใช้ในการขึ้นรูปทรงต่าง ๆ ของภาชนะเซรามิค ทำด้วยปูนปลาสเตอร์ หรือ ยิปซั่ม (gypsum)

3. ชิ้นงาน หมายถึง เนื้อดินที่แข็งตัวแล้วจากการขึ้นรูปด้วยแบบพิมพ์ เป็นรูปทรงของภาชนะต่าง ๆ ที่ต้องการ

4. ขนย้าย หมายถึง การเคลื่อนย้ายลำเลียงสิ่งของภายในโรงงาน ลักษณะการไหลของงานที่ผลิต

5. โรงงาน หมายความว่า อาคารสถานที่ หรือ ยานพาหนะที่ใช้เครื่องจักรที่มีกำลังรวมตั้งแต่ 5 แรงม้า หรือกำลังเทียบเท่าตั้งแต่ 5 แรงม้าขึ้นไป หรือใช้คนงานตั้งแต่ 7 คนขึ้นไป โดยใช้เครื่องจักร หรือไม่ก็ตาม สำหรับทำผลิต ประกอบ บรรจุ ซ่อม ซ่อมบำรุง ทดสอบ ปรับปรุง แปรสภาพ ลำเลียง เก็บรักษา หรือทำงาน สิ่งใด ๆ ทั้งนี้ ตามประเภท หรือชนิดของโรงงานที่กำหนดในกฎกระทรวง

5. คนงาน หมายความว่า ผู้ซึ่งทำงานในโรงงาน ทั้งนี้ไม่รวมถึงผู้ซึ่งทำงานฝ่ายธุรการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

อุตสาหกรรมเซรามิคในปัจจุบันได้รับความสนใจจากผู้ประกอบการจำนวนมาก เพราะเป็นอุตสาหกรรมที่ได้รับการคุ้มครองจากรัฐบาลโดยการห้ามนำเข้าผลิตภัณฑ์เซรามิคจากต่างประเทศ และทำการผลิตเองในประเทศ พร้อมยังส่งออกไปจำหน่ายในต่างประเทศด้วย

อุตสาหกรรมประเภทนี้ได้มีการพัฒนาเป็นลำดับ โดยเริ่มจากการใช้แรงงานคนมาเป็นการใช้เครื่องจักรมากขึ้น ปรับปรุงคุณภาพและประสิทธิภาพการผลิตโดยหันมาใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงในการเผามากขึ้น รถเข็นขนย้ายชิ้นงานก็เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่อำนวยความสะดวกในการเพิ่มผลผลิตไม่ว่าจะเป็นการลดเวลา และกำลังคนในการเคลื่อนย้ายชิ้นงานไปยังขั้นตอนการผลิตอื่น ซึ่งต้องการความรวดเร็ว เพราะในการตลาดแล้วถือว่าเวลาเป็นเงินเป็นทองจำต้องมีการพัฒนาเครื่องใช้ให้มีความทันสมัยน่าใช้อยู่ตลอดเวลา

รถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิคนี้ ถือว่าเป็นกำลังสำคัญในกระบวนการผลิต เพราะช่วยลดปัญหาการจัดว่างชิ้นงานที่ผลิตจำนวนมาก ลดปัญหากำลังคนในการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน เพราะในอดีตการเคลื่อนย้ายชิ้นงานเซรามิคนี้ ทำได้โดยการยกแผ่นรองชิ้นงานครั้งละแผ่นแล้วนำไปยังขั้นตอนอื่น ๆ ในกระบวนการผลิตจึงถือว่าเป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ในการอำนวยความสะดวกที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเพิ่มผลผลิต

เหตุผลในการนำเสนอ

การผลิตผลิตภัณฑ์ในระบบอุตสาหกรรมนั้น จำเป็นมากว่าต้องได้จำนวนมากในเวลารวดเร็ว ยิ่งใช้เวลาน้อยเท่าไรยิ่งจะทำให้ได้ผลกำไรมาก จากที่ได้เคยเห็นและสนทนากับผู้ที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค สอบถามเกี่ยวกับกระบวนการผลิตในระบบอุตสาหกรรม ก็ได้ทราบถึงขั้นตอนต่าง ๆ ในการผลิต ตลอดจนปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการผลิต และมีปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนมากกว่าปัญหาอื่น คือ การขนย้ายชิ้นงานจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง ในกระบวนการผลิตซึ่งต้องใช้รถเข็นในการขนย้าย ตามความรู้สึกการใช้รถเข็นก็ไม่น่าจะมีปัญหาเกิดขึ้น แต่เมื่อสอบถามแล้วกลับพบว่าเป็นปัญหาที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากที่สุดในกระบวนการผลิต เพราะรถเข็นขนย้ายชิ้นงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ยังไม่เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน เพราะทำให้ชิ้นงานเสียหายเป็นจำนวนมาก เพื่อเป็นการช่วยแก้ไขปัญหาให้กับผู้ผลิตในการลดต้นทุนการผลิต เกี่ยวกับชิ้นงาน ข้าพเจ้าจึงได้ขอเสนอโครงการวิทยานิพนธ์นี้ เพื่อพิจารณา

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิค ที่นำออกจากแบบพิมพ์ไปยังขั้นตอนอื่นตามกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร

2. เพื่อออกแบบให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งานของคนงาน และสภาพใน โรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค

ที่มาของปัญหา

กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเซรามิคนั้นมีขั้นตอนในการผลิตมากมายหลายขั้นตอน การขนย้ายชิ้นงานก็เป็นกระบวนการที่สำคัญในการผลิต เพราะต้องคอยระมัดระวังชิ้นงานจำนวนมากบนรถเข็นไม่ให้เสียหาย หรือเกิดการกระทบกันจนเกิดการชำรุดเป็นตำหนิบนชิ้นงาน การใช้รถเข็นขนชิ้นงานนี้ มักจะทำในกระบวนการผลิตอยู่หลายขั้นตอน เริ่มตั้งแต่การแกะชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์วางบนแผ่นรองชิ้นงานจนเต็ม แล้วนำไปวางบนรถเข็นจนเต็มชั้นวางบนรถเข็น แล้วจึงย้ายชิ้นงานไปผึ่งให้แห้งแล้วนำชิ้นงานไปตกแต่งให้เรียบร้อย จึงนำไปเผาดิบ จากนั้นก็นำไปชุบเคลือบและเผาเคลือบอีกครั้ง จะเห็นได้ว่าในกระบวนการผลิตนี้ จะใช้รถเข็นในการขนย้ายชิ้นงานทั้งหมด

ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ปัญหา

1. มีโครงสร้างเหล็กมากเกินไป ทำให้ไม่คล่องตัวเวลาจัดเก็บแผ่นรองชิ้นงาน

แนวทางการแก้ปัญหา

- ศึกษาเรื่องโครงสร้างแบบต่าง ๆ และออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน

2. การปรับระดับด้วยถอดประกอบของคานรับน้ำหนักชิ้นกลาง ยังทำได้ไม่สะดวกและไม่เหมาะสม เพราะติดเสาโครงสร้างด้านข้าง

แนวทางการแก้ปัญหา

ศึกษาและออกแบบ การถอดประกอบแบบต่าง ๆ แล้วนำมาใช้ให้เหมาะสม เพื่อช่วยลดขั้นตอนในการถอดประกอบให้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จุดรองรับคาน เพื่อการปรับระดับเชื่อมติดตายตัว ไม่สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมกับชิ้นงาน

ภาพที่ 1

แสดงรถเข็นขนย้ายชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค

ภาพที่ 2

แสดงจุดรองรับคานของรถเข็นชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการแก้ปัญหา

ศึกษาและออกแบบให้มีระยะการปรับที่เหมาะสม และให้มีระบบการรองรับคานที่เหมาะสม

4. มือจับรถเข็นใช้โครงสร้างเป็นที่จับ ทำให้ไม่สะดวกในการจับเข็นและการบังคับเลี้ยว

แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้มีมือจับโดยเฉพาะที่แยกออกจากโครงสร้าง เพื่อให้เหมาะสมกับการเข็น

5. ด้านข้างของรถเข็นไม่มีขอบ หรือ วัสดุกันกระแทก ทำให้เกิดการกระทบกับสิ่งของหรือรถเข็นคันอื่น ทำให้เกิดความเสียหายบนชิ้นงานได้

แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้มีเสริมขอบกันกระแทกเพื่อป้องกัน และลดแรงกระแทนโดยการใช้วัสดุที่มีความยืดหยุ่น

6. ฐานเหล็กยึดล้อรถเข็นยื่นออกมาด้านนอกมากเกินไป ทำให้เกิดอันตรายกับผู้ใช้งาน

ภาพที่ 3

ภาพแสดงฐานยึดล้อรถเข็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการแก้ปัญหา

วิเคราะห์และออกแบบให้มีฝาครอบหรือปิดทับ เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายกับผู้ใช้งาน

7. ล้อยางที่ใช้ชำรุด และสึกหรอง่าย ทำให้ไม่สามารถใช้งานได้สะดวก สูญเสียค่าใช้จ่าย และเสียเวลาในการซ่อมแซม

แนวทางการแก้ปัญหา

ศึกษาชนิดของล้อชนิดต่าง ๆ และวิเคราะห์ข้อดีข้อเสีย เพื่อเลือกนำมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม

8. แผ่นไม้รองรับชิ้นงาน ยังมีขนาดไม่เหมาะสมและไม่มีมาตรฐานความยาวที่แน่นอน

แนวทางการแก้ปัญหา

วิเคราะห์และออกแบบให้มีขนาดที่เป็นมาตรฐานการใช้งาน และสามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสม

ภาพที่ 4

ภาพแสดงแผ่นไม้รองชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้ง ครั้งที่มีการนำไปใช้

9. การใช้สีกับรถเข็นยังไม่เหมาะสมกับการใช้งานในโรงงาน เพราะยังมีรถเข็นที่มีสีแตกต่างกันมาก

แนวทางการแก้ปัญหา

ศึกษาและวิเคราะห์การใช้สีภายในโรงงานอุตสาหกรรมและเลือกใช้ให้เหมาะสม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เสนอหัวข้อโครงการ
2. ศึกษาข้อมูลจากผลิตภัณฑ์เดิม และผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง
3. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
4. สรุปข้อมูล
5. วิเคราะห์ข้อมูล
6. สรุปวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางการออกแบบ
7. ออกแบบ ร่างแบบ เขียนแบบ
8. สร้างหุ่นจำลอง

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษากระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเซรามิค
2. ศึกษาผลิตภัณฑ์เดิมและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง
3. ศึกษาพฤติกรรมการขนย้ายชิ้นงานเซรามิคในกระบวนการผลิต
4. ศึกษาขนาดสัดส่วนของภาชนะที่ใช้กับอาหาร
5. ศึกษาการออกแบบโครงสร้างรถเข็น
6. ศึกษาข้อมูลวัสดุในการผลิต
7. ศึกษาสัดส่วนมนุษย์ที่เกี่ยวข้อง
8. ศึกษากรรมวิธีการผลิตรถเข็นขนย้ายชิ้นงาน
9. ศึกษาข้อมูลเรื่องจิตวิทยาการใช้สีในโรงงานอุตสาหกรรม

ขอบเขตของงานออกแบบ

1. ออกแบบรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิค ที่นำออกจากแบบพิมพ์ไปยังขั้นตอนอื่นในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ออกแบบรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิค สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิคที่ผลิตภาชนะที่ใช้กับอาหาร

3. ออกแบบรถเข็นให้เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร เท่านั้น

4. ออกแบบโครงสร้างรถเข็นให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งานของคนงาน

5. ใช้กำลังของมนุษย์ในการบังคับและขับเคลื่อน

6. ออกแบบให้มีส่วนที่ป้องกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้รถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิคที่เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งานของคนงานตามขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรม และ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กฎกระทรวงสำหรับผู้ประกอบการโรงงาน[1]

พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ได้กำหนดให้มีการออกกฎกระทรวง เพื่อเป็นหลักเกณฑ์และข้อปฏิบัติสำหรับผู้ประกอบการโรงงานที่จะดำเนินการให้ถูกต้องตามกฎหมาย และให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย ปลอดภัยไม่ก่อเหตุเดือดร้อนอันตรายต่อบุคคล ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อม กฎกระทรวงมีทั้งสิ้น 8 ฉบับ ทั้งนี้มีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ 16 ตุลาคม 2535 เป็นต้นมา สาระสำคัญที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ พอจะสรุปได้ดังต่อไปนี้

กฎกระทรวง ฉบับแรก กล่าวถึง การให้โรงงานตามประเภทหรือชนิดที่ระบุในบัญชีท้ายกฎกระทรวงนี้ เป็นโรงงานตามกฎหมาย และยังได้แบ่งจำแนกโรงงานเหล่านี้เป็นโรงงานจำพวกที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งหากจะกล่าวโดยย่อได้ดังนี้

- **โรงงานจำพวกที่ 1** หมายถึง โรงงานขนาดเล็กไม่มีปัญหามลพิษและสามารถประกอบกิจการโรงงานไปได้โดยไม่ต้องขออนุญาต ได้แก่ โรงงานบางประเภทที่ใช้เครื่องจักรไม่เกิน 20 แรงม้า และคนงานไม่เกิน 20 คน แต่ทั้งนี้มิใช่เป็นกฎตายตัวเพราะโรงงานขนาดเล็กบางประเภทที่มีปัญหามลพิษก็ถูกจำแนกไว้เป็นจำพวกที่ 3 ก็มี

- **โรงงานจำพวกที่ 2** หมายถึง โรงงานขนาดกลาง ไม่มีปัญหามลพิษหรือหากมีก็เล็กน้อย และสามารถตั้งโรงงานไปก่อนได้ หากแต่เมื่อจะเริ่มเดินเครื่องจักร ผู้ประกอบการโรงงานต้องแจ้งแก่ทางราชการทราบ ได้แก่ โรงงานบางประเภทที่ใช้เครื่องจักรไม่เกิน 50 แรงม้า และ คนงานไม่เกิน 50คน

- **สำหรับโรงงานจำพวกที่ 3** หมายถึง โรงงานขนาดใหญ่ที่มีปัญหามลพิษ หรือที่มีปัญหาเรื่องความปลอดภัย และผู้ประกอบการต้องขออนุญาติก่อนจะตั้งโรงงาน การพิจารณาดูว่ากิจการของผู้ประกอบการโรงงาน จัดจำแนกอยู่จำพวกใดให้ตรวจสอบ

---

[1]ดร. ประเสริฐ ตปนียางกูร, "กฎหมายธุรกิจ", บรรษัทปริทรรศน์ ปีที่ 13, ฉบับที่ 9 (เมษายน 2536) : หน้า 20 - 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดูจากบัญชีท้ายกฎกระทรวงออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 หรือสอบถามได้จากกองควบคุมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม และสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดทุกแห่ง

กฎกระทรวงฉบับที่ 2 กล่าวถึงหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวกับทำเลที่ตั้ง สภาพแวดล้อม ลักษณะอาคารและลักษณะภายในโรงงาน ประเด็นสำคัญที่ควรรู้คือ

- บริเวณที่ห้ามตั้งโรงงานโดยกำหนดห้ามตั้งโรงงานจำพวกที่ 1 และ 2 ในบริเวณที่พักอาศัย [๓] และห้ามตั้งภายในระยะ 50 เมตรจากเขตติดต่อสาธารณสถาน ห้ามตั้งโรงงานจำพวกที่ 3 ในบริเวณที่พักอาศัย และห้ามตั้งภายในระยะ 100 เมตร จากเขตติดต่อสาธารณะสถาน[๔] อีกทั้งต้องอยู่ในทำเลและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม มีบริเวณเพียงพอที่จะประกอบกิจการอุตสาหกรรมตามขนาดและประเภท หรือชนิดของโรงงานโดยไม่อาจก่อให้เกิดอันตราย เหตุรำคาญ หรือความเสียหายต่อบุคคลหรือทรัพย์สินผู้อื่น ทั้งนี้สาธารณสถานในส่วนที่เป็นสถานที่ทำการงานของหน่วยงานของรัฐ ไม่หมายความถึงสถานที่ทำการงานโดยเฉพาะ เพื่อการควบคุมกำกับดูแลอำนวยความสะดวกหรือให้บริการแก่การประกอบกิจการของโรงงานแห่งนั้น ๆ เช่น ห้องปฏิบัติงานวิเคราะห์ หรือทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของทางราชการ เป็นต้น

- อาคารโรงงานต้องมั่นคง แข็งแรง และภายในโรงงานต้องมีบริเวณเพียงพอโดยมีคำรับรองของผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม มีการระบายอากาศที่ดีมีประตูหรือทางออกที่เพียงพอ ระยะดิ่งระหว่างพื้นถึงเพดานโดยเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 3 เมตร แต่ถ้ามีระบบปรับอากาศหรือการระบายอากาศที่เหมาะสม อาจลดระยะดิ่งลงมาได้ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 2.30 เมตร

- ตัวพื้นโรงงานต้องมั่นคง แข็งแรง ไม่ลื่น บริเวณหรือห้องทำงานต้องมีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 3 ตารางเมตรต่อคน

- ต้องจัดให้มีห้องสุขา และห้องน้ำที่ถูกสุขลักษณะ

- เครื่องจักร และเครื่องอุปกรณ์ที่ใช้ต้องมั่นคง แข็งแรง ปลอดภัย โดยมีวิศวกรรับรองและไม่ก่อความสั่นสะเทือน เสียง หรือคลื่นวิทยุรบกวนผู้อาศัยข้างเคียง

- หม้อน้ำ (boiler) เครื่องอัดก๊าซ (comppressor) ภาชนะบรรจุความดัน (pressure vessel) ถังปฏิกิริยา (reactor) ต้องได้มาตรฐานโดยมีวิศวกรรับรอง

- ภาชนะบรรจุวัตถุอันตรายตั้งแต่ 25,000 ลิตร ขึ้นไป ต้องมั่นคง แข็งแรง และได้มาตรฐาน โดยมีวิศวกรรับรองและต้องมีมาตรการป้องกันการรั่วไหลหรือล้นออก

- ระบบไฟฟ้าทั้งหมด ต้องเป็นไปตามหลักวิชาการ โดยมีวิศวกรรับรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สำหรับโรงงานที่ใช้หม้อไอน้ำ ผู้ประกอบการโรงงานต้องจัดให้มีผู้ควบคุมประจำหม้อไอน้ำ และหากหม้อไอน้ำมีขนาดตั้งแต่ 20 ตันต่อชั่วโมงขึ้นไป ผู้ประกอบการต้องจัดให้มีวิศวกรผู้ควบคุม และอำนวยการใช้หม้อไอน้ำเพิ่มเติมอีกด้วย

- ในเรื่องเกี่ยวกับการการควบคุมและ ดูแลระบบบำบัดมลพิษ ผู้ประกอบการต้องจัดให้มีผู้ควบคุมดูแล และผู้ปฏิบัติงานประจำ การควบคุมการปล่อยของเสีย มลพิษหรือสิ่งใด ๆ ที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม ต้องเป็นไปตามกฎกระทรวงอุตสาหกรรม เช่น มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงาน หรือ มาตรการการกำจัดกากสารพิษอุตสาหกรรมเป็นต้น ตลอดจนให้ผู้ประกอบการต้องติดตั้งมาตรวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียโดยเฉพาะ และการบันทึกปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียทุกวัน จะเป็นได้ว่ากฎกระทรวงฉบับนี้ได้เน้นให้ภาคเอกชนโดยเฉพาะอย่างยิ่งวิศวกรเข้ามามีส่วนร่วมในการรับผิดชอบต่อโรงงานและสังคมมากยิ่งขึ้น ผู้ฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามกฎกระทรวงฉบับนี้ต้องระวางโทษปรับไม่เกินสองแสนบาท ยกเว้นที่เกี่ยวกับความผิดที่ฝ่าฝืนไม่จัดให้มีเอกสารที่จำเป็นประจำโรงงานเพื่อประโยชน์ในการควบคุมหรือตรวจสอบการปฏิบัติตามกฎหมายต้องระวางโทษปรับไม่เกินสองหมื่นบาท

กฎกระทรวงฉบับที่ 3 กล่าวถึง หน้าที่ของผู้ประกอบการโรงงานที่ต้องจัดส่งรายงานข้อมูลการตรวจสอบต่าง ๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย ซึ่งเกี่ยวข้องกับหม้อไอน้ำ ระบบบำบัดมลพิษ สารกัมมันตรังสี และสารวัตถุอันตราย ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 หากไม่ปฏิบัติตามต้องระวางโทษปรับไม่เกินสองหมื่นบาท

กฎกระทรวงฉบับที่ 4 กล่าวถึง ขั้นตอนที่โรงงานจำพวกที่ 2 ต้องแจ้งเริ่มประกอบกิจการโรงงาน สำหรับโรงงานที่ตั้งอยู่ในกรุงเทพมหานครนั้น ให้แจ้งที่กองควบคุมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนที่ตั้งอยู่ต่างจังหวัดให้แจ้งที่สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนั้น ๆ โดยใช้แบบ ร.ง.1 และเมื่อพนักงานเจ้าหน้าที่ได้รับแจ้งแล้ว จะออกใบรับแจ้งตามแบบ ร.ง. 2 โรงงานก็สามารถประกอบกิจการได้ทันที ผู้ฝ่าฝืนไม่แจ้งให้พนักงานเจ้าหน้าที่ทราบต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ **กฎกระทรวงฉบับที่** 5 กล่าวถึง ขั้นตอนการขออนุญาตของโรงงานจำพวกที่ 3 โดยให้ใช้แบบ ร.ง.3 สำหรับการขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน หรือ ใบอนุญาตขยายโรงงานหรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ เมื่อจะขออนุญาตตั้งหรือขยายโรงงานนั่นเอง

- เมื่อใบอนุญาตหมดอายุลง (อายุใบอนุญาตไม่เกิน 5 ปี) ให้นำใบอนุญาตเดิมมาแสดงพร้อมทั้งยื่นคำขอต่อใบอนุญาตตามแบบ ร.ง. 3/1

- ส่วนการขอรับโอนกิจการให้ใช้แบบ ร.ง. 3/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบ ร.ง. ทั้งหลายที่กล่าวมาให้โรงงานในเขตกรุงเทพมหานคร ยื่นคำขอ 2 ชุด ต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนในต่างจังหวัดให้ยื่น 3 ชุด ต่อสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนั้น ๆ

- การยื่นต่ออายุให้ชำระค่าธรรมเนียมพร้อมกัน และหากยื่นหลังจากใบอนุญาตหมดอายุลงแล้ว แต่ไม่เกิน 60 วัน จะต้องเสียค่าปรับเพิ่มอีก 20%

- ใบอนุญาตทั้งหลายจะรวมอยู่ในเล่มเดียวกันเรียกชื่อว่า ร.ง.4

- กฎกระทรวงนี้มีข้อเด่นพิเศษอยู่ที่ว่า การพิจารณาอนุญาตต้องให้เสร็จภายใน 90 วัน หากเอกสารและเรื่องราวทุกอย่างถูกต้องเรียบร้อย ซึ่งจะทำให้ผู้ประกอบการโรงงานสามารถวางแผนโครงการได้อย่างถูกต้องชัดเจน ส่วนผู้ใดที่ประกอบกิจการโรงงานโดยไม่ได้รับอนุญาตต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสองปี หรือปรับไม่เกินสองแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ และเมื่อประสงค์จะเริ่มประกอบกิจการโรงงานในส่วนหนึ่งส่วนใดต้องแจ้งให้พนักงานเจ้าหน้าที่ทราบไม่น้อยกว่าสิบห้าวัน ก่อนวันเริ่มประกอบกิจการโรงงาน หากผู้ใดไม่ปฏิบัติตามต้องระวางโทษปรับไม่เกินสองหมื่นบาท

กฎกระทรวงฉบับที่ 6 กล่าวถึง การแจ้งทดลองเดินเครื่องจักรได้ไม่เกิน 60 วัน (ถ้าเกิน 60 วัน ต้องขออนุญาตเป็นกรณีพิเศษ) การแจ้งในกรุงเทพมหานครให้แจ้งต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรม ในจังหวัดอื่นให้แจ้งต่อสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด ทั้งนี้ต้องก่อนล่วงหน้าไม่น้อยยกว่า 15 วัน และในระหว่างการทดลองเดินเครื่องจักร ผู้ประกอบการต้องจัดทำบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการผลิต และเก็บรักษาไว้ในโรงงานสำหรับตรวจสอบต่อไป หากผู้ใดไม่ปฏิบัติตามต้องระวางโทษปรับไม่เกินสองหมื่นบาท

กฎกระทรวงฉบับที่ 7 กล่าวถึง ค่าธรรมเนียมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่คำขอฉบับละ 10 บาท ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานหรือใบอนุญาตขยายโรงงาน หรือต่ออายุ อยู่ในช่วงตั้งแต่ 500 บาท จนถึง 60,000 บาท ทั้งนี้ ขึ้นกับว่าโรงงานนั้นใช้คนงานอย่างเดียวหรือใช้เครื่องจักรจำนวนเท่าใด รายละเอียดให้ดูจากกฎกระทรวงฉบับที่ 7

กฎกระทรวงฉบับที่ 8 กล่าวถึง ค่าธรรมเนียมรายปีที่โรงงานจำพวกที่ 2 และ 3 ต้องชำระล่วงหน้า โดยนับตั้งแต่วันเริ่มประกอบกิจการโรงงาน สำหรับผู้ที่ประกอบกิจการโรงงานจำนวนที่ 2และ3อยู่แล้วในวันที่กฎกระทรวงนี้ใช้บังคับ ใช้ชำระค่าธรรมเนียมรายปีสำหรับการประกอบกิจการตั้งแต่วันที่ 9 กรกฎาคม 2535 จนถึงวันที่ต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีสำหรับปี พ.ศ. 2536 รวมกับค่าธรรมเนียมล่วงหน้าอีก 1 ปี ทั้งนี้ให้นำใบรับแจ้งการประกอบกิจการโรงงานหรือใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานแล้วแต่กรณีไปแสดงด้วย ยกเว้นโรงงานที่ตั้งอยู่ในเขตประกอบการอุตสาหกรรม หรือในเขตนิคมอุตสาหกรรม โรงงานในกรุงเทพมหานครให้ชำระที่กรมโรงงานอุตสาหกรรม ในจังหวัดอื่นให้ชำระที่สำนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุตสาหกรรมจังหวัดและในเขตนิคมอุตสาหกรรมให้ชำระที่การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย หรือสำนักงานเขต ค่าธรรมเนียมรายปีจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 150 บาท จนถึง 18,000 บาท ขึ้นกับการใช้คนงานหรือเครื่องจักรจำนวนแรงม้าเท่าใด รายละเอียดให้ดูจากกฎกระทรวง ฉบับที่ 8

สรุป กฎกระทรวงที่ได้กล่าวมาข้างต้น เป็นส่วนที่สำคัญที่โรงงานต้องยึดถือปฏิบัติ โดยได้กล่าวรวมถึงบทบาทและหน้าที่ที่สำคัญของวิศวกร ตลอดจนนักวิทยาศาสตร์ หรือช่างเทคนิคที่เกี่ยวข้องในอันที่จะมีส่วนร่วมกันรับผิดชอบ เพื่อให้การประกอบการอุตสาหกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และปลอดมลพิษ หรือที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกหลักการและเหตุผล[1]
ประกอบร่างกฎกระทรวง (พ.ศ. 2535)
ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน
พ..ศ. 2535

หลักการ

กำหนดประเภท หรือชนิดของโรงงานและแบ่งโรงงานเป็นโรงงานจำพวกที่ 1 โรงงานจำพวกที่ 2 และโรงงานจำพวกที่ 3

เหตุผล

โดยที่พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ได้บัญญัติให้ออกกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือชนิดของโรงงานที่จะต้องอยู่ภายใต้บังคับพระราชบัญญัติฉบับนี้ และให้แบ่งโรงงานออกเป็น 3 จำพวก คือ โรงงานจำพวกที่ 1 สามารถประกอบกิจการโรงงานได้ทันทีตามความประสงค์ของผู้ประกอบกิจการโรงงาน โรงงานจำพวกที่ 2 ต้องแจ้งให้ทราบก่อนการประกอบกิจการโรงงาน และโรงงานจำพวกที่ 3 ต้องได้รับอนุญาตก่อนจึงจะดำเนินการได้ จึงจำเป็นต้องออกกฎกระทรวงนี้

---

[1]กรมโรงงานอุตสาหกรรม, **บันทึกหลักการและเหตุผลประกอบร่างกฎกระทรวง พ.ศ. 2535** (กรุงเทพ : โรงพิมพ์กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2535), หน้า 1 - 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎกระทรวง

(พ.ศ. 2535)

ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน

พ.ศ. 2535

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 มาตรา 6 และมาตรา 7 แห่งพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกกฎกระทรวงได้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้โรงงานตามประเภทหรือชนิดที่ระบุในบัญชีท้ายกฎกระทรวงนี้ เป็นโรงงานตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

ข้อ 2 ให้โรงงานตามข้อ 1 เป็นโรงงานจำพวกที่ 1 โรงงานจำพวกที่ 2 และโรงงานจำพวกที่ 3 ตามที่ระบุในบัญชีท้ายกฎกระทรวงนี้

ให้ไว้ ณ วันที่ 24 กันยายน พ.ศ. 2535

นายสิปปนนท์ เกตุทัต

(นายสิปปนนท์ เกตุทัต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ฝพ.
W985 ค
2538

แสดงลำดับการกำหนดประเภทหรือชนิดและขนาดของโรงงาน

บัญชีท้ายกฎกระทรวง (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

ลำดับที่	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน	ขนาดของโรงงาน		
		โรงงานจำพวกที่ 1	โรงงานจำพวกที่ 2	โรงงานจำพวกที่ 3
55	โรงงานผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องกระเบื้องเคลือบ เครื่องปั้นดินเผา หรือเครื่องดินเผา และรวมถึงการเตรียมวัสดุเพื่อการดังกล่าว	เครื่องจักรไม่เกิน 20 แรงม้า และคนงานไม่เกิน 20 คน	เครื่องจักรไม่เกิน 50 แรงม้า และคนงานไม่เกิน 50 คน และไม่จัดอยู่ในจำพวกที่ 1	เครื่องจักรเกิน 50 แรงม้า หรือคนงานเกิน 50 คน
56	โรงงานผลิตอิฐกระเบื้องหรือท่อสำหรับใช้ในการก่อสร้าง เบ้าหลอมโลหะ กระเบื้องประดับ (Architectural Terracotta) รองในเตาไฟ ท่อหรือยอดปล่องไฟ หรือวัตถุทนไฟ จากดินเหนียว	เครื่องจักรไม่เกิน 20 แรงม้า และคนงานไม่เกิน 20 คน	เครื่องจักรไม่เกิน 50 แรงม้า และคนงานไม่เกิน 50 คน และไม่จัดอยู่ในจำพวกที่ 1	เครื่องจักรเกิน 50 แรงม้า หรือคนงานเกิน 50 คน

2.2 หลักการจัดวางผังโรงงาน

ในการที่จะได้มาซึ่งผังโรงงานที่ดีนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีหลักเพื่อเป็นแนวทางในการจัดวางผังโรงงานที่ดี หลักทั่ว ๆ ไปที่ใช้กันมักจะอ้างอิงไปถึงประสบการณ์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะเป็นส่วนช่วยเกื้อหนุนให้ได้ผังโรงงานที่ดีเกิดขึ้น ผังโรงงานที่ดีนั้นจะเป็นผังโรงงานซึ่งเมื่อเริ่มดำเนินปฏิบัติงานจริงแล้วจะได้มาซึ่งสิ่งต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1422 021190

การไหลของสิ่งของภายในโรงงานเป็นไปอย่างราบเรียบ ไม่ล่าช้าเสียเวลา สามารถผลิตงานออกมาได้มากและเร็ว

ต้นทุนการผลิตลดลง ซึ่งจะเป็นผลทำให้ผลกำไรสูงขึ้น

การเกิดอุบัติเหตุอันเนื่องมาจากการปฏิบัติงานมีน้อย ซึ่งจะไปเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของคนงานโดยตรง

ฉะนั้นถ้าต้องการให้ได้มาซึ่งผังโรงงานที่ดีก็ควรจะได้มีการคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้เข้าด้วยกัน คือ

2.2.1 **หลักของความพอใจ** ความพอใจของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับงานผลิตโดยตรงจะมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตเป็นอย่างมาก ควรจะมีการเน้นและพิจารณากันอย่างมาก ทั้งนี้เพราะผู้ออกแบบผังโรงงานไม่ได้อยู่ในโรงงานตลอดเวลา 8 ชั่วโมงต่อวันดังเช่นคนงาน ฉะนั้นการขอความร่วมมือจากคนงานเกี่ยวกับข้อมูลที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งจำเป็น

2.2.2 **หลักของการเลียนแบบ** การเลียนแบบในส่วนที่ดีนั้นย่อมเป็นประโยชน์และเป็นสิ่งที่ดี ฉะนั้นในการจัดวางผังโรงงานถ้าเห็นว่าส่วนใดเกี่ยวกับผังโรงงานที่เคยพบเห็นมาแล้ว เช่น โกดังเก็บสินค้าที่สามารถเลียนแบบมาใช้ก็ควรทำ

2.2.3 **หลักของการไหลของสิ่งของ** หลักอันนี้ถือว่าผู้ออกแบบผังโรงงานมักจะคำนึงถึงก่อน ผู้ออกแบบผังโรงงานส่วนมากจะถือว่าการไหลของของในโรงงานนั้นเป็นกุญแจดอกสำคัญจะให้ได้มาซึ่งแผนผังที่ดี

2.2.4 **หลักของการอาศัยประสบการณ์** การที่จะให้ได้ผังโรงงานที่ดีแต่เริ่มแรกเลยทีเดียวนั้น ได้เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วว่า ประสบการณ์ของผู้ออกแบบผังโรงงานมีส่วนช่วยเกื้อหนุนเป็นอย่างมาก ฉะนั้นการดูงานและการผ่านงานมามากจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการออกแบบผังโรงงาน

2.3 **ข้อพิจารณาในการวางผังโรงงาน**

2.3.1 **วัสดุและผลิตภัณฑ์** การกำหนดชนิดและปริมาณของผลิตภัณฑ์หรือข้อกำหนดอื่นใดในการผลิต จะมีผลต่อการออกแบบผังโรงงาน ขนาดของโรงงาน ตำแหน่งที่ตั้งและคลังเก็บของ เป็นอย่างมาก ซึ่งคุณสมบัติของวัสดุและผลิตภัณฑ์ทั้งทางฟิสิกส์และเคมีจะ

---

[1] ผศ. ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์, **การออกผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต** (กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ซี เอ็ด ยูเคชั่น, 2521), หน้า 47 - 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้การออกแบบคลังเก็บมีลักษณะ ขนาด และตำแหน่งที่ตั้งที่แตกต่าง กันออกไป คุณสมบัติทางฟิสิกส์จะมีความหมายรวมไปถึงรูปร่าง น้ำหนัก และปริมาตร สำหรับคุณสมบัติทางเคมีก็จะรวมไปถึงเรื่องของการเผาไหม้หรือความไวต่อการติดไป หรือเป็นสารอันตราย

2.3.2 **เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์** การเลือกระบบการผลิตสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในจำนวนต่าง ๆ กัน จะเป็นสิ่งกำหนดชนิดและจำนวนของเครื่องจักรกล เครื่องมือ และสิ่งสนับสนุนการผลิตต่าง ๆ ที่จำเป็นจะต้องใช้ ชิ้นส่วนใดที่เครื่องจักรทำได้และได้ผลคุ้มค่ากว่าการให้คนทำ ก็ควรที่จะเลือกใช้เครื่องจักร ข้อมูลที่เกี่ยวกับเครื่องจักรกลที่ควรทราบ เพราะจะมีผลต่อการออกแบบผังโรงงานก็คือ ชนิด ขนาด น้ำหนัก สมรรถภาพ และเสียงที่เกิดขึ้นจากการทำงานของเครื่องจักรนั้น ๆ ซึ่งจะทำให้ทราบจำนวนและตำแหน่งที่ตั้งเครื่องจักรนั้น ๆ เพราะเครื่องจักรกลที่มีน้ำหนักและ/หรือการสั่นสะเทือนมากจะต้องมีการออกแบบฐานที่ตั้งเครื่องจักรกลนั้นเป็นพิเศษ

2.3.3 **กำลังคน** ตัวการอันสำคัญยิ่งที่มีผลต่อความสำเร็จหรือความล้มเหลวของผังโรงงานที่จัดวางขึ้นก็คือ คน ซึ่งรวมทั้งฝ่ายการจัดการและผู้ใช้แรงงาน แผนผังโรงงานที่ดีและจะเป็นผังโรงงานที่จะประสบผลสำเร็จได้ จะต้องเป็นแผนผังที่เกิดขึ้นจากผู้เกี่ยวข้องทุกคนมีส่วนร่วมด้วย ข้อควรแก่การพิจารณาที่จะต้องคำนึงถึงมีดังนี้

2.3.3.1 สภาพแวดล้อมและความปลอดภัยของที่ทำงาน

2.3.3.2 ประสิทธิภาพของการทำงาน

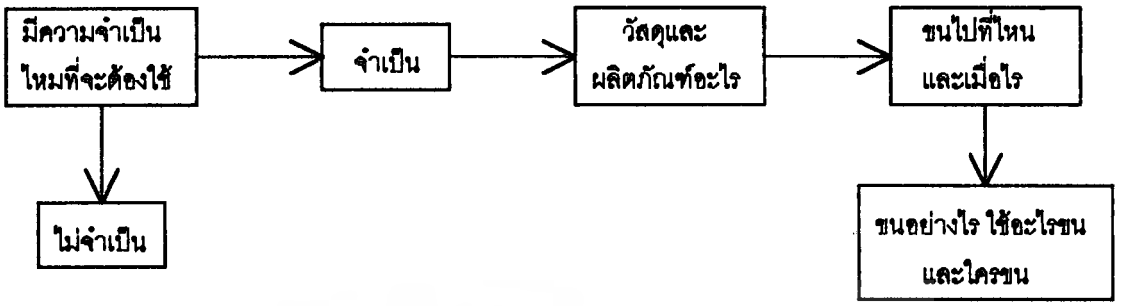
2.3.3.3 โครงสร้างของหน่วยงานและอื่น ๆ

2.3.4 **การเคลื่อนย้ายลำเลียงสิ่งของ** การเคลื่อนย้ายลำเลียงสิ่งของนี้มีขอบข่ายที่กว้างมาก ดังนั้นจะต้องพิจารณาตั้งแต่การเคลื่อนย้ายลำเลียงสิ่งของภายในที่ทำงานของคนงานระหว่างหน่วยงาน ระหว่างโรงงาน ระหว่างบริษัท ไปจนถึงระหว่างผู้ผลิตและผู้ใช้ การวางแผนการเคลื่อนย้ายลำเลียงสิ่งของภายในโรงงานจะมีผลมากต่อการจัดวางผังโรงงาน โดยไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนย้ายลำเลียงสิ่งของบนพื้นโรงงานหรือเหนือศีรษะ ลักษณะการไหลหรือการเคลื่อนย้ายลำเลียงสิ่งของ เช่น การเคลื่อนย้ายลำเลียงสิ่งของเป็นเส้นตรง ลักษณะรูปร่างตัวแอล รูปร่างตัวยู หรือซิกแซก ต่างก็มีผลต่อการจัดวางผังโรงงานทั้งสิ้น เรื่องของการเคลื่อนย้ายลำเลียงสิ่งของนอกจากพิจารณาลักษณะของการขนย้ายแล้วยังควรที่จะพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของการขนย้ายร่วม เนื้อที่ที่ต้องการและเครื่องมือหรืออุปกรณ์การขนย้ายต่าง ๆ ที่จำเป็น ในการที่จะใช้เครื่องมือการขนย้ายลำเลียงอาจมีวิธีการ ดังแสดงในภาพที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5

แสดงแผนการขนย้ายลำเลียง



2.3.5 **คลังเก็บหรือที่เก็บวัสดุหรือสินค้า** คลังเก็บวัสดุหรือสินค้าเป็นสถานที่มีความสำคัญมากที่จะขาดเสียมิได้ ทั้งนี้เพราะวัตถุดิบและสิ่งของที่ป้อนเข้าไปในโรงงาน และสินค้าสำเร็จรูปที่ผลิตเสร็จแล้ว จำเป็นที่จะต้องมีที่เก็บ ฉะนั้นโรงงานโดยทั่วไปจะต้องมีโกดังวัตถุดิบและโกดังสินค้าสำเร็จรูป สิ่งที่ควรพิจารณาเกี่ยวกับคลังสินค้าและวัสดุก็คือ

2.3.5.1 **สถานที่** คลังเก็บสินค้าหรือวัสดุควรจะอยู่ที่ไหน ภายในโรงงานหรือนอกโรงงานที่บริเวณไหนของสายการผลิต จะเก็บอะไรเป็นจำนวนเท่าไรถึงจะทำให้การผลิตเป็นไปอย่างราบรื่น

2.3.5.2 **ขนาดและชนิดของคลังเก็บ** ชนิดและจำนวนของวัสดุและสินค้าที่จะเก็บจะเป็นตัวกำหนดขนาดและชนิดของคลังเก็บว่าจะเป็นแบบไหน เป็นแบบชนิดธรรมดาหรือแบบอัตโนมัติที่อาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วย

2.3.5.3 **วิธีการเก็บ** การเก็บของจะเก็บอย่างไรจะใช้วิธีการเก็บซ้อนกันโดยตรง หรือใช้พอลเล่ตวางบนหิ้งหรือวางบนพื้น ซึ่งแต่ละวิธีต้องการเนื้อที่ไม่เท่ากัน

2.3.5.4 **สิ่งบริการ** สิ่งบริการเป็นเครื่องสนับสนุนให้การผลิตดำเนินต่อไปได้ ถ้ามีสิ่งบริการหรือสิ่งสนับสนุนอย่างเพียงพอ การผลิตก็จะดำเนินไปได้อย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ ผลผลิตก็จะสูงขึ้น สิ่งบริการหรือสิ่งสนับสนุนการผลิตที่ควรแก่การพิจารณามีดังนี้

(ก) **ห้องน้ำห้องสุขา** เป็นสิ่งที่จะขาดเสียมิได้สำหรับทุกหน่วยงาน จำนวนของห้องน้ำและตำแหน่งที่ตั้งของมันมีผลอย่างเห็นได้ชัดต่ออัตราการผลิต แต่โรงงานส่วนมากมักจะมองข้ามสิ่งนี้ไป การมีจำนวนห้องน้ำไม่เพียงพอ และตำแหน่งที่ตั้งที่ไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดเวลาสูญเปล่าของคนงานขึ้นอันเนื่องมาจากการใช้บริการสิ่งเหล่านี้

(ข) **โรงอาหาร** ควรจะมีขนาดใหญ่พอสำหรับพนักงานทุกคนที่มาใช้บริการพร้อมกัน สำหรับการผลิตแต่ละกะ ตำแหน่งที่ตั้งก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน ทั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ

เพื่อลดเวลาสูญเปล่าและการเสียสุขภาพจิตของคนงาน อันเนื่องมาจากความไม่พอใจที่เกิดขึ้นจากการใช้บริการนี้ และจะเป็นผลทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานตกต่ำได้

(ค) **ห้องปฐมพยาบาล** ตำแหน่งที่ตั้งและขนาดห้องปฐมพยาบาลก็มีผลต่อการจัดวางผังโรงงานเช่นเดียวกัน ห้องปฐมพยาบาลควรจะให้อยู่ใกล้กับหน่วยงานซึ่งมีโอกาสที่จะเกิดอันตรายได้มากกว่าหน่วยอื่น

(ง) **หน่วยซ่อมบำรุง** หน่วยนี้จะต้องเป็นหน่วยที่ใหญ่พอและตั้งอยู่ในตำแหน่งที่จะให้การบริการการซ่อมบำรุงรักษาได้รวดเร็ว ให้ช่วงระยะเวลาการหยุดชะงักของการผลิต อันเนื่องมาจากการซ่อมบำรุงสั้นที่สุดเท่าที่จะสั้นได้ ข้อมูลที่เกี่ยวกับการซ่อมบำรุงรักษาจะช่วยให้การหาตำแหน่งที่ตั้งของหน่วยงานนี้ได้ไม่ยากนัก

(จ) **หน่วยจัดหาเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่สนับสนุนการผลิต** หน่วยงานนี้เป็นหน่วยงานที่มีผลต่อการผลิตเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากว่าถ้าเกิดความล่าช้าในการจัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์ให้กับหน่วยผลิตแล้ว การผลิตก็ย่อมเกิดความล่าช้าลงไปด้วย หน่วยนี้อาจจะถือว่าเป็นหัวใจของหน่วยผลิตก็ว่าได้ เพราะถ้าขาดเสียซึ่งหน่วยนี้การผลิตก็จะเป็นไปไม่ได้ เช่น การปั๊มขึ้นรูปด้วยเครื่องปั๊ม ถ้าขาดเสียซึ่งแม่พิมพ์ที่จะมาใช้กับเครื่องปั๊ม การปั๊มขึ้นรูปก็ย่อมเป็นไปไม่ได้

(ฉ) **ความยืดหยุ่นและการเปลี่ยนแปลง** ผังโรงงานที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่นและมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย โดยที่ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงแผนผังก็จะไม่ทำให้เกิดการเสียหายกับการผลิต เปลี่ยนแปลงในอนาคตที่อาจเกิดขึ้นได้

(ช) **การไหลและความสมดุล** การไหลของสิ่งต่าง ๆ ในโรงงานที่มีการไหลของงานที่ผลิต การไหลของวัสดุ และการไหลของเครื่องจักรอุปกรณ์และคน การไหลของสิ่งเหล่านี้ย่อมจะต้องเกิดขึ้นเมื่อมีการผลิตหรือการบริการเกิดขึ้น ถ้าไม่มีการไหลเกิดขึ้นในโรงงานหรือหน่วยงานแล้ว การผลิตหรือการบริการก็ย่อมจะเกิดขึ้นไม่ได้ ในการจัดวางผังโรงงานจึงไม่ต้องการให้มีการไหลเกิดขึ้นมากเกินจำเป็น เพราะจะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตและทำให้เกิดความสับสนในการทำงานได้

2.4 การแบ่งประเภทเครื่องปั้นดินเผาหรือเซรามิค[1]

เครื่องปั้นดินเผา (Pottey) หมายถึง ภาชนะสิ่งของที่ผลิตขึ้นจากดิน หิน ทราย และแร่ธาตุต่าง ๆ ผสมกัน นำมาปั้นและเผาให้แกร่งคงรูปร่างอยู่ได้ ในบางครั้งก็เรียกเครื่องปั้นดินเผาว่า เครื่องเคลือบดินเผา หรือ เซรามิค (Ceramies)

เซรามิค แบ่งออกได้เป็นหลายประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 **แบ่งประเภทตามรูปลักษณะที่มองเห็น** โดยไม่คำนึงว่า ผลิตภัณฑ์นั้นจะมีคุณภาพดี เลวอย่างไร เช่น จาน ชาม ถ้วย กระเบื้อง และแจกัน เป็นต้น

2.4.2 **แบ่งประเภทตามประโยชน์ใช้สอยที่เกิดจากผลิตภัณฑ์นั้น ๆ** โดยมิได้คำนึงถึงรูปร่าง หรือชนิดของเนื้อดินนั้น เช่น เครื่องสุขภัณฑ์ ลูกถ้วยไฟฟ้า และถ้วยชาม เป็นต้น

2.4.3 **แบ่งตามประเภทเนื้อดินปั้น** เพราะเนื้อดินปั้นแต่ละชนิดมีส่วนผสมและคุณภาพแตกต่างกัน ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้คุณภาพต่างกันตามชนิดของเนื้อดินและราคาด้วย ชนิดของเนื้อดินมี ดังนี้

2.4.3.1 **เทอราคอตตา** (Terracotta) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อดินเหนียวผสมในเนื้อดิน เผาแล้วมักมีสีแดง จึงนิยมเคลือบด้วยสีต่าง ๆ ส่วนมากผลิตเป็นเครื่องประดับ ซึ่งใช้ประดับบ้าน หรือสวน หรือเป็นของชำร่วย เช่น แจกัน ตุ๊กตา ฯลฯ

2.4.3.2 **เอิร์ธเธนแวร์** (Earthen ware) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อหนาละเอียดแน่น และเคลือบทึบแสง มีความพรุนตัว สามารถดูดซึมน้ำได้ เนื้อดินปั้นนี้อาจใช้ดินขาวอย่างเดียวหรือผสมแร่ควอร์ต หินฟันม้า และดินขาวเหนียว เพื่อช่วยให้ปั้นขึ้นรูปได้ง่าย ส่วนใหญ่ผลิตเป็นเครื่องถ้วยชาม

2.4.3.3 **สโตนแวร์** (Stone ware) เป็นเครื่องปั้นดินเผาที่มีเนื้อแข็งแกร่ง เคลือบทึบแสง ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทของใช้และเครื่องประดับบ้าน

2.4.3.4 **เปอร์ซเลน** (Porcelain) เป็นเครื่องปั้นดินเผาชั้นดี มีคุณสมบัติโปร่งแสง มีเนื้อแกร่งไม่ดูดซึมน้ำ โดยผลิตผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด ทั้งที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ในงานแพทย์ งานวิทยาศาสตร์ และเครื่องประดับประเภทสวยงาม

2.4.3.5 **โบนไชนา** (Bone china) เป็นเครื่องปั้นชั้นดีที่สุด ราคาแพงที่สุด ความขาวและวาวมาก เนื้อบางและเบามีความแข็งแกร่งดีมาก กระบวนการผลิตยุ่งยาก เพราะใช้เถ้าจากกระดูกสัตว์ผสมกับดินขาว ดินขาวเหนียว แร่ควอร์ตและแร่เฟลด์สปาร์ ส่วนมากเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องใช้เครื่องประดับ

---

[1]กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม, **"สารคดีอุตสาหกรรม"** อุตสาหกรรมสาร. ปีที่ 35, ฉบับที่ 4 (เมษายน 2535) : หน้า 4 - 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ประเภทอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิค

ปัจจุบันอุตสาหกรรมเซรามิคของไทยได้พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วจากการผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้า เป็นการผลิตเพื่อส่งออกในปัจจุบันมีโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิคกว่า 500 โรงงาน โดยจำนวนนี้เป็นโรงงานขนาดใหญ่ที่ใช้เงินลงทุนกว่า 100 ล้านบาทขึ้นไป และใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ จำนวน 7 โรงงาน เป็นโรงงานผลิตกระเบื้องปูพื้นบุผนังและโมเสก 2 โรงงาน เครื่องสุขภัณฑ์ 1 โรงงาน และโรงงานจาน 4 โรงงาน เงินลงทุนรวม 2,857 ล้านบาท โรงงานขนาดกลางที่ใช้เงินลงทุนกว่า 10 ล้านบาทขึ้นไปแต่ไม่เกิน 100 ล้านบาท มีจำนวน 21 โรงงาน เป็นโรงงานผลิตกระเบื้องปูพื้นบุผนังและโมเสก 11 โรงงาน เครื่องสุขภัณฑ์ 4 โรงงาน จานชาม 6 โรงงาน รวมเงินลงทุนทั้งหมด 1,020.9 ล้านบาท ส่วนที่เหลือเป็นโรงงานขนาดเล็กมีเงินลงทุนต่ำกว่า 10 ล้านบาท จำนวนโรงงานทั้งหมดส่วนใหญ่แล้วกระจายอยู่ตามแหล่งวัตถุดิบเป็นส่วนใหญ่

จากรายการการขึ้นทะเบียนโรงงานตามพระราชบัญญัติโรงงานพุทธศักราช 2512 ในหน่วยความรับผิดชอบของกรมโรงงานอุตสาหกรรมในการดำเนินกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องกระเบื้องเคลือบ เครื่องปั้นดินเผา โดยการรวบรวมจำนวนโรงงานทั้งหมดทั่วประเทศที่ผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ดังนี้

ตารางที่ 2

แสดงจำนวนโรงงานผลิตเครื่องปั้นดินเผาที่ขึ้นทะเบียนโรงงาน

ตามพระราชบัญญัติโรงงานในหน่วยความรับผิดชอบของกรมโรงงาน

จังหวัดที่ตั้ง	จำนวนโรงงาน	จังหวัดที่ตั้ง	จำนวนโรงงาน
กรุงเทพมหานคร	28	พะเยา	1
ขอนแก่น	3	เพชรบุรี	1
จันทบุรี	8	ภูเก็ต	1
ฉะเชิงเทรา	2	ยะลา	2
ชลบุรี	18	ราชบุรี	77
ชัยภูมิ	1	ลำปาง	147
เชียงราย	3	สงขลา	5
เชียงใหม่	28	สมุทรสาคร	33
ตรัง	4	สมุทรปราการ	13
ตาก	1	สระบุรี	20
นครนายก	2	สิงห์บุรี	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2(ต่อ)

จังหวัดที่ตั้ง	จำนวนโรงงาน	จังหวัดที่ตั้ง	จำนวนโรงงาน
นครปฐม	14	สุโขทัย	3
นครพนม	3	สุพรรณบุรี	1
นครราชสีมา	2	สุราษฎร์ธานี	3
นครศรีธรรมราช	4	สุรินทร์	1
นครสวรรค์	1	อ่างทอง	1
นนทบุรี	17	อุบลราชธานี	3
นราธิวาส	1	พิษณุโลก	1
น่าน	2	กำแพงเพชร	1
ปทุมธานี	7	ปัตตานี	4
ปราจีนบุรี	4	พระนครศรีอยุธยา	4
รวมทั้งหมด 477 โรงงาน			

ที่มา : กองควบคุมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่ามีโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิคจำนวนมากในการผลิตก็แตกต่างกัน จากข้อมูลการผลิตได้แยกโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิคที่ผลิตได้ ดังนี้

2.5.1 **กระเบื้องปูพื้นปิดผนังและกระเบื้องโมเสก** ปัจจุบันโรงงานที่ได้มาตรฐานซึ่งเปิดดำเนินการแล้ว มีทั้งหมด 13 ราย โรงมีโรงงานที่ผลิตกระเบื้องปูพื้นปิดผนังจำนวน 7 ราย กระเบื้องโมเสก 2 ราย และผลิตทั้งกระเบื้องปูพื้นปิดผนังและกระเบื้องโมเสก 4 ราย ซึ่งโรงงานส่วนใหญ่จะตั้งอยู่ในเขตจังหวัดสมุทรสาคร และสระบุรี โดยปี 2530 มีกำลังผลิตจำนวน 241,243 ตัน กำลังผลิตเพิ่มขึ้นจากปี 2528 ร้อยละ 29.42

