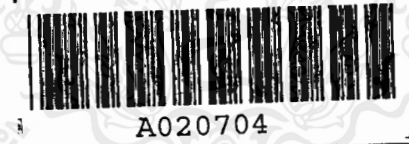




โครงการออกแบบปรับปรุง  
อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ ช่วงเวลาเร่งรีบ ในเขตกรุงเทพมหานคร  
พ.ศ. ๒๕๓๕



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาด้านหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต  
สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2535

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 937 020704  
วัน เดือน ปี..... ๑๓ ๒๕๓๕

ผู้สาธิตนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
หรือเพื่อประโยชน์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยานิพนธ์เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุง อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ ช่วงเวลา  
เร่งรีบ ในเขตกรุงเทพมหานคร

TRAFFIC INSTRUMENT IMPROVMENT

ชื่อนักศึกษา นางสาว สินีนาฏ ตั้งอนุสรณ์สุข

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ อุดมศักดิ์ สาริบุตร

อาจารย์ ธีเนศ ภิรมย์การ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ได้ตรวจพิจารณาแล้ว จึงอนุมัติให้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาหลักสูตรอุตสาหกรรมบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2535

อาจารย์ ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์  
(คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม)

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

อาจารย์ ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์.....ประธานกรรมการ  
อาจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร.....กรรมการ  
อาจารย์ถนอม จันทน์ไฉนไวย.....กรรมการ  
อาจารย์สถาพร.....กรรมการ  
อาจารย์เกษม เชาว์ดี.....กรรมการ  
อาจารย์ธีเนศ ภิรมย์การ.....กรรมการ

## กิติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบปรับปรุง อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ ในช่วงเวลาเร่งรีบ ในเขตกรุงเทพมหานคร นี้ จะสำเร็จลงไม่ได้เลย ถ้าไม่ได้รับความอุปการะ สนับสนุน ความช่วยเหลือ การชี้แนะที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินงานจากบุคคลเหล่านี้ ซึ่งข้าพเจ้าใคร่ขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

คุณพ่อและคุณแม่ ผู้ซึ่งให้ความรัก ความห่วงใย กำลังใจ กำลังทรัพย์ให้แก่ลูก ลูกขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง อีกทั้งบรรดาพี่ ๆ ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม วิศวกรรม วิทยาศาสตร์ พืชศาสตร์ พืชสวน พืชไร่ พืชสวน ป่า ผู้มอบทั้งอุปกรณ์และแรงกายช่วยเหลือ อีกทั้งลูกศิษย์ที่ข้าพเจ้าได้ไปฝึกสอน เกษนิก เรียนไทยวิจิตรศิลป์ ที่มอบแรงกายช่วยเหลืออย่างเต็มที่ และอาจารย์ธเนศ ที่คอยช่วยเหลือแนะนำอยู่เสมอ จนทำให้ข้าพเจ้าทำงานปฏิบัติงานได้สำเร็จโดยดี เป็นผลให้ก้าวสู่ความสำเร็จ ความประทับใจครั้งนี้ ข้าพเจ้าจะขอมอบไปตลอด ขอขอบพระคุณ.

( น.ส.สินีนานู ตั้งอนุสรณ์สุข )

ผู้ดำเนินการค้นคว้า และออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

เรื่อง	หน้า	
บทคัดย่อ	ก	
กิตติกรรมประกาศ	ข	
อุมัทธิผล	ค	
สารบัญ	ง	
สารบัญตาราง	จ	
สารบัญรูปภาพ	ฉ	
<b>บทที่ 1</b>	<b>บทนำ</b>	
1.1	คำนำ	1
1.2	เหตุผลในการนำเสนอวิทยานิพนธ์	2
1.3	วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์	2
1.4	ที่มาของปัญหา	2
1.5	ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางแก้ไขปัญหา	3
1.6	ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล	10
1.7	ขอบเขตของการออกแบบ	10
1.8	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	10
<b>บทที่ 2</b>	<b>ข้อมูลเบื้องต้น</b>	
2.1	ถนนและประวัติความเป็นมา	11
2.1.1	องค์กรที่เกี่ยวข้องกับงานทาง	12
2.1.2	ประเภทของทางหลวง	12
2.1.3	มาตรฐานทางหลวง	14
2.1.4	ลักษณะพื้นผิวจราจร	15
2.2	ประวัติความเป็นมาของอุปกรณ์สำหรับกันช่องทาง เตินรด	16
2.2.1	เครื่องจัดช่องทางจราจร	17
2.2.2	แผงกัน	21
2.3	การสนับสนุนจากภาครัฐบาลและเอกชน	24
2.4	พระราชบัญญัติการจราจรทางบก	25
2.4.1	ลักษณะของรถที่ใช้ในทาง	27
2.4.2	การใช้ไฟหรือเสียงสัญญาณของรถ	28
2.4.3	ลักษณะการใช้ทาง เตินรด (การขับรด)	29
2.4.4	การขับแข่งและผ่านขึ้นหน้า	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5	การใช้ทางเดินรถที่จัดเป็นช่องเดินรถประจำทาง	33
2.4.6	ข้อกำหนดเกี่ยวกับความเร็วของรถ	34
2.4.7	กฎกระทรวง	34
2.5	สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ	36
2.6	ข้อมูลเกี่ยวกับด้านสรีระศาสตร์	38
2.7	ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและการผลิต	
2.7.1	อลูมิเนียม	44
2.7.2	สแตนเลส	52
2.7.3	เหล็กดำ	53
2.7.4	พลาสติก	56
2.8	จิตวิทยาสี	62
2.9	สภาพภูมิประเทศ และสภาพแวดล้อมของประเทศไทย	67

### บทที่ 3

	การดำเนินงานและการศึกษาข้อมูล	
3.1	วิธีการดำเนินงานและรวบรวมข้อมูล	69
3.1.1	วิธีดำเนินงาน	69
3.1.2	แหล่งที่มาของข้อมูล	69
3.1.3	วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	69
3.2	การศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ	
3.2.1	ผลิตภัณฑ์เดิม	70
3.2.2	ผลิตภัณฑ์ข้างเคียง	76
3.3	ศึกษาพฤติกรรมการใช้งาน	87
3.4	ศึกษาลักษณะสัดส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การออกแบบ	
3.4.1	ระยะการมองเห็นและระยะเบรค	94
3.4.2	ลักษณะสัดส่วนและความสามารถในการออกแรงยก	97
3.4.3	ลักษณะสัดส่วนการเคลื่อนไหวของมือ	100
3.4.4	ลักษณะสัดส่วนของรถที่ใช้ในเขต กรุงเทพมหานคร	102
3.5	ศึกษาลักษณะของอุปกรณ์การยึดประกอบ	108
3.5.1	อุปกรณ์และกรรมวิธีการยึดติดทางพลาสติก	108
3.6	ศึกษาลักษณะและขนาดสัดส่วนแผ่นป้าย	113
3.7	ศึกษาลักษณะและขนาดสัดส่วนแผ่นป้ายจราจร	116
3.8	ศึกษาลักษณะโครงสร้างและระบบการจัดเก็บ	119
3.9	ศึกษาวัสดุทำโครงสร้างและระบบการผลิต	
3.9.1	พลาสติก	122
3.9.2	สารเติมแต่งพลาสติก	127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>บทที่ 4</b>	<b>วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ</b>	
4.1	ตารางวิเคราะห์ รูปทรงของแผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร	140
4.2	ตารางวิเคราะห์ ตำแหน่งของแผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร	141
4.3	ตารางวิเคราะห์ การยึดติดกันของแผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร	142
4.4	ตารางวิเคราะห์ รูปทรงของแผ่นป้ายสนับสนุนจากภาคเอกชน	142
4.5	ตารางวิเคราะห์ การยึดติดกันของแผ่นป้ายการสนับสนุนจากภาคเอกชน	
4.6	ตารางวิเคราะห์ โครงสร้าง	143
4.7	ตารางวิเคราะห์ รูปทรงของฐาน	144
4.8	ตารางวิเคราะห์ การจัดเก็บ	144
4.9	ตารางวิเคราะห์ วัสดุของแผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร	145
4.10	ตารางวิเคราะห์ ชนิดของวัสดุที่ทำแผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร	145
4.11	ตารางวิเคราะห์ วัสดุของแผ่นป้ายสนับสนุนจากภาคเอกชน	146
4.12	ตารางวิเคราะห์ วัสดุของโครงสร้าง	146
4.13	ตารางวิเคราะห์ ชนิดของวัสดุที่ทำโครงสร้าง	147
4.14	ตารางวิเคราะห์ วัสดุของฐาน	147
4.15	ตารางวิเคราะห์ ชนิดของวัสดุที่ทำฐาน	148
4.16	ตารางวิเคราะห์ กรรมวิธีการผลิต	148
	สรุปเพื่อการออกแบบ	149
<b>บทที่ 5</b>	<b>การออกแบบ</b>	
5.1	idea development	150
5.2	sketch design	151
5.3	การนำเสนองานออกแบบ	
	5.3.1 working drawing	153
	5.3.2 presentation	156
	5.3.3 model	159
	บรรณานุกรม	160
	ประวัติผู้วิจัย	161

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	วิเคราะห์รูปทรงของแผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร	140
2	วิเคราะห์ตำแหน่งของแผ่นป้ายจราจร	141
3	วิเคราะห์การยึดติดกันของแผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร	142
4	วิเคราะห์รูปทรงของแผ่นป้ายสนับสนุนจากภาคเอกชน	142
5	วิเคราะห์การยึดติดกันของแผ่นป้ายผู้สนับสนุน	143
6	วิเคราะห์รูปแบบโครงสร้าง	143
7	วิเคราะห์รูปทรงฐาน	144
8	วิเคราะห์การจัดเก็บ	144
9	วิเคราะห์วัสดุของแผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร	145
10	วิเคราะห์ชนิดของวัสดุที่ทำแผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร	145
11	วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำแผ่นป้ายสนับสนุนจากภาคเอกชน	146
12	วิเคราะห์ชนิดของวัสดุที่ทำแผ่นป้ายสนับสนุนจากภาคเอกชน	146
13	วิเคราะห์วัสดุโครงสร้าง	147
14	วิเคราะห์ชนิดของวัสดุโครงสร้าง	147
15	วิเคราะห์วัสดุของฐาน	148
16	วิเคราะห์ชนิดของวัสดุที่ทำฐาน	149

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูปภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรวยยาง	3
2	กระถางรูป	5
3	ภาพฐานส่วนล่างของกระถางรูป	6
4	โครงสร้างของกระถางรูป	7
5	ลักษณะการยึดติดกันของแผ่นป้าย	7
6	ภาพการเกิดสนิมบนเนื้อวัสดุ	8
7	ลักษณะการเก็บกระถางรูปหลังจากปฏิบัติงาน	9
8	สัดส่วนของมนุษย์กัมคอ	39
9	สัดส่วนของมนุษย์กัมตัว เอี้ยตัว	40
10	สัดส่วนความสามารถในการใช้ช่วงไหล่	41
11	สัดส่วนมุมมองจากด้านบน	42
12	สัดส่วนมุมมองจากด้านข้าง	43
13	อุปกรณ์สำหรับกันช่องทาง เติรถแบบที่ 1	70
14	อุปกรณ์สำหรับกันช่องทาง เติรถแบบที่ 2	71
15	อุปกรณ์สำหรับกันช่องทาง เติรถแบบที่ 3	72
16	กรวยยาง	73
17	ท่อซีเมนต์ทำสีแดงสลับขาว	74
18	แผงกัน	75
19	กรวยยาง	76
20	การใช้รีเว็ดยิงระหว่างแผ่นป้ายกับกรวยยาง	77
21	การเก็บชิ้นหลังจากปฏิบัติงาน	77
22	การติดแผ่นป้ายสนับสนุนภาคเอกชน	78
23	ด้านบนของกรวยยาง	78
24	ขนาดกรวยยางทั้ง 2 ขนาด	79
25	โครงสร้างภายในกรวยยาง	79
26	การเก็บกระถางรูปหลังใช้งาน	80
27	กระถางรูปถูกรถยนต์ฝ่าฝืน	80
28	การใช้งานกระถางรูป	81
29	การเสียหายของแผ่นป้ายที่ถูกรถเหยียบ	81
30	ฐานของกระถางรูป	82
31	การยึดติดกันของโครงสร้างกับฐานของกระถางรูป	82
32	กระถางรูป	83
33	การเก็บกระถางรูป	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

34	แผ่นป้ายแสดงเครื่องหมายจราจร	84
35	การใช้งานของกระถางรูป	85
36	ความเสียหายของโครงสร้าง	85
37	กระถางรูปแบบประหยัด	86
38	ลักษณะการใช้งาน	86
39	การนำแผงกั้นมาใช้งาน	87
40	การนำผลิตภัณฑ์มาขึ้นช่องทางเดินรถ	87
41	กรณีที่ต้องใช้อุปกรณ์สำหรับขึ้นช่องทาง	88
42	กรณีที่ต้องใช้อุปกรณ์สำหรับขึ้นช่องทางในช่วงเวลาเร่งรีบ	88
43	สภาพถนนที่เป็นปัญหา	89
44	ตำรวจขณะปฏิบัติงาน	90
45	ลักษณะถนนที่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ขึ้นช่องทาง	90
46	สภาพถนนที่เป็นปัญหา	91
47	สภาพถนนที่เป็นปัญหา	91
48	กรวยยางถูกฉีกขาด	92
49	ลักษณะถนนที่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ขึ้นช่องทาง	93
50	แสดงสัดส่วนของยานพาหนะ	96
51	แสดงตะปูเกลียว	108
52	แสดงตะปูเกลียว 6 ชนิด	109
53	แสดงการใช้หมุดยึดการยึดพลาสติก	110
54	เครื่องฉีดเป่าพลาสติกแบบอัตโนมัติ	135
55	จังหวะการทำงานของเครื่อง	136
56	แม่แบบหลักพร้อมส่วนประกอบ	136
57	จังหวะการเคลื่อนที่ของแกนรับชิ้นงานเตรียมขึ้นรูป	137
58	การควบคุมอุณหภูมิของแม่แบบเป่า	138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1.1 คำนำ

INDUSTRIAL DESIGN. ED.

ในสังคมไทยทุกวันนี้ ปัญหาที่ทุกคนหรือแม้แต่นักวิชาการก็ให้ความสนใจและพยายามแก้ไขกันมาเป็นเวลาช้านานก็คือ "ปัญหาการจราจร" โดยเฉพาะในกรุงเทพฯ ซึ่งเป็นเมืองที่มีปัญหาในเรื่องนี้มากที่สุด จนเกือบจะกลายเป็นความเคยชินกับปัญหารถติดโดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งรีบ คือช่วงเวลาเช้าที่ทุกคนต้องออกไปทำงาน และช่วงเวลาเป็นหลังเลิกงาน ยิ่งในเขตที่มีศูนย์การค้า สถานศึกษาและ สำนักงานต่าง ๆ ตั้งอยู่นั้น รถก็จะติดอยู่นานเป็นพิเศษ สาเหตุที่มีอยู่ด้วยกันหลายประการ ทั้งฝั่งเมืองของกรุงเทพฯ จำนวนรถยนต์ที่เพิ่มขึ้น ฯลฯ และอีกสาเหตุที่ทุกคนไม่สามารถปฏิเสธได้ก็คือ ความไม่มีน้ำใจ ขาดระเบียบวินัย ของคนเช่นรถใช้ถนน อาจเป็นเพราะว่าทุกคนต่างมีความเร่งรีบที่จะต้องทำธุรกิจส่วนตัวของแต่ละคน จึงทำให้ลืมเลือนความมีระเบียบวินัยไป ท่านจะสามารถมองเห็นได้ตามท้องถนน กับการเบียดเสียดของรถที่เปลี่ยนเลนซ้ายที่ขวาที่ เพื่อความรวดเร็วโดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องของการใช้เส้นทางของแต่ละเลน จนทำให้เกิดอุบัติเหตุรถติด ปัญหาจราจรต่าง ๆ อีกมากมาย

นักวิชาการทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องได้ให้ความสนใจและช่วยกันแก้ปัญหารถติดกรุงเทพฯมหานคร เองก็ได้จัดทำอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ ขึ้นมาเพื่อช่วยบรรเทาปัญหาจราจร ซึ่งอุปกรณ์ชิ้นนี้จะทำหน้าที่ สำหรับป้องกันรถจอดซ้อนคันกัน ณ จุดจอดรถรับส่งผู้โดยสารตามป้ายต่าง ๆ จะสังเกตเห็นได้ตามป้ายรถเมล์ ซึ่งผู้คนรถขึ้นและลงกัน รถเมล์แต่ละคันจะแย่งกันมาตามช่องเลนส์ต่าง ๆ แล้วจึงเบียดกันเข้ามายังเลนส์ที่มีป้ายจอดรถรับส่งผู้โดยสาร ซึ่งทำให้เกิดอุบัติเหตุ และปัญหารถติดขึ้น โดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งรีบ คือ 6.00 น. - 9.00 น. และ 16.00 น. - 21.00 น. ทาง กรุงเทพฯมหานคร จึงได้นำอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถมาวางกันให้รถเมล์หรือรถยนต์ส่วนบุคคลให้เดินทางตามเลนส์ที่กำหนดไว้ เพื่อเป็นการลดอุบัติเหตุ และปัญหารถติดลงแต่อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถนี้ ยังมีปัญหาและยังไม่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานนัก จึงไม่สามารถบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นได้ดีเท่าที่ควร

เพื่อให้มีการพัฒนาคุณภาพของ อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ จึงควรมีการออกแบบปรับปรุง และให้สามารถผลิตขึ้นในประเทศได้ เพื่อการลดต้นทุนการผลิต และผลิตให้เหมาะสมกับตัวผลิตภัณฑ์ เพื่อความสัมพันธ์กับสภาพความจำเป็นในการใช้งานในปัจจุบันให้ดียิ่งขึ้น

## 1.2 เหตุผลของการทำวิทยานิพนธ์

การจราจรในกรุงเทพมหานคร ฯ รวมทั้งหัวเมืองใหญ่ ๆ ทุกวันนี้ สร้างความเบื่อหน่ายให้กับผู้ใช้รถใช้ถนนกันมาก ซึ่งหน่วยงานจราจรที่มีอยู่ที่พยายามนำ อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ และวิธีการต่าง ๆ มาใช้แก้ปัญหา หรือบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นให้น้อยลงไป แต่อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ ที่ตำรวจจราจรใช้อยู่ทุกวันนี้ ยังมีปัญหา และไม่เหมาะสมกับลักษณะการจราจรที่หนาแน่น จึงยังไม่สามารถแก้ไข หรือบรรเทาปัญหาจราจรที่เกิดขึ้นให้น้อยลงได้

ทั้งหมดที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้ เป็นเหตุผลที่ผู้ทำได้เลือกโครงการออกแบบปรับปรุงอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ โดยในเขตกรุงเทพมหานครในช่วงเวลาที่เร่งรีบ เพื่อพัฒนารูปแบบและประโยชน์ใช้สอยให้สามารถบรรเทาปัญหาจราจรที่เกิดขึ้นให้น้อยลง เพื่อสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้นของชาวกรุงเทพฯต่อไป

## 1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ ในเขตกรุงเทพมหานคร
2. เพื่อให้ได้อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ ที่ความเหมาะสมในการใช้งาน
3. เพื่อให้ได้วัสดุที่ใช้ผลิตอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
4. เพื่อให้ได้อุปกรณ์กันช่องทางเดินรถ ที่สามารถจัดเก็บและเคลื่อนย้ายได้อย่างสะดวก ในการปฏิบัติงาน
5. เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถบรรเทาปัญหาการจราจรให้ลดน้อยลง เพื่อสังคมทั้งทางด้านสุนทรียภาพและประโยชน์ใช้สอย
6. เพื่อให้ได้ อุปกรณ์กันช่องทางเดินรถ ที่สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

## 1.4 ที่มาของปัญหา

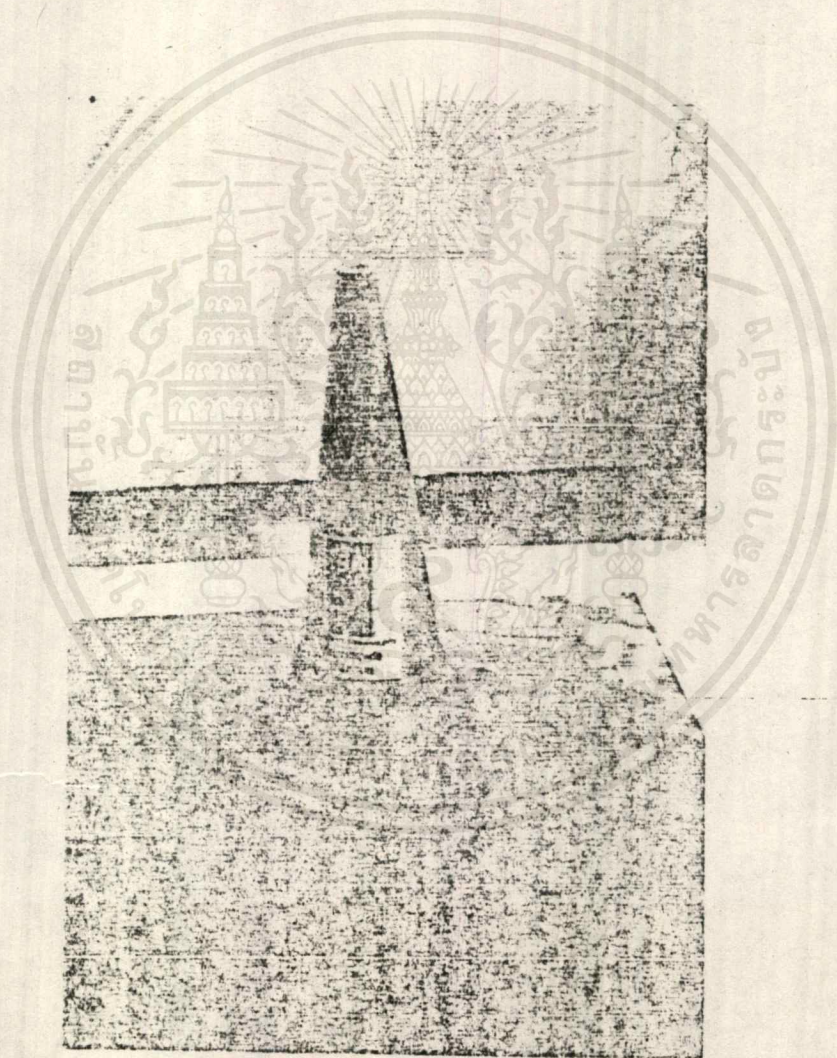
จากการพบเห็นและสอบถามผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ "อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ" ทำให้ทราบว่า อุปกรณ์ที่ใช้กันบนท้องถนนในเขตกรุงเทพมหานคร มีอยู่ 2 แบบด้วยกันเรียกตามศัพท์ในหมู่จราจรคือแบบกรวยยาง และแบบกระดางรูป และปัญหาที่พบก็คืออุปกรณ์กันช่องทางเดินรถทั้ง 2 แบบนี้ยังขาดประสิทธิภาพในการทำงานอยู่ ทั้งทางด้านวัสดุและการใช้งาน ประโยชน์ใช้สอยยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ดีเท่าที่ควร พอที่จะจำแนกปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ดังนี้.

