



โครงการออกแบบปรับปรุงซุ้มป้ายสัญญาณไฟจราจรบริเวณหน้าศาลากลาง
จังหวัดสุพรรณบุรี

(EMERGENCY TRAFFIC SIGN ON UNDER CONSTRUCTION PROJECT)

นาย วีระ สุธแสงรัตน์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....949 02 116
วัน เดือน ปี.....9.ล.ค.2536



A020716

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

ภาควิชา ครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยานิพนธ์เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงชุดไฟสัญญาณทางเบี่ยง กรมทางหลวง

ชื่อนักศึกษา นาย วีระ สุขแสงรัตน์

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ดร. ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์

อาจารย์ ถนอม จันทรหมื่นไวย

อาจารย์ เกษม เซาว์ดี

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ได้ตรวจพิจารณาและเห็นชอบแล้ว
จึงอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ประจำปีการศึกษา

2535



(รศ. ดร. ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)
คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชุดป้ายไฟสัญญาณทางเบียง เป็นชุดอุปกรณ์ที่ใช้กับผู้ใช้ยานพาหนะในขณะก่อสร้างทางซึ่งจะปิดกั้นการจราจรอีกด้านหนึ่งเพื่อก่อสร้างและจะมีไฟสัญญาณบอกทิศทางที่จะไปให้แน่นอนด้วย ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าถึงลักษณะของชุดสัญญาณไฟและป้ายทางเบียง พฤติกรรมของผู้ใช้ ตลอดจนการใช้งาน โดยได้ทราบถึงลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้งาน ดังต่อไปนี้

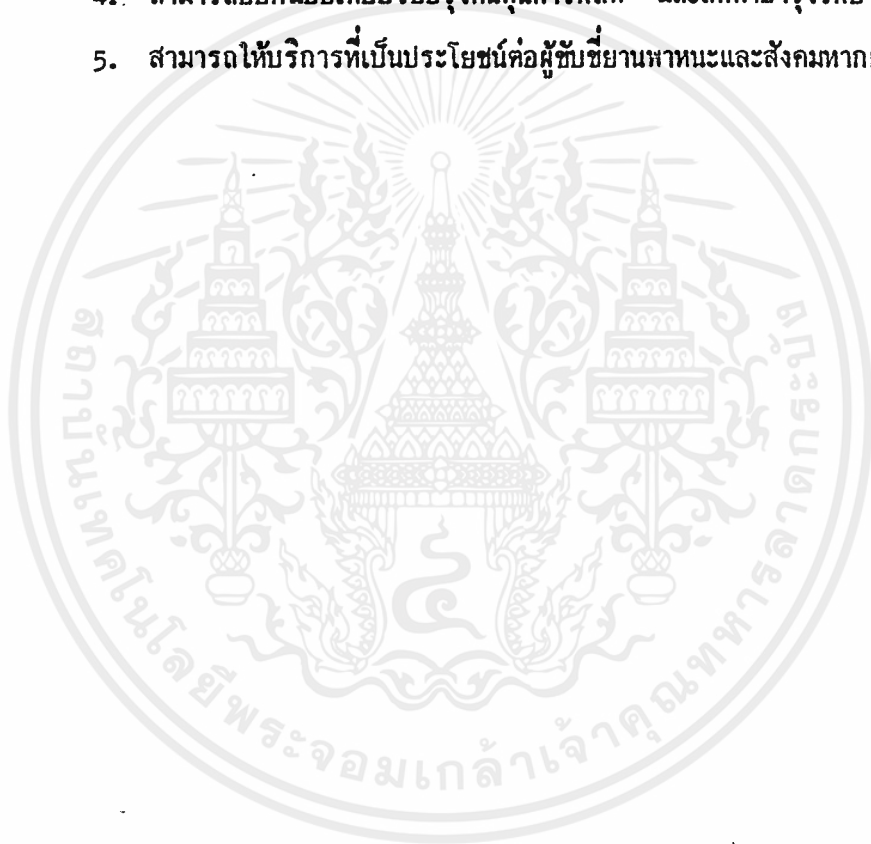
1. ปัญหาจากพฤติกรรมการเคลื่อนย้ายของพนักงานทางหลวง หรือสถานีรับเหมา ในบางขณะทำให้เกิดความยุ่งยาก
2. ระยะเวลาของผลผลิตที่ต่อยานพาหนะยังไม่มีส่วนที่ถูกต้องต่อระยะเวลาของผลผลิตใน ความสูงของผลผลิต
3. แผ่นป้ายทางเบียงเป็นไม้อัดทาสี ซึ่งไม่มีผลในการสะท้อนกลับต่อระยะเวลาที่มอง ขณะใช้งาน
4. ไฟสัญญาณเป็นเพียงไฟเตือน แต่ในขณะที่ยานพาหนะซึ่งบริเวณรอบข้างจะมีคนขับที่ไม่สามารถมองเห็นทิศทางที่จะไป และแผ่นป้ายไม่ชัดเจนทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ในขณะใช้งาน
5. การปรับระดับ สูง - ต่ำ ของผลผลิตในการเคลื่อนย้ายยังไม่ดีเพราะแผ่นป้ายยัง อยู่ในระดับต่ำต่อสายตาและไฟกับแผ่นป้ายยังคงเป็นคนละชุดกัน ควรจะอยู่ในลักษณะรวมเป็นชุดเดียวกัน
6. แบตเตอรี่ไม่มีวัสดุกันแดด, ลม, ฝน ซึ่งทำให้อายุการใช้งานลดน้อยลงและสภาพ แบตเตอรี่เสื่อมได้ง่ายต่อการใช้งาน และยังสิ้นเปลืองงบประมาณด้วย

ขอบเขตของการออกแบบ

1. เป็นผลผลิตชุดไฟสัญญาณไฟทางเบียงของกรมทางหลวง สำหรับทางเบียงเท่านั้น
2. เป็นชุดสัญญาณไฟสำหรับผู้ใช้งานในขณะก่อสร้างทางเวลากลางคืนเท่านั้น
3. เป็นผลผลิตที่มีระบบการทำงานของไฟสัญญาณทางเบียง ที่มีประสิทธิภาพสำหรับผู้ขับขี่ยานพาหนะบนท้องถนนเท่านั้น

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ออกแบบชุดไฟสัญญาณทางเบี่ยงที่เหมาะสมกับการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งกับผู้ใช้และกรมทางหลวง
2. สามารถพัฒนาระบบและรูปแบบให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานบนพื้นที่ ๑ คัดตั้งชุดไฟสัญญาณ
3. สามารถออกแบบเพื่อลดปัญหาจากการใช้งานของผลิตภัณฑ์เดิมที่เกิดขึ้น
4. สามารถออกแบบเพื่อปรับปรุงต้นทุนการผลิต และลดค่าบำรุงรักษา
5. สามารถให้บริการที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ขับขี่ยานพาหนะและสังคมหากผลจริง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กติกกรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่องนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี จากความช่วยเหลือของท่านผู้มีอุปการคุณ ซึ่งขอ
กล่าวด้วยความเคารพอย่างสูง ดังนี้

บิดา นายเกิด สุขแสงรัตน์

มารดา นางสาวสุข สุขแสงรัตน์

(ที่ ฯ ร่วมสายเลือดทั้ง 9 คน และที่สะกั้ให้การสนับสนุนด้วยกำลังเงิน, กำลังใจ เพื่อ
มุ่งหวังให้ข้าพเจ้าประสบผลสำเร็จในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้
เพื่อน ฯ และน้อง ฯ ให้กำลังใจและการปรึกษาด้วยดี

อาจารย์ ดร. ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ ผู้เป็นที่ปรึกษาด้านข้อมูลวิชาการ และระเบียบการเขียน
วิทยานิพนธ์

อาจารย์ถนอม จันทร์หมื่นไวย ผู้เป็นที่ปรึกษาทางด้านการออกแบบ

อาจารย์เกษม เชาว์ดี ผู้เป็นที่ปรึกษาทางด้านการออกแบบ

มนัส ม่วงศิริกุล นายช่างโยธา 5 กองวิศวกรรมจราจร ให้คำปรึกษาด้าน
การสร้างทางเบี่ยง

เจตน์ธาดา สรรกิจ (วศบ. MBA.) วิศวกรโยธา 6 กองวิศวกรรมการ-
จราจร (กรมทางหลวง) ให้คำปรึกษาด้านป้ายและสัญลักษณ์

ดร. เสน่ห์ เอกะวิภาค คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ-
ทหารลาดกระบัง ให้คำปรึกษาเรื่อง แสงที่มีผลต่อสายตา
มนุษย์ การกระตุ้นสายตาด้วยแสง

(ไว้ระ สุขแสงรัตน์)

ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
หน้าอำนวยการ	ก
บทคัดย่อ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตารางประกอบ	ช
สารบัญรูปประกอบ	ญ
บทที่ 1	1
บทนำ	1
1.1 คำนำ	1
1.2 ความเป็นมาของชุดสัญญาณไฟฉุกเฉินทางเบี่ยง	1
1.3 ปัญหาที่เกิดขึ้น – แนวทางการแก้ปัญหา	2
1.4 วัตถุประสงค์ของการออกแบบ	8
1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย	๘
1.6 ขอบเขตการศึกษาข้อมูล	8
1.7 ขอบเขตการออกแบบ	9
1.8 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	9
บทที่ 2	10
ข้อมูลเบื้องต้น	10
2.1 เครื่องหมายควบคุมงานจราจรในงานก่อสร้าง	10
2.2 การศึกษาผลิตภัณฑ์ชุดสัญญาณไฟฉุกเฉินทางเบี่ยงแบบเดิม	38
2.3 พฤติกรรมของผู้ใช้	43
2.4 มาตรฐานถนน	46
บทที่ 3	47
วิธีรวบรวมและศึกษาข้อมูล	47
3.1 วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
3.1.1 การศึกษาเชิงเอกสาร	47
3.1.2 การสัมภาษณ์	47
3.1.3 การศึกษาจากของจริง	47
3.2 แหล่งที่มาของข้อมูล	48
3.2.1 ข้อมูลจากบุคคล	48
3.2.2 ข้อมูลจากหนังสืออ้างอิง	48
3.3 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล	48
3.3.1 สํารวจและรวบรวมข้อมูล	48
3.3.2 สรุปรูปข้อมูลแต่ละส่วน	49
3.3.3 นำผลสรุปมาวิเคราะห์ สรุปผล	49
3.3.4 นำผลสรุปมาใช้งานกับชุดสัญญาณไฟ	49
3.3.5 ออกแบบตามผลการวิเคราะห์	49
3.4 ตำแหน่งการตั้งสัญญาณไฟฉุกเฉินและป้าย	49
3.5 ความสัมพันธ์ที่มีผลต่อการออกแบบชุดสัญญาณไฟฉุกเฉินทางเบี่ยง	53
3.5.1 ความสัมพันธ์ของยานพาหนะในการเคลื่อนย้าย	53
สรุปขนาดของยานพาหนะที่ใช้ในการเคลื่อนย้าย	56
3.5.2 ความสัมพันธ์ของระยะมุมมองจากรดต่อความสูงของผลิตภัณฑ์	
และระยะเบรก	57
สรุปความสัมพันธ์ของระยะมุมมองจากรดต่อความสูงของผลิตภัณฑ์	
และระยะเบรก	59
3.5.3 การกึ่งกูดสายตาและการใช้สายตา	59
สรุปการกึ่งกูดสายตาและการใช้สายตา	61
3.5.4 สีและอิทธิพลต่อการมองเห็น	61
สรุปสีและอิทธิพลต่อการมองเห็น	64
3.5.5 ธรรมชาติที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์	64
สรุป ธรรมชาติที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
3.5.6 ลักษณะของฉิวจาวร	65
สรูป ลักษณะของฉิวจาวร	66
3.5.7 โครงสร้างหลัก	67
สรูป โครงสร้างหลัก	69
3.5.8 ลักษณะไฟที่มีผลต่อการกระตุ้นสายตาในการมองระยะไกล	69
3.6 ระบบไฟฟ้า	71
3.6.1 ชนิดของไฟฟ้า	71
สรูป ชนิดของไฟฟ้า	71
3.6.2 หลอดไฟ	72
สรูป ชนิดของหลอดไฟ	74
3.6.3 แบตเตอรี่	74
สรูป กำลังงานของแบตเตอรี่	83
3.6.4 สวิตซ์ไฟฟ้า	84
สรูป สวิตซ์ไฟฟ้า	85
3.6.5 สายไฟฟ้า	86
สรูป สายไฟฟ้า	87
3.6.6 รูปแบบของวงจรไฟกระพริบ	88
สรูป รูปแบบของวงจรไฟกระพริบ	90
3.7 วัสดุ โครงสร้างหลัก	92
3.7.1 เหล็ก	92
3.7.2 อลูมิเนียม	93
3.7.3 สแตนเลส	94
สรูป วัสดุทำโครงสร้างหลัก	96
3.7.4 พลาสติค	96
สรูป ประเภทพลาสติกทำ BODY ครอบโครงสร้าง	110

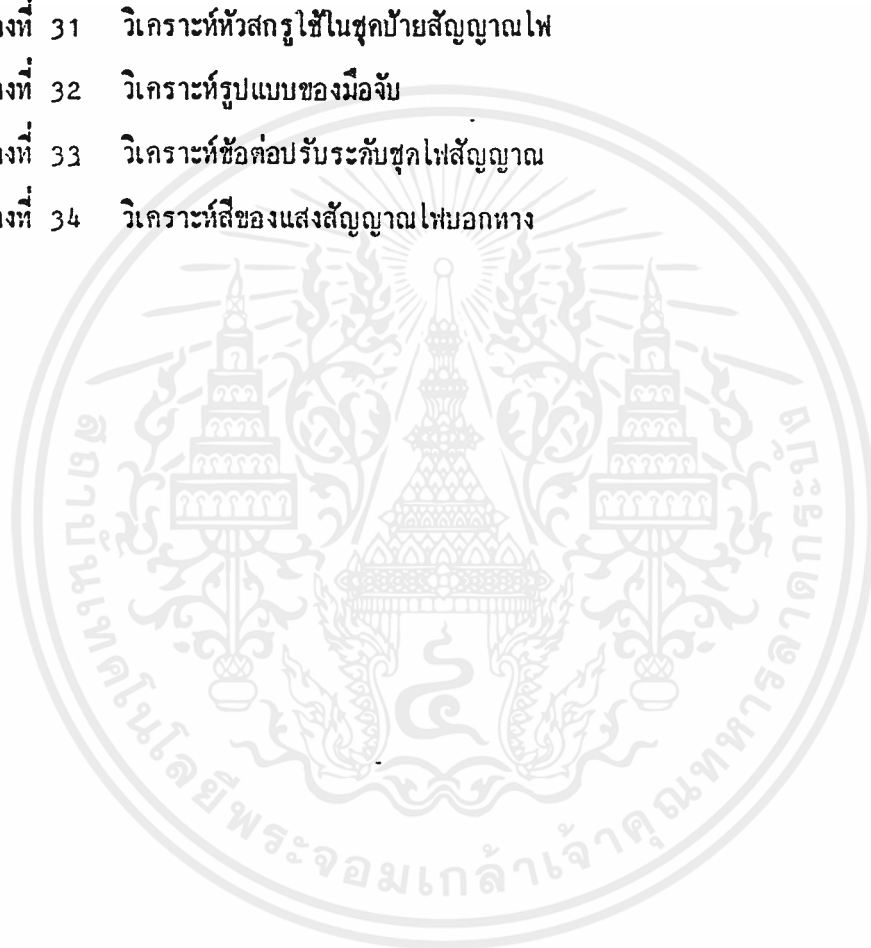
	หน้า	
3.8	กรรมวิธีการผลิต	111
3.8.1	เหล็ก	111
	สรุป การผลิตเหล็ก	114
3.8.2	กรรมวิธีการผลิตพลาสติกในระบบอุตสาหกรรม	115
	สรุป กรรมวิธีการผลิตพลาสติก	125
3.9	ข้อมูลสัดส่วนคนไทยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ	125
	สรุป สัดส่วนคนไทยที่ใช้ในการออกแบบ	132
3.10	สีกับการออกแบบ	133
	สรุป สีกับการออกแบบ	137
บทที่ 4	การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ	138
	สรุป ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	167
บทที่ 5	การออกแบบ	168
	5.1 การพัฒนาแนวความคิดในการออกแบบ	168
	5.2 การออกแบบร่างชุดป้ายสัญญาณไฟ	169
	5.3 การนำเสนอผลงาน	171
	5.4 แบบ WORKING DRAWING	174
	5.5 แบบจำลองชุดป้ายไฟสัญญาณฉุกเฉินทางเบี่ยง	179
	5.6 สรุปผลการวิจัย	181
	5.7 ข้อเสนอแนะ	181
	บรรณานุกรม	183
	ประวัติผู้ทำวิจัย	184

สารบัญตารางประกอบ

		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงความเร็วที่ซับซ้อนและระยะทางค่าสุทที่ใช้เบรก	58
ตารางที่ 2	โครงสร้างสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด	68
ตารางที่ 3	แสดงกระแสไฟสูงสุดในสายไฟ	87
ตารางที่ 4	ตารางกำหนดค่ารัศมีขบโค้งที่เล็กที่สุดที่ใช้ได้ในการคัทท้อ	112
ตารางที่ 5	แสดงค่าวิกฤตที่นำมาใช้ในการออกแบบ	132
ตารางที่ 6	ตารางแสดงการสะท้อนของแสงและสีต่าง ๆ	136
ตารางที่ 7	วิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วน	138
ตารางที่ 8	วิเคราะห์วัสดุพลาสติกที่ใช้ทำ BODY ครอบโครงสร้าง	139
ตารางที่ 9	วิเคราะห์พลาสติกทำ BODY ครอบสัญญาณไฟ	140
ตารางที่ 10	วิเคราะห์ตำแหน่งของสวิทช์ไฟ	141
ตารางที่ 11	วิเคราะห์รูปแบบของสวิทช์ไฟ	142
ตารางที่ 12	วิเคราะห์ตำแหน่งการปล่อยแสงของสัญญาณไฟ	143
ตารางที่ 13	วิเคราะห์ลักษณะทิศทางการเปิดฝาครอบ	144
ตารางที่ 14	วิเคราะห์ใช้รูปแบบฝาปิดครอบแบบเทอร์รี่	145
ตารางที่ 15	วิเคราะห์ชนิดของหลอดไฟ	146
ตารางที่ 16	วิเคราะห์การวางหลอดไฟในการให้แสง	147
ตารางที่ 17	วิเคราะห์รูปทรงของผลิตภัณฑ์	148
ตารางที่ 18	วิเคราะห์การจัดวางแบบเทอร์รี่	149
ตารางที่ 19	วิเคราะห์ตำแหน่งมือถือในการเคลื่อนย้าย	150
ตารางที่ 20	วิเคราะห์การจัดวางพื้นที่เก็บหลอดไฟสำรอง	151
ตารางที่ 21	วิเคราะห์สีที่ใช้กับผลิตภัณฑ์	152
ตารางที่ 22	วิเคราะห์การจัดวางตำแหน่งสัญญาณไฟเตือน	153
ตารางที่ 23	วิเคราะห์วัสดุในการทำโครงสร้างหลัก	154
ตารางที่ 24	วิเคราะห์ขาสัญญาณไฟ	155
ตารางที่ 25	วิเคราะห์โครงสร้างขาสัญญาณไฟ	156

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		หน้า
ตารางที่ 26	วิเคราะห์โครงสร้างกล่องเก็บหลอดไฟสำรอง	157
ตารางที่ 27	วิเคราะห์บ้านหับของฝ้าครอบแมคเตอร์รี่	158
ตารางที่ 28	วิเคราะห์ประเภทของพลาสติกหุ้มชุดป้ายสัญญาณไฟ	159
ตารางที่ 29	วิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต (BODY)ชุดป้ายไฟสัญญาณ	160
ตารางที่ 30	วิเคราะห์การนำพาในการเคลื่อนย้าย	161
ตารางที่ 31	วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ในชุดป้ายสัญญาณไฟ	162
ตารางที่ 32	วิเคราะห์รูปแบบของมือจับ	163
ตารางที่ 33	วิเคราะห์ข้อต่อปรับระดับชุดไฟสัญญาณ	164
ตารางที่ 34	วิเคราะห์สีของแสงสัญญาณไฟนอกทาง	165

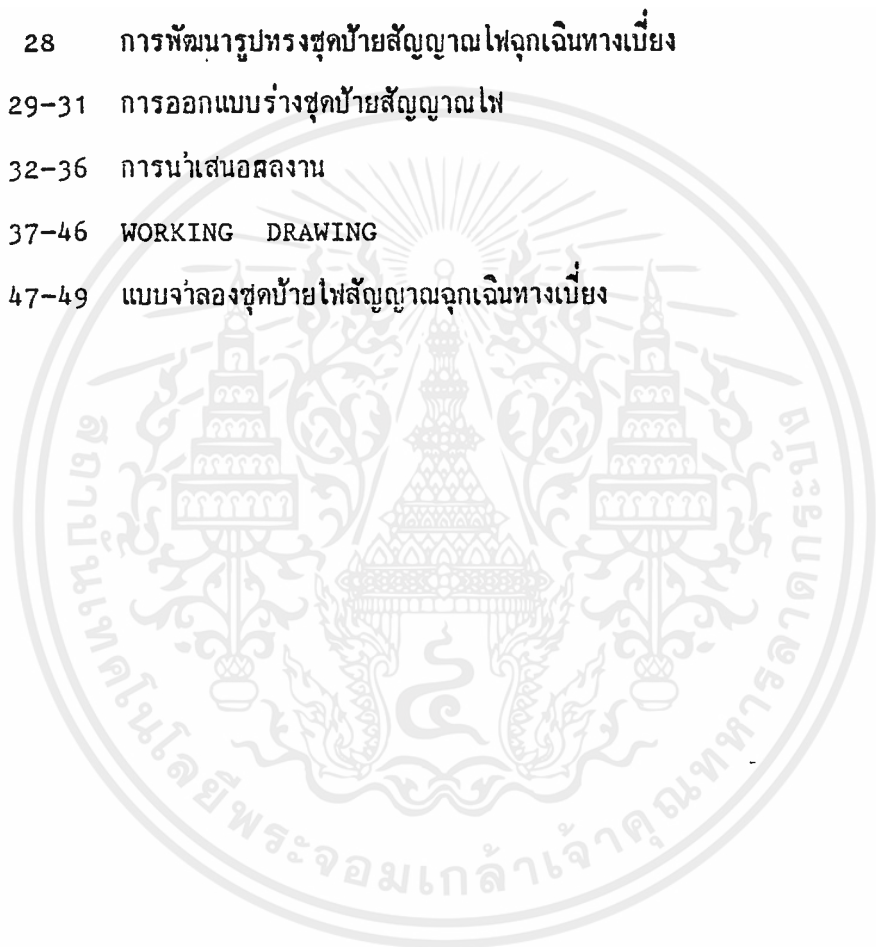


สารบัญรูปประกอบ

			หน้า
รูปที่ 1	แสดงรูปปัญหาทางคานามุมมองที่มีผลต่อสายตามนุษย์		2
รูปที่ 2	แสดงลักษณะทางคาน โครงสร้าง		3
รูปที่ 3	แสดงภาพทางคาน ใช้งานหลัก		4
รูปที่ 4	แสดงลักษณะของอุปกรณ์ประกอบ		5
รูปที่ 5	แสดงลักษณะการเปิดโล่งของแบตเตอรี่และการใช้ตัวหนีบ ในการจ่ายไฟ		6
รูปที่ 6	แสดงลักษณะของป้ายเตือนล่วงหน้า		7
รูปที่ 7	รูปแบบผลิตภัณฑ์เคม		38
รูปที่ 8	แสดงสถานที่ใช้งาน		39
รูปที่ 9	แสดงลักษณะทางคู่มือซึ่งจะทำการเบี่ยงเบน		39
รูปที่ 10	แสดงระบบพลังงานของชุดไฟสัญญาณ โครงสร้าง		40 40
รูปที่ 11	แสดงการติดตั้งไฟสัญญาณฉุกเฉิน		50
รูปที่ 12	แสดงการติดตั้งชุดสัญญาณไฟทางเบี่ยงในงานก่อสร้าง		51
รูปที่ 13	แสดงการติดตั้งชุดสัญญาณไฟฉุกเฉินสะพานเบี่ยง		52
รูปที่ 14	แสดงภาพรถปิคอัพ ในการเคลื่อนย้ายชุดสัญญาณไฟ		53
รูปที่ 15	แสดงภาพรถบรรทุก 6 ล้อ ในการเคลื่อนย้ายชุดสัญญาณไฟ		54
รูปที่ 16	แสดงขนาดของรถปิคอัพ		55
รูปที่ 17	แสดงขนาดของรถบรรทุก 6 ล้อ		56
รูปที่ 18	แสดงภาพความสัมพันธ์ของระยะมุมมองจากรถต่อความสูงของผลิตภัณฑ์		57
รูปที่ 19	แสดงขอบเขตความไวในการรับสีของประสาทตา		63
รูปที่ 20	วงจรอะสแตเบิลิลิตี้ไวเบเรเตอร์		88
รูปที่ 21	วงจรอะสแตเบิลิลิตี้ไวเบเรเตอร์		89
รูปที่ 22	เมื่อสมมุติให้ TR_1 OFF ขา B ของ TR_2 จะมีโวลเตจสูง		89
รูปที่ 23	รูปแบบของวงจร ไฟกระพริบ		90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

			หน้า
รูปที่ 24	แบบฉีด INJECTION MOLDING		116
รูปที่ 25	แสดงการใช้มือในลักษณะต่าง ๆ		126
รูปที่ 26	แสดงความสัมพันธ์ของความสูงกับน้ำหนัก		130
รูปที่ 27	ความสามารถในการยกน้ำหนัก		131
รูปที่ 28	การพัฒนาารูปทรงชุดป้ายสัญญาณไฟฉุกเฉินทางเบี่ยง		168
รูปที่ 29-31	การออกแบบร่างชุดป้ายสัญญาณไฟ		169- 170
รูปที่ 32-36	การนำเสนอผลงาน		171- 173
รูปที่ 37-46	WORKING DRAWING		174- 178
รูปที่ 47-49	แบบจำลองชุดป้ายไฟสัญญาณฉุกเฉินทางเบี่ยง		179- 180



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

1.1 คำนำ

ในสภาพสังคมปัจจุบัน การจราจรและรถติดจึงเป็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นกับประชาชน สืบเนื่องมาจากการที่จำนวนรถเพิ่มปริมาณมากขึ้น มากกว่าปริมาณของถนนที่สร้างไว้สำหรับรถหรือยานพาหนะประเภทต่าง ๆ รัฐบาลจึงมีนโยบายให้มีการสร้างถนน และขยายระบบการจราจร ให้มากขึ้น ซึ่งโครงการที่จะสร้างขึ้นก็มีจำนวนมาก ซึ่งในการดำเนินการสร้างถนน หรือขยายและซ่อมบำรุงนั้นจำเป็นต้องมีการปิดหรือกั้นทางจราจร ให้ใช้ทางคั่นข้างหรือเรียกอีกนัยหนึ่งคือทางเบี่ยงนั่นเอง ซึ่งการที่จะทราบหรือไม่ว่ามีการสร้างทางหรือไม่นั้นจะต้องมีไฟสัญญาณบอกให้เป็นการเตือน ซึ่งเรียกว่าไฟสัญญาณเบี่ยงทางนั่นเอง ในการเดินทางตอนกลางคืนนั้น ถ้ามีการทำถนน หรือซ่อมบำรุง จะมีการนำไฟสัญญาณเตือนมาวางไว้ก่อนถึงทางที่กำลังทำการก่อสร้าง ซึ่งถ้ามองในระยะไกลไม่สามารถมองได้ชัดเจนกว่าจะมองเห็นได้ชัดก็ต้องลดความเร็วลง อาจจะทำให้เกิดอันตรายก็ได้ และมุมมองยังไม่เหมาะสมกับผู้ขับขี่จักรยาน ในการนำมาติดตั้ง การวางและการเคลื่อนย้าย สภาพสิ่งแวดล้อมทำให้มีปัญหาเกิดขึ้นมาก

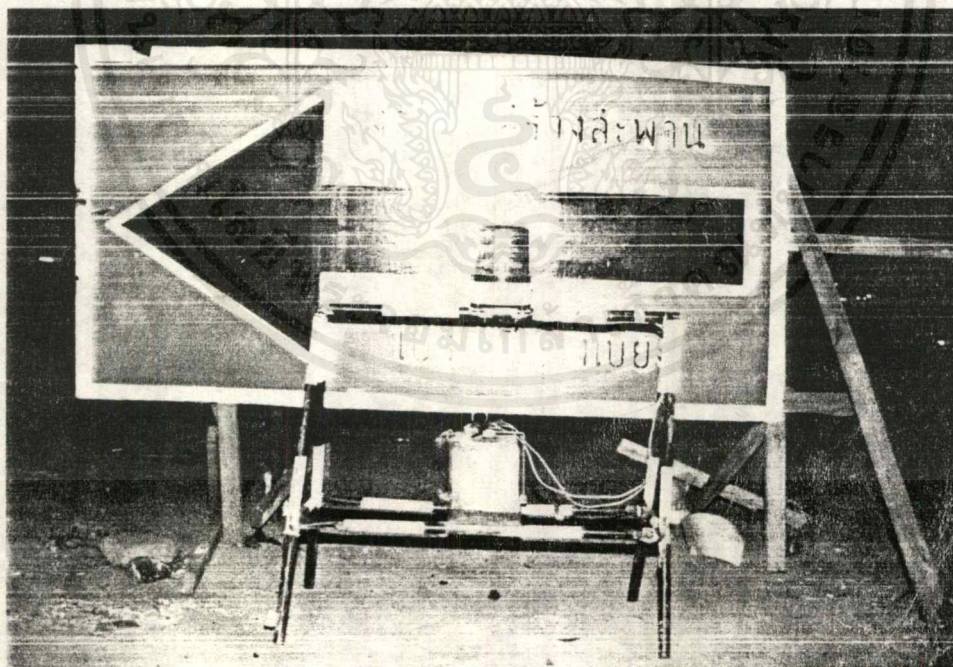
1.2 ความเป็นมาของชุดสัญญาณไฟทางเบี่ยง

จากการศึกษาเกี่ยวกับไฟสัญญาณเตือนทางเบี่ยง ของกรมทางหลวง พฤติกรรมการทำงานของพนักงานของกรมทางหลวง หรือพนักงานของผู้รับเหมา ปัญหาที่พบ โดยส่วนมากคือ การไม่รับผิดชอบของเจ้าหน้าที่กรมทางหลวง ซึ่งมักจะปล่อยให้คนงานของผู้รับเหมาปฏิบัติภารกิจซึ่งจะไม่ถูกต้อง ซึ่งอาจจะมีข้อผิดพลาด สำหรับมุมมองของไฟสัญญาณเตือนในช่วงเวลากลางคืนจะมองเห็นเฉพาะไฟหมุนสีเหลืองตัวเดียว แต่จะมองไม่เห็นทิศทางที่จะทราบว่ามี การเตือนการก่อสร้างทางใด จะมีเฉพาะป้ายทางเบี่ยงธรรมดาซึ่งไม่มีแผ่นสะท้อนแสง จะเป็นลักษณะเอาไม้ค้ำมาทาสี ซึ่งถ้าผู้ขับขี่ยานพาหนะด้วยความเร็วสูงอาจทำให้เกิดอันตรายได้

1.33 ปัญหาที่เกิดขึ้น - แนวทางการแก้ปัญหา สามารถแบ่งออกเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1. ปัญหาทางด้านมุมมองที่มีผลต่อสายตามนุษย์

ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ปัญหา
<p>- ยังไม่สามารถหามุมมองของไฟสัญญาณเตือนได้เหมาะสมกับการมองของผู้ขับขี่ยานพาหนะ</p> <p>- ระยะในการมองเห็นขณะขับขี่ยานพาหนะของผู้บริโภคซึ่งจ้องมองไปยังไฟสัญญาณ ไม่สามารถทราบได้ว่าบริเวณใดอันตราย เพราะจะมีแต่ไฟสัญญาณเท่านั้นที่สว่าง ซึ่งบริเวณที่เป็นทางจราจรจะมองไม่เห็น ซึ่งอาจจะทำให้เกิดอันตรายกับผู้ใช้งานได้</p>	<p>- หาขนาดความสูงของไฟสัญญาณเตือนให้เหมาะสมกับระดับมุมมองคนในขณะขับขี่ยานพาหนะ</p> <p>- เพิ่มไฟหรือโลโก้ที่เป็นแสงที่มีผลต่อการมองเห็นในระยะไกลให้เห็นเป็นการบอกว่าการจราจรทางเบี่ยง ในทิศทางใด เพื่อให้ผู้บริโภคมั่นใจในขณะขับขี่ยานพาหนะเข้าไปใกล้บริเวณที่มีการก่อสร้าง</p>

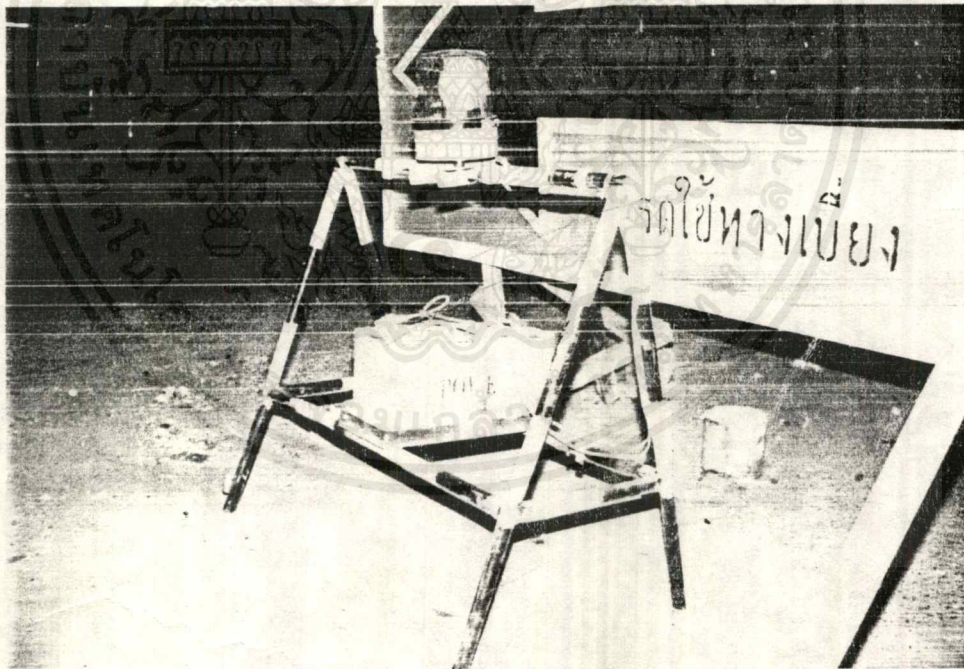


รูปที่ 1 แสดงรูปปัญหาทางด้านมุมมองที่มีผลต่อสายตามนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปัญหาทางด้านโครงสร้าง

ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ปัญหา
<p>- มีขนาดใหญ่เกินความจำเป็นในการใช้งาน เพราะส่วนที่เป็นค้ำยันไฟมีขนาดเล็ก แต่โครงสร้างจะใหญ่</p>	<p>- ลดขนาดโครงสร้างลง และออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน และยังคงความแข็งแรง</p>
<p>- มีน้ำหนักมาก เพราะใช้วัสดุที่เป็นเหล็ก ทั้งหมด ไม่มีวัสดุอื่น</p>	<p>- เลือกใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบา และราคาถูก ให้เหมาะสมกับโครงสร้าง</p>

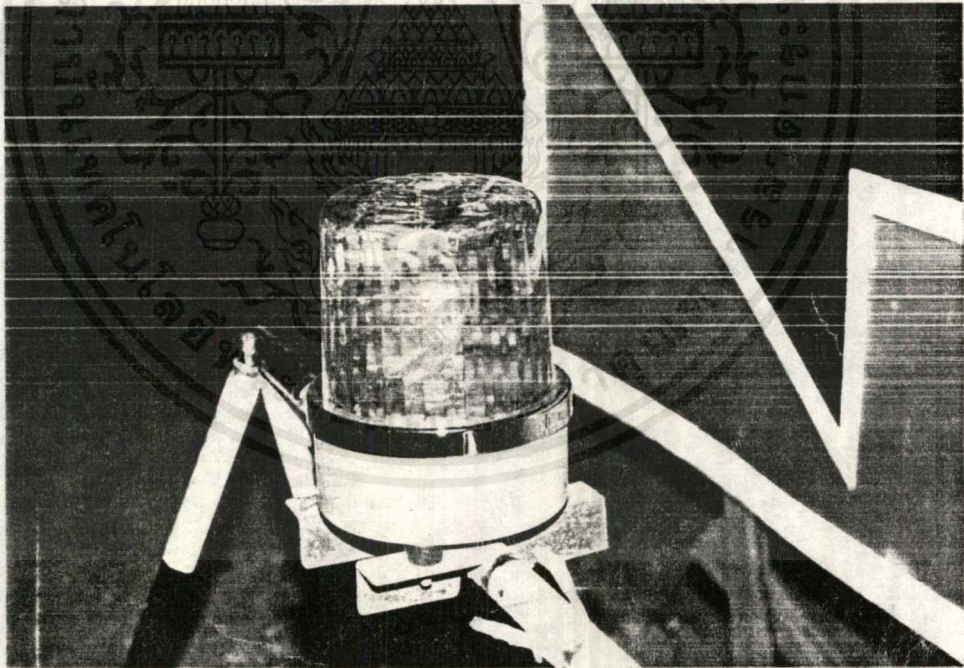


รูปที่ 2 แสดงลักษณะทางด้านโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปัญหาทางการใช้งานหลัก

ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ปัญหา
<ul style="list-style-type: none"> - เกิดความชำรุดและเสียหายขณะทำการเคลื่อนย้าย จากจุดที่ติดตั้งยกขึ้นรถ ทำให้เกิดการกระทบกระเทือน - หลอดไฟของไฟสัญญาณมักจะขาดในขณะการใช้งาน 	<ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบให้มีการกระทบกระเทือนที่น้อยที่สุด โดยกำหนดพื้นที่ของการเคลื่อนย้ายเป็นข้อกำหนดในการออกแบบ - มีการเตรียมหลอดไฟสำรองในชุดไฟสัญญาณ หรือมีไฟสัญญาณสำรองไว้

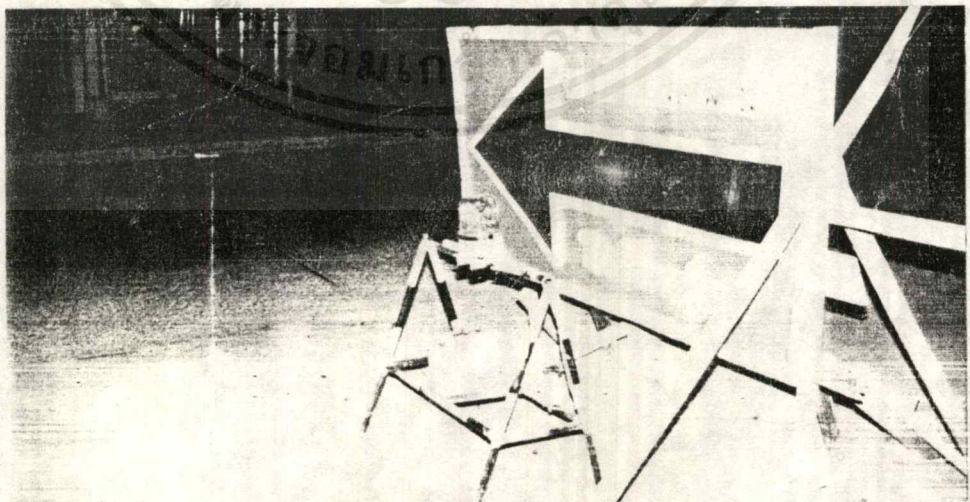


รูปที่ 3 แสดงภาพทางการใช้งานหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปัญหาของอุปกรณ์ประกอบ

ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ปัญหา
<ul style="list-style-type: none"> - สายไฟยังไม่มีที่เก็บ หรือคล้องปล่อยให้พันกับโครงสร้าง หรือกองกับพื้นดูแล้วอันตรายมากเวลามีฝนตก - ระบบการจ่ายไฟ ทำโดยการใช้ก้ามปูหนีบขั้วไฟของแบตเตอรี่โดยตรงหลอดไฟจึงจะทำงาน - กระแสไฟใช้เพียงได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ทั้งสองระบบไม่มีที่เก็บสายไฟ และแบตเตอรี่ให้เป็นสัดส่วน - ปัญหาของการเปิดโล่งของแบตเตอรี่ คือประเทศไทยมี 3 ฤดู คือ ฝน หนาว ร้อน อาจจะทำให้แบตเตอรี่เกิดการชำรุดได้ง่ายขึ้น 	<ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบให้มีการเก็บหรือการป้องกันสายไฟให้มีขีดเป็นสัดส่วน - ออกแบบให้มีสวิทซ์ในการจ่ายไฟสำหรับ ปิด-เปิด เพื่อสะดวกในการใช้งาน - ออกแบบโดยให้สามารถใช้ไฟได้ทั้งสองชนิด ทั้ง - เพื่อเป็นการรักษาและถนอมแบตเตอรี่ให้มีการใช้งานที่ยาวนาน ควรออกแบบให้มีที่เก็บแบตเตอรี่ให้เป็นสัดส่วนเฉพาะ

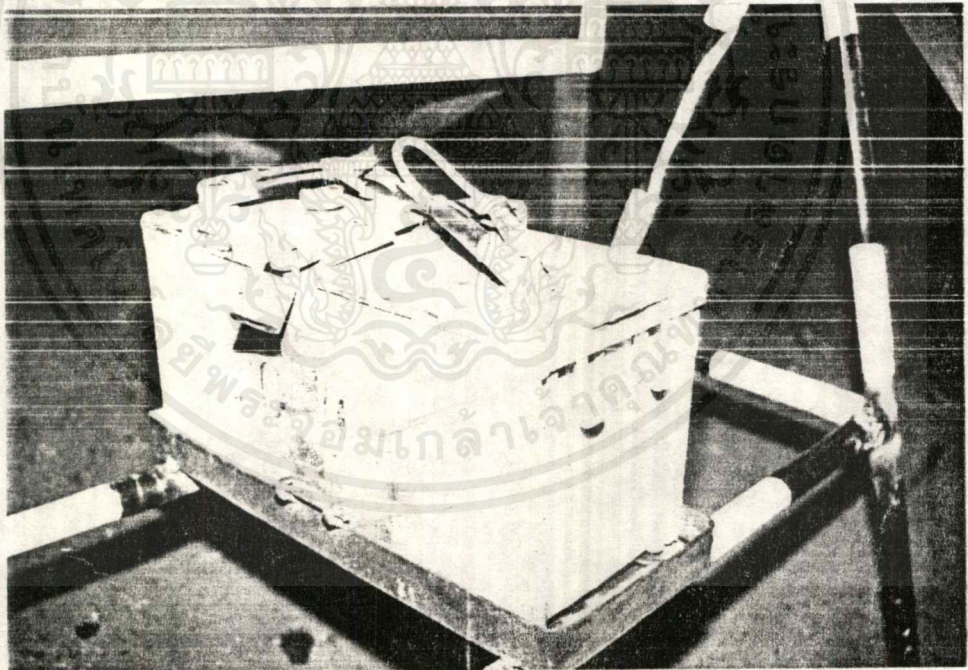


รูปที่ 4 แสดงลักษณะของอุปกรณ์ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ปัญหาทางคานวัสดุ

ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ปัญหา
<ul style="list-style-type: none"> - ใช้วัสดุที่มีขนาดเกินความจำเป็น ทำให้มีน้ำหนักมาก ในการเคลื่อนย้าย - วัสดุที่ใช้จะนำมาประกอบเองโดยมีอยู่ทั้งหมด 	<ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบให้ใช้วัสดุที่เหมาะสม น้ำหนักเบา แข็งแรง สะดวกในการเคลื่อนย้าย - ออกแบบให้ผลิตในระบบอุตสาหกรรมให้ได้มากที่สุด



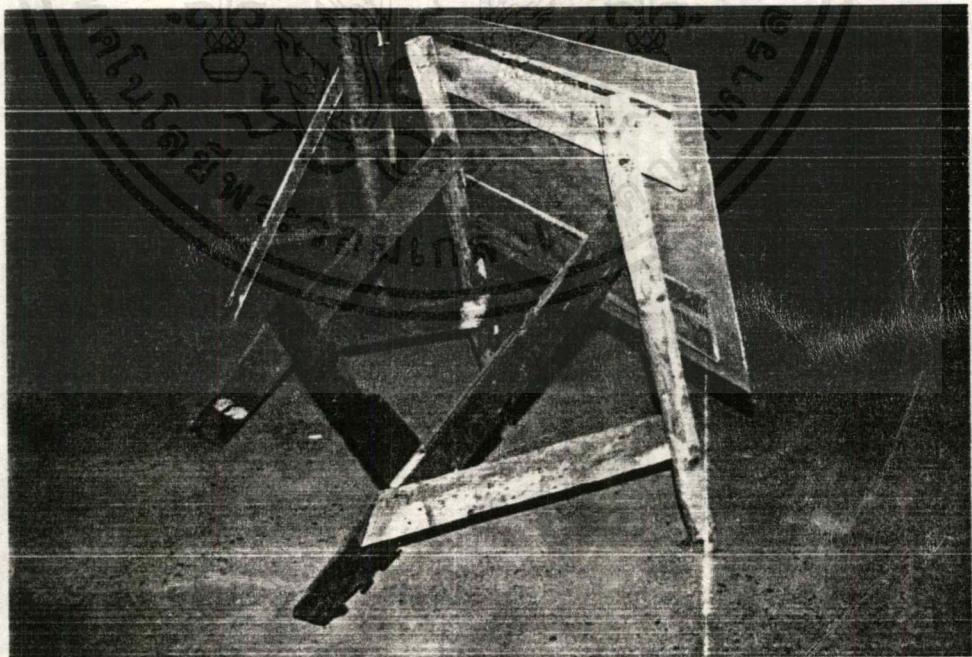
รูปที่ 5 แสดงลักษณะการเปิดโล่งของแมตเทอร์รี่และการใช้ตัวหนีบในการจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ปัญหาด้านป้ายเตือนล่วงหน้า

สามารถแบ่งออกเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ปัญหา
<p>- ความชัดเจนของแผ่นป้าย และการสะท้อนของแผ่นป้ายซึ่งมีผลในการมองเห็นระยะภาพไม่ชัดเจน เนื่องจากวัสดุและคุณภาพไม่ดีเพราะใช้เพียงไม้อัดแล้วจึงนำสีมาทา และในขณะที่เดียวกันในทางก่อสร้างจะมีฝุ่นซึ่งจะทำให้ฝุ่นที่ลอยไปเกาะแผ่นป้ายทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานน้อยลง ทำให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะที่ขับมาด้วยความเร็วไม่สามารถอ่านได้ชัดเจน</p>	<p>- การแก้ปัญหาของแผ่นป้ายเตือนล่วงหน้า ก็มีผลต่อการออกแบบ เพราะจะอยู่ในเครื่องหมายควบคุมจราจรเหมือนกัน แต่จะให้แก้ปัญหาตรงจุดเตือนก็จะเป็นการเปลี่ยนแปลงงบประมาณ จึงควรแก้ปัญหาตรงป้าย หรือไฟสัญญาณให้มีความชัดเจนและสามารถทราบทิศทางได้แน่นอนในการขับขี่ยานพาหนะจะดีที่สุด</p>



รูปที่ 6 แสดงลักษณะของป้ายเตือนล่วงหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วัตถุประสงค์ของการออกแบบ

- เพื่อออกแบบปรับปรุงชุดไฟสัญญาณทางเบียงสำหรับกรมทางหลวง
- เพื่อออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
- เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรมภายในประเทศ
- เพื่อให้ได้ระบบการทำงานของชุดไฟสัญญาณทางเบียง ที่มีประสิทธิภาพ
- เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการแก่ผู้ใช้และสังคมทั้งในด้านสุนทรียภาพและ

ประโยชน์ใช้สอย

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปอย่างถูกต้องและรวดเร็ว จึงได้กำหนดแนวทางการดำเนินการวิจัยเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ขั้นรวบรวมปัญหา
2. ขั้นตีปัญหา
3. ขั้นความคิดสร้างสรรค์เบื้องต้น
4. ขั้นสรุปข้อมูลในการออกแบบ
5. ขั้นวิเคราะห์ทางการออกแบบ
6. ขั้นตกลงใจในการออกแบบ
7. ขั้นเสนอการออกแบบ

1.6 ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล

ข้อมูลเบื้องต้นที่จำเป็นต้องศึกษา เพื่อสนับสนุนการออกแบบผลิตภัณฑ์ในระบบอุตสาหกรรมให้สามารถบรรลุผลสำเร็จ และใช้อย่างอิงคังต่อไปนี้

1. ศึกษาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพระราชบัญญัติกฎจรรยาบรรณ ของกรมทางหลวง
2. ศึกษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการก่อสร้าง และอุปกรณ์ประกอบในการสนับสนุนการก่อสร้างทางหลวง
3. ศึกษาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าที่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ศึกษาสภาวะและสิ่งแวดล้อม หรือพื้นที่การใช้งาน
5. ศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้
6. ศึกษาวัสดุและกรรมวิธีการผลิต
7. ศึกษาระบบหรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงที่น่าสนใจ
8. ศึกษาความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อการออกแบบ

1.7 ขอบเขตของการออกแบบ

เพื่อให้โครงการวิจัยดังกล่าว สามารถดำเนินการศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์และออกแบบ ให้เป็นผลสำเร็จบรรลุตามที่ได้ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ จึงได้กำหนดขอบเขตการออกแบบไว้ดังต่อไปนี้

1. เป็นผลิตภัณฑ์ชุดไฟสัญญาณ ไฟทางเบียงของกรมทางหลวง สำหรับทางเบียงเท่านั้น
2. เป็นชุดสัญญาณไฟสำหรับผู้ใช้งานในขณะก่อสร้างทางเวลากลางคืนเท่านั้น
3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีระบบการทำงานของไฟสัญญาณทางเบียง ที่มีประสิทธิภาพสำหรับผู้ขับขี่ยานพาหนะบนท้องถนนเท่านั้น

1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการออกแบบผลิตภัณฑ์ดังกล่าว สามารถดำเนินการตามที่ได้กำหนดไว้ ได้แก่

1. ออกแบบชุดไฟสัญญาณทางเบียงที่เหมาะสมกับการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ ห้างกับผู้
ใช้และกรมทางหลวง
2. สามารถพัฒนาระบบและรูปแบบให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานบนพื้นที่ ๆ ติดตั้งชุดไฟ
สัญญาณ
3. สามารถออกแบบเพื่อลดปัญหาจากการใช้งานของผลิตภัณฑ์เดิมที่เกิดขึ้น
4. สามารถออกแบบเพื่อปรับปรุงต้นทุนการผลิต และลดค่าบำรุงรักษา
5. สามารถให้บริการที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ขับขี่ยานพาหนะและสังคมหากผลิตจริง

ข้อมูลเบื้องต้น

2.1 เครื่องหมายควบคุมการจราจรในงานก่อสร้าง

มาตรฐานเครื่องหมายควบคุมจราจร

ในงานก่อสร้าง บูรณะและบำรุงรักษาทาง รวมทั้งการก่อสร้างซ่อมแซมสาธารณูปโภคอื่น ๆ บนทางหลวงที่เปิดให้มีการจราจรผ่านไปมา จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการจัดตั้งเครื่องหมายควบคุมการจราจร เพื่อบังคับ เตือน และแนะนำผู้ขับขี่รถยนต์ที่เดินทางผ่านไปมา ให้ได้รับความสะดวกปลอดภัย และอุปสรรคในการดำเนินงานก่อสร้างนั้นก็ลดลงด้วย

เครื่องหมายควบคุมการจราจรในงานก่อสร้าง บูรณะ หรือบำรุงรักษาทางหลวง จะต้องมีความมาตรฐานเดียวกันโดยตลอด เพื่อให้ผู้ขับขี่รถยนต์ไม่สับสน หรือลังเลใจที่จะปฏิบัติตามเมื่อพบเห็น

มาตรฐานเครื่องหมายควบคุมการจราจรที่จัดทำไว้ในคู่มือนี้ เป็นแนวทางสำหรับปฏิบัติโดยทั่วไป รวมถึงเครื่องหมายควบคุมจราจรชั่วคราวด้วย เช่นกรณีน้ำท่วมทางหลวง หรือทางขาดเป็นต้น สำหรับงานก่อสร้างทางหรืองานอื่น ๆ ที่มีสภาพทางและการจราจรต่างจากตัวอย่างที่แสดงไว้ ก็ให้พิจารณาใช้เครื่องหมายควบคุมจราจรตามความเหมาะสม

เครื่องหมายควบคุมการจราจรในงานก่อสร้าง บูรณะและบำรุงรักษา และการก่อสร้างซ่อมแซมสาธารณูปโภคบนทางหลวง โดยทั่วไปมีดังต่อไปนี้

- 1) ป้ายจราจร (Traffic Signs)
- 2) แฉงกัน (Barricades)
- 3) เครื่องจัดช่องจราจร (Channelizing Devices)
- 4) อุปกรณ์การส่องสว่าง (Lighting Devices)
- 5) เครื่องให้สัญญาณ (Signalizing Devices)

การใช้งาน

ตัวอย่างการใช้งานที่แสดงไว้ในหนังสือคู่มือเล่มนี้ เป็นมาตรฐานค่าสุดท้ายสำหรับงานก่อสร้างและบำรุงรักษา สามารถนำไปใช้ได้บนทางหลวงทั่วไปแก่สภาพทางหลวงและการจราจรบางแห่งอาจเป็นบริเวณที่มีอันตรายมากหรือมีความยุ่งยากซับซ้อนเป็นพิเศษ ให้เพิ่มการป้องกันโดยใช้เครื่องหมายให้มากขึ้นหรือเพิ่มขนาดให้ใหญ่ขึ้น

บนทางหลวงสายหลักบริเวณชานเมืองที่มีปริมาณจราจรสูงในช่วงโมงเร่งด่วน การดำเนินการก่อสร้างหรือบำรุงรักษาทางจะทำให้การจราจรติดขัดถึงแม้ว่าจะมีเครื่องหมายควบคุมจราจรที่สมบูรณ์แบบเพียงใดก็ตาม ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงการดำเนินงานในช่วงดังกล่าว

ทางหลวงนอกเมืองที่มีปริมาณจราจรต่ำ แต่สภาพของทางดี ยวดยานมักจะใช้ความเร็วสูง การลดมาตรฐานเครื่องหมายควบคุมการจราจร ในระหว่างการซ่อมบำรุงทางหลวง อาจเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุและเป็นอันตรายต่อคนงานก่อสร้างได้ ชีวิตคนมีค่ามากกว่าเครื่องหมายควบคุมจราจรสุดจะเปรียบเทียบได้ จึงไม่ควรประหยัค่าเครื่องหมายควบคุมจราจรเพื่อไม่ให้คนงานต้องไปเสี่ยงชีวิตบนทางหลวง

มาตรฐานเครื่องหมายควบคุมจราจรในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทางหลวงนี้ ให้รวมถึงการใช้งานในงานสาธารณูปโภคหรือการขออนุญาตดำเนินการใด ๆ บนผิวจราจรหรือใกล้เคียงกับผิวจราจร และงานชั่วคราวอื่น ๆ ด้วย

การบำรุงรักษา

เครื่องหมายควบคุมการจราจรที่อยู่ในสภาพดี และทันต่อเหตุการณ์ของการควบคุมจราจร จะทำให้ผู้ขับขี่ยวดยานปฏิบัติตาม การบำรุงรักษาจึงจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทางหลวง เครื่องหมายควบคุมการจราจรมีโอกาสที่จะชำรุดเสียหายหรือลบล้างได้ง่าย ดังนั้นจึงควรหมั่นตรวจตราและบำรุงรักษา เช่น

- ก. บ้ายจราจรที่ถูกฝุ่นจับจนเลอะเลือนจะต้องทำความสะอาดให้สดใส หรือเปลี่ยนใหม่เมื่อหมดอายุใช้งาน
- ข. เส้นทาสีบนผิวจราจรที่ลบล้างจะต้องจัดทำใหม่
- ค. กองวัสดุก่อสร้าง กอหญาหรืออื่น ๆ ที่บดบังสายตา ควรเคลื่อนย้ายออกไป

ถ้าการเคลื่อนย้ายวัสดุที่บังสายตากะทำไม่ได้ ก็จะต้องพิจารณาเปลี่ยนตำแหน่งเครื่องหมายควบคุมจราจรที่ถูบบังให้เห็นได้ชัดเจน

สิ่งที่ต้องดำเนินการทันทีเมื่องานก่อสร้างแล้วเสร็จ คือ รื้อถอนเครื่องหมายควบคุมการจราจรที่หมดความจำเป็นออกทันที เช่นป้ายแนะนำให้ผู้ขับชี่ยวดยานทราบว่ามีกองวัสดุอยู่ข้างทางเมื่อคืนวัสดุไปใช้งานแล้วต้องรื้อถอนป้ายดังกล่าวออกไปด้วย

ป้ายจราจร (Traffic Signs)

มาตรฐานป้ายจราจร

ป้ายจราจรที่ใช้ในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทาง จัดแบ่งเป็น 3 ชนิด เช่นเดียวกับป้ายจราจรทั่วไปที่ติดตั้งบนทางหลวง คือ

ป้ายบังคับ

ป้ายเตือน

ป้ายแนะนำ

สำหรับป้ายแนะนำให้รวมถึงป้ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงาน เช่นป้ายที่ใช้ประโยชน์ในการประชาสัมพันธ์ และป้ายโครงการ เป็นต้น

ลักษณะของป้ายจราจรนี้ให้เป็นไปตามแบบและมาตรฐานป้ายจราจรทั่วไป แต่เพื่อที่จะเน้นให้ผู้ขับขี่เพิ่มความระมัดระวังมากขึ้น จึงกำหนดให้ใช้สีป้ายเตือนและป้ายแนะนำเป็นสีแสด (Orange) เป็นส่วนมาก

มาตรฐานตัวอักษรและตัวเลข

แบบของตัวอักษรและตัวเลข และการจัดระยะห่างระหว่างตัวอักษร ให้ใช้ตามหนังสือมาตรฐานตัวอักษรและตัวเลขสำหรับป้ายจราจรของกรมทางหลวง ส่วนขนาดและชุดของตัวอักษรและตัวเลข ให้ใช้ตามที่กำหนดไว้ในป้ายแต่ละป้าย แต่อย่างไรก็ตามป้ายบางแบบมีจำนวนอักษรไม่เท่ากัน อาจบรรจุข้อความลงในป้ายขนาดตามต้องการไม่ได้ ก็ให้พิจารณาลดขนาดตัวอักษรลงตามความเหมาะสม

ตำแหน่งและการติดตั้ง

การติดตั้งป้ายจราจรในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทาง จะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่คนขับรถสามารถมองเห็นได้ง่ายและชัดเจน โดยทั่วไปให้ติดตั้งทางด้านซ้ายมือของทิศทางการจราจร แต่ถ้ามีความจำเป็นต้องเน้นเป็นพิเศษ หรือเป็นทางที่มีหลายช่องจราจร ก็ให้ติดตั้งป้ายทางขวามือด้วย

ป้ายจราจรที่ติดตั้งบนเสาป้าย จะต้องให้ป้ายอยู่พ้นไหล่ทางออกไป แต่จะต้องห่างจากขอบทางไม่เกิน 2.5 ม. นอกจากนี้ที่ระบุเป็นอย่างอื่น สำหรับทางหลวงที่มีคันหิน (Curb) ขอบป้ายด้านทิศทางวิ่งจะต้องห่างจากขอบทางไม่น้อยกว่า 60 ซม.