สำหรับกระเบื้องโมเสกมีกำลังการผลิตปีละ 58,740 ตัน ผู้ผลิตกระเบื้องปิดผนังรายใหญ่ที่สุดคือ บริษัทไทย - เยอรมัน เซรามิค อินดัสตรี จำกัด ซึ่งมีกำลังผลิตปีละ 37 ของกำลังการผลิตทั้งหมด ส่วนในอุตสาหกรรมกระเบื้องโมเสก ได้แก่ บริษัท สหโมเสก อุตสาหกรรม จำกัด ซึ่งมีกำลังการผลิตถึงร้อยละ 38 ของกำลังการผลิตทั้งหมด

2.5.2 **เครื่องสุขภัณฑ์** ไทยเริ่มทำการผลิตเครื่องสุขภัณฑ์ เมื่อปี 2531 ซึ่งการผลิตในขณะนั้นเป็นการผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้า ต่อมาได้มีการพัฒนาทางด้านการผลิต และรูปแบบ ประกอบกับทางการคือ กระทรวงพาณิชย์ได้ใช้มาตรการคุ้มครองผู้ผลิตในประเทศโดยการออกประกาศห้ามนำเข้าเครื่องสุขภัณฑ์จากต่างประเทศ ตั้งแต่ปี 2521 เป็นต้นมา ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

ให้ผู้ผลิตสามารถขยายกำลังการผลิต จนเป็นผู้นำด้านการผลิตเครื่องสุขภัณฑ์ในแถบเอเชียอาคเนย์ ซึ่งนอกจากการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการใช้ภายในประเทศและยังสามารถส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศด้วย

ในขณะนี้โรงงานผลิตเครื่องสุขภัณฑ์ที่เปิดดำเนินการแล้วมีจำนวน 6 ราย มีกำลังการผลิต 34,860 ตัน และเนื่องจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมก่อสร้างเพิ่มมากขึ้น คาดว่าผลผลิตจะขยายตัวเพิ่มขึ้นกว่าเท่าตัว เพราะจากโรงงานผู้ผลิตก็ได้มีการขยายกิจการ เพื่อการส่งออกถึง 2 แห่ง โดยผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตมาก ได้แก่ หัวส้วม ที่ใส่สบู่ และที่ใส่กระดาษอ่างล้างหน้า และที่ปัสสาวะ เป็นต้น

2.5.3 **ถ้วย จาน ชามเซรามิค** ปัจจุบันโรงงานผลิตถ้วย จาน ชาม มีทั้งสิ้นประมาณ 60 โรงงาน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโรงงานขนาดเล็ก หรือมีลักษณะเป็นอุตสาหกรรมครอบครัว โดยอยู่ทางภาคเหนือจังหวัดลำปาง และเชียงใหม่ ส่วนโรงงานที่เปิดดำเนินการแล้ว และเป็นโรงงานขนาดใหญ่ 4 โรงงาน และขนาดกลาง 5 โรงงาน มีกำลังการผลิต 33,155 ตัน สำหรับโรงงานทางภาคเหนือมีกำลังการผลิตประมาณ 62,852 ตันต่อปี ในจำนวนนี้เป็นกำลังการผลิตของจังหวัดลำปางร้อยละ 95.95 เชียงใหม่ร้อยละ 3.79 ที่เหลือเป็นกำลังการผลิตของจังหวัดสุโขทัย เชียงราย และพะเยา

2.5.4 **ของชำร่วยและเครื่องประดับเซรามิค** โรงงานที่ผลิตจะเป็นโรงงานขนาดเล็กและขนาดกลาง ซึ่งกระจายอยู่ทั่วไปในกรุงเทพฯ และจังหวัดใกล้เคียง เช่น ราชบุรี สมุทรสาคร และนครปฐม เป็นต้น แต่โรงงานที่ผลิตเป็นจำนวนมากจะอยู่ในภาคเหนือที่จังหวัดลำปาง เชียงใหม่ และเชียงราย

ในอดีตโรงงานผลิตถ้วย จาน ชาม จะผลิตผลิตภัณฑ์หัตถกรรมประเภทเครื่องประดับของชำร่วย เช่น แจกัน กระถางต้นไม้และตุ๊กตาเซรามิคแบบต่าง ๆ แต่ในปัจจุบันเนื่องจากความต้องการสินค้าประเภทดังกล่าวนี้ ในตลาดต่างประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โรงงานบางแห่งจึงเลิกผลิตถ้วยชาม และหันมาผลิตเฉพาะเครื่องประดับและของชำร่วย เพราะมีรายได้ที่ดีกว่า นอกจากนั้นผู้ผลิตยังมีการปรับปรุงและควบคุมคุณภาพ ตลอดจนมีการพัฒนารูปแบบทั้งแบบดั้งเดิม และทันสมัยให้เป็นไปตามรสนิยมและระดับรายได้ของผู้บริโภคด้วย

2.5.5 **ลูกถ้วยไฟฟ้า** เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับเป็นฉนวนไฟฟ้า มีการผลิตครั้งแรกเมื่อปี 2510 ปัจจุบันมีผู้ผลิต 5 ราย ซึ่งมี 2 รายที่สามารถผลิตได้มาตรฐาน และคุณภาพดีจนเป็นที่ยอมรับกันในประเทศอาเซียน นอกจากนั้นก็มีโรงงานเล็ก ๆ ในลำปาง ซึ่งเป็นโรงงานถ้วย จาน ชาม แต่ทำการผลิตลูกถ้วยไฟฟ้าแบบล้อ (Spool) มีอยู่ 5 โรงงาน ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพต่ำ ซึ่งนำไปใช้กับเครื่องปั่นไฟฟ้าเอกชนตามหมู่บ้านที่ต้องการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคไปไม่ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 อุตสาหกรรมถ้วย จาน ชาม เซรามิค[1]

อุตสาหกรรม ถ้วย จาน ชาม เซรามิคเป็นอุตสาหกรรมที่มีมาแต่เดิม ในลักษณะเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัวและได้พัฒนาเป็นอันดับจนจัดตั้งโรงงาน เนื่องจากประเทศไทยมีวัตถุดิบได้หลายชนิด เช่น ดินขาว ดินดำ หินควอตซ์ หินฟันม้า ฯลฯ นอกจากนี้ยังเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานมาก ประกอบกับค่าจ้างแรงงานต่ำ จึงมีโรงงานถ้วย จาน ชาม เซรามิค เป็นจำนวนมาก และเพิ่มขึ้นอยู่เสมอซึ่งมีทั้งขนาดที่เป็นอุตสาหกรรมในครอบครัว จนถึงอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ จึงนับได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ

อุตสาหกรรมประเภทนี้ ในระยะเริ่มแรกมีโรงงานเปิดดำเนินการผลิตที่จังหวัดลำปาง เนื่องจากอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบ ปัจจุบันมีผู้ได้รับการส่งเสริมการลงทุน รวมทั้งสิ้น 10 ราย และในขณะเดียวกันผู้ประกอบที่มีอยู่เดิม โดยเฉพาะที่จังหวัดลำปาง ได้พยายามปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์คุณภาพสูงขึ้น จำนวนโรงงานผลิตถ้วย ชาม เซรามิค ขนาดเล็กที่มีลักษณะเป็นอุตสาหกรรมครอบครัวมีมากที่จังหวัดลำปางและเชียงใหม่มีจำนวนทั้งสิ้นประมาณ 55 โรงงาน

ถ้วย จาน ชาม เซรามิค ที่ผลิตได้ในประเทศ แบ่งตามคุณภาพของเนื้อดินปั้นได้เป็น 4 ประเภท

2.6.1 **เอิร์ธเธนแวร์** (Earthen Ware)

2.6.2 **สโตนแวร์** (Stone Ware)

2.6.3 **ปอร์ซเลน** (Porcelain)

2.6.4 **โบน ไชนา** (Bone China)

เครื่องปั้นดินเผาชนิดต่าง ๆ ดังกล่าว ส่วนใหญ่จะใช้วัตถุดิบประเภทเดียวกัน คือ หินชนิดต่าง ๆ และเคมีภัณฑ์ ส่วนที่แตกต่างได้แก่ส่วนผสมของวัสดุ

2.7 กรรมวิธีการผลิต ถ้วย จาน ชาม เซรามิค

กรรมวิธีการผลิต ถ้วย จาน ชาม เซรามิค ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

---

[1]กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม,"จับตามองผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม" อุตสาหกรรมสาร. ปีที่ 35, ฉบับที่ 4 (เมษายน 2535) : หน้า 48 - 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 **การเตรียมวัตถุดิบ** ก่อนที่จะนำวัตถุดิบมาใช้ต้องทำการล้างเพื่อเอาสิ่งที่เจือปนอยู่ในดิน ปกติจะทำกันที่เหมืองขุดแล้วจึงนำส่งโรงงาน ส่วนหินฟันม้าและหินควอตซ์ จะต้องนำมาย่อยและบดให้ละเอียด ซึ่งวัตถุดิบดังกล่าวก่อนที่จะนำมาใช้ควรจะมีการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีเสียก่อน

2.7.2 **การขึ้นรูป** การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิคในระบบอุตสาหกรรมที่เหมาะสมกับการผลิต ถ้วย จาน ชาม มีอยู่ 3 ลักษณะ คือ

2.7.2.1 **การขึ้นรูปแบบใช้ใบมีด** (JIGGER)

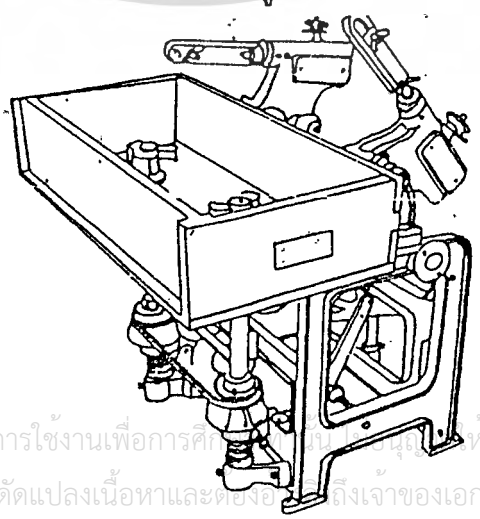
2.7.2.2 **การขึ้นรูปแบบกดแบบด้วยเครื่องจักร** (TURNING)

2.7.2.3 **การขึ้นรูปแบบวิธีหล่อ** (CASTING)

2.7.2.1 **การขึ้นรูปแบบใช้ใบมีด** (JIGGER)

การขึ้นรูปแบบใบมีด เป็นการผลิตแบบมาตรฐานและสามารถผลิตได้จำนวนมาก รวดเร็ว ส่วนใหญ่ ได้แก่ จาน ชาม ถ้วย วิธีผลิตอาศัยพิมพ์ (MOLD) และใบมีดตามลักษณะรูปร่างของผลิตภัณฑ์ กรรมวิธีผลิตอาศัยแป้นหมุนที่มีความเร็วสูง (120 รอบต่อนาที) มีแขนสำหรับใส่ใบมีด พิมพ์ที่เป็นแบบทำด้วยปูนพลาสเตอร์ มีทั้งชนิดแบบภายนอก (OUTSIDE) เช่น ประเภท จาน แบบภายใน (INSIDE) เช่น ประเภท ถ้วย เป็นต้น ใบมีดสร้างด้วยเหล็กแข็ง ใช้ขูดดินตามรูปร่างของพิมพ์ วิธีการ ขึ้นรูปถ้าเป็นการขึ้นรูปแบบภายนอก (OUTSIDE) เตรียมดินเป็นแผ่นแล้วอัดไปบนแบบพิมพ์ เมื่อเวลาหมุนใบมีดจะทำหน้าที่ขูดไปตามรูปร่างของแบบพิมพ์ วิธีการขึ้นรูปแบบภายใน (INSIDE) เตรียมเป็นก้อนกลม แล้วอัดลงไปในแบบพิมพ์ที่เตรียมไว้ใช้ใบมีดกดลงไปในแบบในขณะที่หมุนดินจะถูกอัดตามแบบก็จะได้ถ้วยตามต้องการ

ภาพที่ 6
แสดงเครื่องมือขึ้นรูปด้วยใบมีด



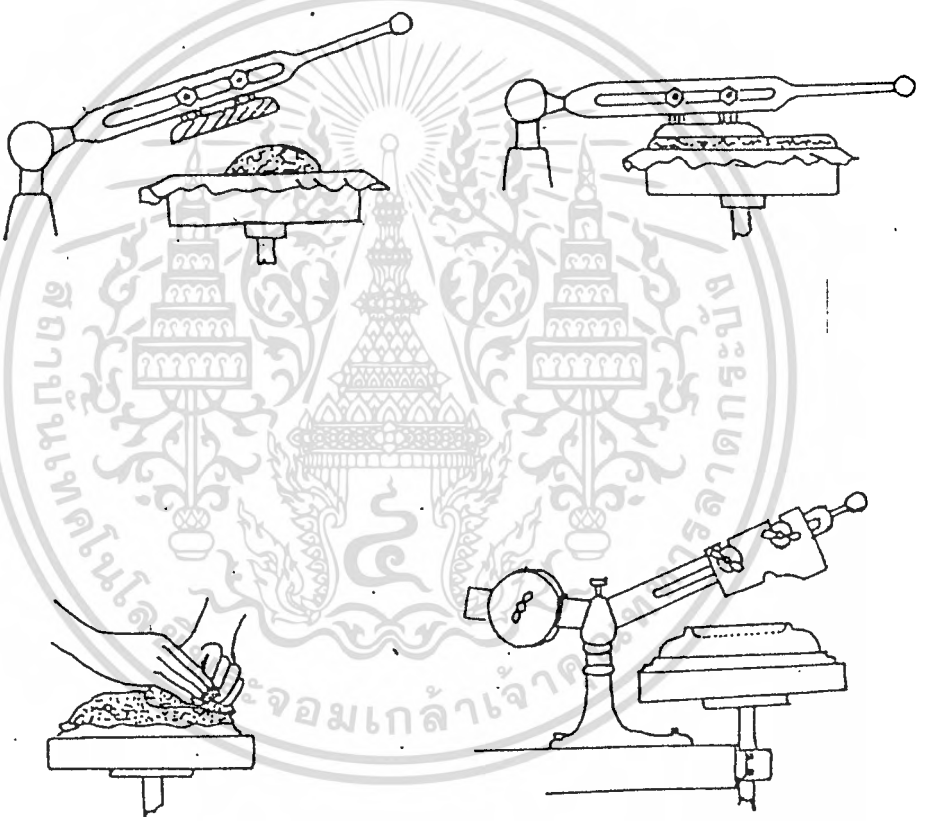
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.2 **การขึ้นรูปแบบกดแบบด้วยเครื่องจักร** (TURNING)

วิธีนี้เหมาะกับการผลิตในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งต้องการความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในการผลิตให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดและรูปทรงเหมือนกัน จำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น การขึ้นรูปวิธีนี้ใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะปากเปิด (OPEN FORM) การทำงานอาจใช้คนงานรวมกับเครื่องจักร หรือตั้งระบบอัตโนมัติให้เครื่องจักรทำงานเองโดยมีคนเป็นผู้ควบคุม

ภาพที่ 7

แสดงกระบวนการขึ้นรูปด้วยใบมีดแบบภายนอก (OUTSIDE)



2.7.2.3 **วิธีขึ้นรูปแบบวิธีหล่อ** (CASTING)

การหล่อสลิปแตกต่างกว่าในหลายวิธี อาศัยพิมพ์ซึ่งทำด้วย**ปูนพลาสเตอร์** (PLASTER MOLD) เป็นหลักและเป็นตัวดูดน้ำในสลิปให้แห้งและคงรูปตามแบบพิมพ์การผลิตด้วยวิธีหล่อสลิปนี้ สามารถผลิตงานเหมือนกัน เท่ากัน แบบพิมพ์ชิ้นหนึ่ง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวันหนึ่งอาจผลิตได้ไม่มากนัก เนื่องจากพิมพ์มีความชื้นจากการหล่อ การหล่อสลิปในระยะแรกอัตราการดูดซึมน้ำได้รวดเร็ว แต่ในระยะหลังอัตราการดูดน้ำจะช้าลงตามลำดับ

การหล่อสลิปที่นิยมทำกันมี 2 วิธี คือ

(ก) **การหล่อสลิปแบบกลวง** (DRAIN CASTING) หมายถึง การหล่อเมื่อได้ความหนาพอสมควรของผลิตภัณฑ์ก็เทน้ำสลิปออกจากพิมพ์ เทคนิคในการเทสลิปต้องค่อย ๆ เท และคว่ำไว้จนหมดสลิปในแบบ มิฉะนั้นจะทำให้ผิวภายในขรุขระ พิมพ์ที่ใช้อาจจะเป็นพิมพ์ชิ้นเดียวหรือหลาย ๆ ชิ้นก็ได้

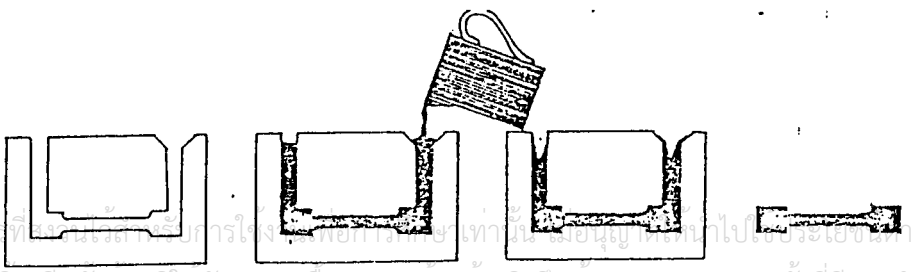
ภาพที่ 8

แสดงกระบวนการการหล่อสลิปแบบกลวง

(ข) **การหล่อสลิปแบบตัน** (SOLID CASTING) หมายถึง การหล่อสลิปลงในพิมพ์ให้เป็นแท่งตัน ข้อแตกต่างกันคือ จะต้องทำแบบพิมพ์ไม่เหมือนกันกับแบบกลวง พิมพ์แบบนี้จำกัดความหนาของผลิตภัณฑ์ นิยมใช้ในการหล่อจานเปล เครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ

ภาพที่ 9

แสดงกระบวนการการหล่อสลิปแบบตัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 **หลักการตกแต่งผลิตภัณฑ์** (Finishing)

การตกแต่งผลิตภัณฑ์ขึ้นสำเร็จ หรือขั้นสุดท้ายก่อนเข้าเตาเผา ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าและเรียบร้อยยิ่งขึ้น ในช่วงนี้เราเรียกว่า Green ware ผลิตภัณฑ์ใดก็ตามจะขึ้นรูปด้วยวิธีปั้น หล่อ ก็ตาม ควรมีการตกแต่งให้เรียบร้อยก่อนนำไปเผา ทุกครั้งเสมอ

หลักการตกแต่งผลิตภัณฑ์ควรจะตกแต่งในลักษณะของดินที่ยังหมาด ๆ (Leatherhard) ใช้เครื่องมือมีคม ขูด แต่งตามรอยต่อ ควรใช้ความระมัดระวังให้มาก เพราะดินเปราะและหักง่าย ในขณะที่แต่งผลิตภัณฑ์ควรวางผลิตภัณฑ์บนสิ่งที่อ่อนนุ่ม หรือบนฟองน้ำก็ได้ เพื่อป้องกันการกระทบกระแทกซึ่งอาจจะบิ่นได้

ผลิตภัณฑ์ชนิดเป็นจานหรือถ้วย ปากกว้างกลม ควรแต่งบนแป้นหมุนโดยวางบนคันเน็ต (Clay chuck) ช่วยให้ตกแต่งได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น เครื่องมือที่ใช้ตกแต่งควรมีลักษณะโค้งงอและมีคม

การตกแต่งผลิตภัณฑ์ ที่นิยมตกแต่งด้วยวิธีขัดให้เป็นมัน คล้ายเคลือบ หมายถึง การขัดผิวให้เรียบเป็นเงามัน โดยใช้หินละเอียดถูบนผลิตภัณฑ์ เช่น คนโทน้ำดื่มที่ทำในจังหวัดเชียงใหม่ ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ไม่นิยมการเคลือบ

การตกแต่งผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเปียก (Wet-Finishing) ควรใช้ฟองน้ำลูบตามผิวให้เรียบ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะแห้งหรือผ่านการเผาดิบมาแล้ว ควรใช้กระดาษทรายขัดตั้งแต่ กระดาษชนิดหยาบจนถึงละเอียดที่สุด

2.7.4 **การอบหรือผึ่งผลิตภัณฑ์** (Dry)

การอบผลิตภัณฑ์นับว่ามีความสำคัญมาก ยิ่งผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ ถ้าปล่อยให้แห้งเร็วเกินไปจะทำให้เกิดรอยแตกร้าว ทำให้เสียเวลาและแรงงาน เครื่องอบอุณหภูมิประมาณ 50 - 60 องศาเซลเซียส ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ขนาดเล็กอาจใช้ถุงพลาสติกคุม หรือใช้ผ้าชุบน้ำคุม ปล่อยให้แห้งไปอย่างช้า

2.7.5 **การเผาครั้งที่ 1 หรือเผาเนื้อดิน** (Biscuti Firing) วัตถุประสงค์ในการเผาครั้งแรกก็เพื่อให้เนื้อดินแห้ง และแกร่งขึ้น น้ำที่เหลืออยู่ในเนื้อดินจะระเหยออกมาจนหมด อุณหภูมิที่เผาประมาณ 900 - 950 องศาเซลเซียส

2.7.6 **การเตรียมน้ำยาเคลือบ** บดวัตถุดิบให้ละเอียด นำมาชั่งน้ำหนักตามที่ต้องการ และใส่ลงถังบด (Ball Mill) เพื่อบดให้เป็นเนื้อเดียวกัน น้ำเคลือบก็เช่นเดียวกับเนื้อดิน ถ้าปล่อยทิ้งไว้วัตถุดิบจะตกตะกอน

2.7.7 **เขียนลาย** ลายที่เขียนมีอยู่ 2 แบบ คือ ลายบนเคลือบกับลายใต้เคลือบ ลายบนเคลือบจะเคลือบเสียก่อนแล้วจึงเขียนลาย ส่วนลายใต้เคลือบ จะเขียนลายเสียก่อนแล้วจึงนำไปเคลือบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

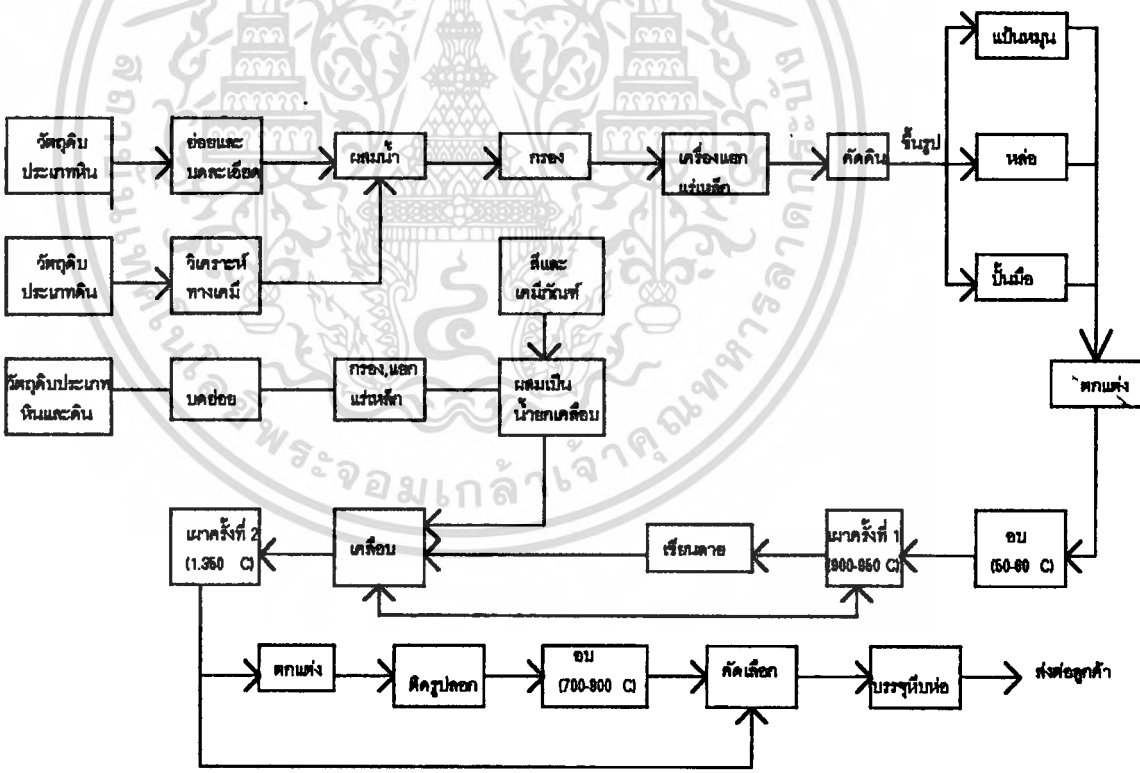
2.7.8 **การชุบเคลือบ** นำภาชนะที่เผาครั้งที่ 1 แล้วนำมาชุบน้ำยาเคลือบ ซึ่งการชุบน้ำยาเคลือบมี 2 วิธี คือ ชุบด้วยมือ และใช้เครื่อง สิ่งที่ควรระวัง คือ ความเข้มข้นของเคลือบ และความหนาในการชุบ การชุบเคลือบจะเขียนลายก่อน หรือจะเขียนลายหลังชุบเคลือบก็ได้ แล้วแต่จะใช้สีบนเคลือบหรือสีใต้เคลือบ

2.7.9 **การเผาเคลือบ** เป็นการเผาครั้งที่ 2 เผาที่อุณหภูมิประมาณ 1,350 องศาเซลเซียส เพื่อให้น้ำยาเคลือบหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน กับเนื้อดินภาชนะเผาแล้วจะมีลักษณะเรียบเป็นมัน

2.7.10 **คัดเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อบรรจุหีบห่อ นำออกไปจำหน่ายต่อไป**

ภาพที่ 10

แผนผังกรรมวิธีการผลิตเครื่องปั้นดินเผาและเครื่องเคลือบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 รูปแบบผลิตภัณฑ์ภาชนะบรรจุอาหารทั่วไป

รูปแบบผลิตภัณฑ์ภาชนะบรรจุอาหารที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ มีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งแตกต่างกันทางด้านรูปทรงบ้าง ลวดลายบ้าง โดยจะมีการออกแบบให้เกิดความกลมกลืนเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันทั้งชุด รูปแบบภาชนะบรรจุอาหารสามารถแบ่งออกเป็นลักษณะใหญ่ ๆ ตามลักษณะการตกแต่งลวดลาย และรูปแบบได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

2.8.1 **รูปแบบคลาสสิค** (Classic)

เป็นรูปแบบที่มีการตกแต่งลวดลายอย่างวิจิตร หรูหรา รูปทรงก็อ่อนช้อยงดงาม บอบบาง รูปแบบคลาสสิคเป็นรูปแบบที่มีความนิยมกันมากในสมัยคริสศตวรรษที่ 17 - 18 ทางประเทศแถบยุโรป ซึ่งในสมัยนั้นเป็นสมัยที่มีความนิยมความหรูหราประดับประดา ปัจจุบันรูปทรงแบบนี้เป็นที่แพร่หลาย และรู้จักกันโดยทั่วไป ปัจจุบันยังมีการใช้งานกันอยู่บ้าง แต่ไม่ค่อยเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย เพราะมีราคาสูง และหาซื้อยาก

ภาพที่ 11

แสดงภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหารรูปแบบคลาสสิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 **รูปแบบประเพณี** (Traditional)

เป็นรูปแบบที่เรียบง่าย รูปทรงก็เป็นแบบธรรมดาไม่มีการตกแต่งอย่างมากมาย เป็นการออกแบบที่เหมาะสมกับการใช้งานจริง ๆ และมีลวดลายที่เรียบง่ายสบายตา รูปแบบนี้ถือกันว่าเป็นรูปแบบที่มีการสืบทอดกันมาจนเป็นประเพณี เพราะเป็นรูปแบบที่มีการพัฒนาขึ้นในยุคที่เกิดการปฏิวัติทางอุตสาหกรรม โดยลดความหรูหราลงเพื่อให้เป็นรูปแบบที่สามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้ แต่ต้องให้ผู้คนในยุคนั้นสามารถยอมรับได้ไม่ใช่เป็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบไปอย่างกระทันหัน รูปแบบนี้จึงเป็นรูปแบบที่มีการใช้งานกันมากที่สุด แทบกล่าวได้ว่าเป็นชีวิตประจำวันซึ่งต้องใช้งาน ซึ่งในปัจจุบันนี้ก็ยังมีใช้กันอยู่ทั่วไปทุกครัวเรือน มีลวดลายและสีสรรต่าง ๆ มากมาย ราคาก็ไม่แพงมาก จึงเป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมมากตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

ภาพที่ 12

แสดงภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหารรูปแบบประเพณี

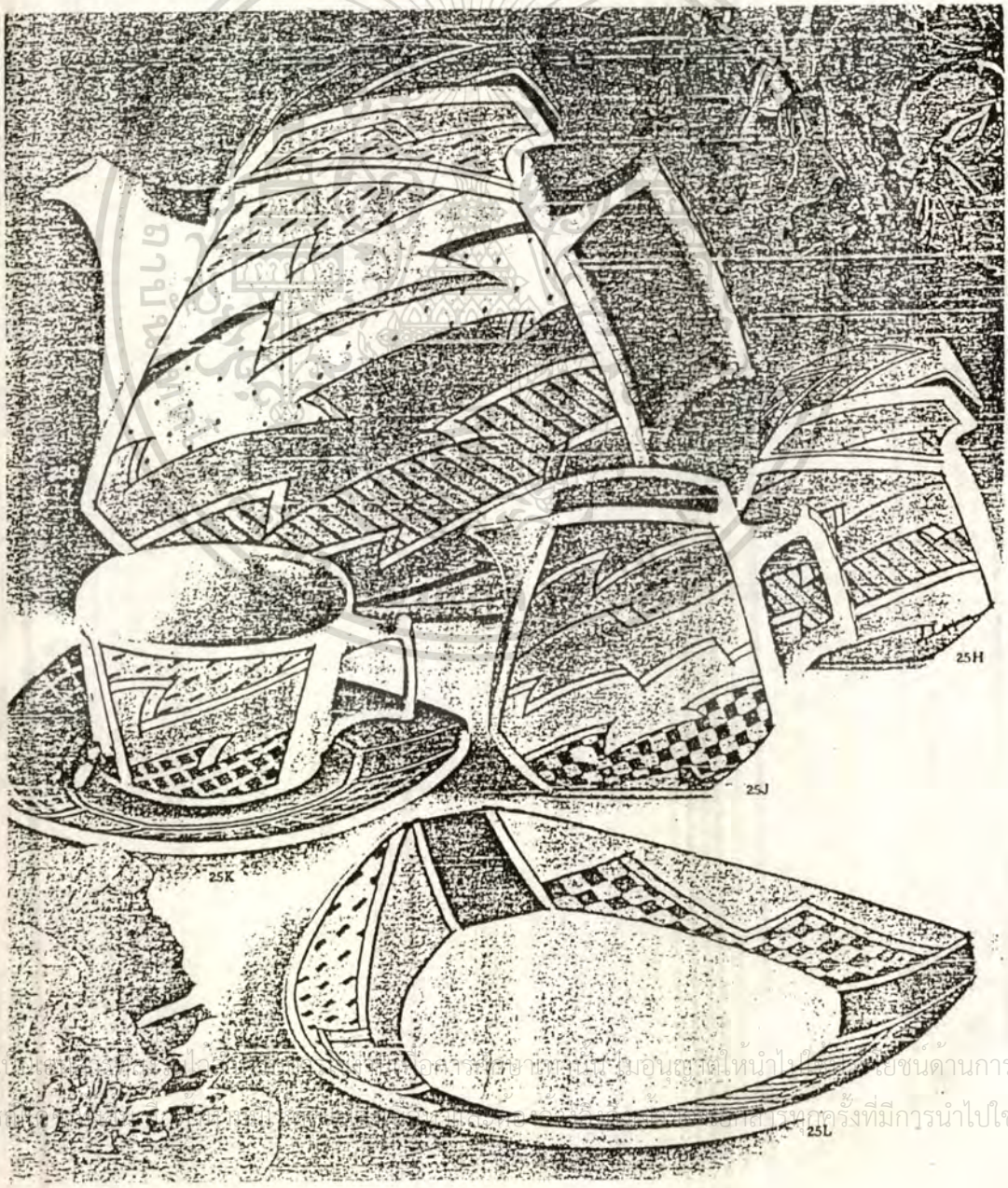
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 **รูปแบบสมัยใหม่** (Modern)

เป็นรูปแบบที่ไม่มีการยึดติดกับรูปทรงแบบเดิมฯ เป็นการออกแบบเพื่อให้เกิดความแปลกใหม่ เนื่องจากเกิดความเบื่อหน่ายในรูปแบบเดิมที่ใช้กันอยู่ ไม่เน้นถึงหน้าที่ใช้สอยมากนัก รูปแบบนี้จึงมีการตกแต่งลวดลายที่ใช้สีสรรต่าง ๆ มาก และรูปทรงก็ดูแปลกตากว่าที่เคยพบในปัจจุบัน โดยอาจจะเป็นการตัดทอนรูปทรงของเดิมออกไปบ้าง หรือบางครั้งอาจใช้รูปทรงแบบเดิมแต่ใช้สีสรรและลวดลายที่แปลกตา ก็ทำให้ดูแปลกใหม่ได้เช่นกัน รูปทรงแบบนี้ก็ไม่เป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายนัก เพราะผู้คนในยุคเดิมอาจจะไม่ยอมรับ

ภาพที่ 13

แสดงภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหารรูปแบบสมัยใหม่



เอกสารนี้เ[illegible] ไม่ว่ากร[illegible] ครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ขนาดสัดส่วนและราคาของภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร

ผลิตภัณฑ์ภาชนะบรรจุอาหารทั่วไปที่จำหน่ายในประเทศ การจำหน่ายจะมีทั้งแยกจำหน่ายเป็นชิ้น และจำหน่ายเป็นชุด มีทั้งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศและผลิตภัณฑ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ทางด้านราคาก็แตกต่างกันตามคุณภาพและชนิดของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 3

แสดงขนาดสัดส่วนและราคาของผลิตภัณฑ์เซรามิคที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศ

รายการ	ราคา (บาท)	ขนาดสัดส่วน(หมายเหตุ)
1. ชามชุดต่าง ๆ 20 ชิ้น	460-720/ชุด	- ประกอบด้วย (1) จานตื้นขอบหนาเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว จำนวน 4 ชิ้น (2) จานตื้นขอบหนาเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 นิ้ว จำนวน 4 ชิ้น (3) ชามเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว จำนวน 4 ชิ้น (4) ถ้วยกาแฟ จำนวน 4 ชิ้น (5) จานรองถ้วยกาแฟ จำนวน 4 ชิ้น
2. จานตื้น	15-35/ใบ	- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว - 10 1/2 นิ้ว
3. ชามซุป	20-34/ใบ	- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว - 8 นิ้ว
4. กากาแฟเล็ก	40/ใบ	
5. กากาแฟใหญ่	120/ใบ	
6. จาน ขนาด 9 นิ้ว	12-20/ใบ	- ติดรูปลอกพร้อมขอบทองและเงิน
7. จาน ขนาด 9 นิ้ว	6-10/ใบ	- ชนิดธรรมดา
8. จาน ขนาด 7 นิ้ว	5-8/ใบ	- ชนิดธรรมดา

ที่มา : กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4

แสดงขนาดสัดส่วนและราคาของผลิตภัณฑ์เซรามิคที่นำเข้าจากต่างประเทศ

รายการ	ราคา	สถานที่สำรวจ	ขนาดสัดส่วน(หมายเหตุ)
ยี่ห้อ HCC ของญี่ปุ่น	1,200 บาท/ชุด	ตลาดปีนัง	1 ชุด มี 32 ชิ้น ประกอบด้วย
ยี่ห้อ Pagnossin ของอิตาลี	1,400 บาท/ชุด	ตลาดปีนัง	- จาน เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 นิ้ว จำนวน 6 ใบ
ยี่ห้อ Hankook ของเกาหลี	1,250 บาท/ชุด	ตลาดปีนัง	- จาน เส้นผ่าศูนย์กลาง 7 นิ้ว จำนวน 6 ใบ
ยี่ห้อ Sangostone ของเกาหลี	1,200 บาท/ชุด	ตลาดปีนัง	- ชามซุป เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว จำนวน 6 ใบ
ยี่ห้อ NIKKOของญี่ปุ่น	1,000-5,500 บาท/ชุด	ตลาดปีนัง	- ถ้วยกาแฟ - จานรอง จำนวน 12 ใบ
ยี่ห้อ Arcopal ของฝรั่งเศส	2,200 บาท/ชุด	ตลาดปีนัง	- ชามซุป เส้นผ่าศูนย์กลาง 11 1/2 นิ้ว จำนวน 1 ใบ
ยี่ห้อ NIKKOของญี่ปุ่น	2,340-2,700	ไทยไดมารู	- Stoneware
ยี่ห้อ NIKKOของญี่ปุ่น	2,820-5,250	ไทยไดมารู	- Porcelain
ยี่ห้อ NIKKOของญี่ปุ่น	6,500-9,950	ไทยไดมารู	- Bone china 1 ชุด มี 32 ชิ้น
ยี่ห้อ Noritake ของญี่ปุ่น	4,000-9,950	ไทยไดมารู	- Bone china
ยี่ห้อ Noritake ของญี่ปุ่น	12,000	ไทยไดมารู	- Stoneware
ยี่ห้อ Arklow ของไอร์แลนด์	2,500	ไทยไดมารู	- Porcelain
ถ้วยชาม ของสาธารณรัฐประชาชนจีน	130 บาท/โหล	ตลาดปีนัง	- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว
	160 บาท/โหล	ตลาดปีนัง	- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 นิ้ว
	220 บาท/โหล	ตลาดปีนัง	- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว
	260 บาท/โหล	ตลาดปีนัง	- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 นิ้ว
ยี่ห้อ Oriental ceramic ของมาเลเซีย	380 บาท/โหล	ตลาดปีนัง	- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 นิ้ว

ตารางที่ 4 (ต่อ)

รายการ	ราคา	สถานที่สำรวจ	ขนาดสัดส่วน(หมายเหตุ)
ชาม ยี่ห้อ Arcopal ของฝรั่งเศส	58 บาท/ใบ	ตลาดปีนัง	- เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 1/2 นิ้ว
ชาม ยี่ห้อ Arcopal ของฝรั่งเศส	61 บาท/ใบ	ตลาดปีนัง	- เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 1/4 นิ้ว
ชาม ยี่ห้อ Arcopal ของฝรั่งเศส	56 บาท/ใบ	ตลาดปีนัง	- เส้นผ่าศูนย์กลาง 7 1/2 นิ้ว
ชุดกาแฟ Arcopal ของฝรั่งเศส	65 บาท/ใบ	ตลาดปีนัง	- แก้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 1/3 นิ้ว - ชาม เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 1/4 นิ้ว
ชุดกาแฟ Arcopal ของฝรั่งเศส	56 บาท/ชุด	ตลาดปีนัง	- แก้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 1/2 นิ้ว - ชาม เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 1/2 นิ้ว
ชุดกาแฟ Arcopal ของฝรั่งเศส	51 บาท/ชุด	ตลาดปีนัง	- แก้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว - ชาม เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว
ชาม สาธารณรัฐประชาชนจีน	28 บาท/ใบ	ตลาดปีนัง	- เส้นผ่าศูนย์กลาง 8 3/4 นิ้ว
ชาม สาธารณรัฐประชาชนจีน	24 บาท/ใบ	ตลาดปีนัง	- เส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว
ชาม สาธารณรัฐประชาชนจีน	18 บาท/ใบ	ตลาดปีนัง	- เส้นผ่าศูนย์กลาง 7 นิ้ว
ชาม สาธารณรัฐประชาชนจีน	14 บาท/ใบ	ตลาดปีนัง	- เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว
ชาม ยี่ห้อ Arklow ของฝรั่งเศส	68 บาท/ใบ	ตลาดปีนัง	- เส้นผ่าศูนย์กลาง 7 1/2 นิ้ว
ชาม ยี่ห้อ Arklow ของฝรั่งเศส	95 บาท/ใบ	ตลาดปีนัง	- เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 นิ้ว
ชาม ยี่ห้อ NIKKO ของญี่ปุ่น	87 บาท/ใบ	ห้างเซ็นทรัลพลาซ่า	- เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 1/2 นิ้ว
ชาม ยี่ห้อ NIKKO ของญี่ปุ่น	62 บาท/ใบ	ห้างเซ็นทรัลพลาซ่า	- เส้นผ่าศูนย์กลาง 7 1/4 นิ้ว
ชาม ยี่ห้อ NIKKO ของญี่ปุ่น	48 บาท/ใบ	ห้างเซ็นทรัลพลาซ่า	- เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 1/4 นิ้ว
ชาม ยี่ห้อ Oriental Ceramic ของมาเลเซีย	36 บาท/ใบ	ห้างเซ็นทรัลพลาซ่า	- เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 1/4 นิ้ว
ชาม ยี่ห้อ Oriental Ceramic ของมาเลเซีย	18 บาท/ใบ	ห้างเซ็นทรัลพลาซ่า	- เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 1/2 นิ้ว

ที่มา : กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

2.10 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม[1] ภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร สโตนแวร์

2.10.1 **ขอบข่าย** มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนวัสดุและการทำ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชัดตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร สโตนแวร์ ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า "ภาชนะสโตนแวร์"

2.10.2 บทนิยาม ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.10.2.1 **เซรามิค** (ceramic) หมายถึง ผลิตภัณฑ์อโลหะอนินทรีย์ที่ผ่านตัวหลังจากเผาผนึกหรือหลอมที่อุณหภูมิสูง

2.10.2.2 **ภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร** หมายถึง ภาชนะเซรามิคที่ใช้ใส่อาหารในการเตรียม การเก็บรักษา หรือการบริโภค ยกเว้นภาชนะหุงต้ม ได้แก่

(1) **ภาชนะแบบแบน** (flatware) หมายถึง ภาชนะที่มีความลึกไม่เกิน 25 มิลลิเมตร เมื่อวัดในแนวดิ่งจากจุดลึกที่สุดภายในภาชนะถึงงแนวระดับราบของขอบริมบนสุดของภาชนะ

(2) **ภาชนะแบบลึก** (hollow ware) หมายถึง ภาชนะที่มีความลึกเกิน 25 มิลลิเมตร เมื่อวัดในแนวดิ่งจากจุดลึกที่สุดภายในภาชนะถึงแนวระดับราบของขอบริมบนสุดของภาชนะ

(2.1) **ภาชนะแบบลึกขนาดเล็ก** (small hollow ware) หมายถึง ภาชนะที่มีความจุน้อยกว่า 1.1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

(2.2) **ภาชนะแบบลึกขนาดใหญ่** (large hollow ware) หมายถึง ภาชนะที่มีความจุตั้งแต่ 1.1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ขึ้นไป

2.10.2.3 **ภาชนะสโตนแวร์** (stoneware) หมายถึง ภาชนะเซรามิคเคลือบผิวมีความพรุนตัวต่ำ ทึบแสง และเนื้อโดยทั่วไปไม่เป็นสีขาว

---

[1]สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, มาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร สโตนแวร์ (กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2529), หน้า 1 - 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.3 **ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน**

2.10.3.1 **ขนาด**

ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนดังนี้

(1) เส้นผ่านศูนย์กลาง ความกว้าง และความยาว จะมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± ร้อยละ 5

(2) ความจุจะมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ $+0^{15}$ เมื่อบรรจุน้ำถึงขอบบนสุดโดยไม่ล้น ที่อุณหภูมิห้อง

2.10.3.2 **ความเบี้ยว**

ถ้าเป็นภาชนะแบบแบน เส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลาง (จุดตัดของ แกนยาวและแกนสั้น ในกรณีของวงรี) ไปยังขอบภาชนะทั้งสองข้างที่อยู่ตรงข้ามกันจะต่างกันได้ไม่เกิน 2 มิลลิเมตร

ถ้าเป็นภาชนะแบบลึก เส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลาง (จุดตัดของแกนยาวและแกนสั้น ในกรณีของวงรี) ไปยังขอบภาชนะทั้งสองข้างที่อยู่ตรงข้ามกันจะต่างกันได้ไม่เกิน 3 มิลลิเมตร

2.10.3.3 **ขอบบิดงอและเอียง**

ภาชนะสโตนแวร์จะมีขอบบิดงอได้ไม่เกิน 2 มิลลิเมตร และเอียงได้ไม่เกิน 2 องศา เมื่อวัดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร : ปอร์ซเลน มาตรฐานเลขที่ มอก.564

2.10.3.4 **ความราบเรียบ**

พื้นจานจะต้องราบเรียบ และเมื่อวัดตาม มอก.564 แล้ว ค่าที่วัดได้ตรงส่วนที่สูงสุดและต่ำสุดจะต่างกันได้ไม่เกิน 2 มิลลิเมตร

2.10.4 **วัสดุและการทำ**

ภาชนะสโตนแวร์ต้องเป็นภาชนะเซรามิคชนิดสโตนแวร์ ที่ทำจากส่วนผสมของดินขาว ดินดำ หินฟันม้า เป็นส่วนใหญ่ ขึ้นรูปเป็นภาชนะ นำมาเคลือบผิวแล้วเผาจนได้ที่

2.10.5 **คุณลักษณะที่ต้องการ**

2.10.5.1 **ลักษณะทั่วไป**

(1) ภาชนะสโตนแวร์ทุกใบในชุดเดียวกัน ต้องมีแบบ สี และการตกแต่งที่กลมกลืนเข้ากันได้

(2) ถ้วยต้องวางตรงกลางจานรองได้สนิท ไม่โคลงเคลง หรือหมุนได้

(3) หูภาชนะ (ถ้ามี) ต้องอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) ปากหรือพวย (ถ้ามี) ต้องมีลักษณะที่ยกขึ้นรินแล้วไม่ทำให้ของเหลวไหลย้อยลงมาตามภาชนะ

(5) ฝา (ถ้ามี) ต้องปิดได้พอดี และไม่หลุดจากตัวภาชนะที่มีปากหรือพวย เมื่อรินของเหลวออก

(6) ผิวทั้งหมดที่มองเห็นได้ จะต้องเคลือบสม่ำเสมอ ยกเว้นจุก (stopcock) ส่วนที่เป็นเกลียว และผิวที่ขอบล่างสุดของฐานภาชนะซึ่งไม่จำเป็นต้องเคลือบ แต่ผิวที่มิได้เคลือบนี้จะต้องเรียบร้อย

2.10.5.2 **ข้อบกพร่อง**

ภาชนะสโตนแวร์ต้องไม่มีข้อบกพร่องสำคัญ แต่อาจมีข้อบกพร่องย่อยได้ไม่เกิน 3 ข้อ

(1) **ข้อบกพร่องสำคัญ**

(1.1) จุดขนาดตั้งแต่ 0.5 มิลลิเมตรขึ้นไปที่ด้านในภาชนะ

(1.2) จุดขนาด 0.25 มิลลิเมตรแต่ไม่ถึง 0.5 มิลลิเมตร ตั้งแต่ 4 จุด ขึ้นไปที่ด้านในภาชนะ

(1.3) รูเข็มขนาดตั้งแต่ 0.5 มิลลิเมตรขึ้นไป

(1.4) รูเข็มขนาดเล็กกว่า 0.5 มิลลิเมตร ตั้งแต่ 4 รูขึ้นไปที่ด้านในภาชนะ

(1.5) ฝุ่นหรือเศษวัสดุฝังในขนาดตั้งแต่ 1 มิลลิเมตรขึ้นไป

(1.6) รอยร้าว ราน

(1.7) รอยเปื้อนเนื่องจากการตกแต่ง

(1.8) สีผิดมาตรฐาน

(1.9) การตกแต่งผิดที่ หรือไม่สมบูรณ์

(1.10) รอยบิ่น (รอยบิ่นที่เนื้อขนาดน้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตรที่ขอบและน้อยกว่า 3.0 มิลลิเมตรที่ฐาน แต่ได้ผ่านการเคลือบแล้วไม่ถือว่าเป็นข้อบกพร่อง)

(1.11) จุดที่เคลือบไม่ติด (จุดที่อยู่ทางด้านหลัง และจุดที่เกิดจากเครื่องพ่นฝอยไม่ถือว่าเป็นข้อบกพร่อง)

(1.12) รอยนูน (blister)

(1.13) ผิวเคลือบหนาจนมีโพรงอากาศเล็ก ๆ หรือออกเขียว

(2) **ข้อบกพร่องย่อย**

(2.1) จุดขนาดเล็กกว่า 0.5 มิลลิเมตร ตั้งแต่ 5 จุดขึ้นไปที่ด้านนอกภาชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2.2) รูเข็มขนาดเล็กกว่า 0.5 มิลลิเมตร ตั้งแต่ 5 รูขึ้นไปที่ด้านนอกภาชนะ

(2.3) ฝุ่น เศษวัสดุฝังในหรือรอยขีดข่วนที่เคลือบขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร ตั้งแต่ 4 แห่งขึ้นไปที่ด้านในภาชนะ และ 5 แห่งขึ้นไปที่ด้านนอกภาชนะ

(2.4) ข้อบกพร่องตามข้อ (2.2) และข้อ (2.3) รวมกันตั้งแต่ 4 แห่งขึ้นไปที่ด้านนอกภาชนะ

(2.5) ผิวเคลือบบาง

2.10.5.3 **ปริมาณตะกั่วและแคดเมียม**

เมื่อวิเคราะห์ตามวิธีที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร : ปริมาณและวิธีวิเคราะห์ตะกั่วและแคดเมียม มาตรฐานเลขที่ มอก.32 ปริมาณตะกั่วและแคดเมียมที่สกัดออกมาจากภาชนะสโตนแวร์จะต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 5

ตารางที่ 5

เกณฑ์กำหนดปริมาณตะกั่วและแคดเมียมที่สกัดออกมาจากภาชนะสโตนแวร์

ผลิตภัณฑ์	เกณฑ์ที่กำหนดไม่เกิน	
	ตะกั่ว	แคดเมียม
ภาชนะแบบแบน มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร	1.7	0.17
ภาชนะแบบลึกขนาดเล็ก มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร	5.0	0.50
ภาชนะแบบลึกขนาดใหญ่ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร	2.6	0.25

2.10.5.4 ความทนต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิโดยฉับพลัน

ภาชนะสโตนแวร์ต้องทนต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิโดยฉับพลัน ที่แตกต่างกัน 120 องศาเซลเซียส โดยเมื่อทดสอบตาม มอก. 564 แล้ว ผิวเคลือบต้องไม่มีรอยร้าน หรือตัวอย่างต้องไม่มีรอยแยก

2.10.5.5 การดูดซึมน้ำ

ภาชนะสโตนแวร์ต้องไม่ดูดซึมน้ำ โดยเมื่อทดสอบตาม มอก. 564 แล้ว ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำต้องไม่เกินร้อยละ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.5.6 ความเปียก

ภาชนะสโตนแวร์ที่เป็นจาน เมื่อนำมาทำความสะอาดด้วยสำลีชุบเอทานอลและทำให้แห้ง แล้วจุ่มลงในน้ำสะอาด ผิวจานส่วนที่ทำความสะอาดแล้วต้องเปียกน้ำสม่ำเสมอ

2.10.5.7 ความทนต่อการราน

เมื่อทดสอบตามภาคผนวก ก. แล้ว ผิวเคลือบต้องไม่มีรอยแยกหรือรอยราน

2.10.5.8 ความทนแรงกระแทก

ภาชนะสโตนแวร์ต้องมีความทนแรงกระแทก ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตารางที่ 6 โดยไม่เกิดรอยร้าวถึงริมหรือเป็นรูทะลุ ในกรณีที่เป็นภาชนะแบบแบน และไม่เกิดรอยร้าวถึงก้นภาชนะหรือมีส่วนใดส่วนหนึ่งบิ่นออก ในกรณีที่เป็นถ้วยหรือชาม เมื่อทดสอบตาม ANSI/ASTM C 368

2.10.5.9 ความทนแรงกระทบที่ขอบ

ภาชนะสโตนแวร์เฉพาะแบบแบนต้องมีความทนแรงกระทบที่ขอบไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตารางที่ 6 โดยผิวเคลือบไม่หลุดออก หรือภาชนะไม่แตก เมื่อทดสอบตาม ANSI/ASTM C 368

ตารางที่ 6

ความทนแรงกระแทกและความทนแรงกระทบที่ขอบ

รายการที่	ชนิดภาชนะสโตนแวร์	ขนาด	ความทนแรงกระแทก นิวตันเมตร	ความทนแรงกระทบที่ขอบ นิวตันเมตร
1	ถ้วยหรือชาม	ทุกขนาด	0.04	-
2	จานรอง	ทุกขนาด	0.06	0.10
3	จาน	เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 200 มิลลิเมตร	0.06	0.10
		เส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 200 มิลลิเมตร ขึ้นไป	0.08	0.12

2.10.6 **เครื่องหมายและฉลาก**

2.10.6.1 **ที่กันภาชนะสโตนแวร์ทุกใบ** อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมาย แจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และถาวร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) คำว่า "สโตนแวร์"

(2) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้า

2.10.6.2 **ที่กล่องบรรจุภาชนะสโตนแวร์ทุกกล่อง** อย่างน้อยต้องมีเลขอักษร หรือเครื่องหมาย แจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) คำว่า "สโตนแวร์"

(2) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความกว้าง ความยาว หรือความจุ

(3) จำนวนและชนิดในกล่อง

(4) รหัสรุ่นที่ทำ

(5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานผู้ทำ หรือเครื่องหมายการค้า

(6) ประเทศที่ทำ

2.10.6.3 **ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ** ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

2.10.6.4 **ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้** จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

2.10.7 **การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน**

2.10.7.1 **รุ่น** ในนี้หมายถึง ภาชนะสโตนแวร์ที่ทำขึ้นจากวัตถุดิบและส่วนผสมอย่างเดียวกัน มีขนาด รูปร่างและการแต่งสีเหมือนกัน ทำในคราวเดียวกัน จำนวนไม่เกิน 5,000 ใบ