### 1.5 ปัญหาที่เกิดขึ้น

กรวยยางมีขนาดของความสูงประมาณ 40- 50 ซม. รถยนต์ขนาดเล็กจะสามารถมองเห็นได้ แต่ในช่วงเวลาเร่งรีบ การจราจรจะติดขัด รถใหญ่ เช่น รถเมล์หรือแม้แต่รถยนต์ธรรมดาที่มองเห็นได้ลำบากทำให้การทำงานเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ

#### แนวทางการแก้ปัญหา

ควรออกแบบให้อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ สามารถแสดงให้ผู้ขับขี่ถนน มองเห็นได้เด่นชัด โดยทำให้มีขนาดที่สูงขึ้น หรือสัญญาณเตือนเมื่อรถเข้ามาใกล้ยังช่องทางที่กำหนด



ภาพที่ 1 กรวยยาง

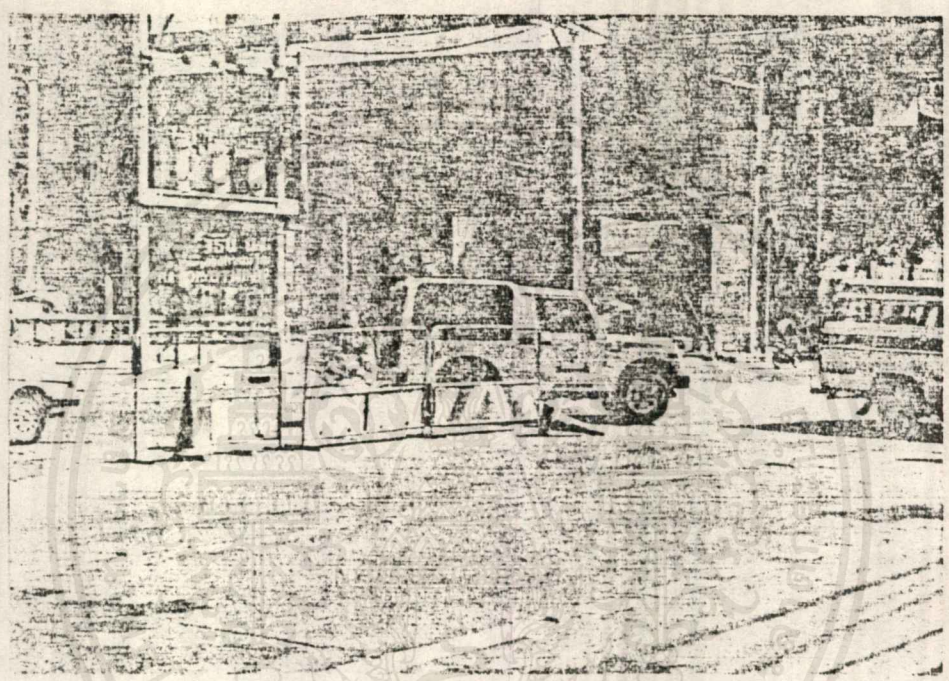
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ปัญหาที่เกิดขึ้น**

เนื่องเพราะวัสดุที่ใช้ทำกรวยยางเป็นพลาสติกซึ่งมีน้ำหนักเบา เมื่อถูกรถยนต์ที่ฝ่าฝืนชนเข้าจึงติดท้องรถไปด้วย ทำให้เกิดความเสียหายได้

**แนวทางการแก้ปัญหา**

ควรออกแบบให้อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ มีน้ำหนักมากขึ้น หรือมีการยึดติดกับถนนได้เพื่อไม่ให้รถยนต์สามารถฝ่าฝืนได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

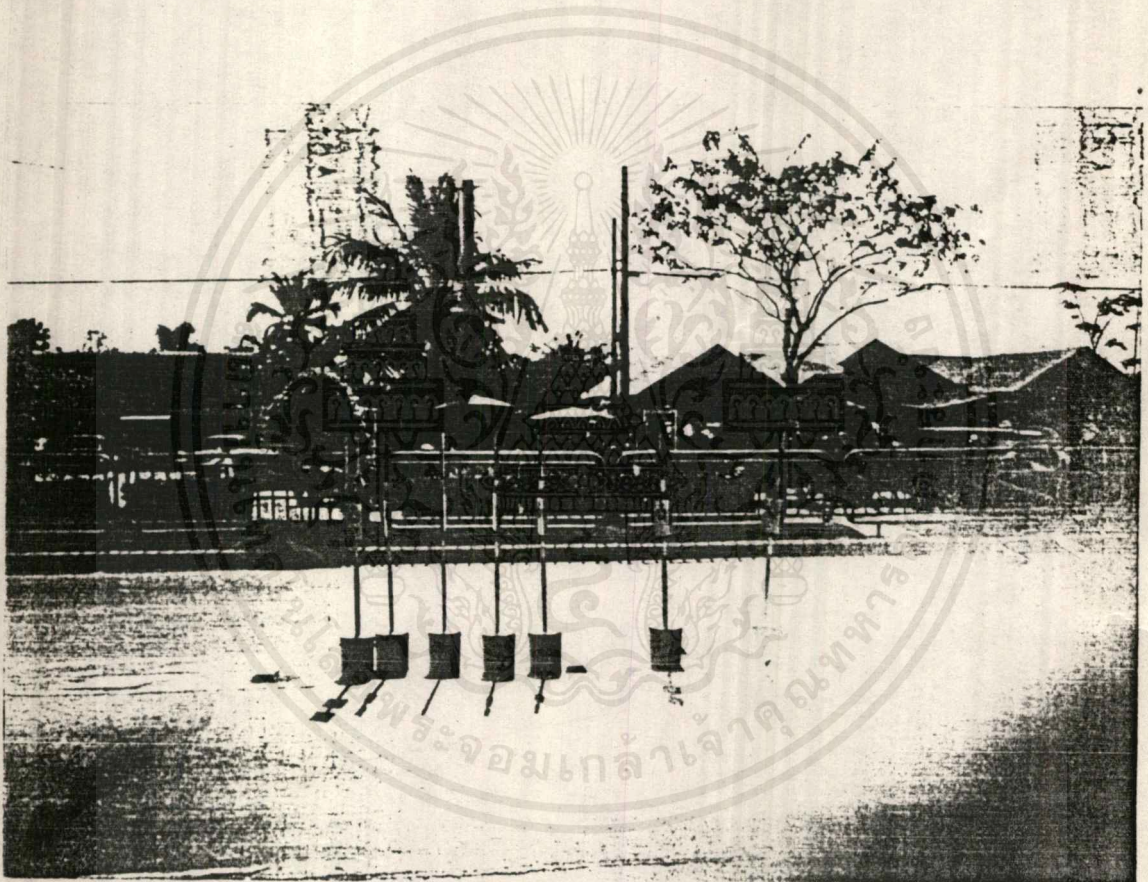
### ปัญหาที่เกิดขึ้น

เมื่อถึงฤดูฝน ซึ่งก็เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าในเขตกรุงเทพฯ การระบายน้ำยังไม่ดีพอ จึงทำให้เกิดน้ำท่วมแบบฉับพลันขึ้น กรวยยางซึ่งมีน้ำหนักเบา ก็จะลอยตามน้ำไปด้วย ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลงไป

### แนวทางการแก้ปัญหา

ควรออกแบบขาให้อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ ถนนได้ เพื่อป้องกันการลอยตามน้ำเมื่อเกิดน้ำท่วมฉับพลัน

มีน้ำหนักหรือสามารถยึดติดกับพื้น



### ภาพที่ 2 "กระดางอูบ"

เป็นศัพท์ในวงการจราจร เป็นอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถที่พัฒนา  
รูปแบบมาจาก "กรวยยาง" แต่ก็ยังมีปัญหาในด้านการใช้งาน ซึ่งพอจะแยกเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ปัญหาที่เกิดขึ้น (กระถางรูป)

ช่วงล่างของกระถางรูป ทำมาจากกระป๋องอลูมิเนียม ทนสี แล้วเทปูนลงไปข้างใน เพื่อให้มีน้ำหนักเป็นการป้องกันการลากติดไปกับรถที่ฝ่าฝืน และทำให้รถยนต์ที่ขนาดเล็กไม่กล้าที่จะชนฝ่าฝืนออกไป แต่ปัญหาที่ตามมาก็คือ จราจรที่ปฏิบัติงานจะต้องทำหน้าที่ขนย้าย กระถางรูป ที่มีความหนักทั้งก่อนและหลังปฏิบัติงาน ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการเคลื่อนย้าย

#### แนวทางการแก้ปัญหา

ควรออกแบบให้อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกในรูปแบบของการถอดประกอบ พับ หรือใช้วัสดุที่มีความเบา แต่ยังคงไว้ซึ่งความแข็งแรง เช่น พลาสติก ไฟเบอร์กลาส เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายขณะปฏิบัติงาน



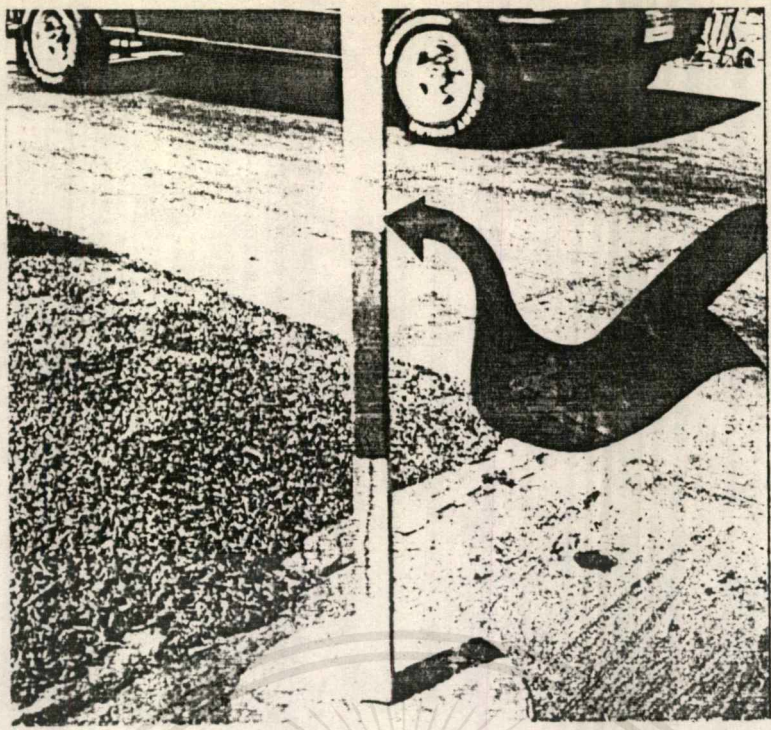
ภาพที่ 3 ภาพฐานส่วนล่างของกระถางรูป

### ปัญหาที่เกิดขึ้น

รูปทรงของกระถางรูป จะมีความสูงโดยใช้เหล็กแท่งกลางหล่อรวมกับปูนขึ้นมา เพื่อให้รถยนต์สามารถมองเห็นได้เด่นชัด แต่ส่วนล่างของกระถางรูป จะมีความสูงโดยใช้เหล็กแท่งกลาง หล่อรวมกับปูนขึ้นมา เพื่อให้รถยนต์สามารถมองเห็นได้เด่นชัด แต่ส่วนล่างของกระถางรูปมีน้ำหนักมากและเหล็กกลางบางเป็นวัสดุที่ไม่แข็งแรง เมื่อถูกรถยนต์เฉี่ยวชนเข้า จึงทำให้ส่วนล่างของกระถางรูปมีน้ำหนักอยู่กับที่ เหล็กกลางบิดหักงอเสียหาย

#### แนวทางแก้ปัญหา

ควรเลือกใช้วัสดุที่มีความอ่อน ยืดหยุ่นตัวได้ ซึ่งเมื่อถูกรถยนต์เฉี่ยวชนเข้า ก็ไม่หักเสียหายได้ง่าย เช่น ยางพารา เป็นต้น



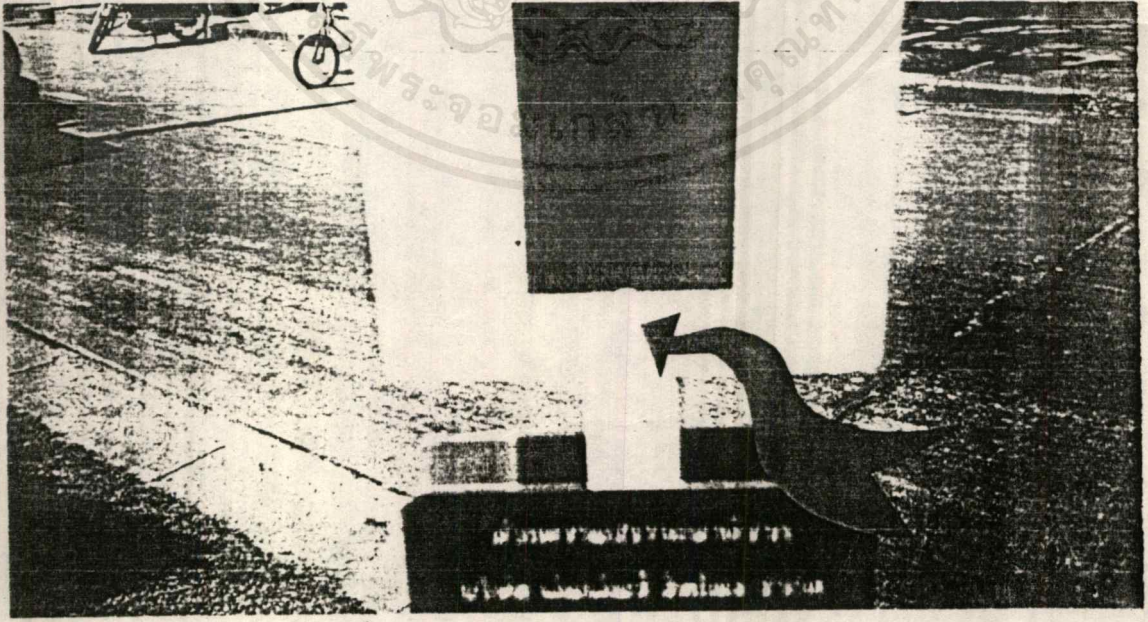
ภาพที่ 4 โครงสร้างของกระดางรูป

**ปัญหาที่เกิดขึ้น**

แผ่นป้ายที่ใช้สื่อความหมาย ลักษณะของการติดกันระหว่างแผ่นป้ายกับแท่งเหล็ก แผ่นนั้นใช้ตัวเบ็กเป็นตัวเชื่อมติดกัน ซึ่งไม่มีความทนทานแข็งแรง เมื่อตั้งอยู่ในท้องถนน ก็จะถูกเฉี่ยวจุกไปได้ง่าย

**แนวทางการแก้ปัญหา**

ควรออกแบบให้แผ่นป้ายสื่อความหมายนี้ มีการติดกันระหว่างชิ้นงานดีกว่านี้ โดยการใช้สกรูยึด หรือใช้รีเว็ดยึดระหว่างชิ้นงาน หรือปั๊มขึ้นรูปให้เป็นชิ้นเดียวกัน กับตัวอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ



ภาพที่ 5 ลักษณะการยึดติดกันของแผ่นป้าย

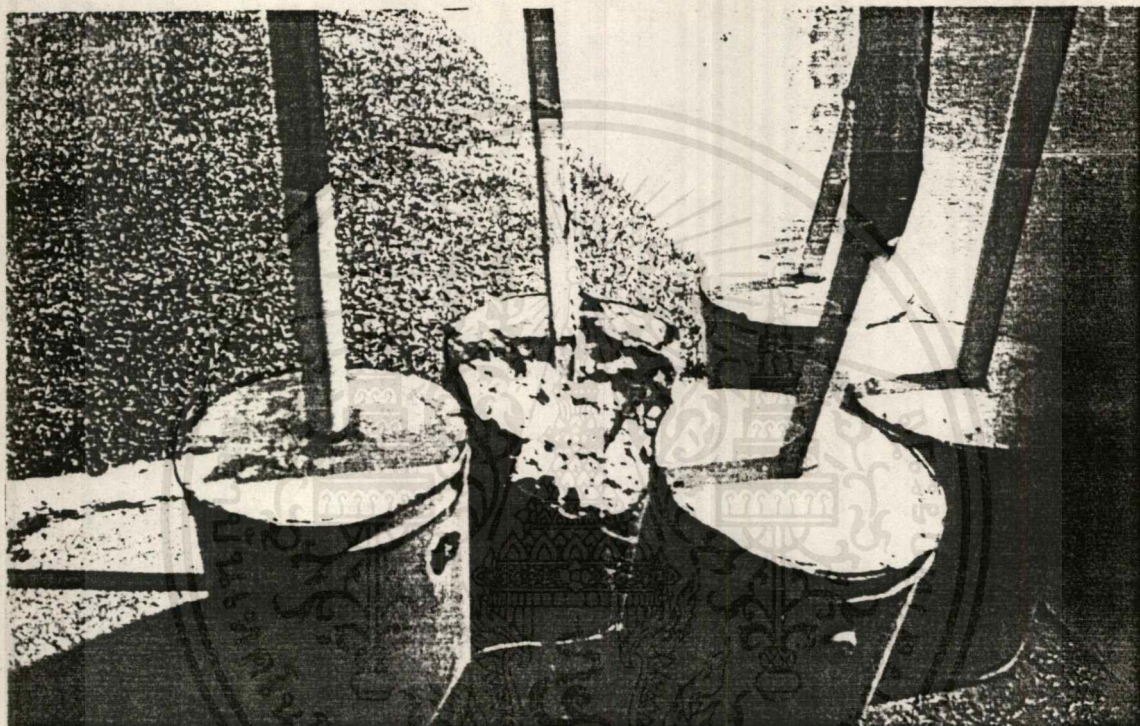
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ปัญหาที่เกิดขึ้น

วัสดุที่ใช้ทำกระถางรูป เป็นเหล็กแผ่นเสียส่วนใหญ่ ซึ่งไม่สามารถทนต่อการเกิดสนิมได้ ในช่วงฤดูฝน ฝุ่น โคลนต่าง ๆ ที่เกาะติด ทำความสะอาดได้ลำบาก สกปรกง่าย เมื่อนำไปวางปฏิบัติงาน จึงทำให้เกิดทัศนียภาพที่ไม่สวยงามขึ้นในท้องถนน

### แนวทางแก้ไขปัญหา

ควรเลือกใช้วัสดุที่มีความทนทาน ทนต่อการกัดกร่อนของสนิม และเป็นวัสดุที่ไม่สกปรกง่าย และทำความสะอาดได้ง่าย เช่นพลาสติก โฟเบอร์กลาส



ภาพที่ 6 ภาพการเกิดสนิมบนเนื้อวัสดุ

### ปัญหาที่เกิดขึ้น

เนื่องเพราะใช้เหล็กแผ่นเป็นวัสดุ เมื่อตกแต่งสีจึงใช้วิธีพ่นทากายนอก ซึ่งไม่มี ความทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ซึ่งต้องตั้งอยู่กลางถนนตลอดเวลา ทำให้สีหลุดออกมา การ ใช้งานจึงไม่มีประสิทธิภาพ ประกอบกับต้องใช้เวลากลางคืนอีกด้วย สีจึงมีความสำคัญในการใช้ งานค่อนข้างมาก เมื่อสีหลุดออกไป อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนได้

### แนวทางแก้ปัญหา

ควรเลือกใช้สีที่มีความคงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ หรือเลือกใช้การทำสี ผสมสีเข้ากับ เนื้อของวัสดุเลย หรือใช้วัสดุเรืองแสงเข้ามาช่วย เช่น พรายน้ำ

### ปัญหาที่เกิดขึ้น

ลักษณะของการเก็บกระถางรูปหลังจากเลิกปฏิบัติงาน จะเก็บไว้ตามเสาไฟฟ้าข้างทาง หน้าร้านค้าต่าง ๆ เนื่องจากมีความหนัก ทำให้ตำรวจจราจรขนย้ายลำบาก ทำให้เกิดการเบียดหนัาที่จะนำมาเก็บไว้เป็นกลุ่มข้างบ่อมยาม บ่อมตำรวจ

### แนวทางแก้ปัญหา

ควรออกแบบให้อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ มีน้ำหนักเบา หรือสามารถซ้อน พับ ถอดประกอบ เพื่อสะดวกแก่การเก็บ และขนย้าย



ภาพที่ 7 ลักษณะการเก็บกระถางรูปหลังจากปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.6 ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล

1. เพื่อศึกษาตัวอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถที่มีอยู่ และผลิตภัณฑ์ประเภทข้างเคียง
2. เพื่อศึกษาประเภทของถนนในเขต กรุงเทพมหานคร ฯ
3. เพื่อศึกษาพฤติกรรมของตำรวจจราจรในการปฏิบัติงาน
4. เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้รถใช้ถนนที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ
5. เพื่อศึกษาวัสดุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในงานออกแบบอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ
6. เพื่อศึกษาวัสดุที่มีความเหมาะสมในการใช้งานของอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ
7. เพื่อศึกษาการจัดเก็บ และการเคลื่อนย้าย ที่มีความเหมาะสมกับอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ
8. เพื่อศึกษา กรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม ภายในประเทศไทย

### 1.7 ขอบเขตของงานงานออกแบบ

1. ออกแบบปรับปรุงอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ เพื่อช่วยบรรเทาปัญหาจราจรติดขัด
2. ออกแบบปรับปรุงอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ บนถนนในเขต กรุงเทพมหานคร ที่ สามารถเคลื่อนย้าย จัดเก็บได้สะดวก
3. ออกแบบปรับปรุง อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ ในช่วงเวลาเร่งรีบ คือ ช่วงเวลา 6.00-9.00 น. และช่วงเวลา 16.00-21.00 น.