ความสูงของป้ายจราจรวัดถึงขอบป้ายด้านล่างจะต้องไม่น้อยกว่า 1.5 ม. สำหรับทางหลวงนอกเมือง แต่ถ้าเป็นทางหลวงในเมืองจะต้องติดตั้งให้สูงไม่น้อยกว่า 2.0 ม.

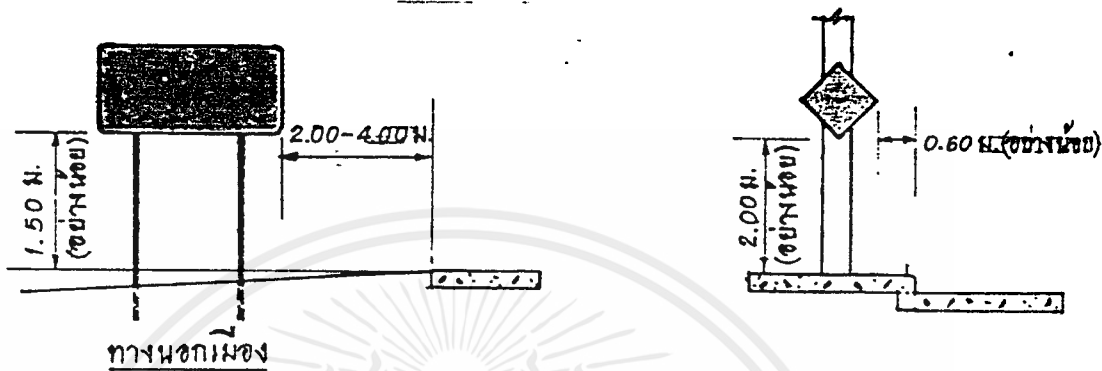
การติดตั้งป้ายจราจรบนชาตัง หรือแผงกั้น อาจติดตั้งบนไหล่ทางหรือบนผิวจราจรตามการใช้งาน โดยที่ขอบป้ายด้านล่างจะต้องสูงกว่าผิวทางอย่างน้อย 50 ซม.

บนทางหลวงทั่วไป จะต้องติดตั้งป้ายเตือนล่วงหน้าประมาณ 300 เมตร แต่ถ้าเป็นงานที่ใช้เวลาสั้นเฉพาะเวลากลางวันซึ่งผู้ขับรถมองเห็นการทำงานแต่ไกล ระยะติดตั้งอาจลดลงเหลือประมาณ 100 เมตรได้ สำหรับทางหลวงที่ขวยควนใช้ความเร็วสูงและปริมาณจราจรมาก เช่นทางหลวงแผ่นดินสายประธานที่มีปริมาณจราจรตั้งแต่ 400 คันต่อวันขึ้นไป ถ้ามีงานก่อสร้างหรือบำรุงรักษาบนผิวจราจรเป็นเวลานานวัน จะต้องติดตั้งป้ายเตือนล่วงหน้าอย่างน้อย 500 เมตร แต่ถ้าเป็นทางหลวงพิเศษ ระยะติดตั้งป้ายล่วงหน้าจะต้องเป็น 1 กิโลเมตรเป็นอย่างน้อย

การติดตั้งป้ายจราจรเป็นระยะ ๆ หลาย ๆ ชุด ระยะห่างระหว่างป้ายแต่ละชุดจะต้องไม่น้อยกว่า 100 เมตร แต่ถ้าเป็นทางหลวงในเมือง ระยะห่างระหว่างป้ายอาจลดลงได้

การติดตั้งป้ายจราจร ในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทาง

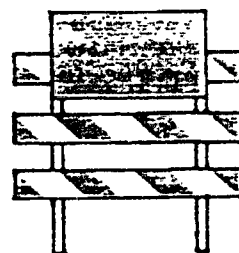
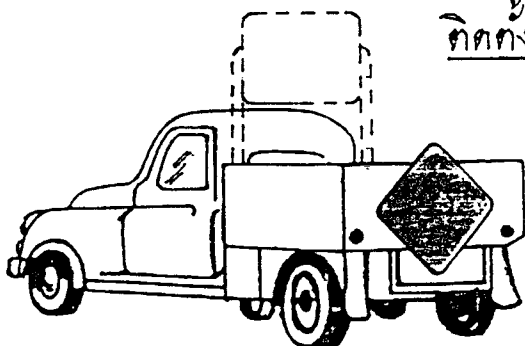
ติดตั้งบนเสา



ติดตั้งบนขาตั้งหรือแผงกั้น



ติดตั้งที่อื่น ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติคัดลอกหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ขอสงวนสิทธิ์ในสิ่งที่ปรากฏและที่อ้างถึงในเอกสารนี้ทุกประการที่สำนักงานได้ใช้



ป้ายบังคับ

ป้ายบังคับเป็นป้ายที่มีผลบังคับตามกฎหมาย ซึ่งจะใช้ได้เฉพาะป้ายตามแบบมาตรฐานเท่านั้น ในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทาง อาจใช้ป้ายบังคับตามมาตรฐานได้ตามความเหมาะสม ป้ายบังคับที่จำเป็นต้องใช้บ่อยๆ ในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทางมีดังนี้

ป้ายให้รถสวนทางมาก่อน (1 - 3)

ป้ายให้รถสวนทางมาก่อนกำหนดให้รถทุกชนิดหยุดรอชิดขอบทางแนวเดียวกับป้าย เพื่อให้รถสวนทางมาก่อน

ให้ใช้ป้ายนี้เมื่อมีการซ่อมช่องจราจร รถที่จะแล่นต่อไปจะต้องแล่นเข้าไปในช่องจราจรสำหรับรถสวนทางมา

การติดตั้งจะต้องคำนึงถึงความเร็วรถที่เข้ามาสู่บริเวณนี้ด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องติดตั้งป้ายเตือนงานก่อสร้างหรือซ่อมทางก่อนเสมอ



(1-3)
90 ซม.



(1-25)
90 ซม.

ป้ายจำกัดความเร็ว (1 - 25)

ในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทาง เมื่อต้องการให้ยานลดความเร็วลง ให้ติดตั้งป้ายจำกัดความเร็ว เพื่อมิให้ผู้ขับขี่ขับรถเร็วเกินกำหนด

ไม่ควรกำหนดความเร็วให้ต่ำเกินไปจนกระทั่งผู้ขับขี่ส่วนใหญ่ฝ่าฝืน แต่ถ้ามีความจำเป็นควรใช้วิธีการอื่นควบคู่ไปด้วย เช่น การติดตั้งแผงกั้นข้างทาง (Wing Barricade) หรือค่อย าลลดความเร็วลงที่ละน้อย โดยการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วเป็นระยะ ๆ

ป้ายจำกัดความเร็วอาจติดตั้งควบคู่กับป้ายเตือนต่าง ๆ ได้

นอกจากนั้นป้ายบังคับอื่น ๆ ที่ใช้ในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทางเสมอ ๆ มีดังนี้



(1-1)

ป้ายหยุด



(1-5)

ป้ายห้ามแซง



(1-6)

ป้ายห้ามเข้า



(1-21)

ป้ายห้ามจอด



(1-26)

ป้ายจำกัด น.น.



(1-27)

ป้ายจำกัดความกว้าง



(1-28)

ป้ายจำกัดความสูง



(1-32)

ป้ายให้รถ
เดินชิดซ้าย



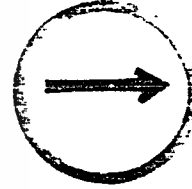
(1-33)

ป้ายให้รถ
เดินชิดขวา



(1-35)

ป้ายให้รถ
เลี้ยวซ้าย



(1-36)

ป้ายให้รถ
เลี้ยวขวา

ขนาดของป้ายบังคับให้ใช้ขนาด 90 ซม. แต่ถ้าติดตั้งบนทางหลวงสายประธานที่มีปริมาณจราจรมาก และรถยนต์ใช้ความเร็วสูง ก็อาจเพิ่มขนาดเป็น 1.20 ม. ได้ และควรติดตั้งป้ายเนริมทางขวามือด้วย

ให้ติดตั้งป้ายบังคับตรงจุดที่ต้องการบังคับ หรือใกล้เคียงในระยะประมาณ 3-5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้ายเตือน

ป้ายเตือนในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทาง ใช้สำหรับเตือนผู้ขับขี่รถยนต์ให้ทราบถึงอันตรายจากสภาพทางหรือการดำเนินการใด ๆ ที่ผิดแปลกไปจากปกติ

ลักษณะของป้ายเตือนในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทางมี 2 แบบ คือ แบบที่ใช้เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตั้งมุมขึ้น และแบบที่ใช้ตัวอักษรเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สีพื้นป้ายเป็นสีแสด (Orange) เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ตัวอักษร และเส้นขอบป้ายสีดำ

แบบมาตรฐานและการใช้งานของป้ายเตือนในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทางหลวง มีดังต่อไปนี้

ป้ายเตือนสำหรับโครงการก่อสร้าง

ป้ายเตือนทางก่อสร้าง (2 - 90)

ป้ายเตือนทางก่อสร้างบรรจุข้อความ "ทางก่อสร้าง โปรดระมัดระวัง" ใช้กับทางก่อสร้างซึ่งทำการก่อสร้างหรือบูรณะในทางที่เปิดการจราจรแล้ว และยังคงเปิดการจราจรตามปกติ ในขณะที่ก่อสร้าง

การติดตั้งให้ติดตั้งล่วงหน้าก่อนถึงจุดเริ่มโครงการไม่น้อยกว่า 200 เมตร เว้นแต่จุดเริ่มโครงการเป็นทางแยก ให้ติดตั้งใกล้กับจุดเริ่มโครงการ ระยะติดตั้งห่างจากขอบทาง 4-6 เมตร

ป้ายเตือนทางก่อสร้างไม่จำเป็นต้องติดตั้งในงานก่อสร้างเฉพาะจุด เช่นงานก่อสร้างสะพานหรือทางแยก โดยให้ใช้ป้ายเตือนงานก่อสร้างทาง (2 - 93) แทน



ขนาดป้าย 240×90 ซม.

ตัวอักษร 20 ซม.

(2 - 90)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้ายเตือนทางก่อสร้างแนวใหม่ (2 - 91)

ป้ายเตือนทางก่อสร้างแนวใหม่ บรรจุข้อความ "ทางกำลังก่อสร้าง ยังไม่เปิดเป็นทาง
สาธารณะ โปรดระมัดระวังเป็นพิเศษ" ใช้กับทางก่อสร้างแนวใหม่ที่จำเป็นต้องยอมให้การจราจร
ในบริเวณนั้นผ่าน

การติดตั้งให้ติดตั้งใกล้จุดเริ่มต้นโครงการ ห่างจากขอบทาง 4 - 6 เมตร



ขนาดป้าย 360x150 ซม.
ตัวอักษร 20 ซม. ชุด 1

(2 - 91)

ป้ายเตือนทางรักษาสภาพทาง (2 - 92)

ป้ายเตือนทางรักษาสภาพทาง บรรจุข้อความ "ทางยังไม่เปิดเป็นทางสาธารณะ โปรด
ระมัดระวังเป็นพิเศษ" ใช้กับทางรักษาสภาพทางที่ผิวทางยังไม่ได้มาตรฐาน

ควรติดตั้งให้ติดตั้งใกล้จุดเริ่มต้นทาง ห่างจากขอบทาง 4 - 6 เมตร



ขนาดป้าย 360x90 ซม.
ตัวอักษร 20 ซม. ชุด 1

(2 - 92)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้ายเตือนในงานก่อสร้างและบูรณะทาง

ป้ายเตือนงานก่อสร้างทาง (2 - 93)

ป้ายเตือนงานก่อสร้างทาง ใช้ติดตั้งล่วงหน้าก่อนถึงบริเวณที่กำลังทำการก่อสร้างทาง เพื่อเตือนผู้ขับขี่รถยนต์ให้ทราบถึงสิ่งกีดขวางหรือข้อจำกัดบางอย่าง เนื่องจากงานก่อสร้าง

ป้ายบรรจุข้อความบรรทัดบน "งานก่อสร้างทาง" ส่วนบรรทัดล่างอาจเป็น "1 กม." หรือ "500 ม." ตามระยะที่ติดตั้งล่วงหน้า แต่ถ้าติดตั้งล่วงหน้าไม่เกิน 300 เมตร ให้ใช้ข้อความบรรทัดล่างว่า "ข้างหน้า" อย่างไรก็ตาม การติดตั้งป้ายเตือนงานก่อสร้างทางจะต้องติดตั้งล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 200 เมตร

**งานก่อสร้างทาง
ข้างหน้า**

ขนาดป้าย 240×90 ซม.

หัวอักษร 20 ซม.

(2 - 93)

ป้ายเตือนทางปิด (2 - 94)

ป้ายเตือนทางปิด ใช้ติดตั้งก่อนถึงบริเวณที่มีการปิดกั้นการจราจร เพื่อก่อสร้างในกรณีที่ไม่ใช่ทางเบี่ยงชั่วคราวอยู่ใกล้เคียง ถ้ามีทางเบี่ยงให้ใช้ป้ายเตือนทางเบี่ยง (2 - 95 หรือ 2 - 96) แทน

การติดตั้ง ให้ติดตั้งล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 300 เมตร ข้อความบรรทัดล่างอาจเปลี่ยนจากคำว่า "ข้างหน้า" เป็น "500 ม." หรือ "1 กม." ก็ได้ แต่จะต้องติดตั้งล่วงหน้าเป็นระยะทางใกล้เคียงกับที่ระบุบนป้าย

เมื่อติดตั้งป้ายเตือนทางปิดแล้ว ยังต้องติดตั้งป้ายทางปิด (3 - 97) และแผงกันแบบที่ 2 ตรงตำแหน่งที่ปิดกั้นจราจรอีกด้วย

ป้ายเตือนทางปิดอาจติดตั้งบนแผงกันข้างทาง (Wing Barricade) ก็ได้



(2-94)

ขนาดป้าย 120x90 ซม.
ตัวอักษรแฉกบน 20 ซม.
แฉกล่าง 15 ซม.

ป้ายเตือนทางเบี่ยง

ป้ายเตือนทางเบี่ยงซ้าย (2 - 95) หรือป้ายเตือนทางเบี่ยงขวา (2 - 96) ใช้ติดตั้ง
ก่อนถึงบริเวณที่มีการเปลี่ยนแนวทางไปจากเดิม ไปใช้ทางชั่วคราวหรือถึงทางเบี่ยง โดยให้ผู้ขับขี่
ยวดยานทราบทิศทางที่ทางจะเบี่ยงออกไปด้วย

การติดตั้งให้ติดตั้งล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 150 เมตร



(2-95)



(2-96)



(2-97)

ขนาดป้าย 90 ซม.

ป้ายเตือนเครื่องจักรกำลังทำงาน (2 - 97)

ป้ายเตือนเครื่องจักรกำลังทำงาน ใช้ติดตั้งก่อนถึงบริเวณที่มีเครื่องจักรกำลังทำงานอยู่
ข้างทาง และลำเข้ามาในผิวจราจรหรือใกล้ผิวจราจรเป็นครั้งคราว โดยติดตั้งล่วงหน้าไม่น้อยกว่า
150 เมตร

ป้ายเตือนในงานบำรุงรักษาทาง

ป้ายเตือนงานซ่อมทาง (2 - 98)

ป้ายเตือนงานไหล่ทาง (2 - 99)

ป้ายเตือนงานซ่อมทางและป้ายเตือนงานไหล่ทาง ใช้เตือนผู้ขับขี่รถยนต์ให้ทราบว่าทางข้างหน้ากำลังมีการซ่อมผิวจราจรหรือไหล่ทางแล้วแต่กรณี ผู้ขับขี่รถอาจจะพบอุปสรรคบางอย่าง การติดตั้งให้ติดตั้งล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 300 เมตร

**งานซ่อมทาง
ข้างหน้า**

(2 - 98)

135 x 60 ซม.
ตัวอักษร 15 ซม.

**งานไหล่ทาง
ข้างหน้า**

(2 - 99)

ป้ายเตือนคนงาน (2 - 100)

ป้ายเตือนคนงาน ใช้สำหรับเตือนผู้ขับขี่รถยนต์ให้ทราบว่าทางข้างหน้ามีคนงานกำลังทำงานอยู่บนผิวจราจร หรือ ใกล้ชิดกับผิวจราจร ป้ายนี้ใช้ได้ทั้งงานก่อสร้างที่มีคนงานกำลังทำงานอยู่ช่วงใดช่วงหนึ่งของโครงการ งานบำรุงรักษาทาง หรืองานเกี่ยวกับสาธารณูปโภค

การติดตั้งล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 150 เมตร



(2 - 100)

ขนาดป้าย 90 ซม.



(2 - 101)

ป้ายเตือนทางสำรวจทาง (2 - 101)

ป้ายเตือนการสำรวจทาง ใช้ติดตั้งก่อนถึงบริเวณที่มีเจ้าหน้าที่กำลังทำการสำรวจทางอยู่บนผิวจราจร หรือใกล้ชิดกับผิวจราจร โดยติดตั้งล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 150 เมตร

ป้ายเตือนมีกองวัสดุบนไหล่ทาง (2 - 102)

ป้ายเตือนมีกองวัสดุบนไหล่ทาง ใช้ติดตั้งเพื่อเตือนให้ผู้ขับขี่รถยนต์ทราบว่าไหล่ทางข้างหน้ามีวัสดุกองอยู่เป็นระยะ ๆ การติดตั้งป้ายให้ติดตั้งใกล้กับจุดที่เริ่มต้นมีกองวัสดุ ข้างเดียวกับที่กองวัสดุไว้



(2 - 102)

ขนาดป้าย 135 x 60 ซม.

ตัวอักษร 15 ซม.

ป้ายเตือนชั่วคราวป้ายเตือนทางขาด (2 - 103)

ป้ายเตือนทางขาด ใช้ติดตั้งก่อนถึงทางขาดเนื่องจากภัยธรรมชาติ โดยติดตั้งล่วงหน้า ไม่น้อยกว่า 300 เมตร ข้อความบรรทัดล่างอาจเปลี่ยนจากคำว่า "ข้างหน้า" เป็น "500 ม." หรือ "1 กม." ก็ได้ แต่จะต้องติดตั้งป้ายล่วงหน้าเป็นระยะทางใกล้เคียงกับที่ระบุบนป้าย

ป้ายเตือนทางขาดอาจติดตั้งร่วมกับแสงกันข้างทาง (Wing Barricade) ได้



(2-103)

ขนาดป้าย 135 x 90 ซม.

ตัวอักษรแนวบน 20 ซม.

ตัวอักษรแนวล่าง 15 ซม.



(2-104)

ขนาดป้าย 150 x 90 ซม.

ตัวอักษรแนวบน 20 ซม.

ตัวอักษรแนวล่าง 15 ซม.

ป้ายเตือนน้ำท่วมทาง (2 - 104)

ป้ายเตือนน้ำท่วมทาง ใช้ติดตั้งก่อนถึงทางที่มีน้ำท่วมในระดับที่อาจเป็นอันตรายจนถึงขั้นที่รถผ่านไม่ได้ ในกรณีที่รถผ่านไม่ได้ให้ติดตั้งป้ายทางปิด (3 - 96) ด้วย สำหรับทางช่วงที่มีน้ำท่วมควรติดตั้งหลักแสดงระดับน้ำ (3 - 99) ด้วย

เมื่อน้ำลดหมดแล้วให้เอาป้ายออกทันที

ป้ายเตือนอุบัติเหตุข้างหน้า (2 - 52)

ป้ายเตือนอุบัติเหตุข้างหน้า ใช้ติดตั้งเพื่อแสดงว่า ทางข้างหน้ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้น อาจมียานหรือวัตถุอื่นกีดขวางทางจราจร



ขนาดป้าย 120 80 ซม.

ตัวอักษรแฉกบน 15 ซม.

แฉกห่าง 10 ซม.

แฉกล่าง 7.5 ซม.

(2 - 52)

ป้ายเตือนในงานสาธารณูปโภค

ป้ายเตือนในงานสาธารณูปโภค เป็นป้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้าพื้นป้ายสีแสด ตัวอักษรสีดำ มีข้อความแสดงถึงงานที่ทำ เช่น "งานซ่อมสายไฟฟ้า" และ "งานฝังท่อประปา" เป็นต้น ถ้าติดตั้งล่วงหน้าก็ให้มีคำว่า "ข้างหน้า" บรรทัดล่างด้วย ขนาดของตัวอักษรไม่ควรเล็กกว่า 15 ซม.



ป้ายเตือนอื่น ๆ

ป้ายเครื่องหมายลูกศรขนาดใหญ่

ป้ายเครื่องหมายลูกศรขนาดใหญ่ ใช้เตือนผู้ขับขี่รถยนต์ให้ทราบถึงบริเวณที่มีการเปลี่ยนแนวทางในแนวราบอย่างทันทีทันใด เช่น หัวเลี้ยวของทางเบี่ยง และตรงตำแหน่งที่ช่องจราจรสิ้นสุด เป็นต้น

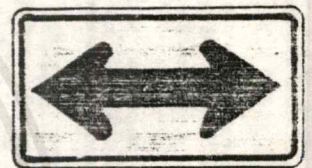
การติดตั้งให้ขวางแนวจราจร ตรงตำแหน่งที่เลี้ยวออกหรือตำแหน่งที่ช่องจราจรสิ้นสุด



(2 - 49)



(2 - 50)



(2 - 51)

ขนาด 120×60 ซม.

นอกจากนี้ ป้ายเตือนในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทางอาจนำป้ายเตือนที่ใช้ตามปกติ มาใช้ได้ตามลักษณะของทาง โดยเปลี่ยนสีพื้นป้ายเป็นสีแสด ให้ใช้ขนาด 90 ซม. ติดตั้งก่อนถึง จุดที่ทางมีลักษณะตามป้าย 100 ถึง 200 เมตร



(2 - 3)



(2 - 4)



(2 - 7)



(2 - 8)

ทางโค้งรัศมีแคบ

ทางโค้งกลับรัศมีแคบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(2-27)
ช่องจราจรแคบลง



(2-28)
ทางแคบ



(2-29)
สะพานแคบ



(2-30)
ช่องลอดแคบ



(2-31)
ช่องลอดต่ำ



(2-33)
ผิวทางลื่น



(2-34)
รถกระโดด



(2-36)
ทางขรุขระ



(2-37)
ผิวทางร่วน



(2-38)
ทางขึ้นลาดชัน



(2-39)
ทางลงลาดชัน



(2-40)
ทางคู้



(2-42)
รถวิ่งสวนทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้ายแนะนำ

ป้ายแนะนำในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทาง มีจุดมุ่งหมายสองประการ คือ

- (1) ใช้แสดงเส้นทางชั่วคราว เมื่อขุดถนนจะต้องเปลี่ยนเส้นทางไปจากเส้นทางประจำ
- (2) ใช้แสดงข้อมูลต่าง ๆ ในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทาง

ป้ายแสดงระยะถึงทางปิด (3 - 90)

ป้ายแสดงระยะถึงทางขาด (3 - 91)

ป้ายแสดงระยะถึงทางปิดหรือทางขาด บรรจุข้อความ "อีก () กม. ทางปิด" หรือ "อีก () กม. ทางขาด" ใช้ติดตั้งบริเวณทางแยกเพื่อแนะนำให้ผู้ขับขี่รถยนต์ที่ต้องการเดินทางไปไกลเกินระยะทางที่ระบุบนป้ายเปลี่ยนเส้นทางไปใช้เส้นทางอื่นที่ทางแยกซึ่งติดตั้งป้ายนี้ เนื่องจากทางข้างหน้าปิดการจราจร ส่วนผู้ขับขี่รถยนต์ที่ต้องการเดินทางไปตามเส้นทางที่ติดตั้งป้ายนี้แต่ไม่ถึงจุดที่ปิดการจราจร สามารถเดินทางเข้าไปได้

การติดตั้งให้ติดตั้งที่ทางแยกตรงปากทางเข้าทางที่มีการปิดการจราจรข้างหน้า แสดงระยะทางโดยประมาณเป็นกิโลเมตรที่จะไปถึงจุดที่ทางปิด หรือทางขาด โดยทั่วไปให้ติดตั้งบนแผงกั้นที่กึ่งกลางทางหรือทางซ้ายของปากทางเข้า แต่ถ้าทางเข้ามีหลายช่องทางจราจรให้ติดตั้งทั้งทางซ้ายและทางขวา ตัวอย่างการติดตั้งแสดงไว้ในรูป

การติดตั้งป้ายแสดงระยะถึงทางปิดหรือทางขาด ควรติดตั้งป้ายแนะนำเส้นทางชั่วคราว (3 - 92)ควบคู่กันด้วย



(3 - 90)

ขนาดป้าย 135 x 90 ซม.
ตัวอักษรแนวราบ 15 ซม.
ตัวอักษรแนวตั้ง 20 ซม.



(3 - 91)

ป้ายเส้นทางชั่วคราว (3 - 92)

ป้ายเส้นทางชั่วคราว ใช้แสดงเส้นทางที่เปลี่ยนไปจากเดิมที่จะไปสู่เมืองหรือสถานที่ ที่มีการปิดการจราจรบนเส้นทางประจำ

ในป้ายเส้นทางชั่วคราว ให้ระบุสถานที่โดยชื่อจังหวัด อำเภอ หรือสถานที่สำคัญที่เส้นทางชั่วคราวไปบรรจบกับเส้นทางเดิม

การติดตั้งให้ติดตั้งได้ป้ายแสดงระยะถึงทางปิดหรือทางขาด (3 - 90 หรือ 3 - 91) โดยจะต้องจัดเครื่องหมายลูกศรให้ชี้ไป ในทิศทางที่ถูกต้อง



(3-92)

ขนาดป้าย 135×90 ซม.

ตัวอักษร 10 ซม.

ลูกศร 7 ซม.

ป้ายใช้ทางเบี่ยง (3 - 93)

ป้ายใช้ทางเบี่ยง ใช้แสดงทิศทางของทางเบี่ยง เนื่องจากทางตรงไปปิดการจราจรเพื่อก่อสร้าง

โดยทั่วไปให้ติดตั้งป้ายใช้ทางเบี่ยงได้ป้ายทางปิด (3 - 96) หรือป้ายแสดงระยะถึงทางปิด (3 - 90) แต่จำเป็นก็อาจติดตั้งป้ายใช้ทางเบี่ยงเดี่ยวหรือเพิ่มชั้นก็ได้ การติดตั้งต้องระวังให้เครื่องหมายลูกศรถูกต้องตามทิศทางเบี่ยงออกไปด้วย



(3 - 93) ก.

ขนาด 120×80 ซม.

ตัวอักษร 15 ซม.

ลูกศร 8 ซม.



(3 - 93) ข.

ป้ายแสดงระยะทางก่อสร้าง (3 - 94)

ป้ายแสดงระยะทางก่อสร้าง ใช้ติดตั้งใกล้จุดเริ่มงานก่อสร้างหรือบูรณะซึ่งเปิดการจราจรตามปกติที่มีความยาวตั้งแต่ 3 กิโลเมตรขึ้นไป

การติดตั้งควรติดตั้งร่วมกับแผงกันข้างทาง (Wing Barricade) โดยแสดงระยะทางก่อสร้างโดยประมาณเป็นกิโลเมตร



ขนาดป้าย 180 x 90 ซม.

ตัวอักษร 20 ซม.

(3 - 94)

ป้ายสุดเขตก่อสร้าง (3 - 95)

ป้ายสุดเขตก่อสร้าง ใช้ติดตั้งใกล้จุดสุดเขตก่อสร้าง หรือประมาณ 100 เมตร เลหเขตก่อสร้าง

ป้ายสุดเขตก่อสร้าง อาจติดตั้งหลังป้ายเตือนงานก่อสร้างทาง หรือด้านหลังของแผงกันข้างทาง (Wing Barricade) ก็ได้



ขนาดป้าย 180 x 45 ซม.

ตัวอักษร 15 ซม.

(3-95) ก.



ขนาดป้าย 120 x 75 ซม.

ตัวอักษร 15 ซม.

(3-95) ข.

ป้ายทางปิด (3 - 96)

ป้ายทางปิด ใช้แสดงว่าทางข้างหน้าปิดการจราจรเพื่อก่อสร้างทาง ห้ามรถทุกชนิดเข้า ยกเว้นเครื่องจักรและรถของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างทาง

ให้ใช้ป้ายทางปิดในกรณีที่มีทางเบี่ยงตรงจุดที่ปิดทางนั้น และให้ใช้ติดตั้งร่วมกับป้ายใช้ทางเบี่ยง (3 - 93)

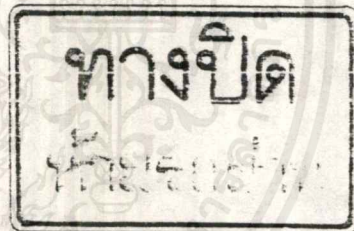
การติดตั้งให้ติดตั้งบริเวณกึ่งกลางทางจราจร ถ้ามีแผงกันแบบที่ 2 ให้ติดตั้งบนแผงกันนั้น

ห้ามใช้ป้ายทางปิดเมื่ออนุญาตให้รถระยะสั้นผ่านได้ หรือยังไม่ถึงตำแหน่งที่ปิดทาง ในกรณีนี้ให้ใช้ป้ายแสดงระยะทางถึงทางปิด (3 - 90)



(3 - 96)

ขนาดป้าย 120 x 60 ซม.
ตัวอักษร 20 ซม.



(3 - 97)

ขนาดป้าย 135 x 90 ซม.
ตัวอักษรแถวบน 20 ซม.
แถวล่าง 15 ซม.

ป้ายทางปิดห้ามรถผ่าน (3 - 97)

ป้ายทางปิดห้ามรถผ่าน ใช้ติดตั้งเช่นเดียวกับป้ายทางปิด (3 - 96) แตกต่างกันที่ป้ายทางปิดห้ามรถผ่าน ใช้แสดงการปิดทางในกรณีที่ไม่มีทางเบี่ยงตรงจุดที่ปิดทาง และติดตั้งเดียวไม่มีป้ายอื่นประกอบ

ป้ายทางขาด (3 - 98)

ป้ายทางขาด ใช้ติดตั้งตรงตำแหน่งที่ปิดกั้นการจราจรเพราะทางขาด เนื่องจากภัย -
ธรรมชาติ

ให้ติดตั้งป้ายทางขาดบนแผงกันแบบที่ 2



ขนาดป้าย 135 x 90 ซม.

ตัวอักษร แถวบน 20 ซม.

แถวล่าง 15 ซม.

(3 - 98)

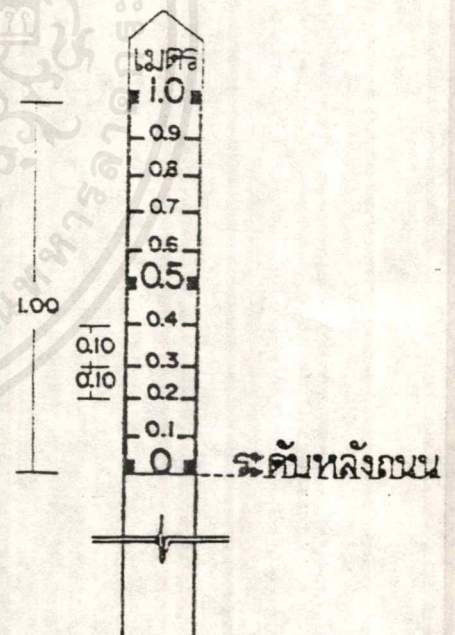
หลักแสดง ระดับน้ำ (3 - 99)

หลักแสดงระดับน้ำ ใช้ติดตั้งที่ขอบนอกของ
ไหล่ทาง บริเวณที่ทางมีน้ำท่วม โดยอาจติดตั้งชั่วคราว
หรือติดตั้งประจำก็ได้ ถ้าหากบริเวณนั้นมีน้ำท่วมเป็นประจำ
ทุกปี

การติดตั้งจะต้องให้ระดับ 0 พอดีกับระดับ
ของผิวจราจร

การติดตั้งหลักแสดงระดับน้ำเป็นระยะ ๆ
นอกจากจะแสดงความลึกของน้ำแล้ว ยังทำหน้าที่เป็น
เครื่องหมายนำทาง (Delineator) ในขณะที่
ท่วมอีกด้วย

หลักแสดงระดับน้ำจะต้องมีตัวเลขทั้งด้านหน้า
และด้านหลัง



ป้ายโครงการก่อสร้าง (3 - 100)

ป้ายโครงการก่อสร้าง ใช้แสดงข้อมูลที่สำคัญของงานก่อสร้าง เพื่อให้ประชาชนที่ผ่านไปมาทราบ เช่นชื่อโครงการ ชื่อสายทาง กม. ที่ก่อสร้าง ผู้ทำการก่อสร้างและผู้ควบคุมงาน เป็นต้น

การติดตั้งควรติดตั้งบริเวณจุดเริ่มต้นโครงการที่มีผู้คนผ่านไปมา หรืออาจติดตั้งหน้าสำนักงานก็ได้

ขนาดป้ายขึ้นอยู่กับจำนวนข้อความในป้าย และขนาดแผ่นวัสดุที่ใช้ ป้ายขนาด 3.60×2.40 ถือว่าพอเหมาะที่จะใช้โดยทั่วไป ทางหลวงใกล้เมืองใหญ่ที่มีหลายช่องจราจร และมีการก่อสร้างสิ่งอื่น ๆ ด้วย อาจจะต้องใช้ป้ายขนาดใหญ่ขึ้นเพราะมีข้อความที่จะต้องแสดงในป้าย เพิ่มจากทางหลวงนอกเมืองทั่วไป

เนื่องจากป้ายโครงการก่อสร้างเป็นป้ายที่มีข้อความมากจนคนที่นั่งรถผ่านไปไม่สามารถอ่านได้ทั้งหมด ป้ายนี้จึงมีประโยชน์โดยตรงเฉพาะผู้ที่สนใจจริง ๆ ที่จะต้องหยุดอ่านสำหรับผู้ที่นั่งรถผ่าน อาจจับใจความบางอย่างได้ ดังนั้นข้อความที่จะเน้นให้ใช้ตัวอักษรขนาดใหญ่กว่าข้อความทั่วไป เช่นคำว่า "ออกแบบและควบคุมโดย" ใช้อักษรขนาด 10 ซม. และ "กรมทางหลวง" ใช้อักษรขนาด 15 ซม.

โครงการก่อสร้าง		
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข		
คอน	กม	ถึงกม
ก่อสร้างโดย		
แล้วเสร็จประมาณ		
ออกแบบและควบคุมโดย		กรมทางหลวง

อุปกรณ์การส่องสว่าง

(Lighting devices)

งานก่อสร้างทางและงานบำรุงรักษาทาง มักจะทำบนผิวจราจรหรือใกล้กับขอบทางจราจร ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายในเวลากลางคืน เพราะความมืดได้ลดทอนความสามารถในการมองเห็นของคนขับรถลงอย่างมาก ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องใส่แสงสว่างช่วยเตือน หรือช่วยให้มองเห็นป้ายจราจร แผงกันเครื่องจักรของจราจร และสิ่งอื่น ๆ ที่อาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อการใช้ทาง

อุปกรณ์การส่องสว่างที่ใช้โดยทั่วไปมีดังต่อไปนี้

ไฟกระพริบ (Flashers)

ไฟกระพริบสีเหลืองแบบกระพริบใช้แบตเตอรี่แห้ง หรือแบตเตอรี่รถยนต์ มีอัตราการกระพริบ 50 ถึง 60 ครั้งต่อนาที การจุดสว่างประมาณ $1/3$ ถึง $1/2$ ของเวลาที่ใช้ ความสว่างของหลอดไฟสามารถมองเห็นได้ในระยะอย่างน้อย 500 เมตร ในทัศนวิสัยปกติ

ไฟกระพริบใช้สำหรับติดตั้ง ณ จุดที่กำลังดำเนินการก่อสร้างหรือบำรุงรักษาทางอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางหลวงที่มีปริมาณจราจรมากและขุดขยาดใช้ความเร็วสูง บริเวณตำแหน่งที่ผู้ขับขี่ไม่คาดหมายว่าจะมีอุปสรรค เช่นการก่อสร้างทางแยกต่างระดับ และการบำรุงรักษาทางคู่ ซึ่งจะต้องปิดทางจราจรข้างหนึ่งเป็นต้น

เมื่อใช้ไฟกระพริบควร ใช้ตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืน

การติดตั้งอาจติดตั้งบนแผงกันด้านที่ติดกับจราจร หรือตั้งบนสามขา (Tripod) หรืออาจติดตั้งอยู่บนรถงานก็ได้ เมื่อติดตั้งแล้วจะต้องสูงจากผิวจราจรไม่น้อยกว่า 1.20 ม. ไม่ควรติดตั้งไฟกระพริบเป็นแถวยาว ๆ เพราะจะทำให้คนขับรถเกิดความคลุมเครือหรือสับสน

ไฟส่องป้ายจราจร (Sign Light)

โดยปกติป้ายจราจรควรใช้แบบสะท้อนแสงอยู่แล้ว แต่ถ้างานก่อสร้างอยู่บนโค้ง เช่น ทางเขา แสงไฟรถอาจไม่ส่องถูกป้ายจราจรในระยะไกลพอ งานก่อสร้างในเวลากลางคืนจึงจำเป็นต้องใช้ไฟส่องป้ายจราจรด้วย

แสงสว่างแรงสูง (Floodlight)

งานก่อสร้างที่ทำงานในเวลากลางคืน จำเป็นจะต้องใช้แสงสว่างแรงสูง เพื่อให้คนงานปฏิบัติงานได้ และยังต้องใช้แสงสว่างนี้ส่องไปยังจุดกึ่งกลางหรือจุดอันตรายด้วย เช่น บริเวณที่รถในงานก่อสร้างจะต้องแล่นตัดกับทางจราจร

การติดตั้งไฟแสงสว่างแรงสูงนี้ ข้อที่ควรระมัดระวังคือจะต้องไม่ให้แสงสว่างส่องคนขับรถจนเกิดภาพร่ามัว (Glare) ได้ ผู้ควบคุมงานควรตรวจสอบในเรื่องนี้เอง โดยทดลองขับรถผ่านไปมา

แสงสว่างแรงต่ำ (Low Wattage Electric Lamps)

แสงสว่างแรงต่ำ ในที่นี้ หมายถึงการใช้หลอดไฟฟ้าแรงต่ำสีเหลืองหลาย ๆ ดวงติดตั้งเป็นแนว โดยทั่วไปให้ใช้แสงสว่างแรงต่ำเมื่อต้องการใช้แสงสว่างทำหน้าที่เป็นเครื่องหมายนำทางผ่านเขตก่อสร้าง เช่น ขอบสะพานที่ยังไม่มีราวกันเป็นต้น

แสงสว่างแรงต่ำไม่ได้ใช้ส่องให้เห็นวัตถุอื่น แต่ใช้ให้ผู้ขับรถเห็นตัวดวงไฟเอง จึงไม่จำเป็นต้องสว่างมากนัก

โคมไฟและตะเกียง (Lanterns and Torches)

โคมไฟและตะเกียงหมายถึง แสงสว่างจากการเผาไหม้ เช่น ตะเกียงรั้ว เป็นต้น โดยทั่วไปให้ใช้แทนอุปกรณ์การส่องสว่างอื่น ๆ เมื่อไม่สามารถจัดหาอุปกรณ์เหล่านั้นได้ทันที แต่เมื่อจัดหาอุปกรณ์อื่น ๆ ได้แล้วก็ให้เปลี่ยนทันที เพราะน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้อาจทำให้เกิดเพลิงไหม้ขึ้นได้

เครื่องให้สัญญาณ

(Signaling Devices)

ในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทางบางครั้งมีความจำเป็นต้องจัดให้รถเดินทางเดี่ยวสลับกัน คือให้รถในทิศทางตรงกันข้ามใช้ช่องจราจรร่วมกันเพียงช่องเดียว ถ้าคนขับรถสามารถมองเห็นรถที่สวนทางมาก่อนจะเข้าช่องจราจรที่ใช้ร่วมกัน และปริมาณจราจรไม่มากนัก ก็สามารถใช้ป้ายให้รถสวนทางมาก่อน (1 - 3) ได้ แต่ถ้าปริมาณจราจรมากหรือรถในทางตรงกันข้ามมองไม่เห็นกันแล้ว จำเป็นต้องใช้เครื่องให้สัญญาณ เพื่อจัดหลักรถให้ไปได้ที่ละข้าง

สัญญาณธง (Flagging)

ใช้ผู้ให้สัญญาณสองคนอยู่คนละด้านที่ทางจะลดเหลือช่องเดียว โดยที่ผู้ให้สัญญาณทั้งสองจะต้องมองเห็นกันและกัน เพื่อที่จะบอกหรือให้สัญญาณอีกคนหนึ่งให้ผู้ให้สัญญาณห้ามรถโดยการยกธงแดง หรือให้รถผ่านไปได้โดยการยกธงเขียว

ธงที่ใช้ควรมีขนาดประมาณ 50 × 50 ซม. สีแดงหนึ่งอัน สีเขียวหนึ่งอัน แต่ละอันมีค้ำถือนิ้วยาวประมาณ 1 เมตร ด้านปลายธงควรถ่วงน้ำหนักเล็กน้อยเพื่อให้ธงเหยียดตรงในขณะถืออยู่แนวนาน

ผู้ที่ให้สัญญาณจะต้องมีการพิจารณาให้เหมาะสม เพราะจะต้องรับผิดชอบต่อความปลอดภัยของการจราจร กล่าวคือจะต้องเป็นผู้มีไหวพริบดี ร่างกายแข็งแรง สุขภาพแต่หนักแน่น ให้สัญญาณธงได้อย่างไม่เคอะเขิน

ตำแหน่งที่คนให้สัญญาณธงยืนอยู่ ควรห่างจากจุดที่ทำงานประมาณ 50 ถึง 100 เมตร แต่ถ้าความเร็วรถยนต์อาจลดระยะลงได้อีก เขาอาจจะยืนอยู่หลังแผงกัน บนไหล่ทาง หรือฝั่งตรงข้ามก็ได้ แต่จะต้องอยู่ในตำแหน่งที่ผู้ขับรถเห็นได้ชัด และไม่อยู่ขวางแนวจราจร ผู้ให้สัญญาณธงจะต้องยืนเดี่ยว เพื่อให้เป็นจุดสนใจของคนขับรถ โดยไม่มีกลุ่มคนงานอื่น ๆ อยู่ใกล้เคียง

สัญญาณทาง สะ ควก

ในกรณีที่ไม่สามารถใช้การให้สัญญาณธงได้ ซึ่งอาจเป็นเพราะทางที่จัดให้รถเดินทางเดียวสลับกันมีระยะทางยาวจนผู้ให้สัญญาณมองไม่เห็นกันก็อาจใช้ธงแดง (หรือธงอื่น) มอบให้คนขับรถคันสุดท้าย โดยแนะนำว่าเมื่อผ่านไปถึงอีกด้านให้มอบธงแก่เจ้าหน้าที่ เมื่อเจ้าหน้าที่ได้รับธงแดงนั้นก็ทราบว่าจะทางสะควกแล้ว จึงให้สัญญาณให้รถในทางตรงข้ามผ่านได้ และมอบธงนั้นให้แก่คนขับรถคันสุดท้ายกลับมา

วิธีการทางสะควกอาจเปลี่ยนแปลงไปได้ เช่นให้รถเจ้าหน้าที่แล่นปิดท้าย เมื่อผ่านทางคอนั้นไปแล้ว ก็ให้แล่นปิดท้ายกลับมา วิธีนี้เป็นวิธีที่สิ้นเปลืองกว่า แต่ทำให้ปัญหาตรงหายหมดไป

ไฟสัญญาณจราจร (Traffic Signal)

ในกรณีที่มีปริมาณจราจรสูง และใช้เวลาก่อสร้างทางนาน การจัดให้รถเดินทางเดียวสลับกันอาจใช้ไฟสัญญาณจราจรควบคุมรถ โดยการจับช่วงเวลาไฟแดงทุกด้าน (All Red Interval) ให้นานพอที่รถคันสุดท้ายจะแล่นผ่านไป

นอกจากจะใช้ควบคุมรถเดินทางเดียวสลับกันแล้ว อาจใช้ไฟสัญญาณควบคุมการจราจรในงานก่อสร้างทาง ที่เกิดทางแยกชั่วคราวขึ้นเนื่องจากรถงานและเครื่องจักรแล่นตัดผ่านทางหลวงที่มีปริมาณจราจรสูง

สรุปเครื่องหมายควบคุมการจราจรในงานก่อสร้าง

- เครื่องหมายควบคุมการจราจรในงานก่อสร้าง บุระยะ หรือบำรุงรักษาทางหลวง จะต้องมีมาตรฐานเดียวกันตลอด โดยทั่วไปมีดังต่อไปนี้

- บ้ายจราจรจัดแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

1. บ้ายบังคับ เป็นป้ายที่มีผลบังคับตามกฎหมาย
2. บ้ายเตือน ใช้สำหรับเตือนผู้ขับขี่รถยนต์ให้ทราบถึงอันตรายจากสภาพทางหรือการดำเนินการใด ๆ ที่ผิดไปจากปกติ
3. บ้ายแนะนำ มีจุดมุ่งหมายสองประการคือ ใช้แสดงเส้นทางชั่วคราว ใช้แสดงข้อมูลต่าง ๆ ในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทาง

- อุปกรณ์ส่องสว่าง โดยทั่วไปมี 9 ชนิด คือ (เลือกเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงาน)

1. ไฟกระพริบ ใช้สำหรับจุดที่กำลังดำเนินการก่อสร้าง หรือบำรุงรักษาทางโดยเฉพาะทางหลวงที่มีปริมาณการจราจรมาก บริเวณที่ผู้ขับขี่ไม่คาดหมายว่าจะมีอุปสรรค การติดตั้งบนสามขาหรือแผงกัน หรืออาจติดอยู่กับรถ เมื่อติดตั้งแล้วจะต้องสูงจากผิวจราจรไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร ไม่ควรติดตั้งไฟกระพริบเป็นแถวยาว เพราะทำให้คนขับรถเกิดความคลุมเครือหรือสับสน

2. ไฟส่องป้ายจราจร

3. แสงสว่างแรงสูง

4. แสงสว่างแรงต่ำ

5. โคมไฟและตะเกียง

6. เครื่องให้สัญญาณ

7. สัญญาณธง

8. สัญญาณทางสะดวก

9. ไฟสัญญาณจราจร

2.2 ศึกษาผลิตภัณฑ์ชุดสัญญาณไฟฉุกเฉินทางเบี่ยงแบบเดิม



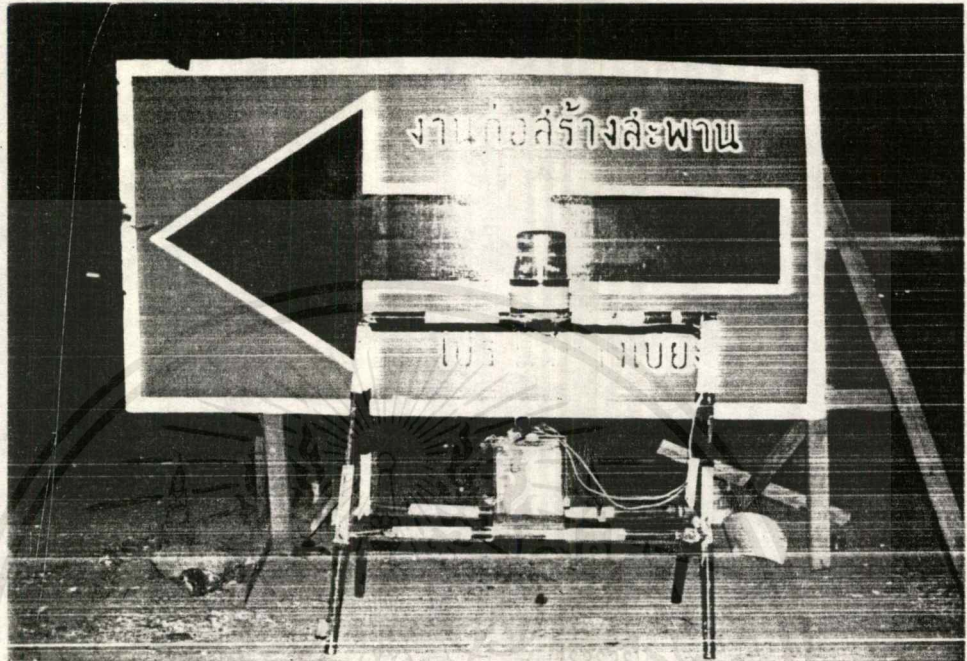
รูปที่ 7 รูปแบบผลิตภัณฑ์เดิม

ระบบแสงสว่างของผลิตภัณฑ์เดิม

ไฟกระพริบสีเหลือง อัตราการกระพริบ 50 ถึง 60 ครั้ง/นาที การจุดสว่างของหลอดไฟประมาณ $\frac{1}{3}$ ถึง $\frac{1}{2}$ ของเวลาที่ใช้ความสว่างของหลอดไฟ สามารถมองเห็นได้ในระยะอย่างน้อย 500 เมตร ในทัศนวิสัยปกติ

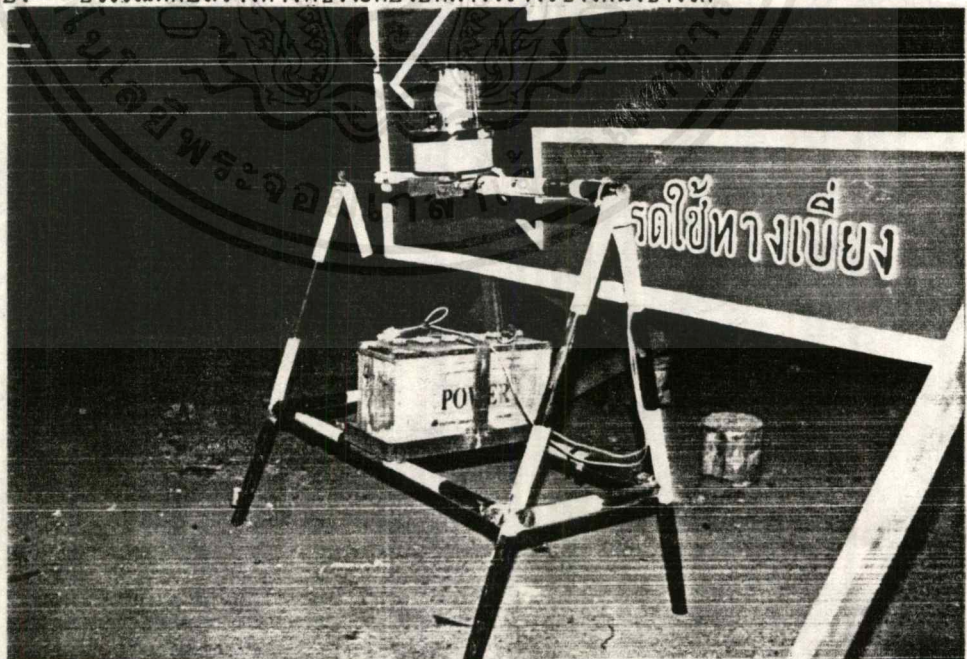
สถานที่ใช้งาน

ติดตั้งชุดสัญญาณไฟฉุกเฉินภายในบริเวณทางเบี่ยง 1 ชุด ต่อ 1 พื้นที่ทางเบี่ยง



รูปที่ 8. แสดงสถานที่ใช้งาน

ตำแหน่งและการติดตั้ง จะต้องติดตั้งชุดสัญญาณไฟทางเบี่ยงฉุกเฉิน ในตำแหน่งใกล้กับป้าย "ใช้ทางเบี่ยง" บริเวณที่ก่อสร้างทางคู่ซึ่งจะต้องปิดทางจราจรข้างหนึ่งข้างใด