2.10.7.2 **การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน** ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

(1) **การชักตัวอย่าง**

(1.1) ให้ชักตัวอย่างจำนวน 15 ใบ จากแต่ละรุ่น

(1.2) ให้นำตัวอย่างทั้งหมดไปตรวจสอบลักษณะทั่วไป และข้อบกพร่อง จากนั้นจึงแบ่งตัวอย่างไปทดสอบรายการต่าง ๆ ดังนี้

(1.2.1) ให้ใช้ตัวอย่างจำนวน 2 ใบ สำหรับการทดสอบปริมาณตะกั่วและแคดเมียม

(1.2.2) ให้ใช้ตัวอย่างจำนวน 3ใบ สำหรับการทดสอบความทนต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิโดยฉับพลัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1.2.3) ให้ใช้ตัวอย่างจำนวน 5 ใบ สำหรับการทดสอบความเปียก

(1.2.4) ให้ใช้ตัวอย่างจำนวน 5 ใบ ที่ผ่านการทดสอบความเปียกมาแล้ว มาทดสอบความทนแรงกระแทก การดูดซึมน้ำ และความทนต่อการร้าน และให้ใช้ตัวอย่างภาชนะแบบแบนอีก 5 ใบสำหรับการทดสอบความทนแรงกระทบที่ขอบ

(2) **เกณฑ์ตัดสิน**

ภาชนะสโตนแวร์แต่ละรุ่น จะถือว่ามีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เมื่อผลการทดสอบเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกรายการ

2.11 การศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง

โครงสร้างคือ สิ่งที่จัดสร้างขึ้นโดยการรวมหน่วยต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ให้ทำหน้าที่อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ซึ่งต้องการความมั่นคงบางประการ

2.11.1 **หน้าที่ของโครงสร้าง** โครงสร้างอาจแยกเป็นหลายส่วนหลายตอนประกอบรวมกันจนสำเร็จเป็นตัวอาคารขึ้นมา โครงสร้างย่อยอาจแยกเป็นหลายจุดหลายตอน รูปร่างของโครงสร้างแต่ละชนิดมีลักษณะที่เฉพาะ เนื่องจากมีแรงและน้ำหนักบรรทุกเป็นตัวการจัดระเบียบหรือบังคับให้เกิดเป็นรูปร่างต่าง ๆ กันไป เมื่อแรงที่ถ่ายทอดต่อเนื่องถูกตามกฎเกณฑ์โครงสร้างนั้นก็จะตั้งอยู่ได้อย่างมั่นคงและก่อให้เกิดความรู้สึกพึงพอใจเมื่อมองดู ฉะนั้น เมื่อจะต้องใช้วัสดุต่าง ชนิดกันก็ต้องใช้ให้เหมาะสมกับความสามารถของการรับแรงนั้น ๆ ด้วย

2.11.2 **แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุประกอบเป็นโครงสร้าง** แรงต้านทานภายใน (Resistance Forces) ที่ได้กล่าวนี้ อาจแยกเป็น 5 ชนิดด้วยกัน ดังนี้

2.11.2.1 **แรงดึง** (Tension Or Pull Or Suction) ด้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุนั้นแผ่ยืดออก ยาวออกหรือขาดจากกัน

2.11.2.2 **แรงอัด** (Compression Or Push Or Pressure) ด้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุนั้นหดสั้นเข้า บีบเข้าหรือแตก

2.11.2.3 **แรงเฉือน** (Shear) กระทำกับวัสดุในแนวสัมผัสกับพื้นผิวที่ต้องรับแรงนี้ วัสดุไม่จำเป็นต้องต่อติดกันเป็นเนื้อเดียวทางกายภาพเพื่อต้านแรงเฉือนนี้ก็ได้ แต่ต้องรับแรงอัดกดดังกล่าวชนกันแน่นอยู่ เมื่อแรงผืนมีขนาดเพียงพอต้านทานแรงเฉือนดังกล่าวมิให้วัสดุเลื่อนจากกันก็ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.2.4 **แรงดัด** (Wending) เมื่อโครงสร้างรับแรงดัดแล้ว ผิวบนจากแกนสะเทิน (Neutral Axis) ขึ้นไปรับแรงดัดและผิวล่างของแกนสะเทินรับแรงดึงด้วยหรือบางกรณีเกิดตรงกันข้ามกัน

2.11.2.5 **แรงบิด** (Torsion Or Torque Or Twisting) ด้านความพยายามที่จะบิดให้วัสดุขาดจากกัน

ในแรงทั้ง 5 ประเภทนี้ แรงใน 2 ประเภทหลังคือ แรงดัดสามารถแยกออกเป็นแรงดึงและแรงอัดได้ แรงบิดแยกเป็นแรงเฉือนได้ ดังนั้น ถ้าพิจารณาแต่ละส่วนเล็ก ๆ ในวัสดุโครงสร้างจะมีแรงพิจารณาอยู่เพียงแรงดึง แรงอัด และแรงเฉือนเท่านั้น ซึ่งเมื่อเราสามารถรู้ขนาดของแรงที่เกิดผลเนื่องจากการกระทำของแรงก็สามารถกะหน้าขนาดวัสดุ โครงสร้างและรูปร่างได้

2.11.3 **รูปทรงเบื้องต้นโครงสร้าง** เพื่อศึกษาคุณสมบัติโครงสร้างของรูปทรงเบื้องต้น ต่าง ๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันเด่นชัด และเพื่อพิจารณาคุณสมบัติในการรับแรงเฉพาะของรูป นั้น ๆ อาจจัดแบ่งรูปทรงเบื้องต้นได้เป็นประเภทต่าง ๆ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 7

แสดงรูปทรงและการรับแรง

รูปทรงเบื้องต้นที่เห็น	มิติทางเรขา	ประเภทมีความหลวมหย่อน	ประเภทมีความแข็ง
จุด	0	เม็ด	ก้อน
ขีดยาว	1		ท่อน
พื้นที่	2	ผืน	แผ่น
เนื้อที่	3	กล่อง	กล่องตัน

2.11.3.1 **เม็ด** (Particle) ไม่มีคุณสมบัติในการรับแรง

2.11.3.2 **เส้นเอ็น** (Tendon) มีคุณสมบัติในการรับแรงได้ ดังนี้

(ก) รับแรงดึงตามแนวเส้นได้

(ข) เกิดแรงโก่งเดาะ (Buckling) เมื่อรับแรงดัด

(ค) รับแรงดัดแรงเฉือนไม่ได้

2.11.3.3 **ผืน** (Sheet) ผืนสามารถรับแรงได้ดีในแนวขนานกับระนาบของพื้นหรือเมื่อยึดรอบพื้นที่ผืนหรือเมื่อยึดปลายทั้ง 2 ของผืน ผืนมีคุณสมบัติทางกำลังดีมีความเหนียว (Toughness) ผืนทำโค้งตามแนวเดียวได้แต่ทำโค้ง 2 ทิศไม่ได้ถ้าไม่ตัดประกอบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผืนมีโครงกรอบ (Frame Sheet) จะรับแรงดึง แรงเฉือนและแรงอัดทะแยงได้ จะเกิดความเสียหายเมื่อเกิดแรงทะแยงทำให้กรอบโก่งเตาะ

2.11.3.4 **ท่อน** (Rod) คือเส้นเอ็นขนาดใหญ่ รับแรงดึง อัด ดัด และแรงบิดได้ดีมาก ถ้าใช้เป็นเสาสั้นรับแรงอัดได้ดีมาก ถ้ายาวมากอาจโก่งเตาะได้ต้องแก้ให้มีความแข็งตัวมากขึ้น เมื่อใช้วัสดุที่รับแรงดึงมากเป็นท่อนจะทนแรงได้ทุกประเภท

2.11.3.5 **แผ่น** (plate) คือผืนที่มีความหนาเพิ่มขึ้น เพื่อยืดเป็นระยะในทิศตั้งฉากกับระนาบของตัวแผ่นแล้วจะบรรทุกแรงอัด รับแรงเฉือนและแรงดัดขนาดกับระนาบได้ ในทางปฏิบัติทำได้โดยเสริมครีบถี่เป็นระยะ ๆ ขนานกับทิศทางที่รับแรงอัด โดยการเสริมกรอบรอบและกรอบตั้งขนานกับทิศรับแรงเฉือนหรือเสริมแผ่นหนาเป็นปีกรับแรงอัด

2.11.3.6 **กล่องตัน** (Block) คือก้อนซึ่งมีขนาดใหญ่โตมาก ในทางปฏิบัติอาจไม่มีการสร้างให้ได้รูปตันตามที่ต้องการเพราะต้องการประหยัดวัสดุ แต่ต้องการให้คงได้ซึ่งความแข็งแรงและความแข็งแกร่งให้พอเท่านั้น จึงทำเป็นกล่องกลวงเปิดไว้ภายในหรือประกอบรูปทรงพอให้ได้คุณสมบัติของกล่องตัน

2.11.3.7 **คานและแผ่นพาด** (Beam And Planks) พวกคานใช้ผิวของด้านแคบรับน้ำหนัก คานรับแรงดัดในแนวดิ่งกับระนาบของคานได้ดี ผิวบนรับแรงอัดนั้นอาจจะเสริมเนื้อให้แข็งตัวให้มีหน้าตัดมากขึ้นได้และอาจเสริมปล้องตันเป็นระยะเพื่อช่วยรับแรงอัดแนวทะแยงซึ่งเกิดจากแรงเฉือน หรือทำการเสริมที่ผิวล่างให้หนาขึ้น เพื่อรับแรงดึงก็ได้ เมื่อพิจารณาคานปีกยื่น (Plange) จะเห็นว่าปีกบนปีกล่าง และตัวแผ่นแกนตั้งเดิมทำงานประกอบร่วมกันหมด โดยมีปีกบนรับแรงดัด แผ่นแกนตั้งรับแรงเฉือน ซึ่งเกิดทั้งแรงอัดแนวทะแยงและแรงดึงด้วย ส่วนแผ่นพาดนั้นมีความแตกต่างกับคานตรงที่ใช้ด้านนอนรับน้ำหนักบรรทุกในทิศทางตั้งฉากกับแนวระนาบของตัวแผ่นพาด

เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงอัดของรูปหน้าตัด จะเห็นว่าในกรณีที่ใช้พื้นที่หน้าตัดเท่า ๆ กัน เมื่อพิจารณาแกนทั้ง 2 ระนาบที่ตั้งฉากกับแรงอัดที่เกิดแล้ว

รูปจัตุรัส รับแรงโก่งเตาะได้ดีเท่ากันทั้ง 2 แกน

รูปผืนผ้า จะเกิดแรงโก่งเตาะในแนวทิศตั้งฉากกับแกนยาว

รูปฉาก ตรงมุมไม่โก่งเตาะ ตรงปลายฉากกำลังด้อย

รูปกลวงต่าง ๆ เช่น รูปสี่เหลี่ยมกลวง รูปสามเหลี่ยมกลวง รูปกลมกลวง รับแรงอัดได้ดีมาก

พอสรุปหลักการได้ว่า สำหรับรูปหน้าตัดและรูปด้านนั้น ควรพิจารณาจากการรับแรงต่าง คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องรับแรงดึง ระวังอย่าให้ตกท้องช้างมากนัก แก้โดยการเพิ่มความลึกขึ้นหรือเลือกรูปด้านทางแนวนอนที่มีความแข็งแกร่งเคร่งตึงมาก

เมื่อต้องรับแรงอัด ต้องเลือกรูปหน้าตัดที่รับแรงโก่งเดาะได้ดี ทำการแผ่กระจายพื้นที่ของรูปหน้าตัดให้เพิ่มความแข็งแกร่งเคร่งตึงในแนวนั้น ๆ ผนังบาง ๆ ของรูปหน้าตัดจะมีกำลังมากขึ้นโดยการทำรูปมุมฉาก ทำรูปลอนลูกฟูก ทำความโค้งเพื่อเพิ่มกำลังขจัดไม่ให้มีรูปหน้าตัดที่ปล่อยขาย (Free Edges) ซึ่งด้อยกำลังการรับแรงโก่งเดาะ การทำรูปหน้าตัดแบบเปิด (Open Sections) ทำได้โดยต้องมีการยึดระหว่างตัวมุมของหน้าตัดแบบเปิดดังกล่าวให้หน้าตัดทั้งหมดทำร่วมกันได้อย่างดี

เมื่อต้องรับแรงดัดและแรงเฉือน จะเห็นว่าแรงดัดมีความสัมพันธ์กับแรงเฉือนผิวบนสุดและล่างสุดของหน้าตัด มีประสิทธิภาพพอที่จะรับแรงดัดมากกว่าแนวแกนสะเทิน ดังนั้นรูปหน้าตัดที่มีหน้าลึกมากจะแข็งแรงดีกว่าหน้าตื้น ปีกที่รับแรงอัดต้องคิดป้องกันแรงโก่งเดาะให้ส่วนที่โก่งตัวจะรับทั้งแรงเฉือนและแรงดัดตลอดความยาว ดังนั้น ส่วนที่โก่งของคานต้องมีปีกไว้รับแรงดัด มีแผ่นแกนตั้งระหว่างปีกบนและปีกล่างไว้ยึดให้ทำงานร่วมกัน

2.11.4 **โครงสร้างรถเข็น**[1]

รถเข็นที่สร้างขึ้นมาจะต้องมีโครงสร้างเปรียบเสมือนกระดูก และควรมีส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น การปิดหุ้มตกแต่งเพื่อให้การใช้เนื้อที่ภายในรถเข็นนั้นสะดวกและเหมาะสมกับประเภทของรถเข็นนั้น

การออกแบบโครงสร้าง เพื่อให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการใช้งานนั้น ต้องมีการศึกษาหาข้อมูล ในทุกด้านที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างมาประกอบเพื่อทำการตัดสินใจในการออกแบบ ซึ่งควรคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

2.11.4.1 **ความแข็งแรงทนทาน**

โครงสร้างที่ออกแบบ ต้องมีความแข็งแรงทนทานเพียงพอต่อการใช้งานต่อการใช้งานตามหน้าที่ที่ต้องการ และมีอายุการใช้งานนาน

---

[1] เอกราช ลือนาม, "โครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นหนังสือในห้องสมุด" (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, 2533), หน้า 79 - 82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.4.2 **น้ำหนักโครงสร้าง**

น้ำหนักของโครงสร้างนั้น มีส่วนต่อความแข็งแรงคงทนของโครงสร้างอย่างมาก เพราะถ้าโครงสร้างมีน้ำหนักมาก ก็จะทำให้ขาดความคล่องตัวในการเคลื่อนย้าย ซึ่งถ้าหากโครงสร้างมีจำนวนน้อยลง แต่ได้ความแข็งแรงตามต้องการแล้ว ก็ย่อมจะมีความได้เปรียบกว่า

2.11.4.3 **ความยากง่ายในการผลิตและประกอบ**

ความยากง่ายในการผลิตและประกอบนั้น มีความสำคัญอย่างมากในด้านการประหยัดเวลา แรงงาน ค่าใช้จ่าย ฯลฯ โครงสร้างที่ผลิตและประกอบขึ้นรูปได้รวดเร็วนั้น ย่อมได้เปรียบกว่าโครงสร้างที่ต้องอาศัยกรรมวิธีต่าง ๆ มากมาย

2.11.4.4 **ความสวยงาม**

ความสวยงาม เป็นส่วนที่มีความสำคัญในการออกแบบ ส่วนหนึ่งเพื่อที่จะได้โครงสร้างที่สวยงามและเหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน

2.11.4.5 **การบำรุงรักษา**

การออกแบบโครงสร้างเพื่อให้ได้โครงสร้างที่ดีนั้น ต้องคำนึงถึงการซ่อมแซม และการบำรุงรักษาด้วย

โครงสร้างของรถเข็นสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

(1) โครงสร้างหลักแบบถอดประกอบได้

(2) โครงสร้างหลักแบบติดตายตัว

ข้อดี และข้อเสีย ของโครงสร้างหลักแบบถอดประกอบได้ และโครงร้างหลักแบบติดตายตัว เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบรถเข็น

(1) **โครงสร้างหลักแบบถอดประกอบได้**

เป็นโครงสร้างที่สามารถแยกออกได้เป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ และนำประกอบเข้าด้วยกันได้

ข้อดี (ก) สามารถประหยัดเนื้อที่ในการขนส่งได้

(ข) สามารถประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บได้

ข้อเสีย (ก) โครงสร้างลดความแข็งแรงลง

(ข) การถอดประกอบบ่อย ๆ ทำให้อายุการใช้งานลดลง

(ค) รับน้ำหนักได้ไม่มาก

(ง) กรรมวิธีการผลิตและ การถอดประกอบยุ่งยากต้องใช้เวลาและแรงงานมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(จ) ราคาของผลิตภัณฑ์จะสูงขึ้น เพราะต้องให้วัสดุเสริมเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ดังนั้นราคาจึงเพิ่มขึ้นตาม

(ฉ) มีน้ำหนักมาก

(2) **โครงสร้างหลักแบบติดตายตัว**

เป็นโครงสร้างที่ไม่สามารถแยกชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้ แต่ละจุดจะเป็นการยึดติดแบบตายตัว

ข้อดี (ก) โครงสร้างมีความแข็งแรงทนทานมีอายุการใช้งานนาน

(ข) สามารถรับน้ำหนักได้มากกว่า

(ค) การบำรุงรักษาและการซ่อมแซมทำได้ง่ายกว่า

(ง) ง่ายต่อการผลิตและการประกอบ

(จ)ใช้วัสดุน้อยกว่าการผลิตโครงสร้างแบบถอดประกอบแต่มีความแข็งแรงมากกว่า

(ฉ)ราคาของผลิตภัณฑ์ถูกกว่าโครงสร้างแบบถอดประกอบ

ข้อเสีย (ก) ไม่ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง

(ข) ไม่ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบโครงสร้างของรถเข็น ให้สามารถถอดประกอบได้ หรือเป็นโครงสร้างที่ติดตายตัวนั้น ขึ้นอยู่กับเหตุผลหลายประการ คือ

(ก) โครงสร้างต้องมีความแข็งแรง

(ข) โครงสร้างต้องสามารถรับน้ำหนักที่เกิดจากการบรรทุกชิ้นงาน

(ค) อายุการใช้งานนาน

(ง) ราคาต้นทุนในการผลิตถูก

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอันดับรองลงมาซึ่งก็มีความสำคัญมากเช่นกัน คือ

(ก) ความยากง่ายในการผลิต และการถอดประกอบ

(ข) ความยากง่ายในการบำรุงรักษา

(ค) การประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ และการขนส่ง

2.12 ล้อและการวางตำแหน่งล้อ

ล้อเป็นส่วนที่สำคัญของตัวรถที่จะนำรถไปยังที่ต่าง ๆ ล้อที่สามารถประกอบติดตั้งกับตัวรถเข็นเพื่อใช้งานนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.1 **ล้อยางสูบลม** ลักษณะของล้อยางสูบลมจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อใหญ่ ก่อนใช้งานต้องสูบลมให้เต็มเสียก่อน นิยมนำไปใช้งานที่ต้องรับน้ำหนักมาก ๆ บนพื้นผิวที่ขรุขระ มีหลุมบ่อ ล้อชนิดนี้จะมีการกันสะเทือนที่ดี ตัวอย่างในการใช้ล้อชนิดนี้ได้แก่ รถเข็นขายน้ำ ขายอาหารทั่วไป

2.12.2 **ล้อยางตัน** เป็นล้อที่มีความเหมาะสมกับรถเข็นขนาดเล็ก ใช้งานภายในตัวอาคาร สะดวกในการเข็นและเคลื่อนย้าย ล้อแบบนี้มีทั้งแบบล้อธรรมดาและล้อลูกปืน ตัวอย่างในการใช้งานล้อชนิดนี้ได้แก่ รถเข็นเสริฟอาหาร รถเข็นเด็ก ล้อยางตันนั้นยังแบ่งออกได้เป็นอีก 3 ประเภท คือ

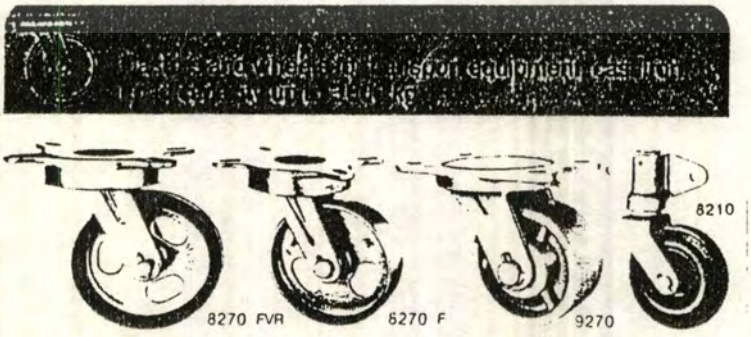
2.12.2.1 **ล้อที่ใช้รับน้ำหนักมาก** ล้อชนิดนี้ใช้กับงานที่ต้องรับน้ำหนักมาก ๆ แต่ยังสะดวกในการเข็นเคลื่อนย้าย ล้อแบบนี้มีทั้งแบบล้อธรรมดาและล้อลูกปืน วัสดุที่ใช้ทำล้อมีทั้งยางแข็ง ยางอ่อน ยางธรรมดา ไนล่อน โพลียูเรเทน สามารถรับน้ำหนักได้ถึง 3,000 กก.

2.12.2.2 **ล้อที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม** ล้อชนิดนี้นิยมมากในการติดตั้งเข้ากับรถเข็นชนิดต่าง ๆ ที่ต้องรับน้ำหนักปานกลางถึงหนักมาก แกนล้อมีทั้งแบบตลับลูกปืนและไม่มีตลับลูกปืน และมีทั้งแบบล้ออิสระและล้อตาย วัสดุที่ใช้ทำมีทั้งยางแข็ง ยางอ่อน ยางธรรมดา เหล็ก ไนล่อน โพลียูเรเทน

2.12.2.3 **ล้อที่ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์** เหมาะสำหรับงานที่รับน้ำหนักไม่มากนัก เช่น ลูกล้อบาร์เคลื่อนที่ ล้อโซฟา เป็นต้น ส่วนมากจะเป็นล้ออิสระซึ่งต้องการความคล่องตัวสูง สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย วัสดุที่ใช้ทำจะเป็นยางธรรมดากับยางแข็ง

ภาพที่ 14

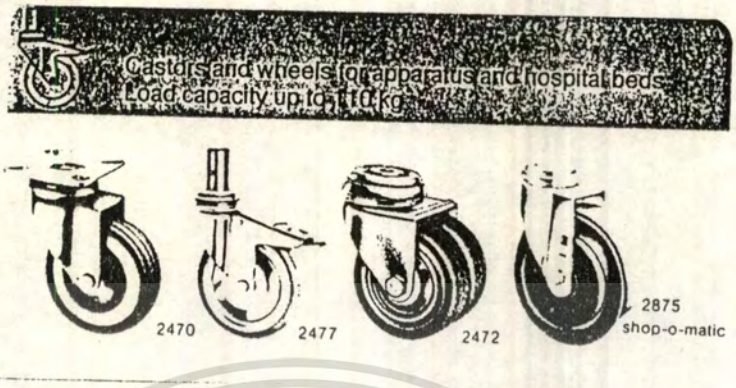
ล้อที่ใช้รับน้ำหนักมาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

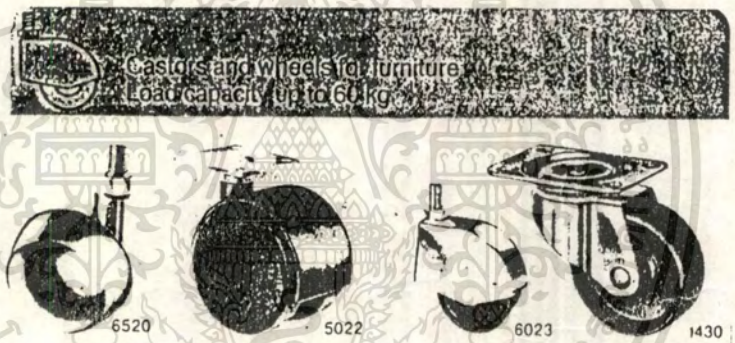
ภาพที่ 15

ล้อที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม



ภาพที่ 16

ล้อที่ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์



ตารางที่ 8

แสดงคุณลักษณะของล้ออิสระ

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (นิ้ว)	รหัสขนาดล้อ	น้ำหนักที่รับได้สูงสุด
3	80/25-50	100 กก.
4	100/30-50	130 กก.
5	125/37.5-50	150 กก.
6	160/40-80	175 กก.
7	180/45-90	200 กก.
8	200/50-100	200 กก.
10	250/60-130	250 กก.
11	280/70-150	300 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9

แสดงคุณลักษณะของล้อตายตัว

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (นิ้ว)	รหัสขนาดล้อ	น้ำหนักที่รับได้สูงสุด
3	80/25-50	100 กก.
4	100/30-50	130 กก.
5	125/37.5-50	150 กก.
6	160/40-80	175 กก.
7	180/45/90	200 กก.
8	200/50/100	200 กก.
10	250/60-130	250 กก.
11	280/70-150	300 กก.

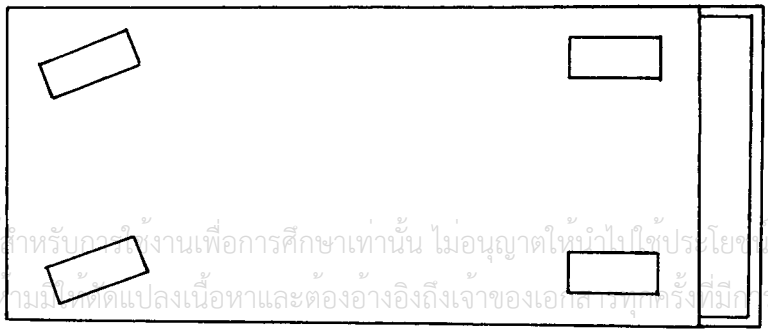
ทั้ง 2 ตารางนี้เป็นคุณสมบัติของล้อยางตัน

2.12.3 **การวางตำแหน่งล้อ** การวางตำแหน่งล้อมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเลือกใช้ล้อ เพราะล้อที่จะใช้มีหลายขนาดและหลายรูปแบบ เช่น ล้ออิสระและล้อตายตัว ถ้าไม่ศึกษาการใช้งานโดยตรงและหาความเหมาะสมของการใช้งานจริง การออกแบบผิดพลาดจะทำให้การใช้งานไม่สะดวก ดังนั้น ในขั้นแรก ต้องศึกษาให้เข้าใจถึงหลักการใช้ล้อในลักษณะ ต่าง ๆ และแรงที่ใช้ในการบังคับเลี้ยว การวางตำแหน่งล้อแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

2.12.3.1 **ล้อหน้าอิสระ ล้อหลังตายตัว** การใช้ลูกล้อลักษณะนี้จุดหมุนจะอยู่ที่ด้านหน้า การที่จะบังคับรถให้เลี้ยวต้องใช้แรงส่งผ่านไปยังล้อหน้าเพื่อบังคับล้อ ถ้ารถที่มีน้ำหนักมาก จะทำให้การบังคับเลี้ยวทำได้ยากลำบาก

ภาพที่ 17

แบบล้อหน้าอิสระ ล้อหลังตาย

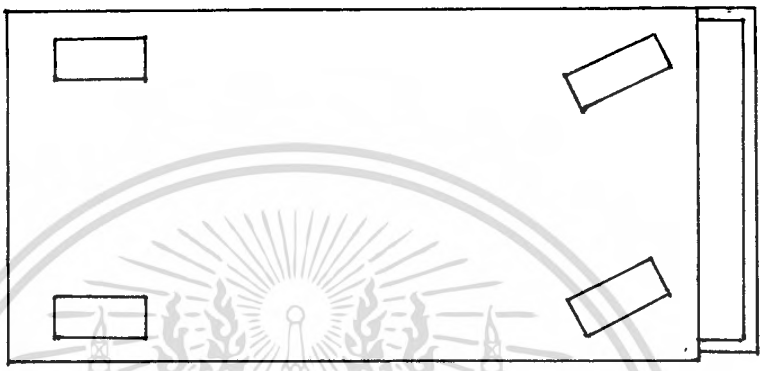


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.3.2 **ล้อหน้าตายตัว ล้อหลังอิสระ** การใช้ล้อลักษณะนี้มีลักษณะดีอย่างหนึ่งคือ บังคับเลี้ยวได้ง่าย เพราะจุดหมุนอยู่ที่ด้านหลังทำให้ผู้เข็นออกแรงน้อย เลี้ยวได้สะดวก การบังคับทางตรงทำได้ดีพอสมควร

ภาพที่ 18

แบบล้อหน้าตายตัว ล้อหลังอิสระ



2.12.3.3 **ล้ออิสระทั้ง 4 ล้อ** การใช้ล้อชนิดนี้สะดวกในการเข็น แต่ต้องบังคับล้ออยู่ตลอดเวลา การเลี้ยวทำได้ดี แต่การเข็นทางตรงต้องใช้แรงบังคับมากถ้ารถเข็นมีน้ำหนักมาก

ภาพที่ 19

แบบล้ออิสระทั้ง 4 ล้อ

2.13 **การศึกษาความสามารถของคนในการออกแรง**

2.13.1 **สภาพการทำงานของมนุษย์** กำลังแข็งแรงของมนุษย์จะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ หลายประการ เช่น อุณหภูมิภายนอกร่างกาย สภาพจิตใจ และความแข็งแรงของร่างกายเป็นต้น ดังนั้น การที่จะกำหนดให้แน่นอนถึงการเฉลี่ยว่ากำลังของมนุษย์มีมากน้อยเพียงใดนั้นย่อมทำได้ง่าย การกำหนดโดยอาศัยค่าเฉลี่ยแสดงความแข็งแรงและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังของมนุษย์มีประโยชน์มากในการออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้ที่ต้องใช้แรงมนุษย์ จากการทดลองได้ข้อมูล เฉลี่ยคือ มนุษย์สามารถทำงานปกติที่แรงประมาณ 75 วัตต์ หรือ 0.10 กำลังม้า ทั้งนี้ต้องประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด ในการออกแรงทำงาน เช่น ยกน้ำหนักหรือฉุดลากของ ถ้าวัตถุนั้นมีขนาดใหญ่ก็ต้องใช้พลังมาก มนุษย์สามารถใช้พลังของตัวเองในการบังคับฉุดลากหรือออกแรงในการทำงานใด ๆ ก็ตามโดยอาศัยการสังเกตุจากประสาททั้ง 5 แล้วประมาณว่าต้องใช้แรงประมาณเท่าไรจึงจะสามารถทำงานนั้นเสร็จสิ้นลงได้ โดยปกติทั่วไป มีการแบ่งสภาพการทำงานของมนุษย์ออกได้เป็น 4 ลักษณะ คือ

2.13.1.1 **ยก** (Lifting)

2.13.1.2 **ดึง** (Pushing)

2.13.1.3 **ผลัก** (Pulling)

2.13.1.4 **หมุน** (Turning)

ในท่าทางที่ออกแรงทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งใน 4 ลักษณะที่กล่าวมานี้ความสามารถและงานที่ออกมาจะได้ไม่เท่ากัน

2.13.2 **ความสามารถในการควบคุมหรือบังคับ** ความสามารถในการควบคุมหรือบังคับเครื่องยนต์กลไกของมนุษย์เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่นักออกแบบจะต้องเข้าใจ โดยปกติความว่องไวของมนุษย์ (หมายถึงความว่องไวในการมอง กดปุ่ม บังคับหรือหมุนพวงมาลัยในการขับรถ) นั้นขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม เช่นเดียวกับในเรื่องความสามารถในการออกกำลังทำงาน และขึ้นอยู่กับความเอาใจใส่ของแต่ละบุคคล ความถนัดของการจับ บังคับ ส่วนที่จับที่เหมาะมือย่อมทำให้การควบคุมบังคับง่าย การจัดสัดส่วน ขนาดของเครื่องมือ เครื่องจักรที่เหมาะสมกับร่างกายหรือสัดส่วนมนุษย์ย่อมทำให้การควบคุมง่ายและสะดวก สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้มีส่วนช่วยให้การทำงานของมนุษย์มีประสิทธิภาพ เช่นกัน

2.14 ความสามารถของคนในการเข็น

ความสามารถของคนที่มีความสมบูรณ์ของร่างกาย อายุระหว่าง 19 - 45 ปี ในการเข็นน้ำหนักมากที่สุดในพื้นราบอย่างสบาย ๆ ได้ไม่เกิน 550 ปอนด์หรือ 250 กิโลกรัม แต่น้ำหนักที่เข็นก็มีท่าทางที่เหมาะสมในการเข็น โดยวัดระยะจากพื้นถึงส่วนที่จับเข็นโดยแย่งความสูงของการเข็นและน้ำหนักในการเข็นได้ 3 ระยะ คือ

2.14.1 **ระยะที่** 1 ระยะจากพื้นถึงมือจับประมาณ 80 ซ.ม. ความสูงระดับนี้จะเหมาะสมกับการเข็นที่ไม่ต้องออกแรงมาก เช่น รถเข็นตามซุปเปอร์มาร์เก็ต

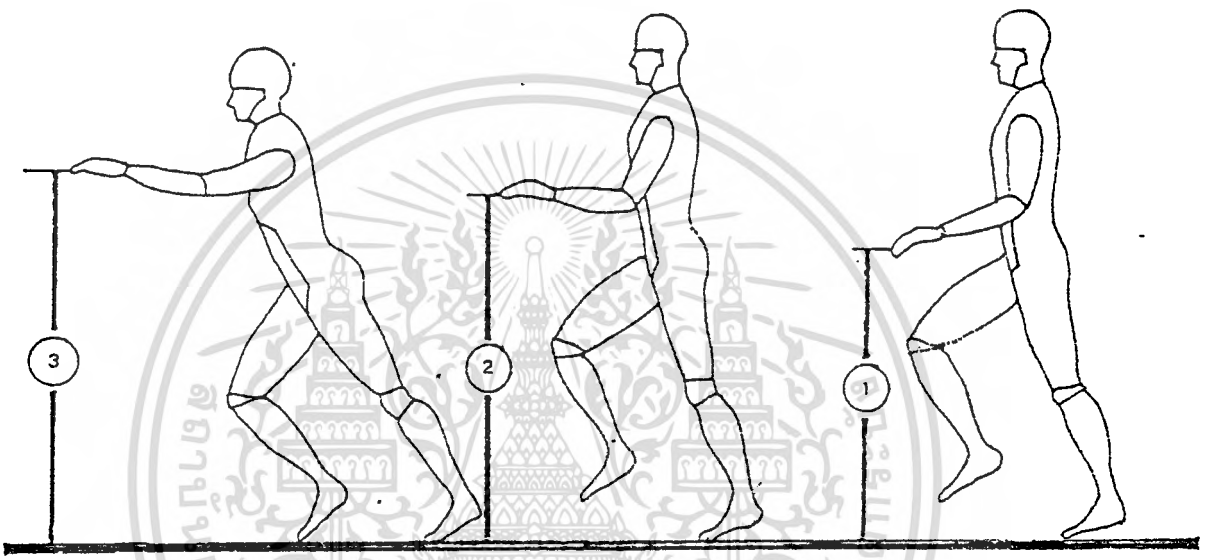
2.14.2 **ระยะที่** 2 ระยะจากพื้นถึงมือจับประมาณ 95 ซ.ม. ความสูงระดับนี้จะเหมาะสมกับการเข็นที่มีน้ำหนักปานกลาง เช่น รถเข็นกระเป๋าของโรงแรม รถเข็นไอสครีม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.3 ระยะที่ 3 ระยะจากพื้นถึงมือจับประมาณ 110 ซ.ม. ความสูงระดับนี้จะเหมาะสมกับการเข็นที่ต้องออกแรงมาก รถเข็นมีขนาดใหญ่บรรทุกน้ำหนักมาก เช่น รถเข็นขายก๋วยเตี๋ยว รถเข็นสัมภาระในสถานีรถไฟหัวลำโพง

ภาพที่ 20

แสดงระยะความสูงของการเข็นที่น้ำหนักต่างกัน



2.15 **มิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์** (BODY DIMENSION)

ในการหามิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่มีความสำคัญต่องานออกแบบ เช่น ความสูงยืน, ความสูงในระดับสายตา, ความกว้างของช่วงไหล่ ฯลฯ ตามวิธีการทำบันทึกในทางสถิติแล้วควรจะได้ทำการสำรวจและบันทึกมิติโดยละเอียด ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่าง (SAMPLING) ในทั่วทุกพื้นที่ของประเทศ จากตัวอย่างที่มาจากหลายอาชีพ เพื่อให้ได้ข้อมูล

---

[1] (ธีรพัฒน์ ศิริตันติกร. 2530 : หน้า 20)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเลขที่มีความถูกต้องและมั่นใจได้ แต่การสำรวจข้อมูลดังกล่าวจะต้องทำการสำรวจในพื้นที่กว้าง และมีจำนวนตัวอย่างที่มากพอควร ซึ่งเป็นเรื่องที่ทำได้ยากและสิ้นเปลืองเวลามากการนำข้อมูลไปใช้ที่แสดงไว้ในตารางที่ 10 ช่อง "การนำไปใช้" นั้น เป็นเพียงให้แนวทาง กว้าง ๆ เท่านั้น สถาปนิกและนักออกแบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานออกแบบได้อีกหลายกรณีตามความเหมาะสม

2.15.1 **มิติวิกฤต** (Criticat Body Dimension)

มิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่นเดียวกับความสูงยืน คือค่าที่วัดได้ จะมีทั้งค่าสูงสุด (Max) ค่าต่ำสุด (Min) และค่าเฉลี่ย (Mean) การที่จะกำหนดค่าใดเป็นมิติวิกฤตขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ซึ่งแต่ละกรณีจะไม่เหมือนกัน ยกตัวอย่างเช่น การนำมิติหมายเลข (1) ความสูงยืนไปใช้ในการกำหนดความสูง (ที่ต่ำที่สูง) สำหรับช่องประตูค่าที่นำไปกำหนดเป็นมิติวิกฤตเป็นค่า Max หรือการนำมิติหมายเลข (5) ความสูงเอื้อมมือขึ้นไปใช้ในการกำหนดความสูง ของชั้นวางของ (Shelf) ค่าที่ถูกกำหนดเป็นมิติวิกฤต คือค่า Min ซึ่งใน 2 กรณีนี้หรือในทุกกรณี การพิจารณาเลือกกำหนดมิติวิกฤตถือหลักว่า มิติวิกฤตที่เลือกจะต้องไปช่วยในงานออกแบบนำไปใช้ได้ดี สะดวกสบายกับผู้ใช้ทุกขนาดหรือใช้ได้กว้างขวางที่สุด

ตารางที่ 10

แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติของร่างกายส่วนต่าง ๆ ต่อความสูงยืน

หมายเลข มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ความสูงยืน ความสูงยืน ความสูงยืน		
	ต่ำสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด
1. ความสูงยืน	148.30	160.60	173.27
2. ความสูงระดับสายตา	138.36	149.63	161.66
3. ความสูงระดับไหล่	122.64	172.81	143.49
4. ความสูงระดับมือ	64.80	70.18	75.71
5. ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	186.11	201.55	217.45
6. ความสูงนั่ง	77.56	83.99	90.62
7. ความสูงระดับสายตา	68.21	73.87	79.70
8. ความสูงระดับที่นั่งถึงไหล่	52.49	56.85	61.33
9. ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	21.20	22.96	24.77
10. ความสูงจากระดับที่นั่งถึงตอนบนขาอ่อน	12.16	13.16	14.20
11. ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	44.93	48.66	52.50
12. ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	32.32	35.01	37.77
13. ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	33.07	35.87	38.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

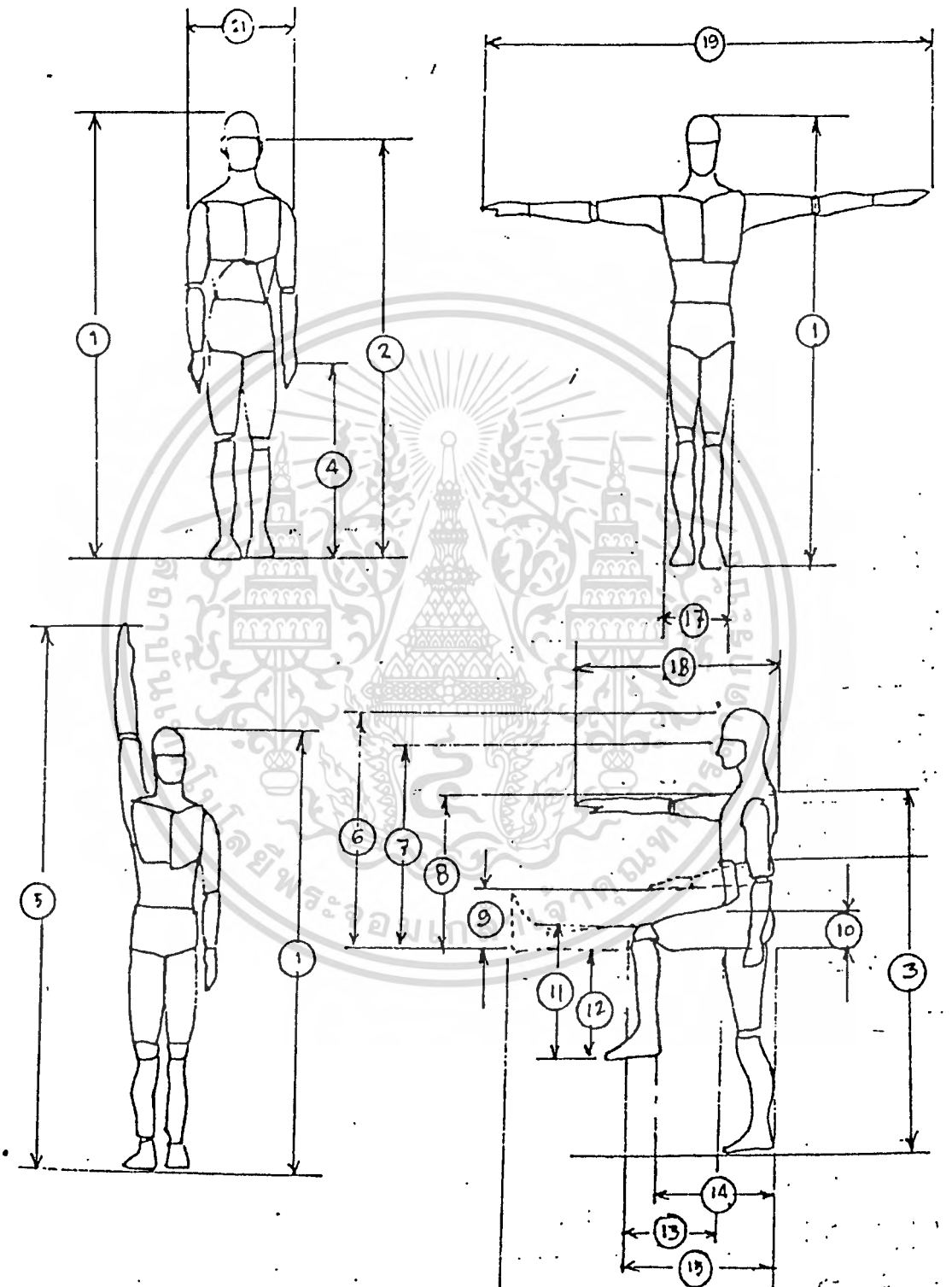
ตารางที่ 10 (ต่อ)

หมายเลข มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ความสูงยืน ต่ำสุด	ความสูงยืน เฉลี่ย	ความสูงยืน ต่ำสุด
14. ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน	37.66	40.97	44.01
15. ระยะจากก้นถึงเข่า	48.97	52.83	57.00
16. ความยาวของขาเหยียดตรง	92.83	100.53	108.46
17. ความกว้างของที่นั่ง	33.41	36.29	39.15
18. ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	42.81	49.10	55.07
19. ความกว้างของแขน	151.56	164.13	177.08
20. ความกว้างระดับศอก	38.85	42.07	45.37
21. ความกว้างของไหล่	37.51	40.63	43.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ข้อมูลสัดส่วนคนไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย

ภาพที่ 21

แสดงตำแหน่งมิติต่าง ๆ ของร่างกาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15.2 **ขนาดของมือและนิ้วรวมทั้งการเคลื่อนไหวต่าง ๆ**

ในการออกแบบชุดเก็บเครื่องมือหรือกล่องเครื่องมือนี้ เครื่องมือต่าง ๆ จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับมือและนิ้วมือของมนุษย์ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นการหยิบจับ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงขนาดและลักษณะการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ของมือและของนิ้วมือ ทั้งนี้ก็เพื่อให้เป็นพื้นฐานและแนวทางในการออกแบบหรือการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการใช้งานและสรีระร่างกายมนุษย์

2.15.2.1 **การทำงานของมือ** (FUNCTIONAL ANATOMY OF HAND)

(1) กางนิ้วออก

(2) กระชับ, กำหรือจับสิ่งของต่าง ๆ

(3) ปล่อยให้นิ้วกางออก

(4) การเคลื่อนที่ของมือในการทำงานสัมพันธ์กับการทำงานของแขน

(5) การปล่อยนิ้วจากกาง ถือ จับ หรือกำสิ่งของต่าง ๆ

2.15.2.2 **ลักษณะการจับถือสิ่งของ แบ่งการทำงาน** ACTION GRIP ของมือออกเป็นลักษณะใหญ่ ๆ ได้ 2 ลักษณะ คือ

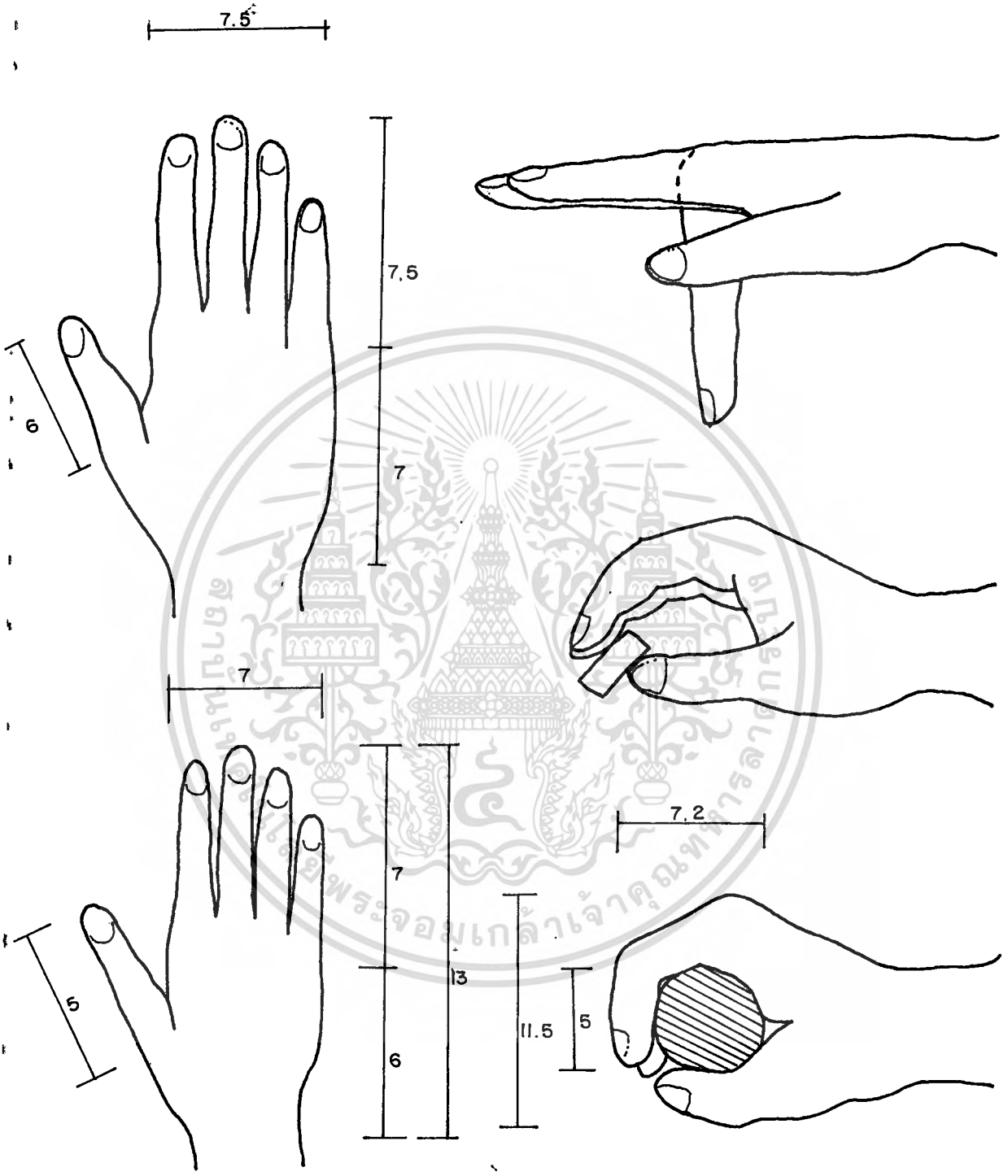
(1) PRONER GRIP เป็นการจับสิ่งของในลักษณะที่มือใช้อุ้งมือเข้าช่วยในการจับสิ่งของต่าง ๆ

(2) PRECISION GRIP เป็นการจับสิ่งของที่ใช้ปลายนิ้วเท่านั้น อุ้งมือไม่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 22

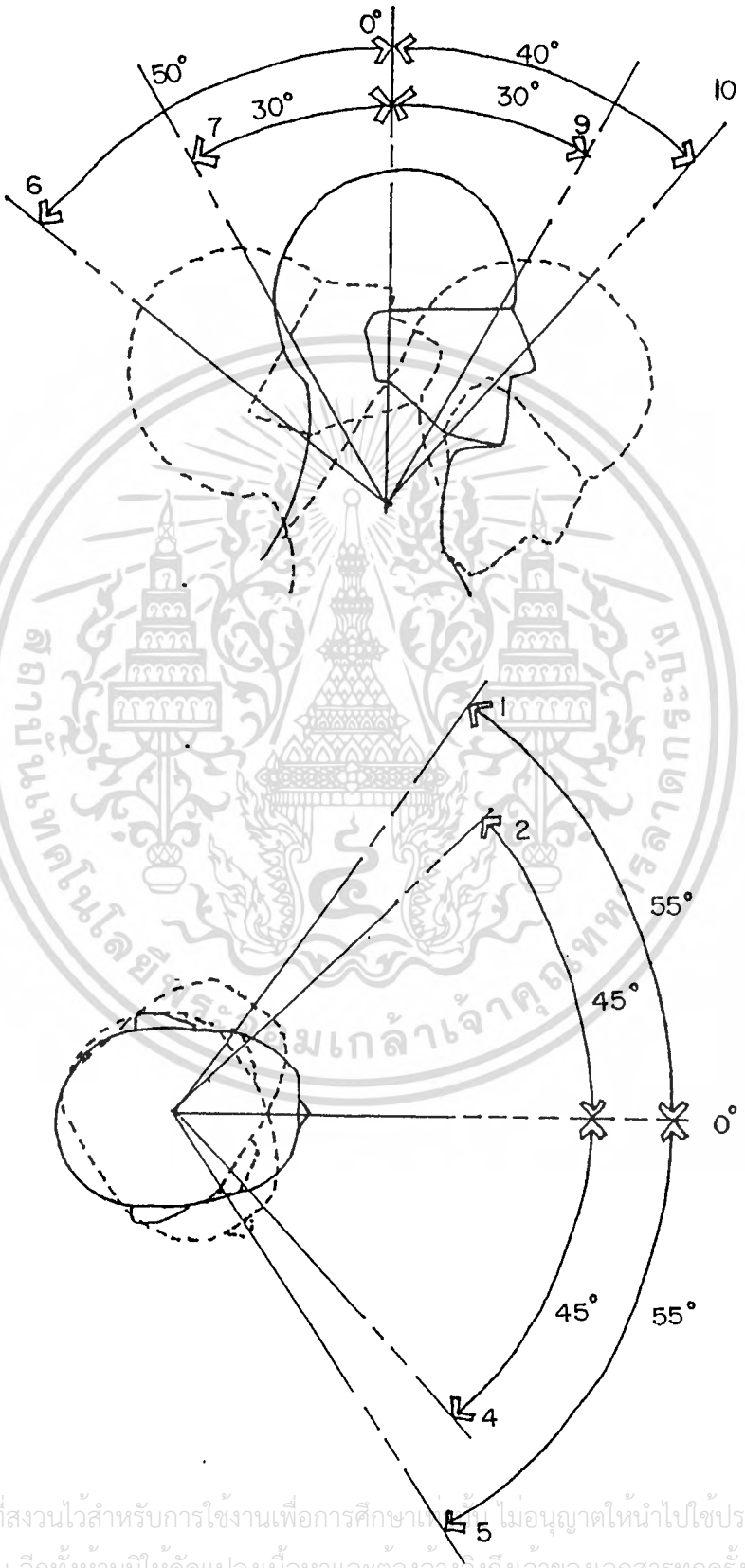
แสดงขนาดของมือคนไทยของชายและหญิง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 23

แสดงการมองในแง่มุมต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16 **จิตวิทยาสี**

นักวิชาการทางด้านสีแบ่งสีออกเป็น 4 ขั้น ซึ่งสีขั้นที่ 4 เกิดจากการผสมกันระหว่างสีขั้นที่ 2 และสีขั้นที่ 3 กับสีพื้นฐานที่อยู่ใกล้กัน ไม่มีชื่อเรียกพิเศษ จากสีทั้ง 4 ขั้นรวมกันได้ 24 สี ถ้าหากนำสีแต่ละสีไปผสมกับสีขาวและดำจะเกิดค่าของสีใหม่ที่มีสีแตกต่างกันสีละ 40 น้ำหนักจึงมีสีให้นักออกแบบใช้เป็นพัน ๆ สี จนตั้งชื่อกันไม่ครบถ้วนต้องใช้หมายเลขแทน ส่วนสีที่มีชื่อสำหรับเรียกเฉพาะนั้นส่วนมากตั้งตามวรรณของสี ตั้งชื่อตามจิตกรหรือตั้งให้ไพเราะอ่อนหวานเพื่อผลทางการโฆษณา