### 1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์

1. ได้อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ ช่วงเวลาเร่งรีบ ในเขตกรุงเทพมหานคร ฯ ที่อำนวยความสะดวกสบายเหมาะสมกับการใช้งานยิ่งขึ้นแก่การจราจรในประเทศไทย
2. สามารถทราบถึงกรรมวิธี และขั้นตอนในการผลิตอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ
3. เป็นประโยชน์ในการช่วยบรรเทา ปัญหาการจราจรที่ติดขัดมาก ในเขตกรุงเทพมหานครฯ อีกทั้งยังช่วยบรรเทาปัญหาอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นบนท้องถนนอีกด้วย

## บทที่ 2 ข้อมูลเบื้องต้น

### 2.1 ประวัติความเป็นมาของถนน

ถนน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความเป็นอยู่ของมนุษย์ชาติทั่วโลกและมีส่วนช่วยในการพัฒนาความเจริญของบ้านเมืองอย่างมาก การสร้างถนนเป็นการนำความเจริญเข้าสู่หมู่บ้านชนบทช่วยให้ชาวไร่ชาวนานำผลผลิตกระจายสู่ตลาดได้รวดเร็ว ก่อให้เกิดการเพิ่มผลผลิตจากที่เคยผลิตเพื่อบริโภคในครัวเรือนกลับเพิ่มเพื่อจำหน่ายและเหลือส่งออกขายต่างประเทศ การสร้างถนนนอกจากจะช่วยพัฒนาในด้านเศรษฐกิจและยกฐานะความเป็นอยู่ของประชาชนให้ดีขึ้นแล้ว ยังช่วยในการเมืองและยุทธศาสตร์ป้องกันประเทศ กล่าวได้ว่าชีวิตประจำวันของประชาชนจำนวนมากในปัจจุบันเกี่ยวข้องกับถนนและรถยนต์ทุกวันทั้งในด้านการเดินทางติดต่อธุรกิจ เดินทางไปทำงานขนส่งสินค้า ฯลฯ การพัฒนาบ้านเมืองให้เจริญก้าวหน้าปัจจัยแรกที่รัฐจะต้องลงทุนจัดหาให้คือถนน อันดับต่อมาคือสาธารณูปโภคที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น น้ำประปา ไฟฟ้า ส่วนที่เหลือราษฎรในแต่ละชุมชนก็จะเป็นผู้ร่วมช่วยกันพัฒนาต่อไป

ประวัติความเป็นมาของถนน ในสมัยโบราณ "ทาง" ที่มนุษย์เริ่มมีครั้งแรก คือทางเท้า (traces) ใช้เดินทางไปมาหาสู่กัน ต่อมารู้จักเลี้ยงสัตว์เป็นพาหนะและรู้จักใช้ล้อในการขับเคลื่อนโดยใช้สัตว์เลี้ยงชักลากก็เริ่มมีทางเกวียน ทางที่สร้างด้วยหินสายแรกในโลกพบใน mesopotamia ประมาณกันว่าสร้างเมื่อ 3500 ปีก่อนคริสตศักราช ต่อมายุคโรมันเรื่องอำนาจชาวโรมันได้สร้างทางเชื่อมระหว่างอาณาจักร (Empires) ต่าง ๆ ของตนเอง เมื่อประมาณ 1900 ปีก่อนคริสตศักราช หลังจากอาณาจักรโรมันเสื่อมลงการสร้างถนนหยุดชะงักไปจนถึงศตวรรษที่ 18 ชาวฝรั่งเศสชื่อ Tresaguet (1716-1796) ได้พัฒนาวิธีการสร้างถนนให้ดีขึ้นใช้หินมาถมเป็นชั้น ๆ ทำให้ถนนแข็งแรงและรับน้ำหนักได้ดีขึ้น ในประเทศอังกฤษ John Macadam (1756-1836) นำหินมาเรียงเป็นผิวทางให้รถม้าแล่นและบดทับให้แน่น วิธีการดังกล่าวเรียกว่า Macadam Road ซึ่งแข็งแรงทนทานและในปัจจุบันวิธีการดังกล่าวก็ยังใช้ได้ผลดี ในประเทศสหรัฐอเมริกาการสร้างถนนสมัยแรกเป็นการลงทุนตัดถนนแล้ว เก็บค่าผ่านทางเรียกถนนชนิดนี้ว่า Turn Pike อาจลงทุนสร้างโดยรัฐหรือเอกชนก็ได้ Turn pike สายแรกเชื่อมระหว่างรัฐเวอร์จิเนียกับฟิลาเดเฟีย และต่อมามีสายฟิลาเดเฟียกับแลงคาสเตอร์ ในปี 1830 ได้มีการประดิษฐ์รถไฟและสร้างทางรถไฟ การขนส่งทำได้รวดเร็วดีกว่ารถม้า การสร้างถนนก็ซบงักงันไปจนถึงต้นศตวรรษที่ 20 ประมาณปี ค.ศ. 1920 เริ่มยุคของรถยนต์มีผู้ประดิษฐ์รถยนต์ใช้แล้วออกถนนได้จึงจำเป็นต้องพัฒนาถนนให้ดีและแข็งแรงกว่าเก่ามาก เพื่อให้เหมาะสมกับน้ำหนักรถยนต์ที่มากแล่นบนถนน ตั้งแต่ยุคนี้เป็นต้นมา วิธีการก่อสร้างถนนก็ได้พัฒนาให้มีความมาตรฐานสูงขึ้นเรื่อย ๆ มีการศึกษาค้นคว้าถึงรายละเอียดในด้านวิชาการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ถนนที่มั่นคงแข็งแรงรับน้ำหนักได้ทนทานใช้งานได้นานปีและมีค่าก่อสร้างไม่แพงค่าบำรุงรักษาต่ำ ฯลฯ

### 2.1.1 องค์การที่เกี่ยวข้องกับงานทาง

**กรมทางหลวง** เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงต่อการสำรวจออกแบบควบคุม การก่อสร้างตลอดจนบูรณะและบำรุงรักษาทางหลวงทั้งหมดที่พระราชอาณาจักร การบริหาร งานราชการของกรมทางหลวงตามพระราชกฤษฎีกาแบ่งส่วนราชการ กรมทางหลวงตามประกาศของคณะปฏิวัติฉบับที่ 218 ลงวันที่ 29 กันยายน 2515 มีอธิบดีกรมทางหลวงเป็นเจ้าหน้าที่ รับผิดชอบการบริหารงานราชการขึ้นโดยตรงต่อกระทรวงคมนาคม แบ่งการบริหารราชการออกเป็น ส่วนกลางมีสำนักและกองรวม 15 กองและมีแขวงการทาง 71 แขวงขึ้นโดยตรงกับกองบำรุง นอกจากนี้ยังมีกองตำรวจทางหลวงซึ่งสังกัดกรมตำรวจแต่ใช้งบประมาณของกรมทางหลวง โดยกรมทางหลวงมีหน้าที่ประสานงาน และสั่งการปฏิบัติกองตำรวจทางหลวงทำหน้าที่ควบคุมตรวจ ตรายานพาหนะ ที่เดินทางบนทางหลวงและการจราจรในทางหลวงนอกเขตเทศบาลให้เป็นไปตาม กฎหมายป้องกันภัยอันตรายและทรัพย์สินของประชาชนผู้สัญจรไปมาบนทางหลวง ตลอดจนปราบปราม ผู้กระทำความผิดอาญาในทางหลวง

ปัจจุบันประเทศไทยมีทางหลวงแผ่นดินและทางหลวงจังหวัด อยู่ในความดูแลของกรม ทางรวมเป็นระยะทาง 44,400 กิโลเมตร และทางหลวงชนบทซึ่งเป็นทางหลวงนอกเขตเทศบาล และสุขาภิบาลซึ่งอยู่ในความดูแลของ รพช. กรมโยธาธิการ ทรบ. กลาง กรมชลประทานและองค์ การบริหารส่วนจังหวัดเป็นระยะทาง 106,000 กิโลเมตร ทั้งนี้ยังไม่รวมทางหลวงเทศบาล ทาง หลวงสุขาภิบาลและทางหลวงสัมปทาน ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบปริมาณทางหลวงระหว่างภาค ต่าง ๆ แล้วจะเห็นว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณถนนมากที่สุด ทั้งนี้เพราะระยะสมัยหนึ่ง ภาคนี้มีปัญหาผู้ก่อการร้ายคุกคามมาก เพื่อความมั่นคงของชาติ รัฐบาลจึงได้พยายามสร้างถนนโดย เฉพาะทางหลวงชนบทเพื่อนำความเจริญเข้าไปสู่ท้องถิ่นที่ยังทุรกันดารอยู่

2.1.2 ประเภทของทางหลวง ทางหลวงมีความหมายตามประกาศของคณะปฏิวัติฉบับ ที่ 295 ลงวันที่ 1 ธันวาคม 2515 ดังนี้ทางหลวงหมายความว่าทางหรือถนนซึ่งจัดไว้เพื่อประโยชน์ การจราจรสาธารณะทางบกไม่ว่าระดับพื้นดินใต้หรือเหนือพื้นดินหรือใต้หรือเหนือ อสังหาริมทรัพย์ อย่างอื่น นอกจากทางรถไฟและให้หมายรวมถึงที่ดินพืชพันธุ์ไม้ทุกชนิดสะพานท่อหรือรางระบายน้ำ อุโมงค์ ร่องน้ำ กำแพงดิน เขื่อนรั้วหลักสำรวจหลักเขต หลักกระยะ ป้ายจราจร เครื่องหมายจราจร เครื่องแสดงสัญญาณ เรือสำหรับส่งข้ามพากทำ เรือสำหรับขึ้นลงรถและอาคารหรือสิ่งอื่นอันเป็น อุปกรณ์งานทางบรรดาที่จัดไว้ในเขตทางหลวงและเพื่อประโยชน์แก่งานทางนั้นด้วย

ทางหลวงในประเทศไทยแบ่งตามประกาศคณะปฏิวัติฉบับที่ 295 ดังนี้

1. ทางหลวงพิเศษ คือทางหลวงที่ได้ออกแบบเพื่อให้การจราจรผ่านได้รวดเร็วเป็นพิเศษซึ่งรัฐมนตรีได้ประกาศกำหนดเป็นทางหลวงพิเศษ รัฐมนตรีเป็นผู้อนุมัติทางหลวงประเภทนี้และได้ลงทะเบียนไว้ ๕.กรมทางหลวง ในปัจจุบันนี้คือทางหลวงหมายเลข 35 สายธนบุรี-ปากท่อ
2. ทางหลวงแผ่นดิน คือทางหลวงที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจการปกครองและ

การป้องกันประเทศเป็นทางหลวงที่ติดต่อภูมิภาคสำคัญทั่วประเทศ กรมทางหลวงเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้างขยายบูรณะและบำรุงรักษา รัฐมนตรีเป็นผู้อนุมัติทางหลวงประเภทนี้และให้ลงทะเบียนไว้ ๗ กรมทางหลวง

3. ทางหลวงจังหวัด คือ ทางหลวงที่เชื่อมต่อระหว่างจังหวัดกับอำเภอหรือสถานที่สำคัญของจังหวัดนั้น กรมทางหลวงเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้างขยายบูรณะบำรุงรักษาและให้ลงทะเบียนไว้ ๗ กรมทางหลวง

4. ทางหลวงชนบท คือ ทางหลวงนอกเขตเทศบาลและเขตสุขาภิบาลที่องค์การบริหารส่วนจังหวัดเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้างขยายบูรณะและบำรุงรักษา อธิบดีกรมโยธาธิการเป็นผู้ให้ความยินยอมในทางหลวงประเภทนี้และให้ลงทะเบียนไว้ ๗. ศาลากลางจังหวัด

5. ทางหลวงเทศบาล คือ ทางหลวงในเขตเทศบาลที่เทศบาลเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้างขยายบูรณะและบำรุงรักษา ผู้ว่าราชการจังหวัดเป็นผู้อนุมัติทางหลวงประเภทนี้และให้ลงทะเบียนไว้ ๗. สำนักงานเทศบาล

6. ทางหลวงสุขาภิบาล คือ ทางหลวงในเขตสุขาภิบาลที่สุขาภิบาลเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้างขยายบูรณะและบำรุงรักษา อธิบดีกรมโยธาธิการเป็นผู้อนุมัติทางหลวงประเภทนี้และให้ลงทะเบียนไว้ ๗. สำนักงานสุขาภิบาล

7. ทางหลวงสัมปทาน คือ ทางหลวงที่รัฐบาลได้ให้สัมปทานแก่เอกชนให้สร้างขึ้นเพื่อการคมนาคมหรือเพื่อการอุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยทางหลวงที่ได้รับสัมปทานและให้ลงทะเบียนไว้ ๗. กรมทางหลวง

ทางหลวงประเภทที่ 1, 2, 3, และ 7 อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงประเภทที่ 4 อยู่ในความดูแลของกรมโยธาธิการประเภท 5 และ 6 อยู่ในความรับผิดชอบของเทศบาลและสุขาภิบาลตามลำดับ นอกจากทางหลวง 7 ประเภทนี้แล้ว ยังมีทางสาธารณะที่มิเข้าข่ายซึ่งประชาชนหรือจังหวัดและส่วนราชการอื่น ๆ เป็นผู้ก่อสร้างขึ้น เพื่อพัฒนาตำบลหรือหมู่บ้าน โดยมีได้ลงทะเบียนเป็นทางหลวงประเภทใด เช่น ทางลำเลียงของกรมชลประทาน สร้างขึ้นเพื่อขนส่งวัสดุก่อสร้างติดต่อระหว่างทางหลวงและหน่วยงานก่อสร้างเช่นฝายชลประทานต่าง ๆ ทางชั้น 1 และชั้น 2 ของ กรป.กลางทางมาตรฐาน รพช. ของสำนักเร่งรัดพัฒนาชนบท และทางด่วนของการทางพิเศษ เป็นต้น ทางประเภทดังกล่าวเมื่อถึงเวลาอันสมควรก็อาจยกมอบหมายให้กรมทางหลวง หรือเทศบาลบูรณะและบำรุงรักษา หรือก่อสร้างให้เป็นทางหลวงมาตรฐานต่อไปก็ได้

หน่วยงานที่มีหน้าที่ออกแบบก่อสร้างถนนในประเทศไทย ก่อสร้างถนนมีหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทำงานโดยอิสระไม่ขึ้นต่อกัน แต่หน่วยงานที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องโดยตรงและรับผิดชอบต่อระบบของทางหลวงส่วนใหญ่มองของประเทศ คือกรมทางหลวง

กรมทางหลวง ทำการออกแบบควบคุมการก่อสร้างหรือก่อสร้างทางหลวงพิเศษทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลวงแผ่นดิน ทางหลวงจังหวัดและทางหลวงสัมปทาน

**กรมโยธาธิการ** ทำการออกแบบควบคุมการก่อสร้างทางหลวงชนบท

**กรมชลประทาน** ออกแบบก่อสร้างบำรุงรักษาทางลำเลียงใหญ่ทางลำเลียงเล็ก และทางลำเลียงย่อยเพื่อขนวัสดุเข้าไปสร้างเขื่อนฝายทำนบ

**กรบ.กลาง** สร้างทางชั้น 1 ทางชั้น 2 เพื่อเข้าสู่ถิ่นทุรกันดาร เป็นงานส่งเสริมด้านการเมืองเพื่อให้เจ้าหน้าที่ของรัฐบาลเข้าถึงประชาชนโดยใกล้ชิด

**สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท (รพช.)** สร้างทางมาตรฐาน รพช.ส่วนใหญ่เป็นผิวจราจรลูกรัง

**เทศบาล** รับผิดชอบออกแบบก่อสร้างบำรุงรักษาถนนในเขตเทศบาล

**สุขาภิบาล** รับผิดชอบออกแบบก่อสร้างบำรุงรักษาถนนในเขตสุขาภิบาล

**กรมทางพิเศษ** ออกแบบควบคุมก่อสร้างและเก็บค่าผ่านทางในระบบทางด่วนพิเศษ

### 2.1.3 มาตรฐานทางหลวง

1. ถนนเอก จะต้องมีความกว้างของเขตทางไม่น้อยกว่า 21 เมตร ผิวจราจรกว้าง 15 เมตร เกาะกลางถนนกว้าง 3 เมตร

2. ถนนโท แบ่งเป็น

ถนนในบริเวณที่อยู่อาศัย ต้องมีความกว้างของเขตทาง 16 เมตร ผิวจราจรกว้าง 11 เมตร

ถนนในบริเวณที่ประกอบการพาณิชย์ ต้องมีความกว้างของเขตทางไม่น้อยกว่า 20 เมตร โดยมีผิวจราจร 12 เมตร

ถนนในบริเวณประกอบการอุตสาหกรรม ต้องมีความกว้างของเขตทางไม่น้อยกว่า 10 เมตร โดยมีผิวจราจร 12 เมตร

3. ถนนย่อย ต้องมีความกว้างเขตทางไม่น้อยกว่า 9 เมตร แต่ถ้าถนนยาวเกินกว่า 200 เมตร ความกว้างเขตทางต้องกว้าง 10 เมตร โดยมีผิวจราจร 6 เมตร

4. ถนนปลายตัน ต้องมีความยาวไม่เกิน 10 เมตร ความกว้างของเขตทาง 9 เมตร ผิวจราจร 6 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ลักษณะพื้นผิวจราจร

พื้นผิวจราจรแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ แบบแข็ง (riaid pavement) และแบบยืดหยุ่น (flexible pavement)

**พื้นผิวจราจรแบบแข็ง (Riaid Pavement)** ได้แก่พื้นผิวถนนคอนกรีต ซึ่งถูกอัดบดให้แน่น ราบเรียบด้วยทราย แล้วลาดทับด้วยปูนซีเมนต์ ซึ่งผสมคลุกเคล้าด้วยน้ำ อีฐ และกรวด หินก้อนเล็ก ๆ ให้ได้ขนาดความหนาตามต้องการ แล้วทิ้งไว้ให้แข็งตัวเต็มที่ประมาณ 28 วัน ซึ่งภายใน 28 วันนี้ก็ต้องคอยนำผ้าชุบน้ำมาคลุมทับพื้นผิว เป็นการบ่มให้คอนกรีตดำเนินปฏิกิริยาแข็งตัวอย่างค่อยเป็นค่อยไป เพื่อป้องกันโครงสร้างภายในเกิดปฏิกิริยารวดเร็วเกินไป อันอาจทำให้เปราะ แตกได้

พื้นผิวคอนกรีตเมื่อแห้งสมบูรณ์ดี จะมีความแข็งแรงทนทานมาก มีอายุการใช้งานนานที่สุด ซึ่งหากเสริมโครงเหล็กเข้าไปเป็นเส้น จะเป็นการเพิ่มความแข็งแรงทนทานมากขึ้นกว่าปรกติด้วย พื้นผิวแบบนี้มีสภาพผิวหน้าดีมาก คือมีค่าความเผ็ดของผิวทางที่ต้านทานไม่ให้เกิดเสียหายสูง แม้จะมีอายุการใช้งานแล้วก็ตาม ซึ่งดูได้จากภาพแผนภูมิของการเปรียบเทียบ

**พื้นผิวจราจรแบบยืดหยุ่น (Flexible Pavement)** ได้แก่พื้นผิวถนนที่ไม่แข็งเท่าพื้นผิวคอนกรีต นั่นคือ ยางแอสฟัลท์ หรือที่เรียกกันว่าพื้นผิวยางมะตอย ผิวถนนแบบนี้หลักใหญ่ประกอบด้วย หินหยาบ หินละเอียด ฝุ่นผงหิน และน้ำยางมะตอย วิธีการคือ ลาดยางแล้วเรียงด้วยหินตามแล้วบดทับ ซึ่งวิธีการก่อสร้างผิวถนนแอสฟัลท์นี้ แบ่งเป็น 3 ชนิดคือ

1. Surface Triatment พื้นผิวชนิดนี้มีลักษณะหยาบมาก อายุการใช้งานสั้นประมาณ 2-3 ปี เท่านั้น
2. Pemetration Macadam ผิวทางชนิดนี้มีคุณสมบัติดีกว่าแบบที่ 1 มีอายุการใช้งานราว 6-7 ปี สามารถกันน้ำได้ดีพอสมควร
3. Asphaltic-Corete - เป็นผิวทางที่ดีที่สุดในแบบยืดหยุ่น มีอายุการใช้งานกว่า 8 ปี สามารถกันน้ำซึ่งลงไปทำลายโครงสร้างได้ดี