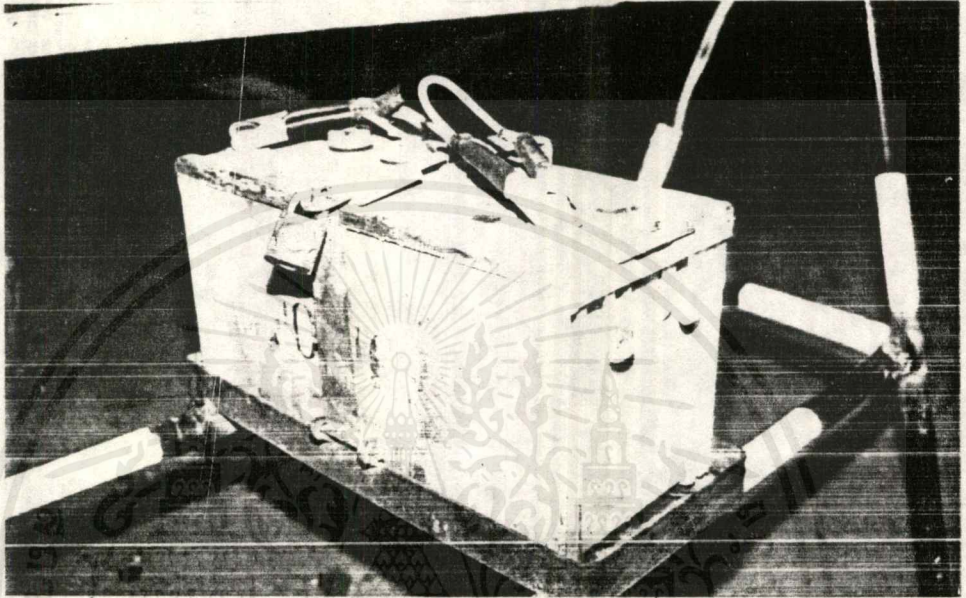


รูปที่ 9 แสดงลักษณะทางคู่ซึ่งจะทำการเบี่ยงเบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบคั่นกำลังและหลอดไฟ ใช้แบตเตอรี่รีขนาด 1.20 A ก × ย × ส 18 × 41 × 21 ซม.
ยึดติดกับโครงสร้างมีตัวล็อกเป็นเหล็กเจาะรูคล้องกุญแจกันหาย

หลอดไฟใช้ขนาด 18 พ มอเตอร์ขับเคลื่อนกำลัง 12 V ตำแหน่งของหลอดไฟจะยึดอยู่
กับเหล็กแผ่นซึ่งเจาะรู ยึดด้วยน็อตเหล็ก



รูปที่ 10 แสดงระบบพลังงานของชุดไฟสัญญาณ

ส่วนโครงสร้าง เป็นเหล็กแม่เหล็กกลมกลวงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $\frac{1}{8}$ นิ้ว เชื่อมด้วยม้อตลอค



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างขลุ่ยผญาไฟ

วัสดุที่ใช้มีหลายชนิด แยกเป็นชั้นได้ดังนี้

1. ผาครอบไฟผญาและฐานหลาตึกอะคิลิก
2. ฐานรับชุดไฟแผ่นเหล็กขนาดความหนา 2 มม. ตัดเป็นวงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. เชื่อมติดกับโครงสร้าง
3. เหล็กท่อกลมกลวงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $\frac{1}{8}$ นิ้ว ใช้เป็นโครงสร้างทั้งหมด
4. เหล็กฉาก ใช้เชื่อมเป็นฐานรับรองแบตเตอรี่ และล็อกกันแบตเตอรี่หาย
5. หมุ่ยย่า ใช้ยึดโครงสร้างกับพื้น กันการหายของแบตเตอรี่ ใช้ยึดขา 4 ข้างรวมทั้งหมด 4 ตัวในการยึดพื้น
6. ก้ามปูหนีบขั้วแบตเตอรี่ 2 ตัว คือขั้วบวกกับขั้วลบ

หลักการทำงานของผลิตภัณฑ์เดิม

เมื่อนำชุดอุปกรณ์มาติดตั้งแล้ว ในเวลากลางคืน จะใช้ก้ามปูล็อกขั้วแบตเตอรี่ กระแสไฟจากแหล่งกำเนิดพลังงานจะไหลไปตามขั้วบวกและลบ จุดไฟให้ติดและในขณะที่เกี่ยวข้องกับมอเตอร์ก็จะทำการหมุนไฟผญาไฟ แสงที่ออกมาจะเป็นลักษณะการกระพริบมีสีเหลืองอำพัน มองเห็นได้ในทัศนวิสัยปกติ 500 เมตร ต่อสายตาที่มองเห็นในเวลากลางคืน ซึ่งใช้เตือนบริเวณทางเบี่ยงคือจุดสิ้นสุดการจราจร เมื่อดึงคอนเข้าก็จะมีเจ้าหน้าที่มาทำการดึงตัวก้ามปูล็อกออกจากแบตเตอรี่ไฟผญาไฟก็จะดับลง

การวิเคราะห์ชุดสัญญาณไฟฉุกเฉิน

รูปแบบ	มีรูปแบบดังนี้ - ใช้สัญญาณสำเร็จรูปติดเลย
วัสดุ	พลาสติกอะคริลิก สีเหลือง ตามลักษณะไฟฉุกเฉิน
กรรมวิธีการผลิต	ใช้วิธีการฉีกพลาสติกขึ้นรูป
การใช้งาน	พลาสติกหุ้มมักถูกกระทบกระแทก แดก ชำรุด

โครงสร้าง

รูปแบบ	- มีรูปแบบเป็นขาเหล็กสามเหลี่ยมเชื่อมแล้วนำแบตเตอรี่ขึ้นตั้งบนขาเหล็ก - หรือวางบนแผ่นป้ายบอกทาง
วัสดุ	เหล็ก, เหล็กกล้า, เทา, ไม้เหล็กลูก
กรรมวิธีการผลิต	เชื่อม
การใช้งาน	สภาพเหล็กถูกแดก, ลม, ฝน ทำให้เกิดผุกร่อน

แบตเตอรี่

รูปแบบ	มีรูปแบบมาตรฐาน
วัสดุและสี	แบบมาตรฐาน
กรรมวิธีการผลิต	
การใช้งาน	ใช้เป็นพลังงานในการให้แสงสว่างแก่หลอดไฟสัญญาณ และพลังงานอาจจะหมดได้

สายไฟ

รูปแบบ	เป็นสายไฟอะคริลิกหุ้มมีแบบมาตรฐาน
วัสดุและสี	แบบมาตรฐาน
กรรมวิธีการผลิต	ใช้โดยการฉีกหุ้มทองแดง
การใช้งาน	ใช้เป็นตัวนำพลังงาน ไปเปลี่ยนความร้อนเป็นพลังงานแสง ไฟสัญญาณ

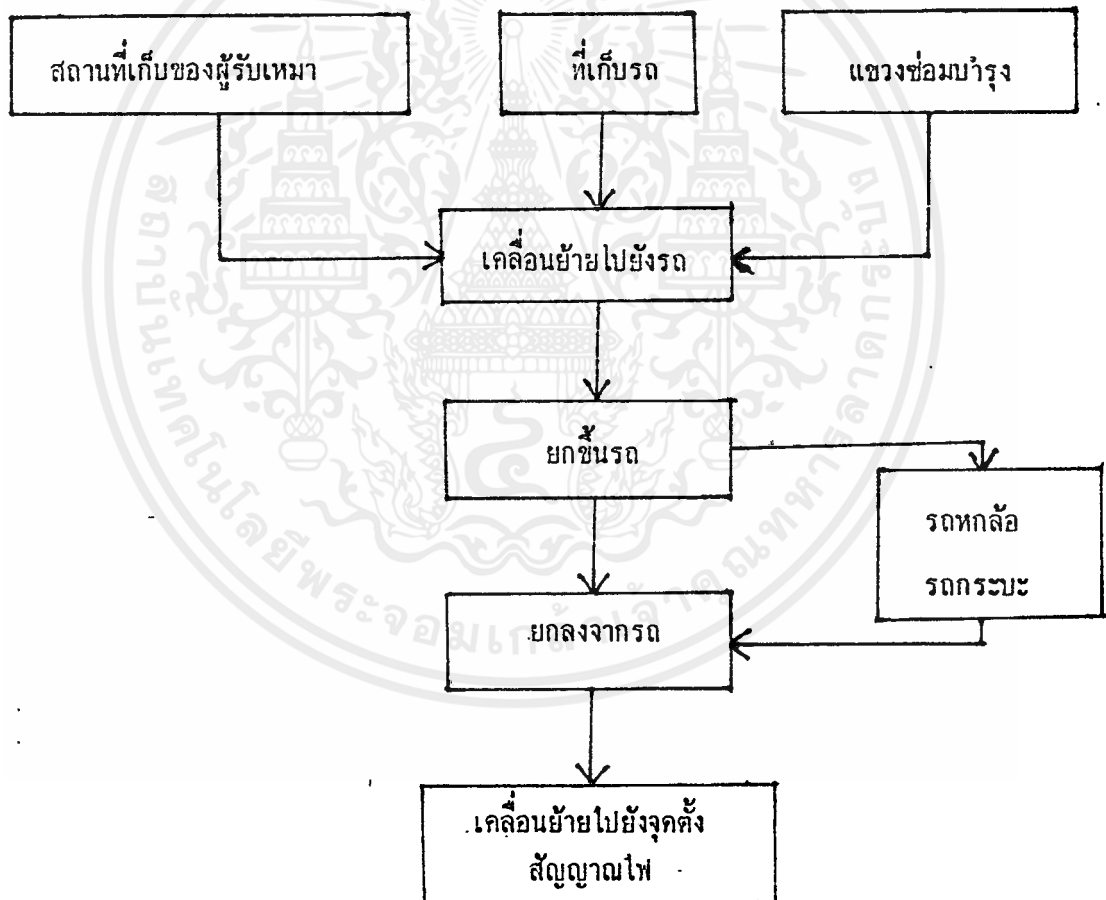
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 พฤติกรรมของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

พฤติกรรมการเคลื่อนย้ายแบ่งเป็น 2 ช่วงคือ

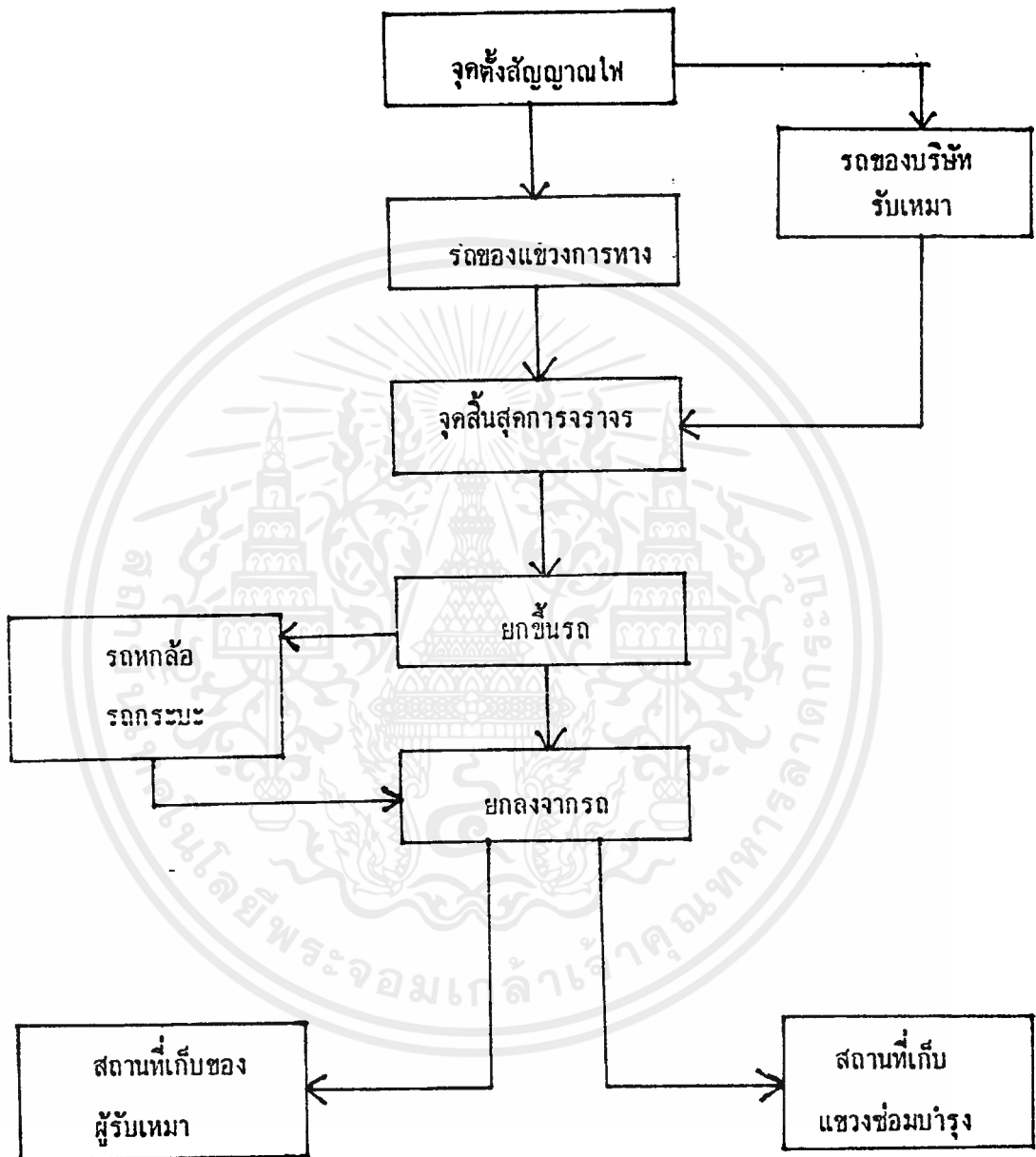
- (ก) การเคลื่อนย้ายไปยังจุดตั้งสัญญาณไฟ
- (ข) การเคลื่อนย้ายสัญญาณไฟไปยังที่เก็บ

2.3.1 การเคลื่อนย้ายไปยังจุดตั้งสัญญาณไฟ



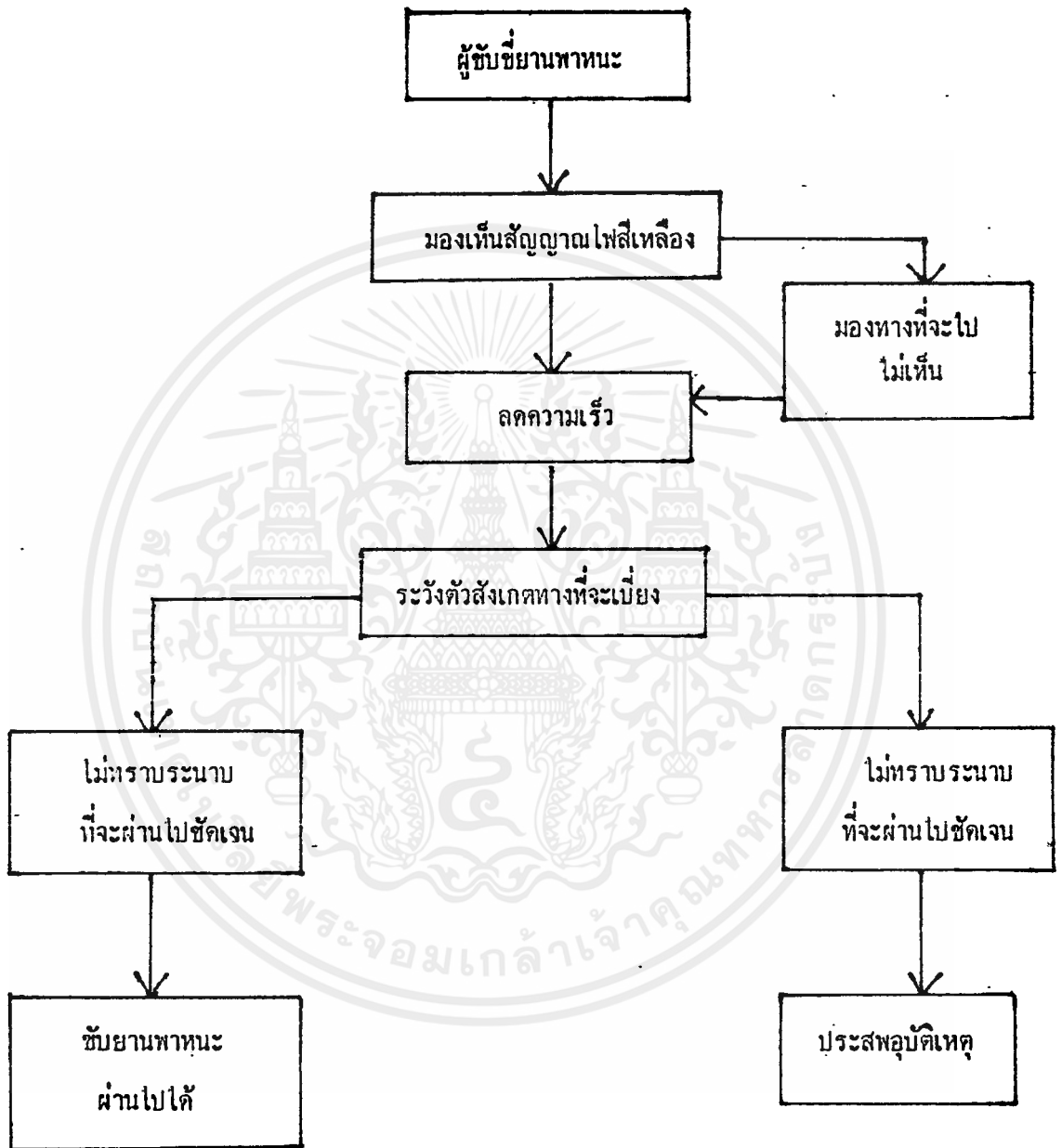
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 พฤติกรรมการณ์เคลื่อนย้ายเก็บ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 พฤติกรรมผู้ขับขี่ยานพาหนะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปพฤติกรรมกรรมการเคลื่อนย้าย

- ในการเตรียมชุดไฟสัญญาณฉุกเฉินไม่ยุ่งยากเท่าใด สามารถเคลื่อนย้ายได้ด้วยคน 2 คน แต่ควรจะมีการติดตั้งและการประกอบด้วยสิ่งที่ย่างและรวดเร็วสะดวก ในการใช้งาน

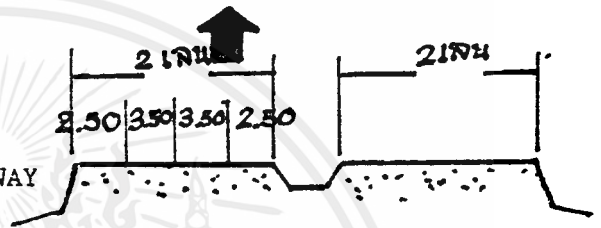
สรุปพฤติกรรม

- ชุดสัญญาณนั้นควรจะมีแสงที่มองเห็นวาระยะไกลอันตราย และทิศทางไหลลอคภัย ซึ่งถ้ามองเห็นจะสามารถทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ ซึ่งชีวิตมนุษย์หนึ่งชีวิตมีค่ามากกว่าสิ่งใดทั้งสิ้น

2.4 มาตรฐานถนน

มาตรฐานที่ 1

1. DIVIDED HIGHWAY



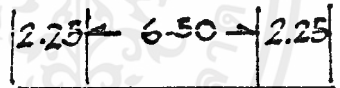
มาตรฐานที่ 2

P₁, S₁, F₁



มาตรฐานที่ 3

P₂, S₂, F₂



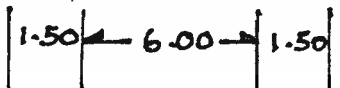
มาตรฐานที่ 4

P₃, S₃, F₃



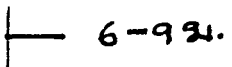
มาตรฐานที่ 5

P₄, S₄, F₄



มาตรฐานที่ 6

ลูกรัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการรวบรวมและศึกษาข้อมูล

3.1 วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล

คือการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการวิจัยจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งเชื่อถือเป็นข้อมูลพื้นฐานนำมาประกอบการวิเคราะห์และสรุปผลต่อไป การสำรวจและรวบรวมข้อมูลทำได้ 3 วิธี คือ

3.1.1 การศึกษาเชิงเอกสาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารและหนังสือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชุดสัญญาณไฟฉุกเฉินทางเบี่ยง สำหรับกรมทางหลวงประเภททางจราจร บ้ายสัญญาณ พระราชบัญญัติ หลอดไฟ มอเตอร์ไฟฟ้า วัสดุที่ใช้ในการผลิตเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ แหล่งที่ทำการศึกษ ข้อมูลเชิงเอกสาร คือห้องสมุด และเอกสารประกอบการเรียนของอาจารย์

3.1.2 การสัมภาษณ์

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์บุคคลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและมีความรู้และความสามารถในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ซึ่งได้แก่ นายช่างใหญ่กรมทางหลวง, หัวหน้ากองวิศวกรรมจราจร, นายช่างเขต 8 นครราชสีมา, ผู้ประกอบการรับเหมางานก่อสร้างทางของกรมทางหลวง

3.1.3 การศึกษาจากของจริง

เป็นการเก็บข้อมูล รวบรวมโดยการออกภาคสนามศึกษาของจริง คือ ชุดป้ายสัญญาณไฟฉุกเฉินทางเบี่ยง โดยการศึกษาจากของเดิม เพื่อทราบถึงปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นสถานที่ติดตั้ง การใช้งาน การใช้วัสดุ เพื่อให้ทราบถึงปัญหาข้อดี - ข้อเสีย ผู้วิจัยจะได้นำมาเป็นมูลฐานในการพัฒนาปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำมาออกแบบ

เมื่อได้ข้อมูลมาครบจากแหล่งต่าง ๆ จึงทำการแบ่งให้เป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์สรุป โดยเลือกข้อมูลเฉพาะที่มีความสำคัญและจำเป็นในการออกแบบเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

3.2.1 ข้อมูลจากบุคคล

- มนัส ม่วงศิริกุล นายช่างโยธา 5 กองวิศวกรรมจราจร (กรมทางหลวง)
- วันชัย ภาคลักษณ์ (วิศ.กรโยธา 7) กองสำรวจออกแบบ กรมทางหลวง
- เจตน์ธาดา สรรกิจ (วศบ. MBA) วิศวกรโยธา 6 กองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง (โทร. 245 6904)
- สำนักงานทางหลวงเขต 8 (นครราชสีมา) แขวงทางหลวง นครราชสีมา
- คร. เสน่ห์ เอกะวิภาค หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

3.2.2 ข้อมูลจากหนังสืออ้างอิง

- ตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเครื่องหมายควบคุมการจราจร ในงานก่อสร้าง (บูรณะและบำรุงรักษาทางหลวง)
- ตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ
- หนังสือวิทยานิพนธ์
- วารสารกรมทางหลวง

3.3 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล ทำโดยการแยกแยะข้อมูล จัดความสำคัญของข้อมูล เพื่อนำมาประเมินค่าข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นต่อไป และในหลายกรณีต้องรวมไปถึงการวิเคราะห์เลือกสรรหาลักษณะการออกแบบ แต่ในบางครั้งก็ไม่อาจจะตัดสินใจในวิธีนั้น ๆ ได้ ดังนั้นจึงวิเคราะห์รูปแบบต่าง ๆ หลายรูปแบบและนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อสรุปและนำไปใช้ในการออกแบบ การวิเคราะห์ข้อมูลมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.1 สํารวจและรวบรวมข้อมูล

- ปัญหาและหน้าที่การใช้งาน
- สักส่วน ความสัมพันธ์ของสายตาที่มีผลต่อแสงในการใช้งาน
- รูปแบบและลักษณะของชุดสัญญาณไฟฉุกเฉินแบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สภาพสถานที่ติดตั้ง และอุปกรณ์ประกอบ
- รูปแบบและลักษณะอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาออกแบบ
- วัสดุและกรรมวิธีการผลิต
- สีและแสงที่มีผลต่อสายตา

3.3.2 สรุปข้อมูลแต่ละส่วน

3.3.3 นำผลสรุปมาวิเคราะห์ สรุปผล

3.3.4 นำผลการสรุปผลวิเคราะห์มาสังเคราะห์ใช้งานกับชุดสัญญาณไฟฉุกเฉิน สำหรับ
ทางเบี่ยง กรมทางหลวง

3.3.5 ออกแบบตามผลการวิเคราะห์

3.4 ตำแหน่งและการติดตั้ง

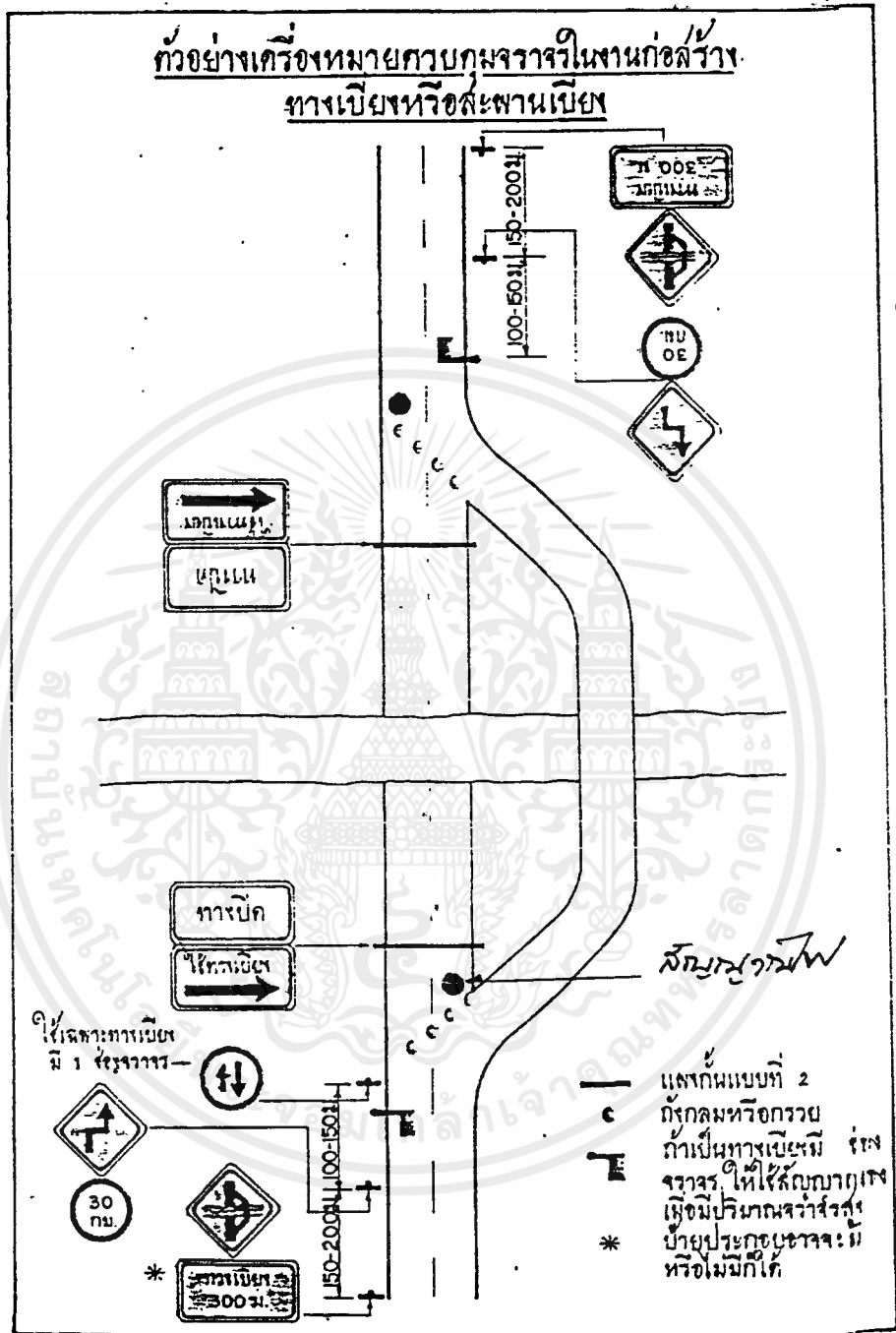
การติดตั้งป้ายจราจรในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทาง จะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่คนขับรถสามารถมองเห็นได้ง่ายและชัดเจน โดยทั่วไปให้ติดตั้งทางด้านซ้ายมือของทิศทางการจราจร แต่ถ้ามีความจำเป็นต้องเน้นเป็นพิเศษ หรือเป็นทางที่มีหลายช่องจราจร ก็ให้ติดตั้งป้ายทางขวามือด้วย

ป้ายจราจรที่ติดตั้งบนเสาป้าย จะต้องให้ป้ายอยู่พ้นไหล่ทางออกไป แต่จะต้องห่างจากขอบทางไม่เกิน 2.5 ม. นอกจากนี้ระบุเป็นอย่างอื่น สำหรับทางหลวงที่มีคันหิน (CURB) ขอบป้ายด้านติดทางวิ่งจะต้องห่างจากขอบทางไม่น้อยกว่า 60 ซม.

ความสูงของป้ายจราจรวัดถึงขอบป้ายด้านล่างจะต้องไม่น้อยกว่า 1.5 ม. สำหรับทางหลวงนอกเมือง แต่ถ้าเป็นทางหลวงในเมืองจะต้องติดตั้งให้สูงไม่น้อยกว่า 2.0 ม.

การติดตั้งป้ายจราจรบนชาตัง หรือแผงกัน อาจติดตั้งบนไหล่ทางหรือบนผิวจราจรตามการใช้งาน โดยที่ขอบป้ายด้านล่างจะต้องสูงกว่าผิวทางอย่างน้อย 50 ซม.

บนทางหลวงทั่วไป จะต้องติดตั้งป้ายเตือนล่วงหน้าประมาณ 300 เมตร แต่ถ้าเป็นงานที่ใช้เวลาสั้นเฉพาะเวลากลางวันซึ่งผู้ขับรถมองเห็นการทำงานแต่ไกล ระยะติดตั้ง อาจลดลงเหลือประมาณ 100 เมตรได้ สำหรับทางหลวงที่ยวดยานใช้ความเร็วสูงและปริมาณจราจรมาก เช่น ทางหลวงแผ่นดินสายประธานที่มีปริมาณจราจรตั้งแต่ 4000 คัน ต่อวันขึ้นไป ถ้ามีงานก่อสร้าง



รูปที่ 13 แสดงการติดตั้งชุดสัญญาณไฟฉุกเฉินสะพานเบี่ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ช่วงเวลาในการติดตั้ง คือเวลากลางคืนเพราะไฟสัญญาณจะใช้ในช่วงเฉพาะเวลากลางคืนสำหรับเตือนอุบัติเหตุ

- ในการใช้งานจะใช้เพียงด้านเดียว คือด้านที่ยานพาหนะขับมาสิ้นสุดที่จุดเปลี่ยนแนว

จรรยา

3.5 ความสัมพันธ์ที่มีผลต่อการออกแบบชุดสัญญาณไฟฉุกเฉินทางเบี่ยง

3.51 ความสัมพันธ์ของยานพาหนะที่ใช้ในการเคลื่อนย้าย

ยานพาหนะที่ใช้เคลื่อนย้ายชุดไฟสัญญาณไปยังสถานที่ติดตั้งจะใช้รถสองประเภทในการเคลื่อนย้าย ซึ่งแล้วแต่กรณีของการใช้งาน ประเภทของงานซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของหัวหน้าช่างฯ จะเป็นผู้พิจารณา

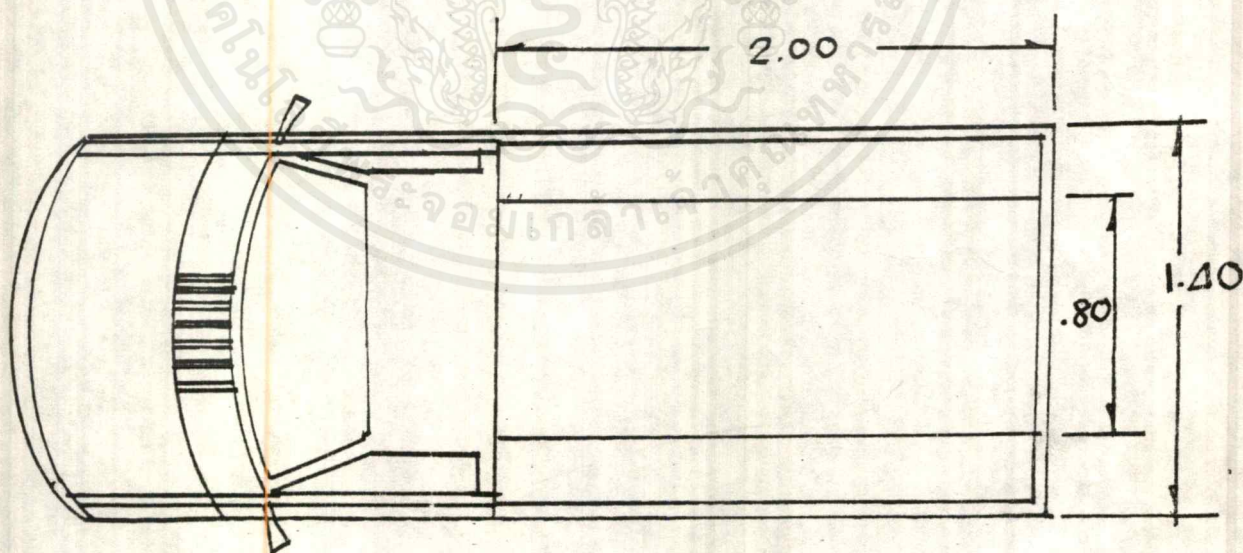


รูปที่ 14 แสดงภาพรถพิกอัพในการเคลื่อนย้ายชุดสัญญาณไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

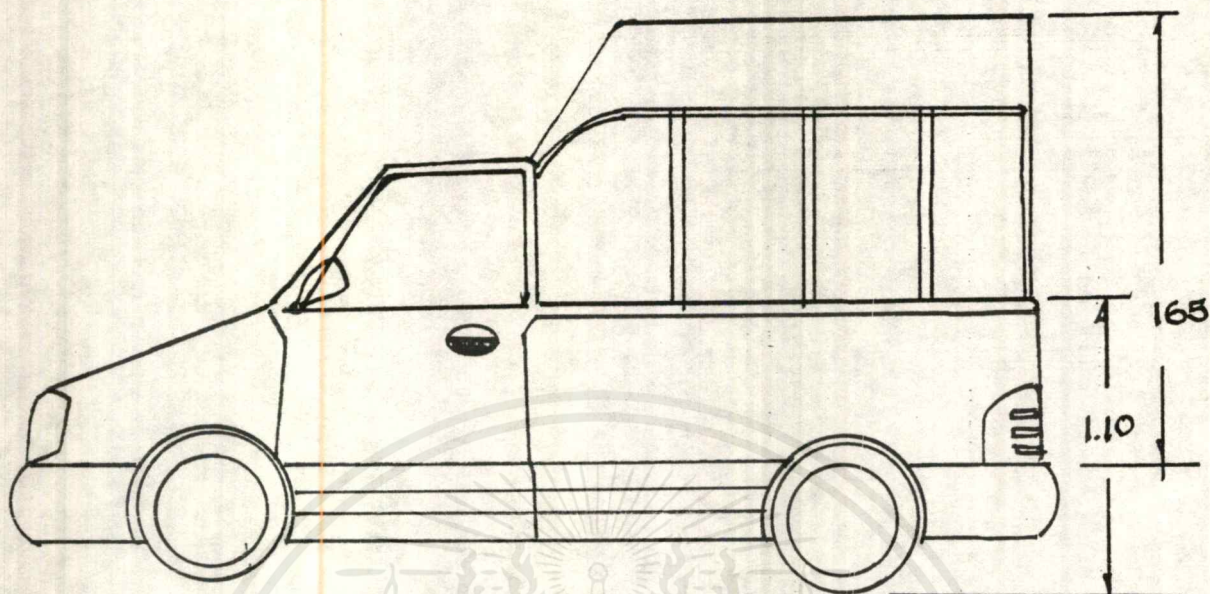


รูปที่ 15 แสดงภาพรถบรรทุก 6 ล้อ ในการเคลื่อนย้ายชุดสัญญาณไฟ
 ยานพาหนะที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายชุดสัญญาณไฟไปยังสถานที่ติดตั้งประเภทแรก คือ
 1. รถปิคอัพมีประทุนหรือไม่



รูปที่ 16 (ก)

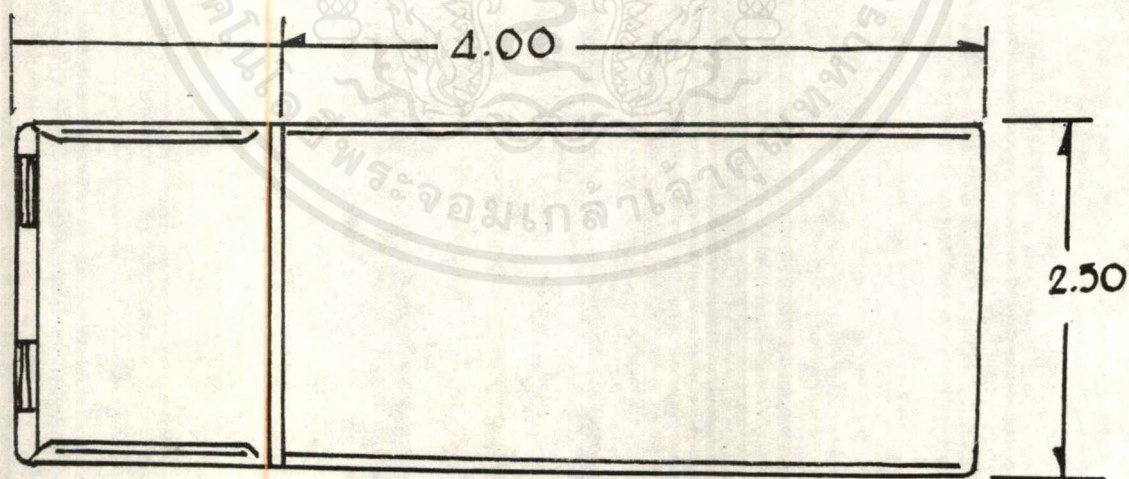
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 16 (ข) แสดงขนาดของรถปิคอัพ

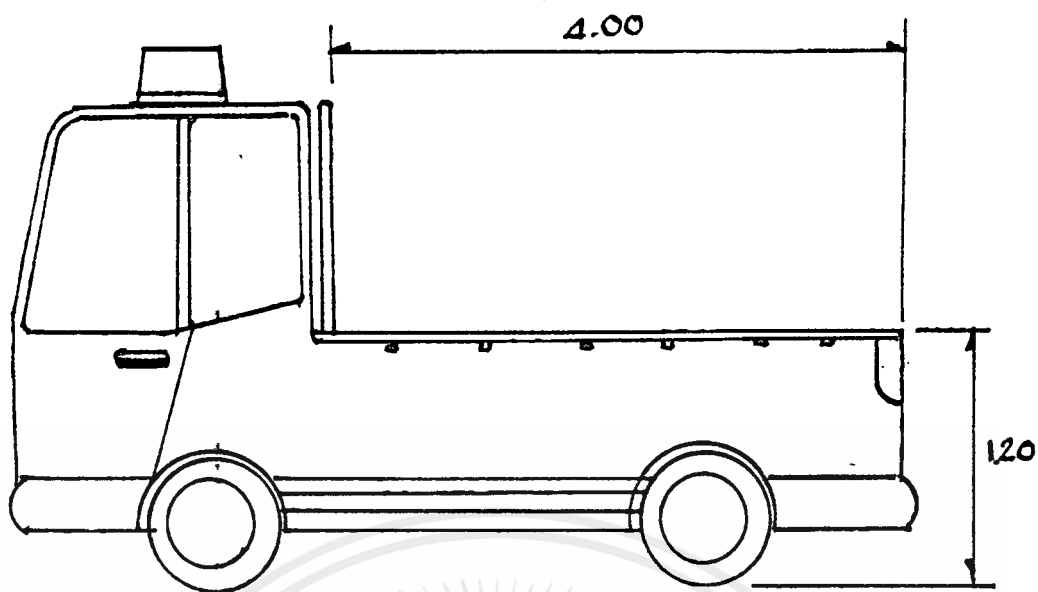
ยานพาหนะที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายชุดสัญญาณไฟไปยังสถานที่ติดตั้งประเภทที่สอง คือ

1. รถบรรทุก 6 ล้อ ไม่มีประทุน



รูปที่ 17 (ก) แสดงขนาดของรถบรรทุก 6 ล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 17 (ข) แสดงขนาดของรถบรรทุก 6 ล้อ

สรุป ความสัมพันธ์ของยานพาหนะที่ใช้เคลื่อนย้าย การหาพื้นที่ในการกำหนดตัวผลิตภัณฑ์นั้น ต้องคำนึงถึงการเคลื่อนย้ายขณะอยู่บนรถเป็นหลัก จากรูป รถปิกอัพเปิดประทุนและรถบรรทุก 6 ล้อ พื้นที่ ๆ จะกำหนดก็คือความกว้างความยาวและความสูงของรถ ซึ่งจะใช้รถปิกอัพเป็นตัวกำหนด เพราะมีขนาดเล็กกว่า ส่วนรถบรรทุก 6 ล้อไม่มีปัญหา จะเห็นได้ว่าขนาดความกว้างของรถไม่รวม เบาะจะเหลือพื้นที่ในการใช้งาน 80 ซม. ส่วนความยาว 200 ซม. ความสูงจากพื้นของรถ ค้านหลังถึงบนประทุน 180 ซม.

สรุป ความกว้างของผลิตภัณฑ์ใช้ 80 ซม.
ความยาวของผลิตภัณฑ์ใช้ 100 ซม.
ความสูงของผลิตภัณฑ์ใช้ 180 ซม.

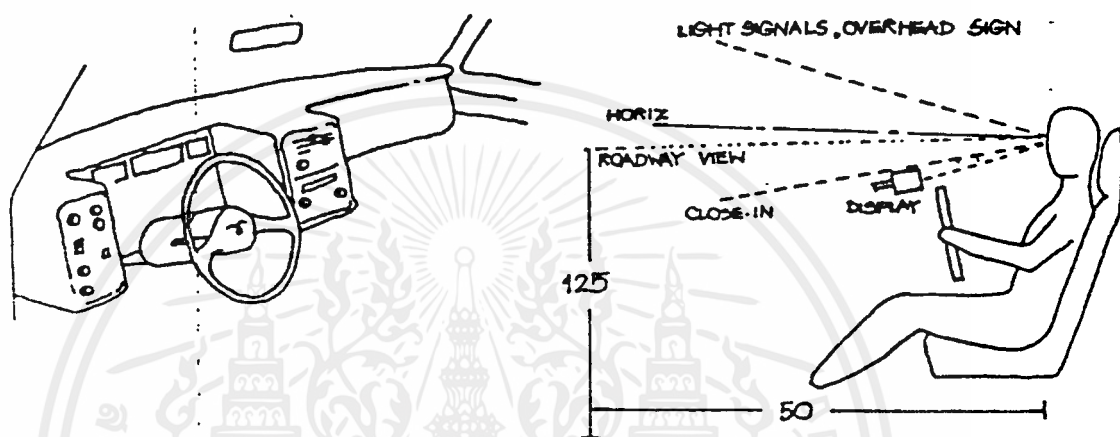
(หมายเหตุ) ในการเคลื่อนย้ายโดยใช้รถปิกอัพจะใช้เฉพาะชุดสัญญาณไฟในทางคู่มือที่ปิดการจราจร โดยจะใช้เพียงสองชุด คือด้านที่ปิดและด้านตรงข้าม

3.5.2 ความสัมพันธ์ของระยะมุมมองจากรดต่อความสูงของผลิตภัณฑ์และระยะเบรก

เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของตำแหน่งผู้ขับขี่ยานพาหนะประเภทต่าง ๆ กับสภาพแวดล้อมภายนอกและภายในยานพาหนะ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับ ตำแหน่งและลักษณะของยานพาหนะนั้นๆ ดังนี้

1) ยานพาหนะขนาดเล็ก

ผู้ขับขี่จะนั่งอยู่ในระดับต่ำ ได้แก่ รถยนต์นั่งทั่วไป

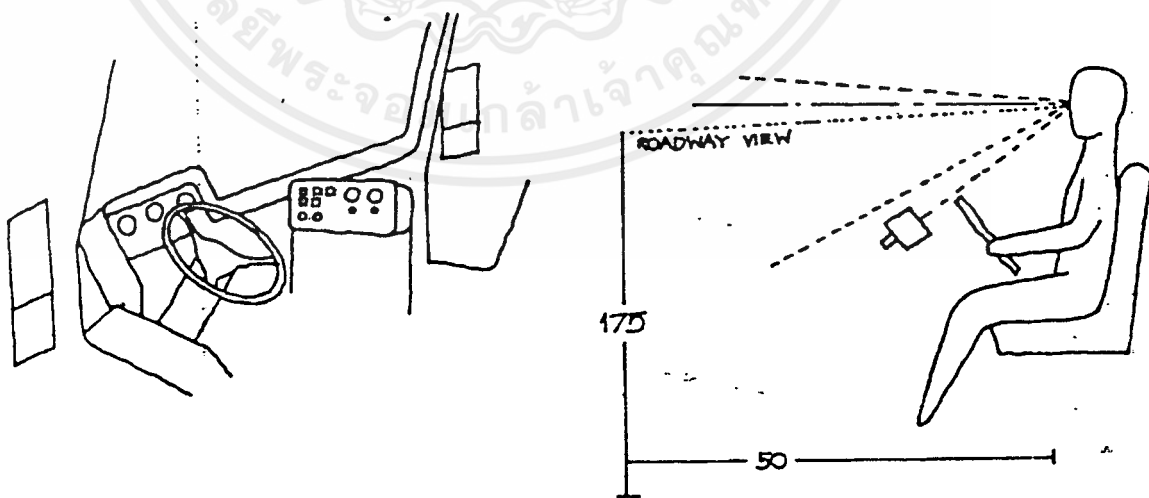


2) ยานพาหนะขนาดใหญ่

ผู้ขับขี่จะนั่งอยู่ในระดับสูง ได้แก่ รถบรรทุก รถโดยสารประจำทาง

2) ยานพาหนะขนาดใหญ่

ผู้ขับขี่จะนั่งอยู่ในระดับสูง ได้แก่ รถบรรทุก รถโดยสารประจำทาง



รูปที่ 18 แสดงภาพความสัมพันธ์ของระยะมุมมองจากรดต่อความสูงของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเบรค ระยะทางน้อยที่สุดที่ใช้ในการเบรคเกี่ยวข้องกับ 2 ส่วน คือ ส่วนแรก คือระยะเวลาที่ใช้ในการสังเกตเห็นวัตถุ และเวลาที่ใช้ในการตอบสนองสั่งการเบรค ซึ่งส่วนแรกนี้ ต้องใช้เวลารวมกันประมาณ 2.5 วินาที อีกส่วนหนึ่งคือ เวลาและระยะทาง ซึ่งใช้ในการเบรค ซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วของรถซึ่งใช้วิ่งอยู่ ดังนั้น ระยะน้อยที่สุดที่ใช้ในการเบรค จึงได้จากการนำเอา 2 ส่วนมารวมกัน

ตารางที่ 1 แสดงความเร็วที่ขับซีและระยะทางค่าสุคที่ใช้เบรค

ความเร็ว (กฟ/ชม)	ระยะทางของปฏิกิริยาตอบสนอง สั่งการเบรค (เมตร) ถนนเปียก	ระยะเบรค (เมตร)	รวมระยะทางน้อย ที่สุดทำการเบรค
48	31	22	53
64	39	39	78
80	48	63	111
96	57	90	147
104	60	101	161
	ถนนแห้ง		
48	33	15	48
64	46	27	73
80	55	43	98
96	66	64	130
104	71	75	146

ตัวเลขทั้งหมดเทียบมาจากอัตราเป็นฟุต

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระทรวงสงฆ์ 2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป ความสัมพันธ์ของระยะมุมมองจากรดต่อความสูงของผลิตภัณฑ์ และระยะเบรก

สายตาของผู้ขับขี่ยานพาหนะ หรือความสนใจของผู้ขับขี่ต่อสภาพการจราจรในท้องถนน ในบริเวณนั้นหรือบริเวณที่ก่อสร้างโดยเฉพาะการเพิ่งไปข้างหน้าบนท้องถนน และสัญญาณต่าง ๆ ที่มี มุมมองไม่เหมาะสมกับระดับของสายตา ซึ่งการผลอเรือเพียงชั่วเสี้ยววินาที อาจนำไปสู่อุบัติเหตุต่างๆ ที่คาดไม่ถึงได้ ซึ่งระยะเวลาในการตอบสนองการเบรก คือระยะเวลาที่ใช้ในการสังเกตเห็นวัตถุ ซึ่ง ใช้เวลารวมกันประมาณ 2.5 วินาที อีกส่วนคือเวลาและระยะทางขึ้นอยู่กับความเร็วของรถซึ่งใช้ วิ่งอยู่

ดังนั้นการออกแบบชุดไฟสัญญาณต่าง ๆ จึงควรศึกษาถึงขนาดสัดส่วน และตำแหน่งที่ เหมาะสมกับมุมมองจากยานพาหนะประเภทต่าง ๆ และระยะการเบรกที่ปลอดภัย

ความสูงที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนที่สุดจากยานพาหนะขนาดเล็กในระยะ 50 เมตร
คือ 125 ซม.

ความสูงที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนที่สุดจากยานพาหนะขนาดใหญ่ในระยะ 50 เมตร
คือ 175 ซม.

ในระยะที่ไกลขึ้น ความสูงที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนจะลดลงเรื่อย ๆ ตามระยะทาง ระยะเบรกที่ใช้เบรกในระยะทาง 50 เมตร ที่จะสามารถลดความเร็วในการสังเกตวัตถุในระยะ ที่ปลอดภัยคือระยะ 50 เมตร ขึ้นไป

สรุป เพื่อให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถมองเห็นวัตถุและหยุดรถได้ทันทั่วทั้งที่ ชุดสัญญาณไฟฉุกเฉิน ควรมีความสูงในขณะใช้งานไม่ต่ำกว่า 175 ซม.