สีมีอิทธิพลเหนือจิตใจมนุษย์และผันแปรไปตามธรรมชาติที่เคยชิน สามารถสร้างอารมณ์และบรรยากาศให้กับสิ่งต่าง ๆ ได้ ในงานตกแต่งหากใช้สีไม่เหมาะสม นอกจากจะเป็นการที่ทำลายโครงสีแล้วยังลายสัดส่วนต่าง ๆ ของห้องและมีผลต่ออารมณ์ด้วย มัณฑนากรที่มีความรู้ถึงประสิทธิภาพของสีร้อนและสีเย็นจะสามารถนำมาเสริมงานตกแต่งได้มากและช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของงานได้

การใช้สีควรคำนึงถึงหลักที่สีต่าง ๆ ประสานกลมกลืนกันโดยดูจากน้ำหนักของสีในวงจรสีจะรู้เห็นได้ว่าสีทางด้านซ้ายมือถูกกำหนดให้เป็นสีร้อน และทางขวามือเป็นสีเย็น เมื่อต้องทำงานที่เกี่ยวกับสีควรกำหนดว่าจะใช้สีใดเป็นหลัก เช่น กำหนดว่าจะใช้สีเย็น ก็ใช้สีเขียว สีน้ำเงิน สีเหลือง โดยให้แต่ละสีมีค่าน้ำหนักอ่อนแก่ในตัวเองด้วย การใช้สีในลักษณะนี้จะเกิดผลให้เห็นการประสานสัมพันธ์ของสีอย่างง่าย ๆ แต่ถ้าใช้สีแดงเข้มแทนน้ำเงินและมีจำนวนเท่ากัน ดังนี้จะเกิดความไม่ประสานกัน ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องระวังอย่างมาก แต่ถ้าเจือสีแดงลงในสีทั้ง 3 ดังกล่าว แล้วหรือลดคุณค่าของสีแดงลง ก็จะได้ความประสานสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ด้วยเหตุผลที่ว่า สีแดงเป็นสีคู่ตรงข้ามเมื่อนำมาใช้ด้วยจำนวนสีเท่ากันจะทำให้สีตัดกันอย่างแท้จริง เมื่อลดความสดของสีลงแล้วทำให้เกิดความประสานสัมพันธ์ดีขึ้น เรียกว่าการประสานสัมพันธ์ของสีต่างน้ำหนัก ถ้าต้องให้สียังสดในสภาพเดิมแล้ว ก็ต้องคำนึงถึงเนื้อที่การใช้ เช่น ใช้สีร้อน 70% ที่เหลือใช้สีเย็น 20% ในทำนองเดียวกัน ถ้าใช้สีเย็น 70% ที่เหลือใช้สีร้อน

(1) **สีที่มองเห็นในธรรมชาติ** เช่น แสงของดวงอาทิตย์ที่ใกล้จะลับขอบฟ้าแต่ยังส่องแสงไปกระทบผนังอาคารหรือก้อนเมฆต่าง ๆ แสงของดวงไฟฟ้าหรือป้ายนีออนที่ส่องอาคารเป็นสีต่างกันไป

(2) **สีของวัสดุ** คือสีของวัสดุแท้ ๆ เช่น สีของหินอ่อน อิฐ เนื้อไม้ ซึ่งเราไม่ต้องใช้สีเคลือบผิวเนื้อแท้ของวัสดุนั้น

(3) **สีที่เกิดจากการใช้เนื้อสีทา** เพื่อให้ได้สีตามที่ต้องการจึงต้องใช้สีที่ต้องการทา นอกจากจะทำให้สวยงามแล้วยังเพิ่มความคงทนต่อวัสดุด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11

การสะท้อนแสงของสีต่าง ๆ บนผนังเรียบ

สี	สะท้อนแสงได้ร้อยละ
ขาว	84.0
ครีม	70.4
ชมพูอ่อน	69.4
งาช้าง	64.3
เหลือง	60.5
เนื้อ	56.0
ไพรแก่	55.4
เขียวอ่อน	54.1
เทาอ่อน	53.5
น้ำเงินอ่อน	45.5
เขียวหยก	41.0
อลูมิเนียม	41.9
น้ำตาล	23.6
แดงแก่	14.4
เขียวแก่	9.8
น้ำเงินแก่	9.3
ดำ	1.0

2.16.1 **ผลกระทบของสีที่มีต่อมนุษย์**

สีทุกสีมีผลต่อภาวะจิตใจของมนุษย์ สามารถทำให้เกิดอารมณ์ได้ตามชนิดของสีซึ่งพอจะแยกตัวอย่างให้เห็นได้ดังต่อไปนี้

สีแดง	ทำให้เกิดความหงุดหงิด รุนแรง ตื่นเต้น มองเห็นได้ไกล
สีเหลือง	ทำให้รู้สึกเบิกบาน สดใส เร้าใจ กระตุ้นสายตา
สีเขียว	ให้ความรู้สึกร่มเย็น เฉย สงบ พักผ่อน เย็นตา
สีน้ำเงิน	ให้ความรู้สึกเยือกเย็น อ้างว้าง สงบ มั่นคง
สีม่วง	ให้ความรู้สึกสงบ ภาคภูมิ
สีขาว	ให้ความรู้สึกเบา สว่าง กว้าง
สีเทา	ให้ความรู้สึกแห้งแล้ง ซีด
สีดำ	ให้ความรู้สึกสุขุม ลึกลับ ตื่นเต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากสีจะให้ความรู้สึกที่มีต่อจิตใจมนุษย์แล้ว ยังให้ความรู้สึกเกี่ยวกับสิ่งของที่ใช้สีทาจากความรู้สึกที่สายตาเพ่งมองดู ดังตัวอย่าง

2.16.1.1 **ขนาด** สีอ่อนจะทำให้ผลิตภัณฑ์ดูใหญ่ขึ้น แต่สีเข้มจะทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเล็กลง

2.16.1.2 **น้ำหนัก** สีอ่อนและสีร้อนทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบาส่วนสีเข้มและเย็นทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

2.16.1.3 **ความแข็งแรง** สีร้อนให้ความรู้สึกแข็งแรงมากส่วนสีเย็นให้ความรู้สึกแข็งแรงน้อย

2.16.1.4 **อุณหภูมิ** สีร้อนให้ความรู้สึกอบอุ่น ส่วนสีเย็นให้ความรู้สึกสดชื่น

2.16.2 **ลักษณะการมองเห็น**

2.16.2.1 **ขนาด** ความเข้มของสีทำให้การมองเห็นวัตถุแตกต่างกันออกไป สีที่อ่อนจางจะให้ความรู้สึกถึงขนาดที่ใหญ่และกว้างกว่าสีที่เข้ม เช่น รถยนต์ที่มีขนาดเท่ากัน แต่พ่นสีที่ต่างกันจะให้ความรู้สึกว่าขนาดไม่เท่ากัน

2.16.2.2 **ระยะของภาพ** วัตถุที่อยู่ใกล้ย่อมมองเห็นได้ชัดกว่าวัตถุที่อยู่ไกล แต่วัตถุที่อยู่ใกล้ตาเกินไปจะทำให้ภาพที่ปรากฏไม่ชัดเจน เราสามารถอ่านหนังสือได้ดีในระยะปกติ 16 นิ้ว ส่วนเด็กนั้นมองเห็นได้ใกล้ที่สุด 6 นิ้ว

2.16.2.3 **มุมมองของการเห็น** การมองเห็นปกตินั้นประมาณมุมกว้าง 90 องศา - 94 องศา เช่น ระยะไกลของภาพทิวทัศน์ แต่ถ้าเป็นวัตถุมุมมองประมาณ 20 องศา เช่นวัตถุที่มีความสูงประมาณ 7 นิ้ว ระยะห่างจากตาประมาณ 20 นิ้ว การมองเห็นสามารถประเมินมุมมองได้ระหว่าง 10 องศา - 16 องศา

2.16.2.4 **ความสว่าง** การที่เรามองเห็นวัตถุได้เกิดจากแสงสว่างมากระทบวัตถุแล้วจึงสะท้อนเข้าตาเรา เพราะฉะนั้น วัตถุที่ได้รับแสงสว่างพอเหมาะสามารถมองเห็นได้ชัดกว่าวัตถุที่ได้รับแสงน้อย วัตถุที่สะท้อนแสงได้ดีจะมองเห็นชัดกว่าวัตถุที่มีผิวด้าน สีที่เห็นชัดที่สุดก็คือสีส้มและเหลือง

2.16.2.5 **การสะท้อนของแสง** แสงกระทบวัตถุแล้วสะท้อนเข้าสู่ตาเรา เราจึงมองเห็นภาพเป็นสี คือเกิดจากวัตถุสะท้อนสีของแสงในที่คลื่นต่าง ๆ ถ้าวัตถุซึมซับคลื่นได้หมด ความถี่วัตถุนั้นจะดำมืดเรียกว่าสีดำ คือ การไม่มีคลื่นแสงสะท้อนกลับมาให้เห็น

2.17 **โลหะท่อ** (TUBULAR STEEL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะท่อนั้น โดยปกติแล้วจะทำจากแผ่นเหล็กแล้วเชื่อมต่อตามแนวยาวตลอด ซึ่งแต่ละท่อนอยู่ในความยาว 6 เมตร สำหรับด้านคุณสมบัตินั้นเหมือนกับเหล็กแผ่น เพียงแต่แตก

ต่างกันตรงที่ความแข็งแรง โดยขึ้นกับว่าจะมีหน้าตัดเป็นรูปทรงเช่นไร โลหะท่อที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมทั่วไปนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นพวกท่อกลมและท่อเหลี่ยม

2.17.1 **เหล็กท่อกลมกลวง** (ROUND STEEL TUBING) มีคุณสมบัติดังนี้

2.17.1.1 สามารถดัดโค้งงอได้ดี

2.17.1.2 สามารถต้านแรงกระแทกได้ดี เนื่องจากความกลมช่วยกระจายแรง

2.17.1.3 ผิวสัมผัสระหว่างท่อจะน้อย ทำให้ความแข็งแรงทางโครงสร้างน้อยตามไปด้วย

2.17.1.4 พื้นที่บริเวณหน้าตัดจะมีน้อย ความแข็งแรงทางด้านหน้าตัดจะมีน้อยตามไปด้วย

2.17.1.5 การเจาะรูตำแหน่งต่าง ๆ บนท่อกลมนั้น ความแม่นยำมีมากและให้เสียประสิทธิภาพทางด้านความแข็งแรง

ตารางที่ 12

แสดงชื่อขนาด ขนาด และรายละเอียดของท่อเหล็กกลมกลวง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่12 (ต่อ)

ชื่อขนาด	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก (D) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./มม.	พื้นที่ตัดขวาง (A) ซม
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

2.17.2 **เหล็กท่อสี่เหลี่ยมกลวง** (SQUARE STEEL TUBING) มีคุณสมบัติดังนี้

2.17.2.1 ตัดโค้งงอยาก อาจเกิดรอยยับตามผิว

2.17.2.2 รับแรงกระแทกได้เพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะที่ไม่ใช้ด้านสัน

2.17.2.3 ผิวสัมผัสระหว่างท่อจะมีมากกว่าท่อกลมทำให้มีความแข็งแรงมากกว่า

2.17.2.4 ผิวสัมผัสระหว่างหน้าตัดจะมีมากกว่าท่อกลม จึงมีความแข็งแรง

2.17.2.5 การเจาะตำแหน่งต่าง ๆ บนท่อเหลี่ยมจะทำได้สะดวกกว่าท่อกลมและมีความแข็งแรงมากกว่าท่อกลม

ตารางที่ 13

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
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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13(ต่อ)

ชื่อขนาด (DB) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ตัดขวาง (A) ซม.2
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	11.73	14.948
150 X 80	4.5	15.20	19.369
	6	19.81	25.233

หมายเหตุ ทั้งเหล็กและสแตนเลสมีขนาดเท่ากัน

ตารางที่ 14

แสดงชื่อขนาด ขนาด และรายละเอียดของเหล็กท่อ 4 เหลี่ยมจัตุรัส

ชื่อขนาด (D X D) 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
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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14(ต่อ)

ชื่อขนาด (D X D) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ตัดขวาง (A) ซม.2
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

2.18 **วัสดุเหล็กเส้นกลม**

2.18.1 **คุณสมบัติเด่นของการใช้เหล็กเส้นกลมในการผลิต**

เหล็กเส้นกลมในที่นี้หมายถึง เหล็กเส้นที่ใช้ในงานก่อสร้างทั่วไปมีลักษณะเป็นเส้นกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางหลายขนาด เช่น 3/8 นิ้ว, 1/2 นิ้ว และ 3/4 นิ้ว เป็นต้น แต่ละเส้นจะมีความยาว 10 เมตร สำหรับเหล็กเส้นที่แนะนำในการออกแบบหนังสือนี้จะใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/8 นิ้ว เป็นขนาดที่พอเหมาะกับงานเก้าอี้เพราะมีขนาดไม่เล็กหรือใหญ่เกินไปจะสะดวกต่อการกำหนดโครงสร้างของตัวเก้าอี้ทำให้รู้จักการนำเหล็กเส้นหลายเส้นมาเชื่อมโยงกันให้เกิดเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงและเกิดความสวยงามได้ง่าย นอกเหนือจากนี้แล้ว เหล็กเส้นนี้ยังมีคุณสมบัติที่เหมาะสมอื่น ๆ อีกหลายประการ เช่น

2.18.1.1 **เหล็กเส้นมีราคาถูก**

เหล็กเส้นเป็นวัสดุที่ทำได้ง่าย ราคาก็ถูก เก้าอี้ตัวหนึ่งจะใช้เหล็กเส้นประมาณ 7 - 15 เมตร ราคาเมตรละ 4 บาท คิดราคาโดยเฉลี่ยแล้วจะใช้เหล็กประมาณ 28 - 60 บาท

(ราคาเหล็กเส้นประเมินเมื่อ พ.ศ. 2531)

2.18.1.2 **การขึ้นรูปง่าย**

เหล็กเส้นสามารถนำมาขึ้นรูปเป็นโครงสร้างได้ง่ายโดยวิธีการตัด วิธีการตัดต่อเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมและการยึดด้วยน็อตหรือข้อต่อ โดยเฉพาะวิธีการดัดนั้น เหล็กเส้นสามารถดัดโค้งได้เกือบทุกมุมทุกองศาที่ต้องการ

2.18.1.3 **ออกแบบรูปทรงได้อย่างอิสระ**

ขนาดของเหล็กเส้นที่เลือกใช้นี้เป็นขนาดที่มีความแข็งแรงปานกลาง ฉะนั้นการออกแบบโครงสร้างจำเป็นต้องมีการประสานเหล็กเส้นเข้าด้วยกันหลาย ๆ เส้นจึงจะเกิดเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงและทำให้เกิดรูปทรงของเก้าอี้ที่แตกต่างกันได้มากแบบ เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การง่ายต่อนักออกแบบที่จะสร้างสรรค์ปรุงแต่งผลงานเก้าอี้ให้มีรูปทรงที่สวยงามและแปลกใหม่ได้มากขึ้น

2.18.1.4 **ใช้อุปกรณ์ในการผลิตน้อยชิ้น**

ในการผลิตเก้าอี้เหล็กเส้นนั้นใช้อุปกรณ์น้อยชิ้น เช่น ใช้เลื่อยเหล็ก คีมตัด ตะไบ และอุปกรณ์เชื่อมด้วยแก๊สหรือไฟฟ้า ซึ่งเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องมือเพื่อผลิตเก้าอี้ไม้แล้วมีความแตกต่างกันมากต้องมีเครื่องจักรสำหรับเลื่อย ตัด การไสแต่งผิว การเจาะ การอัดไม้เข้ารูปและอุปกรณ์อื่น ๆ อีกมาก ฉะนั้นการใช้วัสดุเหล็กเส้นจึงเหมาะกับผู้ที่มีกำลังทรัพย์น้อยในระยะเริ่มต้นดำเนินการผลิต

2.18.1.5 **การตกแต่งผิวกระทำได้หลายวิธี**

ลักษณะของเหล็กเส้นมีความกลมค่อนข้างสม่ำเสมอ ฉะนั้นวิธีการขัดและทำความสะอาดผิวกระทำได้ง่าย จะเป็นการขัดด้วยกระดาษทรายหรือทำความสะอาดด้วยน้ำมันต่าง ๆ วิธีการแต่งผิวกระทำได้หลายวิธีเช่น การชุบโครเมี่ยม การชุดพลาสติก ซึ่งสามารถชุบได้หลายสีตามความต้องการ และการพ่นหรือการทาด้วยสีน้ำมันและสีพลาสติก เป็นต้น

2.18.2 การประกอบโครงสร้างของเก้าอี้เหล็กเส้นกลม (ดูภาพที่ 24)

สามารถประกอบโครงสร้างได้ 3 วิธี คือ

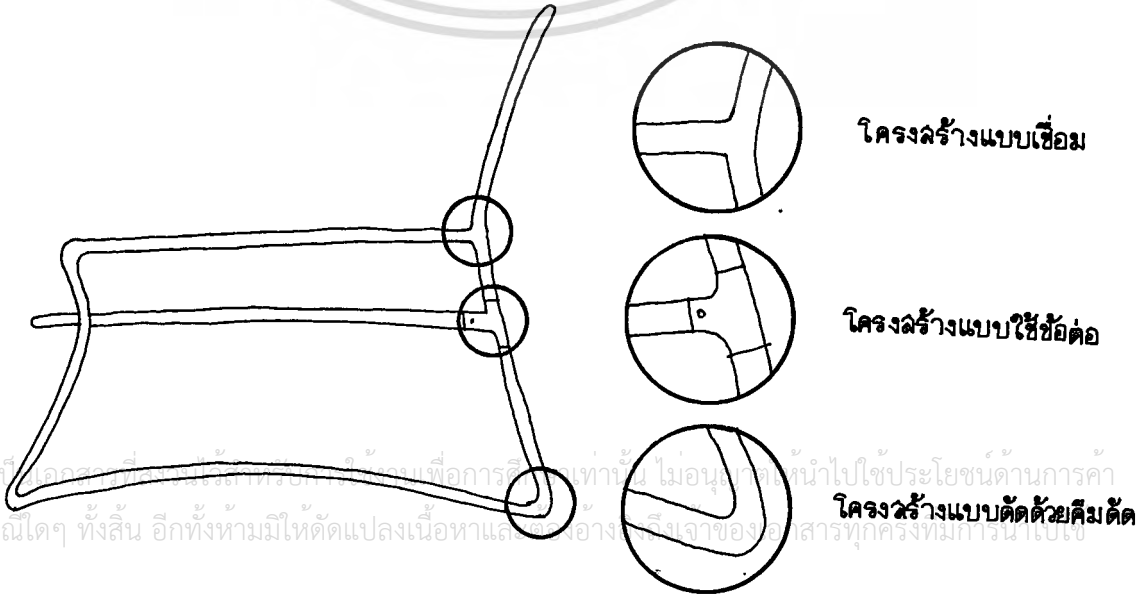
2.18.2.1 การตัดด้วยคีมตัด

2.18.2.2 การใช้น็อตหรือข้อต่อ

2.18.2.3 การตัดต่อโดยการเชื่อม

ภาพที่ 24

แสดงส่วนประกอบโครงสร้างแบบต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.18.3 **การตกแต่งผิวของเหล็กเส้นกลมโดยวิธีต่าง ๆ**

2.18.3.1 **การตกแต่งผิวด้วยการชุบด้วยโลหะ**

เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน สามารถชุบให้ผิวของเหล็กมีความ เรียบและมีความเงาแวววาวและมีสีผิวให้เลือกได้หลายสีแตกต่างกันตามลักษณะสีของโลหะที่นำมาชุบ วิธีการชุบที่นิยมนำมาชุบ คือ

(1) การชุบด้วยโครเมี่ยม

(2) การชุบด้วยทองเหลือง - ทองแดง

(3) การชุบด้วยนิเกิล (นิเกิลเงา - นิเกิลด้าน)

(4) การชุบด้วยสังกะสี เป็นต้น

2.18.3.2 **การตกแต่งผิวด้วยการชุบพลาสติก**

เป็นวิธีการค่อนข้างใหม่สำหรับประเทศไทย ยังไม่มีการนำมาใช้งานเฟอร์นิเจอร์มากนัก ตัวอย่างที่พอจะเห็นได้ชัดเจนก็คือ การชุบชั้นวางจานชาม และชั้นวางของในตู้เย็น เป็นต้น วิธีการชุบผิวก็ใกล้เคียงกับวิธีการใน (2.18.3.1) แต่จะมีความหนามากกว่าและมีน้ำหนักมากกว่า แต่มีข้อดีเด่นเป็นพิเศษคือสามารถคลุมผิวที่ไม่เรียบร้อยอันเนื่องมาจากการผลิต เช่น การเชื่อม การตัดต่อ และผิวที่มีความขรุขระให้มองดูเรียบสวยงามมากขึ้นและยังสามารถผลิตได้ทุกสีตามที่ต้องการ พลาสติกที่จะใช้เคลือบนั้นสามารถใช้ได้ทั้งประเภทเทอร์โมพลาสติก และประเภทเทอร์โมเซทติ้งพลาสติก ถ้าต้องการเคลือบให้ผิวมีความหนามากหน่อยควรใช้

(1) พีวีซี (POLY VINYL CHLORIDE)

(2) โพลีเอนทีลีน (POLYETHYLENE)

(3) ไนลอน (NYLON)

(4) เพนตอน (PENTON) เป็นต้น

ถ้าต้องการเคลือบผิวมีความบางควรใช้พวก

(5) อีพอกซี (EPOXY)

(6) อาคลีลิก (ACRYLIC)

(7) โพลีเอสเตอร์ (POLYESTER) เป็นต้น

2.18.3.3 **การตกแต่งผิวโดยการทาหรือการพ่นด้วยสีน้ำมันและสีพลาสติก**

นับว่าเป็นวิธีการที่ค่อนข้างง่ายและสะดวก เพราะสามารถทำงานด้วยคนเพียงคนเดียว และไม่ต้องใช้เครื่องจักรเครื่องมือในการชุบเคลือบ การตกแต่งผิววิธีนี้จะมีราคาถูกกว่าวิธีการอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ หรือนำไปเผยแพร่ต่อ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.19 **โลหะแผ่น** (SHEET METAL)

โลหะแผ่นในงานช่างทั่วไปหมายถึงโลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมากได้แก่เหล็ก ซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่น ๆ มีความหนาหลายขนาดต่าง ๆ กัน และยังมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่าง ๆ เช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสี ดีบุก เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังมีการเอาโลหะเข้ามาผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ คือ

2.19.1 **โลหะแผ่นเปลือย** (BARE METAL OR UNCOATED METAL) ส่วนมากจะเป็นโลหะแผ่นประเภทไม่ใช่เหล็ก (NON FERROUS METAL) เช่น ทองแดง อลูมิเนียม แผ่นทองเหลือง เป็นต้น

2.19.2 **โลหะแผ่นเคลือบผิว** (COATED METAL) จะทำเป็นแผ่นประเภทเหล็ก (FERROUS METAL) เสียก่อนแล้วจึงนำไปเคลือบผิวด้วยโลหะตามที่ต้องการ เช่น อาบสังกะสี หรือดีบุก เป็นต้น วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิวเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสนิม การลึกกร่อนซึ่งจะทำให้โลหะแผ่นนั้นมีอายุการใช้งานนานขึ้น

โลหะแผ่นมีขนาดต่าง ๆ กัน ขนาดมาตรฐานของอเมริการมีดังนี้ คือ 30 x 96 นิ้ว 30 x 120 นิ้ว 36 x 96 นิ้ว และ 36 x 120 นิ้ว ขนาดที่นิยมใช้กันมากก็คือ 36 x 96 ในท้องตลาดเมืองไทยใช้กันมากเพียง 2 ขนาด คือ 36 x 96 นิ้ว และ 48 x 96 นิ้ว ซึ่งเรียกกันจนเคยชินว่าขนาด 3 x 8 และ 4 x 8 ฟุตตามลำดับ โดยกรณีที่ต้องการขนาดพิเศษสามารถสั่งที่โรงงานให้ผลิตได้

ตารางที่ 15

แสดงขนาดมาตรฐาน UNITED STATES STEEL ของโลหะแผ่น

เลขขนาด	ความหนาทศนิยมของนิ้ว	ความหนาเศษส่วนนิ้ว
33	0.250	1/4
11	0.125	1/8
14	0.078125	5/64
15	0.070312	
16	0.0625	1/16
18	0.050	1/20
19	0.04375	
20	0.0375	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 (ต่อ)

เลขขนาด	ความหนาทศนิยมของนิ้ว	ความหนาเศษส่วนนิ้ว
21	0.034375	
22	0.03125	1/32
23	0.028125	
24	0.025	1/40
25	0.021875	
26	0.01875	
27	0.0171875	
28	0.015625	1/46
30	0.0125	1/80

2.19.3 **คุณสมบัติทางกายภาพ** โลหะแผ่นมีคุณสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

2.19.3.1 **จุดหลอมตัว** 1539 องศา เซนติเกรด

2.19.3.2 **ความหนาแน่น** 7.87 กรัม/ซม.^{3}

2.19.3.3 **ทนต่อแรงดึง** 28 - 50 กก./มม.^{2}

2.19.3.4 **ทนต่อแรงกระแทก** ดี

2.19.3.5 **ทนต่อการกัดกร่อน** ไม่ดี

2.19.3.6 **การขึ้นรูป** Punch and die,Blanking

2.19.4 **การตบแต่งผิว** เนื่องจากเหล็กแผ่นโดยปกติแล้วจะเป็นสนิมง่าย และไม่ทนต่อการกัดกร่อนในสภาพอากาศปกติ ดังนั้น จึงต้องป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่อแผ่นเหล็กประกอบกับความสวยงาม กรรมวิธีที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่วไป ได้แก่

2.19.4.1 **การชุบด้วยไฟฟ้า** (ELECTRO PLATING)

2.19.4.2 **การพ่นหรือทาสี** (SPRAY & PAINT)

2.19.4.3 **การเคลือบสีด้วยความร้อน** แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

(ก) **อบเคลือบด้วยสีผง**

(ข) **อบเคลือบด้วย** PORCELAIN ENAMELS

2.19.4.4 **การอบชุบพลาสติก** (PLASTIC COATING)

กรรมวิธีตกแต่งนี้นั้น จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน โดยปกติแล้วการสีและการอบเคลือบสีผงมักจะใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ สำหรับกรรมวิธีอื่น ๆ จะใช้กับงานบางประเภทที่มีขนาดงานไม่ใหญ่มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.20 **สแตนเลส สตีล** (STANLESS STEEL)

โดยปกติแล้ว เหล็กทุกอ๊อกซิไดซ์ (OXIDIZE) ในอากาศจะเกิดอ๊อกซิไดซ์ของเหล็กที่เรียกว่าสนิมเหล็ก ซึ่งจะเป็นแผ่นฟิลม์บาง ๆ จับอยู่ที่ผิวของเหล็ก แผ่นฟิลม์ของเหล็กจะไม่คงทน ถูกทำลายได้ง่ายไม่สามารถป้องกันการกัดกร่อนได้ เมื่อเปรียบเทียบกับโลหะอื่น ๆ เช่น อลูมิเนียม ทองแดง ทองเหลือง โลหะเหล่านี้จะถูกอ๊อกซิไดซ์ในอากาศแล้วจะเกิดเป็นแผ่นฟิลม์บาง ๆ ของ อลูมิเนียมอ๊อกไซด์ เรียกว่าสนิมอลูมิเนียม แผ่นฟิลม์จะมีความคงทนสามารถทนการกัดกร่อนได้โดยเป็นเสมือนเกราะหุ้มไม่ให้อากาศและความชื้นเข้าไปทำปฏิกิริยาได้

ถ้าใส่ส่วนผสมของธาตุโลหะบางประเภทเข้าไป เช่น โครเมี่ยม นิเกิ้ล ในปริมาณที่สูงใน เหล็ก เหล็กก็จะเป็นเหล็กกล้าไร้สนิม หรือ สแตนเลส สตีล ซึ่งสามารถต้านทานการกัดกร่อนได้ดีขึ้นและมีคุณสมบัติดีขึ้นกว่าเดิม

2.20.1 **คุณสมบัติทางกายภาพ** สแตนเลส สตีล ที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรมนั้น จะมีส่วนผสมของโครเมี่ยม 13% คาร์บอน 0.2 - 0.4% ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

2.20.1.1 **ทนต่อการกัดกร่อนในสภาพบรรยากาศ**

2.20.1.2 **มีความเหนียวเมื่อนำไปอบที่อุณหภูมิ 500 - 750 องศา เซนติเกรด**

2.20.1.3 **มีความแข็งแกร่งแต่จะเปราะหักเมื่อมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนเกิน 0.5% ขึ้นไป**

2.20.1.4 **ทนต่อแรงดึง 123,150 - 145,000 ปอนด์/นิ้ว^2 (8,600 - 12,100 กก./มม.^{2}) เมื่อผสมธาตุโครเมี่ยมมากกว่านิเกิ้ล**

2.20.1.5 **การยืดตัว 12 - 60%**

2.21 **วัสดุไม้** (WOOD)

ไม้เป็นวัสดุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มนุษย์ได้นำเอามาใช้ประโยชน์มากมาย โดยเฉพาะในประเทศไทยเรานั้น และไม้คุณภาพอย่างไม้สัก ก็มีในประเทศไทยจนต่างประเทศก็สั่งซื้อเป็นจำนวนมาก เนื้อไม้ประกอบด้วย เซลลูโลส เป็นส่วนใหญ่ และประกอบด้วยเยื่อเซลล์ชนิดและขนาดต่าง ๆ ซึ่งทำให้เกิดพื้นผิวของไม้แตกต่างกัน ในเนื้อไม้เนื้อแข็งจะมีเซลล์มากชนิดกว่าและขนาดเล็กกว่า ฉะนั้น ไม้เนื้อแข็งจึงมีน้ำหนักและเนื้อละเอียดแน่นกว่าไม้เนื้ออ่อน เนื่องจากเนื้อไม้ประกอบด้วยเซลล์จึงดูดหรือคายความชื้นและเปลี่ยนแปลงไปตามความชื้นสัมพันธ์ของอากาศ ทำให้ไม้เกิดการยืดตัวและตัวได้ในบรรยากาศ

2.21.1 **คุณสมบัติของไม้**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม้มีคุณสมบัติแตกต่างกัน โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น ไม้เนื้ออ่อน ไม้เนื้อแข็ง และไม้เนื้อปานกลาง ไม้เนื้ออ่อนและเนื้อแข็งมีคุณสมบัติแตกต่างมากหลายประการ เช่น แตกต่างในก้านความแข็งแรงทนทาน การหัก งอ ดัด ทนทานต่อแมลงและความงามของพื้นผิว

2.21.1.1 **ไม้เนื้อแข็ง** เป็นไม้ที่มีน้ำหนักมากกว่าไม้ธรรมดา ไม้เนื้อแข็งที่ใช้อยู่ทั่วไปมี ไม้เต็ง ไม้แดง ไม้ตะแบก ไม้มะค่า ไม้ประดู่ ไม้เนื้อแข็งเหล่านี้นิยมใช้ทำโครงสร้างและเครื่องเรือนที่ต้องรับน้ำหนัก และมีความคงทนเป็นพิเศษ ไม้เนื้อแข็งมีความแข็งแรง ทนทาน ต่อดินฟ้าอากาศและแมลง สามารถจะดัดงอโค้งให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ โดยเฉพาะไม้มาทำเป็นไม้อัด ไม้เนื้อแข็งจะมีเนื้อแกร่งเป็นพิเศษแม้แต่ตะปู เพราะตะปูจะงอพับ มีคุณภาพคงทนต่อดินฟ้าอากาศปลวกและแมลงเป็นพิเศษ

2.21.1.2 **ไม้เนื้อปานกลาง**

- ไม้สัก เหลืองทองใช้นาน ๆ จะเป็นสีน้ำตาลมีกลิ่นเหมือนหนังฟอกเก่า ๆ มีน้ำมันในตัว เสี้ยนตรง เนื้อหยาบ มีความแข็งพอประมาณ ปลวกมอดไม่ทำอันตราย - ไม้ตะแบก สีน้ำตาลอมเทา, เสี้ยนตรง เนื้อละเอียดปานกลางแข็งแรงทนทาน ถ้าอยู่ในร่ม เลื่อยได้ตกแต่งได้ง่าย ขัดเงาได้ดีอยู่ทั่วไป

- ไม้โมกมัน สีข้าวนวล, เสี้ยนตรง เนื้อละเอียดมากมีในป่าแล้วทั่วไป

2.21.1.3 **ไม้เนื้ออ่อน** ความคงทนต่อดินฟ้าอากาศและแมลงไม่ดีนัก เช่น ปลวกสามารถทำลายได้ ไม้เนื้ออ่อนสามารถจะหักได้ง่าย มีความต้านทานแรงอัดเฉือนได้น้อยมาก แต่รับแรงอัดตามแนวเนื้อไม้ สามารถรับน้ำหนักได้ดี เช่น ไม้ยางไม้ฉำฉา ไม้สมพงษ์ ไม้กระบาก จึงมักใช้ในวงจำกัดและใช้ในงานแต่งที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมาก และควรจะทาน้ำมันเพื่อป้องกันเนื้อไม้ เช่น ไม้เนื้ออ่อนชนิดอ่อนมาก ๆ สามารถใช้เล็บกดเข้าไปรอยได้ เช่น ไม้ฉำฉาสีของไม้เนื้ออ่อนมีหลายสี ส่วนมากน้ำหนักเบา ไม้เนื้ออ่อน สามารถนำไปใช้ทำเป็นเครื่องเรือนได้ คือก่อนใช้ควรผึ่งหรืออบไม้ให้แห้งและนำไปใช้กับเครื่องเรือนที่รับน้ำหนักมากนักหรือใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องเรือนและใช้สีทาป้องกันแปลงและความชื้นทำให้เครื่องเรือนมีความแข็งแรงทนทานได้ดี

2.21.2 **ความแข็งแรงและความสามารถในการรับน้ำหนัก**

ไม้มีความแข็งแรงและรับน้ำหนักได้มาก โดยเฉพาะถ้าแรงกดไปแนวตรงตั้งขนาดกับเสี้ยนของเนื้อไม้ เช่น การรับน้ำหนักของขาเครื่องเรือน แต่ไม้จะรับน้ำหนักได้น้อยหรือแตกร้าวได้ง่าย ถ้ารับแรงเฉือนไปตามแผ่นไม้ แผ่นไม้กระดาน ถ้าใช้แรงกดด้านข้างไม้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกไปตามแนวยาวของสายเนื้อไม้ เพราะไม่มีจุดอ่อนสามารถแตกได้ง่ายไปตามแนวตามยาวของเนื้อไม้แม้จะใช้แรงกดไม่มากนักก็จะแตกได้โดยง่าย

2.21.3 **ขนาดของไม้ที่ผลิตออกจำหน่าย**

2.21.3.1 **ขนาด** ไม้แปรรูปตามมาตรฐานนี้ มีขนาดต่อไปนี้

ความหนา : 12, 16, 19, 22, 26, 32, 38, 44, 50, 63, 75, 88, 100, 113, 125, 138, 150 และ 200 มิลลิเมตร

ความกว้าง : 25, 38, 50, 63, 75, 88, 100, 113, 125, 150,. 175, 200, 225, 250, 275, 300, 350 และ 400 มิลลิเมตร

ความยาว : สำหรับไม้สัก เริ่มตั้งแต่ 0.30 เมตร และให้มีความยาวเพิ่มขึ้นช่วงละ 0. 15 เมตร ส่วนไม้กระยาเลย เริ่มตั้งแต่ 0.30 เมตร และให้มีความยาว เพิ่มขึ้นช่วงละ 0.30 เมตร

2.21.3.2 **การเรียกชื่อขนาด** ให้เรียกชื่อไม้เรียงตามลำดับดังนี้ ความหนา x ความกว้าง x ความยาว

2.21.3.3 **การแปรรูป** ต้องแปรรูปให้ส่วนยาวของไม้แปรรูป ขนานกับความยาวของท่อนซุง ด้านทั้ง 4 ด้าน ต้องเรียบเป็นแนวเส้นตรง มีขนาดสม่ำเสมอกันตลอดความยาวของแผ่น และการตัดขวางหัวท้ายต้องเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉาก

2.22 **ไม้อัด** (PLY WOOD) คือแผ่นไม้วิทยาศาสตร์ชนิดหนึ่งที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตตามขั้นตอนอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อการใช้งาน ไม้อัดที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยประมาณปี พ.ศ.. 2495 โดยบริษัทไม้อัดไทยจำกัด อันเป็นรัฐวิสาหกิจสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์และได้พัฒนาเรื่อยมาจนปัจจุบันไม้อัดเป็นวัสดุ งานไม้ที่มีความจำเป็นสำหรับงานก่อสร้าง งานอุตสาหกรรม งานเครื่องเรือน ฯลฯ

ไม้อัดที่จำหน่ายในตลาดแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.22.1 **ไม้อัดสลับชั้น** (PLY WOOD)

2.22.2 **ไม้อัดแผ่นเรียบ** (HARD BOARD)

2.22.3 **พาร์ติเคิลบอร์ด** (PARTICLE BOARD)

2.22.1 **ไม้อัดสลับชั้น** (PLY WOOD)

หมายถึงผลิตภัณฑ์จากไม้ธรรมชาติซึ่งส่วนประกอบสมดุลย์ จากไม้บางมาประกอบกันแล้วยึดเหนี่ยวด้วยการ Urea หรือ Phenol format dehyde คุณสมบัติหลักก็คือ ไม้บางประสานตั้งฉากกัน เพื่อเพิ่มความแข็งแรง และป้องกันการยืดหดตัวตามแนวของแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนชิ้นของไม้บางที่ประกอบเป็นไม้อัดนั้น ส่วนมากจะมี 3 ชั้น แต่บางกรณีที่ความหนาเกินกว่า 7.5 มม. แล้วจะประกอบด้วย 5 ชั้น หรือมากกว่านั้น แต่ต้องเป็นจำนวนคี่ เพื่อที่จะรักษาลักษณะสมดุลย์ของส่วนประกอบ การประกอบมากกว่า 3 ชิ้น เช่นนี้บางครั้งก็เรียกว่าไม้อัดสลับชั้น (Multiple boards) ไม้อัด 3 ชั้นนั้น ชั้นกลางจะต้องหนาประมาณ 2/3 ของความหนาทั้งหมด โดยทั่วไปจะหนาไม่เกิน 1.5 - 2.0 มม. ส่วนไม้ชั้นกลางนั้นอาจจะหนาถึง 3 - 4 มม. อย่างไรก็ตามอาจกล่าวโดยทั่ว ๆ ไปว่า ปัจจุบันไม้อัดนั้นผลิตได้จากไม้แทบทุกชนิดแต่ที่เหมาะสมนั้นควรเป็นไม้ที่มีความหนาแน่นไม่มากเกินไปเนื้อไม้เรียบ ไม่มีซิลิก้าในเนื้อไม้มากนัก ไม่ผุตามธรรมชาติเร็วเกินไป วงปีเป็นระเบียบ ไม่มีอาหารของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อไม้มากนัก

2.22.1.1 **คุณสมบัติเบื้องต้นของไม้อัดสลับชั้น** (PLY WOOD)

คุณสมบัติของไม้แต่ละชนิดที่นำมาผลิตเป็นไม้อัดนั้น ดังที่กล่าวมาแล้วยังขึ้นอยู่กับลักษณะของซุงอีกด้วย ซุงที่เหมาะจำนำมาผลิตไม้อัดจะต้องมีลักษณะกลมตรงโต ไม่มีตา ไม่ผุ ซึ่งจะไม่เป็นตัวนำความร้อน ใช้ประกอบเป็นตู้วิทยุและโทรทัศน์ได้ดีกว่าไม้ธรรมชาติ 2.22.1.2 **ไม้อัดสลับชั้นแบ่งเป็น 5 ชนิด คือ**

(1) ไม้อัดสัก/ยาง เป็นไม้อัดเหมาะกับการใช้งานอย่างยิ่ง เพราะหน้าหนึ่งเป็นไม้สักอีกด้านหนึ่งเป็นไม้ยาง ราคาไม่แพงมากนักใช้เครื่องเรือนได้ทุกชนิด

(2) ไม้อัดสัก/สัก เป็นไม้อัดที่เหมาะกับงานบางชนิดเท่านั้น เพราะในแผ่นไม้อัดทั้ง 2 หน้าเป็นไม้สักทั้งหมด จึงเหมาะที่จะใช้ในการทำฝาผนัง ที่มองเห็นทั้งสองด้านและไม่เหมาะกับงานเครื่องเรือน เพราะมีราคาแพง

(3) ไม้อัดยาง/ยาง เป็นไม้ที่มีความเหมาะสม กับการใช้งานได้ดีมาก เพราะราคาถูกใช้งานได้ทุดชนิด มีคุณภาพดี แต่ต้องมีการตกแต่งผิวด้วยวิธีใดก็ได้จะได้งานที่ดีพอสมควร

(4) ไม้อัดมะบิน - จำปา เป็นไม้อัดที่เริ่มนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะพื้นผิวสีสวยงาม คือสีออกเหลืองอ่อน เหมาะกับการตกแต่งภายในอย่างมาก ราคาไม่แพง แต่มีความหนาเพียงขนาดเดียว คือหนาเพียง 4 มิลลิเมตร

(5) ไม้อัดคัดลาย - บางนา เป็นไม้อัดที่มีการผลิตน้อย เพราะจะต้องใช้ไม้ที่หายากมาก เช่น ไม้ขนุนป่า ไม้มะม่วง ดังนั้นไม้อัดคัดลายจึงมีราคาแพงและมีความหนาเพียง 4 มิลลิเมตรเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16

แสดงขนาดและความหนาของไม้อัด

ขนาด กว้าง x ยาว (ฟุต)	ความหนา (มิลลิเมตร)							
4' x 8'	3.2	4	5	6	8	10	15	20
4' x 6'	3.2	4	-	6	-	10	-	-
3' x 6'	-	4	-	-	-	-	-	-

2.22.2 **ไม้อัดแผ่นเรียบ** (HARD BOARD)

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

2.22.3 **พาร์ติเคลบอร์ด** (PARTICLE BOARD)

เป็นผลิตภัณฑ์วิทยาศาสตร์อีกอย่างหนึ่งที่ผลิตขึ้นจากเศษไม้เล็ก ๆ สาร Ligno Cellulostec สารประเภทมีใยผสมกับกาว และอัดภายใต้ความร้อนและความดันอย่างเหมาะสมเข้าเป็นแผ่น สามารถใช้งานได้ในลักษณะเช่นนี้ หรืออาจใช้เป็นไส้เมื่อนำแผ่นวีเนียร์หรือแผ่นพลาสติกประด้านหน้า เพื่อความสวยงามก็ได้

Particle Board นี้บางครั้งก็เรียกว่า Chap Board แต่ก็ไปสับสนกับคำว่า Chip Board ในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ ซึ่งให้คำนิยามว่า Chip Board คือแผ่นวัตถุที่มีความหนาแน่นต่ำไม่แข็งแรง ผลิตขึ้นจากเศษกระดาษใช้ประโยชน์สำหรับบุด้านในของกล่อง หรือลังส่งสินค้า

เนื่องจากความสับสนนี้เอง ส่วนมากจึงนิยมเรียกผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเศษไม้ว่า Particle Board ส่วนชื่ออื่น ๆ ก็มีผู้นิยมเรียกเหมือนกัน เช่น Shaving Board, Wood Waste Board, Silver Board, Flake Board.

Particle Board ทุกประเภทยกเว้นชนิด Hard Board type มีลักษณะแตกต่างจากแผ่น Fibre Board อย่างเห็นได้ชัด คือ เนื้อของวัสดุที่ประกอบเป็น Particle Board จะมีลักษณะหยาบเป็นชิ้น ๆ ส่วนของ Fibre Board จะมีลักษณะละเอียดเป็นใยเส้นเล็ก ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.23 **พลาสติก** (PLASTIC)

พลาสติกสามารถแบบออกได้เป็น 2 ประเภท คือ เทอร์โมเซ็ตติ้งหรือพลาสติกคงรูป และเทอร์โมพลาสติกหรือพลาสติกเปลี่ยนรูป ซึ่งพลาสติกทั้ง 2 ชนิดนี้มีคุณสมบัติและยังแบ่งชนิดออกไปอีก ดังนี้

2.23.1 **เทอร์โม เซ็ตติ้ง** (Thermosettings) พาสติกประเภทนี้มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีดีมาก แต่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก แบ่งออกเป็นหลายชนิด ดังนี้

2.23.1.1 **ฟีโนลิก** (Phenolics) มีความแข็งแรงทนทาน สามารถขึ้นรูปในแบบแม่พิมพ์ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ได้ ทนความร้อนและความชื้นได้สูง สามารถผลิตเป็นสีต่าง ๆ ได้หลายสี ใช้ในการเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ เป็นสารยึดเหนี่ยว ผสมกับขี้เลื่อย ชิ้นไม้สับแล้วอัดเป็นแผ่นได้

2.23.1.2 **อามิโนเรซิ่น** (Amino Resins) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ยูเรียฟอร์มาลดีไฮน์และเมลามีน มีผิวแข็ง เป็นฉนวนได้ดี สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ พลาสติกเมลามีนนิยมนำมาใช้ทำจาน ชามพลาสติก ส่วนยูเรียนั้นมักจะใช้ทำผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน กระดุมเสื้อและเป็นกาวยึดเหนี่ยวไม้

2.23.1.3 **โฟแรนเรซิ่น** (Furane Resins) การผลิตโฟแรนนี้จะต้องมีการใช้กรดของเหลือทิ้งจากฟาร์ม เช่น ซังข้าวโพด ฟางข้าว เปลือกข้าว ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสารชนิดนี้จะมีสีเข้ม ไม่น้ำและมีคุณสมบัติด้านไฟฟ้าดี ใช้เป็นตัวเชื่อม ตัวทำให้แข็งในปูนยิบซั่ม

2.23.1.4 **อีฟอกไซด์** (Epoxides) อีฟอกซี่เรซิ่นถูกใช้ในการหล่อ การปะติด การทำแบบแม่พิมพ์ อุปกรณ์ไฟฟ้า ส่วนประกอบของสี ใช้เป็นกาว มีคุณสมบัติคืออาหดตัวต่ำทนต่อสารเคมีได้ดี คุณสมบัติทางไฟฟ้าดี มีความแข็งแรง ทำให้แก้วและโลหะยึดติดได้ดี

2.23.1.5 **ซิลิโคน** (Silicones) ซิลิโคนมีคุณสมบัติเหมาะสมหลายประการสำหรับกลุ่มผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เช่น มีความคงทน ทนต่ออุณหภูมิสูงได้ดี ไม่รวมตัวกับน้ำ ซิลิโคนเรซิ่นอาจใช้ทำแบบแม่พิมพ์ ใช้ทำผลิตภัณฑ์โฟม ซิลิโคนมีราคาสูงมาก การใช้มีขีดจำกัดต้องใช้ให้มีประโยชน์สูงสุด

2.23.2 **เทอร์โมพลาสติก** (Thermoplastics) เทอร์โมพลาสติกเป็นพลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ มีความแข็งเป็นบางชนิด แบ่งออกได้เป็นหลายชนิด ดังนี้

2.23.2.1 **โพลีสไตรีน** (Polystyrene) คือวัสดุพลาสติกเปลี่ยนรูปที่นำมาดัดแปลงเฉพาะการอัดฉีดแม่พิมพ์และการอัดรีด มีความถ่วงจำเพาะต่ำ มีสีต่าง ๆ ตั้งแต่ใสจนทึบขนาดคงที่และเป็นฉนวน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพลาสติกชนิดนี้ เช่น หม้อแบตเตอรี่ จาน ส่วนประกอบวิทยุ เฟือง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.23.2.2 **โพลีเอททีลีน** (Polyethylene) วัสดุชนิดนี้มีความยืดหยุ่นทั้ง อุณหภูมิสูงและต่ำ คุณสมบัติพิเศษกันน้ำและสารเคมีต่าง ๆ พลาสติกชนิดนี้มีราคาถูก กันความชื้นได้จึงใช้ทำพวกหีบห่อ ถาด สายเคเบิ้ล อุปกรณ์ที่เป็นฉนวน

2.23.2.3 **โพลีโพรพีลีน** (Polypropylene) มีคุณสมบัติด้านไฟฟ้าดี กันสะเทือน ทนแรงดึงดี ทนทานต่อความร้อนและสารเคมี ใช้ทำเชือก ตาข่าย ผ้า เครื่องใช้ในโรงพยาบาล ของเล่น กระเป๋า

2.23.2.4 **เอ บี เอส** (ABS) เป็นสารประกอบที่มีความแข็ง ยืดหยุ่นได้ทำให้มีสีต่าง ๆ ได้ ทนความร้อนได้ถึง 220 องศา ใช้ทำท่อ กล้องถ่ายรูป โทรศัพท์ เป็นต้น

2.23.2.5 **ไนล่อน** (Nylon) มีการใช้ในแบบแม่พิมพ์และการรีด มีความเหนียว ส่วนมากเป็นเส้นใยใช้แทนใยธรรมชาติ ผลิตภัณฑ์จากสารชนิดนี้ได้แก่ เชือกไนล่อน ผ้า ขนแปรงทาสี ของใช้ในครัวเรือน

2.23.2.6 **อาคริลิก** (Acrlic) มีความใส ทำขึ้นรูปง่าย ทนต่อความชื้น สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ ส่วนมากจะใช้พลาสติกชนิดนี้ในงานแผ่นป้ายร้านค้า ตู้โชว์ ฝาปิดเครื่องวัด ต่าง ๆ หุ่นจำลองแบบใส เป็นต้น

2.23.2.7 **ไวนิล เรซิ่น** (Vinyl Resines) สามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้โดยการอัดฉีด การอัดส่ง การเป่า ไวนิลเรซิ่นเหมาะสำหรับการเคลือบผิว การตัดโค้ง และทำให้เป็นแผ่นแข็งได้

2.23.3 **กรรมวิธีการผลิตพลาสติกในอุตสาหกรรม**

กรรมวิธีการผลิตพลาสติกในอุตสาหกรรมพลาสติกนั้น แบ่งออกได้เป็นหลายวิธี ตามแต่ชนิดของพลาสติกที่จะนำมาผลิต แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงกรรมวิธีการผลิตที่นิยมใช้กันทั่ว ๆ ไปในอุตสาหกรรมพลาสติก คือ กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดนั่นเอง กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดนี้ใช้กับพวกพลาสติกชนิดเทอร์โมพาสติกเกือบทุกชนิด ชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกรรมวิธีนี้จะสังเกตุได้ง่าย ๆ คือ ให้ดูที่รอยกลมด้านล่างหรือส่วนที่มองไม่เห็นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นรอยที่ของเหลวหรือพลาสติกถูกฉีดเข้าไปในแม่แบบ กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดแบ่งออกได้เป็นหลายชนิด ดังนี้

2.23.3.1 **แบบฉีดชนิด Flow Molding** เป็นชนิดธรรมดาที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ใช้ทำชิ้นงานทั่ว ๆ ไป เช่น ถังน้ำ ตะกร้า ขัน และของใช้อื่น ๆ

2.23.3.2 **แบบฉีดชนิด Injecttion Plow Molding** เป็นชนิดที่ดัดแปลงมาจากกรรมวิธีการผลิตแบบเป่า ซึ่งผลิตชิ้นงานกลวง แต่มีปัญหาเรื่องความหนาของชิ้นงานไม่เท่ากัน ซึ่งกรรมวิธีการผลิตแบบนี้จะใช้ผลิตชิ้นงานรูปขวดที่มีขนาดเล็กเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.23.3.3 **แบบฉีดชนิด** Reactive Injection Molding ใช้ผลิตชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ เช่น ชิ้นส่วนในรถยนต์ เครื่องปรับอากาศและฝาครอบผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ

2.23.3.4 **แบบฉีดชนิด** Injection Stamping เป็นกรรมวิธีการผลิตแบบพิเศษที่ทำงานละเอียด แม่แบบสามารถปรับขนาดได้ ป้องกันการบิดตัวของชิ้นงาน มีใช้น้อยมาก ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้กับงานผลิตเลนส์

2.24 **วัสดุยาง** (RUBBER)

ยางเป็นวัสดุช่างที่สำคัญ เพราะยืดหยุ่นได้ดีมาก ใช้ทำท่อยางรถยนต์ ยางเครื่องบิน สายพาน รองเท้า ตลอดจนกระทั่งยางหนังสติ๊ก ยางแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.24.1 **ยางธรรมชาติ**

2.24.2 **ยางเทียม**

2.24.1 **ยางธรรมชาติ** น้ำยาที่ได้จากต้นยางพารา นำไปทำเป็นยางดิบ แต่ยางดิบที่ได้ ยังนำไปใช้งานไม่ได้ จะต้องนำไปบดผสมกำมะถันแล้วอบด้วยความร้อนประมาณ 130-150 องศาเซลเซียส ซึ่งวิธีนี้เราเรียกว่า "วันแคไนเซชั่น" (Valcanization) ซึ่งผู้คิดวิธีนี้ขึ้นมาคือ นายชาร์ล กู๊ดเยียร์ ซึ่งเป็นผู้ก่อตั้งบริษัทผลิตยางกู๊ดเยียร์ ขึ้นใช้ในปัจจุบันการสึกหรอ และเหนียวขึ้น ใช้ในการทำยางรถยนต์ และผลิตภัณฑ์ยางสีดำทั้งหลาย

ส่วนยางสีขาวจะผสมคาร์บอนไม่ได้ ยางสีขาวจะต้องผสมกรดซิลิลิค อลูมิเนียมซิลิเกต ผลแม่สีขาว และกำมะถัน เช่น สังกะสีออกไซด์ หรือแบเรียมซัลเฟต และมีการเสริมเหล็กหรือเชือกเข้าไปในเนื้อยาง เพื่อให้แข็งแรง

ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีหลายชนิด ได้แก่ ยางแข็ง ยางฟองน้ำ เป็นต้น

2.24.1.1 **ยางแข็ง**

เป็นยางที่ผสมกำมะถันจำนวนมากประมาณ 30-50 เปอร์เซนต์ ยางชนิดนี้กลึงได้สะดวก เพราะมีความแข็งแรง ขณะกลึงเนื้อยางจะไม่พยายามหนีมีดเหมือนยางธรรมดา งานที่ใช้ยางแข็งได้แก่ กล่องแบตเตอรี่รถยนต์ วัสดุประสานสำหรับหินเจียระไนบางชนิด และเคลือบผิวเหล็กที่ต้องใช้กับงานกรมที่มีฤทธิ์กัดมาก ๆ เป็นต้น