คุณสมบัติของ Ashaltic Concrete ที่ดี ประกอบด้วย

1. มันคงแข็งแรงสูง รับน้ำหนักการจราจรได้โดยไม่ยุบตัว ซึ่งอาจเป็นรูบรื่องล้อ หรือถูกคันเคลื่อนตัวไป
2. ทนทานมาก คืออายุการใช้งานยาว โดยไม่มีการแยกตัวของวัสดุ อันเนื่องมาจากน้ำหนักการจราจร และสภาพดินฟ้าอากาศ
3. ยืดหยุ่นได้บ้าง โดยไม่เกิดการแตกแยกต้องทนต่อการแอ่นตัว ซึ่งอาจเกิดในชั้นของมัน แม้จะถูกสร้างบนทางที่แข็งแรงก็ตาม
4. ความต้านทานการลื่นไถลสูง และต้องดำรงสภาพเช่นนั้นตลอดอายุการใช้งาน

937 020 704

## 2.2 ความหมายและความสำคัญขง อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ มาตรฐานเครื่องหมายควบคุมจราจร

ในงานก่อสร้าง บูรณะและการบำรุงรักษาทาง รวมทั้งการก่อสร้างซ่อมแซมสาธารณูปโภคอื่น ๆ บนทางหลวงที่เปิดให้มีการจราจรผ่านไปมา จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการจัดตั้งเครื่องหมายควบคุมการจราจรผ่านไปมา จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการจัดตั้งเครื่องหมายควบคุมการจราจร เพื่อบังคับ เตือน และแนะนำผู้ขับขี่รถยนต์ที่เดินทางผ่านไปมา ให้ได้รับความสะดวกปลอดภัย และอุปสรรคในการดำเนินงานก่อสร้างนั้นก็ลดลงด้วย

เครื่องหมายควบคุมการจราจรในงานก่อสร้างบูรณะ หรือบำรุงรักษาทางหลวง จะต้องมีมาตรฐานเดียวกันโดยตลอด เพื่อให้ผู้ขับขี่รถยนต์ไม่สับสน หรือลังเลใจที่จะปฏิบัติตามเมื่อพบเห็น

มาตรฐานเครื่องหมายควบคุมการจราจรที่จัดทำไว้ในคู่มือนี้เป็นแนวทางสำหรับปฏิบัติโดยทั่วไป รวมถึงเครื่องหมายควบคุมจราจรชั่วคราวด้วย เช่นกรณีน้ำท่วมทางหลวง หรือทางขาด เป็นต้น สำหรับงานก่อสร้างทางหรืองานอื่น ๆ ที่มีสภาพทางและการจราจรต่างจากที่ยกตัวอย่างไว้ ก็ให้พิจารณาใช้เครื่องหมายควบคุมจราจรตามความเหมาะสม

เครื่องหมายควบคุมการจราจรในงานก่อสร้างบูรณะและบำรุงรักษา และการก่อสร้างซ่อมแซมสาธารณูปโภคบนทางหลวง โดยทั่วไปมีดังต่อไปนี้

1. ป้ายจราจร
2. แผงกัน
3. เครื่องจัดช่องจราจร
4. อุปกรณ์การส่องสว่าง
5. เครื่องให้สัญญาณ

### การใช้งาน

ตัวอย่างการใช้งานที่แสดงไว้ในหนังสือคู่มือเล่มนี้ เป็นมาตรฐานต่ำสุดสำหรับงานก่อสร้างและบำรุงรักษา สามารถนำไปใช้ได้บนทางหลวงทั่วไปแต่สภาพทางหลวงและการจราจรบางแห่งอาจเป็นบริเวณที่มีอันตรายมากหรือมีความยุ่งยากสับสนเป็นพิเศษ ให้เพิ่มการป้องกันโดยใช้เครื่องหมายให้มากขึ้นหรือเพิ่มขนาดให้ใหญ่ขึ้น

บนทางหลวงสายหลักบริเวณชานเมืองที่มีปริมาณจราจรสูงในชั่วโมงเร่งด่วน การดำเนินการก่อสร้าง หรือบำรุงรักษาทางจะทำให้มีการจราจรติดขัดถึงแม้ว่าจะมีเครื่องหมายควบคุมการจราจรที่สมบูรณ์แบบเพียงใดก็ตาม ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงการดำเนินงานในชั่วโมงดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางหลวงนอกเมืองที่มีปริมาณจราจรต่ำ แต่สภาพของทางดี ยวดยานมักจะใช้ความเร็วสูงการลดมาตรฐานเครื่องหมายควบคุมการจราจรในระหว่างการซ่อมบำรุงทางหลวง อาจเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุและเป็นอันตรายต่อคนงานก่อสร้างได้ ชีวิตคนมีค่ามากกว่าเครื่องหมายควบคุมจราจรสุดจะเปรียบได้ จึงไม่ควรประหยัคค่าเครื่องหมายควบคุมจราจรเพื่อไม่ให้คนงานต้องไปเสียชีวิตบนทางหลวง

### การบำรุงรักษา

เครื่องหมายควบคุมการจราจรที่อยู่ในสภาพดี และทันต่อเหตุการณ์ของการควบคุมจราจรจะทำให้ผู้ขับขี่ยวดยานปฏิบัติตาม การบำรุงรักษาจึงจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทางหลวง เครื่องหมายควบคุมจราจรมีโอกาสที่จะชำรุดเสียหายหรือลบลบเลื่อนได้ง่าย ดังนั้นจึงควรหมั่นตรวจตราและบำรุงรักษา เช่น

ก.ป้ายจราจรที่ถูกฝนจับจนเลอะเลือนจะต้องทำความสะอาดให้สะอาด หรือเปลี่ยนใหม่เมื่อหมดอายุใช้งาน

ข. เส้นทาสีบนผิวจราจรที่ลบลบเลื่อนจะต้องจัดทำใหม่

ค. กองวัสดุก่อสร้าง กอหญาหรืออื่นๆ ที่บดบังสายตา ควรเคลื่อนย้ายออกไป ถ้าการเคลื่อนย้ายวัสดุที่บังสายตา กระทำไม่ได้ ก็ต้องพิจารณาเปลี่ยนตำแหน่ง เครื่องหมายควบคุมจราจรที่ถูกบังให้เห็นได้ชัดเจน

สิ่งที่ต้องดำเนินการทันทีเมื่องานก่อสร้างแล้วเสร็จ คือรื้อถอนเครื่องหมายควบคุมการจราจรที่หมดความจำเป็นออกทันที เช่นป้ายแนะนำให้ผู้ขับขี่ยวดยานทราบว่ามีการก่อสร้างอยู่ข้างทางเมื่อได้นำวัสดุไปใช้งานแล้วต้องรื้อถอนป้ายดังกล่าวออกไปด้วย.

#### 2.2.1 เครื่องจัดช่องจราจร (channelizing devices)

การจัดช่องจราจรในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทาง มีจุดประสงค์สองประการคือ เพื่อกระตุ้นเตือน ผู้ขับขี่รถให้ระมัดระวังบริเวณที่อาจจะมึอันตรายเนื่องจากการก่อสร้างหรือบำรุงรักษา และเพื่อแนะแนวทางที่จะเดินรถไปได้อย่างปลอดภัย

ดังนั้นลักษณะของเครื่องจัดช่องจราจร จะต้องมองเห็นได้ง่ายตลอดเวลา จะต้องไม่ทำอันตรายร้ายแรงเมื่อถูกชนหรือเฉี่ยว และจะต้องติดตั้งหรือจัดวางให้เป็นแนวที่รถสามารถแล่นผ่านไปได้สะดวก

เครื่องจัดช่องจราจรเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องหมายควบคุมจราจร ที่ใช้ในงานก่อสร้างและบำรุงรักษาทาง ซึ่งใช้เป็นเครื่องหมายนำทางด้วย มีดังต่อไปนี้

#### ก. กรวย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ. ถังกลม

ค. แผงตั้ง

ง. เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง

### ก. กรวย (cones)

กรวยยางหรือพลาสติกอ่อนสีสดใส ขนาดสูงไม่น้อยกว่า 45 ซม. มีฐานแผ่กว้างเพื่อกำหนดตำแหน่งได้มั่นคง สามารถใช้เป็นเครื่องกำกับแนวช่องจราจรได้เป็นอย่างดีในการจัดช่องจราจรชั่วคราว เพราะมีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายสะดวก ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่รถยนต์และกรวย ถ้ามีรถมาชนหรือเฉี่ยว

สิ่งที่จะต้องระวังในการใช้กรวยคือ กรวยเคลื่อนที่หรือล้มได้ง่าย เนื่องจากมีลมปะทะเมื่อรถแล่นผ่านไปมา ด้วยความเร็วหรืออุกกรณเฉี่ยวจึงต้องคอยจัดตั้งกรวยไว้ให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการอยู่ตลอดเวลา

กรวยยังใช้ได้เหมาะสมในงานตีเส้นจราจร เพื่อป้องกันไม่ให้รถทับสีที่ยังไม่แห้ง

### ข. ถังกลม (drums)

ถังกลมขนาด 200 ลิตร หรือ 120 ลิตร ที่ไม่ได้ใช้งานอย่างอื่นแล้ว สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องหมายควบคุมการจราจรในงานก่อสร้างได้อย่างดี โดยการทาสีแสดงสลับขาว

โดยที่ถังกลมมีขนาดใหญ่มองเห็นได้ชัดเจน และสามารถเคลื่อนไปมาได้ จึงเหมาะที่จะใช้เป็นเครื่องแสดงแนวขอบทางจราจรที่ติดกับพื้นที่ก่อสร้าง เช่น งานขยายทาง โดยการตั้งถังกลมเป็นแถว แสดงขอบทางจราจรในเวลาที่ยุคปฏิบัติ ส่วนในเวลาปฏิบัติงานก็สามารถเคลื่อนถังกลมเข้าไปในผิวจราจรเพื่อให้มีพื้นที่ปฏิบัติงานได้เพียงพอ

สีที่ใช้ทาถังกลมจะต้องเป็นสีสะท้อนแสงเพราะจะต้องใช้ในเวลากลางคืนด้วย หรือมีฉะนั้นจะต้องติดตั้งอุปกรณ์การส่องสว่างให้ผู้ขับรถมองเห็นได้ชัดเจน การใช้ถังกลมจะต้องติดตั้งป้ายเตือนล่วงหน้าเสมอ และถ้าจะให้ดีผลดียิ่งขึ้นควรติดตั้งไปกระพริบด้วย

ถังกลมไม่ควรใส่ทรายหรือวัสดุใด ๆ เพื่อให้น้ำหนักเพิ่มขึ้น เพราะจะก่อให้เกิดอันตรายอย่างร้ายแรงถ้ารถยนต์ชนเข้า

### ค. แผงตั้ง (vertical panel)

แผงตั้งเป็นแผ่นป้ายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าด้านยาวเป็นส่วนตั้ง ขนาด 15x60 ซม. หรือ 20x60 ซม. ทาสีเช่นเดียวกับแผงกั้น ติดตั้งบนเสาโดยปักลงดินหรือเสาที่ฐานด้วยน้ำหนักเพื่อไม่ให้ล้มง่าย เมื่อติดตั้งแล้วจะต้องสูงไม่น้อยกว่า 90 ซม.

แผงตั้งสามารถจัดทำได้ง่ายและราคาถูก อาจใช้แทนกรวยยางได้ในงานบำรุงรักษาทาง หรือใช้แทนแผงกั้นบนไหล่ทาง ในกรณีที่มีพื้นที่จำกัดไม่สามารถติดตั้งแผงกั้นได้

### ง. เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง (pavement marking)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในงานก่อสร้างบางแห่งที่จำเป็นจะต้องใช้พื้นที่บนผิวจราจรในการทำงาน และของจราจรปกติบนผิวทางได้ถูกปิดกั้น เป็นเวลานาน จำเป็นจะต้องจัดทำเครื่องหมายจราจรบนผิวทางเสียใหม่ และลมช่องจราจรเดิมออกเสีย หรือการก่อสร้างทางนั้นได้จัดทำทางชั่วคราวหรือ by-pass ให้อยุธาณได้เบี่ยงเบนไปจากทางปกติ ก็จำเป็นจะต้องจัดทำเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง นำทางให้อยุธาณได้ใช้ช่องจราจรที่ถูกต้อง

ความยาวนานของเวลาที่มีการจัดการจราจร เป็นข้อพิจารณาที่สำคัญว่าควรจะทำเครื่องหมายจราจร บนผิวทางหรือไม่ เพราะค่าจัดทำอาจจะแพงและใช้ประโยชน์ไม่คุ้มค่าก็ได้ ดังนั้นถ้าเห็นว่าการทำสีบนผิวทางแพง อาจจะพิจารณาใช้หมุดสะท้อนแสง (raised pavement) แทนก็ได้ เพราะการติดตั้งและถอดออกได้ง่ายกว่า รวมทั้งยังสามารถนำไปใช้ในคราวต่อ ๆ ไปได้ด้วย

การจัดทำเครื่องหมายจราจรบนผิวทางชั่วคราวจะต้องติดตั้งป้ายเตือน เครื่องจัดช่องจราจรและเครื่องหมายอื่น ๆ พร้อมกันไปด้วย

สำหรับงานบำรุงรักษาทางนั้น มักจะไม่มีเวลาจำเป็นจะต้องใช้เครื่องหมายจราจรบนผิวทางชั่วคราว เพราะส่วนมากดำเนินการในเวลากลางวัน แต่อย่างไรก็ตามถ้ามีการซ่อมแซมหนึ่งส่วนใดของผิวจราจรที่ต้องใช้เวลานาน ๆ เช่น การซ่อมสะพานอาจจำเป็นต้องจัดทำเครื่องหมายจราจรบนผิวทางด้วย

#### จ.การเบี่ยงเบนแนวจราจร (lane transition)

ส่วนสำคัญที่สุดส่วนหนึ่งของการใช้เครื่องหมายควบคุมการจราจร ในงานก่อสร้างและบำรุงรักษา คือ การใช้เครื่องจัดช่องจราจรสำหรับเบี่ยงเบนแนวจราจรไปจากเดิม เมื่อมีการปิดช่องจราจรข้างหน้าเพื่อก่อสร้างหรือบำรุงรักษา

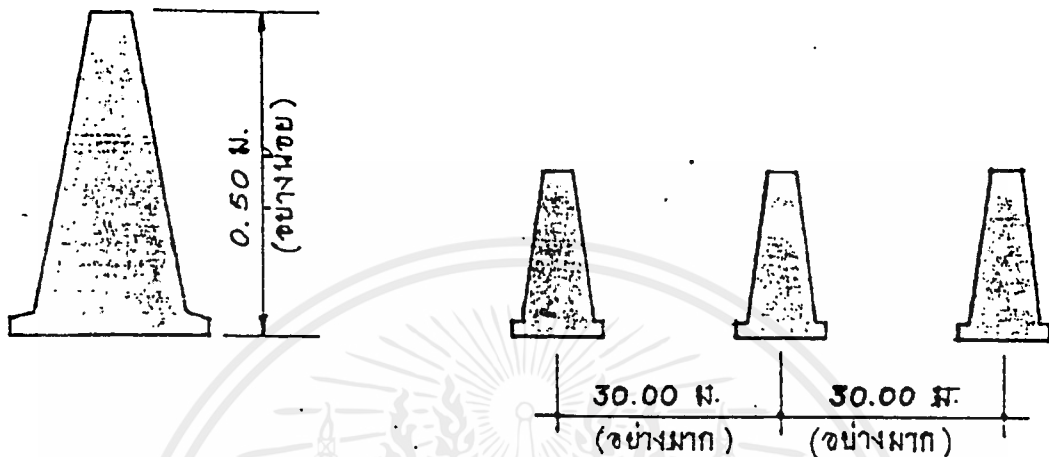
การเบี่ยงเบนแนวจราจร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการลดความกว้างของผิวทาง จำเป็นต้องจัดระยะที่สอบเข้า (taper) ให้เพียงพอมีจะนั้นจะทำให้การจราจรไม่สะดุดติดขัด และเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ระยะที่สอบเข้าควรยาวไม่น้อยกว่า 150 เมตร แต่ถ้าเป็นทางในเมืองอาจลดลงเหลือประมาณ 90 เมตรได้ อย่างไรก็ตามการกำหนดระยะที่สอบเข้าจะต้องคำนึงถึงความลาดชันและโค้งด้วย

ในทางปฏิบัติเมื่อจัดระยะและตั้งเครื่องจัดช่องจราจรแล้ว ควรสังเกตการจราจรว่าระยะที่จัดไว้เพียงพอหรือไม่ ถ้าเห็นว่าไม่เพียงพอ เช่นมีการห้ามล้ออย่างแรง ก็ให้เพิ่มระยะทางขึ้น

ในงานก่อสร้าง โดยมากมักจะตั้งเครื่องจัดช่องทางจราจรไว้นานวัน เครื่องควบคุมจราจรเหล่านั้นจะมีการเคลื่อนย้าย ดังนั้นควรหมั่นตรวจดูความเรียบร้อยด้วย และควรทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่ตั้งเครื่องจัดช่องจราจรไว้ เพื่อที่จะได้จัดสู่ตำแหน่งเดิมได้สะดวกรวดเร็ว เครื่องหมายดังกล่าวยังมีประโยชน์ สำหรับงานที่ทำเฉพาะกลางวันที่มีการย้ายเครื่องควบคุมจราจรออกในเวลากลางคืน และตั้งใหม่ในเวลากลางวัน

เครื่องจัดช่องจราจรที่ใช้อาจเป็นกรวยหรือแผงกัน โดยให้เริ่มตั้งที่ขอบทางเข้ามาที่ละ 50-60 ซม. ระยะห่างกันไม่ควรเกิน 30 เมตร

# เครื่องหมายจราจร

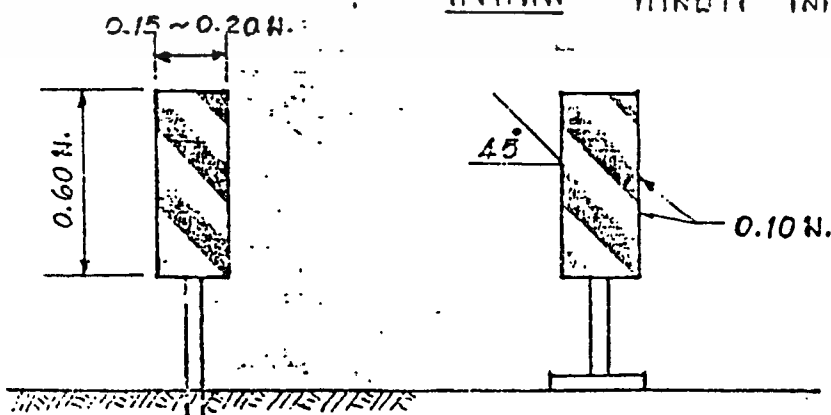


ภาพ

แบ่ง 7 ช่องเท่าๆกัน  
ทาสีสลับกันแดง  
สีแก่สลับขาวหรือ  
สีแก่สลับขาว



ทางขาว ไม่เกิน 2.00 ม.  
ทางขาว ไม่เกิน 50.00 ม.



ภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.2 แผงกั้น

แผงกั้นใช้แสดงการปิดกั้นจราจรบางส่วนของทาง หรือขวางตลอดทาง นอกจากนี้แผงกั้นยังทำหน้าที่เป็นเครื่องหมายเตือนหรือเครื่องจัดช่องจราจร (channelizing device) ได้อีกด้วย

#### 1. แบบแผงกั้น แผงกั้นแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

แบบที่ 1 ประกอบด้วยแผ่นแถบสี (barricade rail) เตี้ยหรือคู้ติดตั้งบนขาตั้ง สามารถเก็บหรือถอดและประกอบได้ง่าย เพื่อให้การเคลื่อนย้ายสะดวก

แผงกั้นชนิดนี้ ใช้สำหรับงานชั่วคราวที่ใช้ระยะเวลาทำงานสั้น ๆ หรือใช้บริเวณที่ไม่อันตรายมากนัก เช่นทางในเมืองซึ่งการจราจรใช้ความเร็วต่ำ

แบบที่ 2 ประกอบด้วยแผ่นแถบสี 3 แผ่น ติดตั้งค่อนข้างถาวรใช้ในงานก่อสร้างหรือบูรณะที่ต้องปฏิบัติงานเป็นเวลานานวัน แผงกั้นแบบนี้อาจออกแบบให้เปิดปิดได้บางส่วนเพื่อ การปฏิบัติงาน

ขนาดของแผ่นแถบสีแต่ละแผ่นกว้าง 20-25 ซม. ยาวไม่น้อยกว่า 90 ซม. สี สีส้มสลับขาว หรือสีดำสลับขาว แต่ละแถบกว้าง 15 ซม. ทำมุม 45 องศา กับแนวราบ การติดตั้งให้แถบชี้ลง ไปทางด้านที่ทำให้การจราจรผ่านไปได้

ถ้าใช้แผงกั้นในเวลากลางคืน สี สีส้มและสีขาวจะต้องสะท้อนแสงให้เห็นได้ไกลไม่น้อยกว่า 300 เมตร ด้วยไฟต่ำของรถยนต์ แผงกั้นแบบที่ 1 ควรสูงประมาณ 1 ม. ขาตั้งจะทำด้วยวัสดุอะไรก็ได้ แต่จะต้องเบาพอที่จะให้เคลื่อนย้ายได้สะดวก และหนักพอที่จะต้านลมกระโชก เนื่องจากยวดยานที่แล่นผ่านในระยะใกล้ และที่สำคัญคือ สามารถพับเก็บหรือถอดและประกอบได้ง่าย เพื่อความรวดเร็วในการเคลื่อนย้าย

แผงกั้นแบบที่ 2 จะต้องสูงไม่น้อยกว่า 1.50 ม. ถ้าติดตั้งบนขาตั้งโดยไม่ใช้เสา ตอกลงในพื้นดิน ก็ควรใช้กระสอบทรายหรือวัตถุหนัก ๆ ทับขาตั้งไว้เพื่อให้มั่นคงไม่ล้มหรือเคลื่อน ย้ายได้ง่าย

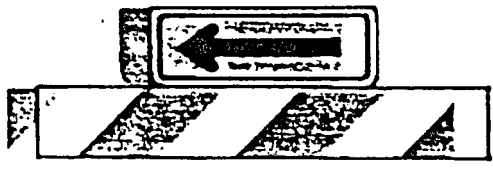
#### 2. การใช้แผงกั้น

แผงกั้นแบบที่ 1 และแบบที่ 2 สามารถนำไปใช้หรือดัดแปลงเพื่อใช้ในงานต่าง ๆ ดังนี้

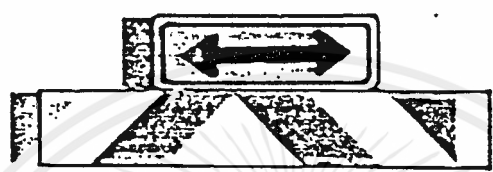
ก. ใช้ปิดกั้นจราจร ในกรณีที่ต้องการปิดกั้นจราจรไม่ให้รถผ่านเข้าไปในเขตก่อสร้าง อาจใช้แผงกั้นแบบที่ 2 ติดตั้งขวางทางไว้ ซึ่งแผงกั้นนี้อาจยาวตลอดถึงไหล่ทางทั้งสองข้าง หรืออาจจะยาวถึงขอบทาง ถ้าจำเป็นที่จะต้องให้เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานผ่านเข้าออกในบางครั้ง ก็ให้ จัดทำแบบที่สามารถเปิดปิดบางส่วนได้ แต่จะต้องปิดกั้นทันทีหลังจากที่ผ่านไปแล้ว

สำหรับทางที่ปิดเป็นทางการแต่จะต้องให้ประชาชนที่อยู่ภายในเข้าออก ให้ใช้แผงกั้นแบบที่ 2 ติดตั้งไว้กลางเพื่อที่จะให้รถที่จะเข้าออกผ่านไปบ้าง ๆ พร้อมทั้งติดตั้งป้ายจราจรบอกไว้ ด้วย

### การใช้แผงกั้น



ขากยานผ่านไปทางซ้าย  
ทางเดียว

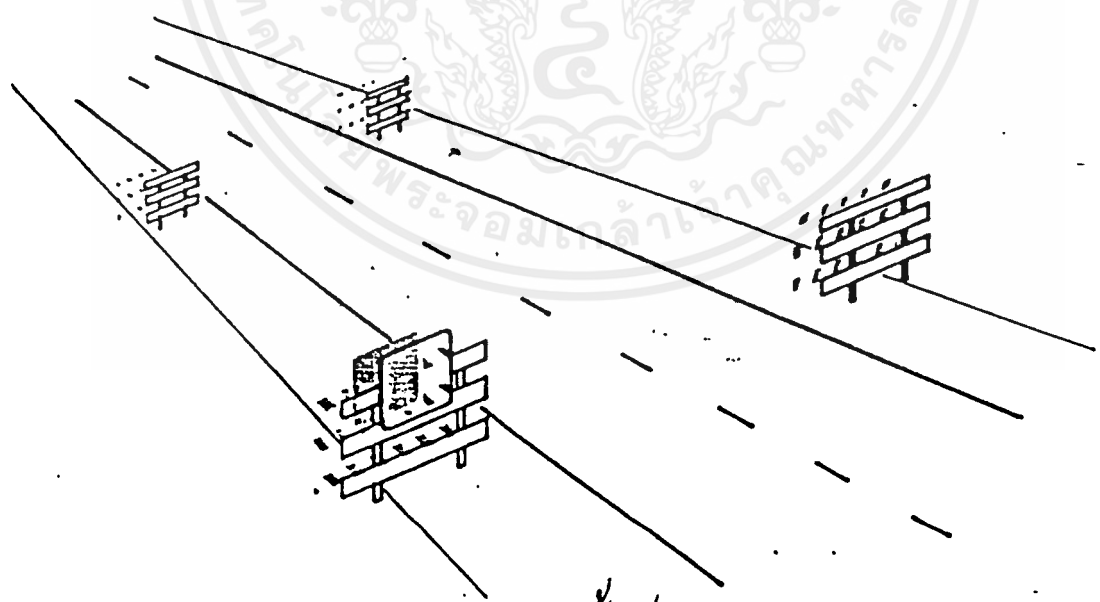


ขากยานผ่านไปได้  
ทั้งสองข้าง



ขากยานผ่านไปได้

### ลักษณะกั้น

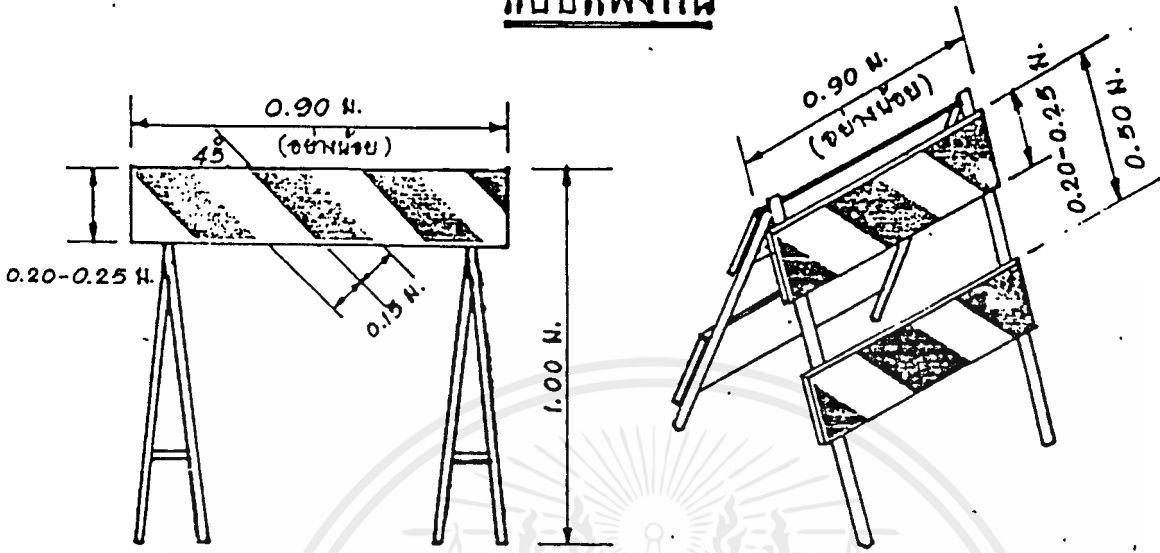


### แผงกั้นข้างทาง

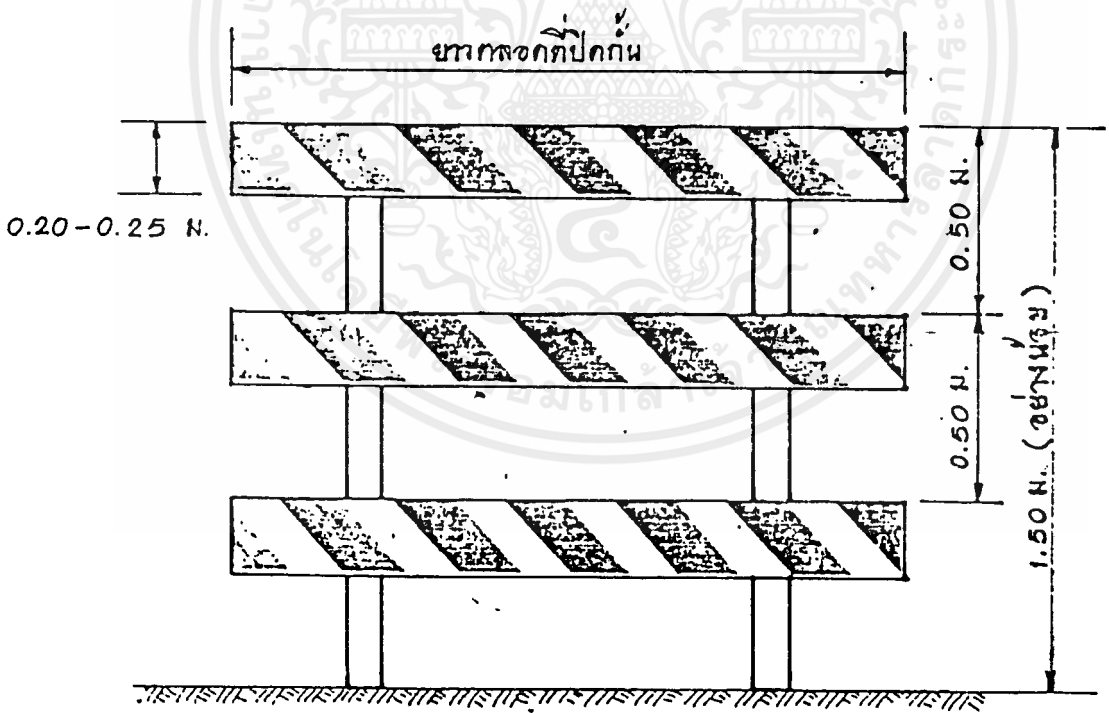
(WING BARRICADE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบแผนกน**



**แบบแผนกนที่ 1**



**แบบแผนกนที่ 2.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับงานซ่อมบำรุงชั่วคราว ควรใช้แผงกันแบบที่ 1 ตั้งขวางช่องจราจรที่มีการซ่อมบำรุงทั้งสองด้าน ให้ห่างพอสมควร เพราะแผงกันแบบที่ 1 สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายกว่า

ข. ใช้เป็นเครื่องหมายเตือน ที่จุดเริ่มต้นงานก่อสร้างที่เปิดการจราจรตามปกติ การใช้แผงกันแบบที่ 2 ติดตั้งข้างทางทั้งสองข้างจะเป็นการเตือนผู้ขับขี่ได้ดี การติดตั้งแบบนี้เรียกว่า แผงกันข้างทาง (wing barricade) แผงกันข้างทางอาจติดตั้งเป็นชุด โดยเริ่มจากนอกไหล่ทางเข้ามาจนถึงใกล้ขอบทาง จะทำให้ยานลดความเร็วลงอย่างได้ผล สำหรับงานที่จะต้องใช้แผงกันข้างทางเป็นบางเวลา ก็อาจจะออกแบบให้พับไปด้านข้างในเวลาไม่ใช้

ค. ใช้สำหรับลดช่องจราจร บนทางหลายช่องจราจร เมื่อต้องการลดช่องจราจรลง อาจใช้แผงกันแบบที่ 1 ตั้งเป็นแนวแทนกรวย โดยวิธีการเช่นเดียวกัน การใช้แผงกันอาจไม่สะดวกคล่องเท่ากรวย แต่มีความมั่นคงสามารถตั้งอยู่นานกว่า จึงเหมาะที่จะใช้กับงานที่ใช้เวลานานวัน

### 2.3 การสนับสนุนจากทางภาคีรัฐบาลและเอกชน

ในงานก่อสร้าง บรูณะ หรือบำรุงรักษาทาง รวมทั้งงานซ่อมแซม ก่อสร้างสาธารณูปโภคบนทางหลวงด้วย มักจะมีสิ่งกีดขวางและอุปสรรคต่าง ๆ ต่อการจราจรที่ผู้ขับขี่รถมิได้คาดหมายล่วงหน้าในการทำงานก็จะมีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานอยู่ใกล้กับขุดยานที่แล่นผ่านไปมา สิ่งเหล่านี้ทำให้อุบัติเหตุเกิดขึ้นได้ง่าย สูญเสียชีวิตและทรัพย์สินทั้งเอกชนและราชการ อุบัติเหตุเหล่านี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นเพราะ ไม่มีเครื่องควบคุมการจราจร หรือเครื่องหมายควบคุมจราจรไม่เพียงพอที่จะกระตุ้นเตือนให้ผู้ขับขี่รถสนองตอบ

เนื่องด้วยเครื่องควบคุมการจราจรมีราคาค่อนข้างสูง ซึ่งงบประมาณทางกรมจราจรมีจำนวนจำกัด เครื่องควบคุมการจราจรบางชนิดจึงได้รับความช่วยเหลือจากทางภาคเอกชนในการจัดหาหรือจัดทำขึ้นมา เพื่อช่วยลดปัญหาจราจรที่เกิดขึ้นให้ลดน้อยลง ดังที่เคยเห็นเครื่องควบคุมการจราจรบางชนิด จะมีป้ายชื่อสินค้าติดอยู่กับเครื่องควบคุมการจราจรนั้น ๆ ด้วย

ดังนั้น เครื่องควบคุมการจราจรที่ทางภาคเอกชนให้การสนับสนุนนั้น มิได้มีไว้เพียงเพื่อช่วยลดปัญหาจราจรเท่านั้น แต่จะมีการแอบแฝงในเชิงธุรกิจอยู่ด้วย คือจะใช้เครื่องควบคุมการจราจรนี้เป็นสื่อในการโฆษณาสินค้าของตนเองอีกด้วย

## 2.4 พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช มีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ ให้ประกาศว่า

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงกฎหมายว่าด้วยการจราจรทางบก

จึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ตราพระราชบัญญัติขึ้นไว้ โดยคำแนะนำและยินยอมของ สภานิติบัญญัติแห่งชาติ ดังต่อไปนี้

มาตรา 1 พระราชบัญญัตินี้เรียกว่า "พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522"

มาตรา 2 พระราชบัญญัตินี้ ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดเก้าสิบวัน นับแต่วันประกาศ ราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

มาตรา 4 ในพระราชบัญญัตินี้

(1) "การจราจร" หมายความว่า การใช้ทางของผู้ขับขี่ คนเดินเท้า หรือคนที่จูง ขี่ หรือไล่ต้อนสัตว์

(2) "ทาง" หมายความว่า ทางเดินรถ ช่องเดินรถ ช่องเดินรถประจำทาง โหล่ทาง ทางเท้า ทางข้าม ทางร่วมทางแยก ทางลาด ทางโค้ง สะพาน และสถานที่ประชาชนใช้ในการจราจร และให้หมายความรวมถึงทางส่วนบุคคลที่เจ้าของยินยอมให้ประชาชนใช้ในการจราจร หรือที่เจ้าพนักงานจราจรได้ประกาศให้เป็นทางตามพระราชบัญญัตินี้ด้วย แต่ไม่รวมไปถึงทางรถไฟ

(3) "ทางเดินรถ" หมายความว่า พื้นที่ที่ทำไว้สำหรับการเดินรถไม่ว่าในระดับพื้นดิน ใต้หรือเหนือพื้นดิน

(4) "ช่องเดินรถ" หมายความว่า ทางเดินรถที่จัดแบ่งเป็นช่องสำหรับการเดินรถ โดยทำเครื่องหมายเป็นเส้นหรือแนวแบ่งเป็นช่องไว้

(5) "ช่องเดินรถประจำทาง" หมายความว่า ช่องเดินรถที่กำหนดให้เป็นช่องเดินรถสำหรับรถโดยสารประจำทาง หรือรถบรรทุกคนโดยสารประเภทที่อธิบดีกำหนด

(6) "ทางเดินรถทางเดียว" หมายความว่า ทางเดินรถใดที่กำหนดให้ผู้ขับขี่รถขับไปบนทิศทางเดียวกันตามเวลาที่เจ้าพนักงานจราจรกำหนด

(7) "ขอบทาง" หมายความว่า แนวริมของทางเดินรถ

(8) "โหล่ทาง" หมายความว่า พื้นที่ที่ต่อจากขอบทางออกไปทางด้านข้าง ซึ่งยังมิได้จัดทำเป็นทางเท้า

(9) "ทางร่วมทางแยก" หมายความว่า พื้นที่ที่ทางเดินรถตั้งแต่สองสายตัดผ่านกัน รวมบรรจบกัน หรือติดกัน

(10) "วงเวียน" หมายความว่า ทางเดินรถที่กำหนดให้รถเดินรอบเครื่องหมายจราจรหรือสิ่งก่อสร้างขึ้นในทางร่วมทางแยก

(11) "ทางเท้า" หมายความว่า พื้นที่ที่ทำไว้สำหรับคนเดินซึ่งอยู่ข้างใดข้างหนึ่งของทาง หรือทั้งสองข้างของทาง หรือส่วนที่อยู่ชิดขอบทางซึ่งใช้เป็นที่สำหรับคนเดิน

(12) "ทางข้าม" หมายความว่า พื้นที่ที่ทำไว้สำหรับให้คนเดินเท้าข้ามทาง โดยทำเครื่องหมายเป็นเส้นหรือแนวหรือตอบหมุดไว้บนทาง และให้หมายความรวมถึงพื้นที่ที่ทำให้คนเดิน

เข้าข้ามแนวว่าในระดบั้ตหรือเอนอ์พ่นด้นด้วย

(13) "เขตปลอดคัย" หมายความว่า พื้นที่ในทางเดินรถที่มีเครื่องหมายแสดงไว้ให้เห็นได้ชัดเจนทุกเวลา สำหรับให้คนเดินเท้าที่ข้ามทางหยุดรอ หรือให้คนที่ขึ้นหรือลงรถหยุดรอก่อนจะข้ามทางต่อไป

(14) "ที่คับขัน" หมายความว่า ทางที่มีการจราจรพลุกพล่านหรือมีสิ่งกีดขวาง หรือในที่ซึ่งมองเห็นหรือทราบได้ล่วงหน้าว่าอาจเกิดอันตราย หรือความเสียหายแก่รถหรือคนได้ง่าย

(15) "รถ" หมายความว่า ยานพาหนะทางบกทุกชนิด เว้นแต่รถไฟ และรถราง

(16) "รถยนต์" หมายความว่า รถที่มีล้อตั้งแต่สามล้อและเดินด้วยกำลังเครื่องยนต์ กำลังไฟฟ้าหรือพลังงานอื่น ยกเว้นรถที่เดินบนราง

(17) "รถจักรยานยนต์" หมายความว่า รถที่เดินด้วยกำลังเครื่องยนต์กำลังไฟฟ้าหรือพลังงานอื่น และมีล้อไม่เกินสองล้อ ถ้ามีพ่วงข้างล้อเพิ่มอีกไม่เกินหนึ่งล้อ

(18) "รถจักรยาน" หมายความว่า รถที่เดินด้วยกำลังของผู้ขับขี่มิใช่เป็นการลากเข็น

(19) "รถฉุกเฉิน" หมายความว่า รถดับเพลิงและรถพยาบาลของราชการบริหารส่วนกลาง ราชการบริหารส่วนภูมิภาค และราชการบริหารส่วนท้องถิ่น หรือรถอื่นที่ได้รับอนุญาตจากอธิบดีให้ใช้ไฟสัญญาณแสงวับวาบ หรือให้ใช้เสียงสัญญาณไซเรน หรือเสียงสัญญาณอย่างอื่นตามที่กำหนดให้

(20) "รถบรรทุก" หมายความว่า รถยนต์ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้บรรทุกสิ่งของหรือสัตว์

(21) "รถบรรทุกคนโดยสาร" หมายความว่า รถยนต์ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้บรรทุกคนโดยสารเกิน 7 คน

(22) "รถโรงเรียน" หมายความว่า รถบรรทุกคนโดยสารที่โรงเรียนใช้รับส่งนักเรียน

(23) "รถโดยสารประจำทาง" หมายความว่า รถบรรทุกคนโดยสารที่เดินตามทางที่กำหนดไว้ และเรียกเก็บค่าโดยสารเป็นรายคนตามอัตราที่วางไว้เป็นระยะทางหรือตลอดทาง

(24) "รถแท็กซี่" หมายความว่า รถยนต์ที่ใช้รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน

(25) "รถลากจูง" หมายความว่า รถยนต์ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับลากจูงรถ หรือเครื่องมือการเกษตร หรือเครื่องมือการก่อสร้าง โดยตัวรถนั้นเองมิได้ใช้สำหรับบรรทุกคนหรือสิ่งของ

(26) "รถพ่วง" หมายความว่า รถที่เคลื่อนที่ไปโดยใช้รถอื่นลากจูง

(27) "มาตรแท็กซี่" หมายความว่า เครื่องแสดงอัตราและค่าโดยสารของแท็กซี่ โดยอาศัยเกณฑ์ระยะทางหรือเวลาการใช้รถแท็กซี่ หรือโดยอาศัยทั้งระยะทางและเวลาการใช้รถแท็กซี่

(28) "ผู้ขับขี่" หมายความว่า ผู้ขับรถ ผู้ประจำเครื่องอุปกรณ์การขนส่งตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่ง ผู้ลากเข็นยานพาหนะ

(29) "คนเดินเท้า" หมายความว่า คนเดินและให้รวมตลอดถึงผู้ใช้เก้าอี้ล้อสำหรับคนพิการหรือรถสำหรับเด็กด้วย

(30) "เจ้าของรถ" หมายความว่า ผู้มีรถไว้ในครอบครองด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(31) "ผู้เก็บค่าโดยสาร" หมายความว่า ผู้ซึ่งรับผิดชอบในการเก็บค่าโดยสาร และผู้ดูแลคนโดยสารที่อยู่ประจำรถบรรทุกคนโดยสาร

(32) "ใบอนุญาตขับขี" หมายความว่า ใบอนุญาตขับรถยนต์ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ ใบอนุญาตสำหรับคนขับรถตามกฎหมายว่าด้วยรถจ้าง ใบอนุญาตขับขีตามกฎหมายว่าด้วยล้อเลื่อน และใบอนุญาตผู้ประจำเครื่องอุปกรณ์การขนส่งตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่ง

(33) "สัญญาณจราจร" หมายความว่า สัญญาณใด ๆ ไม่ว่าจะแสดงด้วยธงไฟ ไฟฟ้ามือ แขน เสียนหวัด หรือด้วยวิธีอื่นใด สำหรับให้ผู้ขับขี คนเดินเท้า หรือคนขี่จักรยาน ขี่ หรือล้อเลื่อนสัตว์ ปฏิบัติตามสัญญาณนั้น