3.5.3 การดึงดูดสายตา และการใช้สายตา

ความสนใจของคนจะแยกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

- Active Attention

ความสมัครใจหรือความสนใจที่แสดงออกมาให้เห็น

- Passive Attention

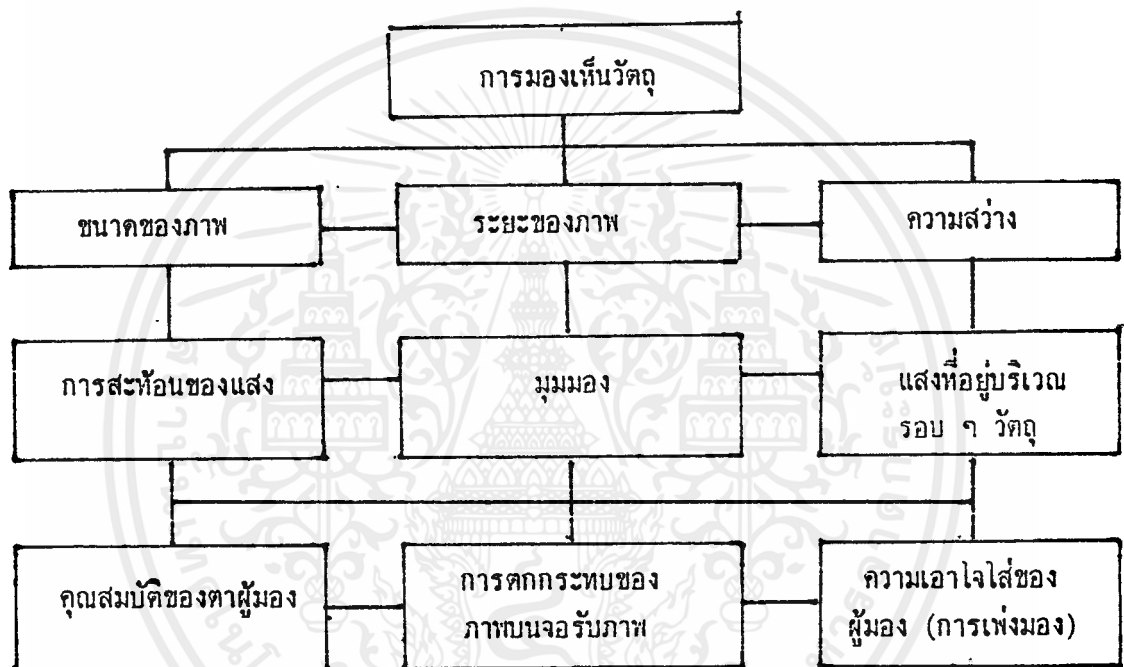
ความสนใจที่เกิดขึ้นโดยไม่ตั้งใจ หรือไม่แสดงออกมาให้เห็น

ดังนั้นการที่จะทำให้วัตถุได้รับความสนใจจะต้องประกอบด้วย

- 1) การมองเห็นได้ชัดเจน เข้าใจง่าย สะดุดตาคน
- 2) มีลักษณะแปลกใหม่กว่าอย่างอื่น

การมองและการใช้สายตา

ความสามารถในการมองเห็นวัตถุ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ คือ



Visual Acuity ความสามารถที่จะมองเห็นวัตถุที่เป็นเป้าหมายได้ชัด ขึ้นอยู่กับ
สิ่งเหล่านี้ คือ

- 1) ระยะภาพ (View Distance)

วัตถุที่อยู่ใกล้ย่อมมองเห็นได้ชัดเจนกว่าวัตถุที่อยู่ไกล แต่ถ้าวัตถุที่อยู่ใกล้ตามากเกินไป เราจะไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้ชัดเจนเช่นเดียวกัน เพราะภาพจะไปปรากฏหลังจอรับภาพ

- 2) ความสว่าง (Brightness)

การที่มองเห็นวัตถุเกิดจากแสงพุ่งกระทบวัตถุ แล้วจึงสะท้อนเข้าสู่ตา เพราะฉะนั้น วัตถุที่ได้รับแสงพอเหมาะ จะมองเห็นได้ชัดเจนกว่าวัตถุที่ได้รับแสงมากหรือน้อยเกินไป นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับผิวของวัตถุว่าสามารถสะท้อนแสงได้เพียงใด เช่น ในที่สว่างน้อย วัตถุที่สะท้อนแสงได้ดี

จะเห็นได้ชัดเจนกว่าวัตถุผิวด้าน สีที่มองเห็นชัดที่สุด คือ สีเหลือง

3) มุมมอง

ตามปรกติสามารถมองเห็นเป็นมุมกว้างประมาณ 90-94° เช่นภาพวิวทั่วไป แต่ถ้าเป็นวัตถุมุมมองประมาณ 20° เช่นการมองสิ่งของต่าง ๆ

ความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับสายตา

แสงกับตามีความสัมพันธ์กัน ดวงตามนุษย์มีความไวต่อคลื่นแสงในความถี่ต่าง ๆ กัน ตาไวสูงสุดต่อคลื่นแสงประมาณ 5,500 อังสตรอมมิก ซึ่งได้แก่แสงสีเหลือง

การที่เราสามารถมองเห็นวัตถุได้ เกิดจากแสงพุ่งกระทบวัตถุแล้วสะท้อนเข้าสู่ตาเรา ส่วนการมองเห็นสีของวัตถุเกิดจากวัตถุนั้นมีคุณสมบัติดูดซับสีของแสง หรือสะท้อนสีของแสงในช่วงคลื่นต่าง ๆ กัน โดยจะเห็นเฉพาะคลื่นสีที่วัตถุนั้นไม่สามารถดูดซับได้และสะท้อนกลับมา ถ้าวัตถุดูดซับคลื่นได้หมดทุกความถี่ของวัตถุนั้น จะมองเห็นเป็นดำมืด หรือที่เรียกว่า "สีดำ" ซึ่งความจริงสีดำ คือไม่มีแสงสะท้อนกลับ ไปให้เห็นนั่นเอง

สรุป การที่จะทำให้มองเห็นวัตถุ ได้ชัดเจนนั้นขึ้นอยู่กับ

- วัตถุอยู่ในระยะที่พอดีกับสายตา
- วัตถุได้รับแสงพอเหมาะ
- วัตถุอยู่ในมุมมองที่พอเหมาะ
- คุณสมบัติการดูดซับ หรือการสะท้อนสีของแสง
- การกระตุ้นประสาทตา

3.5.4 สีและอิทธิพลต่อการมองเห็น

สีมีอิทธิพลในด้านจิตวิทยาของมนุษย์ โดยเฉพาะในเรื่องที่เกี่ยวกับการออกแบบเมื่อนำสีหลายสีมาใช้ร่วมกัน อาจก่อให้เกิดความยุ่งยากในการมองเห็น (Perceive) การศึกษาเรื่องการรับรู้และการมองเห็นของสี (Readability) ที่มีต่อเครื่องหมายและสัญลักษณ์ (Signal) สิ่งที่มีผลสำคัญที่สุดในเรื่องสี คือ ลักษณะของความตัดกัน (Contrast ของสีของตัวหนังสือ หรือสีของสัญลักษณ์กับสีพื้น (Background)

จิตวิทยาของสีสำหรับใช้ในชีวิประจำวัน

ระวังอันตราย ใช้สีส้ม หรือแดง เช่นในท้องปฏิบัติการ ต้องการให้ระวังเครื่อง - จักรกลบางอย่าง ก็ใช้สีส้มหาบริเวณรอบ ๆ นั้น หรือป้ายยาอันตรายใช้สีแดง

ปลอดภัย ใช้สีเขียว หรือสีขาว เช่น ป้ายยารับประทานใช้สีขาว สัญญาณไฟใช้สีเขียว ทางเดินที่จะปลอดภัยใช้สีขาว

ระวังเรื่องเกี่ยวกับไฟไหม้ ใช้สีแดง เช่น ตามกรอบเครื่องดับเพลิงใช้สีแดง เครื่องป้องกันไฟไหม้ใช้สีแดง

อาคารสำหรับพักผ่อนใช้สีเขียวอ่อน น้ำเงินปนเขียว หรือฟ้า และเทาอ่อน สำหรับห้องพักผ่อนที่ต้องการความงามใช้สีชมพู ชมพูปนส้ม ฟ้าช้ำ หรือสีเนื้ออ่อน เหลือง เหลืองปนเขียว สำหรับห้องนั่งเล่น

สีที่ใช้กับการจราจร ใช้สีแดงสำหรับเตือนให้ระวังอันตราย เช่น เขียนป้ายหรือเครื่องหมายอันตรายใช้สีแดง ใช้สีเหลืองสำหรับเตือนว่าจะมีอันตราย และใช้สีเขียวสำหรับปลอดภัย

เพื่อเตือนให้ระวังตัว และในกรณีอื่น ๆ อีก เช่น ตะพานหัก ไฟช็อต บ้านจะพัง ก็ใช้สีส้มหาเพื่อเตือนให้ระวังอันตราย

มาตรฐานสำหรับงานสัญลักษณ์

โดยสากลนิยมใช้ทั้งสีและเครื่องหมาย แต่ตามมาตรฐานสากลแล้วนิยมใช้สีเป็นสัญลักษณ์บอกเป็นส่วนใหญ่ เช่น สัญลักษณ์ของสีทางการจราจร ซึ่งกำหนดสัญลักษณ์ของสี

แทนความหมายต่าง ๆ ดังเช่น

สีแดง	-	อันตราย, หยุด
สีม่วง	-	หยุด
สีเหลือง	-	เตือน, ระวัง
สีน้ำเงิน	-	ระวังคนทำงาน
สีเขียว	-	ปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

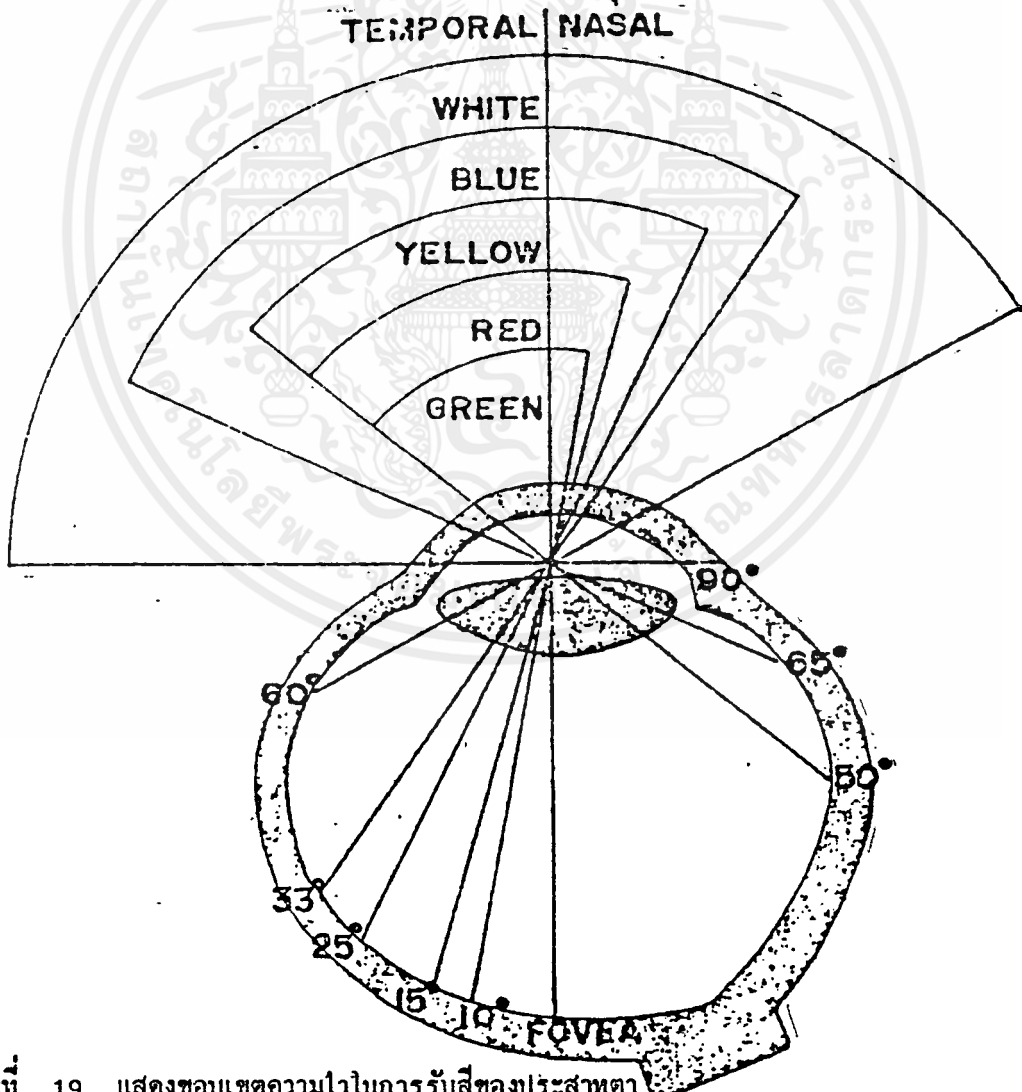
เทคนิคการใช้สี

การใช้สีกับผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับ

- รูปแบบ
- ลักษณะพื้นผิวงาน
- วัสดุ
- ลักษณะผลิตภัณฑ์
- ลักษณะเฉพาะกิจ

ขอบเขตความไวในการรับสีของประสาทตา

การมองเห็นของมนุษย์ได้แสงสว่างที่ปรกตินั้น ความรู้สึกไวต่อการรับสีต่าง ๆ จะไม่เท่ากันทุกสี แม้จะมองวัตถุจนถึงเส้นขอบนอกของตัววัตถุชัดเจนก็ตาม แต่การมองเห็นสีบางสี จะแปรเปลี่ยนไปจากความเป็นจริง เพราะสีบางสีสามารถจางได้ดี ในมุมของการมองที่กว้างมากกว่าสีอื่น ๆ



รูปที่ 19 แสดงขอบเขตความไวในการรับสีของประสาทตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปข้อมูลสี่และอิทธิพลการมองเห็น

สิ่งที่มีผลสำคัญที่สุดในเรื่องสี่ คือ ลักษณะความตักกันของสี่ของตัวสัญญาณไฟหมุนกับสี่ของไฟสัญญาณบอกทางเบี่ยง

3.5.5 ธรรมชาติที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์

ธรรมชาติที่มีผลต่อการออกแบบชุดสัญญาณไฟฉุกเฉิน ประกอบด้วย

ฝน

ในเขตร้อนจะมีฝนในฤดูฝนเท่านั้น ซึ่งทำให้เกิดฤดูฝนถึง 2 ครั้ง ในบริเวณเหนือ และใต้เส้นศูนย์สูตร ฤดูฝนเหล่านี้มีระยะเวลาสั้นและใกล้กันมากจนแทบเป็นฤดูเดียวกัน ในประเทศไทย ฤดูฝนกินระยะเวลาประมาณ 4 เดือน

ฝนในเขตร้อนจะมีความรุนแรงมาก โดยเฉพาะเมื่อเมฆได้เคลื่อนตัวสูงขึ้นสู่ระดับที่ต่ำกว่าจุดน้ำแข็ง ณ ที่จุดศูนย์กลางของการเย็นตัวนี้ จะเกิดเป็นผลึกน้ำแข็ง ฝนตกลงมาในลักษณะเบาหรือแรง เนื่องจากความแรงของลม หรือพายุที่พัดมาพร้อมกัน

แสงแดด

แสงแดดเป็นรังสีที่แผ่มาจากดวงอาทิตย์ โลกซึ่งอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์จึงได้รับแสงแดดมาก ในรูปของพลังงานความร้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเขตร้อนเขตร้อน ซึ่งประเทศไทยก็อยู่ในเขตร้อนนี้ จึงได้รับแสงแดดจัดมาก

ลม

กระแสลม คืออากาศที่เคลื่อนไหว เกิดขึ้นได้จาก

- ความแตกต่างของความกดอากาศ
- ความแตกต่างของอุณหภูมิ

การระบายอากาศ คือ การเปลี่ยนอากาศเก่าออกไป เพื่อให้อากาศใหม่มาแทนที่ อันเกิดขึ้นโดยกระแสลม และทิศทางการเคลื่อนที่ของลม

สรุป ในการออกแบบชุดสัญญาณไฟฉุกเฉิน ต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมธรรมชาติ คือ ฝน แสงแดด, ลม

- ฝนในประเทศไทยกินระยะเวลา 4 เดือน ควรออกแบบให้มี BODY ครอบเพื่อป้องกันฝน เพื่อป้องกันให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่และสายไฟให้อายุการใช้งานได้นาน
- แสงแดด ควรออกแบบ BODY ครอบกันแดดเหมือนกับหน้าฝน
- ลม คืออากาศที่เคลื่อนไหว ควรออกแบบให้มีโครงสร้างที่แข็งแรง สามารถทนต่อแรงลมได้

3.5.6 ลักษณะผิวจราจร

พื้นผิวจราจรแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

- แบบแข็ง
- แบบยืดหยุ่น

พื้นผิวจราจรแบบแข็ง

ได้แก่พื้นผิวถนนคอนกรีต ซึ่งถูกจัดบดให้แน่น ราบเรียบด้วยทราย แล้วลาดทับด้วยปูนซีเมนต์ ซึ่งผสมคลุกเคล้าด้วยน้ำ อีสุ และกรวด หินก้อนเล็ก ๆ ให้ได้ขนาดความหนาตามต้องการ แล้วทิ้งไว้ให้แข็งตัวเต็มที่ประมาณ 28 วัน ซึ่งภายใน 28 วัน นี้ก็ต้องคอยนำผ้าชุบน้ำมาคลุมทับพื้นผิว เป็นกรรมวิธีให้คอนกรีตค้ำเนินปฏิกิริยาแข็งตัวอย่างค่อยเป็นค่อยไป เพื่อป้องกันโครงสร้างภายในเกิดปฏิกิริยารวดเร็วเกินไป อันอาจทำให้เปราะแตกได้

พื้นผิวคอนกรีตเมื่อแห้งสมบูรณ์ดี จะมีความแข็งแรงทนทานมาก มีอายุการใช้งานนานที่สุด ซึ่งหากเสริมโครงเหล็กเข้าไปเป็นเส้นใย จะเป็นการเพิ่มความแข็งแรงทนทานมากขึ้นกว่าปกติด้วย พื้นผิวแบบนี้มีสภาพผิวหน้าดีมาก ก็มีค่าความฝืดของผิวทางที่ต้านทานไม่ให้รถเสียหลักสูง แม้จะมีอายุการใช้งานนานแล้วก็ตาม ซึ่งดูได้จากภาพแผนภูมิของการเปรียบเทียบ

พื้นผิวจราจรแบบยืดหยุ่น (Flexible Pavement)

ได้แก่พื้นผิวถนนที่ไม่แข็งเท่าพื้นผิวคอนกรีต นั่นคือ ยางแอสฟัลท์ (ASPHALT) หรือที่เรียกกันว่าพื้นผิวยางมะตอย ผิวถนนแบบนี้หลักใหญ่ประกอบด้วย หินหยาบ (COARSE)

Aggregate หินละเอียด (Fine Aggregate) , ฝุ่นผงหิน (Filler) และน้ำยางมะตอย (Asphalt C. next) วิธีการคือ ลาดยางแล้วโรยด้วยหินตามแล้วบดทับ ซึ่งวิธีการก่อสร้างผิวถนนแอสฟัลท์นี้ แบ่งเป็น 3 ชนิดคือ

1. Surface Treatment
2. Penetration Macadar
3. Asphaltic Concrete

1. Surface Treatment พื้นผิวชนิดนี้มีลักษณะหยาบมาก อายุการใช้งานสั้น ประมาณ 2 - 3 ปี เท่านั้น

2. Penetration Macadar ผิวทางชนิดนี้มีคุณสมบัติดีกว่าแบบที่ 1. มีอายุการใช้งานราว 6 - 7 ปี สามารถกันน้ำได้ดีพอควร

3. Asphaltic Concrete เป็นผิวทางที่ดีที่สุดในแบบที่ยกย่อง มีอายุการใช้งานกว่า 8 ปี สามารถกันน้ำซึมลงไปทำลายโครงสร้างได้ดี

คุณสมบัติของ Asphaltic Concrete ที่ดี ประกอบด้วย

- มันคงแข็งแรงสูง รับน้ำหนักการจราจรได้โดยไม่ยุบตัว ซึ่งอาจเป็นรูร่องล้อ หรือ ถูกคันเคลื่อนตัวไป

- ทนทาน (Durability) มาก คืออายุการใช้งานยาว โดยไม่มีการแยกตัวของวัสดุ อันเนื่องมาจากน้ำหนักการจราจร และสภาพดินฟ้าอากาศ

- ยืดหยุ่น (Flexibility) ได้บ้าง โดยไม่เกิดการแตกแยก ต้องทนต่อการแอ่นตัว ซึ่งอาจเกิดในชั้นของมัน แม้จะถูกสร้างบนทางที่แข็งแรงก็ตาม

- ความต้านทานการสั่นไหว (Shitting Resistance) สูงและต้องดำรงสภาพเช่นนั้นตลอดอายุการใช้งาน

สรุป ลักษณะผิวจราจรที่ใช้การก่อสร้าง มี 2 ชนิดคือ

แบบแข็ง คือพื้นผิวถนนคอนกรีต

แบบยืดหยุ่น หรือ พื้นผิวยางมะตอย

ซึ่งในการก่อสร้างของกรมทางหลวงที่ออกมาจะสร้างแบบแข็ง (ถนนคอนกรีต) มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบยึดหยุ่น เพราะมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

3.5.7 โครงสร้างหลัก

โครงสร้าง คือ สิ่งที่จะสร้างขึ้นโดยการต่อรวมหน่วยต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ให้ทำหน้าที่อย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ซึ่งต้องการมาตรการความมั่นคงบางประการ

หน้าที่ของโครงสร้าง ที่สร้างขึ้นมาจะมีโครงสร้างเปรียบเสมือนกระดูกโครงหลัก และมีส่วนประกอบอื่น ๆ (Members) ซึ่งทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เช่น ปิด หุ้มหับ ตกแต่ง เพื่อให้การใช้เนื้อที่ได้สะดวก และเหมาะสม

การออกแบบโครงสร้าง

เพื่อให้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพในการใช้งาน ต้องมีการศึกษาหาข้อมูลของทุกด้านที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างมาประกอบ เพื่อทำการตัดสินใจในการออกแบบ ซึ่งมีข้อควรคำนึงถึงดังนี้

1. ความแข็งแรงทนทาน

โครงสร้างที่ออกแบบจะต้องมีความแข็งแรงทนทานเพียงพอต่อการใช้งานตามหน้าที่ที่ต้องการ และมีอายุการใช้งานนานพอสมควร

2. น้ำหนักของโครงสร้าง

ก็มีส่วนสำคัญที่เชื่อมต่อไปยังน้ำหนักทั้งหมดของตัวแผงกัน ถ้าโครงสร้างมีน้ำหนักมาก จะทำให้ลำบากต่อการเคลื่อนย้าย ถ้าโครงสร้างน้อยขึ้นแต่ได้ความแข็งแรงตามต้องการ ย่อมจะได้เปรียบกว่า

3. กรรมวิธีการผลิตและการประกอบ

ซึ่งก็มีความสำคัญอย่างมากในการประหยัดเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่าย โครงสร้างที่สามารถผลิต และประกอบขึ้นรูปได้รวดเร็ว ย่อมได้เปรียบกว่าโครงสร้างที่ต้องอาศัยกรรมวิธีต่าง ๆ มากมาย

4. ความสวยงาม

เป็นส่วนที่มีความสำคัญในการออกแบบส่วนหนึ่ง ที่จะทำให้โครงสร้างสวยงามเหมาะสมสำหรับลักษณะการใช้งาน

5. การบำรุงรักษา

การออกแบบโครงสร้างจะต้องคำนึงถึงการซ่อมบำรุงรักษาด้วย

โครงสร้างสามารถแบ่งออกเป็น

- โครงสร้างหลักแบบดัดประกอบได้
- โครงสร้างหลักแบบติดตายตัว

ตารางที่ 2 โครงสร้างสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

	ดัดประกอบได้	ติดตายตัว
<u>ข้อดี</u>	1. ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง 2. ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ	<u>ข้อดี</u> 1. แข็งแรงทนทาน อายุการใช้งานนาน
<u>ข้อเสีย</u>	1. โครงสร้างลดความแข็งแรงลง 2. อายุการใช้งานลดลง 3. รับน้ำหนักได้ไม่มากนัก 4. กรรมวิธีการผลิต ประกอบยุ่งยาก เสียเวลา 5. ราคาผลิตภัณฑ์จะสูงขึ้น 6. ต้องใช้วัสดุมากขึ้น เพื่อความแข็งแรง น้ำหนักจึงเพิ่มขึ้น	2. สามารถรับน้ำหนักได้มากกว่า 3. การบำรุงรักษา ซ่อมแซมได้ง่าย 4. กรรมวิธีการผลิต ประกอบง่าย 5. ราคาสูงกว่า 6. สามารถลดวัสดุให้น้อยลง แต่คงความแข็งแรง 7. เหมาะสมกับงานสมบุกสมบัน
		<u>ข้อเสีย</u> ไม่ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง และการเก็บ

สรุปโครงสร้างหลัก

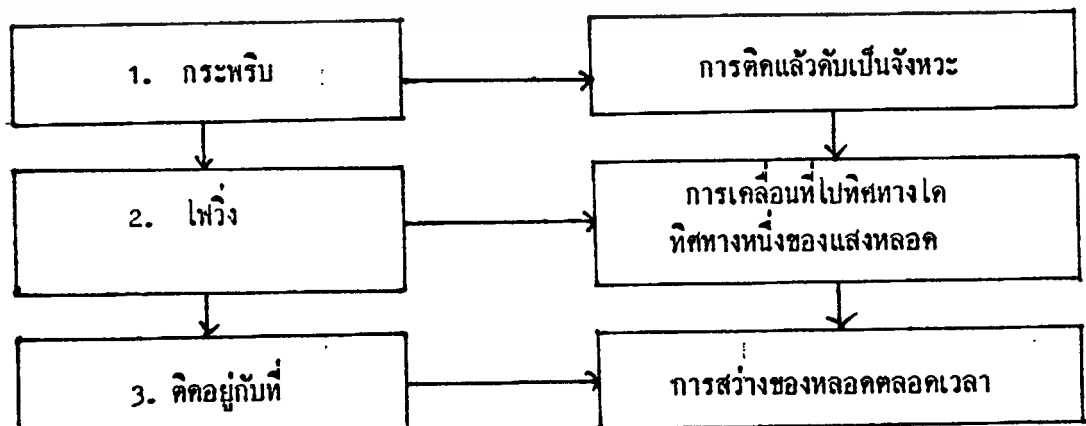
เกี่ยวกับโครงสร้างที่จะนำมาสรุปนั้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโครงสร้างเปรียบเทียบของลักษณะผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง และโครงสร้างชุดสัญญาณไฟฉุกเฉินแบบเดิม เพื่อให้ตรงหลักข้อพิจารณามากที่สุด แต่ยังไม่สรุปรูปแบบที่ลงตัวได้ ต้องรอผลวิเคราะห์ด้านอื่น ๆ อีก ต่อจากนั้นจึงทำการศึกษาค้น

หลักการพิจารณาเกี่ยวกับรูปแบบของโครงสร้างหลัก

1. ความแข็งแรงทนทาน เนื่องจากใช้งานกลางแจ้งอย่างสมบูรณ์ โครงสร้างจึงต้องมีความแข็งแรง
2. การรับน้ำหนัก โครงสร้างจะต้องรับน้ำหนักตัวเองและอุปกรณ์ประกอบซึ่งมีน้ำหนักมาก ได้แก่ แบตเตอรี่ ฟิล์มสัญญาณ ฯลฯ
3. อายุการใช้งาน ต้องมีอายุการใช้งานนาน การซ่อมบำรุงรักษาน้อย และกระทำการซ่อมแซมโดยง่าย
4. ราคา เนื่องจากเป็นส่วนราชการ จึงต้องมีราคาต้นทุนการผลิตที่ไม่สูงมากนัก
5. กรรมวิธีการผลิต ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในการประหยัด เวลา แรงงาน ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ โครงสร้างที่สามารถผลิตและประกอบขึ้นรูปได้รวดเร็วย่อมได้เปรียบกว่าโครงสร้างที่ต้องอาศัยกรรมวิธีต่าง ๆ มากมาย
6. การประหยัดเนื้อที่ เป็นการลดค่าใช้จ่ายในด้านการขนส่ง และการแพ็คเกจบรรจุในการขนส่ง

3.5.8. ลักษณะไฟที่มีผลต่อการกระตุ้นสายตาในการมองระยะไกล

ลักษณะไฟที่มีผลต่อสายตาคนมีมากแคะจะสรุปข้อใหญ่ได้ คือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะเดียวกันความสัมพันธ์ของลักษณะไฟทั้ง 3 ระบบ มีผลต่อลักษณะการเบรกด้วย ถ้าเป็นชนิดของทางเบียง มนุษย์เราต้องการทราบว่าทิศทางใดคือระนาบที่ปลอดภัยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการเบรก ซึ่งแบ่งเป็น 2 ระยะคือ

1. ระยะเวลาที่ใช้สังเกตเห็นวัตถุ
2. ระยะเวลาที่สมองใช้ในตอบสนองการเบรก

ซึ่งทั้งสองส่วนใช้เวลารวมกันประมาณ 2.5 วินาที เพราะฉะนั้นถ้าสายตาของผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถมองเห็นทิศทางของลูกศร หรือการกระพริบของลูกศรในขณะที่ขับขี่ยานพาหนะมา ลูกศรต้องแสดงทิศทางให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะทราบภายใน 2.5 วินาที ในทิศทางนั้น

สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการมองของผู้ขับขี่ยานพาหนะคือ อุบัติเหตุเนื่องจากขาดความระมัดระวัง รู้เท่าไม่ถึงการณ์ สาเหตุโดยส่วนใหญ่มาจาก

- โครงสร้างของถนน
- ยานพาหนะบนท้องถนน
- ผู้ขับขี่ยานพาหนะ

ลักษณะของแสงที่เป็นสาเหตุการใช้งานที่มีผลต่อการมอง คือ

- แสงของสี ซึ่งเป็นสีเดียวกันอยู่ใกล้กัน ถ้าเป็นลักษณะของสัญญาณหรือโลโก้ จะทำให้เกิดผลต่อการมองคือ พร่ามัวไม่ชัดเจน ผู้ขับขี่มองแล้วสับสน
- แสงของสีที่ตัดกัน คือคนละสี จะทำให้เกิดการมองที่ชัดเจนขึ้นเพราะค่าความเข้มที่ต่างกันของสีที่ผู้ขับขี่ยานพาหนะมองจะทำให้เกิดความชัดเจนของโลโก้

ลักษณะความชัดเจนของแสงที่มองในตอนกลางคืนมีปัจจัยที่พอจะจำแนกเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1. ความมืด ของสภาพแวดล้อมด้วยถ้าสัญญาณไฟไปตั้งตรงจุดบริเวณที่มืดมาก คือ บริเวณนอกเมืองออกไปความชัดเจนในการมองก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย
2. ความสว่างของสภาพแวดล้อม ถ้าสว่างก็จะตรงกันข้ามกับมืด คือถ้าไปตั้งยังบริเวณจุดที่มีแสงไฟรอบบริเวณมาก จะทำให้ประสิทธิภาพการเห็นของแสงไฟสัญญาณลดลงตามลำดับด้วย

หมายเหตุ ระยะที่ไกลออกไปความชัดเจนจะลดลงเรื่อย ๆ

3. อยู่ที่กำลังวัตต์ของการกระจายแสงของหลอดไฟ คือ
- ถ้ากำลังวัตต์ต่ำการกระจายแสงจะน้อยลง
 - ถ้ากำลังสูงการกระจายแสงก็จะเพิ่มขึ้น

การหาขนาดของวัตต์

$$\frac{\text{ขนาดของวัตต์}}{\text{ระยะภาพ}} = \frac{\text{ขนาดของภาพ}}{\text{ระยะของวัตต์}}$$

3.6 ระบบไฟฟ้า

3.6.1 ชนิดของไฟฟ้า

ไฟฟ้ากระแส (CURRENT ELECTRICITY) แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. ไฟฟ้ากระแสตรง (DIRECT CURRENT) ใช้เรียกย่อ ๆ ว่า เป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ เช่นกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากแบตเตอรี่ ถ่านไฟฉาย เชนเนอร์เรเตอร์ชนิดตรง ฯลฯ ไฟฟ้ากระแสตรงมีประโยชน์ในการเชื่อม การชุบ การชาร์จแบตเตอรี่ การแยกธาตุเคมี และอื่น ๆ

2. ไฟฟ้ากระแสสลับ (ALTERNATING CURRENT) ใช้เรียกย่อ ๆ ว่า คือไฟฟ้าที่ไหลกลับไปกลับมาตลอดเวลา จังหวะการไหลสลับไปมานี้เรียกว่า (CYCLE) อัตราการเปลี่ยนแปลง เรียกว่า ความถี่ (FREQUENCY) และวัดความเร็วเป็นไซเคิล/วินาที

การไหลของกระแสไฟฟ้าแบบสลับไปมา มีความถี่ 50 - 60 ครั้งต่อวินาที

สรุป ระบบไฟฟ้าที่ควรนำมาใช้กับชุดสัญญาณไฟฉุกเฉิน จากการพิจารณาจะเห็นว่า กระแสตรงก็สามารถใช้ได้ และไฟฟ้ากระแสสลับก็สามารถใช้ได้ทั้งสองระบบ จึงสรุปใช้เพียง DC เพียงอย่างเดียวซึ่งขึ้นกับสภาพแวดล้อม ทั้งนี้

- หาสถานที่ต่อไฟ AC ได้ยาก เพราะการสร้างถนนโดยส่วนมากจะสร้างนอกเมือง ซึ่งจะไม่มีการนำผู้คนจึงลำบากในการใช้ AC

- สายไฟถ้าต่อไปบริเวณบ้านจะผ่านถนน ซึ่งจะทำให้รบกวนวิทยุสื่อสารสายไฟทำให้เกิดการชำรุดและสายไฟอาจรั่วได้

3.6.2 หลอดไฟ

หลอดไส้

หลอดไส้เป็นหลอดไฟชนิดหนึ่งที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป แต่เนื่องจากมีข้อเสียของหลอด คือ ประสิทธิภาพต่ำ อายุการใช้งานสั้น ความเสื่อมของหลอดมาก และต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนหลอดบ่อย จึงไม่เป็นที่นิยมใช้กันในบริเวณที่ต้องการแสงสว่างปานกลางไปจนกระทั่งสูง

แต่หลอดชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กันในที่ ๆ ไม่ต้องการแสงสว่างมาก ข้อดีของหลอดนี้คือ แสงสว่างมีสีสวย มีแสงสว่างมากทั้ง ๆ ที่มีขนาดเล็ก สามารถผลิตแสงสีต่าง ๆ ได้ตามที่ต้องการ และสามารถปรับความเข้มของแสงได้ง่าย แม้ใช้เครื่องหรี่ไฟแบบธรรมดา

ประสิทธิภาพของหลอดไส้มีค่าตั้งแต่ 15 - 22 ลูเมน/วัตต์ และอายุการใช้งานของหลอดไส้แบบใช้งานทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 750 - 2,500 ชั่วโมง ความเสื่อมของหลอดจะลดลงอย่างสม่ำเสมอ จาก 100 % - 82% ยกเว้นหลอดควอทซ์ฮาโลอิดีน ซึ่งมีความเสื่อม 2 - 3% หลอดอายุการใช้งาน

หลอดไส้จะเป็นแหล่งกำเนิดแสงแบบจุด ดังนั้นแสงจากหลอดไส้จะสามารถควบคุมได้อย่างค่อนข้างแน่นอน ในหลอดไส้ทั่ว ๆ ไปผิวด้านในของหลอดจะถูกทำให้ฝ้า เพื่อให้แสงจากแหล่งกำเนิดที่เป็นจุดกระจายอย่างสม่ำเสมอ แต่ในหลอดไส้ที่มีจานสะท้อนแสง (Reflector) และเลนส์รวมแสง (Projector) แหล่งกำเนิดแสงที่เป็นจุด และแบบของการรวมลำแสง (Bear Pattern) จะถูกนำมาใช้ประโยชน์ ทำให้สามารถนำมาใช้ประยุกต์ในงานแสงแบบพิเศษได้ หลอดชนิดนี้จะมีหลายแบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของจานสะท้อนแสง และเลนส์รวมแสง หลอดนี้จะถูกนำไปใช้ในงานเฉพาะอย่าง ซึ่งทำได้โดยการเลือกชนิดของหลอดให้เข้ากับจุดประสงค์ การออกแบบโคมสำหรับหลอดไฟทำได้หลายแบบ ตามที่ต้องการใช้งาน และเนื่องจากราคาติดตั้งของหลอดถูก ทำให้เป็นที่นิยมนำไปใช้เป็นเครื่องประดับตกแต่งตามสถานที่ต่าง ๆ

รูปแบบของหลอดฟลูออเรสเซนต์ มี 3 รูปแบบด้วยกัน คือ

แบบที่ 1. มี 2 ขั้ว มีขนาด 4 พ, 6พ, 40 พ
และ 60 พ

แบบที่ 2. มี 1 ขั้ว เป็นหลอดไฟที่พัฒนาขึ้นมาใหม่
มีราคาแพงมาก หาซื้อยากมีขนาด 6 พ

แบบที่ 3. เป็นหลอดไฟที่ผลิตขึ้นมาใช้เฉพาะ

หลอดอิเล็กทรอนิกส์

หลอดอิเล็กทรอนิกส์จัดได้ว่าเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบแอ็คทีฟ (ACTIVE DEVICES)
คือมีการทำงานแตกต่างจากวีซีทีเตอร์ อินคักเตอร์ และคาปาซิเตอร์ตรงที่มีอัตราการขยายและความ
สัมพันธ์ของกระแสโวลต์เตสและความต้านทานไม่เป็นไปตามกฎของโอห์ม กล่าวคือความต้านทานกระ
แสและโวลต์ของหลอดอิเล็กทรอนิกส์จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่เป็นไปตามเส้นตรงหรือแบบลิเนียร์

หลอดอิเล็กทรอนิกส์ทำมาจากการเอาหลอดแก้วหุ้มส่วนต่าง ๆ ของหลอดวิทยุ ส่วนต่าง ๆ
ที่ว้าคือขั้วของอะโนด คาโทด ไล์หรือทิวรามันต์ กริด และอื่น ๆ โดยหลอดอิเล็กทรอนิกส์จะทำหน้าที่
ใหญ่ ๆ แบ่งได้ 3 ชนิด จัดได้ประเภทแรกคือเปลี่ยนโวลต์เตสและกระแสจากเวฟฟอร์มหนึ่งเป็นอีก
เวฟฟอร์มหนึ่ง ประการที่สองขยายสัญญาณไฟฟ้ากำลังอ่อน ๆ ให้มีกำลังแรงขึ้นโดยมีอัตราการผิด
เพี้ยนเพียงเล็กน้อย และประการที่สามสามารถนำเอาความถี่ที่สูงกว่าความถี่ของเครื่องกลปกติ โครง
สร้างของหลอดอิเล็กทรอนิกส์สามารถแบ่งออกได้เป็นหลาย ๆ แบบ ที่สำคัญคือมีหลอดโคโอด ไทรโอด
เท็คโทรด และเพนโทรด โดยหลอดส่วนใหญ่จะเป็นหลอดแบบสุญญากาศ

หลอดแรกที่จะกล่าวถึงคือหลอดโคโอดซึ่งมีเพียง 2 ชั้น ส่วนสำคัญคือ คาโทดซึ่งเป็น
ตัวกระจายอิเล็กทรอนิกส์และอะโนดหรือเพลตซึ่งเป็นตัวเก็บอิเล็กทรอนิกส์ โดยปกติเพลตจะมีศักย์เป็นบวก
หลอดอิเล็กทรอนิกส์หรือหลอดวิทยุจัดได้ว่าเป็นผลงานของโทมัสเอ็ดิสัน โดยเป็นผู้ประดิษฐ์หลอดที่มีไส้
และหลังจากนั้นเอ็ดิสันได้เพิ่มแท่งโลหะภายในโดยดูดอากาศออกจากหลอดและใช้ไส้หลอดเป็นตัวให้ -

ความร้อน ผลก็คืออิเล็กตรอนหลุดออกจากไส้หลอดและวิ่งเข้าไปหาเพลตผ่านสุญญากาศเข้าหาเพลตซึ่งมีศักย์ไฟสูงกว่าและเกิดกระแสขึ้น

พิวลามันต์ของหลอดแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แบบโคเร็คทีทและอินโคเร็คทีท โดยแบบโคเร็คทีทพิวลามันต์ จะเป็นแบบที่พิวลามันต์จะทำหน้าที่เป็นตัวจ่ายความร้อนและกระจายอิเล็กตรอนเอง หรือเป็นทั้งคาโทดและตัวให้ความร้อนตัวเดียวกัน ส่วนอินโคเร็คทีท พิวลาแมนต์กับคาโทดจะแยกกัน โดยพิวลามันต์จะให้ความร้อนกับคาโทด ผลก็คืออิเล็กตรอนหลุดกระจายออกจากผิวของคาโทดเมื่อมีศักย์ไฟที่เพลตพอเพียง อิเล็กตรอนเหล่านี้จะหลุดเคลื่อนที่วิ่งเข้าไปหาเพลต (Plate)

สรุป ข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของหลอดไฟ

ชนิดของหลอดไฟที่นำมาใช้กับชุดสัญญาณไฟ ได้แก่ หลอดไส้ หลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดอิเล็กตรอน หลอดไฟเหล่านี้จะต้องนำมาวิเคราะห์เลือกใช้ในโอกาสต่อไป เพราะหลอดไฟเหล่านี้สามารถนำมาทำสัญญาณไฟได้ และที่ใช้หลักการใกล้เคียงกัน

3.6.3 แบตเตอรี่ (BATTERY)

แบตเตอรี่ เรียกว่าอย่างหนึ่งว่า เซลไฟฟ้า เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง จากปฏิกิริยาเคมีของสารที่บรรจุภายในแบตเตอรี่ แบ่งเป็นสองแบบคือ แบตเตอรี่แห้งหรือที่รู้จักกันในนามถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ดังกล่าวมีคุณสมบัติประจำตัวคือ เมื่อนำไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีภายในแบตเตอรี่ไปใช้งานหมดแล้ว ไม่สามารถทำให้สารที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีคืนสภาพเดิมได้อีก

แบตเตอรี่อีกแบบเรียกว่า แบตเตอรี่เปียก รู้จักกันทั่วไปคือแบตเตอรี่รถยนต์ แต่อันที่จริงแล้วยังมีการใช้งานที่ต้องการไฟฟ้าสำรองอีกมาก แบตเตอรี่เปียกมีคุณสมบัติประจำตัวคือ เมื่อนำไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีภายในแบตเตอรี่ไปใช้งานหมด และสารเคมีที่บรรจุอยู่ในแบตเตอรี่ได้เปลี่ยนรูปไปแล้วสามารถจะทำให้สารเคมีดังกล่าวคืนรูปให้มาอยู่ในสภาพเดิมโดยการ "ชาร์จ" ซึ่งเป็นวิธีการใช้ไฟฟ้ากระแสตรงผ่านเข้าไปยังแบตเตอรี่นั้น

1. ถ่านไฟฉายเป็นแบตเตอรี่แบบแห้งชนิดที่นำไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีภายในถ่านไฟฉายไปใช้หมดแล้ว ไม่สามารถทำให้สารเคมี ภายในถ่านไฟฉายคืนสภาพเดิมได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบตเตอรี่แห้งหรือถ่านไฟฉาย ผลิตระแสไฟฟ้าโดยการเกิดปฏิกิริยาของถ่าน (คาร์บอน) สังกะสี, อลูมิเนียมไดออกไซด์ และแมกกาไนส์ไดออกไซด์โดยกระบวนการจุ่มอิเล็กโทรไลต์ และแมกกาไนส์ไดออกไซด์ลงในทรงกระบอกลังกะสี ซึ่งทำหน้าที่เป็นขั้วลบ ของแบตเตอรี่ด้วย ส่วนขั้วบวกของแบตเตอรี่ทำด้วยแท่งถ่าน (คาร์บอน) ด้านบนของแท่งถ่านครอบอยู่ด้วยแผ่นโลหะซึ่งอาจจะ เป็นทองเหลืองหรือโลหะผสมอื่น ๆ

แบตเตอรี่แห้งใหม่สามารถผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ 1.5 โวลต์แต่เมื่อใช้งานไประยะหนึ่ง แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะตกลงเป็น 1.4 โวลต์ และจะมีค่าคงที่อยู่ที่แรงเคลื่อนไฟฟ้านี้ จนกระทั่งสภาพของสารเคมีภายในแบตเตอรี่เปลี่ยนแปลงไป แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะตกลงจนไม่สามารถนำมาใช้งานได้

ส่วนประกอบของถ่านไฟฉาย

- ฝาครอบทองเหลือง Brass cap
- รูระบายอากาศ Vent
- ซีลกันของเหลว Pitch seal
- กล่องถ่านนอก Carboard case
- ทรงกระบอกลังกะสี Zinc (negative) case ทำหน้าที่เป็นขั้วลบ
- ผงยิมขัดมอลูมิเนียมออกไซด์จุ่มกำมะถัน Plaster of paris soaked with sael ammoniac
- ถุงผ้าลินิน Linen bag
- แมกกาไนส์ไดออกไซด์และผงถ่าน Manganese dioxide and Crusehed Carbon
- แท่งถ่าน ทำหน้าที่เป็นขั้วบวก Carbon (positive) rod

2. เมอคูรีเซล เป็นแบตเตอรี่แห้งที่รู้จักกันในนามของถ่านนาฬิกา ถ่านเครื่องคิดเลข และถ่านกล้องถ่ายรูป เมอคูรีเซลประกอบด้วยขั้วลบที่ทำจากแผ่นสังกะสีหลาย ๆ แผ่นอัดเป็นแท่งหรือ ผงสังกะสีเป็นแท่ง ขั้วบวกของเมอคูรีเซลทำจากเมอคูรีออกไซด์และกราไฟท์ (สนิมปรอทและถ่าน) จำนวนส่วนผสมส่วนใหญ่ของขั้วบวกคือ เมอคูรีออกไซด์แต่เติมกราไฟท์ลงไปเล็กน้อย

เพื่อลดความต้านทานไฟฟ้าของขั้วบวกลง สารเคมีที่เร่งให้เกิดปฏิกิริยาเคมี คือ โปรตัส-เซียมไฮดรอกไซด์ และสารละลายสังกะสีออกไซด์ โดยขีมนอยู่ในวัสดุที่อุดขีมนสารละลายได้

แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเมอคิวรีเซลล์ ที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีของสารตั้งกล่าวคือ 2.35 โวลต์

ถึงแม้ว่าในปัจจุบันราคาของเมอคิวรีจะสูง แต่ก็เป็นที่นิยมใช้ เพราะเมอคิวรีเซลล์มีข้อดี เมื่อเปรียบเทียบกับถ่านไฟฉายธรรมดา คือ มีความจุไฟฟ้าสูงอายุการใช้งานนาน ความต้านทานภายในน้อย แรงเคลื่อนไฟฟ้าคงที่ ถึงแม้อุณหภูมิของบรรยากาศจะเปลี่ยนแปลง การป้องกันการรั่วของสารเคมีทำได้ดี และสามารถทนแรงกระแทกได้

3. แบตเตอรี่ตะกั่วและกรดกำมะถัน เป็นแบตเตอรี่เปียก ผลิตรกระแสไฟฟ้าโดยปฏิกิริยาเคมีของตะกั่วและกรดกำมะถัน ซึ่งสามารถผลิตไฟฟ้าได้เซลล์ละ 2 โวลต์ ดังนั้นความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของแบตเตอรี่แต่ละลูกขึ้นอยู่กับจำนวนเซลล์ของแบตเตอรี่นั้น เช่น แบตเตอรี่ 6 เซลล์สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 12 โวลต์ หรือแบตเตอรี่ 12 เซลล์ สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 24 โวลต์ เป็นต้น

แบตเตอรี่ตะกั่วและกรดกำมะถัน มีขั้วบวกทำด้วยตะกั่วออกไซด์ ขั้วลบทำด้วยตะกั่วบริสุทธิ์และมีน้ำยา คือสารละลายของกรดกำมะถันเมื่อตะกั่วบริสุทธิ์ ตะกั่วออกไซด์และกรดกำมะถัน กระทำปฏิกิริยาเคมีต่อกัน จะได้กระแสไฟฟ้าขึ้น ขณะเดียวกันขั้วบวกคือตะกั่วออกไซด์ จะเปลี่ยนเป็นตะกั่ว ซัลเฟต ขั้วลบคือตะกั่วบริสุทธิ์จะกลายเป็นตะกั่วซัลเฟตและน้ำยา ก็กรดกำมะถันจะกลายเป็นน้ำ

ภายหลังที่แบตเตอรี่ตะกั่วและกรดกำมะถันผลิตรกระแสไฟฟ้าไปนาน ๆ ภายในของแบตเตอรี่ที่ประกอบด้วย ตะกั่วซัลเฟตทั้งขั้วบวกและขั้วลบ น้ำยาจะกลายป็นน้ำ จึงไม่สามารถผลิตรกระแสไฟฟ้าได้อีกต่อไป วิธีการนี้จะทำให้ขั้วบวกกลับเป็นตะกั่วออกไซด์ ขั้วลบกลับเป็นตะกั่วบริสุทธิ์ และน้ำยากลับเป็นสารละลายของกรดกำมะถัน ทำได้โดยการผ่านไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในแบตเตอรี่ ซึ่งเรียกว่า การ "ชาร์จ" แบตเตอรี่ แบตเตอรี่ตะกั่ว และกำมะถันจะกลับคืนสภาพเดิมสามารถผลิตรกระแสไฟฟ้าได้อีก

ส่วนประกอบของแบตเตอรี่ตะกั่วและกำมะถัน

- แผ่นบวก Positive Plate Group
- แผ่นกั้น Ribbed Separators
- แผ่นลบ Negative - Plate Group
- แผ่นพลาสติกกั้น Plastic Buffers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เปลือกแบบเคอรี Moulded Glass Container
- ยางรอง Rubber Insulating Feet
- Plastic Negative - Plate Supports

4. แบบเคอรีต่าง เป็นแบบเคอรีแบบเปียกอีกชนิดหนึ่ง มีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่ใช้ต่างเป็นน้ำยา โดยปกติค้ำที่ใช้เป็นน้ำยาของแบบเคอรีต่าง คือ โปดัสเซียมไฮดรอกไซด์แบบเคอรีต่างผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ในช่วง 1.4 โวลต์ และ 1.1 โวลต์ โลหะที่ใช้ทำขั้วบวกและขั้วลบของแบบเคอรีต่าง มีเป็นคู่ ดังนี้ นิเกิลคู่กับแคทเมียม นิเกิลคู่กับเหล็ก เป็นต้น

แบบเคอรีนิเกิลและแคทเมียม ใช้นิเกิลไฮดรอกไซด์เป็นขั้วบวก และแคทเมียมเป็นขั้วลบ ส่วนแบบเคอรีนิเกิลและเหล็ก ใช้นิเกิลไฮดรอกไซด์เป็นขั้วบวก และเหล็กเป็นขั้วลบ

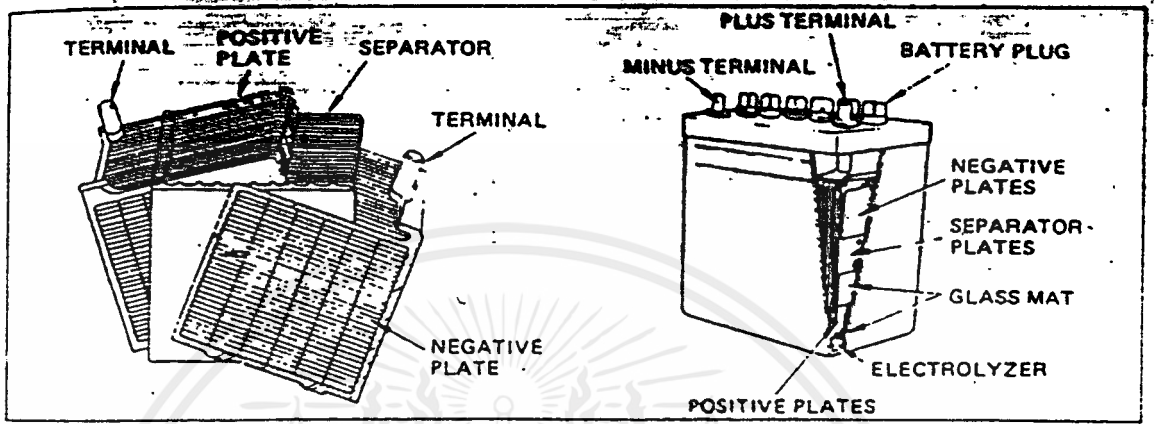
เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของแบบเคอรีนิเกิล และแคทเมียมกับแบบเคอรีนิเกิล และเหล็กจะได้อันนี้ แบบเคอรีนิเกิลและเหล็กมีความจุสูงกว่าแบบเคอรีนิเกิลและแคทเมียม มีอายุการใช้งานนานกว่า ส่วนแบบเคอรีนิเกิลและแคทเมียมมีจุดเด่นคือ มีความต้านทานภายในน้อย ซึ่งทำให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เป็นปริมาณมาก โดยมีการสูญเสียแรงเคลื่อนไฟฟ้าน้อย

เมื่อเปรียบเทียบแบบเคอรีต่าง กับแบบเคอรีตะกั่วและกรก้ามะถันปรากฏว่า แบบเคอรีต่างมีความหนาแน่นทั้งด้านเครื่องกลและไฟฟ้ามากกว่า จึงเหมาะสมที่จะใช้งานสำหรับยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า แต่เมื่อพิจารณาถึงราคาและความต้านทานภายในแล้ว ปรากฏว่าแบบเคอรีต่างมีราคาและความต้านทานภายในสูงกว่า แบบเคอรีตะกั่ว และกรก้ามะถัน ดังนั้นความนิยมใช้แบบเคอรีต่างจึงมีน้อยกว่าแบบเคอรีตะกั่วและกรก้ามะถัน

แบบเคอรี เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานที่สำคัญในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ในรถยนต์ ในขณะที่เครื่องยนต์ยังไม่ทำงาน อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหลายที่อยู่ในรถยนต์จะได้รับพลังงานจากแบบเคอรี แต่เมื่อเครื่องยนต์ทำงาน แบบเคอรีจะรับเอาประจุไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในรถยนต์มาเก็บสะสมไว้ การจ่าย และการรับพลังงานไฟฟ้าของแบบเคอรีเกิดขึ้นได้ด้วยปฏิกิริยาทางเคมีภายในแบบเคอรี

แบตเตอรี่ในรถยนต์ (BATTERY)

ลักษณะแบตเตอรี่ในรถยนต์



แบตเตอรี่ที่ใช้อยู่ในรถยนต์ปัจจุบันเป็นแบตเตอรี่ตะกั่วกรด ซึ่งมีโครงสร้างเป็นส่วนประกอบใหญ่ ๆ ดังนี้

เซลล์ (Cells) คือส่วนที่บรรจุน้ำ กรดเจือจางและแผ่นตะกั่ว ทำจากยางแข็ง หรือพลาสติก เป็นที่ที่น้ำกรดทำปฏิกิริยาทางเคมีกับตะกั่ว แบตเตอรี่แต่ละลูกจะมีอยู่หลายเซลล์ต่อกันรวมกันอยู่ภายใน เพื่อให้มีแรงดันไฟฟ้าตามที่ต้องการจะนำไปใช้งาน แบตเตอรี่ที่มีประจุไฟเต็มแต่ละเซลล์จะมีแรงดันไฟฟ้า 2.1 โวลต์ ดังนั้น ถ้าวัดแบตเตอรี่ลูกหนึ่งที่มี 3 เซลล์ ก็จะมีแรงดันไฟฟ้ารวมเป็น 6.3 โวลต์ และถ้ามี 6 เซลล์ ก็จะมีแรงดันไฟฟ้ารวมเป็น 12.6 โวลต์ ในแต่ละเซลล์ซึ่งกันเป็นช่อง ๆ นี้จะมีช่องสำหรับเติมน้ำกลั่นหรือน้ำยา อิเล็กโทรไลต์และมีฝาปิดอยู่แต่ละช่อง ฝาปิดนี้จะต้องมีรูระบาย เพื่อระบายแก๊สซึ่งเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีภายในให้ออกไปสู่บรรยากาศภายนอกได้ เพื่อป้องกันแบตเตอรี่ระเบิด

แผ่นตะกั่ว (Plates) มีอยู่ 2 ชนิด คือแผ่นบวกและแผ่นลบ ทำเป็นแผ่นซี่ตาราง แผ่นบวกทำจากตะกั่วเปอร์ออกไซด์ แผ่นลบทำจากตะกั่วธรรมดา แผ่นตะกั่วนี้จะเคลือบไว้ด้วยสารที่มีคุณสมบัติเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ได้ ในแต่ละเซลล์จะมีแผ่นบวกและแผ่นลบเรียงสลับกันอยู่เป็นจำนวนหลายแผ่น แต่จะมีแผ่นลบมากกว่าแผ่นบวก 1 แผ่น ดังนั้นในแต่ละเซลล์จะมีแผ่นลบประกบปิดหัวท้ายอยู่เสมอ สารที่เคลือบอยู่ที่แผ่นบวกมีคุณสมบัติยึดเกาะได้น้อย จึงหลุดร่วงได้ง่ายเพื่อป้องกันการหลุดร่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

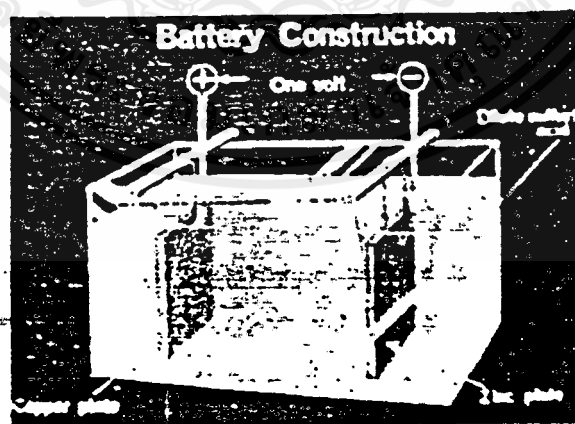
นี้จึงต้องมีแผ่นไฟเบอร์กลาสกันไว้ทั้ง 2 หน้า

แผ่นกั้น (Separator) เพื่อป้องกันการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าอันเนื่องมาจากแผ่นบวก และแผ่นลบลัดวงจรจึงมีแผ่นกั้นสอดอยู่ระหว่างแผ่นบวก และแผ่นลบ เพื่อให้แผ่นตะกั่วทั้ง 2 ตะกั่วกันได้ แผ่นกั้นนี้ทำจากไม้ ยางแข็ง หรือไฟเบอร์กลาส ทำเป็นแผ่นมีร่องเล็ก ๆ แคบ ๆ และเป็นรูพรุน เพื่อให้น้ำยาอิเล็กโทรไลต์สามารถไหลผ่านไปมาได้

น้ำยาอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) สารละลายที่บรรจุอยู่ในแบตเตอรี่สำหรับรถยนต์ เป็นส่วนผสมของน้ำกลั่น 60.8% และกรดกำมะถัน 39.2% เมื่อผสมกันแล้วจะได้น้ำกรดกำมะถันเจือจาง ที่มีความถ่วงจำเพาะ 1.26 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (ค่าความถ่วงจำเพาะของกรดกำมะถัน = 1.3835) พลังงานไฟฟ้าจะเกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารที่เคลือบแผ่นตะกั่วและน้ำยาอิเล็กโทรไลต์

หลักการ กำเนิดพลังงานไฟฟ้าของแบตเตอรี่

เมื่อนำเอาแผ่นสังกะสีและแผ่นทองแดงไปแขวนจุ่มไว้ในภาชนะที่บรรจุกรดกำมะถัน กรดกำมะถันจะไปทำปฏิกิริยาทางเคมีกับแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสี ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วของแผ่นทองแดงกับแผ่นของสังกะสีขึ้นประมาณ 1 โวลต์ นี่คือนักการกำเนิดพลังงานไฟฟ้าของแบตเตอรี่



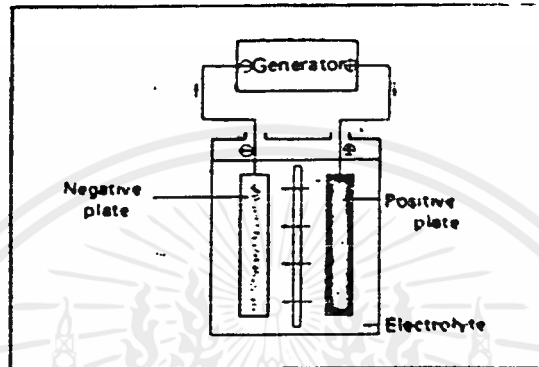
ภาพแสดงการกำเนิดพลังงานไฟฟ้าของแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น. ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยาทางเคมีของแบตเตอรี่เมื่อทำการประจุ

(Chemical reaction when charging)

แบตเตอรี่หลังจากการใช้งานไปชั่วระยะเวลาหนึ่งประจุไฟจะน้อยลง จำเป็นต้องนำไปทำการประจุไฟใหม่จากแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าภายนอก



ภาพแสดงปฏิกิริยาทางเคมีของแบตเตอรี่เมื่อทำการประจุ.