2.24.1.2 **ยางฟองน้ำ**

เป็นยางที่ผ่านกรรมวิธีอบร้อน แต่ก่อนที่จะอบร้อนจะต้องทำเป็นฟองยางเสียก่อน เช่น เติมสารเคมีทำทำให้เกิดฟองลงไป หรือด้วยการกวนให้เกิดฟอง และอบด้วยความร้อนก็จะเป็นยางฟองน้ำใช้ทำหมอน เบาะสปริงที่รับแรงกระแทกในลักษณะตำแหน่งต่าง ๆ วกัน ทำเป็นเส้นเพื่อรับน้ำตามประตูรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากยางธรรมชาติที่พบเห็นมากที่สุด ได้แก่ ยางรถยนต์ รองเท้า ท่อยาง ยางขอบตู้เย็น ที่นอนยางฟองน้ำ สายพาน กาว และใช้ฉาบด้านหลังพรมปูพื้น

ยางธรรมชาติเหมาะกับงานที่ทนต่อแรงกระแทก มีความยืดหยุ่นสูง ทนกรด ด่าง และเป็นฉนวนไฟฟ้า แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องตากแดด และไม่เหมาะสมกับงานที่ร้อน จะทำให้ยางแห้ง แตก แข็ง และกรอบ

2.24.2 **ยางเทียม** ยางเทียมเป็นพลาสติกชนิดยืดหยุ่นได้ คือ เป็นยางทำเทียมธรรมชาติ ในสงครามโลกครั้งที่สอง ปริมาณยางพาราขาดไปจากตลาดโลก เพราะเขตที่ทำการปลูกยางพาราได้ถูกญี่ปุ่นยึดครอง ทั้งอเมริกา และเยอรมัน ไม่สามารถขนยางพาราไปจาก เอเชียอาคเนย์ได้ทันนักวิทยาศาสตร์ทั้งสองประเทศจึงพยายามที่จะคิดค้นสร้างโมเลกุลใหม่ๆ โดยอาศัยปฏิกิริยาเคมีชนิดที่ผลิตสารพลาสติกให้ได้สารใหม่ที่มีลักษณะโมเลกุลใกล้กับยางธรรมชาติมากที่สุดผลการค้นค้าทดลองได้เป็นที่น่าพอใจ เพราะได้ค้นพบวิธีทำยางเทียมหลายชนิด ดังนี้

2.24.2.1 **ยาง (Buna S)**

ดีกว่ายางธรรมชาติ คือ เก็บได้นานและเนื้อเหนียว แก๊ซซึมผ่านได้ยาก แต่สู้ยางธรรมชาติไม่ได้ เพราะเนื้อไม่เหนียวเท่าที่ควร คือฉีกขาดได้ง่ายกว่า มักใช้ผสมปนกับยางธรรมชาติไม่ได้ ทั้งนี้เพื่อให้ได้คุณสมบัติที่ประนีประนอมกัน

2.24.2.2 **ยาง (Buna N)**

มีข้อดี คือ ทนต่อน้ำมันแร่ สารละลาย และสารเคมีต่าง ๆ แต่เนื้อไม้เหนียวเท่ายางธรรมชาติ คือ ฉีกขาดได้ง่ายกว่ายาง Buna N ใช้ทำถังน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินชนิดอุดรูยิงได้เอง ใช้ทำท่อสายยางในเครื่องบิน สายท่อน้ำมันเบนซิน สายท่อน้ำมันแร่ และสายเคเบิลที่ต้องทนน้ำแร่ และทนต่อการสึกหรอ

ยาง Butyl Rubber ยางชนิดนี้มีเนื้อแน่น แก๊ซซึมผ่านได้ยากที่สุดดีกว่ายางธรรมชาติประมาณ 10 เท่า ส่วนคุณสมบัติอื่น ๆ ใกล้เคียงกับยางธรรมชาติมาก

ยางชนิดนี้เหมาะสำหรับทำยางในรถยนต์ ยางล้อเครื่องบิน เพราะเก็บลมได้นานและทนต่อแรงฉีกขาดได้ดีมากที่สุด

2.25 **การขึ้นรูปโลหะแผ่น**

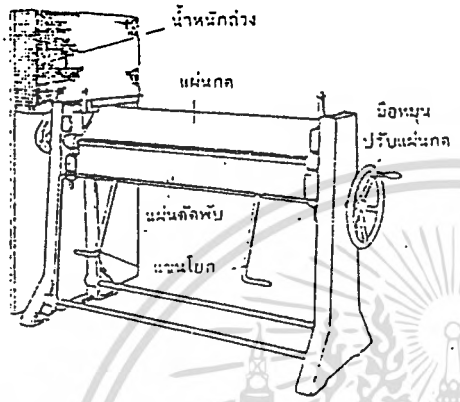
2.25.1 การดัดพับขึ้นรูป

ในการดัดพับขอบโลหะแผ่นเป็นของเส้นตรงจะกระทำโดยเครื่องดัดพับที่สามารถดัดพับโลหะแผ่นที่มีรัศมีโค้งน้อยมาก ๆ ได้ ด้วยแม่พิมพ์หรือไม่มีก็ได้

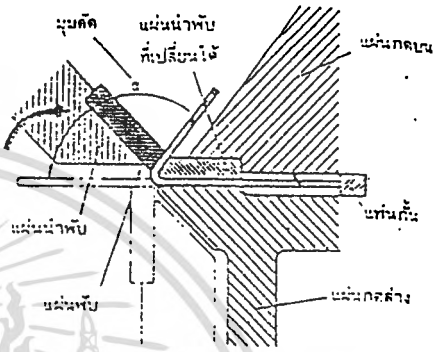
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องดัดพับโลหะแผ่นจะมีแผ่นดัดพับที่ใช้แขนโยก ดัดโลหะแผ่นที่ถูกยึดอยู่ให้ดัดพับตามแนวที่ต้องการได้

ภาพที่ 25
เครื่องดัดพับโลหะแผ่น



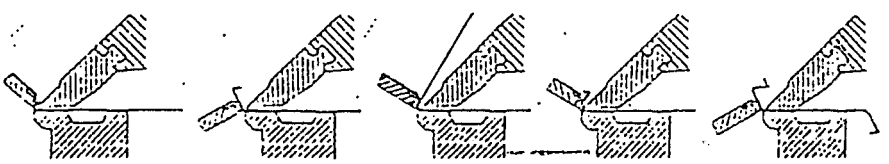
ภาพที่ 26
หลักการทำงานของเครื่องพับ



แผ่นนำพับที่ยึดโลหะแผ่น จะสามารถถอดเปลี่ยนขนาดรัศมีตามที่ต้องการได้ อุปกรณ์พิเศษที่ช่วยขึ้นรูปในการดัด เช่น ให้เป็นมนโค้งหรือการขึ้นรูปให้ขอบโลหะแผ่นมีรูปร่างแข็งแรง จะมีอธิบายในเนื้อหาต่อไป

ในงานอุตสาหกรรมจะมีการใช้เครื่องดัดพับที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า หรือระบบไฮดรอลิกส์ ช่วยให้การทำงานได้รวดเร็วขึ้น

ภาพที่ 27
ตัวอย่างขั้นตอนการใช้เครื่องดัดพับในการขึ้นรูปร่างรูปพรรณ



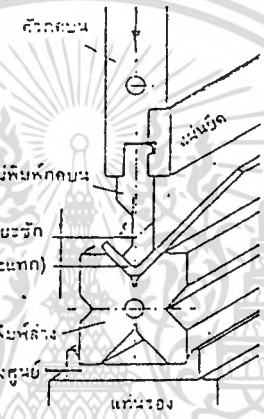
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.25.2 **การดัดขึ้นรูปพรรณโลหะแผ่น**

เครื่องดัดขึ้นรูปพรรณจะมีแบบง่าย ๆ ที่ใช้มือโยกผ่านอุปกรณ์ขับแบบเยื้องศูนย์ในการดัดขึ้นรูปพรรณโลหะแผ่นหนา ๆ หรืองานผลิตแบบอุตสาหกรรม จะเป็นเครื่องที่ขับเคลื่อนด้วยไฮดรอลิกส์ หรือใช้กลไกที่มีมอเตอร์ไฟฟ้าขับ แม่พิมพ์กดบนร่อง จะถอดเปลี่ยนเป็นรูปร่างอื่น ๆ ตามต้องการได้

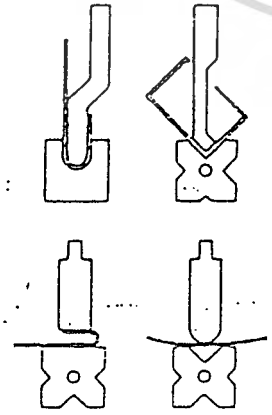
ภาพที่ 28

อุปกรณ์ดัดขึ้นรูป



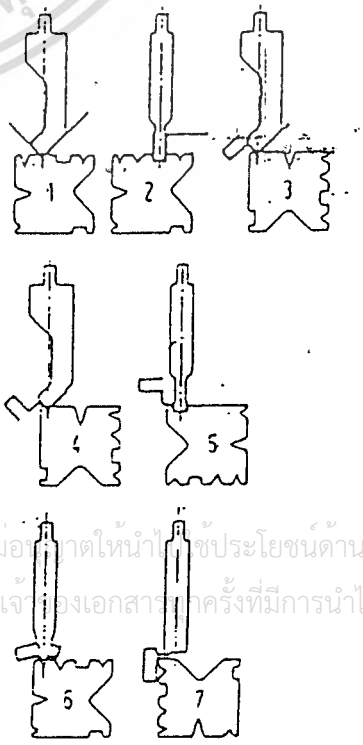
ภาพที่ 29

ตัวอย่างการดัดขึ้นรูปพรรณต่าง ๆรูปพรรณ



ภาพที่ 30

ตัวอย่างขั้นตอนการผลิตโลหะแผ่นด้วยแม่พิมพ์ดีด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.26 การอัดโลหะ

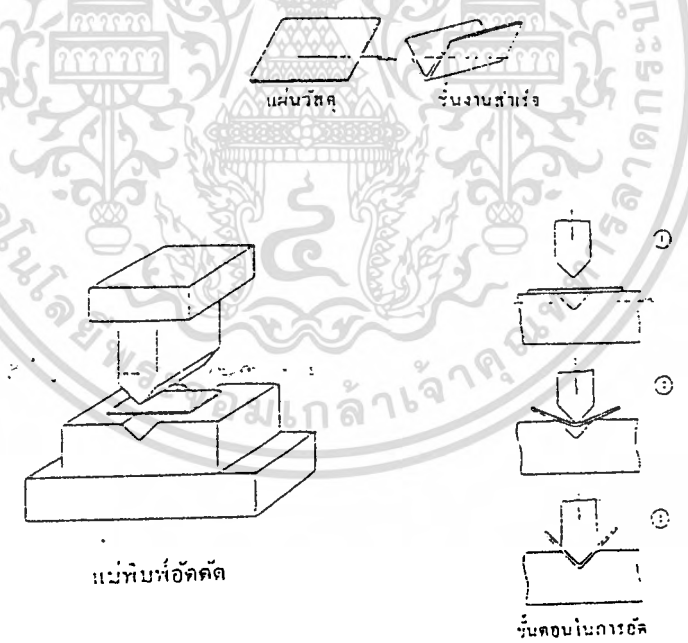
2.26.1 ลักษณะของการอัดโลหะ

การอัดโลหะซึ่งใช้ผลิตชิ้นงานเป็นจำนวนมากในอุตสาหกรรมนั้น มีลักษณะที่เปรียบเทียบกับการแปรรูปโลหะโดยวิธีอื่น เช่น การแปรรูปโดยเครื่องมือกล (machining) การเชื่อมประสาน (welding) และการหล่อ (casting) ดังต่อไปนี้

2.26.1.1 ทำวัสดุให้เป็นรูปร่างโดยใช้แรงขนาดหนัก

การอัดโลหะเป็นกรรมวิธีการเปลี่ยนรูป (deformation processing) โดยเปลี่ยนรูปโลหะหรือวัสดุอื่น ๆ ด้วยแรงขนาดหนัก โดยอัดโลหะหรือวัสดุในระหว่างแม่พิมพ์ (die) โดยใช้เครื่องอัด โลหะหรือวัสดุจะถูกทำให้เปลี่ยนรูปตามลักษณะของแม่พิมพ์ซึ่งทำเป็นรูปร่างที่ต้องการ ดังภาพที่ 31

ภาพที่ 31
ลักษณะของการอัดโลหะด้วยแม่พิมพ์อัดตัด



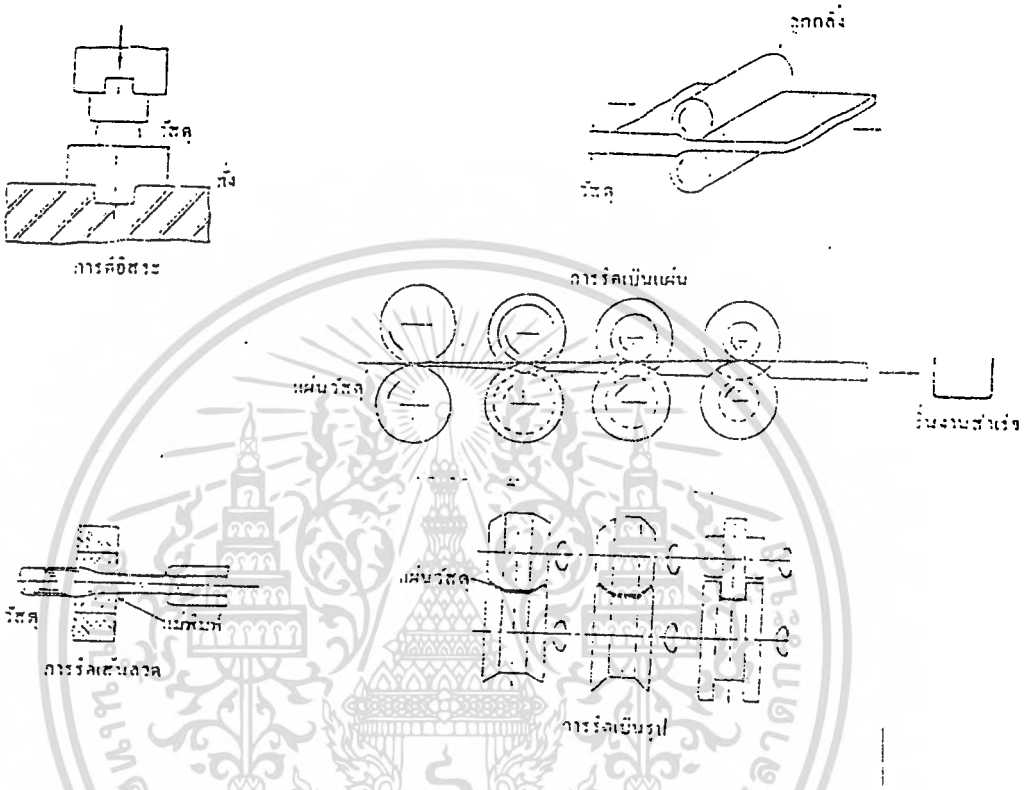
เพื่อให้ชิ้นงานซึ่งเปลี่ยนรูปไปตามลักษณะของแม่พิมพ์ให้ได้รูปร่างและขนาดที่ถูกต้อง จึงจำเป็นจะต้องทำแม่พิมพ์ให้มีความถูกต้องเที่ยงตรงด้วย

กรรมวิธีเปลี่ยนรูปโดยใช้แรงขนาดหนักนี้ นอกจากวิธีการอัดโลหะดังกล่าวแล้วก็มีวิธีการตี (forging) การรีด (roiling) เอ็กซทรูชั่น (extrusion) การรีดเส้นลวด (wire drawing) การรีดขึ้นรูป (roil forming)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 32

แสดงการแปรรูปชนิดต่าง ๆ



2.26.1.2 **ทำได้รวดเร็ว**

ในวิธีการอัดโดยปกติเราสามารถทำงานขั้นตอนเดียวสำเร็จในช่วงชัก เดียว (one stroke) ของเครื่องอัดโดยไม่ต้องใช้ความร้อน ดังนั้นวงจรทำงานจึงสั้นมากกว่าวิธีอื่น จึงทำให้สามารถผลิตชิ้นงานได้เป็นจำนวนมากและราคาถูก

2.26.1.3 **ทำภาชนะรูปลึกหรือดัด โดยใช้โลหะแผ่นเดียว**

ผู้ซึ่งไม่คุ้นเคยกับงานอัดโลหะจะไม่เชื่อว่าลักษณะงานดังภาพที่32 นั้นทำมาจากโลหะแผ่นเดียว และอาจจะกล่าวได้ว่างานดังกล่าวนี้ไม่สามารถทำได้โดยวิธีอื่นนอกจากวิธีอัดโลหะ

2.26.1.4 **ทำชิ้นงานได้จำนวนมากโดยมีรูปร่าง และคุณภาพเหมือนกัน**

เนื่องจากเราได้ทำรูปร่างที่ต้องการไว้ที่แม่พิมพ์ ดังนั้นจึงสามารถทำชิ้นงานที่มีลักษณะเดียวกันได้เป็นจำนวนมาก และสามารถทำชิ้นงานที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.26.1.5 **ทำได้ง่ายและไม่ต้องการความชำนาญ**

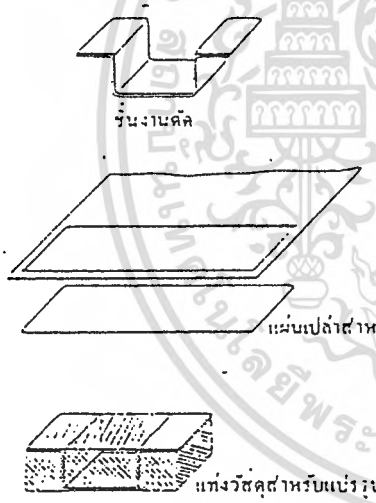
เราสามารถผลิตชิ้นงานที่มีคุณภาพเหมือนกันได้ง่ายโดยวิธีอัดโลหะ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะเป็นการยากและต้องอาศัยความชำนาญที่จะทำงานรูปร่างแปลก ๆ และให้ความเที่ยงตรงสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าจะทำโดยตัดแปรรูปด้วยเครื่องมือกล

2.26.1.6 **ใช้วัสดุได้เต็มที่**

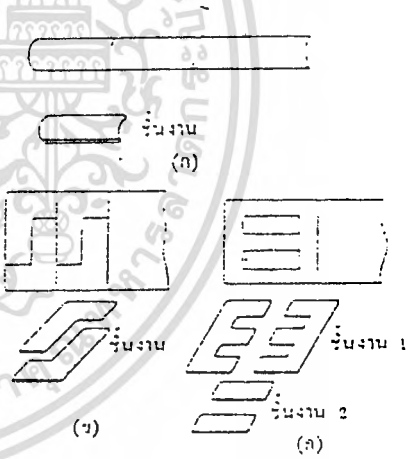
เนื่องจากเราทำชิ้นงานหนึ่งชิ้นจากโลหะหนึ่งแผ่น การเสียเศษจึงน้อยมากทำให้ค่าวัสดุลดลง ดังภาพที่ 33

การอัดตัดแผ่นเปล่า (blanking) แกนหม้อแปลงไฟฟ้า ดังภาพที่ 34 จะไม่มีการเสียเศษโลหะ

ภาพที่ 33
แสดงความแตกต่างในวิธีผลิตงานดัด



ภาพที่ 34
แสดงตัวอย่างการใช้วัสดุโดยไม่เสียเศษ



2.26.1.7 **ได้ชิ้นงานที่แข็งแรง**

ชิ้นงานที่ได้จากการอัดโลหะจะแข็งแรงเพราะไม่มีรอยต่อเหมือนกับการทำโดยวิธีเครื่องมือกลและเชื่อมประสาน นอกจากนั้นยังบางและเบา

แม่พิมพ์ (die) เป็นกุญแจสำคัญสำหรับความละเอียดเที่ยงตรงในงานอัดโลหะ ความสำคัญของความเที่ยงตรงและประสิทธิภาพในการผลิตของแม่พิมพ์อัดโลหะจะมีความสำคัญเช่นเดียวกันกับเครื่องมือที่ใช้ในงานเครื่องมือกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิ้นงานแต่ละชิ้นต้องการแม่พิมพ์เฉพาะชิ้นงานนั้น ฉะนั้นในการทำงานชิ้นใหม่จึงต้องทำแม่พิมพ์ขึ้นมาเฉพาะงานชิ้นนั้น การทำแม่พิมพ์เป็นงานยากกินเวลาและราคาแพง ฉะนั้นสิ่งที่สำคัญในงานอัดโลหะก็คือการทำแม่พิมพ์อย่างรวดเร็วและราคาถูกเท่าที่จะทำได้ ความสำเร็จของการอัดโลหะประการหนึ่งก็คือการใช้แม่พิมพ์และการบำรุงรักษาที่เหมาะสม

2.26.2 **ขีดจำกัดบางประการของการอัดโลหะ**

แม้ว่ากรรมวิธีการอัดโลหะจะมีข้อดีอยู่หลายประการดังกล่าวมาแล้วก็ตาม แต่ก็ยังมีขีดจำกัดในกรรมวิธีบางประการ การไม่ตระหนักถึงขีดจำกัดของกรรมวิธีจะทำให้ชิ้นงานที่ได้ผิดไปจากที่ได้คาดหวังไว้ ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาได้ ขีดจำกัดบางประการของการอัดโลหะมีดังต่อไปนี้

2.26.2.1 **ลักษณะของรอยตัด**

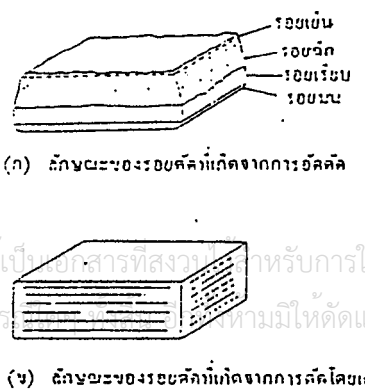
ลักษณะของรอยตัด ภาพที่ 35 (ก) เป็นการตัดชนิดอัดตัดแผ่นเปล่า (blanking) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของการตัดแบบนี้ ซึ่งจะไม่เหมือนกับการตัดโดยวิธีเครื่องมือกล ดังภาพที่ 35 (ข)

2.26.2.2 **ลักษณะของแผ่นเปล่า**

การทำชิ้นงานจากการอัดโลหะจะทำจากแผ่นงานที่มีลักษณะเป็นแผ่นเดี่ยว (singie sheet) ชิ้นงานที่ต้องการแผ่นเปล่าที่ไม่ใช่แผ่นเดี่ยวไม่สามารถทำได้โดยวิธีอัดโลหะ

ในกรณีของภาพที่ 36 (ก) อาจจะใช้วิธีเชื่อมสองส่วนเข้าด้วยกัน อย่างไรก็ตาม ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตามภาพที่ 36 (ข) ก็สามารถทำชิ้งานนั้นโดยวิธีอัดโลหะได้

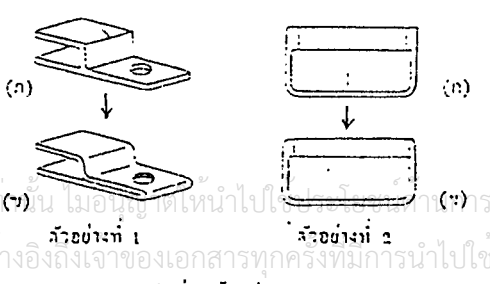
ภาพที่ 35
แสดงการเปรียบเทียบรอยตัด



(ก) ลักษณะของรอยตัดที่เกิดจากการอัดตัด

(ข) ลักษณะของรอยตัดที่เกิดจากการตัดโดยเครื่องมือกล

ภาพที่ 36
แสดงชิ้นงานที่ดัดแปลงสำหรับการอัดโลหะ



(ก) ก่อนดัดแปลง
(ข) หลังดัดแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.26.2.3 **ระยะห่างระหว่างรูกับขอบชิ้นงาน**

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าการอัดโลหะเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปแผ่นงานโดยใช้แรง ฉะนั้นในกรณีที่รูถูกเจาะใกล้กับขอบของงานมากเกินไป ขอบงานจะโป่งออกเมื่อทำการอัดเจาะ (piercing) และทำให้ขอบงานไม่แข็งแรง จึงจำเป็นต้องขยายระยะทางระหว่างขอบงานและรูให้กว้างขึ้น หรือจะทำรอยบาก (notch) แทนที่จะทำเป็นรูก็จะใช้งานได้เช่นเดียวกัน ภาพที่ 37

2.26.2.4 **ลักษณะการดัด**

การดัดที่มีขาดัด (bend ieg) สั้น จะดัดได้ยากรอยดัดจะยืดและทำให้รูที่อยู่ใกล้รอยดัด (bend line) เบี้ยว ภาพที่ 38 จึงจำเป็นต้องให้ขอบของรูอยู่ห่างรอยดัดประมาณ 2 เท่า ของความหนาของแผ่นงาน

2.26.2.5 **งานอัดขึ้นรูปลึก**

การอัดขึ้นรูปเป็นงานที่ค่อนข้างยากโดยเฉพาะอย่างยิ่งการอัดขึ้นรูปลึก (deep drawing) เนื่องจากความหนาของผนังชิ้นงานจะเปลี่ยนไป ฉะนั้นถ้าชิ้นส่วนที่ต้องการความเที่ยงตรงเกี่ยวกับขนาดค่อนข้างสูงจะต้องทำการอัดรีด (ironing) หลังจากทำการอัดขึ้นรูปแล้ว

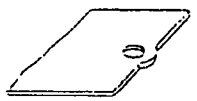
รูปร่างและขนาดของชิ้นงานอัดขึ้นรูปจะขึ้นอยู่กับลักษณะและขนาดของพั้นช์ ภาพที่ 39 แสดงการกำหนดขนาดรัศมีมุมก้นที่ไม่เหมาะสม

ภาพที่ 37

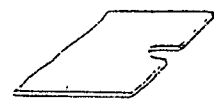
การพิจารณาการออกแบบตำแหน่งเจาะรู

1) การออกแบบไม่เหมาะสม (ขอบงานโป่งออกเมื่อเจาะรู)

(ก)



(ข)



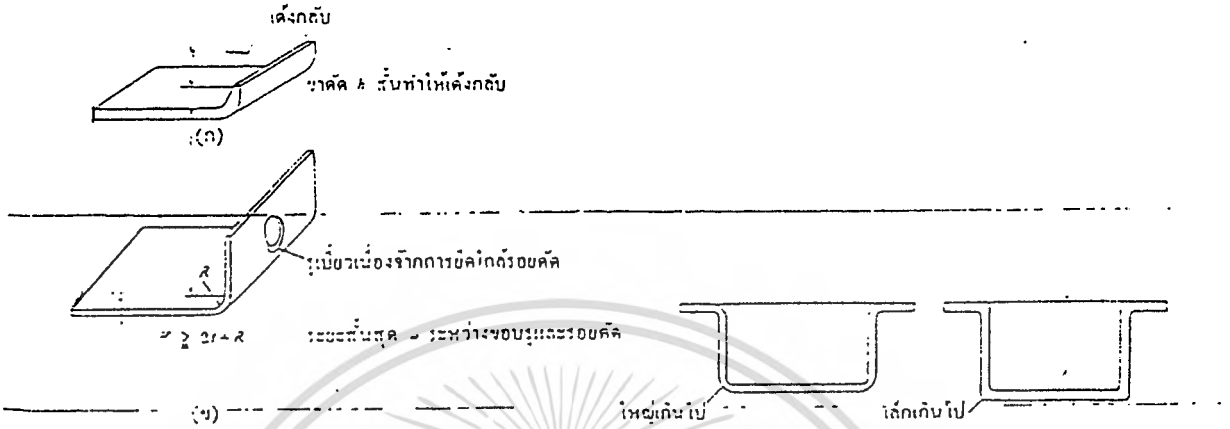
2) การปรับปรุงการออกแบบในกรณีที่ 1 (ทำขอบเจาะรูให้โป่งออก)

3) ปรับปรุงการออกแบบในกรณีที่ 2 (ทำเป็นรอยบาก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 38
แสดงปัญหาการดัดที่มีขาสั้น

ภาพที่ 39
ลักษณะของรัศมีมุมก้นที่เหมาะสม



2.27 **การเชื่อมประสานโลหะ**

การเชื่อมประสานให้ชิ้นงานติดเป็นชิ้นเดียวกันนั้นมีหลายวิธี ซึ่งเกิดขึ้นตามวิวัฒนาการความเจริญทางด้านอุตสาหกรรมและลักษณะของงานที่ทำ ซึ่งกระบวนการต่าง ๆ ที่ได้คิดค้นและนำมาใช้ในการเชื่อมสานโดยแยกตามแบบวิธีกาเชื่อมประสานได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

2.27.1 **การเชื่อมหลอมเหลว** เป็นกรรมวิธีเชื่อมประสานโดยใช้ความร้อนเผาให้ชิ้นงานร้อนจนละลายและใช้โลหะตัวเดิมเป็นตัวเชื่อมประสานให้ติดกัน หรือถ้าไม่ใช่ก็เผาให้ชิ้นงานหลอมละลายติดกัน เป็นการเชื่อมที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน ซึ่งการเชื่อมแบบนี้ได้แก่

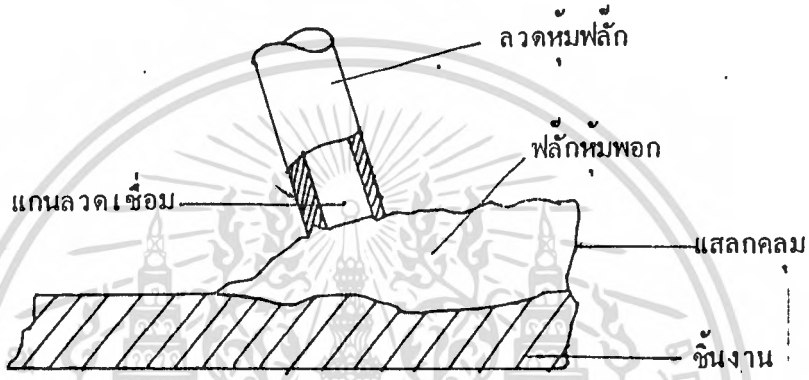
2.27.1.1 **การเชื่อมไฟฟ้า** (Arc Welding) แบ่งได้เป็น

(ก) **การเชื่อมแบบเปิด** การเชื่อมแบบเปิดคือการเชื่อมประสานในบรรยากาศที่ไม่มีสารปกปิดหรือมีสารคลุม เช่น การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมที่ใช้มือจับเชื่อม มีวิธีการทำงานหลายวิธี เช่น การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมโลหะ (Electrode) ซึ่งมีทั้งลวดเส้นเปลือยและลวดหุ้มฟลั๊ก การเชื่อมแบบเปิดมีท่าในการเชื่อม เช่น เชื่อมท่าเหนือศีรษะ เชื่อมท่าราบ ส่วนการเชื่อแบบเปิดอีกวิธีหนึ่งคือ การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมสาน (Conventional Electrode) เป็นการเชื่อมที่สามารถเชื่อมติดต่อกันเป็นแนวยาว สามารถเชื่อมได้ด้วยไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับแต่จะเชื่อมในท่าราบ แบบต่อชนหรือต่อมุม งานที่เชื่อมแบบนี้มาก เช่น ถังน้ำมัน

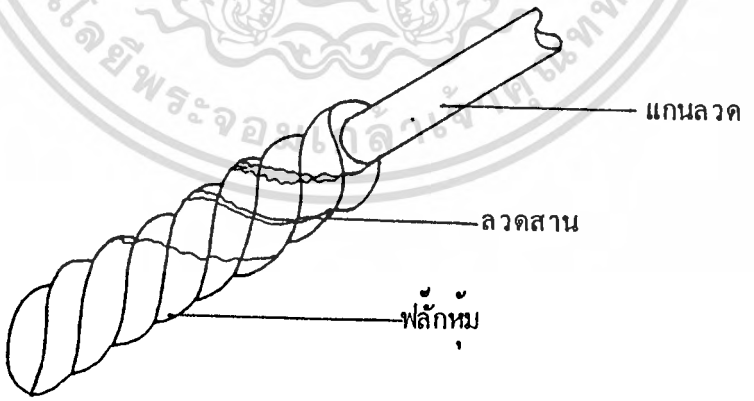
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ข) การเชื่อมแบบปิด คือวิธีการเชื่อมได้ผงเชื่อม โดยที่ผงเชื่อมจะเป็นตัวป้องกันการผสมของอากาศ มีวิธีการเชื่อมแบบต่าง ๆ เช่น การเชื่อมแบบ Submerged ซึ่งเป็นการเชื่อมโดยการอาร์คของลวดกับชิ้นงานจะกระทำภายใต้ผงเชื่อม สามารถที่จะเชื่อมติดต่อกันยาวตลอดได้ ท่าเชื่อมที่ใช้คือท่าราบ

ภาพที่ 40
การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดหุ้มฟลั๊ก



ภาพที่ 41
แสดงลวดเชื่อมสาน



นอกจากการเชื่อมที่ได้กล่าวมาแล้วยังมีการเชื่อมอีกหลายชนิด เช่น การเชื่อมแบบใช้แก๊สเฉื่อยแก๊สที่ใช้จะเป็นแก๊สอากอนหรือแก๊สฮีเลี่ยมที่ให้อุณหภูมิสูงถึง 2,000 องศาเซลเซียส จึงเหมาะที่จะใช้เชื่อมพวกอลูมิเนียม นอกจากนี้ก็ยังมีการเชื่อมแบบชนิดพิเศษ เช่น แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thermit Welding ซึ่งใช้ผงเหล็กและผงอลูมิเนียมมาผสมกันทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ส่วนมากจะใช้เชื่อมรางรถไฟ

2.27.2 **การเชื่อมโดยใช้แรงกด** (Pressure Welding) การเชื่อมแบบนี้เป็นการเชื่อมต่อชิ้นงานให้ติดกันโดยไม่คำนึงถึงความแข็งแรงมากนัก ใช้กันมากในยุคเริ่มต้นของวงการอุตสาหกรรม มีวิธีการใหญ่อยู่ 2 วิธีการ คือ

2.27.2.1 **การตีอัด** (Forge Welding) การทำงานโดยการตีอัดนี้จะต้องเผาชิ้นงานให้ร้อนจนใกล้จุดหลอมละลาย แล้วจึงตีอัดชิ้นงานให้ติดกัน เช่น การใช้ฆ้อนตี การใช้ล้อรีดทับหรือการหล่ออัด

2.27.2.2 **การเชื่อมโดยใช้ความต้านทานไฟฟ้า** (Resistance Welding) ซึ่งกรรมวิธีนี้แบ่งได้เป็นหลายชนิด เช่น

(ก) **การเชื่อมจุด (Dic Welding)**

(ข) **การเชื่อมแบบ Stream Welding**

(ค) **การเชื่อมแบบ Project Welding**

(ง) **การเชื่อมแบบต่อเกย (Upset Welding)**

(จ) **การเชื่อมแบบ Flash Welding**

(ฉ) **การเชื่อมแบบ Percussion Welding**

2.27.3 **การบัดกรี** (Soldering) การบัดกรี เป็นการเชื่อมประสานแบบหนึ่งซึ่งความแข็งแรงของรอยประสานจะเป็นการเชื่อมหลอมเหลว การบัดกรีนั้นทำงานคล้ายกับการเชื่อมหลอมเหลวแตกต่างกันตรงที่การบัดกรีชิ้นงานไม่ร้อนจนหลอมละลาย ขณะที่ตัวประสาน (ตัวเติม) หลอมละลายประสานติดชิ้นงาน มีอยู่ 2 วิธี คือ

2.27.3.1 **การบัดกรีอ่อน** (Soft Soldering) อุณหภูมิในการทำงานจะสูงไม่เกิน 400 องศาเซลเซียส ตัวประสานเรียกว่าตัวบัดกรีจะทำจากตะกั่วผสมดีบุก จะมีตัวช่วยประสานบัดกรีกับชิ้นงานติดกันง่ายขึ้นเรียกว่าน้ำประสาน

2.27.3.2 **การบัดกรีแข็ง** (Brezing Hard Soldering) รอยบัดกรีแข็งจะมีความแข็งแรงมากแต่น้อยกว่ารอยเชื่อม อุณหภูมิทำงานอยู่ที่ 400 องศาเซลเซียส

2.28 การต่อโครงสร้างโดยใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียว

การต่อโครงสร้างโดยใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียว เป็นการต่อส่วนโครงสร้างหลาย ๆ ชิ้น ให้ติดกันเพื่อรับแรงได้ตามต้องการโดยใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียวที่เป็นโลหะทำด้วยวัสดุเหนียวเป็นตัวยึด หมุดย้ำหรือสลักเกลียวจะใส่ผ่านรูที่เจาะเตรียมไว้ โดยทั่ว ๆ ไปปลายทั้ง 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของหมุดย้ำจะถูกย้ำให้โค้งกลมและรัศมีใหญ่ขึ้น ส่วนปลายของสลักเกลียวจะขันด้วยน๊อต เพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนของโครงสร้างย้ายออกจากกัน การออกแบบจุดโครงสร้างจะได้จากการคำนวณหากำลังของตัวหมุดย้ำหรือสลักเกลียวเมื่อรับแรงต่าง ๆ ประกอบกับอาศัยมาตรฐานกำหนดเป็นเครื่องช่วยในการออกแบบ

2.28.1 **หมุดย้ำ** (Rivets) หมุดย้ำที่ใช้ตามมาตรฐานอเมริกันจะเป็นชนิด ASTM A 14 และ A 502-1 ซึ่งใช้ในการต่อสิ่งที่ทำด้วยเหล็กล้าคาร์บอน ส่วนหมุดย้ำที่มีกำลังสูงเป็นชนิด ASTM A 195 และ A 502-2 ซึ่งใช้ในการต่อสิ่งที่ทำด้วยเหล็กกล้าที่มีกำลังจุดคลากสูง

ขนาดของหมุดย้ำมีตั้งแต่เส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. ถึง 36 มม. โดยมีขนาดของรูเจาะที่ใหญ่กว่าขนาดของหมุดย้ำประมาณ 3 มม. สำหรับหมุดย้ำที่มีขนาดใหญ่กว่า 25 มม. รูเจาะของหมุดย้ำจะใหญ่กว่าขนาดของหมุดย้ำประมาณ 4 มม.

ภาพที่ 42
แสดงหมุดย้ำ

2.28.1.1 **แบบของการต่อหมุดย้ำ** การต่อโครงสร้างโดยใช้หมุดย้ำจะมีแบบของการต่อ 2 แบบ คือ แบบ Chain และ Zigzag

2.28.1.2 **ชนิดของการต่อ** การต่อโครงสร้างโดยใช้หมุดย้ำแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

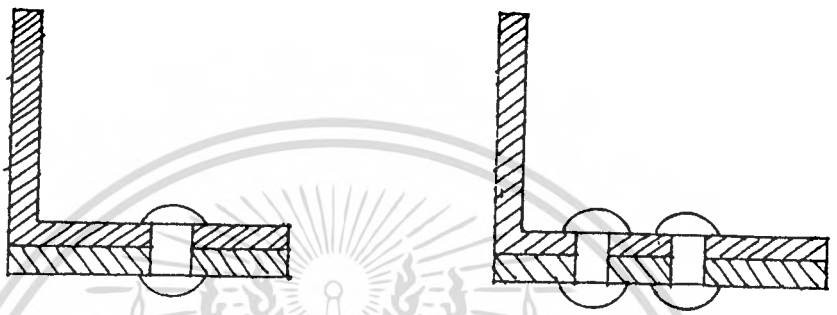
(ก) **การต่อทาบ** (Lab Joint) เป็นการเอาแผ่นโลหะแผ่นหนึ่งวางซ้อนอีกแผ่นหนึ่งแล้วเจาะรูใส่หมุดย้ำให้ยึดติดกันดังภาพที่ 44 การต่อแบบนี้อาจใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียวแถวเดียวหรือมากแถว ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของแรงกระทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ข) **การต่อใช้แผ่นประกับ** (Butt Joint) เป็นการเอาแผ่นโลหะ 2 แผ่นที่จะต่อกันมาวางซนกัน แล้วใช้แผ่นเหล็กประกับกับแผ่นโลหะที่จะต่อ และเจาะรูใส่หมุดย้ำหรือสลักเกลียวให้ยึดติดกัน ดังภาพที่ 45

ภาพที่ 43

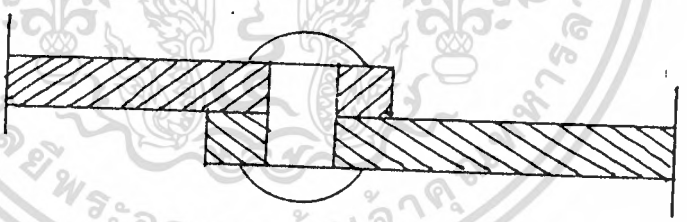
รูปแบบการต่อหมุดย้ำ



แบบ Chain แบบ Zigzag

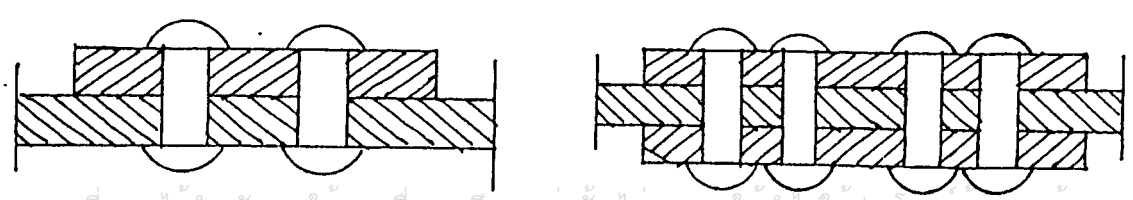
ภาพที่ 44

แสดงการต่อทาบ



ภาพที่ 45

การต่อแบบใช้แผ่นประกับ



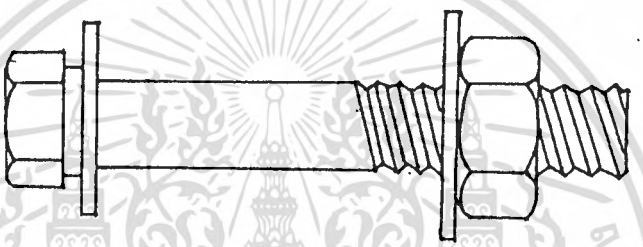
แบบแผ่นประกับเดี่ยว แบบแผ่นประกับคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.28.2 **สลักเกลียว** (Bolts) บางครั้งการต่อโครงสร้างเหล็กอาจใช้สลักเกลียวแทนหมุดย้ำได้ สลักเกลียวที่ใช้มีทั้งสลักเกลียวแบบธรรมดาและสลักเกลียวกำลังสูง สลักเกลียวธรรมดาได้แก่สลักเกลียวซึ่งทำด้วยเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำมีกำลังต้านทานน้อยกว่าหมุดย้ำ ส่วนสลักเกลียวกำลังสูงเป็นสลักเกลียวที่ทำจากเหล็กกล้าชุบแข็ง มีกำลังแรงดึงสูงกว่าสลักเกลียวธรรมดาขนาดของสลักเกลียวมีขนาดตั้งแต่เส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. ถึง 36 มม. โดยมีขนาดของรูเจาะใหญ่กว่าขนาดของสลักเกลียวประมาณ 1.5 มม. ถึง 2 มม.

ภาพที่ 46

แสดงสลักเกลียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การรวบรวมและศึกษาข้อมูล

3.1 วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล

วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล คือ การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำมาวิเคราะห์และสรุปผล นำมาใช้ในการออกแบบ การรวบรวมข้อมูลทำได้ ดังนี้

3.1.1 ศึกษาเชิงเอกสาร

ศึกษาจากเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาออกแบบ เช่น หลักการออกแบบโครงสร้าง มิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการทำงานของมนุษย์ วัสดุในการผลิตและกรรมวิธีในการผลิต ฯลฯ เพื่อนำมาเป็นแนวทางการออกแบบ

3.1.2 การสัมภาษณ์

ได้สัมภาษณ์บุคคลที่มีประสบการณ์ที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค โดยได้สอบถามเกี่ยวกับปัญหาต่าง ๆ ในการขนย้ายชิ้นงาน โดยใช้รถเข็น และปัญหาในตัวผลิตภัณฑ์เพื่อนำมาศึกษาและวิเคราะห์แก้ปัญหาต่อไป

3.1.3 ศึกษาจากผลิตภัณฑ์จริง

โดยการสังเกตุการปฏิบัติงานของพนักงานในโรงงาน และทดลองปฏิบัติจริงเพื่อค้นหาปัญหาและจุดเสีย เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับปัญหาที่ได้จากการสัมภาษณ์บุคคลเพื่อเป็นแนวทางการแก้ปัญหาต่อไป

3.1.4 ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการทำงานของพนักงาน

โดยการสอบถามและจดบันทึกไว้พร้อมสังเกตุการใช้งานผลิตภัณฑ์เดิมและจดบันทึกนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลสัมภาษณ์เพื่อนำมาสรุป

3.1.5 ศึกษาวัสดุ และกรรมวิธีการผลิต

3.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

3.2.1 ข้อมูลบุคคล

ได้รับความอนุเคราะห์จาก คุณอภินันท์ เจริญสุข เป็นนักวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ของศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผาภาคเหนือ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม อ.เกาะคา จ.ลำปาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้รับความอนุเคราะห์จาก คุณบุญล้อม สายเพชร ซึ่งทำงานที่ บริษัท อเมริกันสแตนดาร์ด ซึ่งผลิตสุขภัณฑ์เซรามิค

3.2.2 **ข้อมูลสถานที่**

3.2.2.1 **ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.**

3.2.2.2 **ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล.**

3.2.2.3 **ห้องสมุดของกรมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม**

3.2.2.4 **ห้องสมุดของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม**

3.2.2.5 บริษัท S.P.P. เซรามิค จำกัด 154 หมู่ 3 ถ.ลำปาง - เชียงใหม่ กม. 10 อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง

3.2.3 การศึกษาข้อมูล

การศึกษาข้อมูล เป็นการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย มาทำการสรุป วิเคราะห์ เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย และความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้งานเพื่อเป็นเกณฑ์ตัดสินใจในการนำไปออกแบบ การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ได้แยกการศึกษา ออกเป็นส่วน ๆ เพื่อสะดวกในการสรุปและนำไปวิเคราะห์ และนำไปออกแบบ

3.3 **ศึกษาการแบ่งประเภทหรือชนิดและขนาดของโรงงาน**

พระราชบัญญัติโรงงาน พ..ศ. 2535 ได้บัญญัติให้ออกกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือชนิดของโรงงานที่จะต้องอยู่ภายใต้บังคับพระราชบัญญัติฉบับนี้และให้แบ่งโรงงานออกเป็น 3 จำพวก คือ

3.3.1 **โรงงานจำพวกที่ 1** หมายถึงโรงงานขนาดเล็ก มีเครื่องจักรไม่เกิน 20 แรงม้า และคนงานไม่เกิน 20 คน

3.3.2 **โรงงานจำพวกที่ 2** หมายถึงโรงงานขนาดกลาง มีเครื่องจักรไม่เกิน 50 แรงม้า และคนงานไม่เกิน 50 คน และไม่จัดอยู่ในจำพวกที่ 1

3.3.3 **โรงงานจำพวกที่ 3** หมายถึงโรงงานขนาดใหญ่ มีเครื่องจักรเกิน 50 แรงม้าและคนงานเกิน 50 คน

3.4 **ศึกษาขนาดของพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม**

จากข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนคนงานในโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กฎกระทรวงบัญญัติไว้ ในการแบ่งจำพวกโรงงาน จำนวนคนงาน ในโรงงานมี ดังนี้

3.4.1 โรงงานขนาดเล็กมีคนงานไม่เกิน 20 คน

3.4.2 โรงงานขนาดกลางมีคนงานไม่เกิน 50 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 โรงงานขนาดใหญ่มีคนงานมากกว่า 50 คน

ตามกฎกระทรวงได้กำหนดให้บริเวณทำงานหรือห้องทำงานต้องมีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 3 ตารางเมตรต่อคน

จากข้อมูลที่แสดงทำให้ได้สูตรในการคำนวณหาพื้นที่ได้ดังนี้

จำนวนงาน + เนื้อที่การทำงานต่อคน = พื้นที่โรงงานอย่างน้อยที่สุด
(ตารางเมตร) (ตารางเมตร)

ตัวอย่าง การคำนวณหาพื้นที่โรงงานขนาดเล็กทำได้ ดังนี้

โรงงานขนาดเล็กมีคนงานไม่เกิน 20 คน 1 คนมีพื้นที่ทำงานเท่ากับ 3 ตาราง เมตร แทนค่าสูตรคำนวณได้ ดังนี้

จำนวนคนงาน 20 คน x พื้นที่ 3 ตรม. = พื้นที่โรงงาน 60 ตรม.