(34) "เครื่องหมายจราจร" หมายความว่า เครื่องหมายใด ๆ ที่ได้ติดตั้งไว้หรือทำให้ปรากฏในทางสำหรับให้ผู้ขับขี คนเดินเท้า หรือคนขี่จักรยาน ขี่ หรือล้อเลื่อนสัตว์ ปฏิบัติตามเครื่องหมายนั้น

(37) "เจ้าพนักงานจราจร" หมายความว่า ข้าราชการตำรวจชั้นสัญญาบัตร ซึ่งรัฐมนตรีแต่งตั้งให้เป็นเจ้าพนักงานจราจร

(38) "พนักงานเจ้าหน้าที่" หมายความว่า ตำรวจซึ่งปฏิบัติหน้าที่ควบคุมการจราจร

(39) "อาสาจราจร" หมายความว่า ผู้ซึ่งผ่านการอบรมตามหลักสูตรอาสาจราจร และได้รับแต่งตั้งจากอธิบดีให้ช่วยเหลือการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงานเจ้าหน้าที่ตามที่บัญญัติไว้ในพระราชบัญญัตินี้

มาตรา 5 ให้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยรักษาการตามพระราชบัญญัตินี้ และให้มีอำนาจแต่งตั้ง เจ้าพนักงานจราจร กับออกกฎกระทรวงกำหนดกิจการอื่นเพื่อปฏิบัติการตามพระราชบัญญัตินี้

กฎกระทรวงนั้น เมื่อได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษาแล้ว ให้ใช้บังคับได้

#### 2.4.1 การใช้รถ และลักษณะของรถที่ใช้ในทาง

มาตรา 6 ห้ามมิให้ผู้คนารถที่มีสภาพไม่มั่นคงแข็งแรง หรืออาจเกิดอันตรายหรืออาจทำให้เสื่อมเสียสุขภาพแก่ผู้ใช้ คนโดยสารหรือประชาชนมาใช้ในทางเดินรถ

รถที่ใช้ในทางเดินรถ ผู้ขับขีต้องจัดให้มีเครื่องยนต์ เครื่องอุปกรณ์ และหรือส่วนที่ควบคุมที่ครบถ้วนตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ กฎหมายว่าด้วยการขนส่ง กฎหมายว่าด้วยล้อเลื่อน กฎหมายว่าด้วยรถลาก หรือกฎหมายว่าด้วยรถจ้าง และใช้การได้ดี

สภาพของรถที่อาจทำให้เสื่อมเสียสุขภาพอนามัยตามวรรคหนึ่ง และวิธีการทดสอบ ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดในกฎกระทรวง

มาตรา 7 ห้ามมิให้ผู้คนารถที่มีได้ติดแผ่นป้ายเลขทะเบียนแผ่นป้ายเครื่องหมายเลขทะเบียนหรือป้ายประจำรถ ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ กฎหมายว่าด้วยการขนส่ง กฎหมายว่าด้วยล้อเลื่อน กฎหมายว่าด้วยรถลาก หรือกฎหมายว่าด้วยรถจ้างในในทางเดินรถ

มาตรา 8 ห้ามมิให้ผู้คนารถที่ผู้ขับขี่ไม่อาจแลเห็นทางพอดแก่ความปลอดภัยมาใช้ในทางเดินรถเพื่อประโยชน์แห่งมาตรานี้ ให้อธิบดีมีอำนาจออกระเบียบเกี่ยวกับการใช้วัสดุกรองแสงกับรถที่นำมาใช้ในทางเดินรถได้ โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

มาตรา 9 ห้ามมิให้ผู้คนารถที่เกิดเสียงอื้ออึงหรือมีสิ่งลากฎไปบนทางเดินรถมาใช้ในทางเดินรถ

มาตรา 10 ห้ามมิให้ผู้คนารถที่มีล้อหรือส่วนที่สัมผัสกับผิวทางไม่ใช่ว่ามาใช้ในทางเดินรถ ตั้งแต่เป็นรถที่ได้รับการยกเว้นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง<sup>1</sup> หรือเป็นรถที่ได้รับอนุญาตจากเจ้าพนักงานจราจร

#### 2.4.2 การใช้ไฟหรือเสียงสัญญาณของรถ

มาตรา 11 ในเวลาที่มีแสงสว่างไม่เพียงพอที่จะมองเห็นคน รถหรือสิ่งกีดขวางในทางได้โดยชัดแจ้งภายในระยะไม่น้อยกว่าหนึ่งร้อยห้าสิบเมตร ผู้ขับขี่ซึ่งขับรถในทางต้องเปิดไฟหรือใช้แสงสว่างตามประเภท ลักษณะ และเงื่อนไขที่กำหนดในกฎกระทรวง<sup>2</sup>

มาตรา 12 รถแต่ละชนิดที่ใช้ในทางเดินรถผู้ขับขี่ต้องใช้เสียงสัญญาณโดยเฉพาะดังต่อไปนี้

- (1) เสียงแตร สำหรับรถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ และให้ได้ยินได้ในระยะไม่น้อยกว่าหกสิบเมตร
- (2) เสียงระฆัง สำหรับรถม้า และให้ได้ยินได้ในระยะไม่น้อยกว่าสามสิบเมตร
- (3) เสียงกระดิ่ง สำหรับรถจักรยาน และให้ได้ยินได้ในระยะไม่น้อยกว่าสามสิบเมตร

ส่วนรถอื่นนอกจากกล่าวข้างต้น ผู้ขับขี่ต้องใช้เสียงสัญญาณตามที่อธิบดีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

มาตรา 13 ห้ามมิให้ผู้ขับขี่ซึ่งขับรถทุกชนิดในทางเดินรถใช้ไฟสัญญาณแสงสว่างวาบเสียงสัญญาณไซเรน เสียงสัญญาณที่เป็นเสียงนกหวีด เสียงที่แตกพร่า เสียงหลายเสียง เสียงดังเกินสมควร หรือเสียงสัญญาณอย่างอื่นตามที่อธิบดีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา อธิบดีมีอำนาจให้รถฉุกเฉิน รถในราชการทหารหรือตำรวจหรือรถอื่นที่ใช้ไฟสัญญาณวาบหรือใช้เสียงสัญญาณไซเรนหรือเสียงสัญญาณอื่นได้ ในการนี้อธิบดีจะกำหนดเงื่อนไขในการใช้ไฟสัญญาณหรือเสียงสัญญาณรวมทั้งกำหนดเครื่องหมายที่แสดงถึงลักษณะของรถดังกล่าวด้วยก็ได้ โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

มาตรา 14 การใช้เสียงสัญญาณ ผู้ขับขี่จะใช้ได้เฉพาะเมื่อจำเป็นหรือป้องกันอุบัติเหตุเท่านั้น แต่จะใช้เสียงยาวหรือซ้ำเกินควรไม่ได้

การใช้เสียงสัญญาณของรถหรือการกำหนดเงื่อนไขในการใช้สัญญาณในเขตหรือท้องที่ใด

ให้อธิบดีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

มาตรา 15 รถที่บรรทุกของยื่นเกินความยาวของตัวรถ ขณะที่อยู่ในทางเดินรถ และในเวลาต้องเปิดไฟตามมาตรา 11 หรือมาตรา 61 ผู้ขับขี่ต้องจุดไฟสัญญาณแสงแดงหรือในเวลากลางวันต้องติดธงสีแดงไว้ที่ตอนปลายสุดของสิ่งที่บรรทุกนั้น โดยจุดไฟสัญญาณหรือติดธงไว้ให้มองเห็นได้ในระยะไม่น้อยกว่าหนึ่งร้อยห้าสิบเมตร

ไฟสัญญาณแสงแดงหรือธงสีแดงตามวรรคหนึ่งจะใช้ชนิด ลักษณะ หรือจำนวนเท่าใด ให้อธิบดีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

มาตรา 16 ผู้ขับขี่ซึ่งขับรถบรรทุกของเหลวไวไฟที่มีจุดวาบไฟในอุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่านั้น หรือที่บรรทุกก๊าซไวไฟ ต้องปฏิบัติตามมาตรา 15 และมาตรา 56 แต่สัญญาณที่ใช้นั้นต้องมีชื่อเป็นชนิดที่ใช้ชื่อเพลิง

มาตรา 17 ผู้ขับขี่ซึ่งขับรถที่ใช้บรรทุกวัตถุระเบิด หรือวัตถุอันตรายชนิดอื่นใด ต้องจัดให้มีป้ายแสดงถึงวัตถุที่บรรทุกและเครื่องดับเพลิง และต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขในการป้องกันอันตราย

ลักษณะและวิธีการติดป้ายแสดงถึงวัตถุที่บรรทุกและเครื่องดับเพลิงตลอดจนเงื่อนไขในการป้องกันอันตราย ให้เป็นไปตามที่กำหนดในกฎกระทรวง<sup>2</sup>

#### 2.4.3 ลักษณะการใช้ทางเดินรถ

##### หมวด 1 การขับรถ

มาตรา 31 นอกจากที่บัญญัติไว้เป็นพิเศษในลักษณะ 4 ว่าด้วยการใช้ทางเดินรถที่จัดเป็นช่องเดินรถประจำทาง การใช้ทางเดินรถให้ให้เป็นไปตามที่บัญญัติไว้ในลักษณะนี้

มาตรา 32 ในการใช้ทางเดินรถ ผู้ขับขี่ต้องใช้ความระมัดระวังไม่ให้รถชน หรือโดนคนเดินเท้า ไม่ว่าจะอยู่ ณ ส่วนใดของทาง และต้องให้สัญญาณเตือนคนเดินเท้าให้รู้ตัวเมื่อจำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เด็ก คนชรา หรือคนพิการที่กำลังใช้ทาง ผู้ขับขี่ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษในการควบคุมรถของตน

มาตรา 33 ในการขับรถ ผู้ขับขี่ต้องขับรถในทางเดินรถด้านซ้าย และต้องไม่ล้ำกึ่งกลางของทางเดินรถ เว้นแต่ในกรณีต่อไปนี้ ให้เดินทางขวา หรือล้ำกึ่งกลางของทางเดินรถได้

- (1) ด้านซ้ายของทางเดินรถมีสิ่งกีดขวางหรือถูกปิดการจราจร
- (2) ทางเดินรถนั้นเจ้าพนักงานจราจรกำหนดให้เป็นทางเดินรถทางเดียว
- (3) ทางเดินรถนั้นกว้างไม่ถึงหกเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรา 34 ในการใช้ทางเดินรถที่ได้จัดแบ่งช่องเดินรถในทิศทางเดียวกันไว้ตั้งแต่สองช่องขึ้นไป หรือที่ได้จัดช่องเดินรถประจำทางไว้ในช่องเดินรถซ้ายสุด ผู้ขับขี่ต้องขับรถในช่องซ้ายสุดหรือใกล้กับช่องเดินรถประจำทาง เว้นแต่ในกรณีต่อไปนี้ ให้เดินทางขวาของทางเดินรถได้

มาตรา 35 รถที่มีความเร็วช้า หรือรถที่มีความเร็วต่ำกว่าความเร็วของรถคันอื่นที่ขับในทิศทางเดียวกัน ผู้ขับขี่ต้องขับรถให้ใกล้ขอบทางเดินรถด้านซ้ายเท่าที่จะกระทำได้

ผู้ขับขี่รถบรรทุก รถบรรทุกคนโดยสาร รถจักรยานยนต์ในทางเดินรถซึ่งได้แบ่งช่องเดินรถในทิศทางเดียวกันไว้ ตั้งแต่สองช่องขึ้นไป หรือได้จัดช่องเดินรถประจำทางด้านซ้ายไว้โดยเฉพาะ ต้องขับรถในช่องเดินรถประจำทางแล้วแต่กรณี

ความในวรรคสองมิให้ใช้บังคับแก่รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคลที่มีน้ำหนักไม่เกินหนึ่งพันหกร้อยกิโลกรัม และรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกินเจ็ดคน ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์

มาตรา 36 ผู้ขับขี่ซึ่งจะเลี้ยวรถ ให้รถคันอื่นผ่านหรือแซงขึ้นหน้า เปลี่ยนช่องเดินรถ ลดความเร็วของรถ จอดรถ หรือหยุดรถ ต้องให้สัญญาณอย่างอื่นตามข้อบังคับของเจ้าพนักงานจราจร

ถ้าโดยสภาพของรถ สภาพของการบรรทุก หรือสภาพของทัศนวิสัย การให้สัญญาณด้วยมือ และปณตตามวรรคหนึ่ง ไม่อาจทำให้ผู้ขับขี่ซึ่งขับรถสวนมาหรือตามมาข้างหลังมองเห็นได้ ผู้ขับขี่ต้องให้ไฟสัญญาณ

ผู้ขับขี่ต้องให้สัญญาณด้วยมือและแขน ไฟสัญญาณ หรือสัญญาณอย่างอื่นตามวรรคหนึ่งก่อนที่จะเลี้ยวรถ เปลี่ยนช่องเดินรถ จอดรถหรือหยุดรถเป็นระยะทางไม่น้อยกว่าสามสิบเมตร

ผู้ขับขี่ต้องให้สัญญาณด้วยมือและแขน ไฟสัญญาณหรือสัญญาณอย่างอื่นตามวรรคหนึ่ง ให้ผู้ขับขี่ซึ่งขับรถอื่นเห็นได้ในระยะไม่น้อยกว่าหกสิบเมตร

มาตรา 37 การให้สัญญาณด้วยมือและแขน ในที่ปฏิบัติดังต่อไปนี้

(1) เมื่อจะลดความเร็วของรถ ให้ผู้ขับขี่ยื่นแขนขวาตรงออกไปนอกรถเสมอระดับไหล่ และโบกมือขึ้นลงหลายครั้ง

(2) เมื่อจะหยุดรถ ให้ผู้ขับขี่ยื่นแขนขวาตรงออกไปนอกรถเสมอระดับไหล่ ยกแขนขวาที่อกลงตั้งฉากกับแขนท่อนบนและตั้งฝ่ามือขึ้น

(3) เมื่อจะให้รถคันอื่นผ่านหรือแซงขึ้นหน้า ให้ผู้ขับขี่ยื่นแขนขวาตรงออกไปนอกรถเสมอระดับไหล่ และโบกมือไปทางข้างหน้าหลายครั้ง

(4) เมื่อจะเลี้ยวขวาหรือเปลี่ยนช่องเดินรถไปทางขวา ให้ผู้ขับขี่ยื่นแขนขวาตรงออกไปนอกรถเสมอระดับไหล่

(5) เมื่อจะเลี้ยวซ้ายหรือเปลี่ยนช่องเดินรถไปซ้าย ให้ผู้ขับขี่ยื่นแขนขวาตรงออกไปนอกรถเสมอระดับไหล่ และงอข้อมือขึ้นโบกไปทางซ้ายหลายครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อประโยชน์แห่งมาตรานี้ วิศวกรที่รถยนต์นั้นมี เครื่องขับอยู่ทางซ้ายให้ผู้ขับขี่ใช้ไฟสัญญาณแทนการใช้สัญญาณด้วยมือและแขน

มาตรา 38 การให้ไฟสัญญาณของผู้ขับขี่รถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้

- (1) เมื่อจะหยุดรถ ผู้ขับขี่ต้องให้ไฟสัญญาณสีแดงที่ท้ายรถ
- (2) เมื่อจะเลี้ยวรถ หรือเปลี่ยนช่องเดินรถ ผู้ขับขี่ต้องให้ไฟสัญญาณยกเลี้ยวสีเหลืองอำพัน หรือให้ไฟสัญญาณกระพริบสีขาว หรือสีเหลืองอำพันที่ติดอยู่หน้ารถหรือข้างรถ และไฟกระพริบสีแดง หรือสีเหลืองอำพันที่ติดอยู่ท้ายรถไปในทิศทางที่จะเลี้ยวหรือเปลี่ยนช่องเดินรถ
- (3) เมื่อจะให้รถคันอื่นแซงขึ้นหน้า ผู้ขับขี่ต้องให้ไฟสัญญาณยกเลี้ยวสีเหลืองอำพันหรือให้ไฟสัญญาณกระพริบสีแดงหรือสีเหลืองอำพันที่ติดอยู่ท้ายรถทางด้านซ้ายของรถ

มาตรา 39 เมื่อขับรถสวนกัน ให้ผู้ขับขี่ขับรถชิดด้านซ้ายของทางเดินรถ โดยให้ถือกึ่งกลางของทางเดินรถเป็นหลัก แต่ถ้าทางเดินรถใดได้จัดแบ่งเป็นช่องเดินรถไว้ให้ถือเส้นหรือแนวที่แบ่งนั้นเป็นหลัก

ในทางเดินรถที่แคบ เมื่อขับรถสวนกัน ผู้ขับขี่แต่ละฝ่ายต้องลดความเร็วของรถเพื่อให้รถสวนกันได้โดยปลอดภัย

ในทางเดินรถที่แคบซึ่งไม่อาจขับรถสวนกันได้โดยปลอดภัย เมื่อขับรถสวนกัน ผู้ขับขี่ซึ่งขับรถคันที่ใหญ่กว่าต้องหยุดรถให้ชิดขอบทางเดินรถด้านซ้ายเพื่อให้ผู้ขับขี่ซึ่งขับรถคันที่เล็กกว่าผ่านไป

ในทางเดินรถที่มีสิ่งกีดขวางอยู่ข้างหน้า ผู้ขับขี่ต้องลดความเร็วของรถหรือหยุดรถ เพื่อให้รถคันที่สวนมาผ่านไป

มาตรา 40 ผู้ขับขี่ต้องขับรถให้ห่างรถคันหน้าพอสมควรในระยะที่หยุดรถได้โดยปลอดภัยในเมื่อจำเป็นต้องหยุดรถ

ผู้ขับขี่ซึ่งขับรถขึ้นสะพานหรือทางลาดชันต้องใช้ความระมัดระวังไม่ให้รถถอยหลังไปโดนรถคันอื่น

มาตรา 41 ทางเดินรถใดที่มีเครื่องหมายจราจรให้เป็นทางเดินรถทางเดียว ให้ผู้ขับขี่รถไปตามทิศทางที่ได้กำหนดไว้

มาตรา 42 ทางเดินรถใดที่มีเครื่องหมายจราจรแบ่งทางเดินรถออกเป็นสองทางสำหรับรถเดินขึ้นทางหนึ่ง ล่องทางหนึ่ง โดยมีช่องว่างคั่นกลาง หรือทำเครื่องหมายจราจรกีดกันแสดงว่าทางเดินรถนั้นมีการแบ่งออกเป็นสองทางดังกล่าว ให้ผู้ขับขี่ขับรถชิดด้านซ้ายของทางเดินรถ

### มาตรา 43 ห้ามมิให้ผู้ขับขี่ขับรถ

- (1) ในขณะที่ความสามารถในอันที่จะขับ
- (2) ในขณะที่เมาสุราหรือของเมาอย่างอื่น
- (3) ในลักษณะที่ขัดขวางการจราจร
- (4) โดยประมาทหรือนำหวิดเสียว อันอาจเกิดอันตรายแก่บุคคลหรือทรัพย์สิน
- (5) ในลักษณะที่ผิดปกติวิสัยของการขับรถตามธรรมดา หรือไม่อาจแลเห็นทางด้านหน้าหรือด้านหลัง ด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านได้พอแก่ความปลอดภัย
- (6) เครื่องหรือทับเส้นหรือแนวแบ่งช่องเดินรถ เว้นแต่เมื่อเปลี่ยนช่องเดินรถ เลี้ยวรถหรือกลับรถ
- (7) บนทางเท้าโดยไม่มีเหตุอันสมควร เว้นแต่รถลากขึ้นสำหรับทารก คนป่วย หรือคนพิการ
- (8) โดยไม่คำนึงถึงความปลอดภัยหรือความเดือดร้อนของผู้อื่น

#### 2.4.4 การขึ้นแข่งและผ่านขึ้นหน้า

มาตรา 44 ผู้ขับขี่ซึ่งประสงค์จะขับรถแข่ง เพื่อขึ้นหน้ารถอื่นในทางเดินรถซึ่งไม่ได้แบ่งช่องเดินรถไว้ ต้องให้เสียสัญญาณดังพอที่จะให้ผู้ขับขี่ซึ่งขับรถคันหน้าทราบความประสงค์ และเมื่อผู้ขับขี่ซึ่งขับรถคันหน้าให้สัญญาณตอบตามมาตรา 37(3) หรือมาตรา 38(3) แล้วจึงจะแข่งขันหน้าได้

การแข่งต้องแข่งด้านขวาโดยมีระยะห่างจากรถที่ถูกแข่งพอสมควร เมื่อเห็นว่าได้ขับผ่านขึ้นหน้ารถที่ถูกแข่งไปในระยะเพียงพอแล้วจึงจะชิดด้านซ้ายของทางเดินรถได้

มาตรา 45 ห้ามมิให้ผู้ขับขี่ขับรถแข่งเพื่อขึ้นหน้ารถอื่นด้านซ้าย เว้นแต่ในกรณีต่อไปนี้

- (1) รถที่จะถูกแข่งกำลังเลี้ยวขวาหรือให้สัญญาณว่าจะเลี้ยวขวา
- (2) ทางเดินรถนั้นได้จัดแบ่งเป็นช่องเดินรถในทิศทางเดียวกันไว้ตั้งแต่สองช่องขึ้นไป การขับรถแข่งด้านซ้ายตาม (1) หรือ (2) จะกระทำได้เมื่อไม่มีรถอื่นตามมาในระยะกระชั้นชิดและมีความปลอดภัยพอ

มาตรา 46 ห้ามมิให้ผู้ขับขี่ขับรถแข่งเพื่อขึ้นหน้ารถอื่นในกรณีต่อไปนี้

- (1) เมื่อรถกำลังขึ้นทางชัน ขึ้นสะพาน หรืออยู่ในทางโค้ง เว้นแต่จะมีเครื่องหมายจราจรให้แข่งได้
- (2) ภายในระยะสามสิบเมตรก่อนถึงทางข้าม ทางร่วมทางแยก วงเวียนหรือเกาะที่สร้างไว้ หรือทางเดินรถที่ตัดข้ามทางรถไฟ
- (3) เมื่อมีหมอก ฝน ฝุ่นหรือควัน จนทำให้ไม่อาจเห็นทางข้างหน้าได้ในระยะหกสิบเมตร