ในขณะที่ทำการประจุไฟเข้าแบตเตอรี่ แก๊สกำมะถันที่เกาะตัวอยู่กับแผ่นตะกั่ว จะแยกตัวออกละลายกับน้ำ ทำให้กรดในแบตเตอรี่มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น เป็นกรดกำมะถัน (H_2SO_4) เจือจาง และค่าความตึงจําเพาะก็จะเพิ่มขึ้น ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นสามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้



ในขณะที่ทำการประจุนี้ จากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ทำให้มีแก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้นมาด้วย ดังนั้นในขณะที่ทำการประจุต้องเปิดฝาปิดช่องเติมน้ำยาออก เพื่อให้แก๊สระบายออกไปได้โดยสะดวก และห้ามทำให้เกิดประกายไฟใกล้กับแบตเตอรี่ที่กำลังทำการประจุอยู่. เพราะแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นเป็นแก๊สที่ไวไฟ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการระเบิดขึ้นได้

ความจุของแบตเตอรี่

ความจุของแบตเตอรี่ คือตัวกำหนดว่าแบตเตอรี่ลูกนั้นมีความสามารถในการจ่ายกระแสไฟได้เป็นอย่างไร โดยจะบอกอัตราการจ่ายกระแสของแบตเตอรี่ลูกนั้นคือชั่วโมง เช่น 32 แอมแปร์-ชั่วโมง 50 แอมแปร์-ชั่วโมง หรือ 100 แอมแปร์-ชั่วโมง โดยจะเทียบอัตราส่วนภายใน 20 ชม.

เช่น แบตเตอรี่ที่มีความจุ 100 แอมแปร์ - ชั่วโมง จะมีความสามารถจ่ายกระแสไฟได้สูงสุด 5 แอมแปร์ เป็นเวลานาน 20 ชั่วโมง เป็นต้น

ความจุของแบตเตอรี่จะผันแปรไปตามอุณหภูมิ ตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่ที่มีความจุ 100 แอมแปร์ - ชั่วโมงมีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิลดลงเหลือ 0 องศาเซลเซียส จะเหลือค่าความจุ 90 แอมแปร์ - ชั่วโมง และเมื่ออุณหภูมิลดลงถึง 15 องศาเซลเซียส จะเหลือค่าความจุเพียง 70 แอมแปร์ - ชั่วโมง นี่เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การสตาร์ทเครื่องยนต์ติดยากในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ

แบตเตอรี่ที่มีประจุอยู่เต็ม หากทิ้งไว้โดยไม่มีการใช้งาน มันจะมีการคายประจุออกเนื่องมาจากเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นภายในอย่างช้า ๆ ซึ่งเราเรียกว่า "การคายประจุโดยตัวเอง" (Self discharging) ปฏิกิริยาการคายประจุโดยตัวเองนี้ จะทำให้แบตเตอรี่สูญเสียพลังงานไปวันละประมาณ 0.5% ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และวันละประมาณ 1% ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงควรจะนำแบตเตอรี่ที่ไม่มีการใช้งานไปทำการประจุใหม่ทุก ๆ 2 สัปดาห์ เพื่อให้แบตเตอรี่ที่มีประจุเต็มอยู่เสมอ และเพื่อป้องกันการเกาะตัวของเกลือกำมะถันที่จะไปจับกับแผ่นตะกั่ว ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลูกนั้นลดลง และเป็นการยากที่จะแก้ไขให้คืนสู่สภาพเดิมได้

มาตรฐานของการใช้กระแสในการประจุไฟ

แบบของแบตเตอรี่	ขนาดของกระแสที่ใช้ในการประจุ
MC 6 - 6	6 แอมแปร์
MC 7-6	7 แอมแปร์
MC 8-6	8 แอมแปร์
MC 9-6	9 แอมแปร์
MC 10-6	10 แอมแปร์
MC 12-6	12 ^F แอมแปร์
MC 13-6	13 แอมแปร์
MC 3-12	3 แอมแปร์
MC 4-12	4 แอมแปร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบของแบตเตอรี่	ขนาดของกระแสที่ใช้ในการประจุ
MC 5 -12	5- แอมแปร์
MC 6 -12	6 แอมแปร์
MC 7 -12	7 แอมแปร์
MC 8 -12	8 แอมแปร์
MC 9--12	9 แอมแปร์
MC10 -12	10 แอมแปร์
MC12 -12	12 แอมแปร์
MC13 -12	13 แอมแปร์
N740	2.5 แอมแปร์
2SMB	4 แอมแปร์
N 100-12	8 แอมแปร์
N 120-12	9 แอมแปร์
4 NEV	4 แอมแปร์

$\text{Work} = P \cdot t$
 $= I \cdot E \cdot t \quad E, (\text{Ah})$

$\text{Work} = E \cdot (\text{Ah})$
 $\text{Ah} = \text{จำนวนแอมแปร์} \cdot \text{ชั่วโมงของแบตเตอรี่}$

ข้อควรจำ

- หน่วยวัดกำลัง "กำลังม้า" ในวิชาเครื่องกลก็คืและ "วัตต์" ในวิชาไฟฟ้าก็คื เปลี่ยนแปลงถึงกันและกันได้ เพราะกำลังงานนั้นเปลี่ยนรูปได้ คือ

$$1\text{PS} = 0.736 \text{ kw} = 736 \text{ w}$$

$$1\text{HP} = 0.746 \text{ kw} = 746 \text{ w}$$

$$1\text{kw} = 1.36 \text{ PS}$$

$$1\text{kwh} = 860 \text{ kcal}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สมรรถนะของแบตเตอรี่ ที่วัดเป็น "แอมแปร์- ชั่วโมง" นั้นแท้จริงหมายถึง อัตราที่จำนวนกระแสไฟที่สามารถจ่ายออกจากแบตเตอรี่นั้น ๆ โดยเริ่มจากไฟเต็มหม้อ ติดต่อกลอด 20 ชั่วโมง โดยสม่ำเสมอ หากต้องจ่ายกระแสไฟด้วยจำนวนที่มากกว่ากระแส 20 ชั่วโมง สมรรถนะของแบตเตอรี่จะลดลงดังนี้

ระยะเวลาใช้งานแบตเตอรี่	สมรรถนะแบตเตอรี่
20 ชั่วโมง	100%
10 ชั่วโมง	89%
5 ชั่วโมง	67%

สรุป ขนาดกำลังเคลื่อนไฟฟ้าของ แบตเตอรี่ ชนิดของกำลังของแบตเตอรี่ ที่เลือกมาใช้ คือ 12 โวลต์ ซึ่งจะมีค่าเป็นแอมป์ ซึ่งสามารถจ่ายแอมป์ได้ดังนี้

รถมอเตอร์ไซค์	รถยนต์	รถบรรทุก
5 A	35 A	120 A
7.5 A	50 A	150 A
10 A	75 A	17 A
15 A		

การหาค่ากระแสไฟที่ใช้ $I_2 = \frac{P}{E}$
 $P =$ กำลังที่ส่องสว่าง
 $E =$ แรงเคลื่อนที่ใช้งานของหลอด
 $I_2 =$ กระแสที่หลอดต้องการ (I of Lamp)

ถ้าเลือก 12 โวลต์ 75แอมป์ ก็จะได้จากจำนวนหลอดไฟที่ใช้ในชุดไฟสัญญาณมากำหนดหา E = แรงเคลื่อนที่ใช้งานของหลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.4 สวิตช์ไฟฟ้า

สวิตช์ไฟฟ้าทำหน้าที่ตัดวงจร หรือต่อเข้าด้วยกันด้วยการสัมผัสของตัวนำไฟฟ้า ให้ครบวงจร การทำงานของสวิตช์ควบคุมด้วยระบบแมกคานิก

ลักษณะของสวิตช์มีมากมายหลายชนิด แล้วแต่หน้าที่การทำงาน หรือลักษณะการเปิดปิดวงจร แบ่งออกเป็น

1. สวิตช์โยก (Toggle Switch)

ลักษณะการใช้งานเป็นการโยกก้านสวิตช์ให้ทำงาน จำนวนขาของสวิตช์แล้วแต่หน้าที่การใช้งาน โดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไป



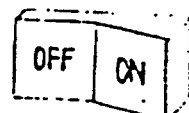
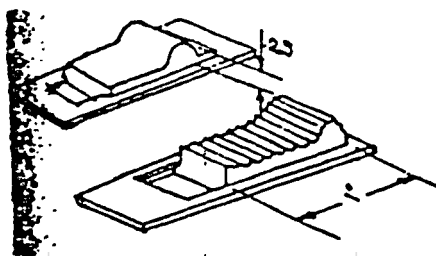
2. สวิตช์เลื่อน (Slide Switch)

คล้ายก้านสวิตช์โยก แต่การใช้งานโดยการเลื่อนปุ่มสวิตช์ ซึ่งอาจจะมีจังหวะการเลื่อนหลาย ๆ ช่วง

3. สวิตช์กด (Push Button Switch)

ทำงานโดยการใช้มือกด แบ่งเป็น

- สวิตช์กดติด กดดับ Momentary Switch
- สวิตช์กดติดปล่อยดับ Lock Switch



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สวิทซ์หมุน (Rotary or Selector Switch)

มีหลายขา ส่วนมากจะใช้ในหน้าที่ เลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง เช่น การเลือกช่วงคลื่นในวิทยุ

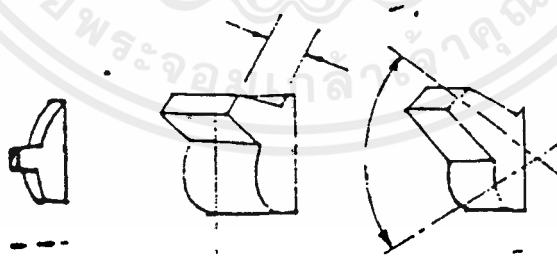


5. สวิทซ์จิ๋ว (Micro Switch)

เป็นสวิทซ์ที่มีความเชื่อถือได้สูง สามารถทนแรงเคลื่อนและกระแสได้หลาย ๆ แอม-แปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำไฟฟ้าเคลือบด้วยทอง ทำให้นำไฟฟ้าได้ดี ลักษณะการทำงานของสวิทซ์โดยสัมผัสเพียงเบา ๆ ที่ปุ่มเล็ก ๆ โดยปรกติแล้วจะต้องมีกลไกเข้ามาประกอบ เพื่อทำหน้าที่กดสวิทซ์ เพราะว่ามีปุ่มกดเล็กเกินกว่าที่จะใช้นิ้วกดโดยสะดวก ไมโครสวิทซ์นี้มีหลายขนาด จำนวนขาที่ใช้ตั้งแต่ 2 - 3 ขาขึ้นไป

6. Modified Toggle Switch

เป็นชนิดที่นิยมกันมาก นิยมใช้ในบ้าน



สรุปสวิทซ์ไฟฟ้า

ลักษณะสวิทซ์ใหม่มีมากมาย แต่สามารถสรุปได้ดังนี้

1. สวิทซ์โยก แล้วแต่หน้าที่การใช้งาน
2. สวิทซ์เลื่อน

3. สวิทช์กด นิยมใช้กับการปิดวงจรชั่วคราว
4. สวิทช์หมุน / นิยมใช้กับงานเลือกเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง
5. สวิทช์จีว ออกแบบมาเพื่อใช้งานเฉพาะ
6. Modified Toggle Switch นิยมใช้ภายในบ้าน

3.6.5 สายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะสายไฟฟ้าเป็นตัวนำที่จะทำให้กระแสไฟไหลผ่านไป ตามสายจากแห่งหนึ่งไปอีกแห่งหนึ่งได้ตามต้องการ สายไฟฟ้าที่นิยมใช้ในงานทั่ว ๆ ไปมีหลายขนาดที่ ควรทราบ ดังนี้

1) สายหุ้มฉนวน

ก. สายหุ้มยาง

ทำด้วยลวดทองแดง จะเป็นเส้นเดี่ยว หรือหลายเส้น ขึ้นอยู่กับชนิดของงาน ที่นำมาใช้ภายนอกหุ้มฉนวนด้วยดีบุก หรือยาง แบบที่นิยมใช้กันมาก

ข. สายหุ้มพลาสติก

ส่วนมากมักทำเป็นสายหลาย ๆ เส้น ที่หุ้มด้วยพลาสติกเพื่อให้อ่อนตัวได้ง่าย ผู้ผลิตมักทำเป็นสายคู่ติดกัน

ค. สายไหม

ภายในทำเป็นลวดทองแดงหลายเส้นหุ้มด้วยยาง แล้วหุ้มทับด้วยไหมอีกทีหนึ่ง มักทำเป็นเส้นคู่บิดเป็นเกลียว เหมาะสำหรับติดเต้าเสียบเข้ากับกระจุ๊บหลอด

ง. สายเดี่ยวและสายคู่ (P.V.C., Poly Vinyl Chloride)

เป็นสายไฟทำด้วยลวดทองแดง หุ้มด้วยฉนวนหลายชั้น ภายนอกสุดมักเป็นฉนวน สีขาว สายไฟชนิดนี้มีฉนวนหุ้มแข็งแรงมาก มีทั้งชนิดคู่และเดี่ยว นิยมใช้กันแพร่หลาย

2) สายอบ หรืออาน้ำยา

เป็นฉนวน ส่วนมากเป็นลวดทองแดงเส้นเล็ก ๆ ใช้น้ำยาเคมีเคลือบเป็นฉนวนตลอด สาย ใช้ในงานพันมอเตอร์ ฯลฯ

สายไฟที่นิยมใช้โดยทั่วไป คือสายที่ทำจากลวดทองแดง มีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 98 ส่วนใน 100 และหุ้มฉนวนไว้สำหรับรับแรงดันไม่ต่ำกว่า 250 โวลต์ สายไฟที่ใช้มีอุณหภูมิไม่เกิน 40 และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดตามตารางนี้

ตารางที่ 3 แสดงกระแสไฟสูงสุดในสายไฟ

ขนาดพื้นที่/ตารางมิล	กระแสสูงสุดในสายเป็นแอม
0.5	3
1.0	6
1.5	8
2.5	12
4	16
6	22
10	30
16	42
25	48
35	70
50	88
70	105
70	144

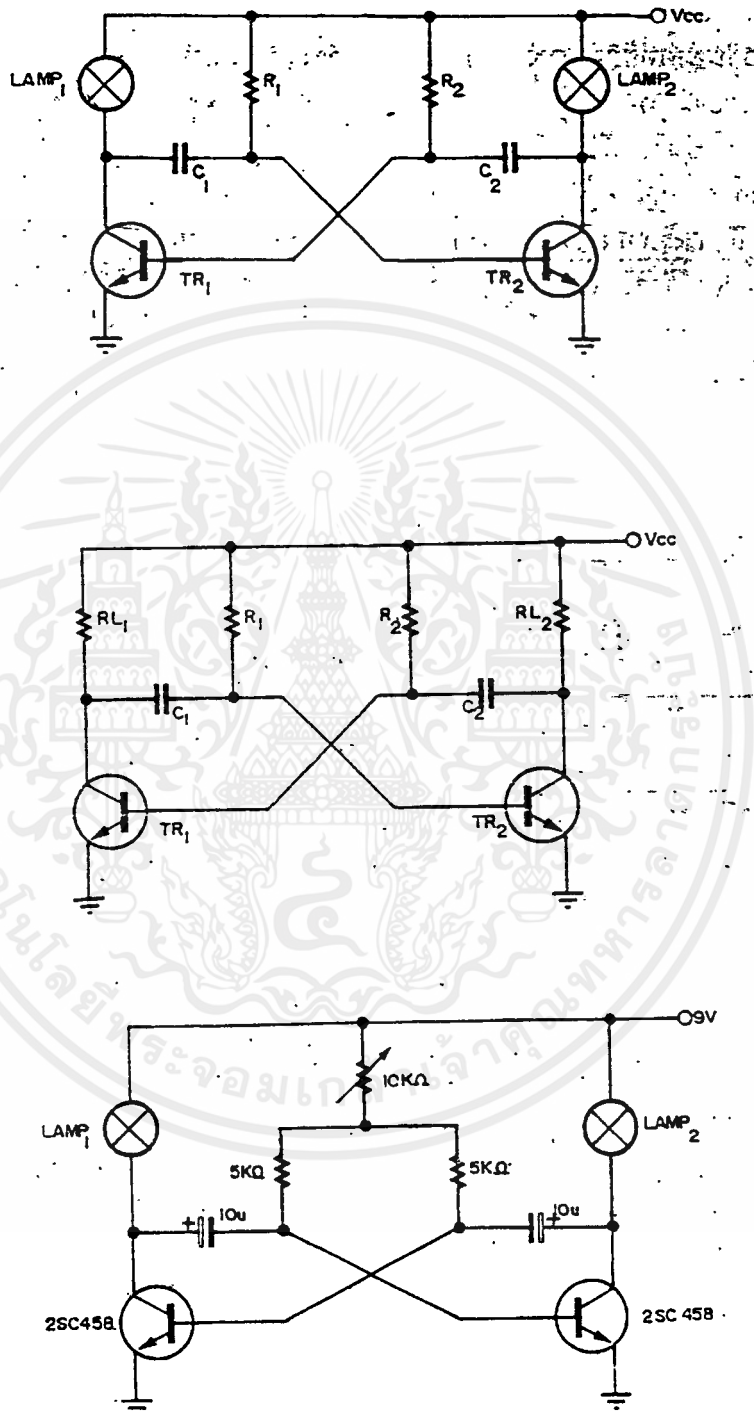
สรุป ข้อมูลสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นเพราะเป็นตัวทำให้กระแสไฟไหลผ่านไปตามสาย ซึ่งไปเปลี่ยนค่าพลังงาน กลายเป็นค่าความร้อน สายที่นำมาพิจารณา คือประเภท (สายหุ้มฉนวน)

1. สายหุ้มยาง
2. สายหุ้มพลาสติก
3. สายไหม
4. สายเคเบิลและสายคู่

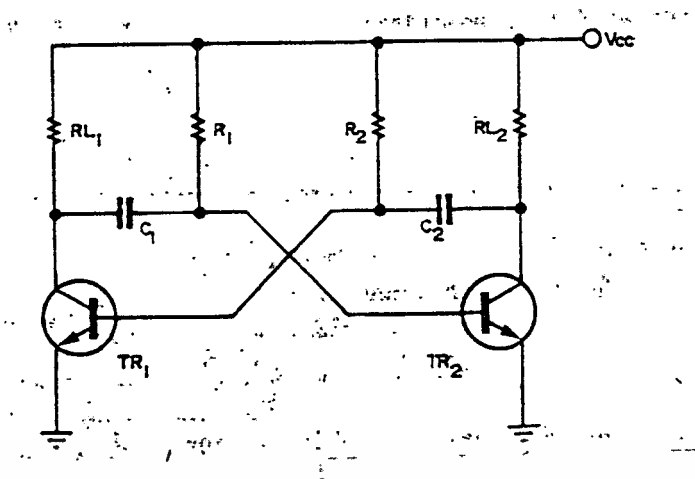
สรุป เลือกใช้สายหุ้มพลาสติกทำจากลวดทองแดง อ่อนตัวได้ง่าย และตรงกับประเภทการใช้งาน

3.6.6 รูปแบบของวงจรไฟกระพริบ

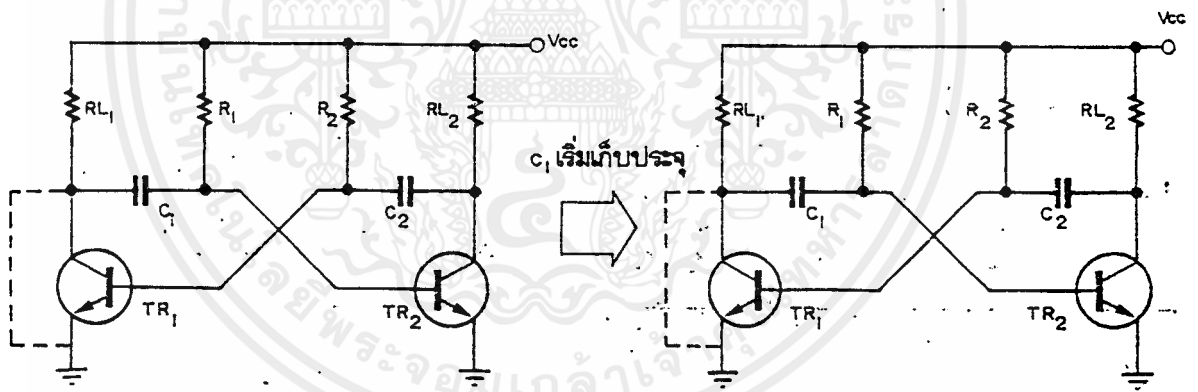


รูปที่ 20 วงจรอะอสเตเบิลล์มัลติไวเบรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 21 วงจรอะอสเตเบิล-มัลติไวเบรเตอร์



รูปที่ 22 เมื่อสมมุติให้ TR_1 off ขา B ของ TR_2 จะมีโวลเตจสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป รูปแบบของวงจรไฟกระพริบ

รูปที่ 23	รูปแบบของวงจรไฟกระพริบ	
Ra Rb	= 180 k	$\frac{1}{4}$ W 5% = 2 ตัว
C ₁	= 10 uf	eleclightic = 1 ตัว
Tv1	= BC 547	= 1 ตัว
RC	= 1.2 K	$\frac{1}{4}$ W 5% = 1 ตัว
IC LM 555		= 1 ตัว
RY 12 V 5A		= 1 ตัว
Tv BC 547		= 1 ตัว
SW DC		= 1 ตัว

หมายเหตุ

R	= RESISTER	(ตัวต้านทาน)
C	+ CAPACITER	(ตัวเก็บประจุ)
Tr	= TRANSISTOR	(ตัวทับศัพท์)
IC	= INTEGRATED CIRCUITS	(วงจรรวม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 วัสดุโครงสร้างหลัก

3.7.1 เหล็ก

คุณสมบัติและลักษณะทั่วไปของเหล็ก

เหล็กบริสุทธิ์มีความเหนียว อ่อนตัวสูง มีความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 20 ช. หลอมเหลวที่ 1539 ช. และจะเค็คือเป็นไอที่ 2450 ช. เหล็กจัดเป็นโลหะที่จัดว่ามีความแข็งแรงมากประเภทหนึ่ง การยึดประกอบ การตกแต่งก็สามารถทำได้โดยง่าย แต่เหล็กก็มีข้อเสียที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง คือ สามารถรวมตัวกับออกซิเจนได้ดี ทำให้เป็นสนิมได้ง่าย ทำให้ขาดคุณสมบัติการบำรุงรักษาที่ดี และยังทำให้ผู้กร่อนด้วย

ชนิดของเหล็กที่ผลิออกมาสู่ตลาด

1. เหล็ก
 2. เหล็กอ่อน
 3. เหล็กกล้า แบ่งเป็น 3 ชนิด
 - เหล็กกล้าชนิดอ่อน ได้แก่ เหล็กเส้นก่อสร้าง ตะปู ตั้วดึงรถยนต์
 - เหล็กกล้าประภคิ ใช้ทำเครื่องมือช่างไม้ เครื่องจักรรถแทรกเตอร์
 - เหล็กกล้าแข็ง ใช้ทำมีดคิลิง ตะไบ เหล็กสกัด
 4. เหล็กคาร์บอน และเหล็กผสม
- ความแข็งแรงน้อยขึ้นอยู่กับส่วนผสมในเนื้อเหล็ก

รูปแบบของเหล็กที่ใช้กันทั่วไปในปัจจุบัน

1. เหล็กเส้นกลมตัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/16-9 นิ้ว ยาว 6 เมตร
2. เหล็กแผ่น หนา 1/32-4 นิ้ว ขนาด 4 8 ฟุต
3. เหล็กกลวงรูปสี่เหลี่ยม กว้าง 1/4-4 1/2 นิ้ว
4. ท่อเหล็กกลมกลวง เส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2-6 นิ้ว
5. เหล็กพืดหนา
6. เหล็กรูปตัว ยู และ ซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปคุณสมบัติของเหล็กพ่นสี

- ข้อดี**
- มีความแข็งแรง รับน้ำหนักได้ดี
 - การขึ้นรูปได้ง่าย
 - การยึดประกอบและแต่งได้ง่าย
 - ทาสีได้ง่าย
 - มีราคาถูก

- ข้อเสีย**
- เป็นสนิมผุกร่อนได้ง่าย
 - มีน้ำหนักมาก
 - การบำรุงรักษาทำได้ยาก

3.7.2 อลูมิเนียมและอลูมิเนียมผสม

คุณสมบัติและลักษณะทั่วไปของอลูมิเนียม

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่น้ำหนักเบา โลหะผสมของอลูมิเนียมบางอย่างมีความแข็งแรง เช่น เหล็กเหนียวธรรมดา และมีคุณสมบัติในการกัดกร่อน เป็นออย์รงดี ตั้งจะอยู่ในอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส การกัดกร่อนของสารเคมีต่าง ๆ ในสภาวะปกติ ไม่มีเกลือ และสารเป็นพิษปรากฏอยู่ อลูมิเนียมบริสุทธิ์ เป็นสารละลายที่นำไฟฟ้าและความร้อนที่ดี นอกจากนั้นอลูมิเนียมเป็นโลหะที่ไม่มีประกายไฟ และไม่เป็นสื่อผ่านเหล็กเช่นกัน

อลูมิเนียมสามารถทำเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ เช่น เป็นแผ่น เส้น พรอยด์ ได้โดยวิธีการ หล่อ รีด ขึ้นรูป บี้ม คึง นอกจากนี้ยังสามารถขึ้นรูปด้วยค้อน ที่ด้วยความร้อน มีคุณสมบัติ ในการกลึง ตกแต่งได้ง่าย แต่การใช้ความเร็วในการกลึงแต่งเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่ง ของการ ทำชิ้นส่วนอลูมิเนียม ฉะนั้นต้องเลือกความเร็วในการกลึงแต่งให้ถูกต้อง

อลูมิเนียมบริสุทธิ์หลอมละลายที่อุณหภูมิ 1220 ๑

อลูมิเนียมผสมมีจุดหลอมละลายที่ระหว่าง 900- 1220 ๑ (แล้วแต่ส่วนผสมของแต่ละ ชนิดที่ผสมอยู่)

อลูมิเนียมผสม เป็นอลูมิเนียมที่มีส่วนผสมของสารอื่น ๆ ส่วนผสมที่ผสมลงไปมีส่วนทำให้ อลูมิเนียมมีคุณสมบัติเปลี่ยนไป ในเรื่องความแข็งแรง การทนต่อการรับน้ำหนัก สารที่นิยมผสมลงไป ได้แก่ ซิลิกอน แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง มังกานีส

อลูมิเนียมอัลลอยด์ในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายร้อยชนิด แต่ที่นิยมนำมาใช้ทำชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ในเมืองไทยมีอยู่ไม่กี่ชนิด แต่ละชนิดก็ใช้งานที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่ต้องการสำหรับงานนั้น ๆ

สรุปคุณสมบัติของอลูมิเนียม

- | | |
|---------|--|
| ข้อดี | <ul style="list-style-type: none"> - น้ำหนักเบามาก (1/3 เท่าของเหล็ก) - ไม่เป็นสนิม - ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี - หาซื้อได้ง่าย - ชักรูปได้ง่าย - เมื่อชุบสีแล้วจะเพิ่มความแข็งแรงขึ้นมา - อายุการใช้งานพอประมาณ - ราคาถูกกว่าสแตนเลส แต่แพงกว่าเหล็ก - การบำรุงรักษาง่าย |
| ข้อเสีย | <ul style="list-style-type: none"> - เกิดรอยขีดข่วนได้ง่าย - รับน้ำหนักได้ไม่มีการแอนตัว |

3.7.3 สแตนเลส

คุณสมบัติและลักษณะทั่วไปของสแตนเลสสตีล

สแตนเลสสตีล เป็นโลหะเปลือยประเภท เฟอร์รัส ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วยเหล็ก โครเมียม นิกเกิล และธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย สแตนเลสสตีลมีมากมายหลายชนิด สามารถนำมาใช้ให้เหมาะสมต่อความต้องการของเราได้ โดยปรกติผิวของสแตนเลสสตีล จะมีผิวสีคล้ายเงิน และ

มีลักษณะเป็นมัน สแตนเลสสตีลนิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหาร งานสถาปัตยกรรม ที่ต้องการความสวยงาม ใช้ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร โดยไม่ต้องมีการทาสี หรือเคลือบผิว เพื่อป้องกันการผุกร่อนเลย

คุณสมบัติทางกายภาพของสแตนเลสสตีล ก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ผสมลงไปขณะหลอมละลายอยู่ ซึ่งต้องระมัดระวังควบคุมอุณหภูมิ และบรรยากาศของก๊าซต่าง ๆ ด้วย

สแตนเลสสตีลมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนผสมที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปมีส่วนผสมหลัก คือ เหล็ก นิกเกิล โครเมียม

แบ่งออกได้ 3 ประเภทใหญ่ตามชนิดของโครงสร้าง คือ

1. จะประกอบด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียม 18% นิกเกิล 8% และธาตุอื่น ๆ ผสมประมาณ 2 - 4%
2. จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียม อยู่ระหว่าง 11.5 - 17% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 1.2% ประเภทนี้มีความแข็งแรงอยู่มากแต่เปราะ
3. จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 17 - 27% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2% ประเภทนี้จะมีคุณสมบัติอ่อนและเหนียวมาก

สรุปคุณสมบัติของสแตนเลสสตีล

- | | |
|---------|---|
| ข้อดี | <ul style="list-style-type: none"> - มีความแข็งแรงทนทานมาก - ไม่เกิดสนิม - อายุการใช้งานยาวนานมาก - ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี - การบำรุงรักษาง่าย - ผิวมีความมันวาว นิยมใช้ผิววัสคู |
| ข้อเสีย | <ul style="list-style-type: none"> - มีน้ำหนักมาก - ราคาแพงมาก |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การซื้อขาย
- การผลิต พับชั้นรูปได้ยาก
- การซ่อมเชื่อมค่อทำให้ฉนวนเสีย

สรุปวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลัก

- เหล็ก
- อลูมิเนียม
- สเตนเลส

วัสดุเหล่านี้มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ซึ่งจะต้องนำไปวิเคราะห์เพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ต่อไป

3.7.4 การเลือกใช้พลาสติก

โดยปกติบริษัทผู้ผลิตจะสามารถให้ข้อมูลในการเลือกใช้พลาสติกแก่ลูกค้าได้เป็นอย่างดีและยังสามารถแนะนำเทคนิคการทำงานต่าง ๆ เช่น การควบคุมอุณหภูมิในกระบอกสูบหลอมพลาสติก ความกันอัดฉีกพลาสติกที่สัมพันธ์กับความหนืดของพลาสติก การควบคุมอุณหภูมิในแม่แบบ เพื่อให้การทำงานได้ผลดียิ่งขึ้น

พลาสติกที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ผลิตเรือนหรือส่วนประกอบในอุปกรณ์ไฟฟ้า ในตระกูลเทอร์โมพลาสติกที่สำคัญและนิยมใช้มาก ได้แก่

1. CELLULOSEACETATE (CA)

ชื่อทางการค้า : Ecaron Cellidor A

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ด ผสมสารทำให้อ่อนในปริมาณแตกต่างกัน มีแบบใสเหมือนแก้ว และย้อมสีได้ทุกชนิด

คุณสมบัติทั่วไปของผลผลิต : เหนียวมาก เหมาะสำหรับฉีกหุ้มโลหะ จับถือได้ ทนการขีดข่วนและไม่สั่นเมื่อถูกแรงจذب ฝวมัน ฝุ่นไม่จับ ทึบเสียง การคงรูปจะถูกจำกัดด้วยอิทธิพลของความชื้นและความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : ใช้ทำกระดุม หวี เครื่องประดับ กรอบแว่นตา ค้ำมมิด ค้ำมซ้อนซ่อม ส่วนประกอบของเฟอร์นิเจอร์ ของเท็กเลน สันรองเก้าอี้ อุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องเขียน เครื่องใช้ในบ้าน เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า วิทยุ โทรทัศน์ และโทรศัพท์ ฯลฯ

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน ๆ : max 60 - 85° C

การทนต่อสารเคมี : ทนต่อเบนซิน น้ำมันเครื่อง ไขมัน ทนต่อแอลกอฮอล์ และ เบนโซนได้ออกไซด์ ไม่ทนต่อกรด ค่าง ESTER, KETONE, ETHER และสาร CHLORINATED HYDROCARBON

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวไฟจะติดต่อไปหลังจากจุดเปลวสีเขียวเหลือง แดกประกาย และหยด กลิ่นคล้ายกรณน้ำส้ม (กักจุก) และคล้ายกระดาษไหม้ไฟ

ความหนาแน่น (P) ที่อุณหภูมิ 20° C เท่ากับ 1.3 g/cm³

ระยะเวลาอบแห้ง (ก่อนนำเข้าเครื่องฉีด) 1.5 - 2 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 80° C

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.5 - 0.7%

2. CELLULOSEACETOBUTYRATE (CAB)

ชื่อทางการค้า : ellidor B

สีและลักษณะที่ขยายตามห้องตลาด : เป็นเม็ดใสและข้อมสีได้ทุกสี

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : ความแข็งแรงทางกลดี ทนต่อความร้อนและความชื้น ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของคินฟ้าอากาศ ผิวเรียบดี ไม่มีแนวโน้มที่จะทำให้แตกร้าวง่าย เหมาะสำหรับ ฉีดหุ้มโลหะ ชิ้นส่วนโต ๆ ทึบเสียง เกิดประจุไฟฟ้าสถิตย์น้อย (ไม่ดูดฝุ่นมาติดได้ง่าย)

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : ทวงมาลัยรถยนต์ หรือหุ้มทวงมาลัยรถยนต์ ชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ มือถือของกระเป๋า จอโทรทัศน์ ค้ำมจับเครื่องมือ เครื่องใช้ไฟฟ้า แผงสวิทช์ ไฟฟ้า

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : max 70° C

การทนต่อสารเคมี :

ทนต่อกรดอ่อน ค่างอ่อน เบนซิน น้ำมันเครื่อง และไขมัน

ทนต่อแอลกอฮอล์ได้ไม่ดี

ไม่ทนต่อกรดแก่ ค้างแก่ *ESTER CHLORINATED HYDROCARBON และเบนโซ

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวไฟจะติดต่อไปหลังจากจุด เปลวไฟสีเหลืองจ้ำ

หยดเป็นหยด

กลิ่น : เหมือนกรดเนย และกระดาษไหม้

ความหนาแน่น (P) ที่อุณหภูมิ 20 C เท่ากับ 1.18 g/cm²

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.4 - 0.7%

3. ETHYLCELLULOSE (EC)

ชื่อทางการค้า : Trolit AE

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ดข้อมสี โปร่งแสง และสีเข้ม

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : มีความเหนียวเป็นพิเศษ แต่ทนความร้อนได้ไม่มาก

ตัวอย่างในการใช้งาน (จากกรรมวิธีการฉีด) : หลอดบ้น้ำยา หุ้มพวงมาลัยรถยนต์

ดูโทรศัพท์ ฯลฯ

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : max. 60 C

การทนต่อสารเคมี :

ทนต่อกรดอ่อน และด่างอ่อน ทนต่อแอลกอฮอล์ได้ไม่ดี

ไม่ทนต่อกรดแก่ ค้างแก่ Ester: เบนซีน และเบนโซ

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : จะติดไฟต่อไปหลังจากจุด เปลวสีเหลืองจ้ำ

กลิ่น : คล้ายกระดาษไหม้

อัตราการหดอยู่ระหว่าง 0.4 - 0.7%

4. POLYSTYRENE แบบธรรมดา (PS₁)

ชื่อทางการค้า : Polystyrene III, Vestyron D, LO, VT, EF

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ดลักษณะต่าง ๆ เช่น ทรงระบอบ

ทรงเหลี่ยมหรือเม็ดคล้ายไข่มุก สีเหมือนแก้ว ข้อมสีตั้งแต่สีจางจนถึงสีเข้ม

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : มีความแข็งแรง คงทน มีค่า Dielectricity
ดี ทนต่อความชื้นและน้ำ ไม่มีรสและไม่มีกลิ่น มีแนวโน้มที่จะแตกร้าวได้ง่าย

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : ชิ้นส่วนก่อสร้าง ฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้า
และโพรทอนาคทที่ไม่ได้รับการกระทบกระเทือนมาก เครื่องใช้ในบ้าน เครื่องเขียน ชิ้นส่วนสำหรับ
โฆษณา เครื่องประดับ ขวดโหล และภาชนะขนาดเล็ก

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : max. 60 - 70 °C

การทนต่อสารเคมี :

ทนต่อการกัด ก้าง แอลกอฮอล์ และน้ำมันแร่

ทนต่อน้ำมันสัตว์และพืชได้จำกัด

ไม่ทนต่อ Ester, Ketone, Ether, Chlorinated hydrocarbon,

Benzol และเบนซิน

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : ดิบไปต่อไปหลังจากจุด เปลวจ้า มีเขม่ามาก

กลิ่น : กลิ่นของหวาน

ความหนาแน่น (P) ที่อุณหภูมิ 20° เท่ากับ 1.05 g/cm³

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.4 - 0.6%

5. POLYSTYRENE ชนิดทนความร้อน (PS₂)

ชื่อทางการค้า : Polystyrene 51, EH; Vestyren N, S

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : สีเหมือนแก้วและข้อมสีทุกสี (สีธรรมชาติ
ในออกเหลืองเล็กน้อย)

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : ทนความร้อนสูง คงรูป และทนต่อความชื้น มีค่า
DEIELECTRICITY ดี มีแนวโน้มที่จะร้าวได้ง่าย ไม่มีสีและกลิ่น

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : เครื่องมือในครัวที่ต้องถูกกับความร้อนบ้าง
เช่น ช้อนส้อม มีด หลอดดูด ช้อนสลัด กล่องเก็บของในตู้เย็น ชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า ลินค้า
เสริมสวย

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : max. 70 - 95 °C

การทนต่อสารเคมี :

ทนกรดและด่างอ่อน เบนซีน น้ำมันและไขมัน

ทนด่างแก่ แอลกอฮอล์ ESTER ได้จำกัด

ไม่ทนต่อกรดแก่ Ester, Ketone, Chlorinated, Hydrocarbon,

Benzol

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวจะยังติดต่อไป หลังจากจุด เปลวจ้า และมีเขม่ามาก

กลิ่น : กลิ่นของหวาน หรือยาง

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.5 - 0.6%

6. POLYSTYRENE ชนิดทนแรงกระแทก (PS₃)

ชื่อทางการค้า : Polystyrene EF, Vestyron 540, 550, 551, 560, 570, 571

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เม็ดข้อมสี

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : แข็ง คงรูปดี มีค่า

ทนแรงกระแทก แข็งและเหนียว ไม่มีรสและกลิ่น

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : เรือนโทรทัศน์ วิทยุ โทรทัศน์ ประตูกุญแจ ใช้เป็นสวิทช์ไฟ เครื่องใช้ในครัว ของเด็กเล่น ใช้หีบห่อ

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : 60 - 70° C

การทนต่อสารเคมี :

ทนกรดอ่อน และด่างอ่อน

ทนต่อกรดแก่ ด่างแก่ แอลกอฮอล์ น้ำมัน และไขมันได้จำกัด

ไม่ทนต่อ Ester, Ether, Ketone, Chlorinated Hydrocarbon

Benzol และ เบนซีน

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : ติดไฟต่อไฟหลังจุดเปลวจ้า มีเขม่ามาก

กลิ่น : กลิ่นของหวานหรือกล้ายาง คันจุก

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.4 - 0.6%

7. STYRENE - ACRYLNITRILE COPO LYMERISATE (SAN)

ชื่อทางการค้า : Luran ; Vestoran

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ดเหมือนใสเหมือนแก้ว ย้อมสีชนิดโปร่ง
แสงจนถึงทึบแสง

คุณสมบัติทั่วไปของผลผลิต : แข็ง เหนียว ทนต่อการขีดข่วนและเสียดสี ทนต่อ
ดินฟ้าอากาศดีมาก

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : เรือนและส่วนประกอบเครื่องใช้สำหรับ
รักษาความสะอาดบ้านเรือนและสำนักงาน วิทยุ โทรทัศน์ เครื่องใช้ในบ้านและเครื่องครัว ที่มี
คุณภาพสูง

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : max. 85° C

การทนต่อสารเคมี :

ทนน้ำร้อน สารละลายของสารอินทรีย์ เช่น กรด และด่างอ่อน น้ำมันเครื่อง
และไขมัน

ไม่ทนต่อกรดแก่, Chlorinated Hydrocarbon, Ester, Ether

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวจะติดต่อไปหลังจากจุดมีเขม่ามาก

กลิ่น : กัดจมูก คล้ายยางธรรมชาติ

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.4 - 0.6%

8. ACRYLNITRILE - BUTADIEN - STYRENE (ABS)

ชื่อทางการค้า : Novodur W, W20, H; Lustran, estodur

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ดย้อมสี (สีธรรมชาติออกเหลืองน้ำตาล)

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : เหนียว ทนการกระแทก มีความแข็งแรงสูง ทึบ
เสียง ทนต่อดินฟ้าอากาศ และไม่เสื่อมสภาพ มีค่า Dielectricity ที่ ไม่มีสิ่งเป็นพิษตกค้าง

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : ส่วนประกอบภายในรถยนต์ เรือนและส่วน
ประกอบของเครื่องใช้สำนักงาน โทรศัพท์ เครื่องใช้ในบ้านและในครัว ดังสำหรับขนส่งของเหลว
เรือนและส่วนประกอบที่สำคัญของวิทยุ โทรทัศน์ เทปอัดเสียง และของเด็กเล่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : 60- 80° C

การทนต่อสารเคมี :

ทนต่อด่างและกรดอ่อน เบนซิน น้ำมันเครื่อง ไขมัน

ไม่ทนต่อกรดแก่ Chlorinated hydrocarbon, Ester, Ketone, Ether

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวจะติดต่อไปหลังจุก เปลวจ้าและมีเขม่ามาก

กลิ่น : คล้ายของหวาน หรือคล้ายยาง กัดจมูก

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.4 - 0.6 %

9. POLYMETHYLMETHACRYLATE (PMMA)

ชื่อทางการค้า : Plexigum, Plexiglas, Resarit

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ดใส และผสมได้ทุกสี

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : มีความแข็งแรงเชิงกลสูง ผิวแข็ง ทนต่อดินฟ้า

อากาศ มีความใสมาก

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : ชิ้นส่วนของแว่นตา และเทคนิคการส่องสว่าง

(เช่น เลนส์ โคมไฟต่าง ๆ) ปากกา ชิ้นส่วนทางเทคนิคและเสริมสวย หน้าปัดนาฬิกา ปุ่ม

จับหมุนของเครื่องมือตัดและเครื่องดนตรี ฝาครอบเครื่องบิน หน้าปัดเครื่องมือวัดต่าง ๆ

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : max, 70 - 90° C

การทนต่อสารเคมี : ทนต่อกรดอ่อน ด่างอ่อน เบนโซลีน น้ำมันเครื่อง และไขมัน

ทนต่อแอลกอฮอล์ได้จำกัด

ไม่ทนต่อกรดแก่ ด่างแก่ Ester, Ketone, Ether, Chlorinated

Hydrocarbon

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวจะติดต่อไปหลังจากจุก เปลวจ้าแต่ประกาย

กลิ่น : คล้ายผลไม้

ความหนาแน่น (P) ที่อุณหภูมิ 20° เท่ากับ 1.18 g/cm³

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.6 - 0.7 %

10. POLYVINYL CARBAZOL (pvz)

ชื่อทางการค้า : Luvican ML 70

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ด โดยปกตินำออกจำหน่ายในลักษณะ
สีธรรมชาติ เป็นสีเทา เขียวโอลีฟ

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : ทนความร้อนได้สูงมาก ค่า Dielectricity
ดีเยี่ยม แข็งเปราะ

ตัวอย่างในการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : ใช้เป็นฉนวนไฟฟ้า ตำแหน่งที่มีความร้อน
สูง ในงานใช้ไฟแรงสูง

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : max. 170° C

การทนต่อสารเคมี :

ทนต่อกรด ค้าง แอลกอฮอล์ Ester และเบนซิน

ไม่ทนต่อ Benzol

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.6%

11. POLYCARBONATE (PC)

ชื่อทางการค้า : Makrolon, Lexan

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ด สีธรรมชาติ (ใส ไม่มีสีจนถึงออก
เหลืองอ่อน) และย้อมสีได้ทุกสี

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : ความแข็งแรงเชิงกลในช่วงอุณหภูมิสูง คงขนาดและ
ทนความร้อนได้ดี มีค่า Dielectricity ดี ไม่เสื่อมคุณภาพง่าย ทนขีมน้ำน้อยมาก

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : ฝาครอบและฉนวนดวงไฟสว่างที่ต้องการ
ความแข็งแรงในช่วงอุณหภูมิสูง ใช้ในอุตสาหกรรมไฟฟ้าและรถยนต์ ใช้เป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์
ฆ่าเชื้อโรคด้วยความร้อน (ทางการแพทย์) หมวกกันน็อก อุปกรณ์ในครัวที่คือรับการกระทบกระ-
แตกมาก ใช้ทำเลนส์ เรือนเครื่องมือ ฝาครอบกล่องสวิทช์ไฟฟ้า ฯลฯ

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : max. 110 - 135° C

การทนต่อสารเคมี :

ทนต่อกรดอ่อน แอลกอฮอล์ เบนซิน น้ำมันเครื่อง และไขมัน

ทนต่อกรดแก่ และด่างอ่อนได้จำกัด

ไม่ทนต่อด่างแก่ Ketone, Ether, Chlorinated, Hydrocarbon,

Benzon รับ Load ได้น้อยในน้ำร้อน

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เมื่อจ่ออยู่ในเปลวไฟติดแต่เมื่อดึงออกจากเปลวไฟจะดับและมีเถ้าดำ เปลวจ้า และมีเขม่า

กลิ่น : กลิ่นเหมือน Phenolic

ความหนาแน่น (P) ที่อุณหภูมิ 20 C เท่ากับ 1.2 g/cm³

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.4 - 0.8%

12. POLYVINYLCHLORIDE ; PVC - hard (PVC_r)

ชื่อทางการค้า : TROSIPLAST, Vestolit, Vinofles, Hostalit

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นผงละเอียดหรือเป็นเม็ด โปร่งแสงหรือขุ่น สีส้ม ใสหรือขุ่น

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : มีความแข็งแรงสูง แข็งและเหนียว ไม่มีกลิ่น มีค่า Dielectricity ที่ ดี ไฟยาง

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : อุปกรณ์ท่อ (Fittings) ชิ้นส่วน บัม แผ่นเสียง ประเก็น ฉนวนไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องใช้ในบ้าน และในสำนักงาน

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : max. 60 - 70 C

การทนต่อสารเคมี :

ทนต่อกรดและด่าง แอลกอฮอล์ เบนซิน น้ำมันเครื่อง และไขมัน

ไม่ทนต่อ Ester, Ketone, Ether, Chlorinate hydrocarbon, Benzol

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เมื่อจ่ออยู่ในเปลวไฟติด เมื่อดึงออกจากเปลวไฟ ไฟจะดับ มีเถ้ามาก เปลวมีสีเขียวหรือ ปรอท

กลิ่น : กลิ่นกรดเกลือ (กัดเยื้องมูก)

ความหนาแน่น (P) ที่อุณหภูมิ 20 C เท่ากับ 1.4 g/cm³

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.4 - 0.5 %

13. POLYVINYLCHLORIDE ; PVC - SOFT (PVC_s)

ชื่อทางการค้า : TROSIPLAST, Coloplast, Vestolit

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : แผ่นกลมหรือทรงลูกเต๋า (ประมาณ 3 สี่มีทั้งโปร่งแสง และย้อมสีโปร่งแสงจนถึงสีทึบ

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : ยืดหยุ่นได้มาก มีลักษณะคล้ายยาง เนื่องจากมีสารทำให้อ่อนเจือปนอยู่มากจึงไม่เหมาะที่จะใช้ห่อหุ้มอาหาร

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : ทำประเก็นต่าง ๆ ของเด็กเล่น รองเท้ากันน้ำ รองเท้าหนังเทียม ส่วนที่ได้รับกระแทกของวิทยุ โทรทัศน์ ส่วนขาของอุปกรณ์ต่าง ๆ สันรองเท้า ปุ่มและมือจับต่าง ๆ ภายในรถยนต์

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : max. 40 - 70 °C

การทนต่อสารเคมี :

ทนต่อกรดและด่างอ่อน

ทนต่อกรดและด่างแก่ น้ำมันเครื่อง และไขมันได้จำกัด

ไม่ทนต่อแอลกอฮอล์ Ester, Ketone, Ether, Chlorinate hydrocarbon, Benzol และเบนซิน

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวติดต่อไปหลังจากจุด ติดดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของสารทำให้อ่อน มีเปลวจ้า

กลิ่น : กลิ่นกรดเกลือ (กัดจมูก) กลิ่นสารทำให้อ่อน

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 1.5 - 3.0 %

14. POLYAMIDE (PA)

ชื่อทางการค้า : Ultramid A,B,Bm, S; Durethane BK ; TROGAMID-T, Vestamid

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ด สีธรรมชาติออกขาวนม ออกเหลือง และย้อมสีต่าง ๆ

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : เหนียวและขยายตัวได้มาก มีค่าความยืดหยุ่นต่ำ

ทนต่อการขีดสี ทนต่อความร้อน กูดซึมน้ำได้มาก มีแนวโน้มที่จะเกิดโอไซด์ง่าย จะเปราะเมื่ออบแห้ง
 ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : ชิ้นส่วนทางเทคนิคทุกชนิด (เรือบ เครื่อง
 ไบพัส เรือ ไบพัสลม ชิ้นส่วนงานท่อ ถังขนส่งของเหลว มือจับเปิด - ปิดประตู) เฟืองเรือบแมง
 กรอบบังคับลูกปืนแมง ชิ้นส่วนข้อต่อ (coupling) หมวกกันน็อค เครื่องมือแพทย์
 อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : max. 90 - 100° C

การทนต่อสารเคมี :

ทนต่อค่างอ่อน แอลกอฮอล์ Ester, Ether, Chlorinated
 hydrocarbon, Benzol เบนซิน น้ำมันเครื่อง และไขมัน

ไม่ทนต่อ กรด ค่างแก่ และ Ketone

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวไฟจะติดต่อไปหลังจากจุดเปลวไฟสีออกน้ำเงินขอบ
 เหลือง หยดเป็นฟอง ยึดเป็นเส้นใย

กลิ่น : คล้ายเซาสัตว์ไหม้

ความหนาแน่น (P) ที่อุณหภูมิ 20° C เท่ากับ 1.13 g/cm³

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 1.0 - 2.5%

15. POLYURETHANE (PUR)

ชื่อทางการค้า : Durethane U ; Ultramid U.