3.5 **ศึกษาสภาพพื้นผิวของโรงงาน**

พื้นโรงงานเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควรคำนึงถึง เพราะพื้นโรงงานเป็นส่วนที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับรถเข็นฯ ซึ่งมีผลต่อเนื่องถึงการออกแบบและการเลือกใช้ล้อที่เหมาะสม

โรงงานแต่ละแห่งการเลือกพื้อนโรงงานจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับเหตุผลหลายประการ พื้นที่นิยมเลือกใช้มีดังนี้

3.5.1 พื้นหินขัด

3.5.2 พื้นคอนกรีต

พื้นทั้ง 2 ชนิดนี้จะมีคุณสมบัติไม่แตกต่างกันมากนักซึ่งจะมีคุณสมบัติคล้ายกัน เช่น ผิวเรียบเป็นมัน รอยต่อน้อย ความคงทนทนต่อสารเคมี สามารถทำความสะอาดได้ง่าย

สรุป สภาพพื้นของเส้นทางรถเข็นต้องผ่าน ต้องมีความเรียบตลอด มีความทนทาน แข็งแรงไม่ลื่น เพื่อลดอุบัติเหตุขณะปฏิบัติงาน และการเลือกใช้ล้อรถเข็นให้เหมาะสม

3.6 **ศึกษาการหาจำนวนรถเข็นขนย้ายชิ้นงานที่ในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค**

การที่จะกำหนดว่าโรงงานแต่ละแห่งจะใช้รถเข็นจำนวนเท่าไหรนั้นทำได้ยากมาก เพราะโรงงานแต่ละแห่งมีความแตกต่างกันมากไม่ว่าจะเป็นขนาดพื้นที่ของโรงงาน จำนวนสินค้าที่ผลิต เงินทุน และความจำเป็นที่ต้องใช้งาน แม้ว่าโรงงานจะถูกจัดให้อยู่จำพวกเดียวกันก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาจำนวนรถเข็นฯ ที่จะใช้ในโรงงานเซรามิคนั้น ก่อนอื่นจะต้องรู้ค่าตัวแปรดังต่อไปนี้

3.6.1 ขนาดสัดส่วนและความจุในการบรรทุกของรถเข็นต่อ 1 คันรถ

3.6.2 จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ต่อ 1 วัน

3.6.3 ขนาดของพื้นที่ที่ใช้จอดรถเข็นฯ ในโรงงาน

เมื่อรู้ค่าของตัวแปรทั้งหมดแล้ว การคำนวณหาจำนวนรถเข็นฯ ทำได้ตามสูตรคำนวณ ดังนี้

$$\text{จำนวนรถเข็นฯ} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ต่อ 1 วัน}}{\text{ความจุในการบรรทุกต่อ 1 คันรถ}}$$

หรืออีกสูตรคำนวณ คือ

$$\text{จำนวนรถเข็นฯ} = \frac{\text{พื้นที่ที่ใช้จอดรถเข็นฯ ในโรงงาน}}{\text{ขนาดสัดส่วนของรถเข็น (ก x ย)}}$$

สรุป การคำนวณหาจำนวนรถที่จะใช้ในโรงงานทำได้ 2 วิธี คือ การใช้จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้เป็นตัวกำหนด และการใช้พื้นที่ในการจอดรถเป็นตัวกำหนด การที่จะให้จำนวนรถมีความสมดุลกันกับโรงงานต้องมีการศึกษาหาค่าต่าง ๆ ก่อนที่จะวางผังโรงงาน

3.7 **ศึกษาการแยกประเภทการผลิตของอุตสาหกรรมเซรามิค**

จากข้อมูลการขึ้นทะเบียนโรงงานของกรมโรงงานกระทรวงอุตสาหกรรมได้แยกประเภทการผลิตออกได้ ดังนี้

3.7.1 อุตสาหกรรมกระเบื้องปูพื้นปิดผนังและกระเบื้องโมเสก

3.7.2 อุตสาหกรรมผลิตเครื่องสุขภัณฑ์ เช่น หัวส้วม ที่ใส่สบู่ ที่ใส่กระดาษชำระ อ่างล้างหน้า และที่ปัสสาวะ

3.7.3 อุตสาหกรรมผลิตถ้วยย จาน ชาม เซรามิค

3.7.4 อุตสาหกรรมผลิตของชำร่วย และเครื่องประดับเซรามิค

3.7.5 อุตสาหกรรมผลิตลูกถ้วยไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 **ศึกษากระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมถ้วย จาน ชาม เซรามิค**

กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเซรามิคทุกประเภทจะมีความแตกต่างกันไม่มาก จะแตกต่างกันเฉพาะการนำเอาเทคโนโลยีการผลิตเข้ามาช่วยเท่านั้น กระบวนการผลิต ถ้วย จาน ชาม เซรามิคประกอบขึ้นด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.8.1 การเตรียมวัตถุดิบ

3.8.2 การขึ้นรูป หรือ การทำให้เป็นรูปทรงของผลิตภัณฑ์

3.8.3 การตกแต่งผลิตภัณฑ์

3.8.4 การอบหรือผึ่งผลิตภัณฑ์

3.8.5 การเผาครั้งที่ 1 ใช้ความร้อนประมาณ 900 - 950 องศา

3.8.6 การเตรียมน้ำยาเคลือบ

3.8.7 เขียนลาย

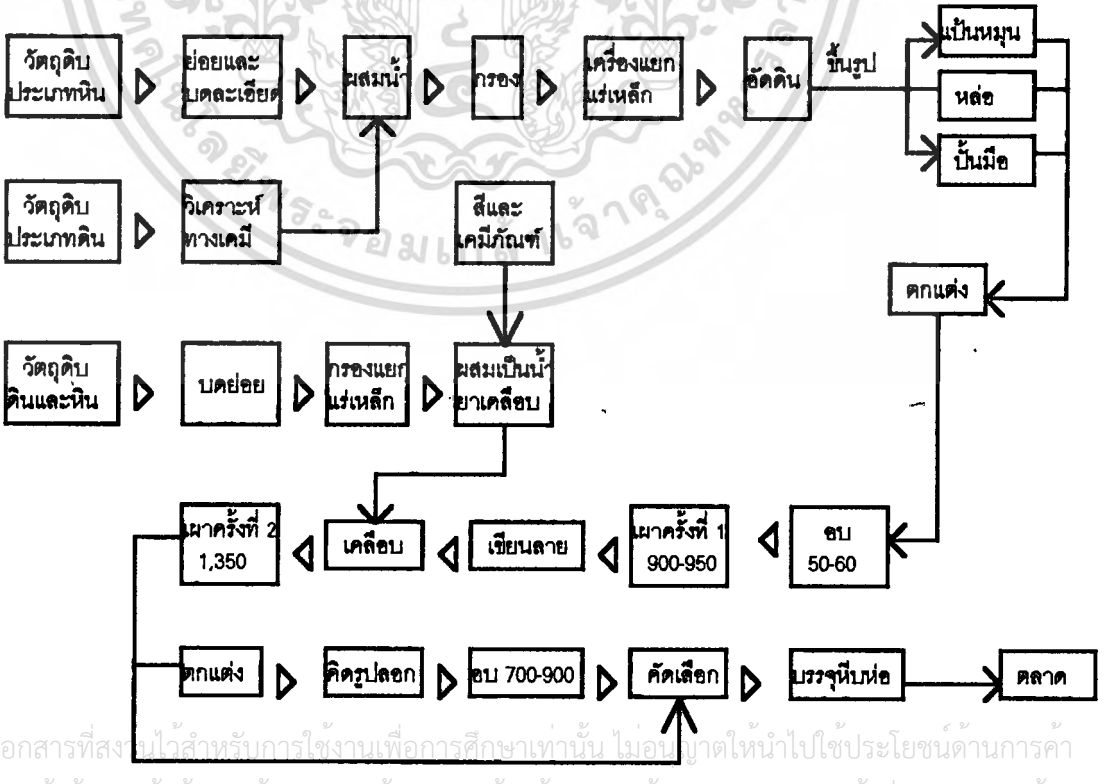
3.8.8 การชุบเคลือบ

3.8.9 การเผาเคลือบ

3.8.10 การบรรจุหีบห่อ นำออกไปจำหน่าย

ภาพที่ 47

ขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตถ้วย จาน ชามเซรามิค



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 **ศึกษากระบวนการผลิตที่ต้องใช้รถเข็นช่วยในการขนย้ายชิ้นงาน**

จากการศึกษาข้อมูลทางภาคสนามเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต อุตสาหกรรมถ้วย จาน ชาม เมื่อผลิตเป็นจำนวนมาก ๆ ตามขั้นตอนการผลิตได้มีการนำรถเข็นเข้ามาช่วยในการขนย้าย เพื่อความรวดเร็ว และความสะดวกในการผลิต จำเป็นต้องมีการขนย้ายออกจากตำแหน่งผลิตเดิมไปยังตำแหน่งต่อไป ขั้นตอนที่ต้องใช้รถเข็นในการขนดูได้จากตารางที่ 17

ตารางที่ 17

ขั้นตอนการขนย้ายชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค

ลำดับที่	ขั้นตอนที่ต้องขนย้ายชิ้นงาน
1	ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์
2	ตกแต่งชิ้นงาน
3	ห้องอบหรือผึ่งให้แห้ง
4	เผาครั้งที่ 1
5	เคลือบสี
6	เผาเคลือบ

3.10 **ศึกษารูปแบบและขนาดสัดส่วนภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร**

ภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหารหมายถึง ภาชนะเซรามิคที่ใช้ใส่อาหารในการเตรียม การเก็บรักษา หรือการบริโภค ยกเว้นภาชนะหุงต้ม ได้แก่

3.10.1 **ภาชนะแบบแบน** (FIATWARE) หมายถึง ภาชนะที่มีความลึกไม่เกิน 25 มิลลิเมตร เมื่อวัดในแนวดิ่งจากจุดลึกที่สุดภายในภาชนะถึงแนวระดับราบของขอบริมสุดของภาชนะ ได้แก่ จาน ประเภทต่าง ๆ

ภาพที่ 48

วิธีการวัดความลึกของภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.2 **ภาชนะแบบลึก** (HOLLOW WARE) หมายถึง ภาชนะที่มีความลึกเกิน 25 มิลลิเมตร การแบ่งประเภทของภาชนะลึกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.10.2.1 ภาชนะแบบลึกขนาดเล็ก (SMALL HOLLOW WARE) หมายถึง ภาชนะที่มีความจุน้อยกว่า 1.1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ได้แก่ ถ้วยน้ำจิ้ม แก้วกาแฟ ฯลฯ

3.10.2.2 ภาชนะแบบลึกขนาดใหญ่ (LARGE HOLLOW WARE) หมายถึง ภาชนะที่มีความจุตั้งแต่ 1.1 ลูกบาศก์เดซิเมตรขึ้นไป ได้แก่ ชาม กากาแฟ ฯลฯ

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขนาดสัดส่วนของภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหารที่จำหน่ายในท้องตลาด นำมาวิเคราะห์หาขนาดต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบรถเข็นขนย้ายชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิคได้ทำการเปรียบเทียบหาขนาดโดยยึดหลักการดังต่อไปนี้

(1) ใช้ความลึกของภาชนะตาม มอก. เป็นตัวกำหนดความสูงของภาชนะแบบแบน

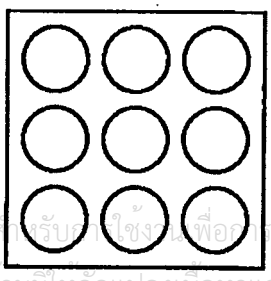
(2) ใช้ขนาดสัดส่วนของภาชนะเซรามิค ที่ใช้กับอาหารที่จำหน่ายในท้องตลาดกำหนดขนาดความกว้าง x ยาว เส้นของภาชนะที่เป็นเหลี่ยมใช้เส้นผ่าศูนย์กลางสำหรับภาชนะกลม

(3) ใช้ขนาดของภาชนะที่เล็กที่สุดเป็นเกณฑ์กำหนดการรับน้ำหนักของรถเข็น เหตุผลเพราะว่าภาชนะที่เล็กเมื่อวางบนพื้นที่ที่เท่ากันกับภาชนะชิ้นใหญ่ต้องใช้ภาชนะชิ้นเล็กมากกว่าชิ้นใหญ่ และภาชนะชิ้นเล็กย่อยมีโครงสร้างของภาชนะมากกว่า ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ใช้ภาชนะเป็นเกณฑ์ของการกำหนดน้ำหนัก เพราะมีน้ำหนักมากกว่า ดังภาพที่ 49

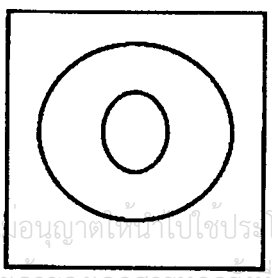
ภาพที่ 49

แสดงการเปรียบเทียบพื้นที่ในการวางภาชนะเซรามิค

ภาพ ก. การวางภาชนะชิ้นเล็ก



ภาพ ข. การวางภาชนะชิ้นใหญ่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4)ใช้ความสูงของภาชนะที่จำหน่ายในท้องตลาดเป็นเกณฑ์ในการสรุปหาความสูงของภาชนะแบบลึกขนาดใหญ่ เพราะความสูงที่ระบุใน มอก.เกี่ยวกับภาชนะชนิดนี้ คือ สูงกว่า 25 มิลลิเมตร จึงต้องใช้ความสูงของภาชนะในท้องตลาด

สรุปขนาดสัดส่วนของภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหารได้ดังนี้ คือ

(ก) ภาชนะเซรามิคที่เล็กที่สุด คือ แก้วกาแฟ วัดขนาดได้เท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร สูง 95 มิลลิเมตร หนักใบละ 300 กรัม

(ข) ภาชนะเซรามิคที่มีความสูงที่สุด คือ กากาแฟ วัดขนาดได้เท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลาง 110 มิลลิเมตร สูง 150 มิลลิเมตร ความจุมากกว่า 1.1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

(ค) ภาชนะใหญ่ที่สุด คือ จานแบน วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 250 มิลลิเมตร สูงไม่เกิน 35 มิลลิเมตร วัดจากพื้น

3.11 **ศึกษาผลิตภัณฑ์เดิม**

ในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิคมีรถเข็นอยู่ด้วยกันหลายชนิด แต่ละชนิดก็ใช้งานแตกต่างกันไป สำหรับรถเข็นที่ใช้ขนย้ายชิ้นงานนั้นจะใช้เป็นเฉพาะชิ้นงานที่แกะออกจากแม่พิมพ์แล้วเคลื่อนย้ายไปยังตำแหน่งอื่นในกระบวนการผลิตเท่านั้น จึงแตกต่างจากรถเข็นอื่นที่ใช้ในโรงงาน จากการศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์เดิมมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ภาพที่ 50

แสดงรถเข็นขนย้ายชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค

เอกสารนี้เป็นเอกสาร ... การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้ง ... ใช้

ผลิตภัณฑ์เดิม หรือรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิคเดิมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีขนาด ดังนี้

กว้าง	85 ซม.
ยาว	85 ซม.
สูง (จากพื้นถึงชั้นบนสุด)	140 ซม.
ชั้นวางห่างกัน	15 ซม.

โครงสร้างของรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเดิมประกอบไปด้วย

3.11.1 **โครงสร้างหลัก** เป็นโครงสร้างที่ต้องรับน้ำหนักทั้งหมดของรถเข็น ประกอบด้วยเสาและโครงสร้างรับเสา วัสดุทำด้วยเหล็กสี่เหลี่ยมกลวง ขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว

3.11.2 **คานรับน้ำหนัก** แยกออกเป็นชิ้นจากโครงสร้างหลักถอดประกอบปรับระดับได้ตามต้องการ วัสดุทำจากเหล็กสี่เหลี่ยมกลวง ขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว

3.11.3 **แผ่นรองรับชิ้นงาน** ยกลงจากรถเข็นแล้วนำไปนำชิ้นงานให้เต็มแล้วนำไปวางบนชั้นวางทำจากไม้แผ่นหรือไม้อัด 10 มิล ขนาด 15 x 120 ซม.

ภาพที่ 51

ภาพแสดง แผ่นรองชิ้นงานของผลิตภัณฑ์เดิม

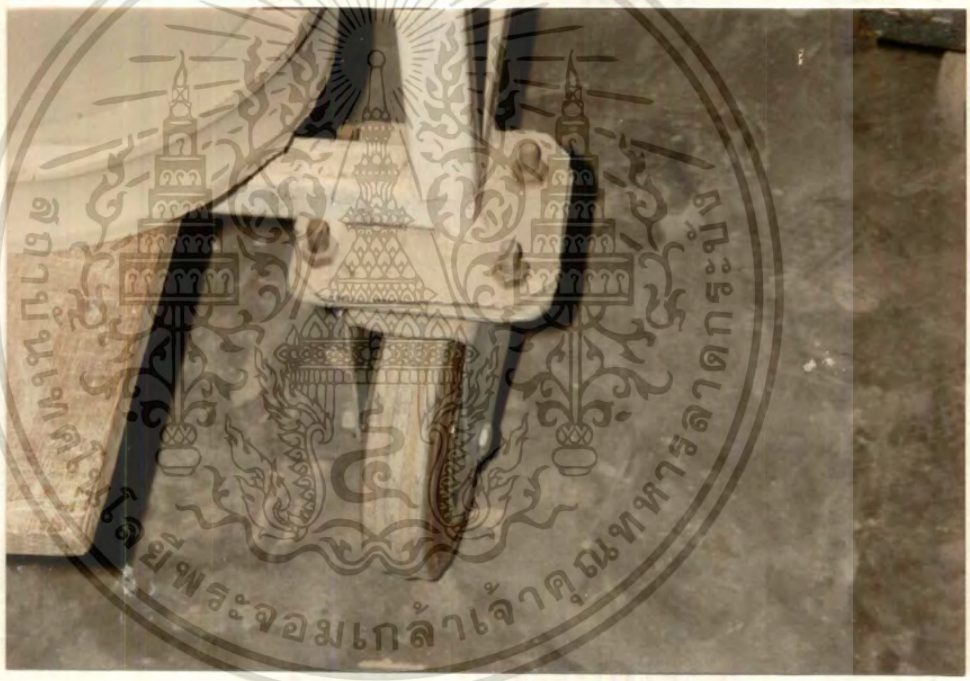
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11.4 ชั้นวางชิ้นงานมีทั้งหมด 9 ชั้น แต่ละชั้นวางแผ่นรองชิ้นงานได้ 4 แผ่น การวางแผ่นรองคำนึงถึงระยะห่างของชิ้นงานด้วย ระยะห่างของชั้นวางแผ่นรองเท่ากับ 15 เซนติเมตร

3.11.5 ล้อรถเข็นที่ใช้ทำจากยาง เป็นล้อยางตันชนิดแข็งที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมเป็นล้ออิสระหมุนตัวทั้ง 4 ล้อ ขนาดของล้อที่ใช้คือ เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว รับน้ำหนักได้ล้อละประมาณ 150 กิโลกรัม

ภาพที่ 52

ภาพแสดงล้อรถเป็นของผลิตภัณฑ์เดิม



การใช้งานใช้กำลังมนุษย์ในการปรับเปลี่ยนช่วงความสูงของชิ้นงานและขับเคลื่อนล้อให้หมุนไปตามตำแหน่งต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต

3.12 ศึกษาผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

การศึกษาผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงนี้เป็นการศึกษาดูลักษณะรูปทรงการใช้งานเพื่อเป็นแนวทางการออกแบบโดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการผลิต และเป็นพื้นฐานในการออกแบบโครงสร้างสำหรับผลิตภัณฑ์ที่นำมาศึกษา ได้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12.1 ชั้นโชว์จำหน่ายกระเบื้องเซรามิค

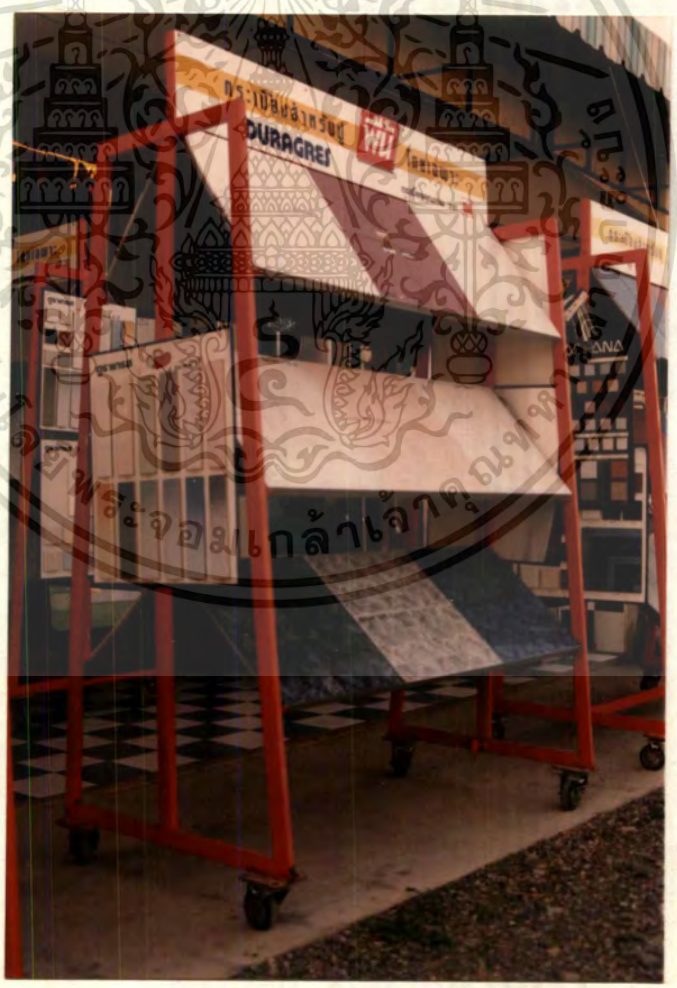
ชั้นโชว์ผลิตภัณฑ์นี้มีการวางอยู่ทั่วไปตามร้านจำหน่ายผลิตภัณฑ์ก่อสร้าง ทำขึ้นเพื่อส่งเสริมการขายของบริษัทที่จัดจำหน่ายด้วยการนำลายกระเบื้องแต่ละชนิดที่แปลกใหม่ให้ดึงดูดใจลูกค้าที่จะซื้อกระเบื้องไปใช้

ขนาดสัดส่วนของชั้นโชว์ที่วางอยู่ตามร้านจำหน่ายผลิตภัณฑ์ก่อสร้างมีอยู่หลายชนิด หลายยี่ห้อ หลายรูปแบบ จากการศึกษาข้อมูลสรุปได้ดังนี้ คือ

กว้าง (วัดที่ฐานของชั้นโชว์)	70 ซม.
ยาว (วัดที่ฐานของชั้นโชว์)	125 ซม.
สูง (วัดจากพื้นถึงชั้นบนสุด)	162 ซม.

ภาพที่ 53

ภาพแสดงชั้นวางโชว์กระเบื้องเซรามิค



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 54

ภาพแสดงชั้นโชว์จำหน่ายกระเบื้องเซรามิค

โครงสร้างของชั้นโชว์จำหน่ายกระเบื้องเซรามิคมีส่วนประกอบ ดังนี้

(1) โครงสร้างหลักเป็นโครงสร้างที่ใช้รับน้ำหนักทั้งหมด เสาคานยื่น เพื่อรับน้ำหนักลงสู่เสา วัสดุทำด้วยเหล็กท่อสี่เหลี่ยมกลวง ขนาด 1 นิ้ว x 2 นิ้ว ตามภาพที่แสดง

(2) ชั้นวางกระเบื้องทำจากเหล็กแผ่น หนาประมาณ 1 มิลลิเมตร ดัดปลายให้ตั้งฉากเล็กน้อย เพื่อรองรับกระเบื้องเชื่อมติดกับโครงสร้าง

(3) ล้อ ใช้ล้อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยึดติดกับโครงสร้างด้วยการใช้น็อตยึด เป็นล้อชนิดยางตันแข็งประเภทใช้ในงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.13 **ศึกษาพฤติกรรมการใช้งานรถเข็นขนย้ายชิ้นงานในกระบวนการผลิต**

จากการศึกษาข้อมูลเพื่อหาขั้นตอนในการผลิตที่ต้องใช้รถเข็นในการช่วยงานและได้ทำการสรุปไว้ผู้วิจัยได้นำเอาข้อมูลที่สรุปไว้มาศึกษาต่อ เพื่อสรุปพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้ที่ใช้งานรถเข็น และศึกษาขั้นตอนการทำงานตามขั้นตอนต่าง ๆ จากข้อมูลภาคสนามที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูล สรุปพฤติกรรมการใช้งานรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเป็นขั้นตอนตามลำดับการผลิตได้ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำรถเข็นเปล่าจากเตาเผาเคลือบมายังขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 การแกะชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์วางบนแผ่นรองชิ้นงานและนำไปวางไว้บนรถเข็น

การทำงานในขั้นตอนนี้มีขั้นตอนการทำงานมาก และมีความสำคัญมาก พฤติกรรมต่าง ๆ ของขั้นตอนที่ 2 สรุปได้ ดังนี้ ดูในตารางที่ 18

ตารางที่ 18
แสดงขั้นตอนการทำงาน

ลำดับที่	รายละเอียดขั้นตอนการทำงาน
1	ปรับระดับความสูงของชั้นวางให้เหมาะสมกับความสูงของชิ้นงาน
2	นำแผ่นรองชิ้นงานมาวางใกล้ ๆ แม่พิมพ์ที่จะแกะชิ้นงาน
3	แกะชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์วางบนแผ่นรองจนเต็ม
4	ยกแผ่นรองชิ้นงานที่เต็มแล้วไปไว้บนชั้นวางบนรถเข็นจนเต็มทุกชั้น
5	นำรถเข็นไปยังขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 ตกแต่งชิ้นงานที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 ทำได้โดยใช้ฟองน้ำเช็ดภาชนะที่มีตำหนิจากการขึ้นรูปให้มีความสมบูรณ์

ขั้นตอนที่ 4 นำรถเข็นชิ้นงานที่ตกแต่งชิ้นงานแล้วเข้าห้องอบด้วยอุณหภูมิ 50 - 65 องศาเซลเซียส หรือใช้พลาสติกคุมเพื่อให้ชิ้นงานแห้ง ขั้นตอนนี้จะใช้เวลาพอสมควร คือใช้เวลาประมาณ 20 - 24 ชม. หรือใช้เวลาตามที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 5 นำชิ้นงานที่อบให้แห้งแล้วบนรถเข็นมาเผาครั้งที่ 1 โดยการนำชิ้นงานมาเรียงเข้าเตาเผา โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 900 - 950 องศาเซลเซียส รถเข็นจอดอยู่ข้างเตาเพื่อรอเวลาเผาเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 6 นำชิ้นงานที่ผ่านการเผาแล้วมาทำการชุบเคลือบ บางโรงงานอาจจะใช้เครื่องพ่น หรือใช้เครื่องในการชุบเคลือบ

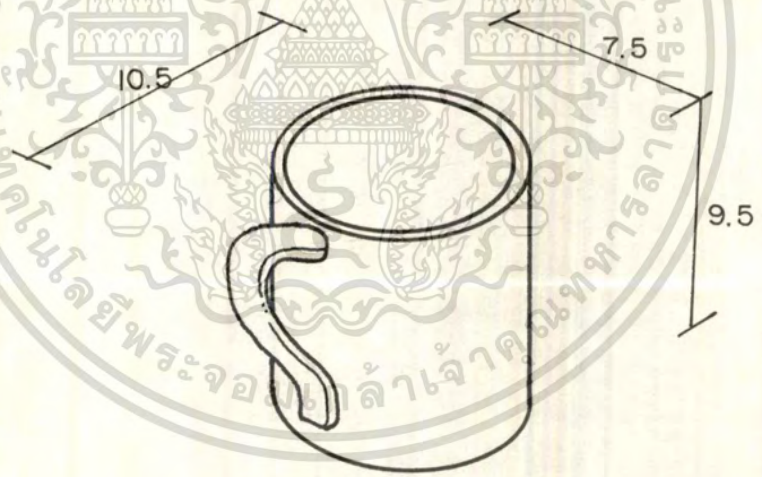
ขั้นตอนที่ 7 นำชิ้นงานที่ชุบเคลือบแล้วมาทำการเผาเคลือบ จอดรถเข็นไว้ข้างเตาเผา

3.14 ศึกษาการรับน้ำหนักของรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิค

ในการศึกษานี้ได้นำเอาบทสรุปของการศึกษาต่าง ๆ มาทำการศึกษาต่อ เพื่อให้ได้น้ำหนักของภาชนะที่มีผลต่อรถเข็น และเป็นแนวทางในการออกแบบโครงสร้างของรถเข็นขนย้ายชิ้นงาน บทสรุปที่ยกมาวิเคราะห์หาน้ำหนัก มีดังนี้

3.14.1 **ขนาดและน้ำหนักของภาชนะแบบลึกขนาดเล็ก** ขนาดวัดได้เท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.5 ซม. สูง 9.5 ซม. หนักใบละ 300 กรัม คิดเป็นปริมาตร ได้ดังนี้

ภาพที่ 55
แสดงขนาดสัดส่วนของแก้วกาแฟ



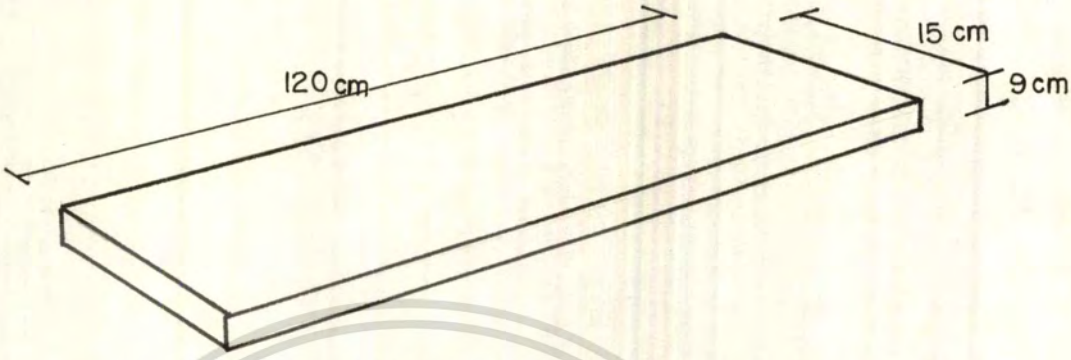
3.14.2 **แผ่นรองชิ้นงานของผลิตภัณฑ์เดิม วัดขนาดได้ คือ 15 x 120 หนา 10 มิล**

เหตุผลที่ต้องเลือกขนาดของผลิตภัณฑ์เดิมนี้ก็เพราะต้องการทราบว่ารถเข็นเดิมสามารถรับน้ำหนักได้สูงสุดเท่าไร เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดขนาดรถเข็นขนย้ายชิ้นงานใหม่ที่ทำการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 56

แสดงขนาดของแผ่นรองชิ้นงาน



2.14.3 หลักในการจัดเรียงภาชนะบนแผ่นรองชิ้นงานในขั้นตอนการผลิตหลักการมีอยู่ว่าการเรียงชิ้นงานควรทิ้งระยะห่างพอสมควร เพื่อให้อากาศถ่ายเทได้ง่ายและทำให้ชิ้นงานมีความแห้งสม่ำเสมอ การวางชิ้นงานห่างกันประมาณ 2 เซนติเมตร

ภาพที่ 57

แสดงการเรียงภาชนะบนแผ่นรองชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.14.4 ความจุชั้นวางของรถเข็นมีทั้งหมด 9 ชั้น 1 ชั้นวางแผ่นรองชิ้นงานได้ 4 แผ่น

เพื่อทราบค่าต่าง ๆ ที่ได้ยกบทสรุปมาใช้มีขั้นตอนการคำนวณหาน้ำหนักทั้งหมดที่รถเข็นชิ้นงานที่บรรทุกได้ ดังนี้

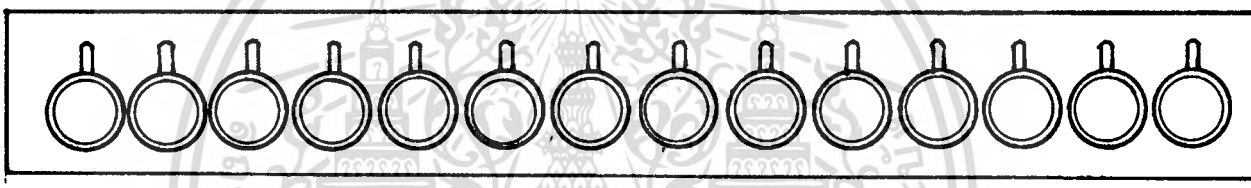
3.14.4.1 แผ่นรองชิ้นงานมีขนาด 15 x 120 เซนติเมตร

3.14.4.2 ภาชนะแบบลึกเล็กมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร

3.14.4.3 การเรียงภาชนะบนแผ่นรองทำได้ ดังภาพที่ 58

ภาพที่ 58

แสดงสัดส่วนการเรียงภาชนะบนแผ่นรองชิ้นงาน



การคำนวณหาการวางชิ้นงานบนแผ่นรองทำได้ ดังนี้

ความยาวของแผ่นรอง = จำนวนชิ้นงานที่วางได้

พื้นที่ในการวางภาชนะ 1 ชิ้น

แทนค่าได้ ดังนี้

$$\frac{120}{8.5} = 14 \text{ ชิ้นต่อ 1 แผ่น}$$

3.14.4.4 รถเข็นเดิมมีทั้งหมด 9 ชั้นวาง แผ่นรองชิ้นงานได้ 4 แผ่น การคิดหาน้ำหนักทำได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาน้ำหนักของภาชนะทำได้ ดังนี้

จำนวนชิ้นที่ได้ต่อ 1 แผ่น x น้ำหนักต่อ 1 ชิ้น x จำนวนแผ่นรองต่อ 1 ชิ้น x จำนวนชิ้นทั้งหมด = น้ำหนักทั้งหมดของภาชนะที่บรรทุก

แทนค่าด้วยตัวเลขได้ ดังนี้

14 x 300 x 4 x 9 = 151,200 กรัม

คิดเป็นกิโลกรัมเท่ากับ 151.2 กิโลกรัม

สรุป รถเข็นขนย้ายชิ้นงาน 1 คัน สามารถรับน้ำหนักของภาชนะแบบลึกเล็ก หรือถ้วย กาแฟได้สูงสุดประมาณ 151 กิโลกรัม จากน้ำหนักที่ได้ จะนำไปวิเคราะห์หาขนาดของล้อเข็น และระดับความสูงของการเข็นที่เหมาะสมต่อไป

3.15 **ศึกษาระดับความสูงของชั้นวางแผ่นรองชิ้นงาน**

จากบทสรุปของการศึกษาหาขนาดของภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร และพฤติกรรมการทำงานของคนงานในโรงงานเซรามิค ทำให้ได้ข้อสรุประดับความสูงของชั้นวาง ดังนี้

3.15.1 เมื่อวางภาชนะแล้วต้องให้มีทางเดินของอากาศเข้าไปยังชิ้นงานโดยทั่วถึงและสม่ำเสมอ

3.15.2 สะดวกในการยกแผ่นรองชิ้นงานขึ้น การยกลง เพราะการยกลงต้องเอามือสอดไปใต้แผ่นรองชิ้นงาน เพื่อจะยกแผ่นรองลงจากรถ มือต้องไม่สัมผัสกับภาชนะที่ตั้งอยู่ด้านล่าง

3.15.3 ต้องมีความสูงของชั้น ให้สามารถใช้กับภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหารได้ทุกแบบ

จากความต้องการคุณสมบัติดังกล่าว ผู้ทำวิจัยได้ทำการศึกษาขนาดความสูงของผลิตภัณฑ์เดิมสรุป ได้ดังนี้

ระยะห่างของชั้นระดับเดิม 15 เซนติเมตร สามารถปรับระดับความสูงของชั้นเป็น 30 เซนติเมตร ได้ด้วยการถอดลดจำนวนชั้นลง เมื่อทำการศึกษาและพิจารณาเปรียบเทียบกับคุณสมบัติที่ต้องการแล้ว สรุปได้ดังนี้

(1) ระยะห่าง 15 ซม. เหมาะสมกับภาชนะที่มีความสูงที่สุดของภาชนะแบบลึก และภาชนะแบบแบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) มีช่องว่างด้านบนพอสมควร เพื่อให้อากาศไหลเข้าไปยังชิ้นงานที่อยู่ด้านในได้สะดวก

(3) ระยะห่าง 15 ซม. ไม่เหมาะสมกับภาชนะเซรามิคใส่อาหารแบบลึกใหญ่ เช่น กากาแฟ เหยือกน้ำ เพราะมีความสูงเกินกว่าชั้นวาง การแก้ปัญหาโดยการลดจำนวนชั้นให้น้อยลง เพื่อให้ความสูงของชั้นวางให้สูงขึ้น

(4) มีความเหมาะสมกับพฤติกรรมการทำงานของคนงานในโรงงาน เพราะระยะห่างเพียงพอสำหรับใช้มือสอดเข้าไปเพื่อยก

สรุป การศึกษาระดับความสูงของระดับชั้นวางแผนรองชิ้นงาน ควรยึดระดับความสูงของผลิตภัณฑ์เดิมเป็นแนวทางในการออกแบบ เพราะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับความต้องการ

3.16 **ศึกษามิติต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ**

การหามิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ รถเข็นให้เหมาะสมกับการใช้งานนั้น ผู้ทำ วิจัยได้นำบทสรุปของโครงสร้างรถเข็นเดิมและพฤติกรรมการใช้งานของคนงานที่ใช้รถเข็นมาเป็นแนวทางในการสรุปค่าตัวเลขต่าง ๆ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของสัดส่วนคนไทยในการศึกษาจะได้ค่าเป็นค่าวิกฤต ค่าต่าง ๆ ที่ศึกษาได้นำมาแสดงในตารางที่ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19

แสดงค่าวิกฤตต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการออกแบบ

มิติต่าง ๆ ของร่างกาย	ค่าวิกฤต(ซม.)	การนำไปใช้ในการออกแบบ
1. ความสูงยืน	160.60	คำนึงถึงขนาดสัดส่วนของรถเข็นโดยเฉลี่ย
2. ความสูงระดับสายตา	149.63	คำนึงถึงทัศนวิสัยในการมองไปข้างหน้าขณะเป็นรถเข็นฯ
3. ความสูงระดับไหล่	132.81	คำนึงถึงขนาดสัดส่วนรถเข็นและการปฏิบัติงาน
4.ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	72.81	คำนึงถึงความยาวของรถเข็นและพื้นที่ในการปฏิบัติงาน
5. ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	186.11	คำนึงถึงขนาดสัดส่วนของรถเข็นและการปฏิบัติงาน
6. ความกว้างของไหล่	43.83	คำนึงถึงระยะความกว้างของตัวรถ และระยะมือจับสำหรับเข็น
7. ความกว้างระหว่างศอก	45.37	คำนึงถึงระยะความกว้างของตัวรถเข็น
8. ขนาดของมือแบ	10.5	คำนึงถึงขนาดของมือจับรถเข็น
9. ขนาดของมือกำวัตถุ	5.0	คำนึงถึงเส้นผ่าศูนย์กลางของมือจับ
10. ความโตของนิ้วมือ	2.5	คำนึงถึงระยะห่างของมือจับกับวัตถุ

3.17 **ศึกษาระยะของการเข็น และ ความสามารถของมนุษย์ในการเข็น**

จากการศึกษาข้อมูลจากเอกสารเกี่ยวกับความสามารถของมนุษย์ในการเข็นสรุปได้ดังนี้

3.17.1 น้ำหนักที่เข็นในพื้นราบสบาย ๆ ได้ไม่เกิน 250 กิโลกรัม

3.17.2 ระดับความาสูงของมือจับเข็น แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.17.2.1 สูง 80 ซม.ใช้กับการเข็นที่ไม่ต้องออกแรงมาก เช่น รถเข็นตามซุเปอร์มาร์เก็ต

3.17.2.2 สูง 95 ซม. ใช้กับการเข็นที่มีน้ำหนักปานกลาง เช่น รถเข็นกระเป๋าโรงแรม รถเข็นไอสครีม

3.17.2.3 สูง 110 ซม. ใช้กับการเข็นที่ต้องออกแรงมาก รถเข็นมีขนาดใหญ่ บรรทุกน้ำหนักมาก

สรุป จากข้อมูลเกี่ยวกับการรับน้ำหนักของรถเข็นขนย้ายชิ้นงาน มีน้ำหนักของภาชนะประมาณ 150 กิโลกรัม เป็นน้ำหนักที่หนักมากในการเข็น จึงเลือกระดับความสูงของมือจับโดยวัดจากพื้นประมาณ 110 ซม. นำมาออกแบบความสูงของมือจับของรถเข็นขนย้ายชิ้นงาน

3.18 **ศึกษาล้อสำหรับรถเข็น**

จากการศึกษาล้อแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ล้อยางตัน และล้อยางสูบลม ล้อทั้ง 2 ชนิด มีคุณสมบัติและวัสดุที่ผลิตแตกต่างกัน การใช้งานจึงแตกต่างกันไปด้วย ในข้อมูลของผลิตภัณฑ์เดิมนั้นรถเข็นใช้ล้อยางตัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว ซึ่งใช้รับน้ำหนักประมาณ 150 - 170 กิโลกรัม แต่เพื่อเป็นการให้ได้ล้อที่มีคุณสมบัติที่สอดคล้องกับความต้องการมากที่สุด จึงต้องมีการสรุปเลือกใช้ล้อ โดยมีคุณสมบัติที่ต้องการ ดังนี้

3.18.1 ใช้งานในพื้นที่ที่ไม่ขรุขระมากนัก เพราะพื้นผิวโดยส่วนใหญ่ของโรงงานอุตสาหกรรมเป็นพื้นคอนกรีตเรียบ

3.18.2 ต้องรับน้ำหนักได้ประมาณ 170 กิโลกรัม

3.18.3 ระยะทางการใช้งานมาก เพราะต้องเคลื่อนย้ายไปตามกระบวนการผลิต

จากความต้องการคุณสมบัติของล้อที่จะนำมาใช้งาน จึงต้องแจกแจงคุณสมบัติของล้อทั้ง 2 ชนิด เพื่อเป็นการเปรียบเทียบคุณสมบัติและหาความเหมาะสมที่นำมาใช้งานกับรถเข็น ซึ่งแจกแจงได้ในตารางที่ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20

แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของล้อยางตันและสูบลม

ล้อยางตัน	ล้อสูบลม
1. ใช้กับรถขนาดเล็ก	1. ใช้กับงานที่รับน้ำหนักมาก
2. ใช้งานภายในอาคาร	2. ใช้ในพื้นที่ขรุขระ ไม่เรียบ
3. สะดวกในการเข็นและเคลื่อนย้าย	3. กันสะเทือนได้ดี
4. ใช้ในพื้นที่ที่ไม่ขรุขระมาก	
5. มีให้เลือกหลายขนาดและชนิด	

จากคุณสมบัติของล้อทั้ง 2 ชนิด เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับความต้องการคุณสมบัติที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว จะเห็นได้ว่า ล้อที่มีคุณสมบัติตรงกับความต้องการมากที่สุด คือ ล้อยางตัน แต่ล้อยางตันนั้นมีหลายประเภท ซึ่งแบ่งได้ ดังนี้

3.18.4 **ล้อที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม** ล้อชนิดนี้นิยมมากในการติดตั้งเข้ากับรถชนิดต่าง ๆ ที่ต้องรับน้ำหนักปานกลางถึงหนักมาก วัสดุที่ใช้ผลิตมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น ยาง ยางแข็ง เหล็กในอ่อน โพลียูเรเทน ยางแข็ง ล้อชนิดนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

3.18.4.1 **ล้อตาย** เป็นชื่อที่เรียกล้อประเภทที่ไม่สามารถหมุนรอบแกนกลางได้ จะตรงอย่างเดียว ไม่เหมาะในการบังคับเลี้ยว

3.18.4.2 **ล้ออิสระ** เป็นล้อที่สามารถหมุนได้รอบแกนกลาง สะดวกในการบังคับให้เลี้ยวซ้าย - ขวา

3.18.5 **ล้อสำหรับงานเฟอร์นิเจอร์** ใช้ทำล้อโซฟาร์ บาร์เคลื่อนที่ รับน้ำหนักได้ไม่มาก

จากที่กล่าวมา รถเข็นขนย้ายชิ้นงานต้องรับน้ำหนักประมาณ 150 - 170 กิโลกรัม จากการศึกษาเลือกใช้ล้อยางตัน วัสดุทำด้วยยางแข็ง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว เพราะสามารถรับน้ำหนักได้สูงสุดล้อละ 175 กิโลกรัม ส่วนจะสรุปว่าจะใช้ระบบล้อตายหรือล้ออิสระนั้น จะสรุปในการศึกษาการวางตำแหน่งล้ออีกครั้งหนึ่ง

3.19 **ศึกษาการวางตำแหน่งล้อ**

การวางตำแหน่งล้อแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

3.19.1 **ล้อหน้าอิสระ ล้อหลังตาย**

3.19.2 **ล้อหลังอิสระ ล้อหน้าตาย**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.19.3 **อิสระทั้ง 4 ล้อ**

จากการศึกษาคุณสมบัติของการวางตำแหน่งล้อทั้ง 3 ลักษณะ สรุปได้ในตารางที่ 21

ตารางที่ 21

แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของการวางตำแหน่งล้อ

ลักษณะการวาง	คุณสมบัติ
1. ล้อหน้าอิสระ ล้อหลังตาย	บรรทุกน้ำหนักน้อย บังคับเลี้ยวลำบาก
2. ล้อหน้าตาย ล้อหลังอิสระ	เลี้ยวได้ง่าย ออกแรงบังคับน้อย ต้องบังคับล้อตลอดเวลา การบังคับทางตรงทำได้ดี
3. อิสระทั้ง 4 ล้อ	สะดวกในการเลี้ยว การเข็น ทางตรงใช้แรงบังคับตลอดเวลา

จากการแจกแจงคุณสมบัติของการวางตำแหน่งล้อทั้ง 3 แบบแล้ว ก็ยังไม่สามารถสรุปแน่ชัดได้ว่าจะวางตำแหน่งล้อลักษณะอย่างไร ผู้วิจัยได้ศึกษาคุณสมบัติของตำแหน่งล้อที่เหมาะสมกับพฤติกรรมการทำงานของผู้ที่ใช้รถเข็นขนย้ายชิ้นงานและได้สรุปคุณสมบัติที่ต้องการ ดังนี้

(1) เหมาะสมกับการบรรทุกภาชนะเซรามิคที่มีน้ำหนักรวมแล้วประมาณ 150 - 170 กิโลกรัม

(2) เหมาะสมกับการจับเข็นทั้ง 2 ด้าน ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง

(3) เหมาะสมกับการเคลื่อนย้ายตลอดเวลา

(4) เหมาะสมกับการบังคับรถเข็นทั้งทางตรง และ บังคับเลี้ยวทางโค้งตามกระบวนการผลิต

จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติของการวางตำแหน่งล้อและคุณสมบัติที่ต้องการในการใช้งานแล้ว สรุปได้ว่าควรเลือกการวางตำแหน่งล้อแบบอิสระทั้ง 4 ล้อ เหมาะสมที่สุด

3.20 **ศึกษาระบบล๊อคล้อรถเข็น**

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกอย่างสำหรับรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิคนี้ คือระบบล๊อคล้อหรือระบบเบรค ที่จะช่วยในการหยุดรถ แต่ระบบล๊อคล้อหรือระบบเบรคนั้นขึ้นอยู่กับความจำเป็นในการใช้งาน และเหมาะสมหรือไม่ จากการศึกษาในกระบวนการผลิต คุณสมบัติที่ต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การของพฤติกรรมการทำงานแล้วสรุปได้ว่า รถเข็นไม่จำเป็นต้องมีระบบเบรค เพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

3.20.1 การใช้งานรถเข็นต้องเข็นรถไปหลายตำแหน่งในกระบวนการผลิต

3.20.2 เมื่อติดเบรคที่ล้อแล้ว บางครั้งคนงานลืมปลดระบบเบรค เมื่อออกแรงเข็นรถทำให้ล้อไม่หมุน ทำให้แรงที่ผลักรถไปนั้นไปกระทำต่อโครงสร้างทำให้โครงสร้างโยกชิ้นงานที่อยู่บนรถเข็นชำรุดเสียหายได้

3.21 **ศึกษาการออกแบบโครงสร้าง**

การออกแบบโครงสร้างของรถเข็น เพื่อให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการใช้งานต้องมีการศึกษาข้อมูลในทุก ๆ ด้านที่เกี่ยวกับโครงสร้างมาประกอบเพื่อทำการตัดสินใจในการออกแบบข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโครงสร้างมีดังนี้

3.21.1 หน้าที่ของโครงสร้าง หน้าที่แต่ละส่วนของโครงสร้างจะไม่เหมือนกันทำหน้าที่แตกต่างกันไป

3.21.2 แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุประกอบเป็นโครงสร้างแรงต่างๆมีดังนี้

3.21.2.1 แรงดึง

3.21.2.2 แรงอัด

3.21.2.3 แรงเฉือน

3.21.2.4 แรงบิด

3.21.3 ข้อคำนึงในการออกแบบโครงสร้างรถเข็นฯ

3.21.3.1 ความแข็งแรงทนทาน

3.21.3.2 ความมั่นคงในขณะจอด

3.21.3.3 ความยากง่ายในการผลิต

3.21.3.4 น้ำหนักโครงสร้าง

3.21.3.5 ความสวยงาม

3.21.3.6 การบำรุงรักษา

3.21.3.7 ราคา

3.21.3.8 วัสดุหาง่าย

3.22 **ศึกษารูปทรงพื้นฐานของรถเข็น**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปทรงที่นำมาศึกษานี้เป็นรูปทรงพื้นฐานซึ่งใช้ในการออกแบบรถเข็นเป็นส่วนใหญ่ เป็นรูปทรงทางเรขาคณิตที่น่าสนใจและเป็นไปได้ในการออกแบบรูปทรงของรถเข็นมีดังนี้

3.22.1 **รูปทรงสี่เหลี่ยม**

3.22.2 **รูปทรงสามเหลี่ยม**

3.22.3 **รูปทรงกลม**

จากการศึกษาข้อดีข้อเสียต่าง ๆ ของรูปทรงพื้นฐาน สรุปข้อดีข้อเสียของรูปทรงต่าง ๆ ได้ตามตารางที่ 22, 23 และ 24

ตารางที่ 22

การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของรูปทรงสี่เหลี่ยม

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ประหยัดเนื้อที่ในการจัดวาง 2. มีความสมดุลย์โดยรอบตัว 3. ฐานมั่นคงไม่ล้มง่าย 4. กรรมวิธีการผลิตง่าย	1. มีแง่มุมทำให้เกิดอันตรายได้

ตารางที่ 23

การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของรูปทรงสามเหลี่ยม

ข้อดี	ข้อเสีย
1. การขนส่งประหยัดเนื้อที่ในการวาง 2. มีความสมดุลย์พอสมควร 3. มีความสะดวกในการใช้สอยพอสมควร	1. พื้นที่ในการใช้สอยน้อย 2. มีแง่มุมมากเกิดอันตรายได้ง่าย 3. กรรมวิธีการผลิตยุ่งยาก 4. จุดสัมผัส 3 จุด ทำให้ล้มง่าย 5. ทำความสะอาดซอกมุมยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24

เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของรูปทรงกลม

ข้อดี	ข้อเสีย
1. มีความสมดุลย์รอบตัว 2. ฐานมั่นคงไม่ล้มง่าย 3. ปลอดภัยในการใช้งาน 4. รับแรงกระแทกได้ดีกว่า	1. การบังคับความสูงในการผลิตยาก 2. การจัดวางให้ต่อเนื่องกันมีน้อย

จากการศึกษาข้อดีข้อเสียของรูปทรงต่าง ๆ ที่กล่าวมา รูปทรงแต่ละอย่างก็มีคุณสมบัติแตกต่างกันในการพิจารณาเลือกใช้ในการออกแบบแบบรถเข็นชิ้นงานเซรามิคในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค ต้องยึดหลักในการพิจารณาดังนี้

(1) ฐานต้องมีความมั่นคงแข็งแรง

(2) ประหยัดในการจอดวางรถเข็น

(3) กรรมวิธีการผลิตง่าย

(4) สะดวกในการใช้สอย

(5) สมดุลย์รอบตัว

(6) บรรทุกชิ้นงานได้มาก

จากคุณสมบัติที่ต้องการพิจารณาว่าจะต้องใช้รูปทรงไหนเป็นแนวทางในการออกแบบ จะนำไปพิจารณาในตารางวิเคราะห์ เพื่อหารูปทรงที่เหมาะสมต่อไป

3.23 **ศึกษาวัสดุโครงสร้าง**

จากการศึกษาโครงสร้างของรถเข็น รถเข็นที่สร้างขึ้นมาต้องมีโครงสร้างเปรียบเสมือนกระดูก ควรมีส่วนประกอบอื่น ๆ เข้ามาช่วยให้ดูแล้วเหมาะสม การเลือกวัสดุนำมาใช้ในการออกแบบนั้นมีความจำเป็นมาก การเลือกวัสดุควรคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

(1) ความแข็งแรงทนทาน

(2) น้ำหนักของวัสดุ

(3) ความยากง่ายในการผลิตประกอบ

(4) ความสวยงาม

(5) การบำรุงรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากความต้องการคุณสมบัติของวัสดุดังกล่าว ผู้ทำวิจัยได้ศึกษาวัสดุที่ทำโครงสร้างที่นิยมใช้กันทั่วไปในการทำรถเข็น โดยมีวัสดุโครงสร้างที่นำมาพิจารณา 2 ชนิด คือ

3.23.1 เหล็กกลมกลวง

3.23.2 เหล็กสี่เหลี่ยมกลวง

จากการศึกษาเหล็กทั้ง 2 ชนิดนี้ มีคุณสมบัติแตกต่างกันไม่มาก ผู้ทำวิจัยได้สรุปคุณสมบัติของวัสดุตามตารางที่ 25 และตารางที่ 26

ตารางที่ 25

แสดงข้อดีข้อเสียของเหล็กกลมกลวง

ข้อดี	ข้อเสีย
1. สามารถดัดโค้งได้ดี 2. กินพื้นที่หน้าตัดน้อย 3. รับแรงกดในแนวตั้งได้ดี	1. รับแรงกดได้ไม่ดีในแนวนอน 2. เจาะรูพื้นผิวยากและทำให้เสียความแข็งแรง 3. พื้นที่หน้าตัดขวางมีน้อยทำให้ความแข็งแรงลดลงเมื่อใช้งานในพื้นที่หน้าตัด

ตารางที่ 26

แสดงข้อดีข้อเสียของเหล็กสี่เหลี่ยมกลวง

ข้อดี	ข้อเสีย
1. รับแรงกดได้ดี 2. เมื่อเจาะรูแล้วยังรับแรงกดได้ดีกว่าเหล็กกลม 3. พื้นที่ระนาบมีมาก ทำให้ประกอบติดกับวัสดุอื่นดี	1. ไม่สามารถดัดโค้งได้ 2. รับแรงกดหน้าตั้งได้ไม่ดีเท่าที่ควร

จากการแจกแจงข้อดีข้อเสียของวัสดุทั้ง 2 ชนิด สรุปได้ว่า วัสดุทั้ง 2 ชนิดมีความเหมาะสมสำหรับนำไปออกแบบและจะเลือกใช้เหล็กชนิดใดต้องทำการวิเคราะห์ในตารางวิเคราะห์ก่อน เพื่อหาวัสดุที่ตรงกับความต้องการที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.24 **ศึกษาคานรับน้ำหนัก**

จากการศึกษาผลิตภัณฑ์ส่วนประกอบหนึ่งของโครงสร้างรถเข็นคือคานปรับระดับ ซึ่ง วัสดุเดิมทำจากเหล็กท่อสี่เหลี่ยม แต่ละชั้นใช้คานทั้งหมด 3 ชิ้น ทำเป็นบ่ารองรับซึ่งมีปัญหาพอสมควร ผู้ทำวิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับวัสดุที่จะทำคานได้เหมาะสมกับการออกแบบ 3 ประเภทด้วยกันคือ

3.24.1 เหล็กท่อสี่เหลี่ยมกลวง

3.24.2 เหล็กเส้นกลม

3.24.3 โลหะแผ่นอัดขึ้นรูป

คุณสมบัติของวัสดุทั้ง 3 ประเภทนี้มีคุณสมบัติที่จะนำไปพิจารณาแตกต่างกันตามตารางที่ 27

ตารางที่ 27

แสดงคุณสมบัติของวัสดุที่คานรับน้ำหนัก

วัสดุ	คุณสมบัติของวัสดุ
เหล็กท่อสี่เหลี่ยมกลวง	1. ดัดโค้งยาก อาจเกิดรอยยับตามผิว 2. รับแรงกระแทกได้เพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะที่ที่ไม่ใช้ด้านสัน 3. ผิวสัมผัสระหว่างท่อมีมากกว่าท่อกลม ทำให้มีความแข็งแรงมากกว่า 4. ผิวสัมผัสระหว่างหน้าตัดมีมากกว่าท่อกลม จึงมีความแข็งแรง 5. การเจาะรู ทำได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 27 (ต่อ)

วัสดุ	คุณสมบัติของวัสดุ
เหล็กเส้นกลม	1. เหล็กเส้นราคาถูก 2. การขึ้นรูปง่าย 3. ออกแบบรูปทรงได้อย่างอิสระ 4. ใช้อุปกรณ์ในการผลิตน้อยชิ้น 5. การตกแต่งผิวทำได้หลายวิธี 6. มีความแข็งแรงทนทาน
โลหะแผ่นอัดขึ้นรูป	1. ทำวัสดุให้เป็นรูปร่าง โดยใช้แรงขนาดหนัก 2. ผลิตได้รวดเร็ว 3. ทำภาชนะรูปลึกหรือดัดโดยใช้โลหะแผ่นเดียว 4. ทำชิ้นงานได้จำนวนมาก โดยมีรูปร่างและคุณภาพเหมือนกัน 5. ทำได้ง่ายไม่ต้องการความชำนาญ 6. ใช้วัสดุได้เต็มที่ เหลือเศษน้อย 7. ได้ชิ้นงานที่แข็งแรง บาง และเบา

3.25 **ศึกษาวัสดุทำแผ่นรองชิ้นงานเซรามิค**

จากการศึกษาผลิตภัณฑ์เดิมสิ่งที่จำเป็นอีกอย่างสำหรับรถเข็นขนย้ายชิ้นงานคือแผ่นรองชิ้นงานเซรามิค ซึ่งคุณสมบัติที่ต้องการมี ดังนี้

3.25.1 คุณสมบัติที่ต้องการของวัสดุที่ใช้ทำแผ่นรองรับชิ้นงาน มีดังนี้

3.25.1.1 น้ำหนักเบา

3.25.1.2 มีความแข็งแรงทนทานในการรับน้ำหนัก

3.25.1.3 ไม่เป็นสนิมง่าย

3.25.1.4 ราคาถูก

3.25.1.5 กรรมวิธีการผลิตง่าย

3.25.1.6 สามารถปรับตัวในสภาพอากาศในโรงงานได้ดี

จากคุณสมบัติที่ต้องการผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหาวัสดุที่เหมาะสมเพื่อนำไปวิเคราะห์ในตารางวิเคราะห์อีกครั้ง มีด้วยกัน 3 ประเภทด้วยกันคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.25.2 **วัสดุมีคุณสมบัติตามต้องการ**