#### 2.4.6 ข้อกำหนดเกี่ยวกับความเร็วของรถ

มาตรา 67 ผู้ขับขี่ต้องขับรถด้วยอัตราความเร็วตามที่กำหนด ในกฎกระทรวง หรือตามเครื่องหมายจราจรที่ได้ติดตั้งไว้บนทาง

เครื่องหมายจราจรที่ติดตั้งไว้ตามวรรคหนึ่ง จะกำหนดอัตราความเร็วขั้นสูงหรือขั้นต่ำก็ได้ แต่ต้องไม่เกินอัตราความเร็วที่กำหนดในกฎกระทรวง

มาตรา 68 ผู้ขับขี่ซึ่งจะเลี้ยวรถ ให้รถอื่นแซงหรือผ่านข้างหน้า จอดรถหยุดรถหรือกลับรถ ต้องลดความเร็วของรถ

มาตรา 69 ผู้ขับขี่ซึ่งขับรถในทางเดินรถบนเนินเขา บนสะพาน ที่เชิงสะพานที่แคบ ทางโค้ง ทางลาด ที่คับขัน หรือที่มีหมอก ฝน ฝุ่น หรือควัน จนทำให้ไม่อาจเห็นทางข้างหน้าได้ในระยะหกสิบเมตร ต้องลดความเร็วของรถในลักษณะที่จะให้เกิดความปลอดภัย

มาตรา 70 ผู้ขับขี่ซึ่งขับรถเข้าใกล้ทางร่วมทางแยก ทางข้าม เส้นให้รถหยุดหรือวงเวียน ต้องลดความเร็วของรถ

#### 2.4.7 กฎกระทรวง ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2522)

ออกตามความในพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 18 แห่งพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยออกกฎกระทรวงไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 รถโรงเรียน รถบรรทุก หรือรถบรรทุกคนโดยสาร บรรทุกของได้ ตามหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

(1) สำหรับส่วนกว้าง ไม่เกินส่วนกว้างของรถ

(2) สำหรับส่วนยาว

(ก) ในกรณีที่เป็นรถยนต์ ด้านหน้ายื่นไม่เกินหน้าหม้อหรือกันชนด้านหลังยื่นพ้นตัวรถไม่เกิน 2.5 เมตร

(ข) ในกรณีที่เป็นรถพ่วงรถยนต์ ด้านหลังยื่นพ้นตัวรถไม่เกิน 2.50 เมตร

(ค) ในกรณีที่เป็นรถม้าสี่ล้อบรรทุกของ ด้านหน้ายื่นไม่เกินหน้ารถด้านหลังยื่นพ้นตัวรถไม่เกิน 2.50 เมตร

(ง) ในกรณีที่เป็นเกวียน ด้านหน้ายื่นไม่เกิน 1.00 เมตร วัดจากแอกด้านหลังยื่นพ้นตัว ถึงไม่เกิน 2.50 เมตร

(จ) ในกรณีอื่นนอกเหนือจากที่ระบุไว้ใน (ก) (ข) (ค) และ (ง) ด้านหน้ายื่นไม่เกินตัวถึง ด้านหลังยื่นพ้นตัวรถไม่เกิน 0.50 เมตร

(3) สำหรับส่วนสูง

(ก) ในกรณีที่เป็นรถบรรทุก รถม้าสี่ล้อบรรทุกของ หรือเกวียน ให้บรรทุกสูงไม่เกิน 3.00 เมตร จากพื้นทาง เว้นแต่รถบรรทุกที่มีความกว้างของรถเกิน 2.30 เมตรให้บรรทุกสูงไม่

เกิน 3.80 เมตร จากพื้นทาง

(ข) ในกรณีที่เป็นรถอื่นนอกจากที่ระบุไว้ใน (ก) ให้บรรทุกสูงไม่เกิน 1.50 เมตร

(ค) ในกรณีที่เป็นรถชนิดที่ผู้ขับขี่อยู่หลังตัวรถ ให้บรรทุกสูงไม่เกินระดับที่ผู้ขับขี่มองเห็นพื้นทางข้างหน้าได้ระยะทางตั้งแต่ 3.00 เมตร จากรถหรือน้อยกว่า

(ง) ในกรณีที่เป็นรถบรรทุกซึ่งบรรทุกตู้สำหรับบรรจุสิ่งของ ให้บรรทุกสูงได้ไม่เกิน 4.00 เมตร จากพื้นทาง

ข้อ 2 สำหรับรถที่ประกอบด้วยตัวถังสำเร็จรูปจากต่างประเทศ และได้รับการจดทะเบียนถูกต้องตามกฎหมายแล้ว ในบรรทุกของไม่เกินส่วนกว้าง ส่วนยาวของและส่วนสูงของตัวถังที่ไว้บรรทุก

ข้อ 3 ให้บรรทุกของหรือคนไม่รวมผู้ขับขี่ได้ไม่เกินอัตราดังต่อไปนี้

(1) รถจักรยานยนต์ให้บรรทุกของไม่เกิน 50 กิโลกรัม หรือบรรทุกคนไม่เกินจำนวนที่นั่ง แต่ให้นั่งซ้อนท้ายได้เพียงคนเดียว

(2) รถจักรยานยนต์ที่มีพ่วงข้าง ให้บรรทุกของไม่เกิน 150 กิโลกรัม หรือบรรทุกคนไม่เกินจำนวนที่นั่ง

(3) รถจักรยานสองล้อ ให้บรรทุกของอย่างเดียวไม่เกิน 30 กิโลกรัม

(4) รถจักรยานตั้งแต่สามล้อขึ้นไปสำหรับบรรทุกของ ให้บรรทุกของอย่างเดียวไม่เกิน 150 กิโลกรัม

(5) รถจักรยานตั้งแต่สามล้อขึ้นไปสำหรับบรรทุกคน ให้บรรทุกคนไม่เกินสองคน กับเด็กอายุไม่เกินสองขวบอีกไม่เกินสองคน หรือของไม่เกิน 150 กิโลกรัม

(6) รถที่ใช้คนลากเข็นคนเดียว ให้บรรทุกของอย่างเดียวไม่เกิน 150 กิโลกรัม

(7) รถที่ใช้คนลากเข็นเกินหนึ่งคน ให้บรรทุกของอย่างเดียวไม่เกิน 300 กิโลกรัม

(8) รถม้าสองล้อ ให้บรรทุกของไม่เกิน 200 กิโลกรัม หรือบรรทุกคนไม่เกินสองคน

## 2.5 อุบัติเหตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อายุ ที่ได้รับบาดเจ็บและตาย (มากที่สุด)

25-29	ประมาณ 391	คนต่อปี หรือประมาณ 32.28%
30-34	ประมาณ 400	คนต่อปี หรือประมาณ 33.00%
35-39	ประมาณ 251	คนต่อปี หรือประมาณ 17.74%
40-44	ประมาณ 166	คนต่อปี หรือประมาณ 14.69%

สาเหตุ ที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ (มากที่สุด)

1. ขับรถชนคนเดินเท้า ประมาณ 506.3 รายต่อปี หรือประมาณ 46.66%
2. ขับรถชนท้ายรถน้ำ ชนทรพัสส์นิ ประมาณ 325.3 รายต่อปี หรือประมาณ 29.98%
3. เลี้ยวรถตัดหน้ารถอื่นกระชั้นชิด ประมาณ 170.3 รายต่อปี หรือประมาณ 15.69%
4. แชนรถในที่คับขัน ประมาณ 37.0 รายต่อปี หรือประมาณ 3.41%
5. คนเดินเท้าวิ่งตัดหน้ารถกระชั้นชิด ประมาณ 47.0 รายต่อปี หรือประมาณ 4.33%

จากการวิเคราะห์สถิติอุบัติเหตุการจราจร หอจะสรุปได้ดังนี้

1. เกิดจากความประมาทของผู้ขับขี่ยาน  
-ประมาท  
-ความสะเพร่า  
-ความไม่รับผิดชอบต่อสังคม (ทำตามใจตัวเอง)
2. เครื่องยนต์ขัดข้องไม่สามารถควบคุมได้
3. ความประมาทของผู้ขับขี่รถยนต์ที่แล่นช้า
4. ความประมาทผู้เดินเท้าตามถนน
5. สภาพถนนไม่ดี
6. ทิศนวิสัยเลว
7. การควบคุมการจราจรที่หละหลวม

วัยและเพศของผู้ขับขี่ บุคคลที่มีวัยอันไม่เหมาะสมที่จะขับขี่ยาน เช่น มีอายุสูงเกินไป ทำให้การตัดสินใจช้า มองเห็นทางได้ไม่ไกล มีความเฉื่อยชาตกใจง่าย โดยเฉพาะคนมีอายุเกิน 65 ปี ควรหลีกเลี่ยงการขับรถในช่วงเวลาจราจรคับคั่ง และในที่หนึ่ง ๆ ต้องตรวจสอบสายตา และสมรรถภาพในการขับเสียครั้งหนึ่งพวกที่มีอายุน้อยเกินไป ก็มีความเด็กคนอง ขับรถด้วยความประมาทขับรถเร็วเกินอัตรากำหนด จะพบว่าคนขับรถที่มีอายุระหว่าง 22-24 ปี ก่ออุบัติเหตุมากกว่าคนขับรถวัยอื่น ๆ ส่วนเพศพบว่าเพศชายก่ออุบัติเหตุทางการจราจรมากกว่าเพศหญิง ทั้งนี้เพราะความประมาท ขาดความระมัดระวัง รวมทั้งขับรถขณะมีเมเมาหรือเสพลังเสพติด

เกิดจากสภาพร่างกายไม่สมบูรณ์ ได้แก่ความเห็นดเห็น้อยเมื่อยล้าในกรณีที่ต้องขับรถอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นานหลายชั่วโมง กิยาระงับประสาท ระงับอาการง่วงนอน มีโรคประจำตัว เช่น ลมบ้าหมู โรคเกี่ยวกับการไหลเวียนของโลหิตในหัวใจ โรคเบาหวาน ความผิดปกติทางหู ความผิดปกติทั้งทางตา ซึ่งเป็นอันตรายมากสำหรับคนขับรถและผู้ใช้ถนน

ผลจากการเกิดอุบัติเหตุจราจรที่เกิดขึ้นในประเทศไทย พอจะแยกได้ดังนี้ คือ

1. เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ
2. ความเสียหายด้านสังคมและกำลังคนของชาติ
3. ความเสียหายด้านจิตใจ

สรุปสถิติการเกิดอุบัติเหตุ

จากสถิติการเกิดอุบัติเหตุโดยค่าเฉลี่ยและสรุปได้ดังนี้

ประเภท รถที่ก่ออุบัติเหตุ (มากที่สุด)

รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	ประมาณ 1601.66 คันต่อปี หรือประมาณ 44.39%
รถยนต์นั่งสาธารณะ	ประมาณ 563.00 คันต่อปี หรือประมาณ 15.60%
รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล	ประมาณ 529.33 คันต่อปี หรือประมาณ 14.67%
รถยนต์ประจำทาง	ประมาณ 446.66 คันต่อปี หรือประมาณ 12.38%
รถจักรยานยนต์	ประมาณ 477.66 คันต่อปี หรือประมาณ 13.23%

สถิติอุบัติเหตุการจราจรในเขต กรุงเทพมหานคร ปี 2533

จำนวนอุบัติเหตุ มีคนตาม บาดเจ็บสาหัส บาดเจ็บไม่สาหัส ทรัพย์สินเสียหาย

เดือน	จำนวน	ตาย	สาหัส	ไม่สาหัส	ทรัพย์สินเสียหาย
มกราคม	2,417	87	142	730	10,865,000
กุมภาพันธ์	2,333	68	80	680	6,845,500
มีนาคม	2,451	64	95	700	5,198,500
เมษายน	2,275	59	101	744	5,601,700
พฤษภาคม	2,801	77	91	709	6,180,000
มิถุนายน	2,818	95	83	724	8,965,800
รวม	15,095	450	592	4,287	43,656,500

ที่มา...แผนสถิติและวิจัย กองกำกับการกลาง กองบังคับการตำรวจจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

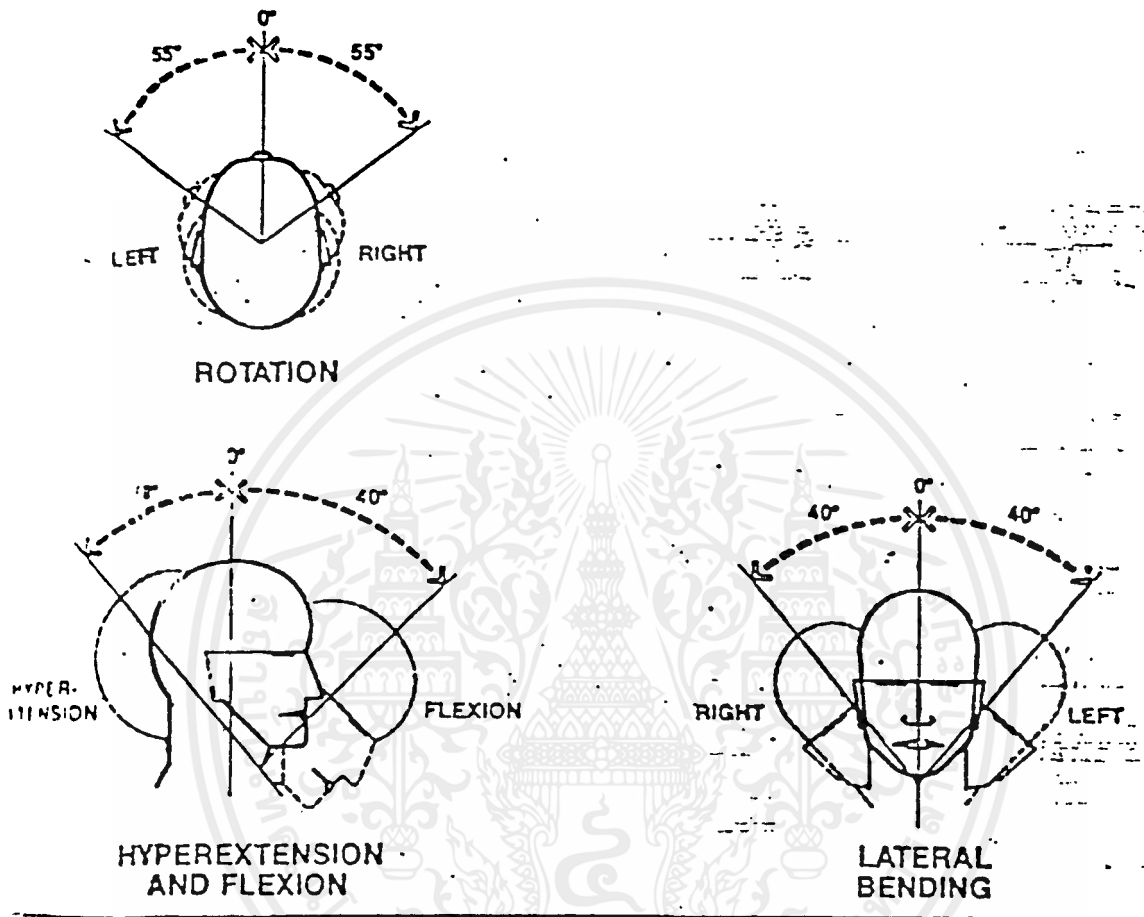
2.6 สัดส่วนมนุษย์  
ตารางที่ แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติของร่างกายส่วนต่าง ๆ ต่อความสูงยืน

หมายเลข	มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ความสูงยืน ต่ำสุด	ความสูงยืน เฉลี่ย	ความสูงยืน สูงสุด
1	ความสูงยืน	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับส่ายตา	138.36	149.63	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	122.64	132.81	143.29
4	ความสูงระดับมือ	64.80	70.18	75.71
5	ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	186.11	201.55	217.45
6	ความสูงนั่ง	77.56	83.99	90.62
7	ความสูงระดับส่ายตา	68.21	73.87	79.70
8	ความสูงระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	52.49	56.85	61.33
9	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	21.20	22.96	24.77
10	ความสูงจากระดับที่นั่งถึงตอนบนขาอ่อน	12.20	13.16	14.20
11	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	44.93	48.66	52.50
12	ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	32.32	35.01	37.77
13	ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	33.07	35.81	38.63
14	ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน	37.66	40.79	44.01
15	ระยะจากก้นถึงเข่า	48.79	52.83	57.00
16	ความยาวของขาเหยียดตรง	92.83	100.05	108.46
17	ความกว้างของที่นั่ง	33.51	36.29	39.15
18	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	72.81	78.85	85.07
19	ความกว้างกางแขน	151.56	164.13	177.08
20	ความกว้างระดับศอก	38.85	42.07	45.37
21	ความกว้างของไหล่	37.51	40.63	43.83

จากข้อมูลสัดส่วนของคนไทย ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์  
แห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาความสามารถในการเอียง การหัน และการก้มของคอในลักษณะต่าง ๆ กัน



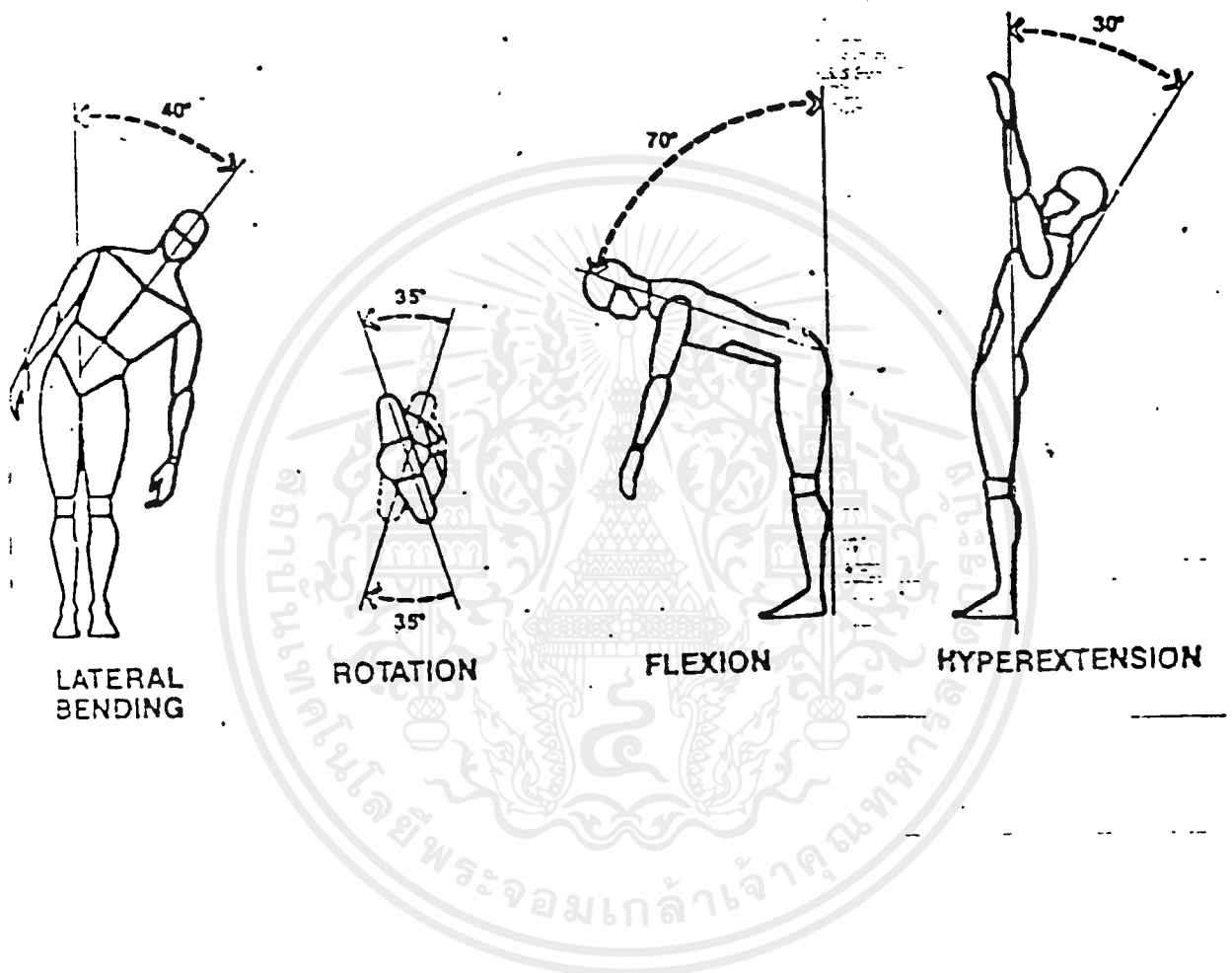
ภาพที่ 8 สัดส่วนของมนุษย์

จากตารางภาพด้านบน จะได้นำตัวเลขต่าง ๆ ไปพิจารณาเป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ความสามารถในการเอียงคอจากแนวปรกติ	40 องศา
ความสามารถในการก้มคอจากแนวปรกติ	40 องศา
ความสามารถในการหันคอจากแนวปรกติ	55 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การศึกษาความสามารถในการก้มตัวและการเอี้ยวตัว