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ดสีธรรมชาติ ขาวทึบแสง และผสมสี
 ได้ทุกสี

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : ความแข็งแรงสูง กงขนาด ทนต่อการดึง การ
 ขีดสี การขีดข่วน มีค่า dielectricity ที่ กูดซึมน้ำได้น้อย

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : ชิ้นส่วนใช้งานทั่วไปและชิ้นส่วนทางเทคนิค
 ที่ต้องการความแข็งแรงและการคงรูปสูง ชิ้นส่วนเครื่องซักล้าง ฉนวนไฟฟ้า ชิ้นส่วนเครื่องดูดฝุ่น
 ชิ้นส่วนแมงที่ทนการเสียดสีสูง เฟือง ของเด็กเล่น และประเก็นต่าง ๆ

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : max. 88° C

การทนต่อสารเคมี :

ทนต่อค่าง กรดอ่อน Ester, Ether, Benzol, เบนซิน น้ำมันเครื่อง และไขมัน

ทนต่อแอลกอฮอล์, Ketone, Chlorinated hydrocarbon ได้จำกัด

ไม่ทนต่อการกัด

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวไฟจะติดต่อไปหลังจากจุด เปลวไฟสีออกน้ำเงินขอบ

เหลือง หยดเป็นฟอง และเป็นเส้นใย

กลิ่น : กลิ่นกักตมูก

16. LOW PRESSURE POLYETHYLENE ; HIGH DENSITY (PE_{hd})

ชื่อทางการค้า : HOSTALEN ; Vestolen A

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : ทำเป็นเม็ด สีทึบแสง (สีนม) และอาจผสมสีอ่อนโปร่งแสงจนถึงสีเข้ม

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : มีความแข็งแรงสูง ทนอุณหภูมิสูงและคงรูป ผิวแข็ง และมีค่า dielectricity ที่มาก ไม่มีรสและกลิ่น คัมฆ่าเชื้อได้

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : เครื่องใช้ในบ้าน (เช่น กระจาด ถังอ่าง กระจก) ของเด็กเล่น ถังใส่ของเหลว ขวด ชิ้นส่วนใช้กับไฟฟ้าแรงสูง เครื่องมือแพทย์ ชิ้นส่วนทางเทคนิค เรือเครื่องบิน และกล่องต่าง ๆ

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : max. 105° C

การทนต่อสารเคมี :

ทนต่อการกัด, ค่าง และแอลกอฮอล์

ทนต่อ Ester, Ether, Ketone, น้ำมันเครื่อง และไขมันได้น้อย

ไม่ทนต่อเบนซิน Benzol, Chlorinated hydrocarbon

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวไฟจะติดต่อไปหลังจุด เปลวไฟจามีแกนเปลวสีน้ำเงิน

และหยด

กลิ่น : กลิ่นคล้ายพาราฟิน หรือเทียนไข

ความหนาแน่น (P) ที่อุณหภูมิ 20° C เท่ากับ 0.94 - 0.96 g/cm³

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 2.0 - 4.0%

17. HIGH PRESSURE POLYETHYLENE ; LOW DENSITY (PE_{1d})

ชื่อทางการค้า : Lupolen H ; Trolen 200

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ด ไม่มีสี (ขาวนม) และโปร่งแสง

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : โกงตัวได้มาก ทนความร้อนสูง ผิวไม่แข็ง มีค่า dielectricity ที่มาก ไม่มีรสและกลิ่น

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : เครื่องใช้ในบ้าน (เช่น กระจาด ถัง เป็นต้น) ของเด็กเล่น คอกไม้เทียม หีบห่อของ ชวก เครื่องมือแพทย์ ชิ้นส่วนใช้กับไฟแรงสูง

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : max. 85 - 95 °C

การทนต่อสารเคมี :

ทนต่อกรด ค้าง และแอลกอฮอล์

ทนต่อ Ester, Ketone, Ether, น้ำมันเครื่อง และไขมันได้จำกัด

ไม่ทนต่อ Chlorinated hydrocarbon, Benzol และเบนซิน

สภาพและกลิ่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวไฟจะคิดหลังจากจุดต่อไป เปลวไฟจ้าและมีแก๊ส-เปลวสีน้ำเงินและหยก

กลิ่น : คล้ายพาราฟินหรือเทียนไข

ความหนาแน่น (P) ที่อุณหภูมิ 20 เท่ากับ 0.92 - 0.94 g/cm³

ข้อควรระวัง : ดังที่ใช้ PE_{1d} ของเหลวระเหยออกได้เล็กน้อย

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 1.5 - 3.0%

18. POLYTRIFLUORCHLORETHYLENE (PTECE)

ชื่อทางการค้า : Hostafion C

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : หนาเป็นเม็ดผสมสีโปร่งแสงและทึบแสง

คุณสมบัติทั่วไปของผลผลิต : ทนความร้อนและทนสารเคมีได้สูงเป็นพิเศษ มีความแข็งแรงและความแข็งแกร่งสูง ลื่นก็เป็นพิเศษ มีค่า dielectricity ที่มาก ไม่มีสิ่งเป็นพิษและไม่ติดไฟ

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีฉีด) : ชิ้นส่วนของอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะ

อย่างยิ่งที่ใช้กับสารเคมี ใช้ทำก๊อก วาล์ว แบริ่ง แผ่นรองเลื่อน เพ็อง แหวนลูกสูบประเก็น ส่วนประกอบในเครื่องใช้ไฟฟ้า

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : max. 190 - 200°C

การทนต่อสารเคมี :

ทนต่อสารเคมีได้ทุกชนิดเป็นอย่างดี

สภาพและกลื่นเมื่อไหม้ไฟ : ไม่ติดไฟและไม่มีเถ้าถ่าน

กลื่น : เมื่อร้อนแดง จะมีกลื่นกรดเกลือ (กัดเยื่อจมูก)

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 1.0 - 2.0%

19 . POLYPROPYLENE (PP)

ชื่อทางการค้า : Hostalen PP, Luparen P

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ดและผสมสีโปร่งแสงจนถึงทึบแสง

คุณสมบัติทั่วไปของผลผลิต : ทนต่อการแปรรูปด้วยความร้อน ทนต่อแรงดึง ทนแรงกระแทก และทรงตัวดี ผิวแข็ง ไม่มีแนวโน้มของการสึกกร่อน ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120°C ได้ ไม่ดูดซึมน้ำ จะเปราะที่อุณหภูมิ 0°C

ตัวอย่างการใช้งาน (จากกรรมวิธีการฉีด) : ใช้ทำเครื่องใช้ภายในบ้าน (เช่นถัง กระจาด อ่าง ตระกร้า ชวด ฯลฯ) ของเด็กเล่น ชิ้นส่วนงานละเอียดและชิ้นส่วนทางไฟฟ้า หมวกกันน็อก สันรองเท้าสตรี

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : max 120 - 130°C

การทนต่อสารเคมี :

ทนต่อกรดอ่อน ค้างอ่อน

ทนต่อแอลกอฮอล์ Ketone, Ether, Ester, น้ำมันเครื่องและไขมันได้จำกัด

ไม่ทนต่อกรดแก่ ค้างแก่ Chlorinated hydrocarbon, Benzol

และเบนซิน

สภาพและกลื่นเมื่อไหม้ไฟ : เปลวไฟจะติดต่อไปหลังจากจุด เปลวจามีแก๊วสีน้ำเงิน

และหยด

กลื่น : กล้ายพาราฟินอ่อน ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนาแน่น (p) ที่อุณหภูมิ 20 °C เท่ากับ 0.91 g/cm³

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 1.2 - 2.5% ถ้าเป็นแบบไหลง่าย และ 2 - 3% ถ้าเป็นแบบไหลยาก

สรุปประเภทพลาสติกทำ BODY ครอบโครงสร้าง

ประเภทพลาสติกที่นำมาสรุป คือ

1. เซลลูโลส อซิโต บัทธิเรต CAB

คุณสมบัติแข็งแรง ทนต่อความร้อนขึ้น ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของดินฟ้าอากาศ แดกร้าวยาก เหมาะฉีดหุ้มโลหะ ทนต่อกรดและด่าง

2. โพลีคาร์บอเนต PC

คุณสมบัติ ความแข็งแรงเชิงกลในอุณหภูมิสูง คงขนาด ทนความร้อนได้ดี ुकซีมน้ำน้อย ทนต่อสารเคมี

3. ABS

คุณสมบัติ เหนียว ทนแรงกระแทก ความแข็งแรงสูง ทึบแสง ทนต่อดินฟ้าอากาศ ไม่มีสิ่งเป็นพิษตกค้าง ทนต่อกรดอ่อน ไม่ทนต่อกรดแก่

4. โพลีไวนิล คลอไรด์ PVC

คุณสมบัติมีความแข็งแรงสูง แข็งเหนียว ไม่ลึกร้อน ติดไฟยาก ทนต่อกรดและด่าง

ในผลการสรุปยังไม่สามารถหาชนิดของพลาสติกได้ ซึ่งจะต้องรอผลการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

สรุป พลาสติกที่ใช้ทำ BODY ครอบล้อรถยนต์

พลาสติกที่นำมาสรุปมีหลายชนิด แต่จะนำวัสดุที่ใกล้เคียง คุณสมบัติเหมือนกัน มาสรุปมีดังนี้ คือ

- PS₂ โพลีสไตรีน ชนิดทนความร้อน สีเหมือนแก้ว ทนความร้อนสูง คงรูป ร้าวยาก ทนกรดอ่อน ไม่ทนกรดแก่ แดกร้าวดัง่าย

- SAN ไตรีน - อะครินิไทรท์ โคลิโบลิสเมอริสเซท ชนิดโปร่งแสงถึงทึบแสง แข็งเหนียว ทนต่อดินฟ้าอากาศดีมาก ไม่ทนต่อกรรกแก่
- PMMA โพลี เมทาคริเลท เป็นเม็ดใส ผสมได้ทุกสี มีความแข็งแรงเชิงกลสูง ผิวแข็ง ทนต่อดินฟ้าอากาศ มีความใสมาก ทนต่อกรรกอ่อน และค่างอ่อน ทนต่อกรรทพใช้ได้

3.8 กรรมวิธีการผลิต

3.8.1 เหล็ก

การตัด เป็นการตัดโลหะออกเป็นชิ้นส่วนตามความต้องการมีอยู่ 8 วิธี คือ

1. เลื่อย คือการตัดโดยใช้เครื่องมือที่มีฟันตามขอบ
2. ตัด คือการตัดโดยใช้เครื่องมือที่มีขอบเขตที่แข็งคมเฉือนชิ้นงาน
3. การเจาะรู คือ การตัดให้ทะลุเป็นรูโดยใช้ดอกสว่าน
4. การขีด คือ การทำให้ส่วนที่ไม่ต้องการหลุดออกไปด้วยการใช้วัสดุที่แข็งกว่าซีทหรือดูออกไป
5. ตัดด้วยความร้อน คือ การตัดโดยใช้ความร้อนเป็นตัวหลอมโลหะให้ขาดจากกัน
6. การไส คือ การเอาเครื่องจักรไปขูดชิ้นงานให้เรียบ
7. การบด คือ การตัดโดยเครื่องมือลักษณะคล้ายใบมีดใช้กับโลหะบาง ๆ
8. การกลึง คือ การแยกส่วนที่ไม่ต้องการโดยการตัดโลหะในขณะที่ชิ้นงานหมุนอยู่บนเครื่องกลึง

กรรมวิธีการยึดโลหะ

การยึดโลหะ 2 ชิ้นให้ติดกันต้องทราบคุณลักษณะของโลหะก่อนว่า เหมาะสมด้วยวิธีอย่างไร โดยหลักใหม่มี 2 ทาง คือการหลอมเหลว หลักทั้ง 2 ทางนี้สามารถแบ่งกรรมวิธีทำได้ 6 วิธี คือ

1. ริวเทท โดยใช้ตะปู ที่มีด้านหนึ่งเป็นตัวและอีกข้างหนึ่งเป็นขาแหลม เพื่อสอดเข้าไปในรูของเครื่องมือ เมื่อบีบเครื่องยึงก็จะมีแรงอัดด้านข้างจะติดกับโลหะ
2. การใช้หมุดและแหวนยึดแทน จึงเป็นแบบกึ่งถาวร เพราะถอดออกได้ ก่อนทำงาน

ต้องเจาะรูขึ้นมาก่อน

3. การหัดตะเข็บ เป็นวิธีหนึ่งใช้ตัวของมันยึดอยู่กับกัน บางครั้งใช้เชื่อมทับรอยตะเข็บที่หนึ่ง เพื่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น

4. การเชื่อม โดยใช้วัสดุทางเคมีเข้าช่วยคล้ายกับงานไม้ที่ใช้กาวยาง แต่งานพวกนี้ต้องใช้แรงจับสูงเป็นพิเศษ

5. การเชื่อมอย่างถาวร ต่างจากวิธีอื่นโดยที่ใส่โลหะอื่นเข้าไปในขณะเชื่อม เรียกว่า โดยทั่วไปว่า บัคกรี

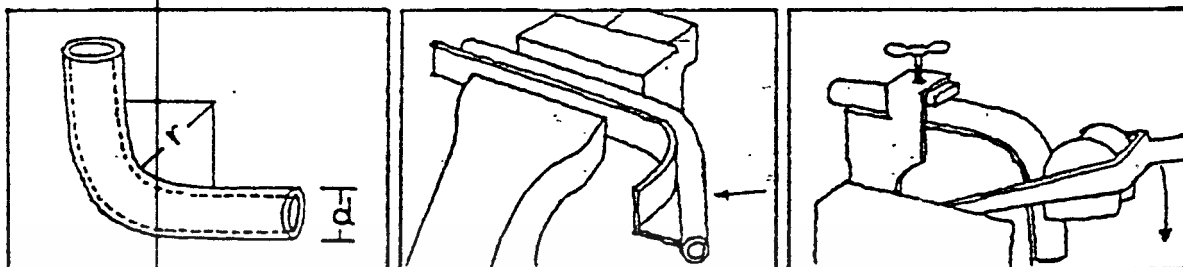
6. กรรมวิธีเชื่อมโลหะแบบถาวร โดยใช้การหลอมละลายโลหะให้ติดกัน ซึ่งละลายโลหะตัวกลาง เช่น ลวดเชื่อม หรือเชื่อมโดยการใช้แรงกด

ตารางที่ 4 กำหนดค่ารัศมีขอบโค้งที่เล็กที่สุดที่ใช้ในการคัดท่อ

เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ	รัศมีกลางของท่อ	วัสดุ			
		เหล็ก	ทองแดง	ทองเหลือง	อลูมิเนียม
d (มม.)	r เป็น มม.	r เป็น มม.	r เป็น มม.	r เป็น มม.	
6	5	5	15	10	
8	10	10	15	15	
10	10	10	15	20	
12	15	10	20	20	
14	15	15	20	25	
15	15	15	20	30	
16	15	15	20	30	
18	20	15	25	35	
20	20	15	25	40	
22	25	20	30	45	
25	25	20	35	60	
30	30	30	40	75	
35	45	40	50	90	
40	60	40	50	105	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รัศมีขอบโค้ง สำหรับท่อที่ได้จากการดึงยึด



การตัดท่อโดยใช้แบบตัด - การตัดท่อโดยใช้เครื่องตัด

ถ้าใช้ทรายที่เปียกชื้นบรรจุเวลาเผาให้ร้อน อาจเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ ท่อจะถูกเผาตรงบริเวณที่จะตัด ด้วยไฟจากเตาดีเซล หรือไฟเชื่อม ภายในท่อจะเกิดไอน้ำ ซึ่งไม่สามารถจะผ่านชั้นทรายหรือฝา ที่ปิดท่อออกได้ ความดันของไอน้ำ อาจดันเอาฝาที่ปิดท่อออกกระเด็นไปไกล และอาจไปถูกผู้ที่อยู่ บริเวณใกล้เคียงบาดเจ็บได้

ท่อบางที่ทำด้วยทองแดง ทองเหลือง และอลูมิเนียมก่อนการตัดจะถูกเผาให้อ่อนตัวเสีย ก่อน ส่วนในของท่อจะถูกทำความสะอาดบรรจุด้วยโครโพรเนียม ถ้าเติมน้ำมันหล่อลื่นลงไปถึง 2% จะทำให้เหนียวขึ้น ตรงปลายท่อจะต้องปิดเช่นเดียวกับแบบด้วยทราย

น้ำยาโครโพรเนียมจะต้องถูกตัดในสภาพที่เย็นเท่านั้น หลังจากการตัดผนังภายนอกของ ท่อจะถูกเผาให้ร้อนเล็กน้อย โครโพรเนียมไหลออกมา ส่วนที่ยังเหลือติดอยู่ในท่อจะถูกล้างออกโดย ใช้น้ำมันเบนซินในการตัดท่อ โดยใช้บรรจุด้วยโครโพรเนียม ที่มีรอยคัตที่เรียบร้อย

โครโพรเนียม คือ ชั้นสนิมชนิดที่สำคัญที่สุดเป็นส่วนที่เหลือจากการกลั่นน้ำมันสน

เพื่อป้องกันมิให้ผิวของท่อคอนกรีตส่วนโค้งนอกต้องรับแรงดันมากเกินไป ซึ่งอาจทำให้แตก บริเวณคัตท่อ เราจะต้องเลือกรัศมีขอบโค้งให้ถูกกับขนาดผ่าศูนย์กลางของท่อและชนิดวัสดุที่ใช้ทำท่อ ท่อที่ทำด้วยเหล็กอ่อน ทองแดง และทองเหลือง จะมีรัศมีขอบโค้งที่เล็กที่สุดเป็นเท่าหนึ่งหรือเท่าครึ่ง ถึงสี่เท่าเส้นผ่าศูนย์กลาง ท่อเหล็กที่ใช้ในงานลวก ๆ จะใช้คัตตามแบบที่ทำด้วยลวด ท่อโค้งที่จะต้องมีรัศมีโค้งคัต หรือรูปร่างตามที่กำหนดไว้ จะถูกคัตโดยใช้แบบคัต หรือใช้เครื่องคัต ท่อที่คัตจะ ใต้รูปร่างถูกต้องแค่ไหน จะใช้ตรวจดูได้โดยใช้แผ่นโลหะที่คัตเป็นรูปโค้งทาบดู เวลาอัดท่อ ถ้าผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนนอกเกิดบุบขึ้นมาจากไขได้โดยใช้ลูกเหล็กซึ่งมีขนาดเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อ ไล่ลงไปในท่อ และคัทให้ผ่านส่วนที่บุ สำหรับท่อที่ตรงเราจะใช้แกนกระทุ้งให้ลูกเหล็กผ่านส่วนที่บุ ถ้าท่อจะโค้งจะใช้ลูกเหล็กที่มีขนาดเล็กกว่า 2 ลูกหรือมากกว่านั้นไล่ลงไปในท่อแล้วเขย่าน้ำหนักของลูกเหล็กเล็ก ๆ เหล่านี้จะช่วยกระทุ้งให้ลูกเหล็กใหญ่ผ่านบริเวณที่บุ สามารถคัทท่อแกสที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจนถึง 2 นิ้ว ในสภาพที่เย็นได้ โดยไม่ต้องมีการสอดใส่ ท่อที่มีผนังบางใช้ได้เช่นกัน ในการนี้เราใช้แบบคัทที่ทำด้วยไม้หรือเหล็ก จะใช้แกนซึ่งมีขนาดแกนตันความกว้างของท่อและยาวประมาณ 50 มม. เลื่อนไปมาในท่อเพื่อใช้กับบริเวณที่จะคัทไว้ แกนนี้จะช่วยบ้องกันไม่ให้เกิดรอยย่น หรือทำให้ขนาดของท่อเปลี่ยนแปลง

การพิจารณางานคัทเหล็กกลวงกลม

	ข้อผิดพลาด	สาเหตุ
1.	ตรงบริเวณที่คัทเป็นริ้วหรือฉีก	การยึดตัวของวัสดุไม่มากพอที่จะทนต่อแรงที่ใช้คัทได้ ขอบคัทตั้งขนานกับทิศทางลิบของแผ่นโลหะ ตรงมุมไม่ได้เจาะรูไว้
2.	หน้าตัดตรงรอยคัทเปลี่ยนไปมาก	ใช้รัศมีขอบโค้งไม่ถูก
3.	เหล็กจาก ให้งอเป็นมุมจากคัทไม่เข้า	คัทบากไม่ถูก จุดคัทของขอบคัทไม่อยู่ตรงศูนย์กลาง
4.	ท่อจะบีบจนแน่นติดกัน	ท่อไม่ถูกสอดใส่ก่อนคัท หรือสอดใส่โดยไม่ถูกวิธี ใช้รัศมีขอบโค้งเล็กเกินไป

สรุป

กรรมวิธีการผลิตเหล็ก ที่นำมาใช้ผลิตชุดสัญญาณไฟฉุกเฉินทางเบี่ยง แยกได้ดังนี้

1. การตัดโลหะออกเป็นชิ้นส่วนเมื่ออยู่ 8 วิธีใช้ทั้งหมด
2. กรรมวิธียึดโลหะสองชิ้นให้ติดกัน มี 6 วิธีการ
3. กรรมวิธีการคัทท่อ

3.8.2 กรรมวิธีการผลิตพลาสติกในระบบอุตสาหกรรม

กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติก (PROCESS OF PLASTICS INDUSTRY)

1. ประเภทหล่อพลาสติกเม็ดและผงโดยใช้ความร้อนและแรงอัดในแม่พิมพ์แบบ (MOLDING)

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| - แบบอัด COMPRESSION | - แบบอัดส่ง EXTRUSION |
| - แบบฉีด INJECTION | - แบบรีด EXTRUSION |
| - แบบเป่า BLOW | - แบบลูกกลิ้ง CALENDERING |
| - แบบอัดแผ่น LAMINATING | - แบบอัดเย็น COLD |

2. ประเภทหล่อพลาสติกเหลว (CASTING)

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| - แบบหล่อเย็น SIMPLE | - แบบหล่อร้อน PLASTISOL |
|----------------------|-------------------------|

3. ประเภทอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น (THERMOFORMING)

- | | |
|-------------------------------|----------------------|
| - แบบอัดด้วยแม่แบบ MECHANICAL | - แบบสูญญากาศ VACUUM |
| - แบบอัดลม BLOW | |

4. ประเภทหล่อพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง (REINFORCING)

- | |
|---|
| - แบบใช้มือทำ HAND LAY - UP |
| - แบบใช้เครื่องพ่น SPRAY MOLDING |
| - แบบอัดเหลว PREINJECTED MOLDING |
| - แบบใช้แม่แบบอัด MATCHED MOLDING |
| - แบบดูดอัดอากาศ PRESSURE - BAG MOLDING |
| - แบบดูดสูญญากาศ VACUUM - BAG MOLDING |

5. ประเภทหล่อโฟม (FOAMING)

- | |
|---|
| - แบบหล่อพลาสติกเม็ด MOLDING EXPANDABLE POLYSTYRENE |
| - แบบหล่อพลาสติกเหลว CASTING RIGID & FLEXIBLE |

POLYURETHANE FOAM

กรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรมที่นำมากล่าวถึง ในที่นี้เป็นกรรมวิธีการผลิตที่เลือกมาแล้วว่า อาจจะมีมาใช้ได้ในการออกแบบเครื่องกำจัดขยะสำหรับฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ซึ่งจะ

กล่าวถึงลักษณะกรรมวิธีและผลิตภัณฑ์ที่ได้แต่เพียงสังเขป

กรรมวิธีการทำ "พลาสติก"

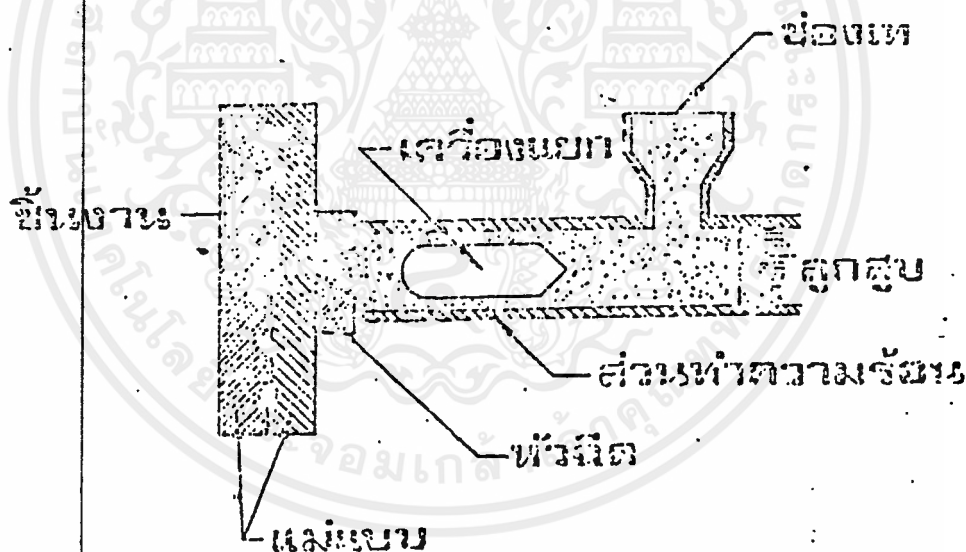
1. ประเภทหล่อพลาสติกเม็ดและผง โดยใช้ความร้อนและแรงดันในแม่แบบ

(MOLDING)

แบบฉีด (INJECTION MOLDING) กรรมวิธีแบบฉีดเป็นกรรมวิธีที่ออกแบบเพื่อใช้กับเทอร์โมพลาสติกโดยเฉพาะ ผลิตได้ปริมาณมากและรวดเร็ว

ชนิดของพลาสติก: ใช้พลาสติกเทอร์โมพลาสติกเกือบทุกชนิด เช่น แอสเซทอลอะคริลิก, ฟลูออโรคาร์บอน, โปเลียไมด์, โปลิโอเลฟิน, โปลีสไตรีน และไนล

ชนิดของผลิตภัณฑ์ ใช้ผลิตภัณฑ์ได้อย่างกว้างขวางเกือบทุกประเภท วัสดุสังเคราะห์ง่าย ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรรมวิธีชนิดนี้ คือ ให้อุณหภูมิที่ต่ำกว่า หรือส่วนที่มองไม่เห็นของผลิตภัณฑ์ซึ่งจะเป็นรอยที่พลาสติกเหลวถูกอัดเข้าในแม่แบบ



รูปที่ 24 แบบฉีด INJECTION MOLDING

จากการวิเคราะห์ได้เลือกชนิดของพลาสติก คือ เอบีเอส (ABS) ซึ่งเป็นพลาสติกประเภท และนอกจากการศึกษากกรรมวิธีการผลิต จะเห็นได้ว่าสามารถผลิตได้กับโครงสร้างภายนอก (BODY) เป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมกับงานชิ้นนี้คือ การผลิตประเภทหล่อพลาสติกเม็ดและผง โดยใช้ความร้อนและแรงอัดในแม่แบบฉีด แบบฉีดและประเภทอัดขึ้นพลาสติกแผ่นทั้ง 3 แบบเมื่อเปรียบเทียบระหว่างทั้ง 2 ประเภท จะสามารถหากรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมได้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ราคาเมื่อเริ่มผลิต
- ราคาเมื่อผลิตในจำนวนมากตามระบบอุตสาหกรรม
- ความสะดวกในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม
- คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์

จากตารางการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่า วิธี INJECTION MOLDING จะมีราคาสูงเมื่อเริ่มต้นผลิตเท่านั้น เมื่อผลิตเป็นจำนวนมากต้นทุนจะลดต่ำลง และวิธีนี้จะมีความสะดวกมากที่สุด เมื่อต้องการผลิตในระบบอุตสาหกรรม และวิธีนี้จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความละเอียดและซับซ้อนได้มากกว่า จึงเห็นได้ว่าวิธี INJECTION MOLDING มีความเหมาะสมที่สุด สำหรับโครงสร้างภายนอก

กรรมวิธีการผลิตด้วยวิธี INJECTION MOLDING มีกรรมวิธีคร่าว ๆ กล่าวคือ เป็นกรรมวิธีที่ใช้กับ THERMOPLASTIC โดยเฉพาะผลิตได้ปริมาณมากทำให้ได้รวดเร็ว

ขั้นตอนการผลิตมีดังนี้

1. เทพลาสติกผงหรือเม็ดลงในช่องเท (HOPPER)
2. ลูกสูบจะอัดเม็ดพลาสติกให้ผ่านไปที่ส่วนทำความร้อน (HEATING CYLINDER) ซึ่งมีอุณหภูมิ 300 - 650 °F โดยแยกผ่านเครื่องแยก TORPEDO หรือ SPREADER เพื่อให้ได้รับความร้อนสม่ำเสมอ
3. พลาสติกเหลวจะถูกอัดผ่านหัวฉีด (NOZZLE) ไปยังแม่แบบบดด้วยแรง 5,000 - 40,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
4. พลาสติกจะเย็นและแข็งตัวโดยระบบระบายความร้อนด้วยน้ำในช่องเนื้อแม่แบบ
5. เบ็ดแม่แบบแล้วนำชิ้นงานออกไปตัดตกแต่งต่อไป (ชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่จะถูกวางในโครบึงกับก่อนแล้วหึ่งไว้จนเย็นลงทันควรบดงอ)

ชนิดของพลาสติก ใช้พลาสติกแวกเทอร์โมพลาสติกเกือบทุกชนิด เช่น แอสเซทอล อะคริลิก ฟลูออไรคาร์บอน โพลีเอไมด์ โพลีโพลีเอทิลีน โพลีสไตรีน และไวนิล

ชนิดของผลิตภัณฑ์ กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ผลิตภัณฑ์ได้อย่างกว้างขวางเกือบทุกประเภท

วิธีสังเกตง่าย ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ให้ดูรอยกลมมนที่ด้านล่างหรือที่มองไม่เห็นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นรอยที่พลาสติกเหลวถูกอัดเข้าในแม่แบบ

แบบอัด COMPRESSION MOLDING)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้เป็นแบบที่ง่ายและธรรมดาที่สุด ผลิตได้ไม่รวดเร็วนักพลาสติกที่ใช้ส่วนมากเป็นเทอร์โมเซตติง ไม่นิยมใช้ชนิดเมคเพราะหลอมละลายช้ากว่า

ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

1. นำผงพลาสติกไปเข้าเครื่องอบแห้ง (PREHEATING) ในปริมาณที่ต้องการเพื่ออบให้ผงพลาสติกแห้ง และเป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้ใกล้เคียงจุดหลอมละลาย เพื่อช่วยลดเวลาในเครื่องอัด
2. เทผงพลาสติกที่อบแล้วเข้าแม่แบบในเครื่องอัด ซึ่งมีอุณหภูมิ 300 - 400 องศาเซลเซียส หรือแล้วแต่ชนิดของพลาสติก
3. กดแม่แบบตัวผู้ซึ่งอยู่ด้านบนลงช้า ๆ แต่ไม่สุด ความร้อนและแรงอัดจะทำให้ผลพลาสติกหลอมละลายและไหลไปตามแม่แบบ
4. กดแม่แบบลงสุด ทิ้งไว้สักครู่ประมาณ 1 - 2 นาที แล้วแต่ขนาดของชิ้นงานและชนิดของพลาสติก
5. เปิดแม่แบบ แล้วนำเอาชิ้นงานไปขัดตกแต่งขอบให้เรียบร้อย

แบบอัดส่ง (TRANSFER MOLDING)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่คัดแปลงมาจากแบบอัดแต่ยุ่งยากกว่า ใช้หล่อชิ้นงานที่มีชิ้นส่วนโลหะแทรกอยู่ เช่น หัวครอบงานจ่ายในรถยนต์ หากใช้กรรมวิธีแบบอัด ชิ้นโลหะที่สอดแทรกอยู่กับแม่แบบจะถูกอัดโดยตรงจากผงพลาสติกที่กำลังจะหลอมละลาย อาจทำให้ชิ้นส่วนโลหะบิดงอได้

แต่กรรมวิธีแบบอัดส่งนี้ผงพลาสติกจะถูกหลอมละลายในห้องหลอมละลาย (TRANSFER CHAMBER) ก่อนแล้วจึงถูกอัดผ่านรู (SPRUE) เข้าไปในแม่แบบตอนล่าง ชิ้นส่วนโลหะที่สอดแทรกอยู่จะไม่ถูกรบกวนจากพลาสติกเหลวมากนัก พลาสติกที่ใช้เป็นพวกเทอร์โมเซตติงชนิดผง

ขั้นการผลิต: มีดังนี้

1. เทผงพลาสติกในห้องหลอมละลายในปริมาณที่ต้องการ ส่วนทำความร้อนรอบ ๆ ห้องจะทำให้ผงพลาสติกละลาย
2. กดแม่แบบตัวบนลง พลาสติกเหลวจะไหลผ่านรูเข้าไปในแม่แบบตอนล่าง
3. ปลดขั้วไว้แม่แบบตอนล่างเพื่ออบให้สุกประมาณ 1 - 2 นาที
4. เปิดแม่แบบ ถอดชิ้นงานออกไปขัดตกแต่ง
5. กระทบเศษพลาสติกอยู่ที่รูและตอนล่างของห้องหลอมละลายออกก่อนจะเทพลาสติกใหม่ลงไป

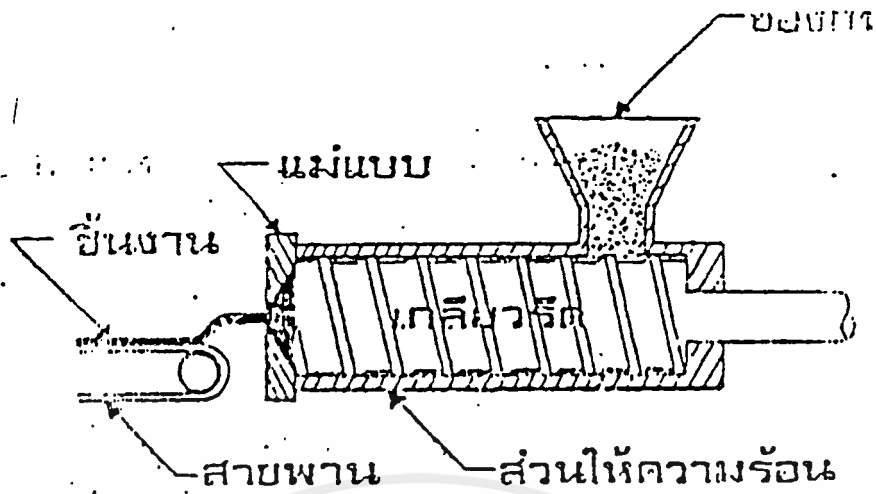
แบบรีด (EXTRUSION)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นแบบสำหรับผลิตชิ้นงานที่มีความยาวไม่มีที่สิ้นสุด เช่น สายไฟฟ้า ท่อยาง ถุงพลาสติก รวมทั้งชิ้นงานที่เป็นแผ่นบาง เช่น ฉ้ายางพลาสติก เป็นต้น กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้มีลักษณะคล้ายแบบฉีด แต่ผลิตได้ปริมาณชิ้นงานที่มากกว่าในเวลาเท่า ๆ กัน

ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

1. เทเทอร์โมพลาสติกชนิดผงหรือเม็ดลงในช่องเท
2. เกลียวรีดหมุนอัดเม็ดพลาสติกผ่านส่วนให้ความร้อน ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 300° - 500° ฟ เม็ดพลาสติกจะหลอมละลาย
3. พลาสติกเหลวจะถูกอัดผ่านแม่แบบ (DIE) ด้วยแรงอัดประมาณ 500 ถึง 6,000 ปอนด์/ ตารางนิ้ว
4. ชิ้นงานที่รีดออกมาจะถูกทำให้เย็นโดยผ่านลงไปใต้น้ำ แล้วเคลื่อนต่อไป โดยระบบสายพานหรือล้อหมุน



แบบรีด (EXTRUSION)

ชนิดของพลาสติก ใช้หุวกเทอร์โมพลาสติก เช่น อากริลิก เซลลูโลซิก ฟลูออไรด์-คาร์บอน ไนลอน สไตรีน โพลีเอทิลีน และไวนิล

ชนิดของผลิตภัณฑ์ สายไฟห้า ห่อพลาสติก สายเบ็ดตกปลาไนลอน ถุงพลาสติก พลาสติกแผ่น ฯลฯ

แบบเป่า (BLOW MOLDING)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้คิดไปจากแบบอื่นในประเภทเดียวกัน คือ ไม่หล่อขึ้นงานจากพลาสติกหลอมละลายในแม่แบบปิด แต่ได้ตัดแปลงจากแบบรีด โดยรีดพลาสติกหลอมละลายให้ย้อยลงมาเป็นท่อ (PARISON) เข้าในแม่แบบตอนล่าง แม่แบบจะปิดพร้อมทั้งบีบปลายท่อให้ติดกัน ปลายท่ออีกด้านหนึ่งที่เปิดอยู่จะถูกอัดอากาศเข้าไป ห่อพลาสติกซึ่งยังอ่อนตัวอยู่จะถูกอากาศอัดไปแนบกับแม่แบบ ได้รูปร่างของชิ้นงานตามต้องการ

ขั้นตอนการผลิต ขั้นแรกเหมือนกับแบบรีดแต่เพิ่มเติมส่วนเป่าลมอีก ดังนี้

1. ห่อพลาสติกหลอมละลายถูกรีดย้อยลงมาตามขนาดและความหนาที่กำหนด

2. แม่แบบเปิดคอนล่างเข้าหากัน ทำให้ปลายข้างหนึ่งของท่อถูกบีบติดกัน
3. อัดอากาศเข้าไปในปลายท่อด้านเปิด จะทำให้ท่อพลาสติกที่ยังอ่อนตัวอยู่ถูกอัดเข้าไปแนบกับแม่แบบ
4. ทำให้แม่แบบเย็นโดยระบบให้น้ำเย็นไหลผ่านเข้าช่องในแม่แบบ หึงไว้ให้เย็น
5. แม่แบบเปิด พร้อมทั้งตัดปลายท่อออกจากท่อเดิม

แบบลูกกลิ้ง (CALENDERING)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้ได้ดัดแปลงมาจากกรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมผลิตแผ่นยางธรรมชาติ อุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่ได้ดัดแปลงไปใช้ก็มี เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ เส้นน้ำมัน และโลหะแผ่น

ชั้นการผลิต มีดังนี้

1. ใช้เทอร์โมพลาสติกชนิดเหลวผสมกับวัสดุชนิดอื่น เช่น วัสดุทำให้แข็งแรง (STABILIZER) วัสดุช่วยให้ลื่นตัว (LUBICANT) และวัสดุช่วยให้อ่อนตัว (PLASTICZER) เมื่อต้องการให้อ่อนนุ่ม แล้วนำเข้าไปเครื่องผสมและบดผ่านท่อไปยังส่วนให้ความร้อน ทำให้ส่วนผสมหลอมละลาย
2. ส่วนผสมหลอมละลายผ่านลูกกลิ้งทรงกระบอกรีดออกเป็นแผ่น บางชนิดมีลูกกลิ้งคู่ต่อไปรีดแผ่นที่ออกมาให้มีลวดลายต่าง ๆ ประกอบเข้าไปด้วย
3. แผ่นชิ้นงานที่ได้จะเคลื่อนผ่านลูกกลิ้งเย็น ช่วยให้แข็งตัวคงรูปแล้วเข้าม้วนเก็บต่อไป

แบบอัดแผ่น (LAMIATING)

กรรมวิธีการผลิต

โดยทั่วไป แบบอัดแผ่น หมายถึง การยึดติดวัสดุสองแผ่น หรือมากกว่าเข้าด้วยกัน เช่น ไม้อัด สำหรับกรรมวิธีการผลิตของพลาสติก หมายถึงการยึดติดชั้นของวัสดุผสม หรือวัสดุเสริมกำลัง RESIN-IMPREGNATED หรือ RESIN - COATED หรือ RESINFORING

เข้าด้วยกันโดยใช้ความร้อนและแรงอัด ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตแบบนี้แบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ เช่น

1. ชนิดอัดแรงต่ำ (LOW - PRESSURE)
2. ชนิดอัดแรงสูง (HIGH - PRESSURE)

ชั้นการผลิต มีดังนี้

นำแผ่นชั้นวัสดุผสมหรือวัสดุเสริมกำลังเช่น กระจกซาฟไฟ โยหิน โยแก้ว วางซ้อนกันตามชนิดและความหนาที่ต้องการ โดยใช้พลาสติกเหลวพวกเทอร์โมเซตตั้งเป็นตัวประสานในเครื่องอัด (PRESS) ซึ่งใช้แรงอัดประมาณ 1,000 - 1,500 ปอนด์/ตารางนิ้ว และมีความร้อนประมาณ 300 - 350 ฟ. อัดเครื่องลงตามเวลาที่กำหนดไว้ ความร้อนและแรงอัดจะทำให้แผ่นชิ้นงานที่เรียบและแข็งแรง ผิวหน้าของแผ่นชิ้นงานอาจทำให้มีลวดลายหรือลายนูนอย่างไรก็ได้

แบบอัดเย็น (COLD MOLDING)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ดัดแปลงมาจากกรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรม เครื่องปั้นดินเผา ใช้เพียงแรงอัดอย่างเดียว ไม่ใช้ความร้อนทำให้หลอมละลาย กรรมวิธีโดยทั่วไปเหมือนกับแบบอัด แต่ทำได้รวดเร็วกว่า เพราะไม่ต้องรอให้หลอมละลายก่อน เมื่ออัดเป็นก้อนแล้ว จึงนำไปเข้าเตาอบในปริมาณมากพร้อม ๆ กันอีกครั้งหนึ่ง

ชั้นการผลิต มีดังนี้

1. นำเอาส่วนผสมของพลาสติกเหลวกับวัสดุผสมอื่น ๆ เช่น โยหินที่มีลักษณะอ่อนตัวใส่ในแม่แบบเครื่องอัด
2. กดแม่แบบโดยใช้แรงอัด 2,000- 4,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว ความเร็วที่กดแล้วแต่ชนิดของเครื่องและความสะดวกสบาย
3. นำชิ้นงานออกจากแม่แบบ
4. นำชิ้นงานไปเข้าเตาอบซึ่งมีอุณหภูมิ 450 ฟ ปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของเตา ใช้เวลานาน 72 ชั่วโมง จะทำให้พลาสติกสุกและแข็งตัว

5. นำชิ้นงานที่อบแล้วออก

2. ประเภทหล่อพลาสติกเหลว

แบบหล่อเย็น (SIMPLE CASTING)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ง่าย ไม่ต้องใช้แรงอัดและความร้อน สามารถทดลองทำเองได้ การลงทุนต่ำ โดยปกติกรรมวิธีแบบนี้ใช้พลาสติกเหลวหล่อลงในแม่แบบ สำหรับพลาสติกเมคก็ยังสามารถนำมาหล่อได้ แต่ต้องทำให้หลอมละลายเสียก่อน แล้วเติมวัสดุตกผลึก (CATALYST) เพื่อช่วยให้พลาสติกเหลวแข็งตัวเร็วขึ้น

ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

1. เทพลาสติกเหลวลงในแม่แบบ แล้วปล่อยให้ไว้ให้แข็งตัว บางชนิดต้องนำไปอบในเตาที่มีความร้อนต่ำ
 2. นำพลาสติกที่แข็งตัวออกจากแม่แบบแล้วนำไปใช้ได้เลย
- ข้อดีของกรรมวิธีการผลิตแบบนี้ทำให้ได้เนื้อพลาสติกที่ใสกว่า และผิวที่เป็นมันเรียบกว่า เช่น อากริลิก

แบบหล่อร้อน (PLASTISOL CASTING)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ใช้กับผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานที่มีลักษณะภายในกลวง เช่น ลูกฟุตบอลยาง และถุงมือพลาสติก หลักการของกรรมวิธีแบบนี้ คือ เทพลาสติกเหลวลงในแม่แบบที่ร้อน หรือจุ่มแม่แบบที่ร้อนลงในพลาสติกเหลว พลาสติกเหลวจะเกาะผิวของแม่แบบที่ร้อน ซึ่งปล่อยให้ไว้นานพลาสติกจะเกาะหนาขึ้น แล้วนำแม่แบบที่มีพลาสติกเกาะอยู่ไปเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 350 - 400 ° F

กรรมวิธีแบบหล่อร้อนยังแบ่งตามลักษณะการผลิตได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. ชนิดจุ่ม
2. ชนิดเท
3. ชนิดเหยียง

3. ประเภทชั้นรูปพลาสติกแผ่น

กรรมวิธีการผลิตประเภทอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น (THERMOFORMING) เป็นกรรมวิธีซึ่งเห็งนำมาใช้ในกิจการอุตสาหกรรมเมื่อปี ค.ศ. 1950 นี้เอง เครื่องมือ และเครื่องจักรที่ใช้มีหลายชนิดแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดการใช้งาน แต่มีหลักการใหญ่ที่เหมือนกันคือ นำแผ่นเทอร์โมพลาสติกไปลนไฟให้ร้อนแล้วนำไปอัดขึ้นรูปทิ้งให้เย็น แผ่นพลาสติกจะคงรูปไปตามแม่แบบที่อัด ได้ชิ้นงานตามที่ต้องการ

กรรมวิธีการผลิตประเภทนี้ใช้กับการผลิตชิ้นงานในจำนวนไม่มาก บางครั้งจะใช้กับงานออกแบบผลิตภัณฑ์ทดสอบ (PROTOTYPE) ซึ่งสามารถทำแม่แบบได้รวดเร็วและใช้ผลิตชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ได้ ซึ่งหากจะผลิตด้วยกรรมวิธีแบบฉีด จะต้องลงทุนทำแม่แบบเป็นจำนวนมาก ใช้เวลาเตรียมการผลิตนาน และบางครั้งไม่มีเครื่องผลิตที่ใหญ่พอกับขนาดของชิ้นงาน ตัวอย่าง เช่น การทำผนังด้านในของตู้เย็น เป็นต้น

กรรมวิธีชนิดนี้แบ่งออกได้ 3 แบบ คือ

1. แบบอัดด้วยแม่แบบ (MECHANIAL THERMOFORMING)
2. แบบสุญญากาศ (VACUUM THERMOFORMING)
3. แบบอัดลม (BLOW THERMOFORMING)

ชนิดของพลาสติก

เทอร์โมพลาสติกแผ่นทุกชนิดใช้ได้กับกรรมวิธีประเภทนี้ ที่นิยมใช้กันมากคือ โพลีสไตรีน เซลลูโลซิก และอคริลิก พลาสติกแผ่นที่ใช้มักจะเป็นพลาสติกแผ่นที่ได้ผ่านกรรมวิธีการผลิตแบบรีด (EXTRUSION) มากกว่าแบบอื่น ทั้งนี้เพราะราคาถูกและยึดตัวได้ดีกว่า

สรุปกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

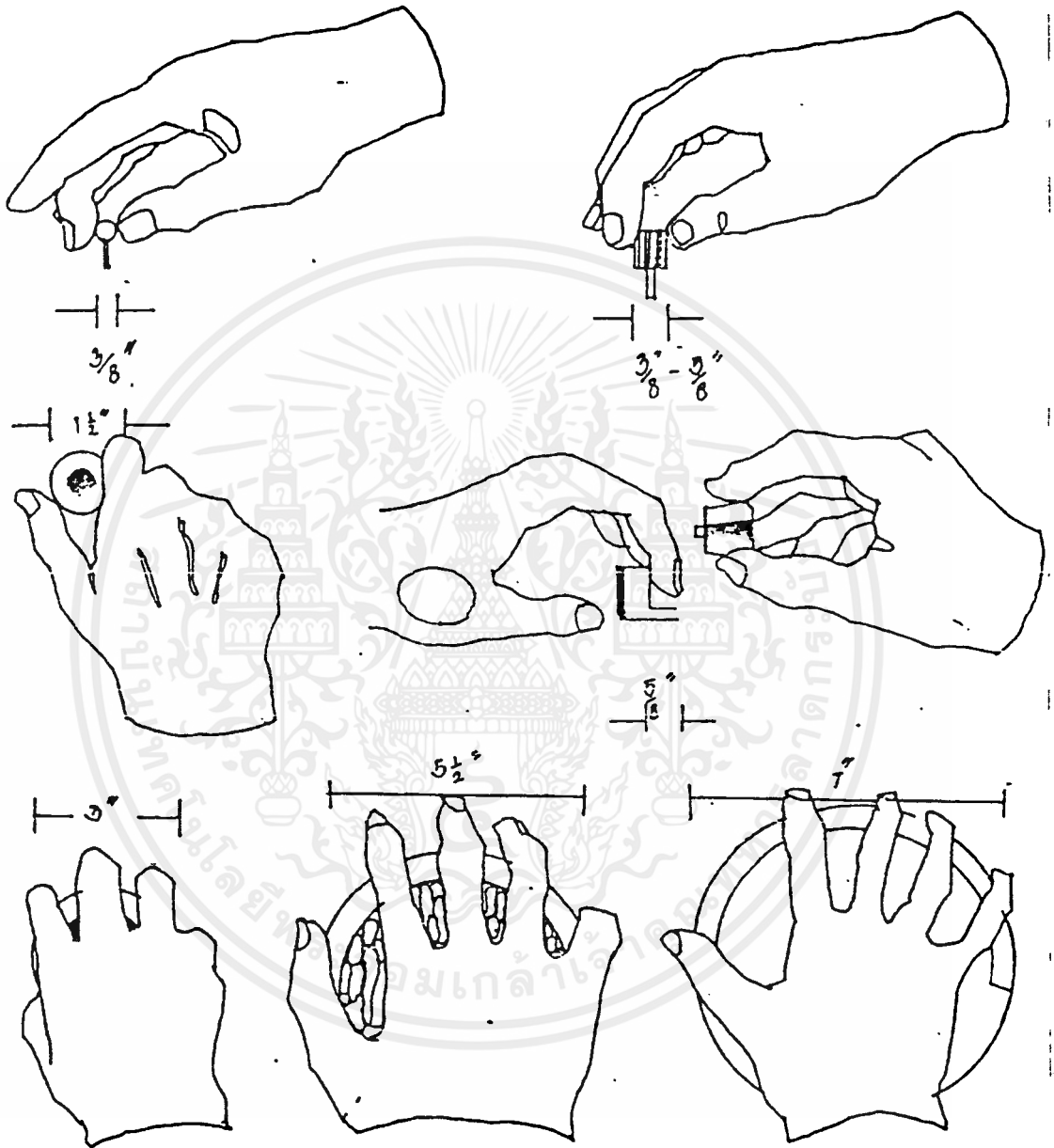
กรรมวิธีการผลิตพลาสติก ที่อาจนำมาใช้ผลิต ชุดสัญญาณไฟฉุกเฉินทางเบี่ยง แยกได้ ดังนี้

1. แบบฉีก เป็นกรรมวิธีที่ออกแบบเพื่อใช้กับเทอร์โมพลาสติกโดยเฉพาะ ผลิตได้ปริมาณมากและรวดเร็ว เมื่อผลิตจำนวนมาก ๆ ต้นทุนจะต่ำและสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์มีความละเอียดซับซ้อนได้ดี
2. แบบอัด เป็นวิธีที่ง่ายและธรรมดาที่สุด ผลิตได้ช้า ส่วนมากใช้พลาสติกเทอร์โมเซตติง เพราะหลอมละลายช้า
3. แบบเป่า ดัดแปลงมาจากแบบรีด โดยรีดพลาสติกหลอมละลายให้ย่อยลงมาเป็นท่อเข้าไปในแบบตอนล่าง ปลายท่ออีกด้านจะถูกอัดอากาศเข้าไป ท่อพลาสติกที่ยังอ่อนตัวอยู่จะถูกอากาศอัดไปแบบแม่แบบได้รูปร่างตามต้องการ
4. แบบอัดแผ่น โดยการยึดติดชั้นของวัสดุผสมหรือเสริมกำลัง เข้าด้วยกัน โดยใช้ความร้อนและแรงอัด
5. แบบอัดเย็น ใช้เพียงแรงอัดอย่างเดียว ไม่ใช้ความร้อนทำให้หลอมละลาย กรรมวิธีทั่วไปเหมือนแบบอัด แต่ทำได้เร็วกว่า เพราะไม่ต้องรอหลอมละลาย เมื่ออัดเป็นก้อนแล้วจึงนำเข้าไปอบ

3.9 ข้อมูลสัดส่วนคนไทยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

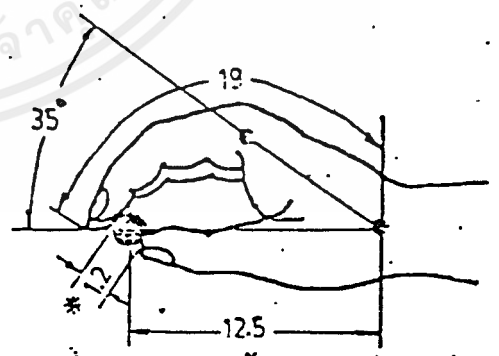
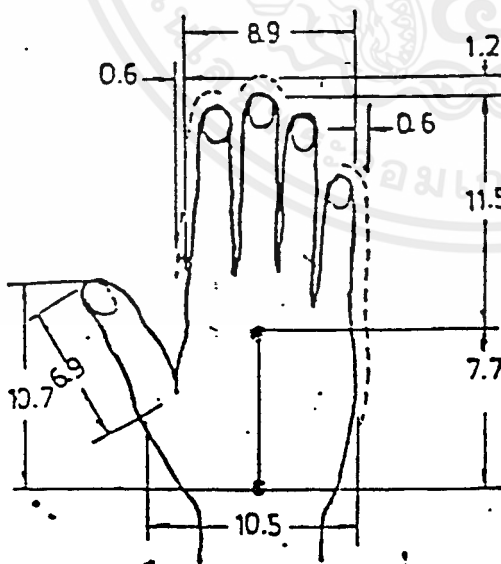
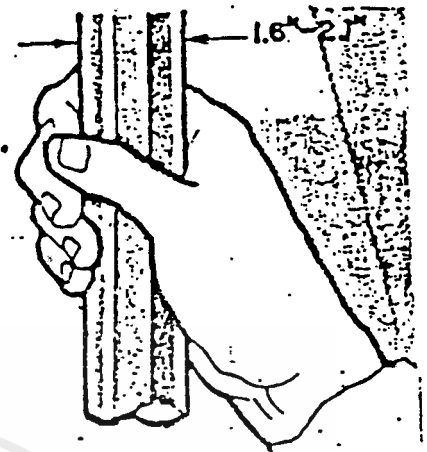
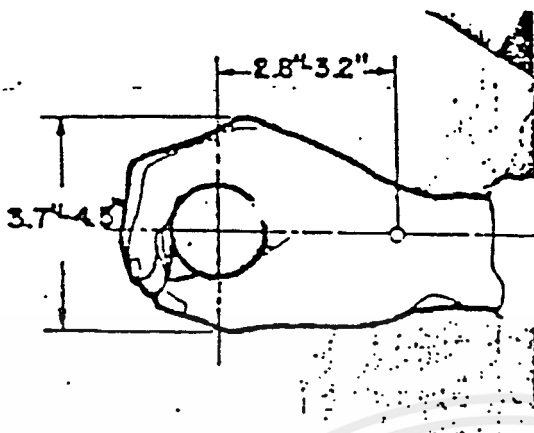
การศึกษาขนาดสัดส่วนของมือจับคานึงถึงส่วนจับและจุดปรับต่าง ๆ

การศึกษาขนาดสัดส่วนของมือจับคานึงถึงส่วนจับและจุดปรับต่าง ๆ

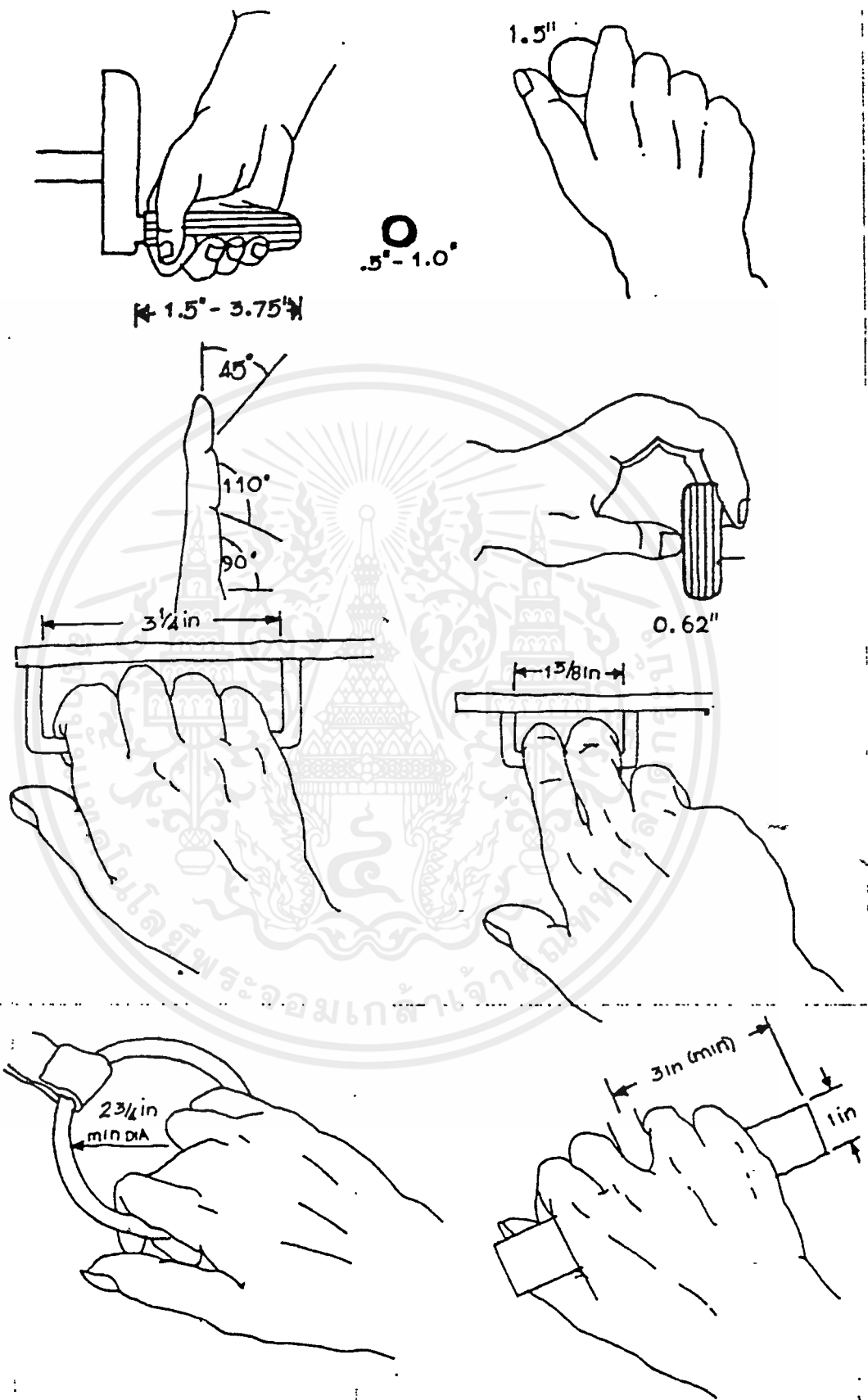


รูปที่ 25 แสดงการใช้มือในลักษณะต่าง ๆ

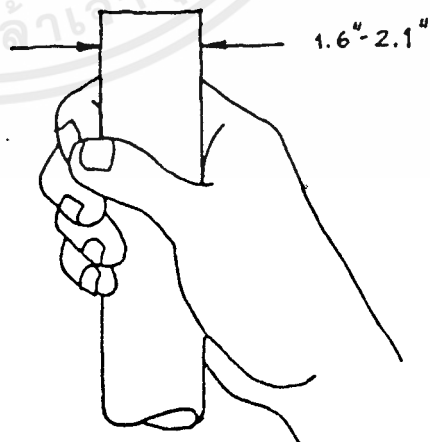
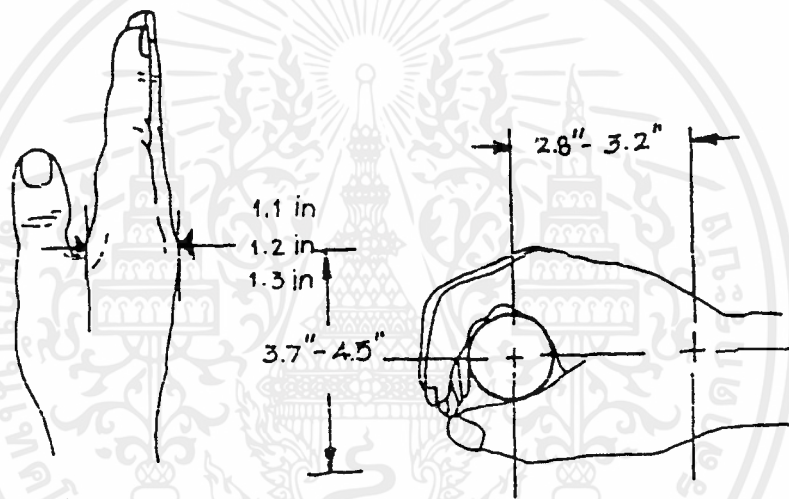
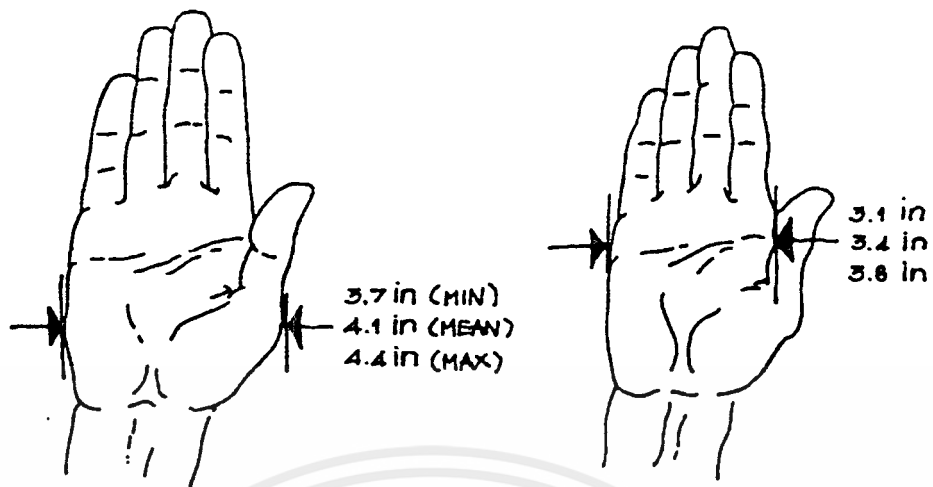
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