3.25.2.1 **ไม้อัดสลับชั้น**

3.25.2.2 **ไม้แปรรูป**

3.25.2.3 **โลหะแผ่นดัดขึ้นรูป**

ตารางที่ 28

แสดงคุณสมบัติของวัสดุทำแผ่นรองชิ้นงานเซรามิค

วัสดุ	คุณสมบัติของวัสดุ
ไม้อัดสลับชั้น	1. ไม่ผุตามธรรมชาติเร็วเกินไป 2. ไม้บางประสานตัวจากกัน เพื่อเพิ่มความแข็งแรง 3. การยืดหดตัวน้อย 4. ไม่เป็นตัวนำความร้อน 5. ราคาไม่แพงมากนัก
ไม้แปรรูป	1. มีความแข็งแรง รับน้ำหนักได้มาก 2. ไม้บางชนิดต้องนำเข้า 3. ราคาแพง 4. การยืดยดตัวน้อย 5. สามารถดัดโค้งเป็นรูปต่าง ๆ ได้ 6. มีคุณภาพคงทนต่อสภาพอากาศ
โลหะแผ่นพับขึ้นรูป	1. ราคาแพงกว่าวัสดุไม้ 2. ต้องผ่านกรรมวิธีการผลิตถึงจะแข็งแรง 3. น้ำหนักมาก 4. ไม่เปลี่ยนแปลงต่อสภาพอากาศง่าย 5. ต้องเคลือบผิวเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

3.26 **ศึกษาวัสดุกันกระแทก**

จากการศึกษาวัสดุที่เหมาะสมในการทำเป็นวัสดุกันกระแทกมี 3 ประเภทด้วยกัน คือ

3.26.1 **ยางธรรมชาติ**

3.26.2 **ยางเทียม**

3..26.3 **พลาสติก** (PP) POLYPROPYLENE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29

แสดงคุณสมบัติและประโยชน์ของวัสดุกันกระแทก

ชนิด	คุณสมบัติ	ประโยชน์
ยางธรรมชาติ	1. ทนต่อการสึกหรอ 2. เหนียว 3. ทนแรงกระแทก 4. มีความยืดหยุ่นสูง 5. เป็นฉนวนไฟฟ้า	1. ทำยางรถยนต์ รองเท้า 2. ยางแข็ง ยางฟองน้ำ 3. กาว สายพาน 4. ที่นอนยาง 5. ประเก็นยาง ฯลฯ
ยางเทียม	1. เก็บได้นาน 2. แก๊สซึมผ่านได้ยาก 3. ทนต่อน้ำมันแร่,สารละลาย 4. สารเคมีอื่น ๆ 5. ทนความร้อน	1. ทำถังน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินชนิดอุดรูถูกได้เอง 2. ทำท่อสายยางในเครื่องบิน 3. ทำสายเคเบิล 4. ยางล้อเครื่องบิน
พลาสติก (PP)	1. ทนแรงกระทบดี 2. ทนแสงแดดพอใช้ 3. ทนด่างได้ 4. มีความแข็งที่ผิวไม่เป็นรอยง่าย 5. ทนสารละลายดี	1. ทำหมวกกันน็อค 2. ผนังด้านในตู้เย็น 3. ลังแบตเตอรี่ 4. ถุงพลาสติก 5. ถังพลาสติกและภาชนะพลาสติกอื่น ๆ

3.27 **ศึกษากรรมวิธีการผลิตโครงสร้าง**

กรรมวิธีการผลิตในการผลิตรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิค จากการศึกษากรรมวิธีการผลิตต่าง ๆ และสรุปกรรมวิธีที่เหมาะสมได้ 3 วิธี ดังนี้

3.27.1 การเชื่อม

3.27.2 การใช้หมุดย้ำสลักเกลียว

3.27.3 การอัดพับโลหะ

กรรมวิธีการผลิตทั้ง 3 ชนิดนี้ มีข้อแตกต่างกัน จึงต้องทำการแจกแจงข้อดี ข้อเสีย เพื่อนำไปเป็นแนวทางการพิจารณาการผลิตโครงสร้างของส่วนต่าง ๆ ของรถเข็นขนย้ายชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30

แสดงข้อดี ข้อเสีย ของกรรมวิธีการผลิตแบบเชื่อม

ข้อดี	ข้อเสีย
1. มีความแข็งแรง 2. เหมาะกับวัสดุโลหะ 3. ระยะการใช้งานนาน	1. ค่าใช้จ่ายสูง 2. ขั้นตอนการทำงานใช้เวลานาน

ตารางที่ 31

แสดงข้อดี ข้อเสีย ของกรรมวิธีการผลิตหมุดย้ำสลักเกลียว

ข้อดี	ข้อเสีย
1. สามารถถอดประกอบได้ 2. สะดวกในการขนส่ง 3. สะดวกในการจัดเก็บ 4. ใช้งานได้ทั่วไป 5. มีความแข็งแรง	1. ระยะการใช้งานไม่นาน 2. ขั้นตอนการทำงานมาก 3. ต้องคอยดูแลรักษาเสมอ 4. ชำรุดเสียหายง่าย

ตารางที่ 32

แสดงข้อดี ข้อเสีย การอัดพับขึ้นรูปโลหะ

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ทำวัสดุให้เป็นรูปร่างได้ง่าย 2. ทำได้รวดเร็ว 3. ทำภาชนะรูปลึกหรือดัดโดยใช้โลหะแผ่นเดียว 4. ทำชิ้นงานได้จำนวนมาก โดยมีรูปร่างและคุณภาพเหมือนกัน 5. ทำได้ง่ายและไม่ต้องการความชำนาญ 6. ใช้วัสดุได้เต็มที่ การเสียเศษจึงมีน้อย 7. ได้ชิ้นงานที่แข็งแรง	1. การอัดขึ้นรูปลึกทำได้ไม่ดี 2. จะมีรอยอัดเล็กน้อย 3. ต้องเพื่อเหล็กให้มีขนาดพอเหมาะกับการดัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางคุณสมบัติของกรรมวิธีการผลิตที่กล่าวมาข้างต้นนั้น การนำไปใช้ในการออกแบบส่วนต่าง ๆ ของรถเข็นต้องนำไปวิเคราะห์ในตารางวิเคราะห์อีกครั้งหนึ่ง

3.28 **ศึกษาการใช้สีในการออกแบบ**

ในการออกแบบรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิค นอกจากการใช้งานแล้วยังต้องคำนึงถึงการมองเห็นของคนงานในโรงงานด้วย เพราะการใช้งานนั้นต้องใช้ในโรงงานทั้งหมด การเลือกใช้สีต้องพิจารณาข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. ข้อพิจารณาการใช้สีในการออกแบบรถเข็นขนย้ายชิ้นงาน

1.1 สามารบ่งบอกว่าต้องการความปลอดภัยกับชิ้นงาน

1.2 สามารถมองเห็นได้ชัดเจน

1.3 สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาอิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก ผู้วิจัยได้พิจารณาถึงความเหมาะสมกับการใช้เป็นสีของโครงสร้างรถเข็น สรุปว่า ควรใช้สีส้ม ซึ่งเป็นสีสดใส มองเห็นได้ไกล แสดงความรู้สึกเตือนภัยตลอดเวลา เมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดความรู้สึกสะอาด ดูเบาขึ้น

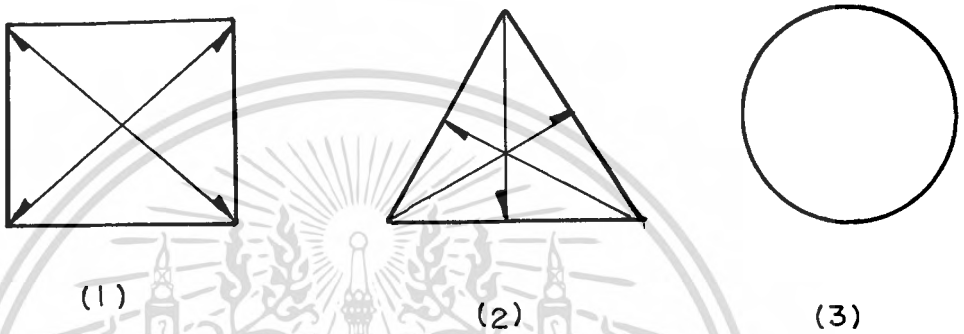
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 33

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบรูปแบบของฐานโครงสร้าง

รูปทรงพื้นฐาน 3 ลักษณะ

1. รูปทรงสี่เหลี่ยม
2. รูปทรงสามเหลี่ยม
3. รูปทรงกลม



(1) (2) (3)

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ฐานมีความมั่นคงแข็งแรง	5	5	5
2	ประหยัดพื้นที่ในการจอด	4	5	3
3	กรรมวิธีการผลิตง่าย	4	4	3
4	สะดวกในการใช้สอย	5	4	4
5	ความสมดุลย์รอบตัว	5	5	5
6	บรรทุกชิ้นงานได้มาก	5	3	3
รวม		28	26	25

จากตารางที่ 33 รูปแบบที่เหมาะสมกับการออกแบบฐานโครงสร้างที่สุด คือ รูปทรงสี่เหลี่ยม

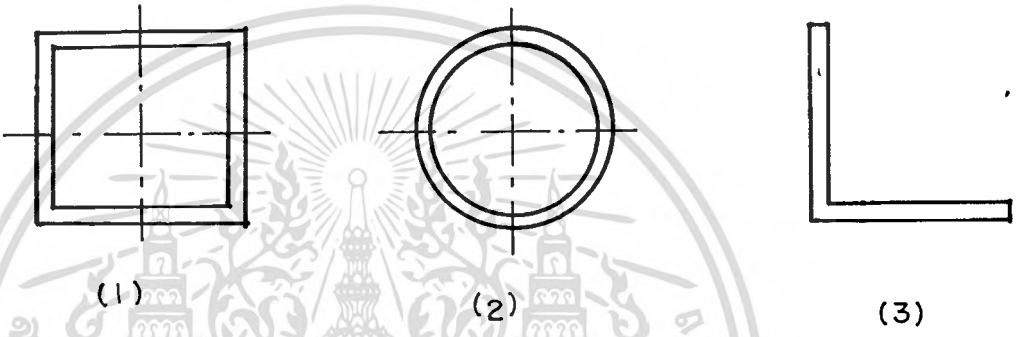
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34

การวิเคราะห์เลือกวัสดุทำฐานโครงสร้าง

วัสดุโครงสร้าง 3 ประเภท

1. เหล็กท่อสี่เหลี่ยมกลวง
2. เหล็กกลมกลวงขนาด
3. เหล็กฉาก



ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	การรับน้ำหนัก	5	4	3
2	ความแข็งแรง	5	4	3
3	ราคาถูก	3	4	5
4	น้ำหนักเบา	2	3	4
5	อายุการใช้งาน	5	4	2
6	สะดวกต่อกรรมวิธีการผลิต	3	3	3
รวม		23	22	20

จากตารางที่ 34 วัสดุที่เหมาะสมกับการทำฐานโครงสร้างมากที่สุด

คือ เหล็กท่อสี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 35

การวิเคราะห์แนวทางการยึดติดฐานโครงสร้าง

กรรมวิธีการยึด 2 วิธี

1. กรรมวิธีการยึดแบบเชื่อม
2. กรรมวิธีการยึดหมุดย้ำหรือสลักเกลียว

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	มีความแข็งแรง	5	3
2	ผลิตง่าย สะดวก	3	4
3	ค่าใช้จ่ายน้อย	3	4
4	ประหยัดเวลา	3	4
5	การบำรุงรักษา	4	2
6	ระยะเวลาการใช้งานนาน	4	2
รวม		22	19

จากตารางที่ 35 กรรมวิธีการยึดฐานโครงสร้างที่เหมาะกับการใช้งานมากที่สุด คือ กรรมวิธีการยึดแบบเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 36

การวิเคราะห์เลือกวัสดุทำเสาโครงสร้าง

วัสดุโครงสร้าง 2 ประเภท

1. เหล็กสี่เหลี่ยมกลวง
2. เหล็กขึ้นรูปพรรณ

(1) (2)

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความแข็งแรง	5	5
2	ผลิตได้ตามรูปร่างที่ต้องการ	3	5
3	อายุการใช้งาน	4	4
4	สอดคล้องกับโครงสร้างอื่น	4	5
5	ทนต่อแรงกระทำต่าง ๆ	4	4
6	ราคาถูก	5	4
รวม		25	27

จากตารางที่ 36 วัสดุที่เหมาะสมกับการทำเสาโครงสร้างมากที่สุด

คือ เหล็กขึ้นรูปพรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 37

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบเสาโครงสร้าง

การวางตำแหน่งเสา 2 ลักษณะ

1. เสา 4 ชิ้นวางตามมุมฐานโครงสร้าง
2. เสา 2 ชิ้นวางที่กลางฐานโครงสร้างทั้ง 2 ด้าน

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความแข็งแรงทนทาน	5	3
2	สอดคล้องกับพฤติกรรมการทำงาน	3	5
3	ง่ายต่อการผลิต	3	5
4	ประหยัดวัสดุ	3	5
5	ประหยัดค่าใช้จ่าย	3	4
6	เหมาะกับการรับน้ำหนัก	5	4
รวม		22	26

จากตารางที่ 37 ลักษณะการวางตำแหน่งเสาที่เหมาะสมกับการออกแบบเสาโครงสร้างมากที่สุด คือ เสา 2 ชิ้นวางที่กลางฐานของโครงสร้างตามทางกว้างทั้ง 2 ด้าน

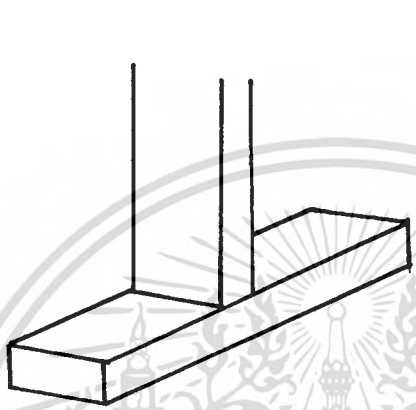
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 38

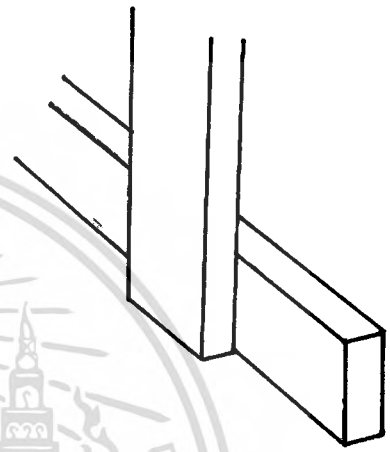
การวิเคราะห์แนวทางการต่อเสาโครงสร้างกับฐานโครงสร้าง

วิธีการต่อมี 2 ลักษณะ

1. การต่อแบบฝนเหลี่ยม
2. การต่อแบบปลายเกย



(1)



(2)

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความแข็งแรง	5	5
2	ทนต่อแรงอัด	4	4
3	ทนต่อแรงเฉือน	5	4
4	ทนต่อแรงบิด	4	5
5	การถ่ายเทน้ำหนักสู่ฐานได้ดี	5	5
6	รับน้ำหนักแต่ละข้างได้ดี	4	5
รวม		27	28

จากตารางที่ 38 วิธีการต่อเสาโครงสร้างกับฐานโครงสร้างที่เหมาะสมมากที่สุด คือ การต่อแบบปลายเกย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 39

การวิเคราะห์การยึดติดของเสาโครงสร้างกับฐานโครงสร้าง

กรรมวิธีการยึด 2 วิธี

1. กรรมวิธีการยึดแบบใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียว
2. กรรมวิธีการยึดแบบเชื่อมติด

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	มีความแข็งแรง	5	5
2	ง่ายต่อการผลิต	3	4
3	ทนต่อแรงกระทำต่าง ๆ ได้ดี	3	4
4	ค่าใช้จ่ายน้อย	3	4
5	อายุการใช้งานนาน	4	5
6	การบำรุงรักษาง่าย	3	5
รวม		21	27

จากตารางที่ 39 กรรมวิธีการยึดเสาโครงสร้างให้ติดกับฐานโครงสร้างที่เหมาะสมมากที่สุด คือ กรรมวิธีการยึดแบบเชื่อมติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 40

การวิเคราะห์แนวทางการติดตั้งคานรับน้ำหนัก

วิธีการติดตั้ง 2 แบบ

1. แบบติดตาย
2. แบบถอดประกอบได้

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ใช้ได้กับผลิตภัณฑ์ที่มีความสูง	1	5
2	เลือกใช้งานได้สะดวก	2	5
3	สอดคล้องกับพฤติกรรมการทำงาน	4	5
4	ความแข็งแรง	5	3
5	อายุการใช้งาน	5	3
	รวม	17	21

จากตารางที่ 40 วิธีการติดตั้งที่เหมาะสมกับการติดตั้งคานรับน้ำหนักมากที่สุด คือ แบบถอดประกอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 41

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบคานรับน้ำหนัก

การยึดติดกับเสาโครงสร้าง 3 ลักษณะ

1. เชื่อมติดกับเสาโครงสร้าง
2. มีบ่ารองรับติดกับเสาโครงสร้าง
3. การเกาะยึดติดกับเสาโครงสร้าง

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรง	5	4	4
2	สอดคล้องกับการปฏิบัติงาน	3	4	5
3	ง่ายต่อการปรับระดับ	1	4	5
4	การผลิตง่าย	5	4	3
5	ไม่สิ้นเปลืองวัสดุ	4	4	5
6	ประสิทธิภาพการใช้งาน	5	4	4
	รวม	23	24	26

จากตารางที่ 41 ลักษณะที่เหมาะสมกับการออกแบบคานรับน้ำหนัก คือ การเกาะยึดติดกับเสาโครงสร้าง

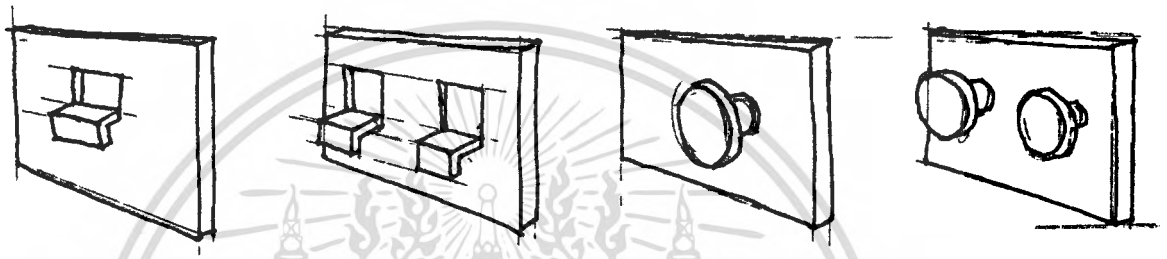
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 42

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบการเกาะยึดของคานรับน้ำหนัก

รูปแบบการยึดเกาะ 4 ลักษณะ

1. แบบขาเกาะยึดเดี่ยว
2. แบบขาเกาะยึดคู่
3. แบบเดือยเสียบเกาะเดี่ยว
4. แบบเดือยเสียบเกาะคู่



(1) (2) (3) (4)

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความแข็งแรง	4	4	4	4
2	มีความสมดุลย์ในการรับน้ำหนัก	3	5	3	5
3	ง่ายในการผลิต	4	4	3	2
4	รับน้ำหนักได้ดี	3	4	3	4
5	ไม่สิ้นเปลืองวัสดุ	4	4	3	3
6	ง่ายต่อการถอดประกอบใช้งาน	5	5	5	4
รวม		23	26	21	22

จากตารางที่ 42 การยึดเกาะที่เหมาะสมกับการออกแบบและการใช้งานมากที่สุด คือ การเกาะยึดแบบใช้ขาเกาะยึดคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 43

การวิเคราะห์หาวัสดุและกรรมวิธีการผลิตขาเก้าะของคานรับน้ำหนัก

วัสดุและกรรมวิธีการผลิต 2 วิธี

1. เหล็กแผ่นพับขึ้นรูป C เชื่อมติดด้วยขาเก้าะ
2. เหล็กแผ่นอัดพับขึ้นรูปมีขาเก้าะในตัว

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความแข็งแรง	5	5
2	ขั้นตอนการผลิตน้อย	3	4
3	ประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิต	5	3
4	อายุการใช้งาน	4	5
5	การบำรุงรักษา	4	4
6	ไม่สิ้นเปลืองวัสดุ	3	5
7	ประสิทธิภาพการใช้งาน	4	5
	รวม	28	31

จากตารางที่ 43 วัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมกับการทำขาเก้าะคานรับน้ำหนักมากที่สุดคือ เหล็กแผ่นอัดพับขึ้นรูปมีขาเก้าะในตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 44

การวิเคราะห์การวัสดุทำคานรับน้ำหนัก

วัสดุโครงสร้าง 4 ประเภท

1. เหล็กท่อสี่เหลี่ยมกลวง
2. เหล็กเส้นตัน
3. เหล็กแผ่นอัดขึ้นรูปพรรณ
4. เหล็กฉาก

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความแข็งแรง	5	5	5	5
2	การรับน้ำหนัก	5	5	5	5
3	น้ำหนักเบา	4	2	5	4
4	กรรมวิธีการผลิต	5	4	5	4
5	อายุการใช้งาน	4	5	4	5
	รวม	23	21	24	23

จากตารางที่ 44 ประเภทของวัสดุที่เหมาะสมกับการทำคานรับน้ำหนักมากที่สุด คือ เหล็กแผ่นอัดขึ้นรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 45

การวิเคราะห์หาวัสดุทำแผ่นรองชิ้นงานเซรามิค

วัสดุที่เหมาะสม 3 ประเภท

1. ไม้อัดสลับชั้น หนา 10 มิล
2. ไม้แปรรูป หนา 12 มิล
3. เหล็กแผ่นดัดขึ้นรูป

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรงทนทาน	3	4	5
2	การปรับตัวตามสภาพอากาศในโรงงาน	5	5	5
3	ไม่เป็นสนิม	5	5	2
4	น้ำหนักเบา	4	3	4
5	ราคาถูก	4	3	3
6	กรรมวิธีการผลิต	5	5	2
รวม		26	25	21

จากตารางที่ 45 วัสดุที่เหมาะสมกับการทำแผ่นรองชิ้นงานมากที่สุด

คือ ไม้อัดแผ่นเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 46

การวิเคราะห์แนวทางการติดตั้งมือจับสำหรับเข็น

ลักษณะการติดตั้ง 2 ลักษณะ

1. ติดตั้งทั้ง 2 ด้าน
2. ติดตั้งด้านเดียว

(1)

(2)

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	สะดวกต่อการใช้งาน	5	4
2	เหมาะสมกับสภาพในโรงงาน	5	3
3	ง่ายต่อการผลิต	3	4
4	ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4	3
5	สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งาน	5	4
รวม		22	18

จากตารางที่ 46 การติดตั้งมือจับที่เหมาะสมกับการออกแบบ และใช้งานมากที่สุด คือ ติดตั้งทั้ง 2 ด้าน

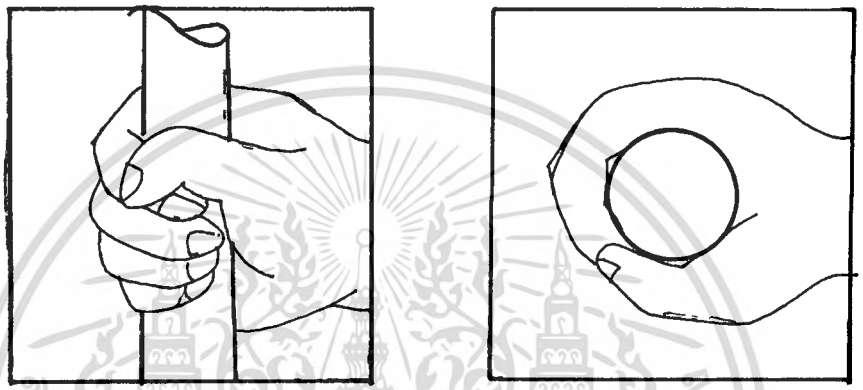
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 47

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบมือจับสำหรับเข็น

ลักษณะการจับเข็น 2 แบบ

1. จับแบบตั้ง
2. จับแบบขนานกับพื้น



(1) (2)

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความสะดวกในการจับเข็น	4	5
2	การส่งกำลังมือ	4	4
3	สอดคล้องกับลักษณะการใช้งาน	3	4
4	ผ่อนแรงในการเข็น	3	5
5	ผลิตง่าย	3	4
6	เสียค่าใช้จ่ายน้อย	2	3
รวม		19	25

จากตารางที่ 47 ลักษณะการจับเข็นที่เหมาะสมกับการออกแบบและการใช้งานมากที่สุด คือ จับแบบขนานกับพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 48

การวิเคราะห์เลือกวัสดุทำมือจับเข็น

วัสดุโครงสร้าง 2 ชนิด

1. เหล็กท่อกลมกลวง
2. เหล็กท่อสี่เหลี่ยมกลวง

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความแข็งแรง	5	5
2	เหมาะสมกับการจับ	4	3
3	ทำความสะอาดง่าย	4	3
4	ความสวยงาม	4	3
5	น้ำหนักเบา	4	4
	รวม	21	18

จากตารางที่ 48 ชนิดของวัสดุที่เหมาะสมกับการทำมือจับมากที่สุด คือ เหล็กท่อกลมกลวง

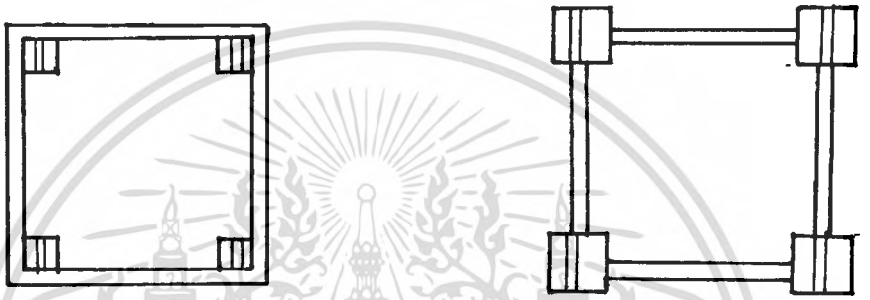
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 49

การวิเคราะห์แนวทางการติดตั้งล้อกับโครงสร้าง

การติดตั้ง 2 แบบ

1. ติดตั้งให้หลบในโครงสร้าง
2. ติดตั้งให้อยู่ระหว่างกลาง



(1) (2)

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความแข็งแรง	4	5
2	รับการถ่ายน้ำหนักจากฐานดี	4	4
3	การซ่อมแซมรักษาง่าย	4	5
4	ความปลอดภัยในการใช้งาน	5	3
5	ความสมดุลย์ในการรับน้ำหนัก	4	5
รวม		21	18

จากตารางที่ 49 การติดตั้งล้อที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด คือ ติดตั้งให้อยู่ระหว่างกลางโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 50

การวิเคราะห์แนวทางการยึดติดล้อกับฐานโครงสร้าง

วิธีการยึดติด 2 วิธี

1. ใช้น็อตยึดติด
2. เชื่อมติด

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความแข็งแรง	4	5
2	การบำรุงรักษา	4	5
3	สะดวกต่อการถอดเปลี่ยนได้	5	2
4	การผลิตง่าย	4	4
	รวม	17	16

จากตารางที่ 50 วิธียึดที่เหมาะสมกับการยึดติดล้อกับฐานโครงสร้างมากที่สุด คือ การใช้น็อตยึดติดกับล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 51

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบส่วนป้องกันอันตรายจากฐานยึดล้อ

การป้องกัน 2 วิธี

1. ให้เป็นฝาครอบฐานยึดล้อที่ยื่นออกมา
2. ใช้คิ้วยางติดรอบฐานยึดล้อที่ยื่นออกมา
3. ให้เป็นฝาครอบทั้งฐานยึดล้อและมุมฐานโครงสร้าง

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรง	4	4	4
2	ป้องกันอันตรายได้ดี	4	3	4
3	รับแรงกระแทกได้	4	4	4
4	ยึดติดกับฐานยึดล้อได้ดี	5	4	5
5	ความสวยงาม	4	3	5
6	การบำรุงรักษาง่าย	4	3	5
7	ขั้นตอนการผลิตง่าย	4	5	4
รวม		29	26	31

จากตารางที่ 51 การป้องกันอันตรายที่เหมาะสมกับการออกแบบและการใช้งานมากที่สุด คือ ให้เป็นฝาครอบทั้งฐานยึดล้อและมุมของฐานโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 52

การวิเคราะห์แนวทางการเลือกวัสดุทำฝาครอบฐานล้อ

วัสดุที่เหมาะสม 3 ชนิด

1. พลาสติก (PP) Polypropylene
2. ยางธรรมชาติ
3. ยางเทียม

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	มีความยืดหยุ่นสูง	4	5	5
2	ทนต่อการสึกหรอ	5	4	4
3	ทนต่อแรงกระแทก	4	4	4
4	ความแข็งที่ผิว	5	4	4
5	กรรมวิธีการผลิต	4	4	4
6	ทนความร้อน	5	4	4
	รวม	27	25	25

จากตารางที่ 52 วัสดุที่เหมาะสมในการทำวัสดุกันกระแทกมากที่สุด คือ พลาสติก (PP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 53

การวิเคราะห์กรรมวิธีการยึดติดฝาครอบฐานล้อกับโครงสร้าง

วิธีการติด 2 แบบ

1. ใช้กาว
2. ใช้สกรูยึด

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความแข็งแรง	3	4
2	ทนต่อแรงกระแทกได้ดี	3	5
3	อายุการใช้งาน	3	4
4	เวลาการติดตั้งน้อย	4	3
5	การบำรุงรักษา	4	5
	รวม	17	21

จากตารางที่ 53 วิธีติดที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด คือ ใช้สกรูยึดติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 54

การวิเคราะห์แนวทางการเคลือบผิวโครงสร้าง

กรรมวิธีการเคลือบผิว 3 วิธี

1. การชุบโครเมี่ยม
2. การพ่นสี
3.. การชุบสี

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	อายุการใช้งาน	5	4	4
2	ทนต่อการเกิดสนิม	5	4	4
3	ทนต่อความร้อน	5	4	5
4	กรรมวิธีสะดวก	3	5	3
5	ทำได้มากสี	2	5	5
6	ความสวยงาม	4	5	5
	รวม	24	27	26

จากตารางที่ 54 กรรมวิธีเคลือบผิวที่เหมาะสมกับการเคลือบผิวโครงสร้างมากที่สุด คือ การพ่นสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 แนวทางการออกแบบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิค ผู้ทำวิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลและสรุปข้อมูลที่เกี่ยวข้องแล้วนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย เพื่อสรุปเลือกใช้ตามความเหมาะสม โดยยึดวัตถุประสงค์ของโครงการเป็นแนวทางหลัก ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ดังนี้

4.1.1 รูปทรงรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิคเลือกใช้รูปทรงสี่เหลี่ยมเหมาะสมมากที่สุด

4.1.2 ฐานโครงสร้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า วัสดุใช้เหล็กท่อสี่เหลี่ยมขนาด 60 x 30 มิลลิเมตร หนา 2.3 มิลลิเมตร ยึดติดกันด้วยวิธีการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแล้วขนาดประมาณ 80 x 96 เซนติเมตร

4.1.3 เสาโครงสร้างใช้เหล็กแผ่นหนา 3.2 มิลลิเมตร ปั้มขึ้นรูปพรรณเป็นรูปตัวซี (C) พร้อมเจาะรูพิเศษที่เสา ขนาดของเสาหน้ากว้าง 80 x 30 มิลลิเมตร ยึดติดกับฐานโครงสร้างด้วยการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแล้วสูงประมาณ 126 เซนติเมตร

4.1.4 มีคานบน - ล่าง ใช้ยึดเสาโครงสร้างให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทำจากเหล็กท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 60 x 30 มิลลิเมตร ยึดติดกับเสาโครงสร้างด้วยวิธีการเชื่อมไฟฟ้า

4.1.5 คานรับน้ำหนักหรือคานรับแผ่นรองชิ้นงานเลือกใช้แบบถอด ประกอบได้เหมาะสมที่สุด

4.1.6 คานรับน้ำหนักควรยื่นออกด้านข้างทั้ง 2 ด้าน ซึ่งเหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด

4.1.7 คานรับน้ำหนักควรเกาะติดกับเสาโครงสร้างด้วยขอเกาะ และห่างกันแต่ละช่วงประมาณ 150 มิลลิเมตร เหมาะสมที่สุด

4.1.8 วัสดุทำคานรับน้ำหนัก ใช้เหล็กแผ่น หนา 3.2 มิลลิเมตร อัดขึ้นรูปพรรณเป็นรูปตัวยู (U) มีขอเกาะ 2 ด้าน สวมเกาะติดกับเสาโครงสร้าง

4.1.9 ส่วนที่ยื่นออกมาด้านข้างของคานรับน้ำหนัก ใช้วัสดุเหล็กสี่เหลี่ยมกลวง ขนาด 25 x 25 มิลลิเมตร ตัดยาวประมาณ 35 เซนติเมตร เชื่อมติดกับเหล็กตัวยู (U) ทั้ง 2 ด้าน

4.1.10 แผ่นรองรับชิ้นงานวัสดุทำด้วยไม้อัดสลับชั้น หนา 10 มิลลิเมตร ขนาดที่ตัดขนาด กว้าง x ยาว 15 x 120 เซนติเมตร รถเข็น 1 คัน ใช้ 28 ชิ้น 1 ชิ้นรับน้ำหนักได้สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 5 กิโลกรัม ถ้านับเป็นชิ้นนานจะได้ประมาณ 14 ชิ้น นับได้จากการวางภาชนะชิ้นเล็กที่สุด

4.1.11 ล้อรถเข็นเลือกใช้ล้อที่ใช้กับงานอุตสาหกรรม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว ยึดติดที่มุมของฐานโครงสร้างทั้ง 4 ด้าน ด้วยน็อตเป็นล้ออิสระทั้ง 4 ล้อ

4.1.12 มือจับเข็นควรสูงวัดจากพื้น ประมาณ 110 ซม. จับเข็นได้ทั้ง 2 ด้าน

4.2 **การออกแบบ**

ในการออกแบบทำได้หลังจากได้แนวทางการออกแบบจึงได้นำผลสรุปมาใช้ในการออกแบบ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.2.1 ขั้นเสนอ IDEA SKETCH เป็นการเสนอแนวทาง แนวความคิด เพื่อให้สอดคล้องต่อการใช้งาน

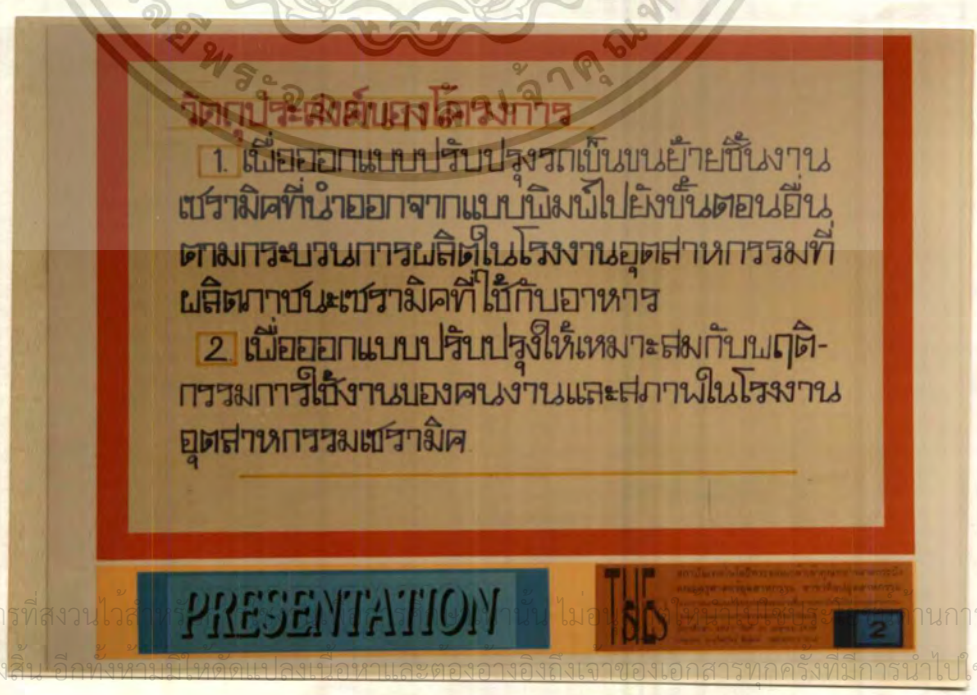
4.2.2 ขั้น WORKING DRAWING คือ การเขียนแบบ เพื่อการแยกชิ้นส่วน เพื่อการผลิตออกมาเป็นผลิตภัณฑ์จริง ๆ ให้ได้ขนาดและแบบตามความต้องการ

4.2.3 ขั้นทำ PHOTO TYPE คือ การทำต้นแบบเท่าขนาดของจริง สามารถทดสอบได้มีคุณลักษณะเหมือนจริงมากที่สุด

4.2.4 ขั้นนำเสนอผลงานสู่ผู้ใช้และอื่น ๆ PRESENTATION

ภาพที่ 59

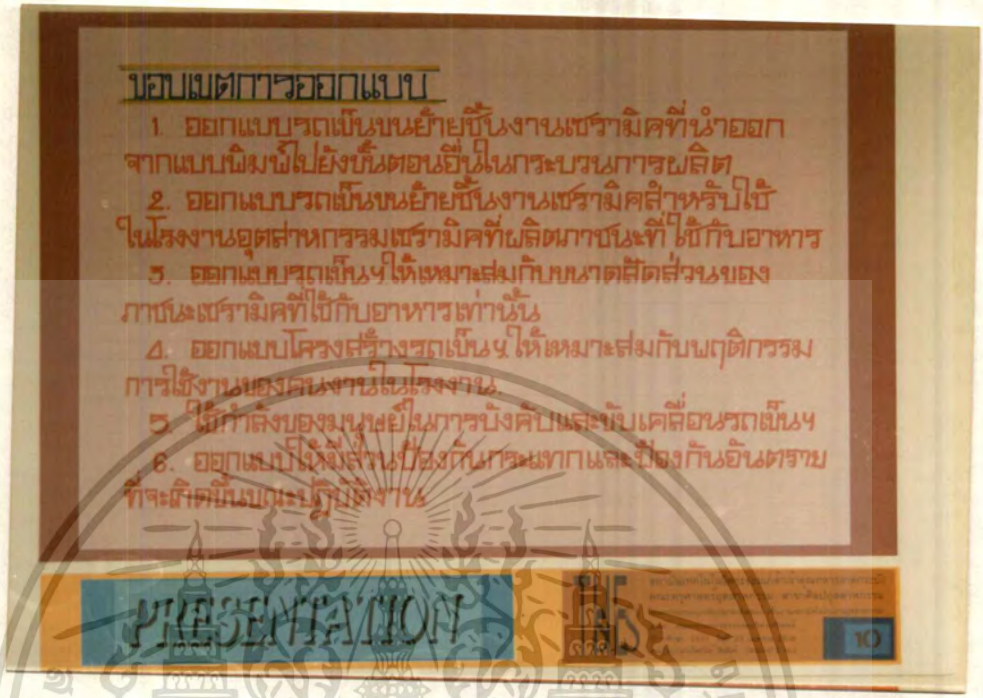
วัตถุประสงค์ในการออกแบบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

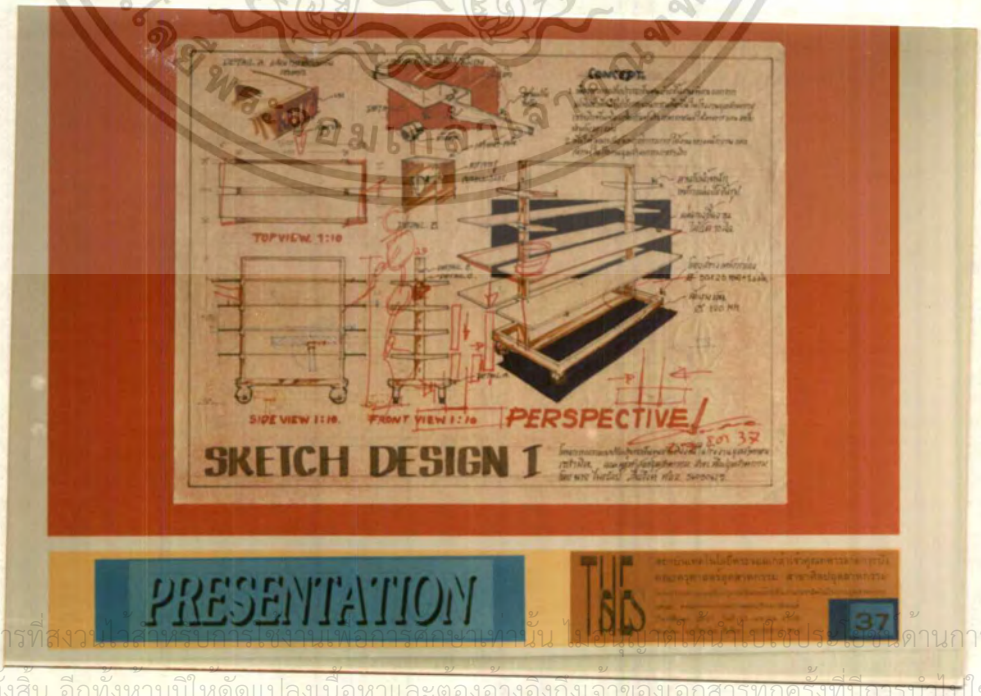
ภาพที่ 60

ขอบเขตการออกแบบ



ภาพที่ 61

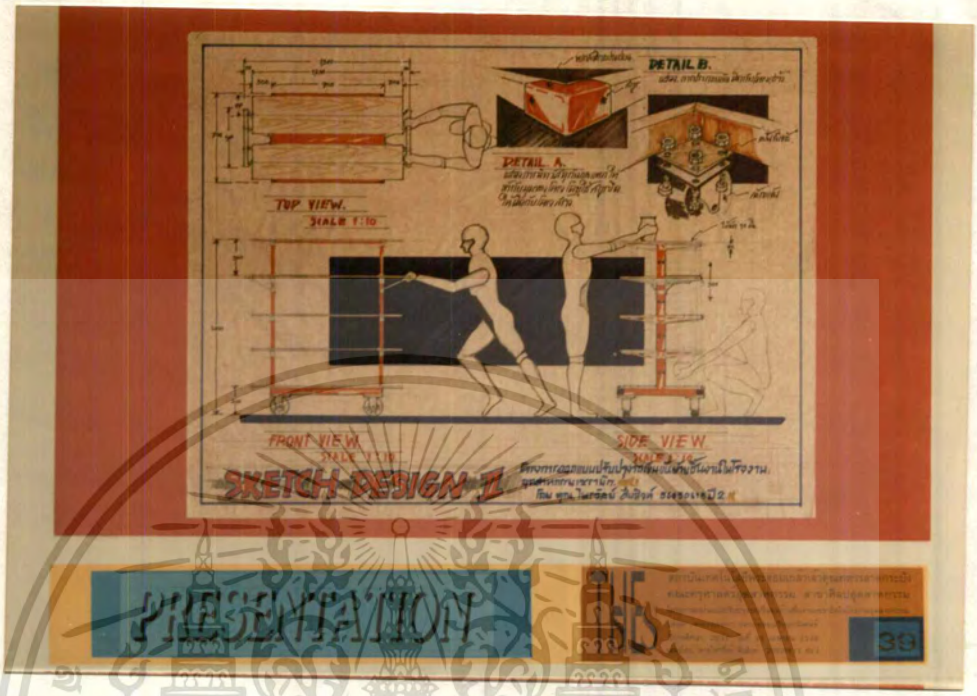
แบบร่างครั้งที่ 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

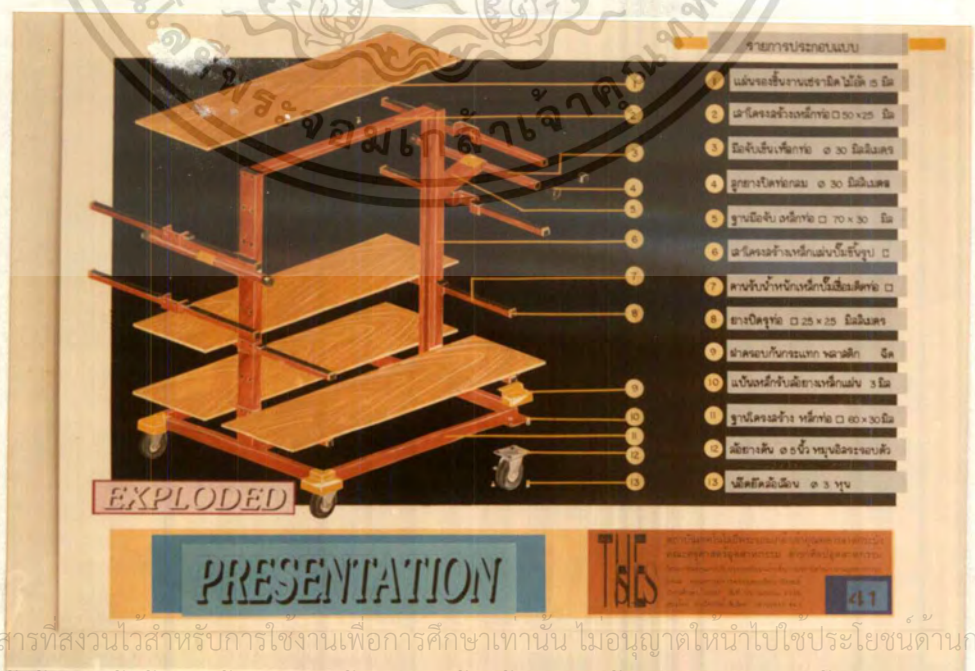
ภาพที่ 62

แบบร่างครั้งที่ 2



ภาพที่ 63

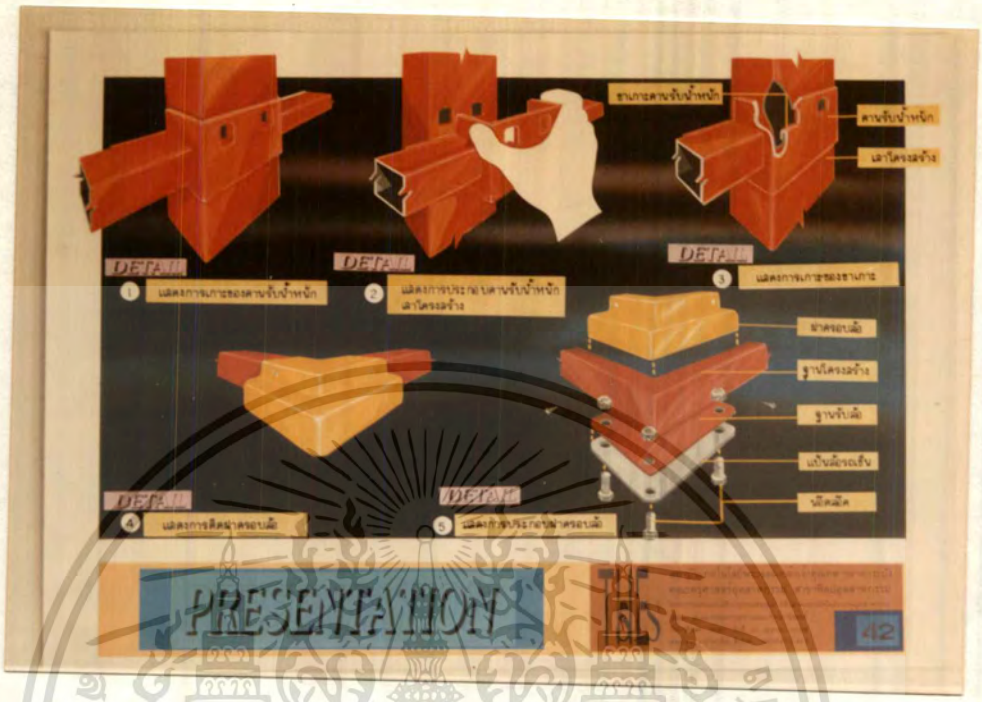
ภาพขยายรายละเอียด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

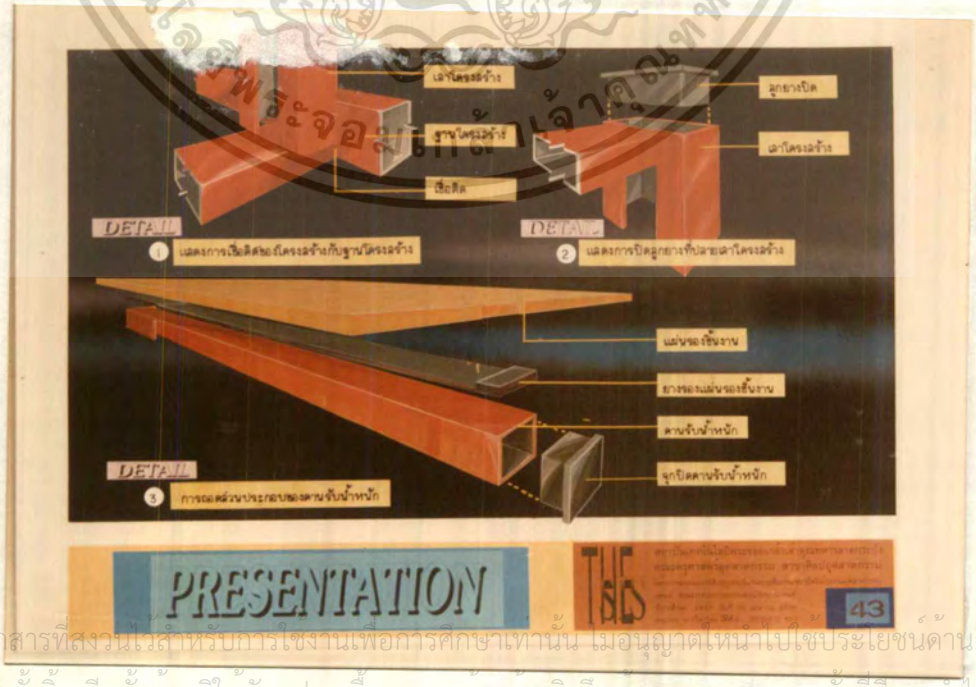
ภาพที่ 64

ภาพขยายรายละเอียด



ภาพที่ 65

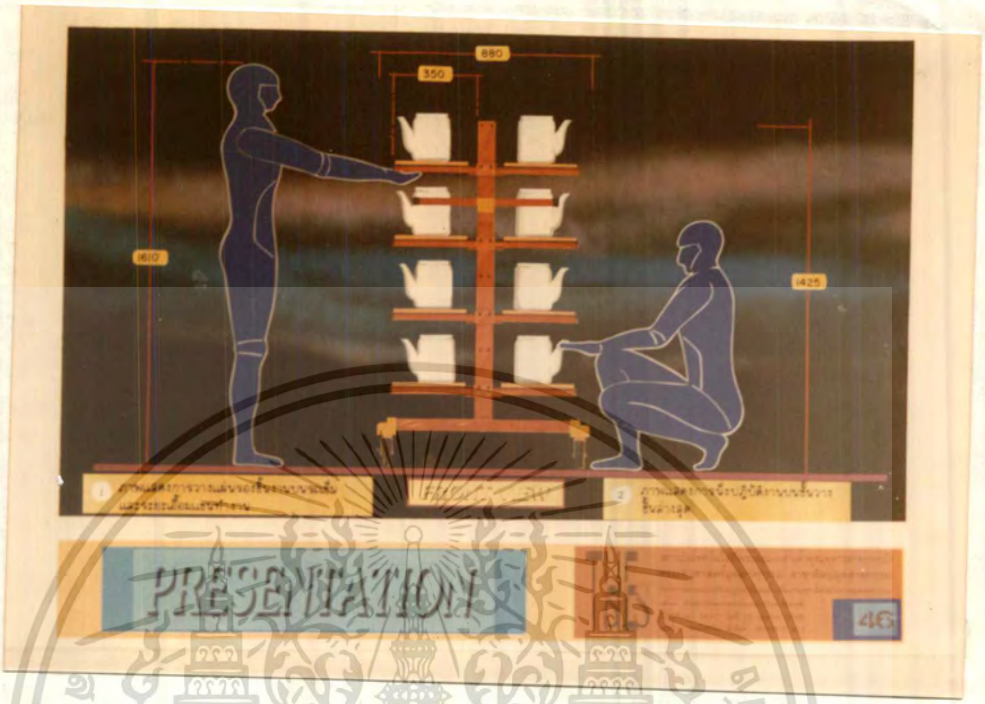
ภาพขยายรายละเอียด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

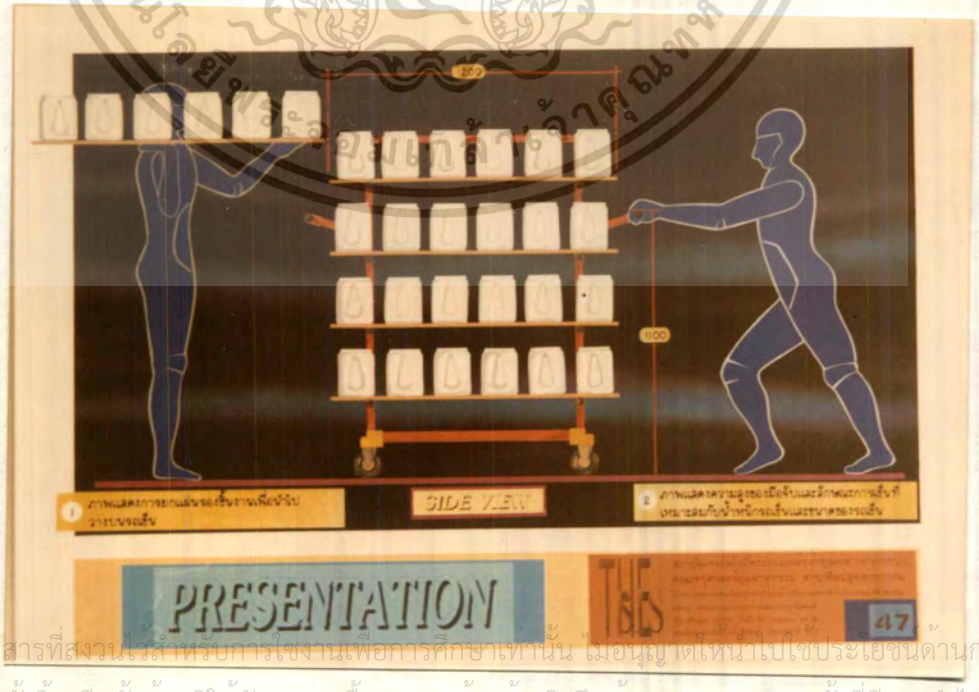
ภาพที่ 66

ภาพขยายรายละเอียด



ภาพที่ 67

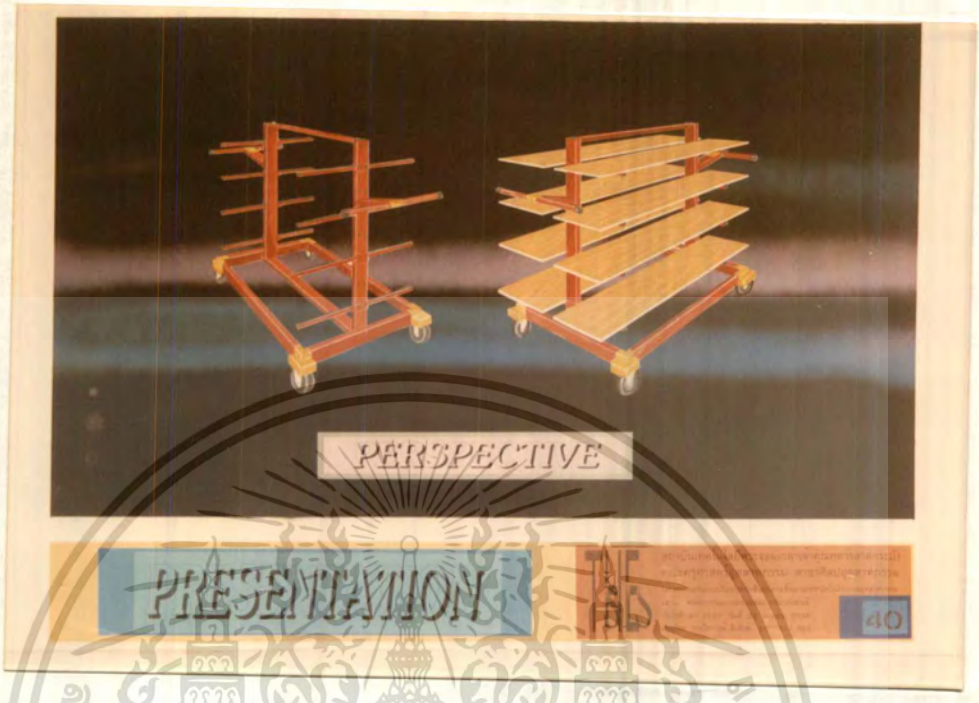
ภาพขยายรายละเอียด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 68