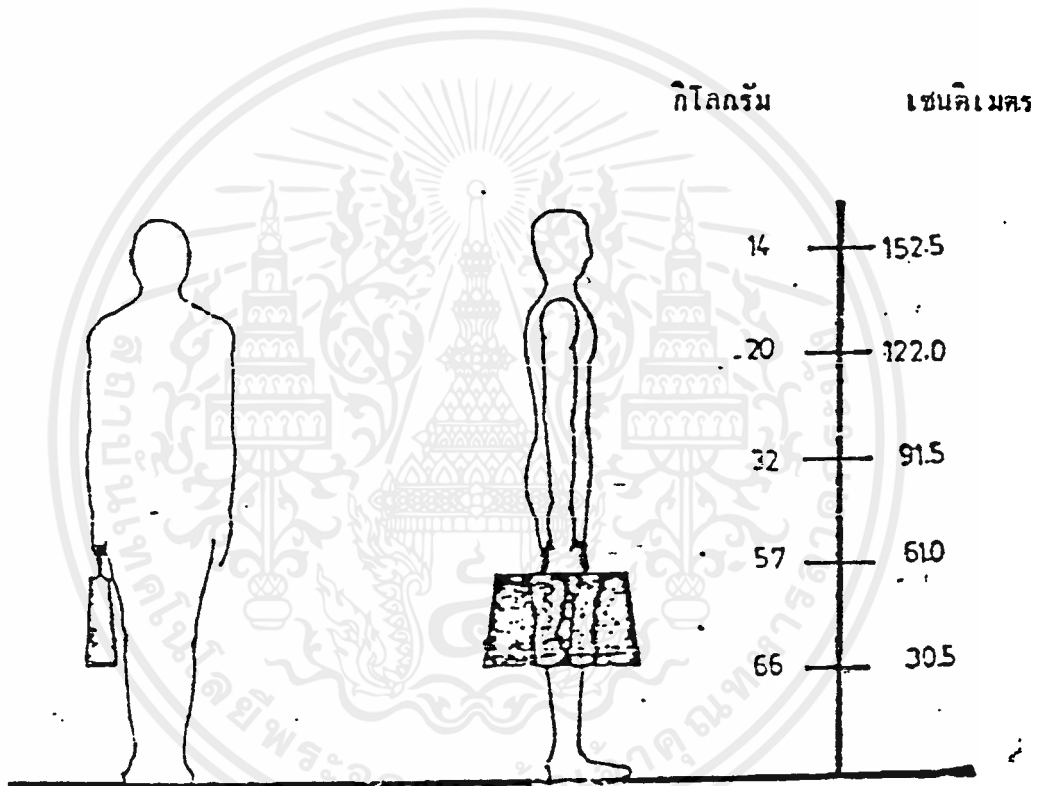
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการออกแรงยก (LIFTING) ของคน

สภาพการออกแรงของคนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบนี้ คือ การออกแรงยกด้วยมือ ในลักษณะที่อยู่แนวตั้งและอยู่ใกล้กับตัว ซึ่งทั้งน้ำหนักของสิ่งของที่จะสามารถออกแรงยกได้จะมี ความสัมพันธ์กับระยะความสูงในการยกนั้น



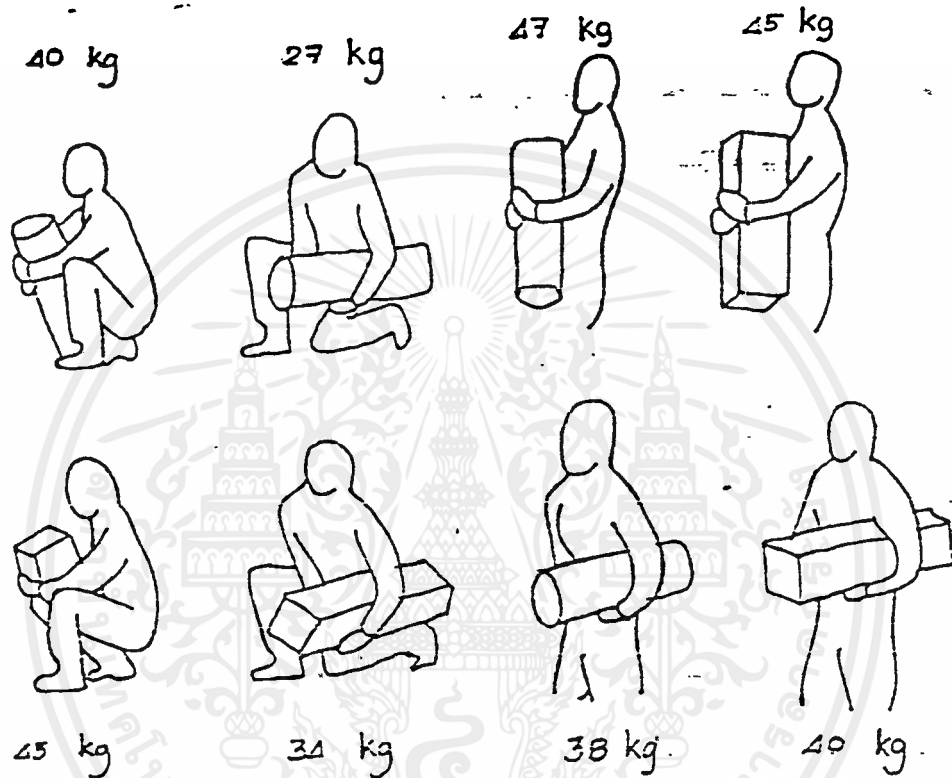
รูปที่ 26 แสดงความสัมพันธ์ของความสูงกับน้ำหนัก

ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนักของ / ระยะสูงที่ยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการแบกรับน้ำหนักการนำพาในท่าต่าง ๆ

สภาพการแบกรับน้ำหนักของคนในท่าทางต่าง ๆ จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับรูปทรงของ
ภาชนะด้วย ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้



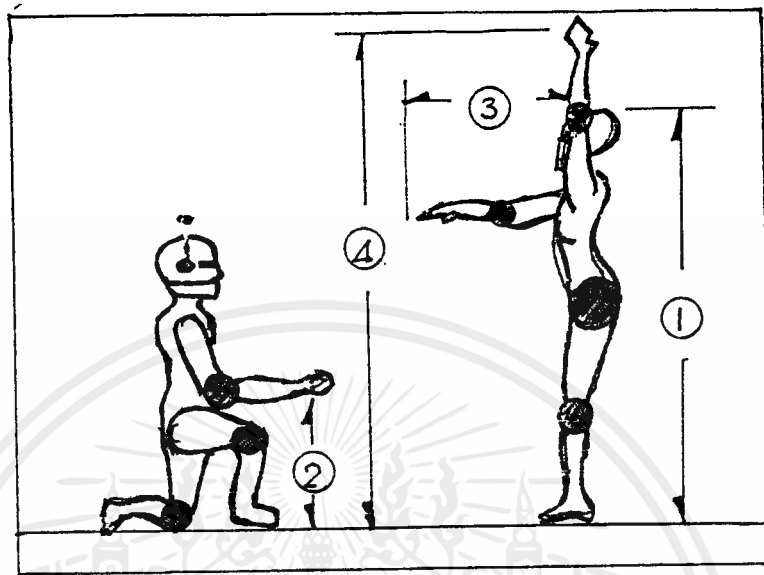
รูปที่ 27 ความสามารถในการยกน้ำหนัก

จกตารางภาพด้านบน สามารถสรุปความสามารถในการแบกรับน้ำหนักของคน ได้ดังนี้

- น้ำหนักของภาชนะ ในการประคองหรือเริ่มยก = 40 - 45 กก.
- น้ำหนักของภาชนะ ในการเริ่มยกขึ้น = 27 - 34 กก.
- น้ำหนักของภาชนะ ในการอุ้มไว้ข้างหลัง = 45 - 47 กก.
- น้ำหนักของภาชนะ ในการอุ้มไว้ด้านข้าง = 38 - 40 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป สักส่วนคนไทยที่ใช้ในการออกแบบ
 ตารางที่ 5 แสดงค่าวิกฤตที่นำมาใช้ในการออกแบบ



ข้อมูลสักส่วนคนไทย

แสดง ค่าวิกฤตที่นำมาใช้ในการออกแบบ

มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ค่าวิกฤต	การนำไปใช้ในการออกแบบ
1. ความสูงยืน	160.60	คำนึงถึงการใช้งานขณะยืน
2. ความสูงระดับพื้นถึงมือ	30.60	คำนึงถึงการเปลี่ยนแบตเตอรี่
3. ระยะแขนเอื้อมไปข้างหน้า	49.10	คำนึงถึงการเปิดปิดสวิทช์
4. ความสูงมือเอื้อมขึ้นข้างบน	201.55	คำนึงถึงการเปลี่ยนสัญญาณไฟ

ความสามารถในการยกน้ำหนัก

- | | |
|--|---------------|
| 1. น้ำหนักของภาชนะในการประคองหรือเริ่มยก | = 40 - 45 กก. |
| 2. น้ำหนักของภาชนะในการเริ่มยกสูงชัน | = 27 - 34 กก. |
| 3. ความสูงในระดับ 60 ซม. สามารถยกของได้ | = 50 - 57 กก. |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 สีกับการออกแบบ

โดยทั่วไปแล้วการออกแบบผลิตภัณฑ์ใด ๆ ก็ตามจะมองข้ามในเรื่องนี้ไม่ได้เป็นอันขาด เพราะเป็นสิ่งจำเป็นมากต่อผลการออกแบบ ความรู้สึกของผู้พบเห็นความสวยงาม นอกจากนี้ยังสามารถเตือนผู้ใช้ให้ระวังในส่วนที่จะเป็นอันตรายได้อีกด้วย

MUNSEL สามารถแบ่งสีเป็น 2 ประเภท คือ สีร้อนและสีเย็น

สีร้อน คือ สีที่อุกความรู้สึก (ADVANCING COLOUR) มีความรู้สึกสะดุดตา เมื่อมองไกลเป็นสีที่ให้ความกระชุ่มกระชวย

สีเย็น คือ สีไม่ดึงความรู้สึก ไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสบาย ๆ มองได้นาน ๆ โดยไม่ระคายเคือง

การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์ นอกจากต้องการความสวยงาม สียังมีอิทธิพลในการทำให้เกิดความรู้สึกทางด้านอื่น ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อยู่มาก

อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

ต่อไปนี้เป็นลักษณะของสีเกี่ยวกับความรู้สึก โดยแบ่งสีออกเป็นสกุลใหญ่ ๆ คือ สีแดง จัดอยู่ในพวกสีร้อน ไม่เพียงแต่ให้ความรู้สึกตื่นเต้น เร้าใจ ในทางโบราณถือว่าเป็นสีที่เกี่ยวข้องกับอันตราย เป็นสีต้องห้าม การระมัดระวัง การใช้พวกสกุลสีแดงสำหรับผลิตภัณฑ์เด่นขึ้นมาได้ แต่ถ้าใช้มากเกินไปอีกใช้สีสดใสก็จะมีผลทางจิตวิทยาได้เช่นกัน

สีส้ม เป็นสีสดใส มองเห็นได้ไกล แสดงความรู้สึกเตือนภัยอยู่ตลอดเวลา เมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดความรู้สึกสะอาด ภูเขา

สีเหลือง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะ คือสามารถเป็นได้ทั้งสีร้อนและสีเย็น แต่ขึ้นอยู่กับความเข้ม และความแรงของสี สีเหลืองโดยทั่วไปทำให้เกิดความรู้สึกสดชื่น ร่าเริง สดใส สีเหลืองอ่อนทำให้เกิดความรู้สึกสะอาดมีความสว่าง แต่ถ้ามีความเข้มของสีมาก จะทำให้เกิดหงุดหงิดได้ สีเหลืองที่ค่อนข้างไปทางสีส้ม จะคล้ายของเล่นทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่

สีเหลืองเนย (BUTTER YELLOW) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูสว่างขึ้น

สีเหลืองขาว ช่วยในด้านความเย็น แต่อย่างไรก็ตาม สีเหลืองทำให้ดูรู้สึกราวสกปรกง่าย แต่ถ้าเบรคสีเล็กน้อยก็จะทำให้ช่วยได้บ้าง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ด้วย

สีม่วง เป็นสีที่อยู่ใต้ทั้ง 2 วรรณะเช่นกัน โดยทั่วไปให้ความรู้สึกเศร้า ทำให้วัง บางครั้งอาจแสดงว่าเป็นสีแห่งความเศร้า ลึกลับ แต่สีม่วงก็ยังมีลักษณะของความงาม ทำให้ดูมีค่าได้ด้วย เช่น สีม่วงอ่อน

สีน้ำเงิน จัดอยู่ในพวกสีเย็น สีน้ำเข้มทำให้ความรู้สึกสดสงบ ลึกลับ ทำให้เกิดสมาธิ เป็นสีที่บอกถึงความสุภาพ ความหนักแน่น สีน้ำเงินอ่อน เช่น สีน้ำทะเล หรือฟ้า จะมีความสดใส ถ้าอมเขียวเล็กน้อย สามารถให้ความรู้สึกตื่นเต้นได้

สีเขียว ให้ความรู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวย ให้พักสายตาได้ สีเขียวใบไม้หรือเขียวเข้ม ใช้ได้ในการเน้นส่วนพื้นหรือฐาน แสดงถึงความสงบเยือกเย็นได้

สีน้ำตาล จัดอยู่ในพวกสีอุ่น เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแห้งแล้ง ไม่ให้ความหนักแน่น ถ้าใช้โดด ๆ จะทำให้เกิดความรู้สึกสลดหดหู่ใจ

สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เครื่องขรม สุภาพเรียบร้อย สามารถลดความลึกของสี ขาว และความลึกกลับของสีดำ สามารถใช้เป็นสีกลางได้กับทุกสี เพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอื่นคู่สบายตา

สีดำ โดยปกติสีดำ เป็นสีที่ให้ความรู้สึกหดหู่ ลึกลับ แต่ให้ความรู้สึกหนักแน่นมั่นคง การใช้สีดำสลับขาวในพื้นที่ร่วมกับสีอื่น จะทำให้เกิดความระปรึกระเป่ามีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำผลิตภัณฑ์จะแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง และไม่สกปรกง่าย

สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดดเดี่ยวจะให้ความรู้สึกเย็น สามารถใช้เป็นสีของฐานหรือส่วนที่อยู่ต่ำกว่า เพื่อเน้นให้เห็นชัดขึ้น

สีที่กล่าว ๆ แล้วยังเป็นสีทางด้านความงามที่เราตกแต่งลงบนผิววัสดุ แต่ยังมีสีที่ควรรู้

นั้น คือสีของวัสดุต่าง ๆ ที่ให้ความรู้สึกของมันออกมา เช่น สีของอลูมิเนียม จะออกเป็นสีเทาเงิน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะ ของตัวมันเอง อันได้แก่ความอ่อนนุ่ม ความเรียบเบา และไม่เป็นอันตราย

อิทธิพลของสีที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ทางด้านขนาด

สีอ่อน (LIGHT VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูใหญ่ขึ้น

สีเข้ม (DARK VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูเล็กลง

ทางด้านน้ำหนัก

สีอ่อนหรือสีร้อน (WARM VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูเบา

สีเข้มหรือสีเย็น (COOL VALUE) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูหนัก

ทางด้านความแข็งแรง

สีร้อน ทำให้เกิดความรู้สึกว่าแข็งแรงมาก

สีเย็น ทำให้มีความรู้สึกที่แข็งแรงน้อย

ทางด้านความสะอาด

สีขาว เป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด

สีอ่อน หรือสีงาช้าง (LOORY) สีเหลือง

สีฟ้าอ่อน (PALE BLUE) และสีเขียวอ่อน

ทำให้ความรู้สึกนุ่มนวล สะอาดตา ถูกลักษณะ

สีวัตถุภายใต้แสงสี

คงกล่าวมาแล้วว่า สีของวัตถุเกิดจากการสะท้อนกลับของแสงคลื่นความถี่ต่าง ๆ กัน แต่ถ้าวัตถุนั้นอยู่ภายใต้แสงที่มีความถี่เฉพาะ คือ ในช่วงใดช่วงหนึ่ง เช่น แสงสีแดง เป็นต้น สีของวัตถุนั้นก็เปลี่ยนไปจากความเป็นจริง เมื่อวัตถุนั้นอยู่ภายใต้แสงสว่างที่มีช่วงคลื่นครบทุกขนาดของความถี่ วัตถุอันหนึ่งภายใต้แสงอาทิตย์อาจปรากฏเป็นสีเขียวขึ้นมา ดังนั้น เราจึงต้องทราบถึง

อิทธิพลของการผสมสีของแสงอีกด้วย ภายใต้แสงไฟฟ้าที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น (แสงเทียน) ก็ทำให้สีของวัตถุเปลี่ยนไป ทั้งนี้เพราะหลอดไฟฟ้ากำเนิดแสงแต่ละชนิด เช่น หลอดนีออน หลอดทัง-สแตน หลอดฟลูออริเซน หลอดโซเดียม ต่างก็เปล่งแสงสว่างในความถี่ไม่เท่ากัน

ตารางที่ 6 ตารางแสดงการสะท้อนของแสงและสีต่าง ๆ

สี	สะท้อนแสงได้ร้อยละ	สี	สะท้อนแสงได้ร้อยละ
ขาว	80 - 90	ฟ้า	35.50
งาช้าง	70 - 80	เขียวอ่อน	25 - 50
ครีม	65 - 75	เขียวแก่	15 - 25
ชมพูอมม่วง	60 - 65	เขียวหยก	41.0
ชมพู	40 - 70	น้ำเงินแก่	10 - 20
เนื้อ	56.0	น้ำเงินอ่อน	45.5
เหลือง	65.0	น้ำตาล	8 - 12
เหลืองอมน้ำตาล	55 - 65	แดง	15.25
เทา	35 - 50	แดงเข้ม	7.0
เทาอ่อน	53 - 60	ดำ	2 - 5

สีของแสง

สีของแสง มีความสำคัญมากในการมองของตา มันจะทำให้เกิดความชัดเจนหรือหลอกลวง ทำให้เกิดอารมณ์ต่าง ๆ ความเครียดหรือนุ่มนวลและความรู้สึก

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ELECTROMAGNETIC) ช่วงหนึ่งที่ประสาทตาของมนุษย์รับรู้ ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในความถี่ระหว่าง 3,800 - 7,500 (อังสตรอมมิก) ที่แตกต่างกันและรวมกันเป็นสีขาว ความถี่คลื่นที่อยู่ต่ำลงไปมนุษย์มองไม่เห็น คือ (ULTRAVIOLET - RAY) และความถี่คลื่นที่อยู่สูงขึ้นไป คือ (INFARAED - RAY) ซึ่งตามองไม่เห็นเช่นกัน แต่จะมีความสัมพันธ์กับตาของสัตว์จำพวกแมลง ซึ่งเราใช้แสงที่เกิดจากรังสีอัลตราไวโอเล็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ULTRAVIOLET - RAY) ในการล่อแมลง

ข้อแนะนำในการใช้สี

1. การใช้สีคล้ายไปกับสิ่งแวดล้อม ผู้ใช้จะต้องคิดว่าสีที่ใช้นั้น กลมกลืนหรือแตกต่างกับสิ่งแวดล้อม เช่น ภูมิประเทศ ดินฟ้าอากาศ อาคารบ้านเรือนข้างเคียง เป็นต้น ถ้าใช้สีเหมือนธรรมชาติมากไปทำให้มองไม่เห็นเด่นออกมา และถ้าหากใช้สีแตกต่างกับสีของธรรมชาติมากไปก็ทำให้เกิดความไม่น่าดูไปได้

2. การใช้สีให้คล้ายตามวัสดุ เช่น ถ้าสีของวัสดุนั้นมีความเหมาะสมกับสภาพต่าง ๆ แล้ว ก็ควรจะใช้สีของวัสดุนั้นโดยไม่ต้องทำสีเพิ่ม หรือทำสีปิดทับ

3. ควรใช้สีตามประโยชน์ใช้สอย การให้สีที่ที่จะเป็นการบอกลักษณะประโยชน์ใช้สอยของมันเสร็จ เช่น สีขาวที่ช่วยให้การสะท้อนแสงสว่าง สีดำหรือสีเทาเพื่อลดความสกปรกของชิ้นงาน สีฟ้าเพื่อความสะอาด สีเขียวเพื่อความสบายตา เป็นต้น

สรุปเรื่องสีที่ใช้ในการออกแบบ

สีที่ควรนำมาออกแบบควรมีการดูแลรักษาง่าย ให้ความรู้สึกในการเตือนภัย , ระวัง-อันตราย

สีที่นำมาวิเคราะห์ มีดังนี้ คือ

1. สีเหลือง อันตราย, ระวัง (เป็นสีหลักของกรมทางหลวง)
2. สีดำ ลึกลับ, ลดความสกปรกชิ้นงาน
3. สีแสด ระวังอันตราย
4. สีขาว ความรู้สึกที่เย็น

ในการออกแบบต้องคำนึงถึงรูปแบบงานที่สร้างด้วย เพราะสีที่ใช้ควรเกี่ยวข้องกับหน่วยงานนั้น ๆ ในที่นี้จึงต้องรอผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไปอีก

วิเคราะห์ วัสดุพลาสติกที่ใช้ทำ BODY ครอบโครงสร้าง
ประเภทของพลาสติกที่นำมาวิเคราะห์

1. เซลลูโลส อซิโต บัทธิเรต CAB
2. โพลีคาร์บอเนต PC
3. ABS
4. โพลีไวนิล คลอไรด์ PVC

ตารางที่ 8 วิเคราะห์วัสดุพลาสติกที่ใช้ทำ BODY ครอบโครงสร้าง

ข้อพิจารณา/วัสดุ	CAB	PC	ABS	PVC
มีความแข็งแรง	3	3	3	4
ทนต่อแรงกระแทก	3	4	4	4
ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ	3	4	3	3
ทนต่อการกัดกรวดของสารเคมี	3	4	2	3
ราคาถูก	2	4	1	4
คุณค่าทางความงาม	3	3	3	1
รวมคะแนน	17	22	15	19

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

- 4 ดีมาก
3 ดี
2 ปานกลาง
1 พอใช้

สรุป เลือกใช้วัสดุพลาสติก PC ทำ BODY ครอบโครงสร้าง

- วิเคราะห์** พลาสติกที่ใช้ BODY ครอบสัญญาณไฟ
- ประเภทของพลาสติกที่นำมาพิจารณาวิเคราะห์ คือ
- PS₂ โพลิสไตรีน ชนิดทนความร้อน
 - SAN ไตรีน - อะครีโนไรท์ โคโพลีสเมอร์สเชท
 - PMMA โพลีเมทิลเมทาครีเลท

ตารางที่ 9 วิเคราะห์พลาสติกทำ BODY ครอบสัญญาณไฟ

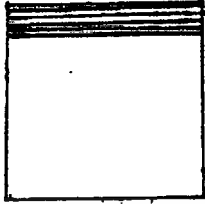
ข้อพิจารณา/ ครอบ	PS ₂	SAN	PMMA
มีความแข็งแรง	1	3	3
ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ	2	4	4
ให้การกระจายแสงที่ดี	2	2	4
เป็นที่นิยมใช้	3	3	4
ราคาถูก	3	3	3
รวม	11	15	18

หลักเกณฑ์	การให้คะแนน
4	ดีมาก
3	ดี
2	ปานกลาง
1	พอใช้

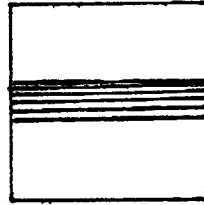
สรุป เลือก ใช้ PMMA ในการทำ BODY ครอบสัญญาณไฟ

วิเคราะห์ ตำแหน่งของสวิตช์ไฟ

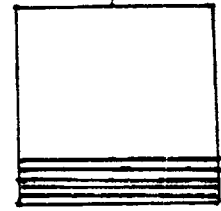
รูปแบบตำแหน่งการวางมี 3 รูปแบบด้วยกัน คือ



1. ส่วนบน



2. ส่วนกลาง



3. ส่วนล่าง

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ตำแหน่งของสวิตช์ไฟ

ข้อพิจารณา/ตำแหน่ง	1. ส่วนบน	2. ส่วนกลาง	3. ส่วนล่าง
ความสะดวกในการใช้	3	4	2
ประกอบง่าย	3	3	4
ปลอดภัยจากการใช้งาน	4	3	2
ปลอดภัยจากสิ่งรบกวน	4	2	2
รวมคะแนน	14	12	10

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

- 4 ดีมาก
- 3 ดี
- 2 ปานกลาง
- 1 พอใช้

สรุป เลือกใช้ส่วนบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิเคราะห์** รูปแบบของสวิตช์ไฟ
- รูปแบบของสวิตช์ที่นำมาวิเคราะห์ คือ
- สวิตช์โยก
 - สวิตช์เลื่อน
 - สวิตช์กด
 - สวิตช์หมุน

ตารางที่ 11 วิเคราะห์รูปแบบของสวิตช์ไฟ

ข้อพิจารณา /สวิตช์	โยก	เลื่อน	กด	หมุน
ทนทาน	3	3	3	3
ใช้งานสะดวก	2	4	3	4
ราคาถูก	2	3	4	2
ประกอบง่าย	4	4	4	3
ประสิทธิภาพสูง	4	3	4	2
ตรงตามสภาพการใช้งาน	3	4	1	3
รวมคะแนน	18	21	19	17

หลักเกณฑ์การ ให้คะแนน

- 4 ดีมาก
- 3 ดี
- 2 ปานกลาง
- 1 พอใช้

สรุป เลือก ใช้สวิตช์แบบเลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ ตำแหน่งการปล่อยแสงของสัญญาณไฟ

ตำแหน่งที่นำมาวิเคราะห์ คือ

- ด้านบน
- ด้านหน้า
- ด้านข้าง
- ด้านล่าง

ตารางที่ 12 วิเคราะห์ตำแหน่งการปล่อยแสงของสัญญาณไฟ

ข้อพิจารณา/การปล่อยแสง	บน	หน้า	ข้าง	ล่าง
ตำแหน่งที่สายตามองเห็นได้ชัดเจน	3	4	2	1
การวิ่งของแสงในแนวอน	2	4	3	3
ระยะทางการส่องสว่าง	4	4	2	2
ความสัมพันธ์กับการสะท้อนแสง	3	3	3	3
รวมคะแนน	12	15	10	9

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

- 4 ดีมาก
- 3 ดี
- 2 ปานกลาง
- 1 พอใช้

สรุป เลือกด้านหน้าในการปล่อยแสงของสัญญาณไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ ลักษณะทิศทางการเปิดฝาครอบ

ลักษณะฝาครอบที่นำมาวิเคราะห์

- เปิดชั้นบน
- เปิดออกข้าง
- เปิดลงล่าง

ตารางที่ 13 วิเคราะห์ลักษณะทิศทางการเปิดฝาครอบ

ข้อพิจารณา/ทิศทางการเปิด	บน	ข้าง	ล่าง
เปิดใช้สะดวก	3	3	2
ไม่เกะกะเปลืองเนื้อที่	4	4	3
ปิดแน่น	4	3	2
ต่อเนื่องกับการใช้งาน	3	3	3
รวมคะแนน	14	13	10

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

- 4 ดีมาก
- 3 ดี
- 2 ปานกลาง
- 1 พอใช้

สรุป เลือกใช้การเปิดด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ เลือกใช้รูปแบบฝาปิดครอบแปดเตอร์รี่

ฝาครอบรูปแบบต่าง ๆ ที่นำมาวิเคราะห์

- ฝาเลื่อน
- ฝาบานพับ
- ฝาสวมล็อก

ตารางที่ 14 วิเคราะห์ใช้รูปแบบฝาปิดครอบแปดเตอร์รี่

ข้อพิจารณา/ฝาปิดครอบ	เลื่อน	บานพับ	สวมล็อก
ทนทานไม่ชำรุดง่าย	3	4	2
เปิดได้สะดวก	4	4	3
ไม่สูญหาย	2	2	2
ประกอบง่าย	2	3	4
ความแข็งแรง	2	4	3
รวมคะแนน	13	17	14

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

- 4 คีมาก
- 3 คี
- 2 ปานกลาง
- 1 พอใช้

สรุป เลือกใช้แบบบานพับ

การวิเคราะห์ชนิดของหลอดไฟในการให้แสง

หลอดไฟที่นำมาวิเคราะห์ คือ

- หลอดฟลูออเรสเซนต์
- หลอดไส้
- หลอดคัลเลียมฮาโลเจน

ตารางวิเคราะห์ที่ 15 วิเคราะห์ชนิดของหลอดไฟ

ข้อพิจารณา/ชนิดของหลอดไฟ	ฟลูออเรสเซนต์	หลอดไส้	หลอดคัลเลียมฮาโลเจน
ให้แสงที่สว่างกลางคืน	3	4	3
การบำรุงรักษา	3	4	2
อายุการใช้งาน	4	3	3
ราคาถูก	3	4	3
ความเหมาะสมกับซุกส์ติวูดไฟ	3	4	4
การกระจายแสงอย่างทั่วถึง	3	4	3
ประกอบง่าย	4	4	2
รวมคะแนน	23	27	20

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

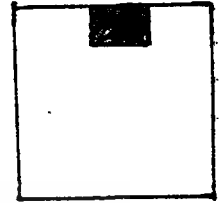
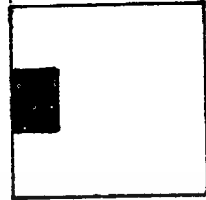
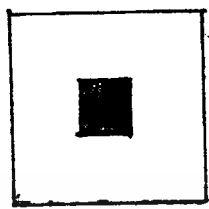
- 4 ดีมาก
- 3 ดี
- 2 ปานกลาง
- 1 พอใช้

สรุป เลือกใช้หลอดไส้ในการให้แสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ ตำแหน่งการวางหลอดไฟในการให้แสง

รูปแบบตำแหน่งการวางหลอดไฟมี 3 รูปแบบด้วยกัน คือ



1. ตำแหน่งด้านบน

2. ตำแหน่งด้านข้าง

3. ตำแหน่งด้านล่าง

ลักษณะต่าง ๆ ของการวางหลอดไฟในการให้แสง

ตารางวิเคราะห์ที่ 16 วิเคราะห์การวางหลอดไฟในการให้แสง

ข้อพิจารณา/ตำแหน่ง	1	2	3
ระยะทางการส่องสว่าง	4	3	3
การกระจายของแสงสว่าง	4	3	4
ความสะดวกในการใช้งาน	4	4	4
การทำความสะอาดง่าย	3	3	3
รูปแบบที่ใช้กันโดยทั่วไป	4	3	4
รวมคะแนน	19	16	18

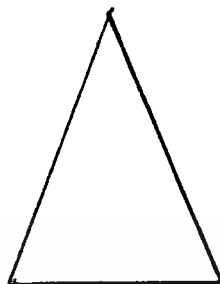
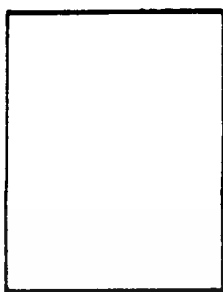
หลักเกณฑ์การให้คะแนน

- 4 ค่อนข้างดี
- 3 ดี
- 2 ปานกลาง
- 1 พอใช้

สรุป เลือกตำแหน่งการวางหลอดไฟด้านบน

วิเคราะห์ รูปทรงของผลิตภัณฑ์

รูปทรงที่นำมาวิเคราะห์มี 3 รูปแบบด้วยกัน คือ



1. สี่เหลี่ยมผืนผ้า

2. สามเหลี่ยมมุมบ้าน

3. วงรี

ลักษณะต่าง ๆ ของรูปทรงผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 17 วิเคราะห์รูปทรงของโครงสร้างหลัก

ข้อพิจารณา/รูปทรง	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ความแข็งแรง	3	4	3
สัมพันธ์กับชิ้นงาน	4	2	3
มีความต่อเนื่องกับสภาพแวดล้อม	4	3	2
ขึ้นรูปง่าย	4	4	3
สะดวกต่อการใช้งาน	3	3	3
รวมคะแนน	18	16	14

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

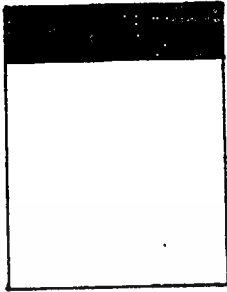
- 4 ค่อนข้างมาก
- 3 ค่อนข้าง
- 2 ปานกลาง
- 1 พอใช้

สรุป เลือกใช้รูปทรงแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า

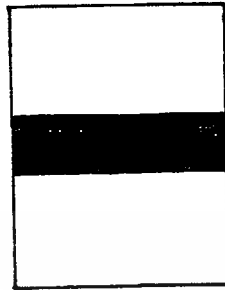
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ การจัดวางแบบเตอร์รี่

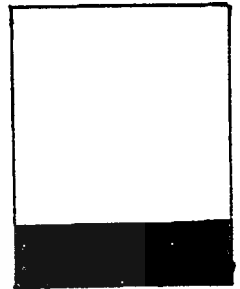
รูปแบบของการจัดวางมี 3 รูปแบบด้วยกัน คือ



ส่วนบน



ส่วนกลาง



ส่วนล่าง

ลักษณะการจัดวางแบบเตอร์รี่แบบต่าง ๆ

ตารางที่ 18 วิเคราะห์การจัดวางแบบเตอร์รี่

ข้อพิจารณา/การจัดวาง	ส่วนบน	ส่วนกลาง	ส่วนล่าง
ทำให้โครงสร้างมีความแข็งแรง	1	2	4
สะดวกต่อการใช้งาน	2	4	3
ต่อเนื่องกับการใช้งาน	2	4	4
การรับน้ำหนัก	1	2	4
การเคลื่อนย้าย	2	2	4
รวมคะแนน	8	14	19

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

- 4 ดีมาก
- 3 ดี
- 2 ปานกลาง
- 1 พอใช้

สรุป เลือกการจัดวางแบบเตอร์รี่ในส่วนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ ตำแหน่งของมือถือในการเคลื่อนย้าย

ตำแหน่งการวางมี 5 รูปแบบด้วยกัน คือ

- ด้านบน
- ด้านหน้า
- ด้านข้าง
- ด้านล่าง
- ด้านหลัง

ตารางที่ 19 วิเคราะห์ตำแหน่งมือถือในการเคลื่อนย้าย

ข้อพิจารณา/มือถือ	บน	หน้า	ข้าง	ล่าง	หลัง
ใช้สะดวก	1	2	4	2	3
ถูกหลักสรีระ	2	3	3	2	3
ประกอบง่าย	3	4	4	4	4
มั่นคงแข็งแรง	3	3	3	3	3
ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย	1	2	4	3	4
รวมคะแนน	7	14	18	14	17

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

- 4 คีมาก
- 3 คี
- 2 ปานกลาง
- 1 หอใช้

สรุป เลือกใช้แบบด้านข้าง

วิเคราะห์ การจัดวางพื้นที่เก็บหลอดไฟสำรอง

รูปแบบของการจัดวางที่นำมาวิเคราะห์ คือ

- ด้านบน
- ด้านหน้า
- ด้านล่าง
- ด้าน (ส่วนกลาง)

ตารางที่ 20 วิเคราะห์การจัดวางพื้นที่เก็บหลอดไฟสำรอง

ข้อพิจารณา/การจัดวาง	บน	หน้า	ล่าง	กลาง
ใช้สะดวก	3	3	4	4
ถูกหลักสรีระ	3	2	3	4
ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย	4	3	3	3
เก็บรักษาได้ดี	2	2	4	2
เข้ากับสภาพการใช้งาน	3	2	4	3
รวมคะแนน	15	12	18	16

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

- 4 ดีมาก
- 3 ดี
- 2 ปานกลาง
- 1 พอใช้

สรุป เลือกใช้การจัดวางพื้นที่เก็บหลอดไฟสำรองด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ สีที่ใช้กับตัวผลิตภัณฑ์

สีที่นำมาวิเคราะห์ คือ

- สีเหลือง
- สีดำ
- สีแสด
- สีขาว

ตารางที่ 21 วิเคราะห์สีที่ใช้กับผลิตภัณฑ์

ข้อพิจารณา/สีกับผลิตภัณฑ์	สีเหลือง	สีดำ	สีแสด	สีขาว
สะดุดตา	4	1	4	4
ทำให้แสงลคมประสิทธิภาพ	3	4	2	4
เป็นสีที่ใช้กับเครื่องหมายจรรยาบรรณ	4	3	4	4
หนักแน่น	3	4	1	2
ไม่สกปรกง่าย	3	3	4	2
รวมคะแนน	17	15	15	16

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

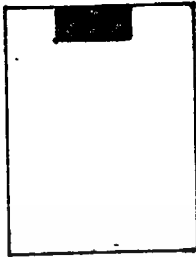
- 4 ดีมาก
- 3 ดี
- 2 ปานกลาง
- 1 พอใช้

สรุป เลือกใช้สีเหลืองเป็นสีของผลิตภัณฑ์ และสีดำเป็นกราฟิก

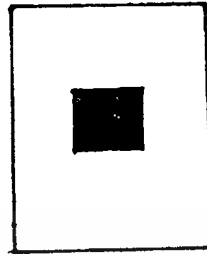
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ การจัดวางสัญญาณไฟเตือน

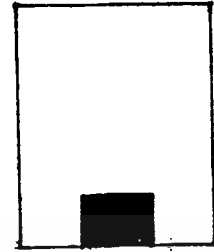
รูปแบบของการจัดวางมี 3 รูปแบบ คือ



ส่วนบน



ส่วนกลาง



ส่วนล่าง

การจัดวางตำแหน่งสัญญาณไฟเตือน

ตารางที่ 22 วิเคราะห์การจัดวางตำแหน่งสัญญาณไฟเตือน

ข้อพิจารณา/จัดวาง	บน	กลาง	ล่าง
สัมพันธ์กับสายตามนุษย์	4	2	1
สะดวกต่อการใช้งาน	4	4	2
ต่อเนื่องกับการใช้งาน	4	3	3
สัมพันธ์กับรูปทรง	3	4	3
ประโยชน์ใช้สอย	4	3	3
รวมคะแนน	19	16	12

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

- 4 ค่อนข้างมาก
- 3 ค่อนข้าง
- 2 ปานกลาง
- 1 พอใช้

สรุป เลือกการจัดวางสัญญาณไฟเตือน ด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการทำงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ **วัสดุในทำโครงสร้างหลัก**

วัสดุที่นำมาวิเคราะห์ คือ

- เหล็ก
- อลูมิเนียม
- สแตนเลส

ตารางที่ 23 **วิเคราะห์วัสดุในการทำโครงสร้างหลัก**

ข้อพิจารณา/วัสดุ	เหล็ก	อลูมิเนียม	สแตนเลส
ความแข็งแรงทนทาน	4	2	4
ขึ้นรูปง่าย	4	3	3
ตกแต่งผิวง่าย	3	4	3
ราคาถูก	4	3	2
อายุการใช้งาน	3	4	4
รวมคะแนน	18	16	16

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

- 4 ดีมาก
- 3 ดี
- 2 ปานกลาง
- 1 พอใช้

สรุป **เลือกใช้เหล็กเป็นวัสดุในการทำโครงสร้างหลัก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ **ชาส์ญญาณไฟ**

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ คือ

1. แบบซาเคี้ยว
2. แบบ 2 ซา

ตารางที่ 24 **วิเคราะห์ชาส์ญญาณไฟ**

ข้อพิจารณา/ชาส์ญญาณไฟ	แบบเคี้ยว	แบบ 2 ซา
ความแข็งแรง	2	4
สะดวกในการเคลื่อนย้าย	3	3
ประกอบง่าย	4	3
ประสิทธิภาพสูง	2	3
ตรงตามสภทพการใช้งาน	2	4
ง่ายต่อการผลิต	4	3
รวมคะแนน	17	20

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

- | | |
|---|---------|
| 4 | ดีมาก |
| 3 | ดี |
| 2 | ปานกลาง |
| 1 | พอใช้ |

สรุป **เลือกใช้ชาส์ญญาณไฟแบบ 2 ซา**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ โครงสร้างขาสัญญาณไฟ

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ คือ

1. โครงสร้างขาแบบตายตัว
2. โครงสร้างขาแบบปรับระดับ

ตารางที่ 25 วิเคราะห์โครงสร้างขาสัญญาณไฟ

ข้อพิจารณา/ขาสัญญาณไฟ	แบบตายตัว	แบบปรับระดับ
ความแข็งแรง	4	3
ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	2	4
ประกอบง่าย	3	3
ประสิทธิภาพสูง	2	4
ตรงตามสภาพการใช้งาน	3	4
รวมคะแนน	14	18

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

- | | |
|---|---------|
| 4 | ดีมาก |
| 3 | ดี |
| 2 | ปานกลาง |
| 1 | พอใช้ |

สรุป เลือกใช้โครงสร้างขาสัญญาณไฟแบบปรับระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ โครงสร้างกล่องเก็บหลอดไฟสำรอง

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ คือ

1. โครงสร้างแบบตายตัว
2. โครงสร้างแบบถอดประกอบ

ตารางที่ 26 วิเคราะห์โครงสร้างกล่องเก็บหลอดไฟสำรอง

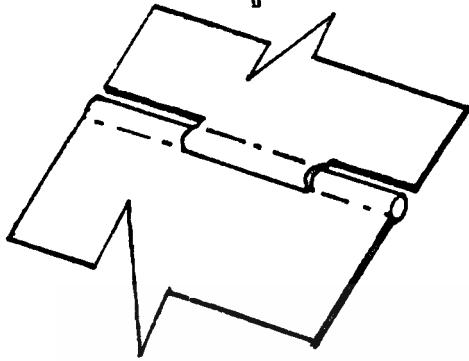
ข้อพิจารณา/โครงสร้างกล่องเก็บหลอดไฟสำรอง	แบบตายตัว	แบบถอดประกอบ
ความแข็งแรง	4	3
สะดวกในการใช้งาน	2	4
เก็บรักษาหลอดไฟได้ดี	3	2
เข้ากับสภาพการใช้งาน	4	3
รวมคะแนน	13	12

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

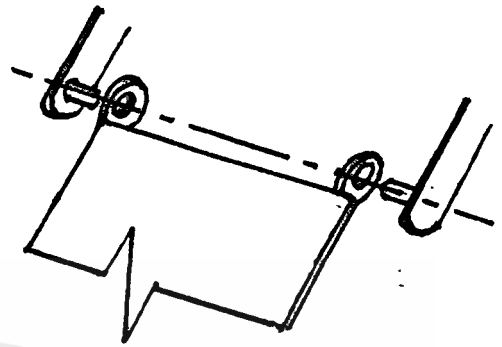
- 4 ดีมาก
3 ดี
2 ปานกลาง
1 พอใช้

สรุป เลือก ใช้โครงสร้างกล่องเก็บหลอดไฟสำรองแบบตายตัว

วิเคราะห์ บ้านพับของฝาครอบแบตเตอรี่
รูปแบบที่นำมาวิเคราะห์คือ



รูปแบบที่ 1



รูปแบบที่ 2

ตารางที่ 27 วิเคราะห์บ้านพับของฝาครอบแบตเตอรี่

ข้อพิจารณา/บ้านพับ	แบบที่ 1	แบบที่ 2
ความแข็งแรง	4	3
ง่ายต่อการผลิต	3	4
เข้ากับสภาพการใช้งาน	4	2
อายุการใช้งาน	3	4
รวมคะแนน	14	13

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

- 4 ค่อนข้างมาก
- 3 ค่อนข้างน้อย
- 2 ปานกลาง
- 1 พอใช้

สรุป เลือกใช้บ้านพับของฝาครอบแบตเตอรี่ แบบที่ 1

วิเคราะห์ ประเภทของพลาสติกทำชุดป้ายไฟสัญญาณ

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ คือ

1. THERMOSETTING
2. THERMOPLASTIC

ตารางที่ 28 วิเคราะห์ประเภทของพลาสติกทำชุดป้ายไฟสัญญาณ

ข้อพิจารณา	THERMOSETTING	THERMOPLASTIC
มีความเหมาะสมกับงาน	○	●
มีความแข็งแรงทนทาน	●	●
สามารถนำกลับมาหลอมใหม่ได้	○	●
ต้นทุนการผลิตต่ำ	○	●
ทนความร้อน	●	●
รวม		●

หมายเหตุ

= เหมาะสม

= ไม่เหมาะสม

สรุป เลือกใช้พลาสติกประเภท THERMOPLASTIC ทำชุดป้ายไฟสัญญาณ

วิเคราะห์ กรรมวิธีการผลิต BODY ชุดป้ายไฟสัญญาณ

หัวข้อที่นำมาพิจารณา คือ

1. แบบฉีด (INJECTION MOLDING)
2. แบบอัด (COMPRESION MOLDING)
3. แบบอัดส่ง (TRANSFER MOLDING)

ตารางที่ 29 วิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต BODY ชุดป้ายไฟสัญญาณ

ข้อพิจารณา/กรรมวิธีการผลิต	แบบฉีด	แบบอัด	แบบอัดส่ง
ราคาเมื่อเริ่มทำการผลิต	2	3	3
ราคาเมื่อผลิตมาก	4	2	2
มีความเหมาะสมกับงาน	3	2	2
ถ่ายทอดขั้นตอนการประกอบ	3	4	4
รวมคะแนน	12	11	11

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

- | | |
|---|---------|
| 4 | ดีมาก |
| 3 | ดี |
| 2 | ปานกลาง |
| 1 | พอใช้ |

สรุป เลือกใช้กรรมวิธีการผลิต แบบผลิต (INJECTION MOLDING)

วิเคราะห์ การนำพาในการเคลื่อนย้าย

หัวข้อที่นำมาพิจารณา คือ:

1. แบบคิง
2. แบบยก
3. แบบใช้ล้อ

ตารางที่ 30 วิเคราะห์การนำพาในการเคลื่อนย้าย

ข้อพิจารณา/การนำพา	แบบคิง	แบบยก	แบบใช้ล้อ
สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย	1	2	4
สะดวกต่อการบังคับ	2	4	2
ไม่เมื่อย	1	3	4
ผ่อนแรง	2	3	4
ตรงตามสภาพการใช้งาน	3	4	1
รวมคะแนน	9	16	15

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

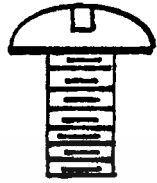
- | | |
|---|---------|
| 4 | ดีมาก |
| 3 | ดี |
| 2 | ปานกลาง |
| 1 | พอใช้ |

สรุป เลือกใช้วิธีการนำพาในการเคลื่อนย้าย แบบยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ หัวสกรูใช้ในชุดป้ายไฟสัญญาณ

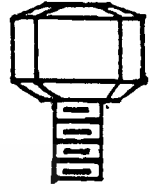
รูปแบบที่นำมาวิเคราะห์



รูปแบบที่ 1



รูปแบบที่ 2



รูปแบบที่ 3

ตารางที่ 31 วิเคราะห์หัวสกรูใช้ในชุดป้ายไฟสัญญาณ

ข้อพิจารณา/หัวสกรู	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ความแข็งแรง	4	4	4
ใช้ในการยึด BODY	2	4	1
ความสวยงาม	2	4	1
รวมคะแนน	8	12	6

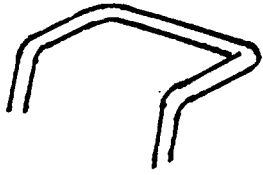
หลักเกณฑ์ในการให้คะแนน

- 4 ดีมาก
- 3 ดี
- 2 ปานกลาง
- 1 พอใช้

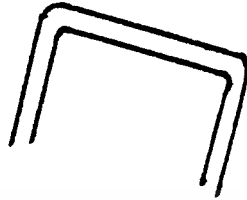
สรุป เลือกใช้หัวสกรู แบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ รูปแบบของมือจับ
รูปแบบที่นำมาวิเคราะห์



รูปแบบที่ 1



รูปแบบที่ 2



รูปแบบที่ 3

ตารางที่ 32 วิเคราะห์รูปแบบของมือจับ

ข้อพิจารณา/มือจับ	รูปแบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ความแข็งแรง	2	3	4
ง่ายต่อการผลิต	1	3	4
สะดวกต่อการใช้งาน	4	4	2
เข้ากับรูปทรงของงาน	3	4	2
รวมคะแนน	10	14	12

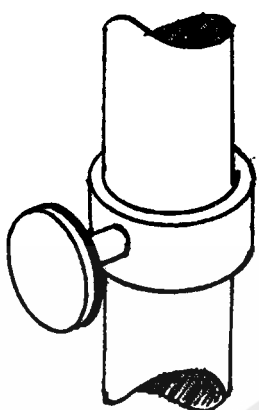
หลักเกณฑ์การให้คะแนน

- 4 คีมาก
3 คี
2 ปานกลาง
1 พอใช้

สรุป เลือกใช้รูปแบบมือจับ รูปแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ ข้อต่อปรับระดับชุดไฟสัญญาณ
รูปแบบที่นำมาวิเคราะห์ คือ



รูปแบบที่ 1
แบบเกลียวขันล็อก



รูปแบบที่ 2
แบบสปริงล็อก



รูปแบบที่ 3
แบบเคียวระดับล็อก

ตารางที่ 33 วิเคราะห์ข้อต่อปรับระดับชุดไฟสัญญาณ

ข้อพิจารณา/ข้อต่อปรับระดับ	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ง่ายต่อการผลิต	4	3	1
ง่ายต่อการประกอบ	4	3	2
สามารถซ่อมแซมเองได้	4	4	3
มีความแข็งแรง	4	1	4
ง่ายในการนำพาเคลื่อนที่	3	4	2
รวมคะแนน	19	15	12

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

- 4 ดีมาก
3 ดี
2 ปานกลาง
1 พอใช้

สรุป เลือกใช้ข้อต่อปรับระดับ แบบที่ 1 แบบเกลียวขันล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ สีของแสงของลูกศรบอกทิศทาง

1. แดง
2. ชมพูอมม่วง
3. เขียว

ตารางที่ 34 วิเคราะห์สีของแสงของลูกศรบอกทิศทาง

ข้อพิจารณา/สีของแสง	สีแดง	ชมพูอมม่วง	สีเขียว
ความเข้มของแสงที่มองชัดเจน	3	4	1
มองเห็นในระยะไกลได้ดี	3	4	2
เข้ากับสภาพการใช้งาน	4	4	3
สะท้อนแสงได้ดี	3	4	2
รวมคะแนน	13	16	8

หลักเกณฑ์การให้คะแนน

- | | |
|---|---------|
| 4 | ดีมาก |
| 3 | ดี |
| 2 | ปานกลาง |
| 1 | พอใช้ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำเข้าสู่การออกแบบ

การวิเคราะห์โดยใช้หน้าที่ของผลิตภัณฑ์

1. FUNCTION หลัก คือ ไฟสัญญาณเตือน
2. FUNCTION รอง คือ บ้ายไฟสัญญาณบอกทาง

การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต

2. วัสดุทำโครงสร้างหลัก คือ เหล็กทาสี
3. พลาสติกทำ BODY ครอบโครงสร้าง คือ
4. พลาสติกทำ BODY ครอบสัญญาณไฟ คือ
5. การผลิต BODY ชุคไฟสัญญาณเป็นแบบ (INJECTION MOLDING)

การวิเคราะห์โครงสร้าง

6. ขารองรับสัญญาณไฟจะมี 2 ขา
7. ขารองรับชุดสัญญาณไฟฉุกเฉินทางเบียงมี 4 ขา
8. โครงสร้างขาสัญญาณไฟจะเป็นแบบปรับระดับ
9. โครงสร้างของกล่องเก็บหลอดไฟเป็นแบบตายตัว
10. ข้อต่อปรับระดับเป็นแบบเกลียวขันต๊อค
11. บานพับของ ฝาครอบแบตเตอรี่เป็นแบบบานพับ JOIN

การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า

12. แบตเตอรี่หลังงานจะวาง ในส่วนล่างสุดของผลิตภัณฑ์
13. ชนิดของหลอดไฟเลือกใช้หลอดไส้ในการให้แสง
14. สีของไฟสัญญาณเตือน คือ สีเหลือง
15. สีของไฟสัญญาณบอกทาง คือ สีชมพูอมม่วง
16. ตำแหน่งการวางสวิทช์ไฟจะอยู่ส่วนบนด้านหลังของผลิตภัณฑ์
17. รูปแบบของสวิทช์ไฟเป็นแบบเลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18. การปล่อยแสงจะปล่อยด้านหน้าของผลิตภัณฑ์

19. กล้องเก็บหลอดไฟสำรองจะรวมอยู่กับกล้องเก็บแบตเตอรี่

การวิเคราะห์เพื่อเข้าสู่การออกแบบ

20. รูปทรงของผลิตภัณฑ์จะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าในแนวตั้ง ซึ่งแยกออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนของสัญญาณไฟกับส่วนของชุดเก็บแบตเตอรี่

21. มือถือในการนำทางจะอยู่ด้านข้าง

22. การเคลื่อนย้ายจะเป็นแบบยกขึ้นรถ

การวิเคราะห์สีที่ใช้งานกับผลิตภัณฑ์

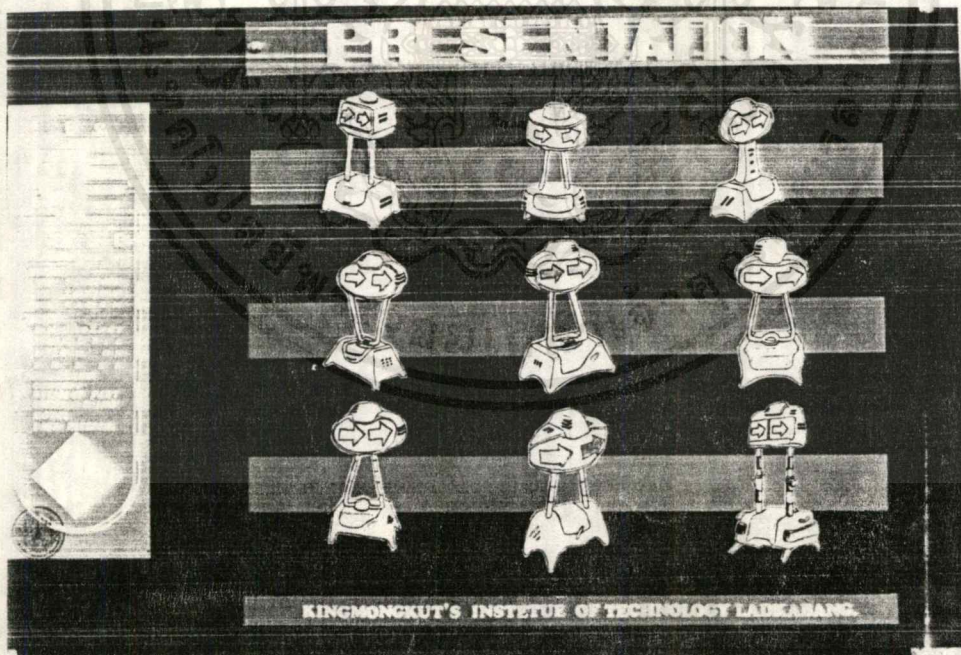
23. ใช้สีที่ดูแล้วสะกดตา เตือนภัย คือ เหลืองกับดำ

การออกแบบ

จากข้อมูลที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ทั้งหมด สามารถสรุปเป็นแนวทางการออกแบบชุดป้ายสัญญาณไฟฉุกเฉินทางเบียง กรมทางหลวง ดังที่กล่าวมาแล้วจากบทสรุปการวิเคราะห์ แต่การออกแบบนั้นต้องมีข้อจำกัดของชุดป้ายสัญญาณไฟ ซึ่งผู้ออกแบบต้องคำนึงถึง ดังนี้คือ

1. การออกแบบต้องคำนึงถึงระบบการผลิตอุตสาหกรรม
2. ชุดป้ายสัญญาณไฟใช้กับผู้ขับขี่ยานพาหนะในเวลากลางคืน ที่มีตัวบอกสัญญาณเป็นไฟวิ่งให้รู้ทิศทางในทางเบียง
3. ขนาดสัดส่วนที่นำมาใช้ในการออกแบบ ใช้มิติสัดส่วนคนไทย

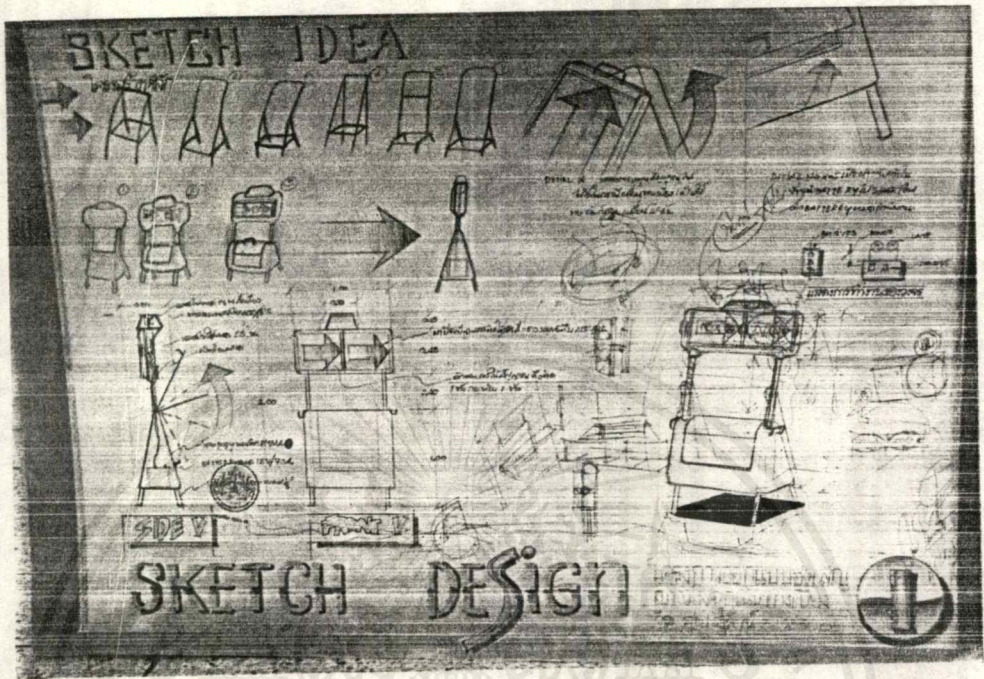
5.1 การพัฒนาแนวความคิดในการออกแบบ



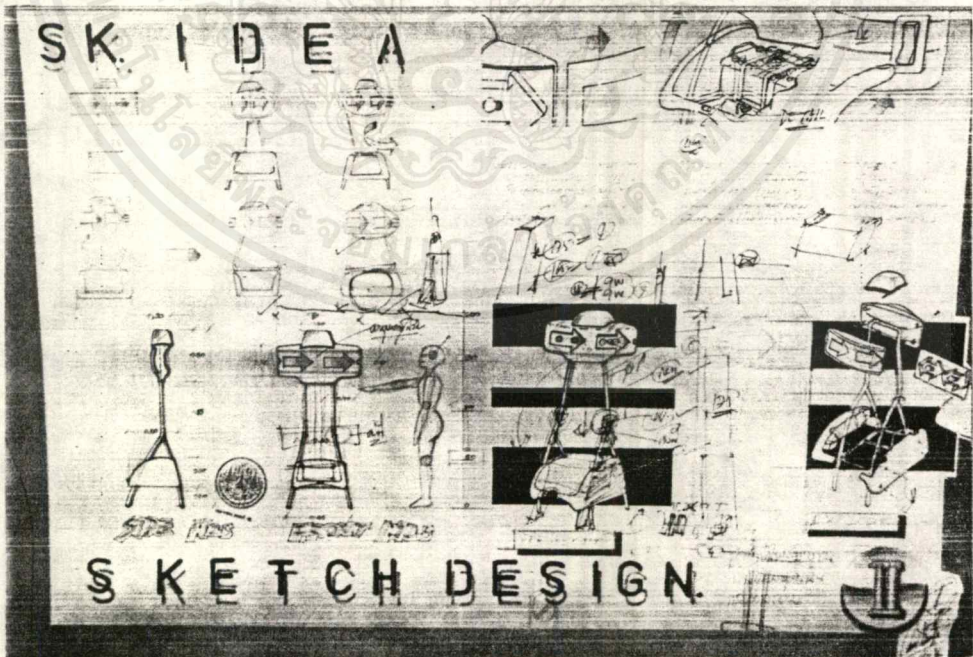
รูปที่ 28 การพัฒนารูปทรงป้ายสัญญาณไฟฉุกเฉินทางเบียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การออกแบบร่างชุกป้ายสัญญาณไฟ

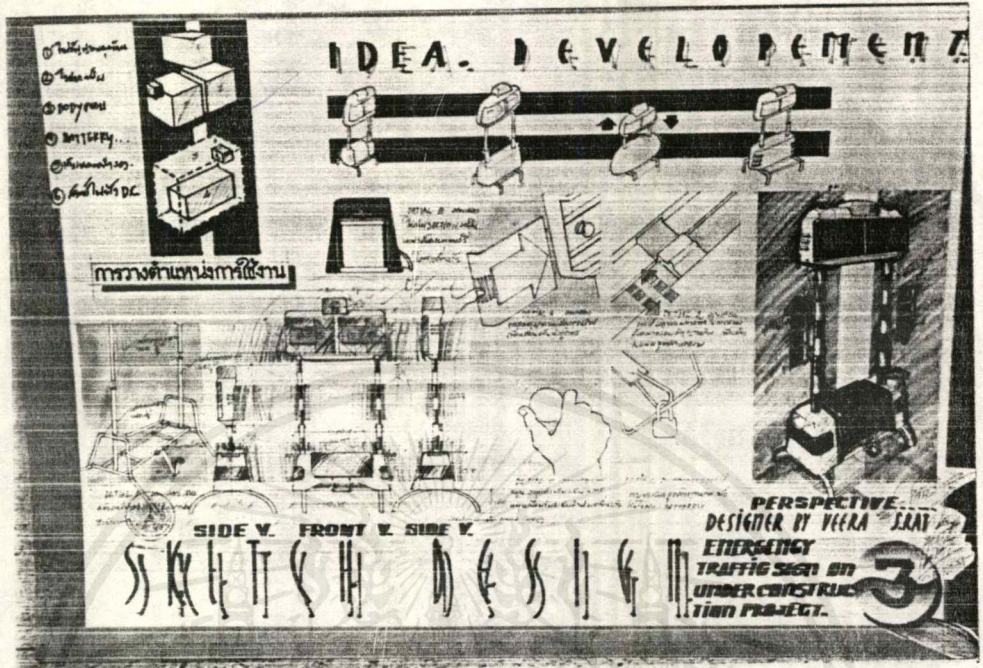


รูปที่ 29 การออกแบบร่างครั้งที่ 1

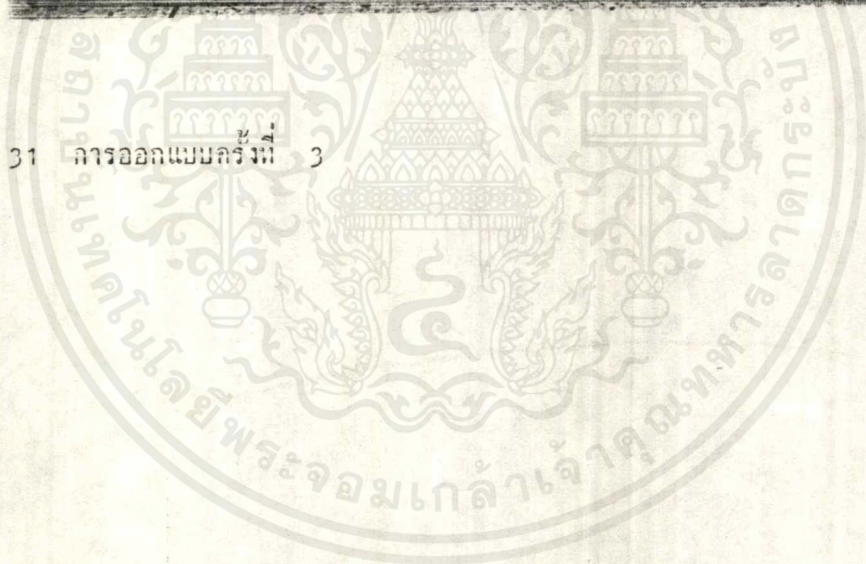


รูปที่ 30 การออกแบบร่างครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

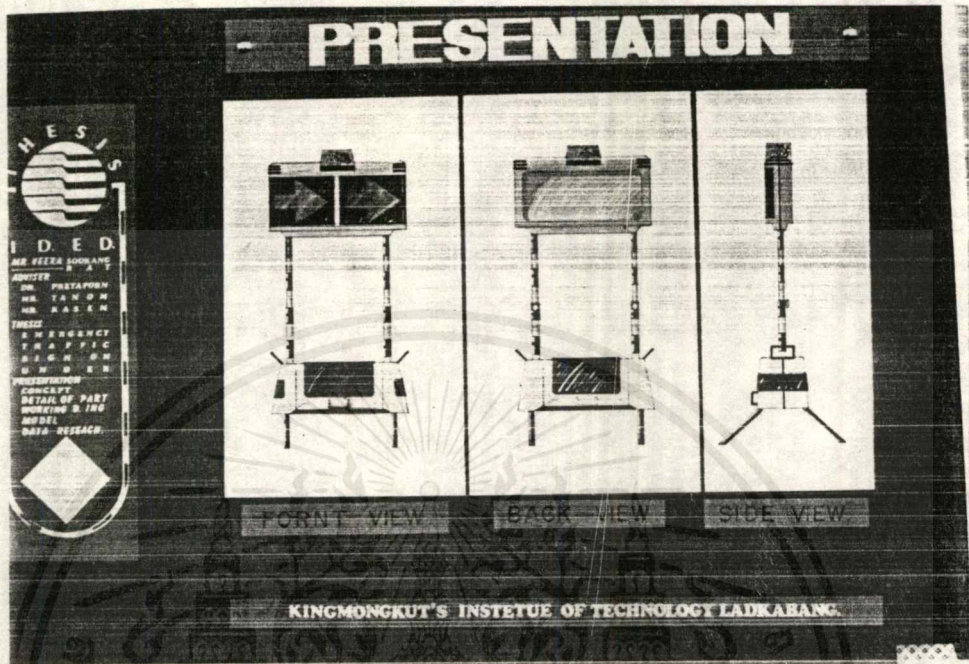


รูปที่ 31 การออกแบบครั้งที่ 3

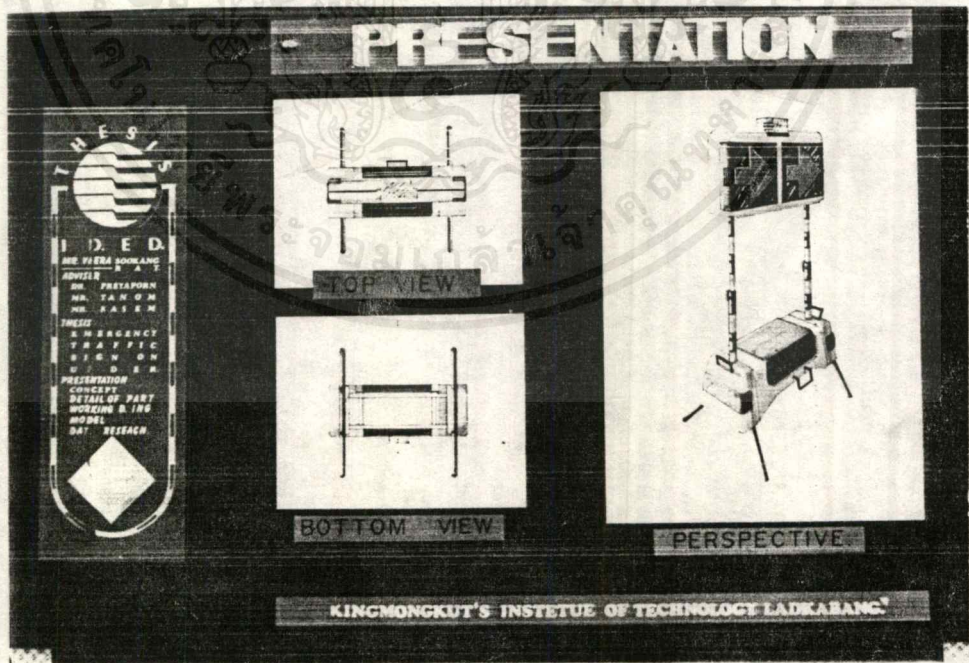


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การนำเสนอผลงาน

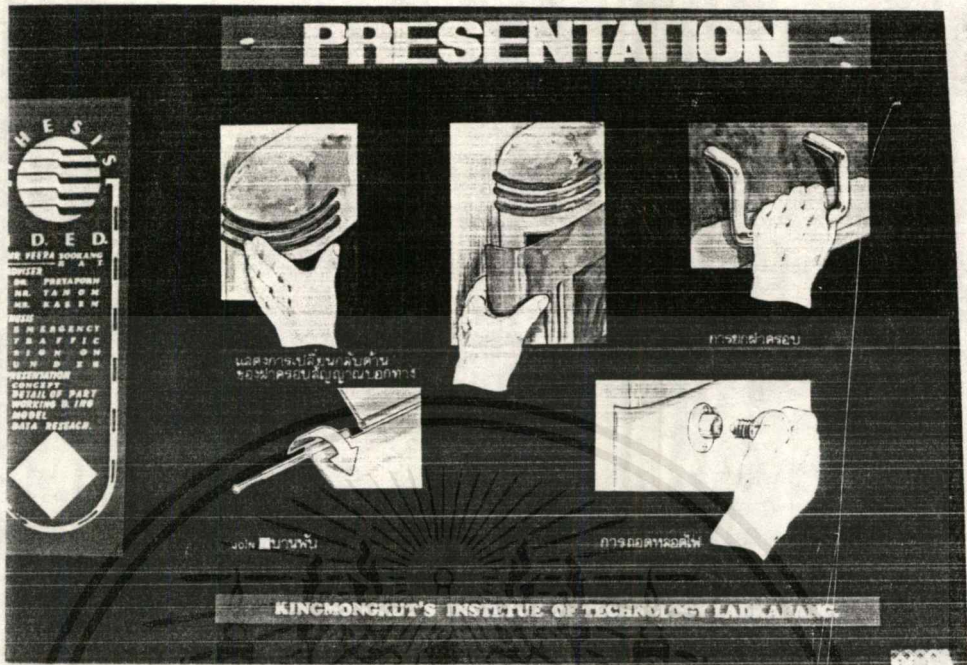


รูปที่ 32 การนำเสนอผลงาน

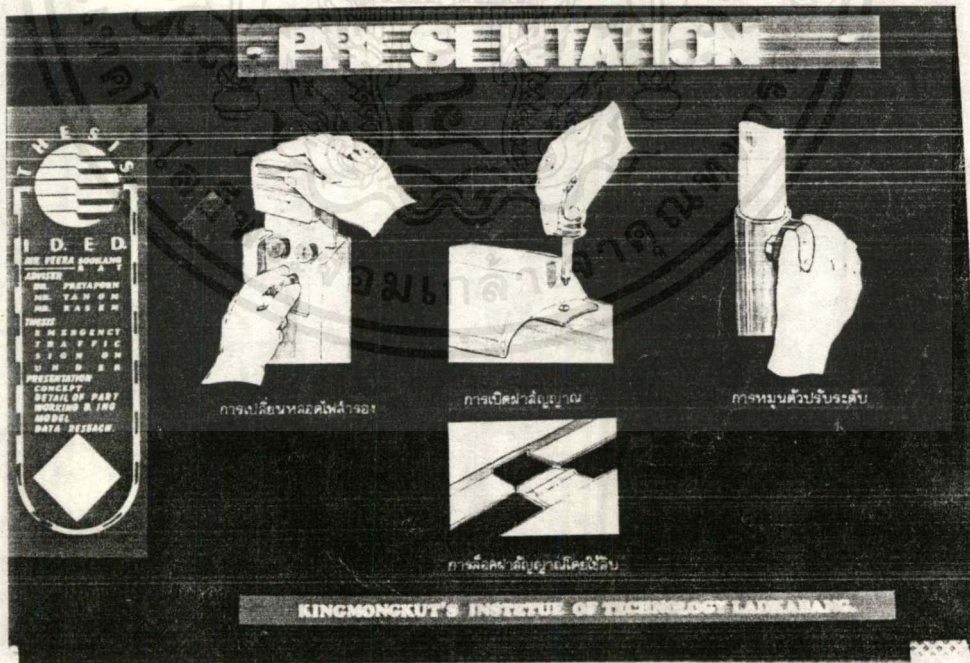


รูปที่ 33 การนำเสนอผลงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

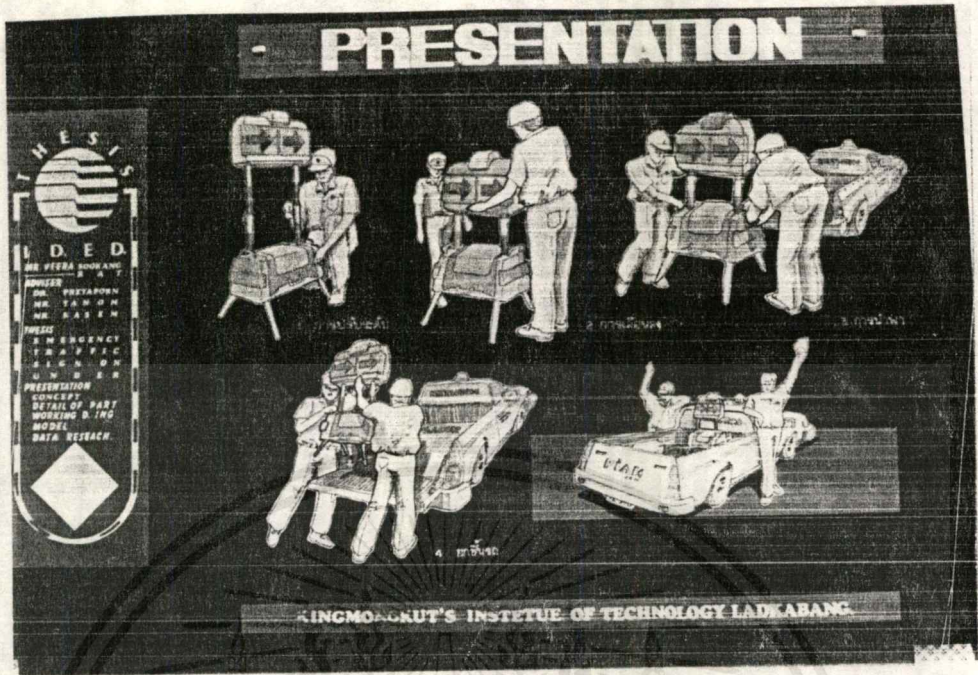


รูปที่ 34 การนำเสนอผลงานรายละเอียด

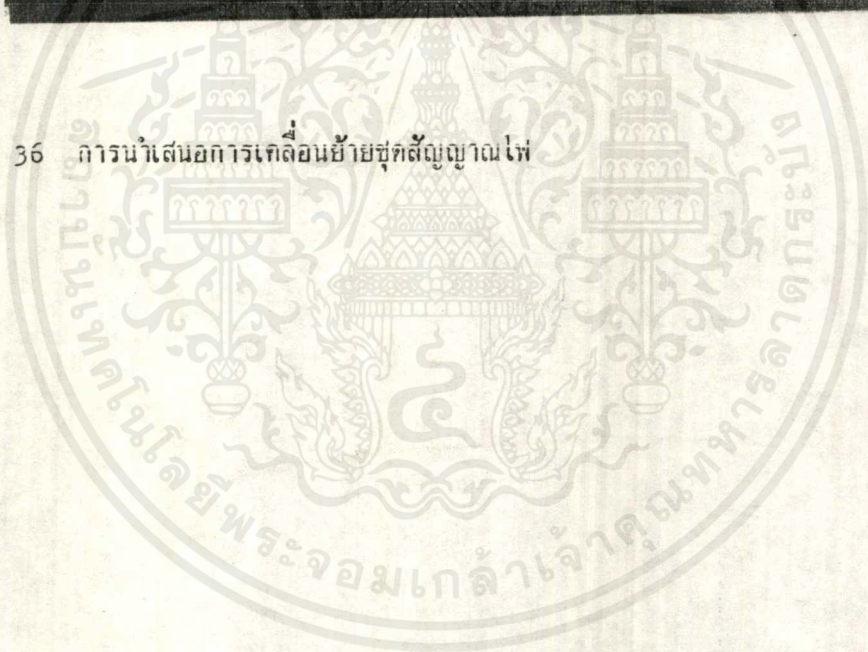


รูปที่ 35 การนำเสนอผลงานรายละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

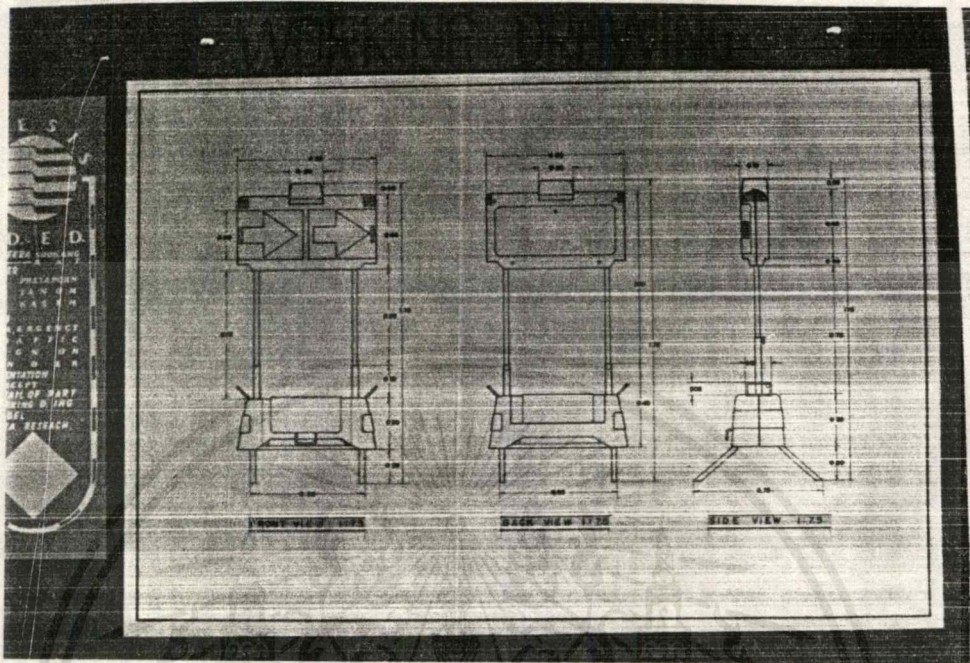


รูปที่ 36 การนำเสนอการเคลื่อนย้ายชุดสัญญาณไฟ

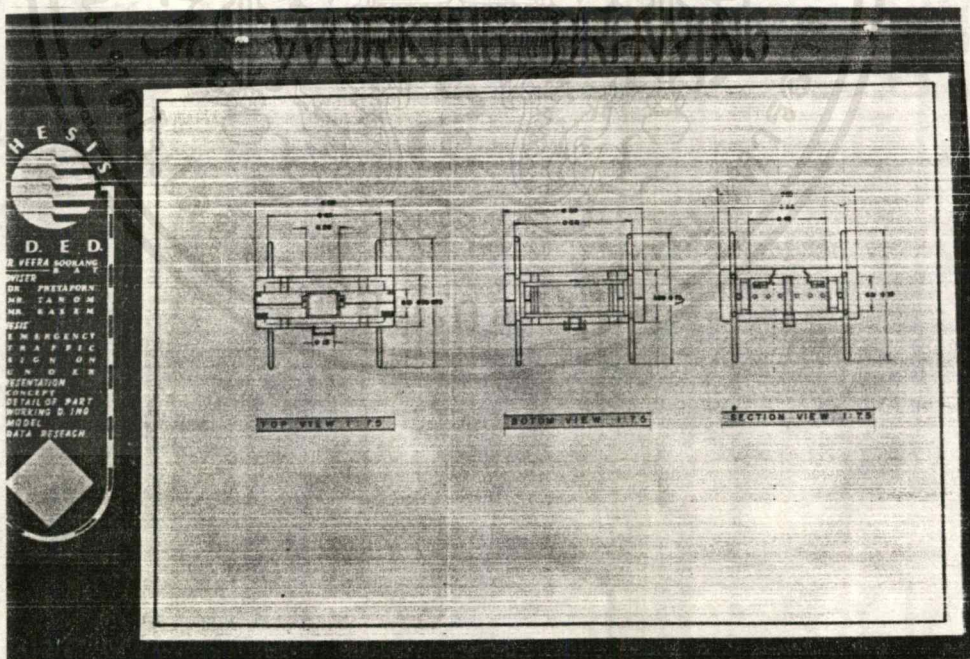


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 แบบ WORKING DRAWING

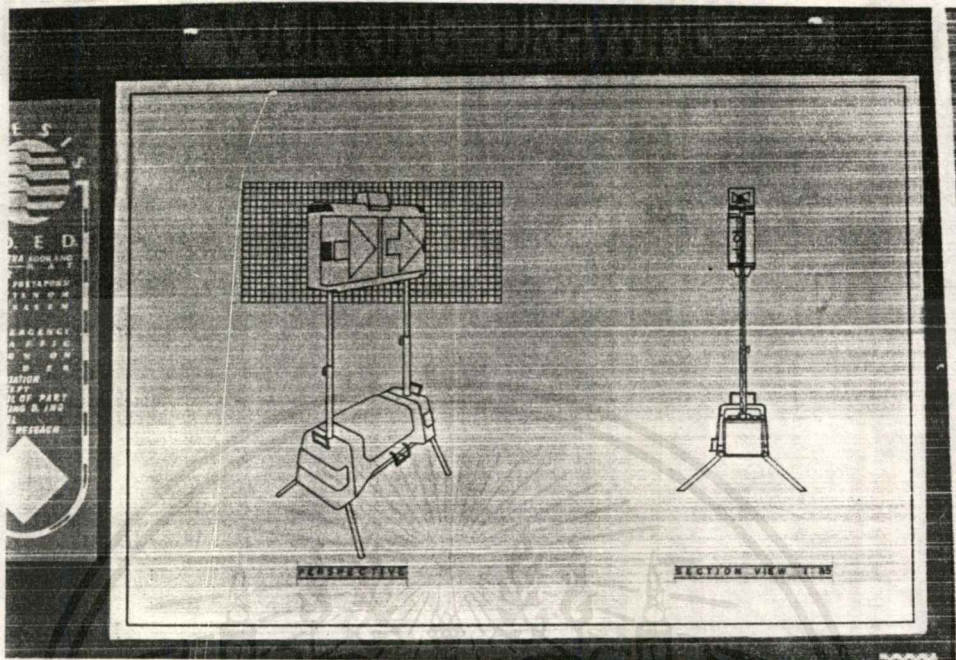


รูปที่ 37

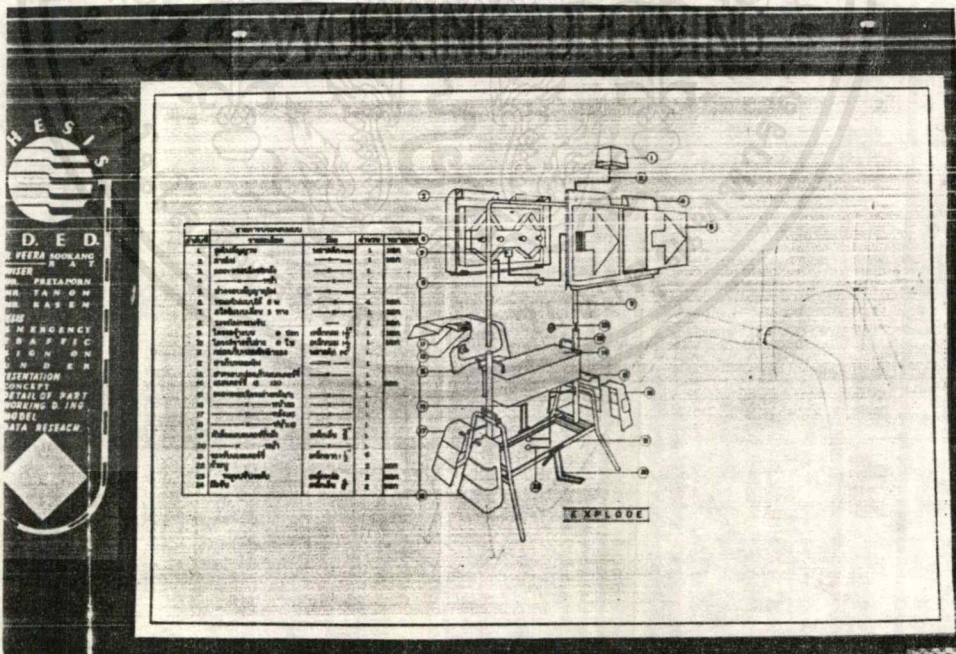


รูปที่ 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

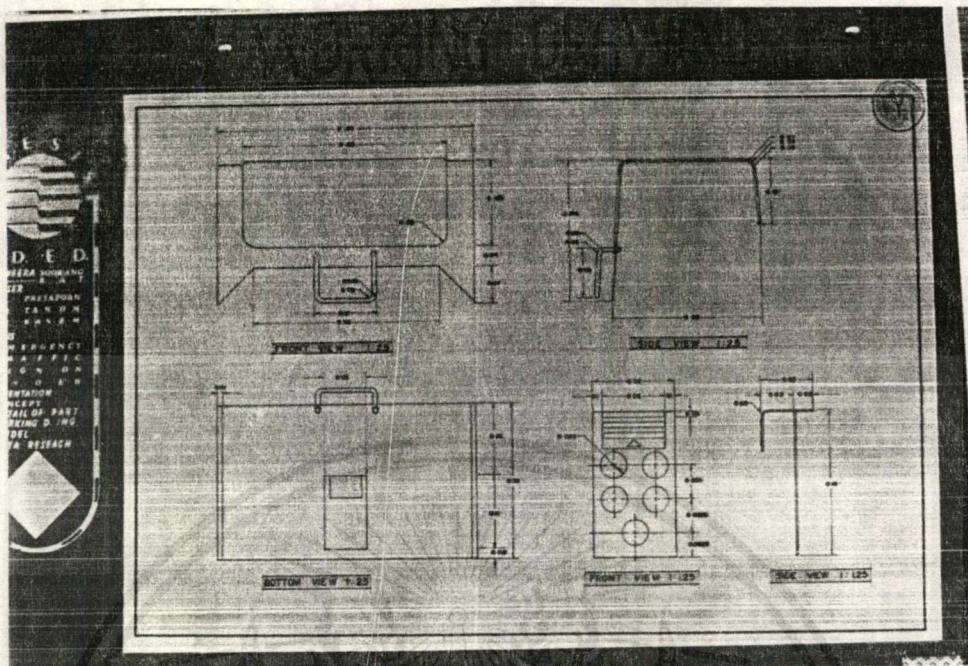


รูปที่ 39

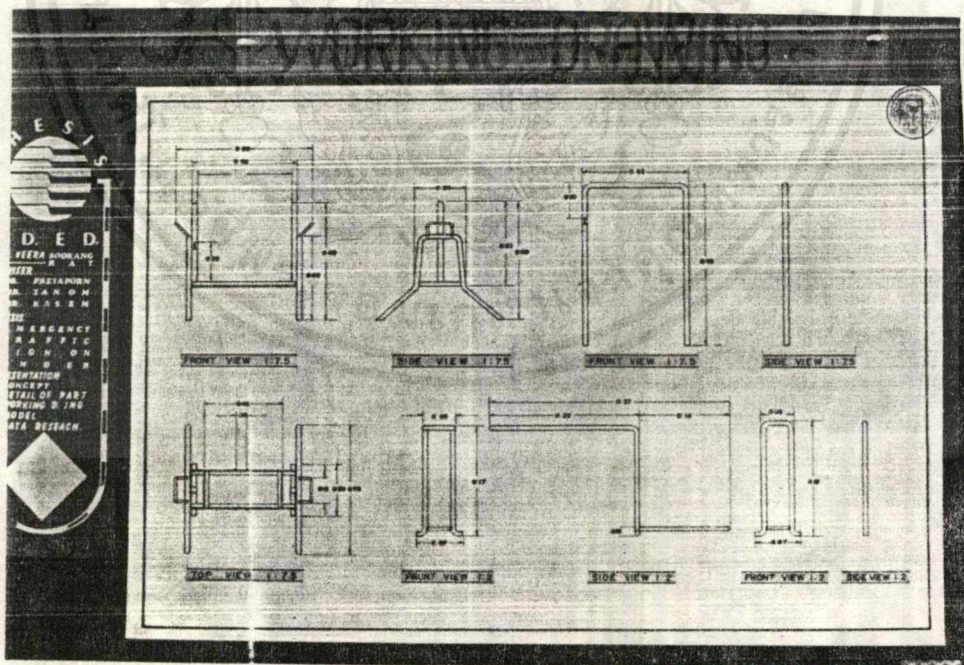


รูปที่ 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

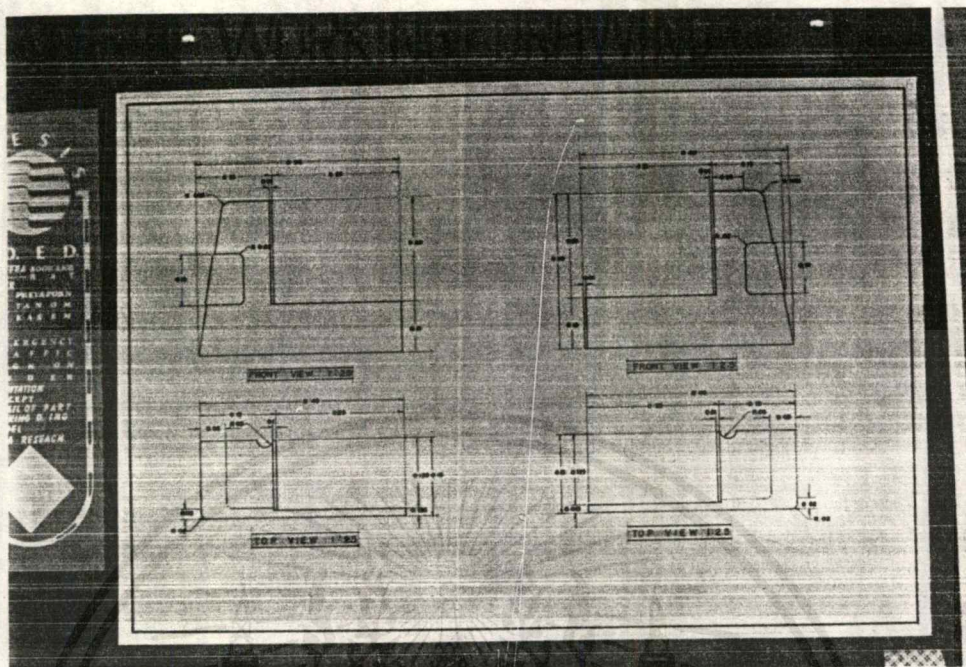


รูปที่ 41

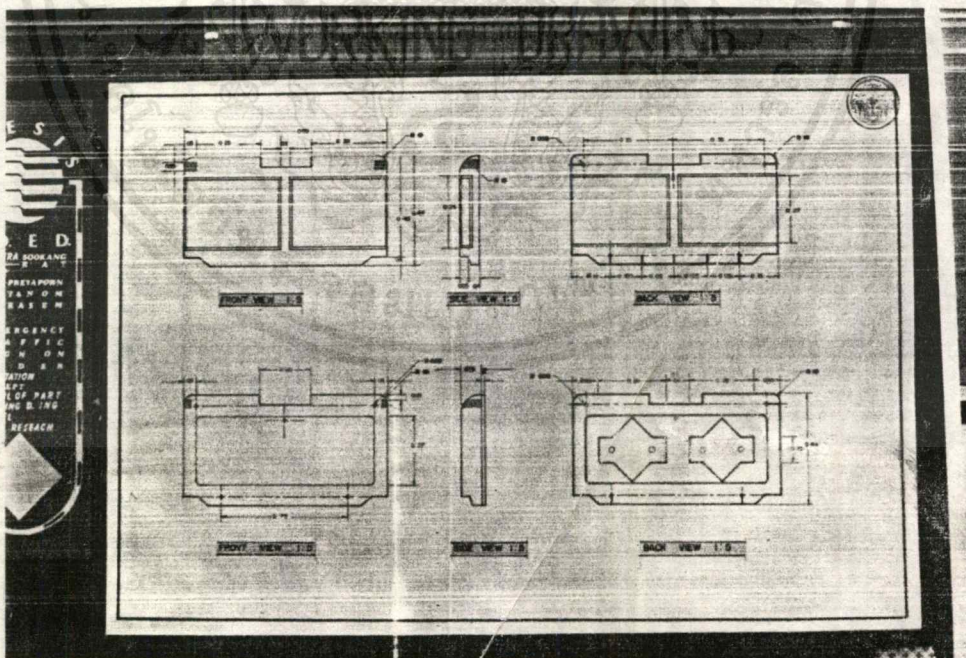


รูปที่ 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

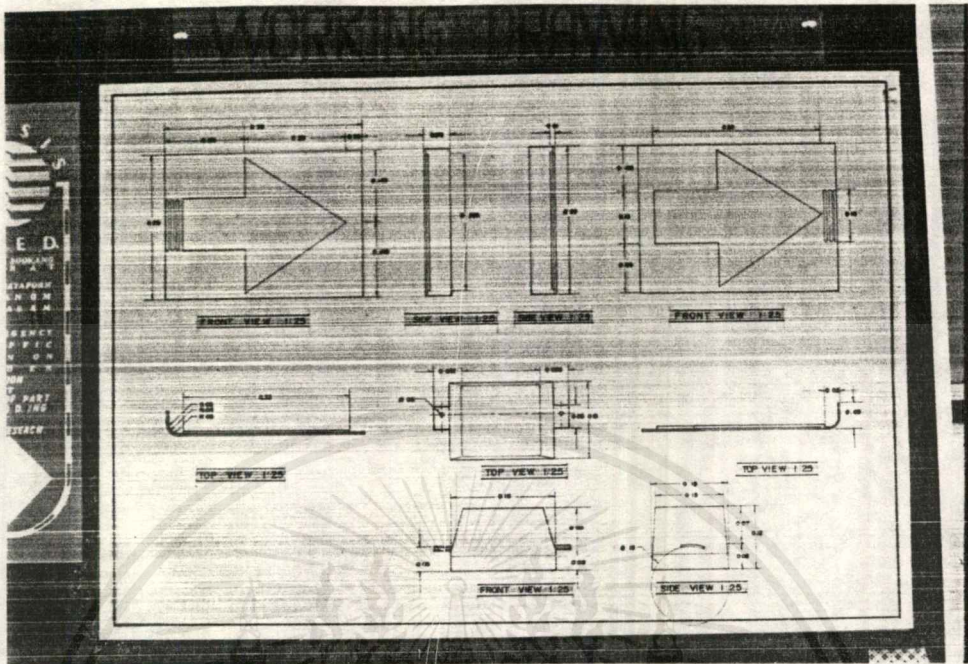


รูปที่ 43

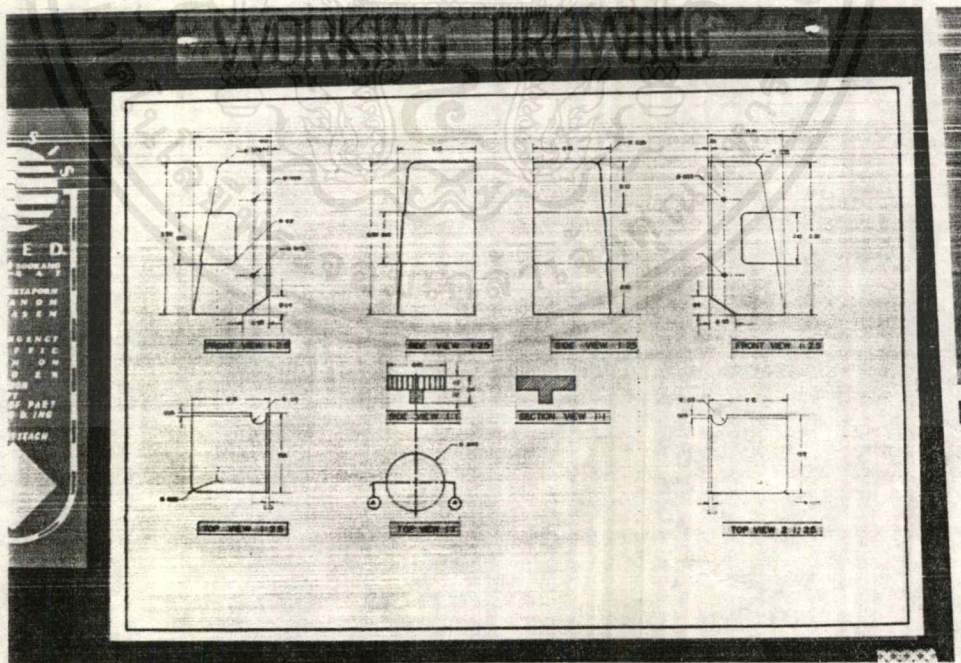


รูปที่ 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



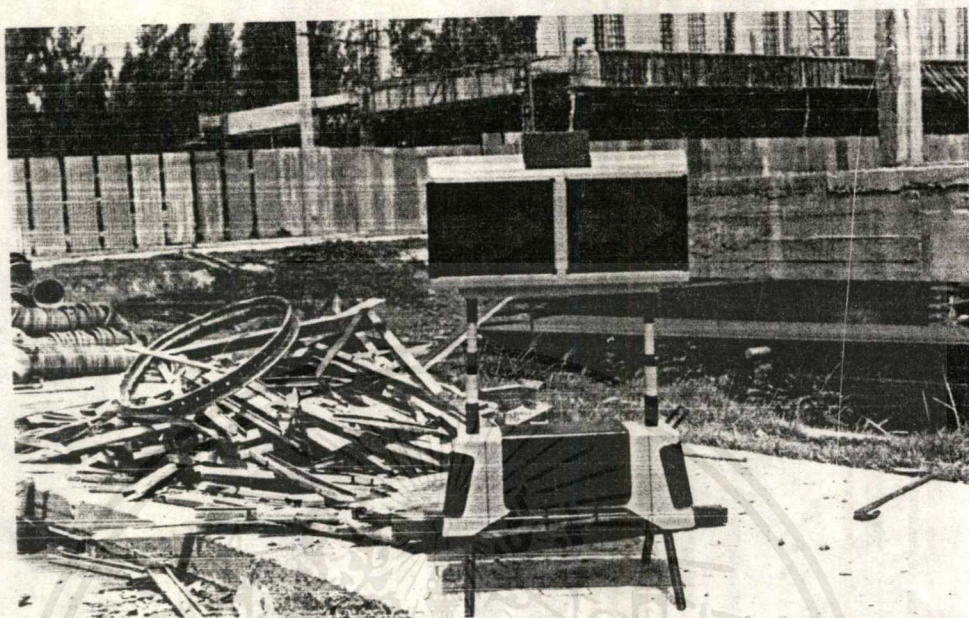
รูปที่ 45



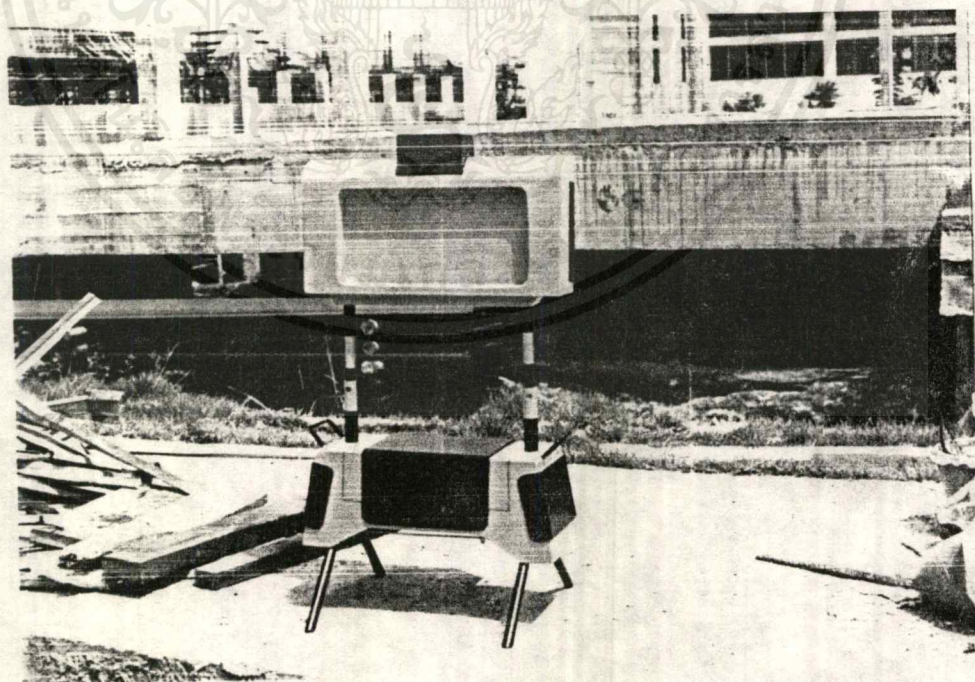
รูปที่ 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 แบบจำลองชุดป้ายไฟสัญญาณฉุกเฉินทางเบี่ยง

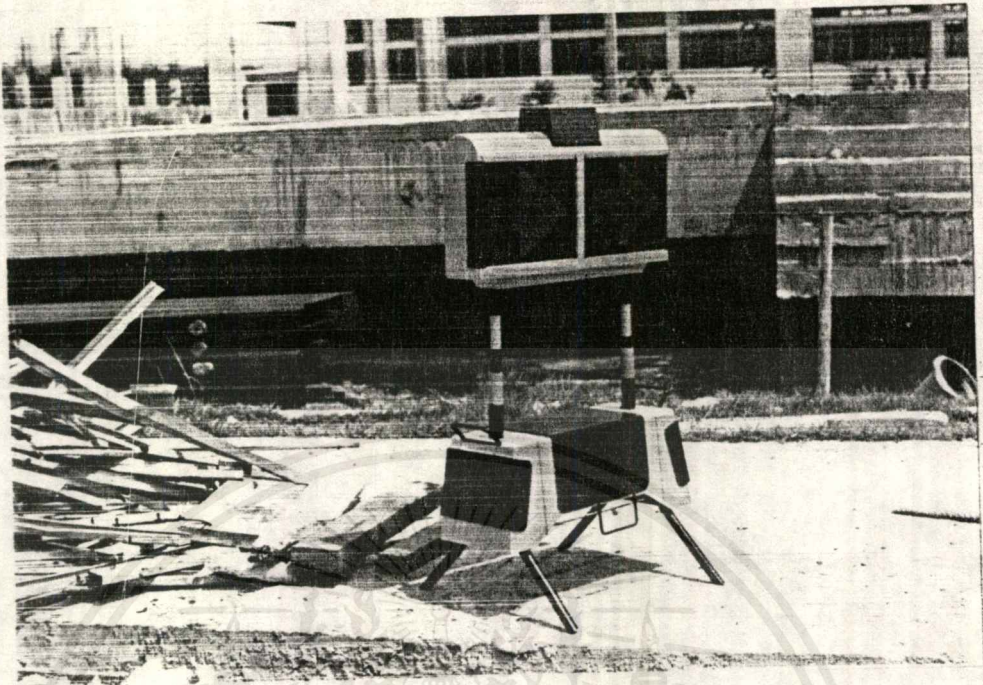


รูปที่ 47



รูปที่ 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 49



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 สรุปผลการวิจัย

จากข้อมูลที่ได้ศึกษามา ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ เพื่อเลือกนำมาใช้ในการออกแบบชุด บ้ายสัญญาณไฟ ซึ่งพอจะสรุปข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ ดังนี้

1. การบอกทิศทางของทางเบี่ยงในเวลากลางคืน ควรมีไฟสัญญาณเตือนก่อนตาม "พ.ร.บ." แล้วจึงมีป้ายสัญญาณไฟบอกทิศทางให้ชัดเจนในทิศทางนั้น ๆ
2. การออกแบบโครงสร้างให้ออกแบบให้สะดวก ดังนี้
 - ชาของโครงสร้างชุดไฟสัญญาณมี 4 ชา
 - ชาคอกล่องเก็บแบตเตอรี่และไฟสัญญาณมี 2 ชา และเป็นแบบปรับระดับโดย ใช้ JOIN แบบเกลียวขันล็อก
3. บานพับของฝาครอบแบตเตอรี่เป็นแบบบานพับ
4. การใช้สกรูยึดแบบ BODY ยึด BODY และใช้แบบสกรูยึดโครงสร้างคือเหล็ก
5. ใช้แบตเตอรี่เป็นกำลังงานขนาด 12 โวลต์ 120 แอมป์
6. สีของไฟสัญญาณเตือนคือ สีเหลือง, สีของไฟสัญญาณบอกทางคือ สีชมพูอมม่วง
7. สวิตช์เปิดคือ กดดับ สวิตช์เปลี่ยนทิศทางคือ แบบเลื่อน
8. ชุดไฟสัญญาณจะมีหลอดไฟสำรองเพื่อไว้
9. รูปทรงของชุดสัญญาณไฟ คือ แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า
10. มือถือในการเคลื่อนย้ายอยู่ด้านข้างสำหรับ 2 คน
11. สีของผลิตภัณฑ์ใช้สีเหลืองเป็นพื้นสลับด้วยคำทุก ๆ ส่วน
12. การเปลี่ยนทิศทางของทางเบี่ยงใช้การเปลี่ยนป้ายหัวลูกศรกลับด้านกัน

5.7 ข้อเสนอแนะ

จากการที่ได้รับการตรวจวิทยานิพนธ์จากท่านคณะกรรมการและท่านได้ให้คำแนะนำพร้อม ทั้งข้อเสนอแนะพอสรุปได้ดังต่อไปนี้ คือ

1. ฝาปิดเปิดที่เก็บแบตเตอรี่ควรออกแบบให้มีการปิดเปิดที่ง่ายและสามารถปิดเปิดได้สะดวก เพราะต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่ทุก ๆ สองวัน
2. ควรออกแบบให้แยกส่วนของชุดป้ายสัญญาณไฟให้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นกำลังและส่วนของป้ายสัญญาณไฟป้องกันรถมาชน เพราะถ้าอยู่เป็นชุดเดียวกันเวลาห่าง จะพังหมดค
ทั้งชุด

3. บ้ายบอกทางควรเป็นส่วนเดียวกัน ในการเปลี่ยนจะได้สะดวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เจตน์ธาดา สรรกิจ. (วศบ. MBA.) วิศวกรรมโยธา 6. กองวิศวกรรมจากราชกร กรมทางหลวง,
สัมภาษณ์.

ชัยสวัสดิ์ เทียนวิบูลย์. เหตุภัยไฟฟ้าประยุทธ์ พิมพ์ที่โรงพิมพ์ ก. วิวรรณ, ปี 2526.

คนต์ รัตน์ทัศนีย์. เทคโนโลยีเบื้องต้นสำหรับการออกแบบพลาสติก. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์,
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

คนต์ รัตน์ทัศนีย์. เอกสารประกอบการเรียน.

บรรเลง ศรีนิล. เทคโนโลยีพลาสติก.

ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง. "ข้อมูลสัดส่วนคนไทย". สถาบันวิทยาศาสตร์ประยุทธ์แห่งชาติ.

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. พลาสติก. กรุงเทพฯ : นิตรนภาการพิมพ์, 2524, หน้า 16 - 17,
101 - 102, 106 - 107.

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. อุปกรณ์ไฟฟ้า สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทยญี่ปุ่น), 2523.

มนัส ม่วงศิริกุล. นายช่างโยธา 5 กองวิศวกรรมจากราชกร. (กรมทางหลวง), สัมภาษณ์.

วิรัตน์ พิษณุไพบูลย์. ฟิลิปินิยม. พระนคร : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

สมเกียรติ หึงอาศม์. ไฟฟ้าอุตสาหกรรมเล่ม 1. ไฟฟ้ากระแสตรง.

สาคร กันธโชติ. วัสดุผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเคียนส์โตร์, หน้า 10.

เสน่ห์ เอกะวิภาต. หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า -
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, สัมภาษณ์.

หนังสือกรมทางหลวง. กระทรวงคมนาคม.

ประวัติผู้ทำวิจัย

ชื่อ นาย วีระ สุขแสงรัตน์
เกิด วันอาทิตย์ที่ 5 เมษายน พ.ศ. 2513
รหัสประจำตัว 34323022
เข้ารับการศึกษา ปี พ.ศ. 2533
บิดาชื่อ นาย เกิด สุขแสงรัตน์
มารดาชื่อ นาง สุข สุขแสงรัตน์
มีพี่น้องรวม 10 คน
เป็นลำดับที่ 10
เป็นนักกีฬา บาสเกตบอลของทุก ๆ สถาบันที่เรียน
เคยผ่านการศึกษาระดับต่าง ๆ ดังนี้

- ระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 1 - 6 โรงเรียนเทศบาล 1 บูรพาวิทยากร
อ. เมือง จ. นครราชสีมา
- ระดับมัธยมศึกษาชั้น ม. 1 - 3 โรงเรียนรวมมิตรวิทยา อ. เมือง
จ. นครราชสีมา
- ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้น ปีที่ 1 - 3 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
วิทยาเขตเทคนิคตะวันออกเฉียงเหนือ จ. นครราชสีมา
- ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพระดับสูง ชั้นปีที่ 1 - 2 สถาบันเทคโนโลยี
ราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ. นครราชสีมา
- ระดับปริญญาตรี ในปีพ.ศ. 2534 เข้ารับการศึกษาในสถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ปี พ.ศ. 2536 สำเร็จการศึกษาจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า-
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม | ภาควิชาครุ-
ศาสตร์สถาปัตยกรรมสาขาวิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้