ทัศนียภาพ



ภาพที่ 69

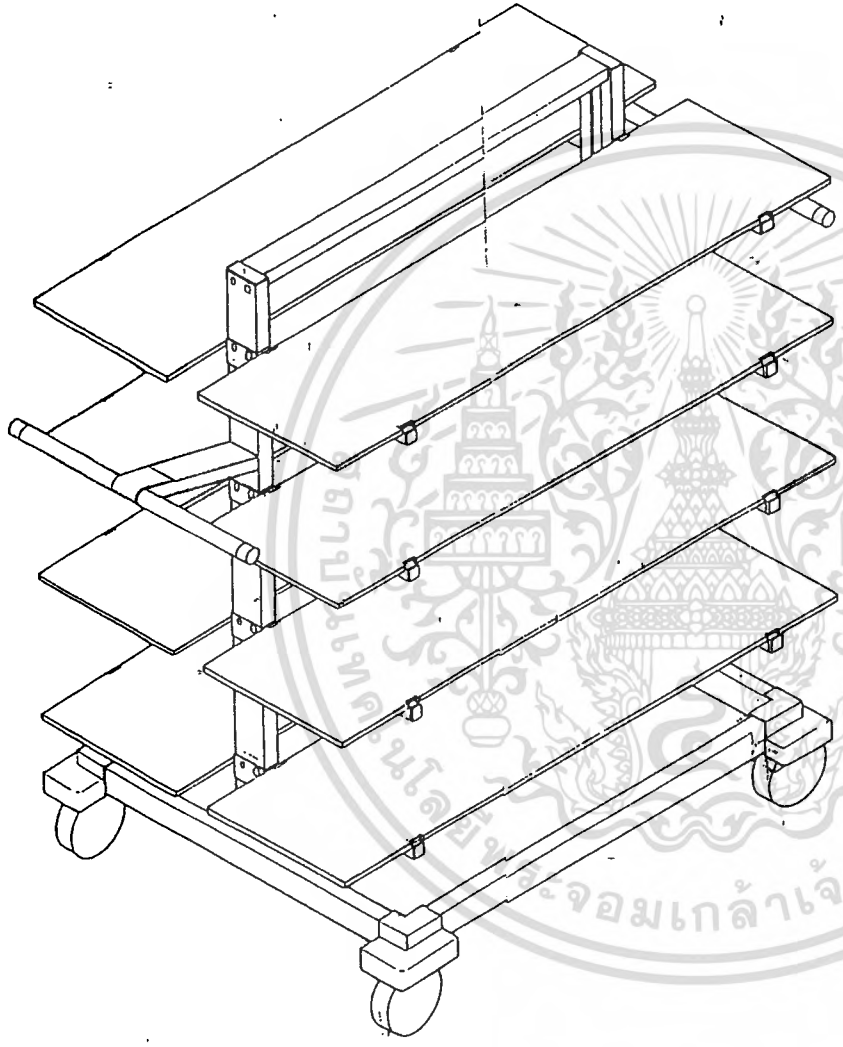
แสดงหุ่นจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 70

แสดงหุ่นจำลอง

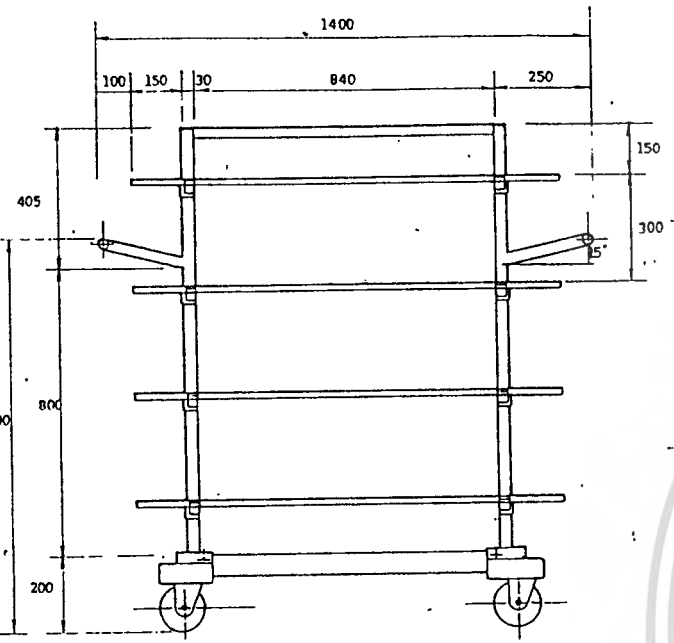
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



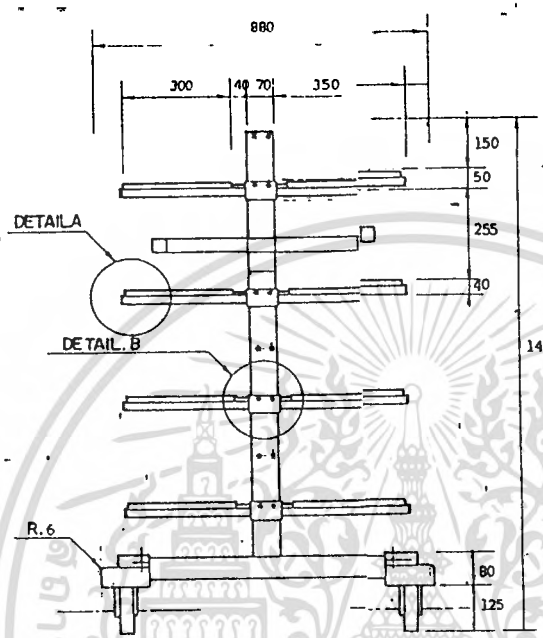
ISOMETRIC

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง		
คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม	สาขา ศิลปอุตสาหกรรม	
โครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นชนย้ายชิ้นงานเซรามิค		
มาตราส่วน 1 : 7.5 หน่วย : มิล	ในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค	
	เสนอคณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์	
แผ่นที่ 1 / 8	โดย นายไพรวัลย์ ลือลิงห์ 36030613 คอ.2	
	ปีการศึกษา 2537	23 มค. 2538

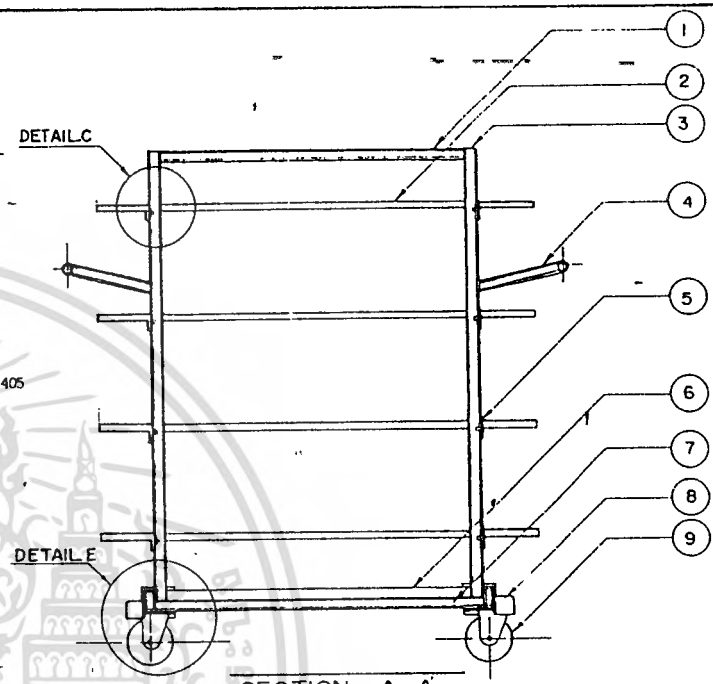
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



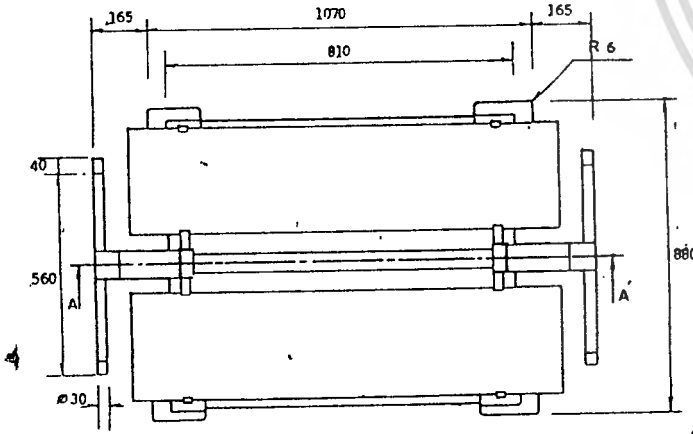
SIDE VIEW



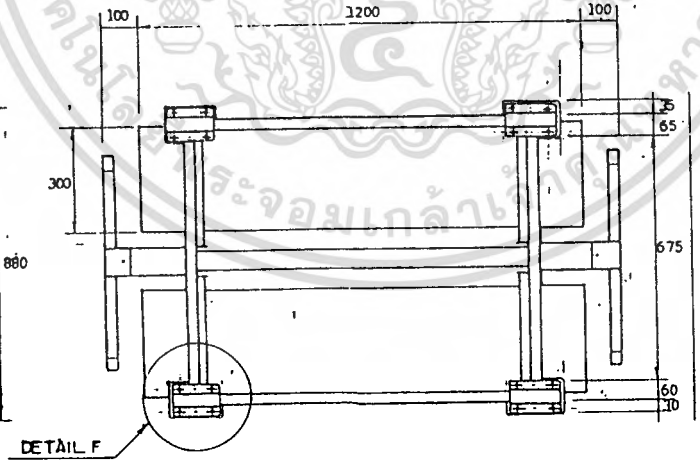
FRONT VIEW



SECTION A-A



TOP VIEW

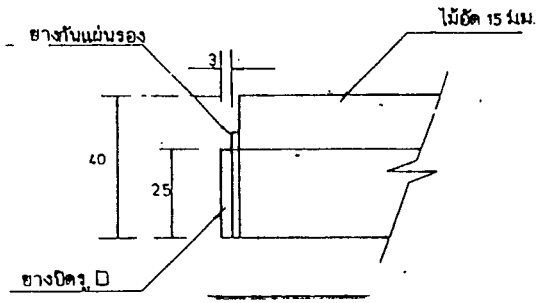


BOTTOM VIEW

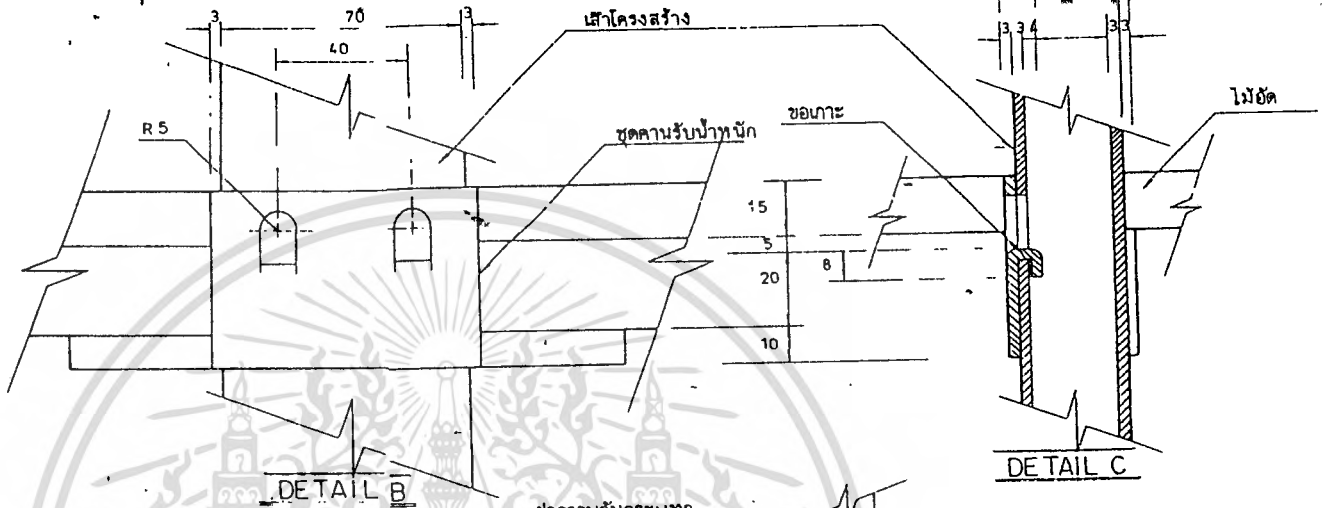
รายการประกอบแบบ

ลำดับ	รายละเอียด	จำนวน
1	คานยึดเสาโครงสร้าง เหล็กท่อ □ 50×25 มม.	1 ท่อน
2	แผ่นรองชิ้นงานเซรามิค ไม้อัด 15 มม	16 ชิ้น
3	ลูกยางปิดรู □ 70 × 30 มม	2 ชิ้น
4	มือจับเข็นเหล็กท่อ□70×30มม.+เหล็กØ30มม	2 ชุด
5	ชุดคานรับน้ำหนัก เหล็กปั๊ม+เหล็กท่อ □	8 ชุด
6	ฐานโครงสร้างเหล็กท่อ □ 50×25 มม.	1 ชุด
7	คานยึดฐาน เหล็กท่อ □ 50×25 มม	1 ท่อน
8	ฝาครอบกันกระแทก พลาสติก P.P. ฉีด	4 ชิ้น
9	ล้อยางตัน หมุนอิสระรอบตัว Ø 5 นิ้ว	4 ล้อ

ฉลาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง	
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	สาขา ศิลปอุตสาหกรรม
โครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิค	
มาตราส่วน 1 : 10 หน่วย : มม.	ใช้โรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค
	เสนอ คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์
แผ่นที่ 2 / 8	โดย นาย ไพรวัลย์ ลิบลิงห์ 36030613 คอ 2
	ปีการศึกษา 2537 วัน/เดือน/ปี 20 ม.ค. 38

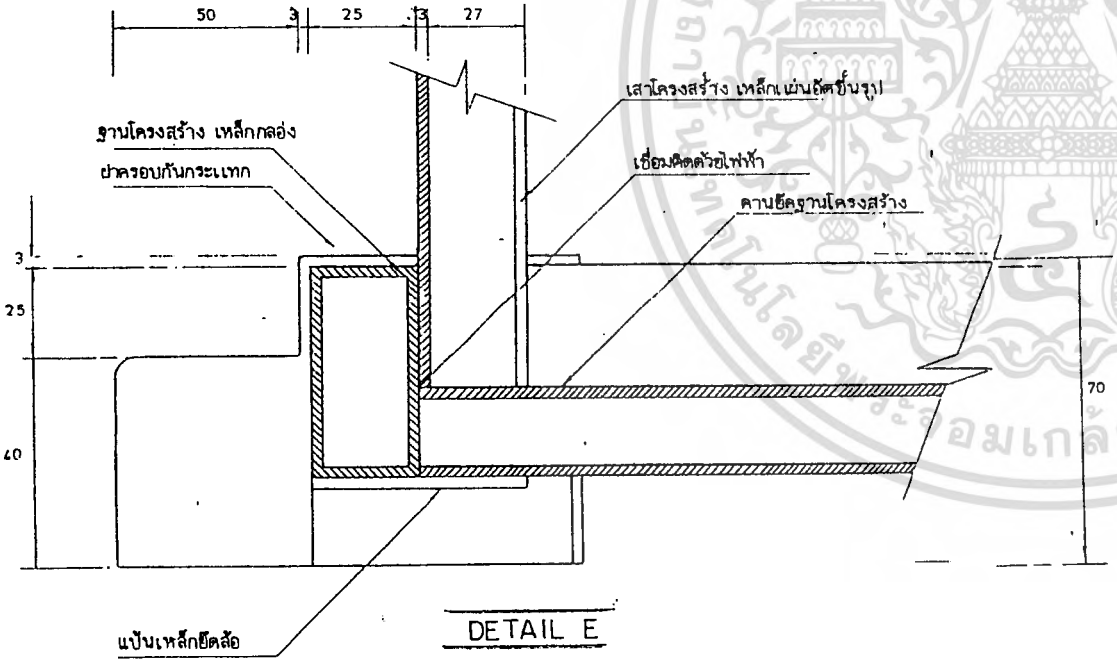


DETAIL A

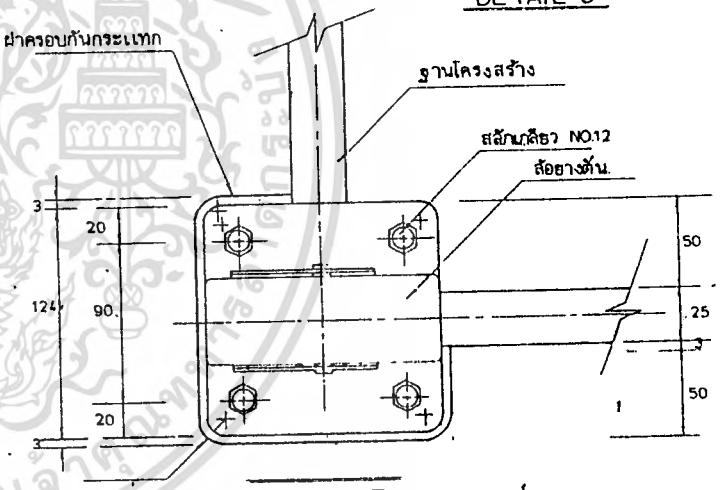


DETAIL B

DETAIL C



DETAIL E

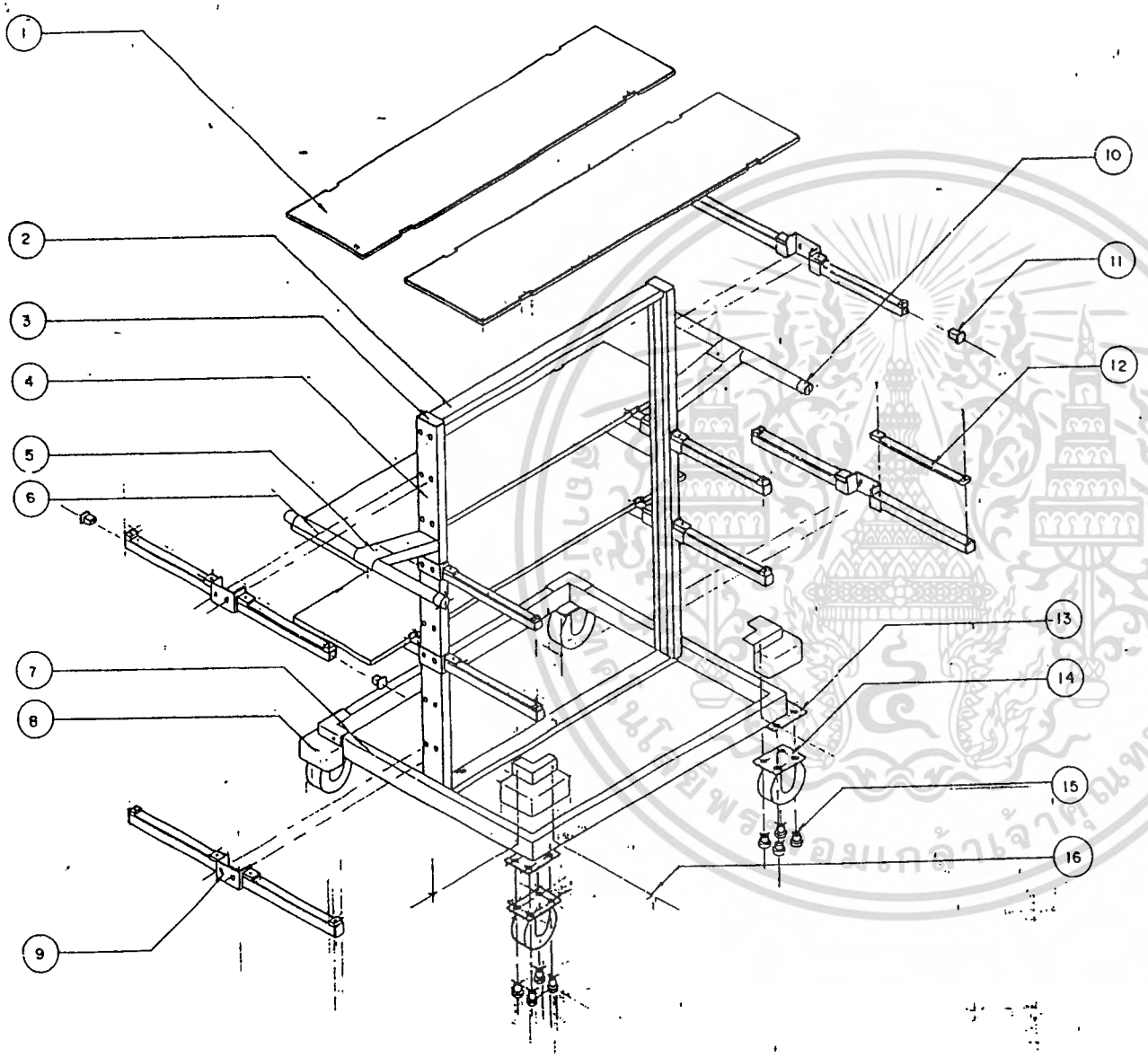


DETAIL F

scale 1:2

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง	
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	สาขา ศิลปอุตสาหกรรม
โครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิค	
มาตราส่วน 1:1 มิลลิเมตร	ในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค
	เสนอ คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์
แผ่นที่ 3/8	โดย นาย ไพรวัลย์ ลือหิงห์ 3603013 คอ.2
	ปีการศึกษา 2537 ว/ด/ป 23 มค/38

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร



รายการประกอบแบบ

ลำดับ	รายละเอียด	จำนวน
1	แผ่นรองชิ้นงานเซรามิค ไม้อัด 15 มม.	8 ชิ้น
2	คานยึดเสาโครงสร้างเหล็กท่อ ▭ 50×25 มม.	1 ท่อน
3	ลูกยางปิดรู ▭ 70 × 30 มม.	2 ชิ้น
4	เสาโครงสร้างเหล็กแผ่นปั๊มขึ้นรูป ▭ 70×30	2 ท่อน
5	ยางกันกระแทก	2 ชิ้น
6	มือจับเข็น เหล็กท่อ ø 30 มม.	2 ท่อน
7	ฐานโครงสร้าง เหล็กท่อ ▭ 50×25 มม.	1 ชุด
8	ฝาครอบกันกระแทก พลาสติก P.P. จีด	4 ชิ้น
9	ชุดคานรับน้ำหนัก เหล็กปั๊มเชื่อมติดเหล็กท่อ ▭	8 ชุด
10	ลูกยางปิดรูท่อ ø 30มม	4 ชิ้น
11	ลูกยางปิดรูท่อ ▭ 25×25มม.	16 ชิ้น
12	แผ่นยางรอง แผ่นรองชิ้นงาน	16 ชิ้น
13	แป้นรับฐานล้อ	4 ชิ้น
14	ล้อยางตัน ø 5 นิ้ว หมุนอิสระรอบตัว	4 ล้อ
15	น็อตยึดล้อ น็อต NO. 12	16 ชุด
16	สกรูยึดฝาครอบกันกระแทก	8 ชิ้น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม | สาขาวิชาอุตสาหกรรม

โครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิค

มาตราส่วน 1 : 10
หน่วย : มม.

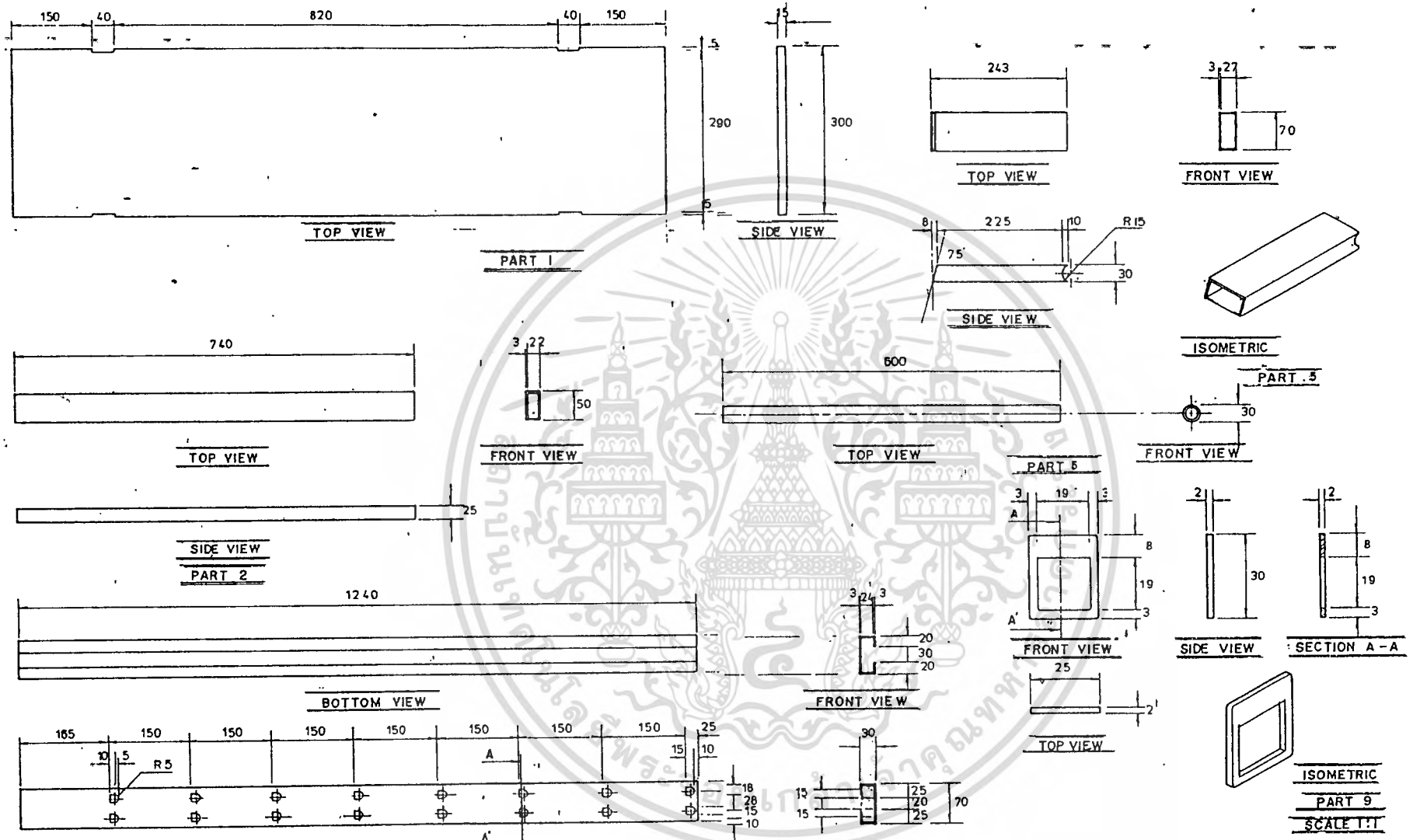
ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค

เสนอ คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

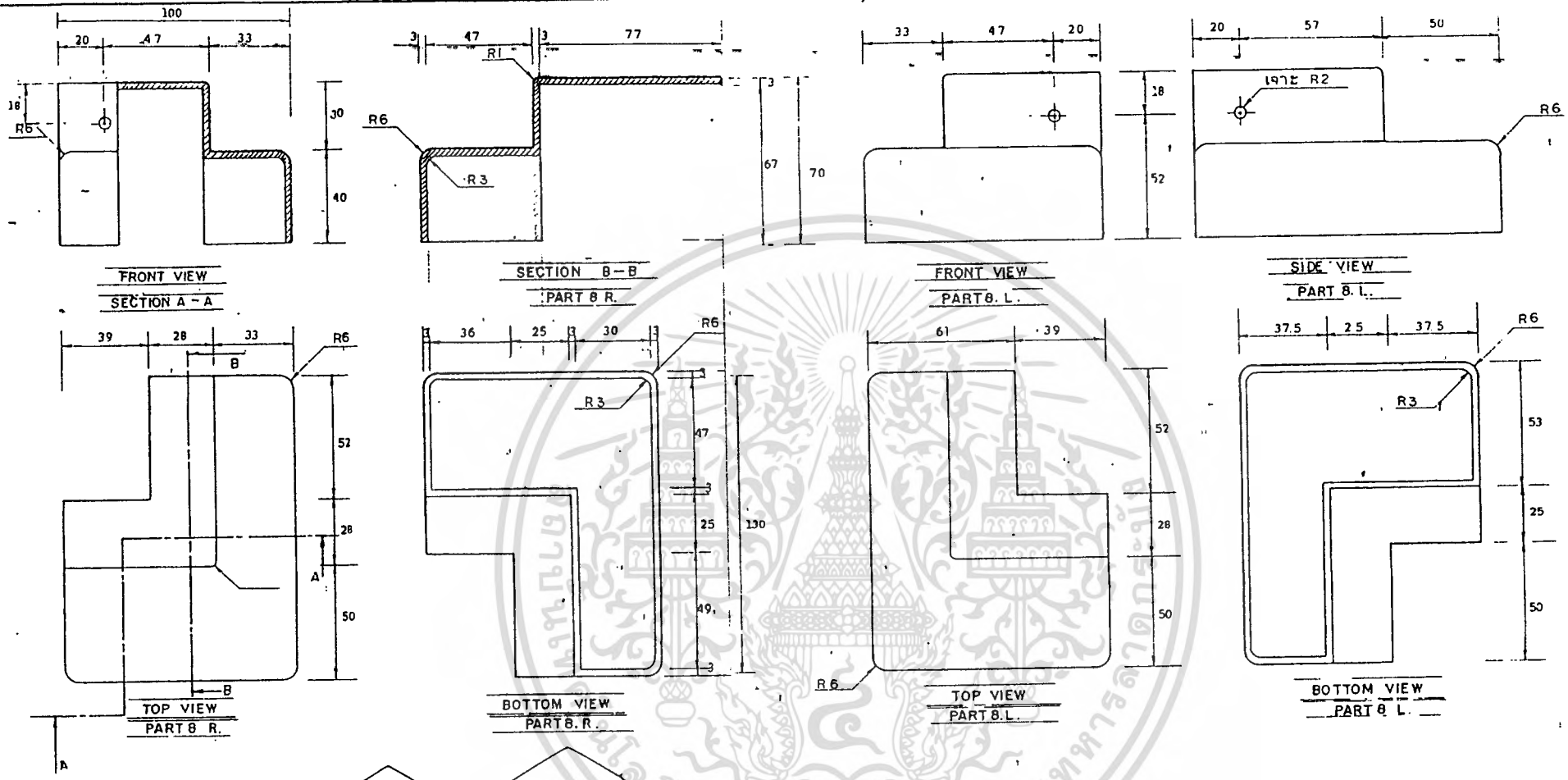
แผ่นที่ 4/6

โดย นายไพรวัลย์ ฉิบลิงห์ 36030613 คอ.2

ปีการศึกษา 2537 | วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต 23 มค 38

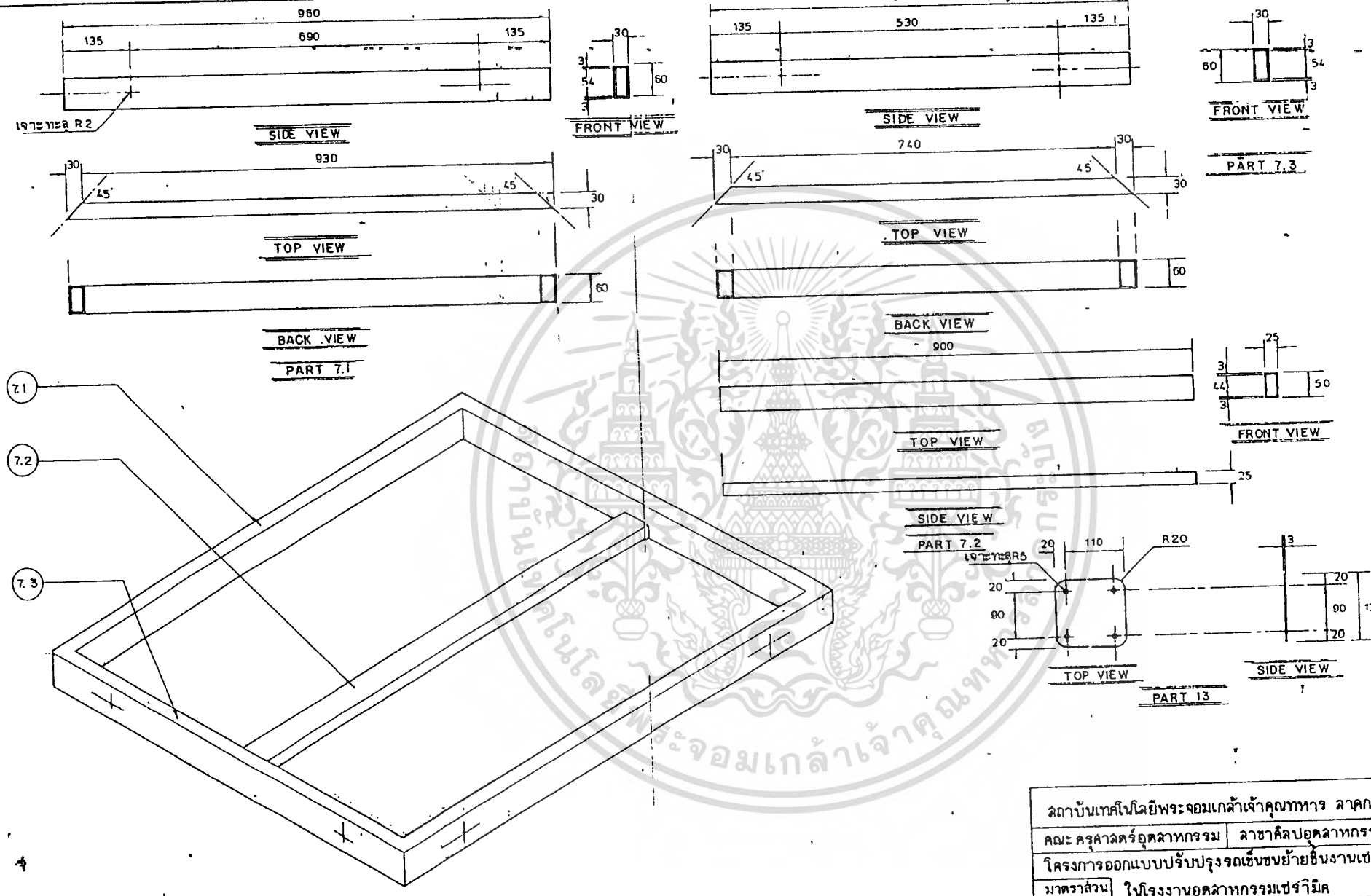


สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง	
คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม	สาขา ศิลปอุตสาหกรรม
โครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิค	
มาตราส่วน 1 : 5 มิลลิเมตร	ใช้โรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค
	เลขอ. คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์
แผ่นที่ 5/8	โดย นายไพรวัลย์ ลิบลิงห์ 36030613 คอ.2
	ปีการศึกษา 2537 วัดปป 20/มค/38



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง		
โครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิค ในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค		
มาตราส่วน 1 : 1 หน่วย มม.	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
	เสนอ คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์	
แผ่นที่ 6 / ๙	โดย นาย ไพรวัลย์ ลิขสังห์ 36030613 คอ. 2	
	ปีการศึกษา 2537	ว/ด/ป 23 มค 38

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง	
คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม	สาขาวิชาอุตสาหกรรม
โครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิค	
มาตราส่วน 1 : 5 มิลลิเมตร	ใช้โรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค
	เสนอ คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์
แผ่นที่ 7 / 8	โดย นาย ไพรวัลย์ ลือลิงห์ 36030613 AD2
ปีการศึกษา 2537	ว/ค/ป 20มค/38

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

บทที่ 5
สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องโครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิคในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์หลัก คือ ออกแบบรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิคให้สอนคล้องกับชิ้นงานเซรามิคและตอนสนองความต้องการของคนงานทางด้านพฤติกรรมการใช้งานให้ได้ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.1.1 วิธีการศึกษาและรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร และข้อมูลทางภาคสนาม โดยการสัมภาษณ์คนงานและเจ้าของโรงงานที่ผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิคเกี่ยวกับพฤติกรรมต่าง ๆ และขั้นตอนการทำงานในกระบวนการผลิต

5.1.2 แหล่งที่มาของข้อมูล ได้ข้อมูลจากบุคคล สถานที่ข้อมูลจากหนังสืออ้างอิง วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการแยกแยะข้อมูลและสรุปความสำคัญออกเป็นส่วน ๆ เพื่อนำมาประเมินค่าในการวิเคราะห์

5.1.3 สรุปงานออกแบบและวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิคในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค ใช้ขนย้ายผลิตภัณฑ์เซรามิคประเภทภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหารซึ่งมีหลายชนิด เช่น จาน ชาม ถ้วยฯ ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีขนาดต่างกัน ใช้รถเข็นร่วมกันได้อย่างเหมาะสม

5.1.4 ผลการวิจัยปรากฏว่า ได้รถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิคในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิคที่เหมาะสมกับชิ้นงานเซรามิค และพฤติกรรมของผู้ใช้งานสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบ

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยเรื่อง รถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิคในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค ผู้ทำวิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลทั้งทางเอกสารและทางภาคสนามได้ พบทั้งปัญหาและอุปสรรคในการศึกษาข้อมูล เพื่อออกแบบ ซึ่งปัญหาต่าง ๆ เหล่านั้น ผู้ทำวิจัยได้สรุปแก้ปัญหาแล้ว และได้ทำการออกแบบรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิคจนสำเร็จ จึงพอที่จะให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้ที่สนใจจะนำไปเป็นแนวทางการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

5.2.1 การศึกษาเกี่ยวกับขนาดสัดส่วนของภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหารที่ผลิตทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีขนาดไม่เป็นมาตรฐาน จึงศึกษาจากการผลิตออกจำหน่ายแล้วนำขนาดมาเฉลี่ยหาตัวเลขที่มาตรฐาน

5.2.2 การศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งานรถเข็น ทำได้โดยการสอบถามและสังเกตุ จากผู้ที่อยู่ในโรงงานผลิตที่เป็นการผลิตเฉพาะอย่าง เพราะเซรามิคแต่ละประเภทไม่เหมือนกัน

5.2.3 การศึกษาเกี่ยวกับน้ำหนักของตัวผลิตภัณฑ์ ทำได้ลำบาก เพราะผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดไม่เท่ากัน จึงคิดน้ำหนักเฉพาะผลิตภัณฑ์เซรามิคที่มีขนาดเล็กที่สุดเท่านั้น

5.2.4 การสร้างหุ่นจำลอง ควรแสดงรายละเอียดให้มากที่สุด ทั้งด้านโครงสร้างการรับน้ำหนัก เพื่อแสดงพฤติกรรมให้เห็นได้ชัดเจนในการนำเสนอผลงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. "บันทึกหลักการและเหตุผลประกอบร่างกฎกระทรวง พ.ศ. 2535," กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2535.

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม "อุตสาหกรรมสาร" วารสารกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, ปีที่ 4 ฉบับที่ 35 เมษายน 2535.

กองควบคุมโรงงาน "รายงานการขึ้นทะเบียนโรงงาน ประเภทโรงงานอันดับที่ 55 กิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กระเบื้องเคลือบ เครื่องปั้นดินเผา" ฝ่ายทะเบียนและสถิติโรงงาน กองควบคุมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2535.

กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรม "รายงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมเฉพาะประเภทปี 2527 โรงงานการศึกษาอุตสาหกรรม จาน ชาม เซรามิค," ฝ่ายนโยบาย 1 กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรม สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงอุตสาหกรรม, 2527.

ชวิน เป้าอารีย์. โลหะแผ่น กรุงเทพฯ : จักรเพชรการพิมพ์, 2526.

ดร.ประเสริฐ ตปนียางกูร "กฎหมายธุรกิจ" วารสารบรรษัทปริทรรศน์ บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, ปีที่ 13 ฉบับที่ 9 เมษายน 2536.

ชาดา เทอดชนากาญจน์. "โครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็น จำหน่ายสิ่งตีพิมพ์ภายในหัวลำโพง" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2536.

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. เซรามิกส์ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

ผศ.ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์ การออกแบบผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ซี เอ็ด ยูเคชั่น, 2521.

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. พลาสติก กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2530.

วิทยา ทองขาว. ทฤษฎีเชื่อมแก๊สและไฟฟ้า กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ซี เอ็ด ยูเคชั่น, 2534.

สมพงษ์ กรกรรณ์. ทฤษฎีสี กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2527.

เอกราช ลือนาม. "โครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นหนังสือในห้องสมุด" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2533.

อภินันท์ เจริญสุข. นักวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผาภาคเหนือ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, อ.เกาะคา จ.ลำปาง, สัมภาษณ์, 12 มกราคม 2534.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ... นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

แบบอนุมัติวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ด้วยข้าพเจ้า นายไพรวัลย์ สืบสิงห์

นักศึกษา ภาควิชา ครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 82/22 ตรอก/ซอย อ่อนนุช

ถนน หมู่บ้านอ่อนนุชนิเวศน์ 1 ตำบล หัวตะเข้

อำเภอ/เขต ลาดกระบัง จังหวัด กรุงเทพมหานคร

หมายเลขโทรศัพท์ที่บ้าน ที่ทำงาน

มีความประสงค์ขออนุมัติเขียนวิทยานิพนธ์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาตรี

สาขา ศิลปอุตสาหกรรม จำนวน 8 หน่วยกิต

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) โครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิคในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค

(ภาษาอังกฤษ) THE STROLLER REDESIGN PROJECT FOR MOVING BY THE PIECE CERAMIC INSIDE THE CERAMIC INDUSTRY FACTORY

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ธเนศ ภิรมณ์การ

ที่อยู่ปัจจุบันของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ บ้านเลขที่ 82/101

ตรอก/ซอย หมู่บ้านอ่อนนุชนิเวศน์ 1 ถนน อ่อนนุช แขวง หัวตะเข้ เขต ลาดกระบัง

จังหวัด กรุงเทพ โทรศัพท์ ที่ทำงาน สจล. เลขที่

ตรอก/ซอย ถนน ตำบล

อำเภอ/เขต จังหวัด โทรศัพท์

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ธเนศ ภิรมณ์การ

ที่อยู่ปัจจุบันของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ บ้านเลขที่ 82/101

ตรอก/ซอย ถนน ตำบล อำเภอ/เขต

จังหวัด โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ทำงาน เลขที่ ตรอก/ซอย

ถนน ตำบล อำเภอ/เขต

จังหวัด โทรศัพท์

ข้าพเจ้าได้นำโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาแล้ว ท่านยินดีเป็นที่ปรึกษา และได้แนบโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ดังกล่าวมาพร้อมนี้

จึงเสนอมาเพื่อพิจารณา

ลงชื่อ.....นักศึกษา

(นาย ไพรวัลย์ สืบสิงห์)

ลงวันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ. 2537

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ลงนาม

(1) .....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

(2) .....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

(3) .....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหตุผลในการเสนอวิทยานิพนธ์เรื่องนี้

การผลิตผลิตภัณฑ์ในระบบอุตสาหกรรมนั้น จำเป็นมากว่าต้องได้จำนวนมากในเวลารวดเร็ว ยิ่งใช้เวลาน้อยเท่าไรยิ่งจะทำให้ได้ผลกำไรมาก จากที่ได้เคยเห็นและสนทนากับผู้ที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค สอบถามเกี่ยวกับกระบวนการผลิตในระบบอุตสาหกรรม ก็ได้ทราบถึงขั้นตอนต่าง ๆ ในการผลิต ตลอดจนปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการผลิต และมีปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนมากกว่าปัญหาอื่นคือการขนย้ายชิ้นงานจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง ในกระบวนการผลิตซึ่งต้องใช้รถเข็นในการขนย้าย ตามความรู้สึกการใช้รถเข็นก็ไม่น่าจะมีปัญหาเกิดขึ้น แต่เมื่อสอบถามแล้วกลับพบว่าเป็นปัญหาที่มากที่สุดในกระบวนการผลิต เพราะรถเข็นขนย้ายชิ้นงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ยังไม่เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน เพราะทำให้ชิ้นงานเสียหายเป็นจำนวนมาก เพื่อเป็นการช่วยแก้ไขปัญหาให้กับผู้ผลิตในการลดต้นทุนการผลิต เกี่ยวกับชิ้นงาน ข้าพเจ้าจึงได้ขอเสนอโครงการวิทยานิพนธ์นี้ เพื่อพิจารณา

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1.2.1 เพื่อออกแบบปรับปรุงรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิค ที่นำออกจากแบบพิมพ์ไปยังขั้นตอนอื่นตามกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร

1.2.2 เพื่อออกแบบให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งานของคนงาน และสภาพในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิค

ที่มาของปัญหา

กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเซรามิคนั้นมีขั้นตอนในการผลิตมากมายหลายขั้นตอน การขนย้ายชิ้นงานก็เป็นกระบวนการที่สำคัญในการผลิต เพราะต้องคอยระมัดระวังชิ้นงานจำนวนมากบนรถเข็นไม่ให้เสียหาย หรือเกิดการกระทบกันจนเกิดการชำรุดเป็นตำหนิบนชิ้นงาน การใช้รถเข็นขนชิ้นงานนี้ มักจะทำในกระบวนการผลิตอยู่หลายขั้นตอน เริ่มตั้งแต่การแกะชิ้นงานออกจากกาแม่พิมพ์วางบนแผ่นรองชิ้นงานจนเต็ม แล้วนำไปวางบนรถเข็นจนเต็มชั้นวางบนรถเข็น แล้วจึงย้ายชิ้นงานไปผึ่งให้แห้งแล้วนำชิ้นงานไปตกแต่งให้เรียบร้อย จึงนำไปเผาดิบ จากนั้นก็นำไปชุบเคลือบและเผาเคลือบอีกครั้ง จะเห็นได้ว่าในกระบวนการผลิตนี้จะใช้รถเข็นในการขนย้ายชิ้นงานทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางปัญหา

1.3.1 มีโครงสร้างเหล็กมากเกินไป ทำให้ไม่คล่องตัวเวลาจัดเก็บแผ่นรองชิ้นงาน

แนวทางการแก้ปัญหา

ศึกษาเรื่องโครงสร้างแบบต่าง ๆ และออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน

1.3.2 การปรับระดับด้วยถอดประกอบของคานรับน้ำหนักชิ้นกลาง ยังทำได้ไม่สะดวกและไม่เหมาะสม เพราะติดเสาโครงสร้างด้านข้าง

แนวทางการแก้ปัญหา

ศึกษาและออกแบบ การถอดประกอบแบบต่าง ๆ แล้วนำมาใช้ให้เหมาะสม เพื่อช่วยลดขั้นตอนในการถอดประกอบให้สะดวก

1.3.3 จุดรองรับคาน เพื่อการปรับระดับเชื่อมติดตายตัว ไม่สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมกับชิ้นงาน

แนวทางการแก้ปัญหา

ศึกษาและออกแบบให้มีระยะการปรับที่เหมาะสม และให้มีระบบการรองรับคานที่เหมาะสม

1.3.4 มือจับรถเข็นใช้โครงสร้างเป็นที่จับ ทำให้ไม่สะดวกในการจับเข็น และการบังคับเลี้ยว

แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้มีมือจับโดยเฉพาะที่แยกออกจากโครงสร้าง เพื่อให้เหมาะสมกับการเข็น

1.3.5 ด้านข้างของรถเข็นไม่มีขอบ หรือ วัสดุกันกระแทก ทำให้เกิดการกระทบกับสิ่งของหรือรถเข็นคันอื่น ทำให้เกิดความเสียหายบนชิ้นงานได้

แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้มีเสริมขอบกันกระแทกเพื่อป้องกัน และลดแรงกระแทก โดยการใช้วัสดุที่มีความยืดหยุ่น

1.3.6 ฐานเหล็กยึดล้อรถเข็นยื่นออกมาด้านนอกมากเกินไปทำให้เป็นอันตรายกับผู้ใช้งาน

แนวทางการแก้ปัญหา

วิเคราะห์และออกแบบให้มีฝาครอบหรือปิดทับ เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายกับผู้ใช้งาน

1.3.7 ล้อยางที่ใช้ชำรุด และสึกหรอง่าย ทำให้ไม่สามารถใช้งานได้สะดวก สูญเสียค่าใช้จ่าย และเสียเวลาในการซ่อมแซม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการแก้ปัญหา

ศึกษาชนิดของล้อชนิดต่าง ๆ และวิเคราะห์ข้อดีข้อเสีย เพื่อเลือกนำมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม

1.3.8 แผ่นไม้รองรับชิ้นงาน ยังมีขนาดไม่เหมาะสมและไม่มีมาตรฐานความยาวที่แน่นอน

แนวทางการแก้ปัญหา

วิเคราะห์และออกแบบให้มีขนาดที่เป็นมาตรฐานการใช้งาน และสามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสม

1.3.9 การใช้สีกับรถเข็นยังไม่เหมาะสมกับการใช้งานในโรงงาน เพราะยังมีรถเข็นที่มีสีแตกต่างกันมาก

แนวทางการแก้ปัญหา

ศึกษาและวิเคราะห์การใช้สีภายในโรงงานอุตสาหกรรมและเลือกใช้ให้เหมาะสม

วิธีการดำเนินการวิจัย

1.4.1 เสนอหัวข้อโครงการ

1.4.2 ศึกษาข้อมูลจากผลิตภัณฑ์เดิม และผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

1.4.3 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

1.4.4 สรุปข้อมูล

1.4.5 วิเคราะห์ข้อมูล

1.4.6 สรุปวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางการออกแบบ

1.4.7 ออกแบบ ร่างแบบ เขียนแบบ

1.4.8 สร้างหุ่นจำลอง

ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล

1.5.1 ศึกษากระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเซรามิค

1.5.2 ศึกษาผลิตภัณฑ์เดิมและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

1.5.3 ศึกษาพฤติกรรมการขนย้ายชิ้นงานเซรามิคในกระบวนการผลิต

1.5.4 ศึกษาขนาดสัดส่วนของภาชนะที่ใช้กับอาหาร

1.5.5 ศึกษาการออกแบบโครงสร้างรถเข็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.6 ศึกษาข้อมูลวัสดุในการผลิต

1.5.7 ศึกษาสัดส่วนมนุษย์ที่เกี่ยวข้อง

1.5.8 ศึกษากรรมวิธีการผลิตรถเข็นขนย้ายชิ้นงาน

1.5.9 ศึกษาข้อมูลเรื่องจิตวิทยาการใช้สีในโรงงานอุตสาหกรรม

ขอบเขตของงานออกแบบ

1.6.1 ออกแบบรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิค ที่นำออกจากแบบพิมพ์ไปยังขั้นตอนอื่นในกระบวนการผลิต

1.6.2 ออกแบบรถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิค สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิคที่ผลิตภาชนะที่ใช้กับอาหาร

1.6.3 ออกแบบรถเข็นให้เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหารเท่านั้น

1.6.4 ออกแบบโครงสร้างรถเข็นให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งานของคนงาน

1.6.5 ใช้กำลังของมนุษย์ในการบังคับและขับเคลื่อน

1.6.6 ออกแบบให้มีส่วนที่ป้องกันการกระแทกในส่วนต่างๆ ที่มีโอกาสกระทบกับสิ่งของหรือรถเข็นคันอื่น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์

ได้รถเข็นขนย้ายชิ้นงานเซรามิคที่เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งานของคนงานตามขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตภาชนะเซรามิคที่ใช้กับอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นายไพรวัลย์ สืบสิงห์
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 29 กรกฎาคม 2510
สถานที่เกิด	อ.บัวใหญ่ จ.นครราชสีมา
ประวัติการศึกษา	
ชั้นประถมศึกษา	โรงเรียนแสนยวิทยาภูมิ จ.นครราชสีมา
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนแสนยวิทยาภูมิ จ.นครราชสีมา
ระดับ ปวช.	วิทยาเขตเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ.นครราชสีมา
ระดับ ปวส.	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล จ.นครราชสีมา
ประสบการณ์การทำงาน	เคยทำงานที่บริษัท INTERPACK & DISPLAY จำกัด สุขาภิบาล 1 บึงกุ่ม กรุงเทพฯ ด้านการออกแบบกล่องนาฬิกาและเครื่องประดับ
ที่อยู่ปัจจุบัน	82/22 หมู่บ้านอ่อนนุชนิเวศน์ 1 แขวงหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ (10520)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้