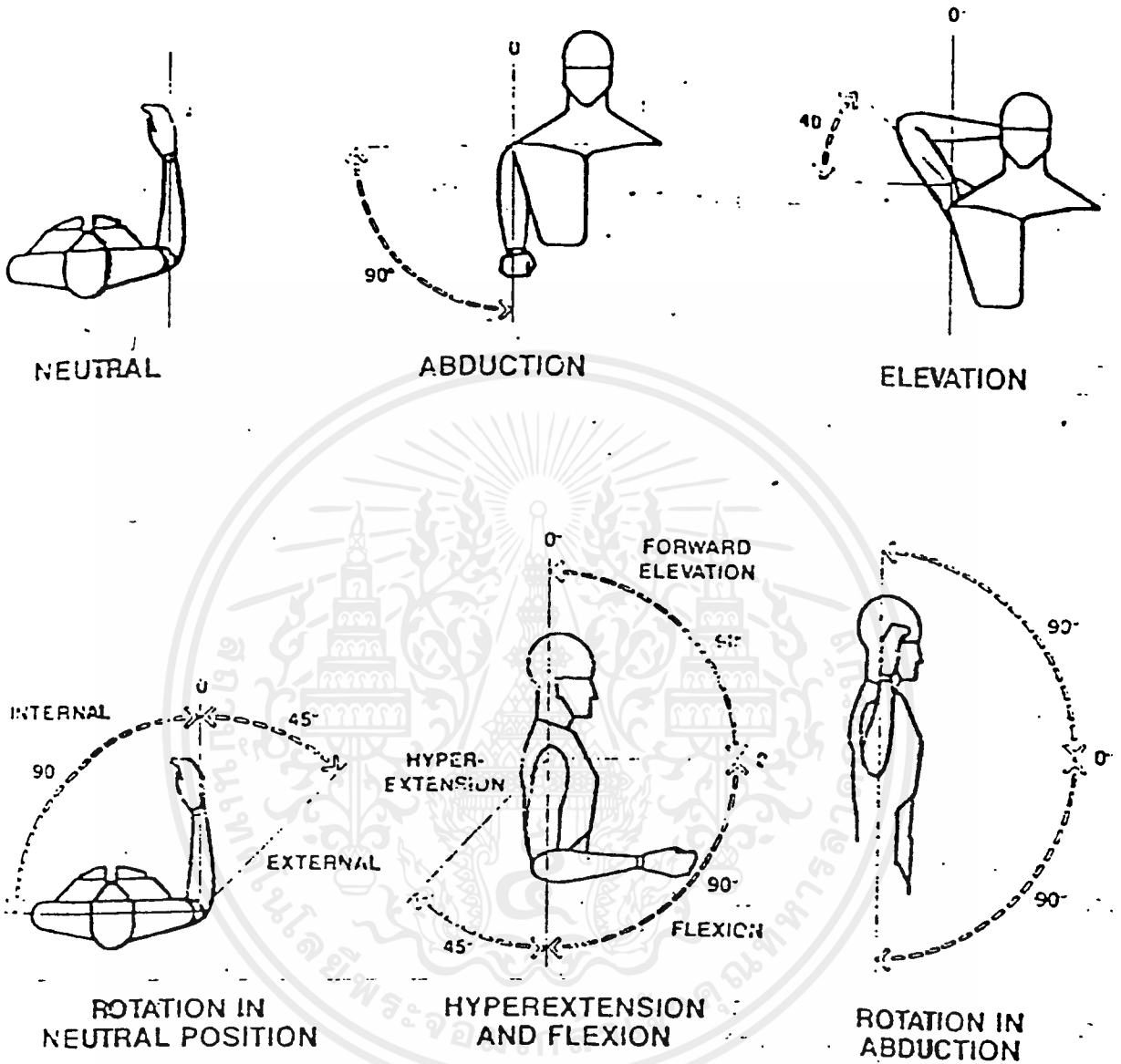
ภาพที่ ๑ สัดส่วนของมนุษย์

จากตารางภาพด้านบน จะได้น้ำตัวเลขต่าง ๆ ไปพิจารณาเป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ความสามารถเอียงตัวจากแนวปรกติ	40 องศา
ความสามารถในการหมุนตัวจากแนวปรกติ	35 องศา
ความสามารถในการก้มตัวจากแนวปรกติ	70 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาความสามารถในการใช้ช่วงไหล่



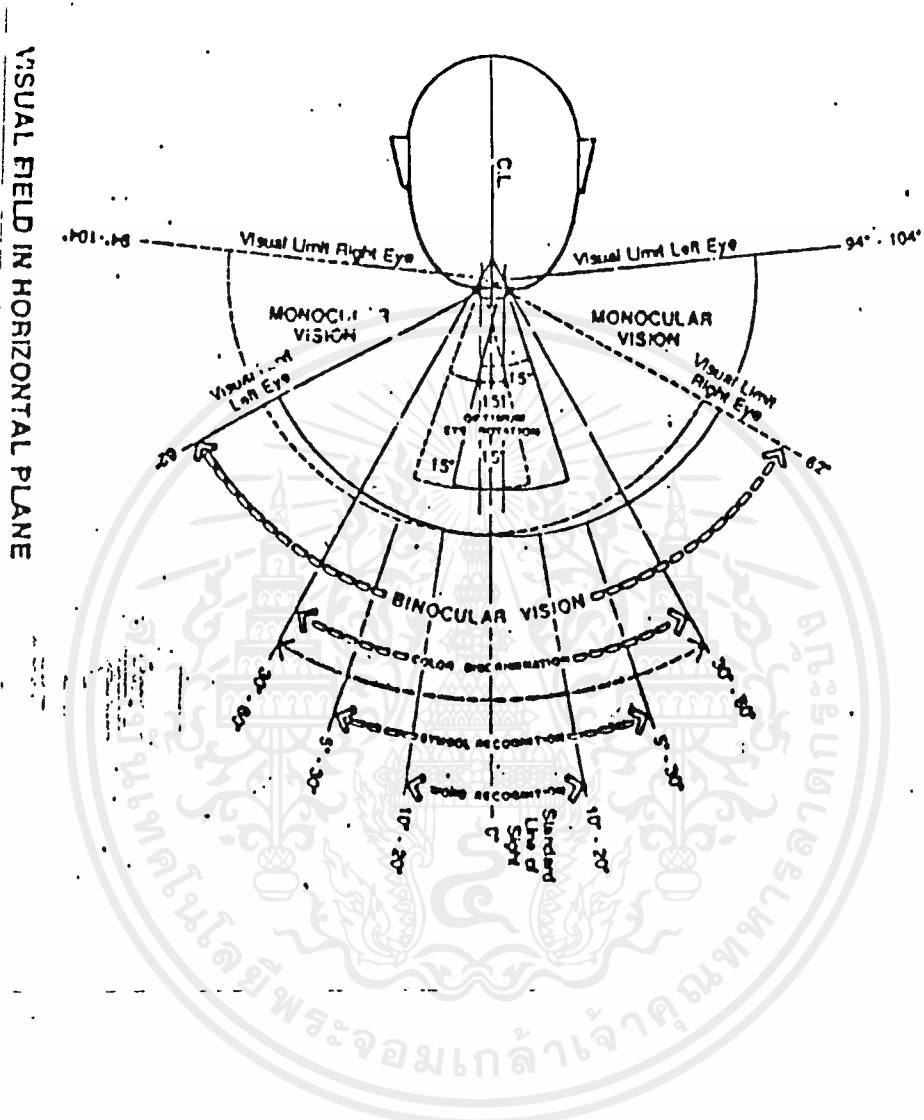
ภาพที่ 10 สัดส่วนของมนุษย์

จากตารางภาพด้านบน จะได้นำตัวเลขต่าง ๆ ไปพิจารณาเป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ความสามารถในการยกไหล่ขนานกับลำตัวจากแนวปรกติไปข้างหลัง	45 องศา
ความสามารถในการหมุนของช่วงทรวงอกจากแนวปรกติ	45 องศา
ความสามารถในการยกศอกตั้งฉากกับลำตัว	90 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาเกี่ยวกับมุมมองต่าง ๆ ในระนาบจากด้านบน



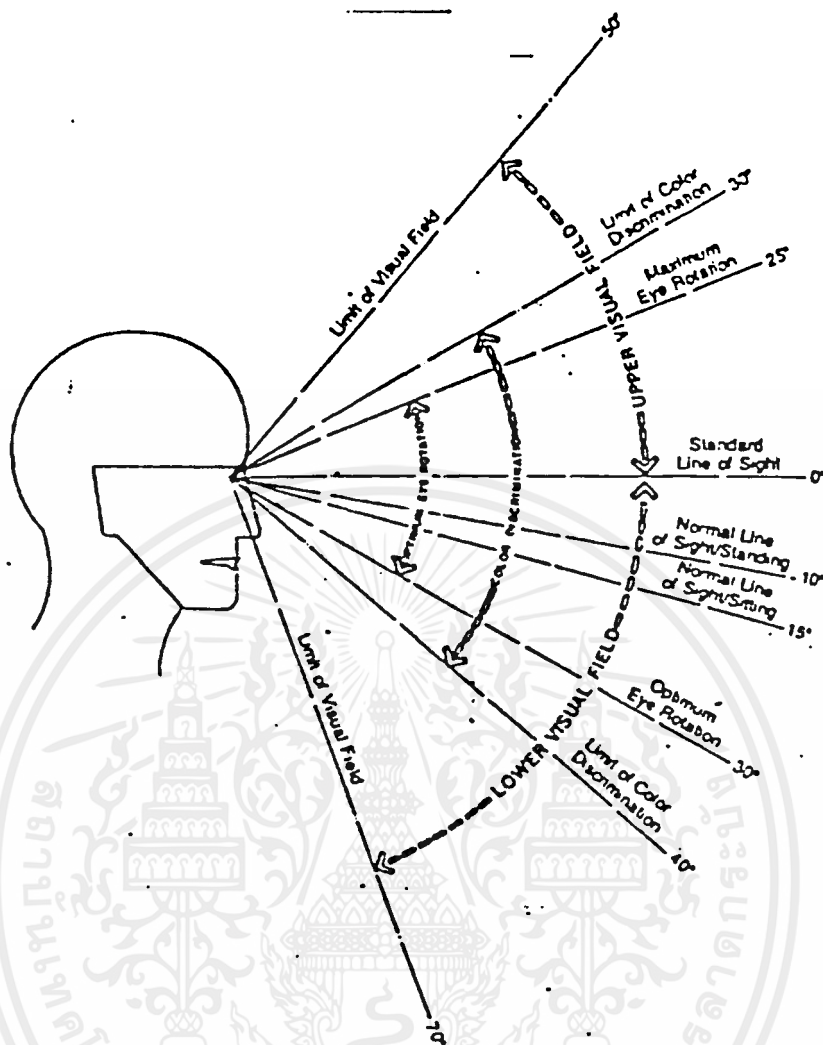
ภาพที่ 11 สัดส่วนของมนุษย์

จากการศึกษามุมมองจากด้านบน สามารถสรุปตัวเลขต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการออกแบบให้เหมาะสมต่อไป

มุมมองตัวหนังสือ	10-20	องศา
มุมมองของสัญลักษณ์	5-30	องศา
มุมมองที่ดีที่สุดของสี	30-60	องศา
มุมมองกว้างที่สุด	94-104	องศา
มุมมองสายตามากอีกข้างหนึ่ง	62	องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาเกี่ยวกับมุมมองต่าง ๆ ในระนาบจากด้านข้าง



VISUAL FIELD IN VERTICAL PLANE

ภาพที่ 12 สัดส่วนมนุษย์

จากการศึกษามุมมองด้านข้าง สามารถสรุปตัวเลขต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการออกแบบให้เหมาะสมต่อไป

มุมเงยสูงสุด	50 องศา
มุมมองที่ศีรษะเอียงมากที่สุด ขึ้นบน	30 องศา
มุมมองที่ศีรษะเอียงมากที่สุด ลงล่าง	40 องศา
มุมเหลือบตาขึ้นมากที่สุด	25 องศา
มุมเหลือบตาลงมากที่สุด	30 องศา
มุมสายตาดูปกติขณะยืน	10 องศา
มุมสายตาดูปกติขณะนั่ง	15 องศา
มุมก้มสูงสุด	70 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมอลูมิเนียม A1 Mg จะถูกกัดเป็นสีขาว รอยสีดำที่ผิวของโลหะผสม A1 Cu Mg จะสามารถกลบให้หายได้โดยใช้กรดดินประสิว ในการทำงานชิ้นส่วนที่ทำด้วยโลหะผสมอลูมิเนียมจะต้องใช้ความระมัดระวัง เนื่องจากผิวของโลหะชนิดนี้มักถูกขูดขีดเป็นรอยได้ง่าย ถึงแม้โลหะเหนียวผสมอลูมิเนียมจะมีความคงทนสูง แต่ก็สามารถให้เผาให้อ่อนตัวและใช้งานตัด เคาะ ปาด และตีตัดได้ ในการตัดจะต้องรองปากกาด้วยชิ้นอลูมิเนียมขัดตรงรอยที่จะตัดด้วยดินสอ อย่าใช้เหล็กขัด เพราะจะทำให้เป็นรอยลึกเวลาตัดจะทำให้โลหะฉีก

แผ่นโลหะผสมอลูมิเนียมที่ใช้งานตัดหรือหักทบควรจะมี ความหนาเท่ากับรัศมีของส่วนโค้งที่ตัด ทั้งนี้เพื่อป้องกันการฉีกขาด ในการตัดเขาใช้ฆ้อนที่ทำด้วยไม้ยางหรือโลหะเบา ท่อโลหะจะถูกเผาให้ร้อนแดงก่อนทำการตัด และจะถูกบรรจุด้วยทรายหรือโพลีโพรไพลีนจนเต็ม และใช้ตัดกับไม้สำหรับตัดหรือตัดแบบที่ทำไว้

### อลูมิเนียมและอลูมิเนียมผสม

#### คุณสมบัติทั่วไปของอลูมิเนียม

อลูมิเนียมผสมหรืออลูมิเนียมอัลลอยด์ อลูมิเนียมผสมเป็นอลูมิเนียมที่มีส่วนผสมของสารชนิดอื่น ๆ ส่วนผสมที่ผสมลงไปมีส่วนทำให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติเปลี่ยนไป ในเรื่องความแข็งแรง ความทนทานต่อการรับน้ำหนัก สารที่นิยมผสมลงไป ได้แก่ ซิลิกอน แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง มังกานีส อลูมิเนียมอัลลอยด์ ในปัจจุบันเมื่ออยู่มากมายหลายร้อยชนิด แต่ที่นิยมนำมาใช้ทำชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ในเมืองไทยมีอยู่ไม่กี่ชนิด แต่ละชนิดก็ใช้งานแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นกับคุณสมบัติของงานนั้น ๆ

อลูมิเนียมอัลลอยด์ ที่ประเทศไทยใช้กันอยู่ ได้สั่งซื้อเข้ามาเป็นอลูมิเนียมที่สั่งซื้อมาจากประเทศออสเตรเลียซึ่งนับว่าเป็นประเทศที่มีอลูมิเนียมมากที่สุดประเทศหนึ่งในโลก อลูมิเนียมที่กล่าวมานั้นนิยมเรียกชื่อกันเป็นเบอร์ ซึ่งเป็นที่เข้าใจกันในหมู่ผู้ประกอบการคือ

- เบอร์ 6051 ซึ่งมีส่วนผสมดังนี้

ซิลิกอน 0.40 %

แมกนีเซียม 1.20 %

เหล็ก 0.23 %

ทองแดง 0.04 %

มังกานีส 0.45-0.50 % นิยมนำมาใช้ทำบันไดเป็นส่วนมาก

- เบอร์ 6063 ซึ่งมีส่วนผสมดังนี้คือ

ซิลิกอน 0.40 %

แมกนีเซียม 0.50 %

เหล็ก 0.23 %

ทองแดง 0.02 %

มังกานีส 0.02 % ใช้ในงานตกแต่งธรรมดา

- เบอร์ 6863 ซึ่งมีส่วนผสมดังนี้คือ

ซิลิคอน	0.40 %
แมกนีเซียม	0.50 %
เหล็ก	0.23 %
ทองแดง	0.25 %
มังกานีส	0.20 % ใช้ในงานตกแต่งธรรมดา
- เบอร์ เคอี 50 ซึ่งมีส่วนผสมดังนี้คือ	
ซิลิคอน	0.40 %
แมกนีเซียม	0.50 %
เหล็ก	0.23 %
ทองแดง	0.20 %
มังกานีส	1.25 % ใช้ในงานตกแต่งธรรมดา

### เรื่องอลูมิเนียม (Aluminium)

อลูมิเนียมได้จากสินแร่ Bauxite โดยการสกัดผ่านกระบวนการ Electrolytic อลูมิเนียมที่ได้จะมีความบริสุทธิ์ประมาณ 99.5% ซึ่งต่อมาอาจทำให้บริสุทธิ์ได้ถึง 99.99% คุณสมบัติที่สำคัญคือ เบา อลูมิเนียมผสมที่ผ่านการทำ Heat Treatment มาแล้วจะมีความแข็งแรงสูงเมื่อเทียบ นน. ดังนั้นจึงใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องบินและรถยนต์ต่าง ๆ คุณสมบัติที่อื่น ๆ ของอลูมิเนียมก็มีความสามารถในการนำความร้อนซึ่งสามารถนำความร้อนได้ดีเป็น 5 เท่าของ Mild Steel ความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ประมาณ 60 % ของทองแดง แต่ถ้าเปรียบเทียบกับ น.น. เท่ากันแล้วสามารถนำได้ดีกว่าเสียอีก ดังนั้นจึงใช้ทำสายเคเบิลต่าง ๆ โดยแกนกลางอาจเป็นลวดเหล็กกล้าเพื่อให้ความแข็งแรงนอกจากนี้ยังจับออกไซด์ได้แน่นหนาเกิดเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ หนาประมาณ  $1-10^{-5}$  มม. อลูมิเนียมออกไซด์ป้องกันการกัดกร่อนได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไตรคิกเข้มข้น แต่ถ้าเป็นพวก Alkalics จะละลายพิมพ์ดังกล่าวออกมาได้ จึงใช้ไม่ได้กับพวก Bauxite ต่าง ๆ อลูมิเนียมและอลูมิเนียมผสมที่ใช้ในการก่อสร้างโดยใช้ตามโรงงานอุตสาหกรรมเคมี โครงสร้างพิเศษในทะเล ภาชนะบรรจุอาหาร เครื่องใช้ในครัว และใช้ทำสี

อลูมิเนียมบริสุทธิ์ จะอ่อนไม่มีความแข็งแรง เมื่อผ่านการ Anneal จะมีค่าความแข็งแรงดึงประมาณ 80 นิวตัน/มม<sup>2</sup> มีการยืดตัวประมาณ 35% และความแข็งประมาณ 23% ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้งาน คุณสมบัติเชิงกลต่าง ๆ เหล่านี้อาจปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยเติมธาตุบางอย่างลงไป เช่น ทองแดง ซิลิคอน แมกนีส สังกะสีและนิเกิล

อลูมิเนียมมีสัญลักษณ์ คือ AL

ความหนาแน่น 2.7 กก./ม<sup>3</sup>

จุดหลอมเหลว 658 องศาเซลเซียส

ความเค้นแรงดึงของอลูมิเนียมหล่อ 9-12 (9-12 กก./ตร.มม.)

ความเค้นแรงดึงของอลูมิเนียมอบเหนียว 7 (7 กก./ตร.มม.)

ความเค้นแรงดึงของอลูมิเนียมรีดแข็ง 13-20 (13-20 กก./ตร.มม.)

ภายใต้ความกดดันประมาณ 7 บรรยากาศ อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ในการนี้สารที่เจือปนอยู่จะถูกแยกออกไปด้วยการกรอง และนำไปเผาหรืออบให้แห้งในเตาหมันด้วยอุณหภูมิ 1300 องศาเซลเซียส ไล่น้ำที่ติดอยู่ในโมเลกุลอลูมิเนียมออกไซด์ก็จะได้อลูมินาบริสุทธิ์หรืออลูมิเนียมออกไซด์นี้จะถูกแยกด้วยไฟฟ้าในเตาไฟฟ้าอีก ในการนี้อลูมิเนียมออกไซด์จะต้องอยู่ในสภาพหลอมเหลว แต่เนื่องจากจุดหลอมเหลวของสารชนิดนี้สูงมาก (2000 องศาเซลเซียส) จึงต้องใช้สารผสมที่เรียกว่าครีโอลิต (Cryolits) ซึ่งมีจุดหลอมเหลวตัวอยู่ประมาณ 900 องศาเซลเซียส บดลงไปเพื่อช่วยให้อลูมินาหลอมตัวได้ง่าย การแยกด้วยเตาไฟฟ้าจะใช้อุณหภูมิประมาณ 900-950 องศาเซลเซียส อลูมิเนียมแยกออกไปจับอยู่ที่ขั้วลบ โปลูมิเนียมอยู่ที่ขั้วบวก

สินแร่ออกไซด์ 4 ตันจะให้ผลผลิตอลูมินาประมาณ 2 ตันและให้อลูมิเนียมประมาณ 1 ตัน การถลุงอลูมิเนียมด้วยไฟฟ้า ต้องใช้กำลังไฟฟ้ามาก และต้องเป็นกำลังไฟฟ้าราคาถูกกล่าวกันว่า การที่จะถลุงให้ได้อลูมิเนียม 1 ตันนั้นต้องใช้ไฟฟ้าจำนวน 18,000 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงเสียเวลากลูทั้งหมด 120 ชั่วโมง ใช้ไฟฟ้าขนาดแรงดัน 5-6 โวลต์ ปริมาณกระแส 20,000 ถึง 70,000 แอมแปร์

อลูมิเนียมสมัยแรก ๆ ที่มนุษย์รู้จักถลุงใช้ไม้ได้ถลุงด้วยไฟฟ้า แต่ถลุงด้วยปฏิกิริยาเคมีอื่น ต้นทุนการผลิตก็สูงมากในรัชการพระเจ้านโปเลียนมหาราชของฝรั่งเศส อลูมิเนียมมีราคาแพงกว่าทองคำภาชนะต่างๆ ที่ใช้ในพระราชวังสมัยนั้นนิยมทำด้วยอลูมิเนียม เพราะเป็นโลหะหายากอลูมิเนียมเพิ่งจะใช้เป็นโลหะราคาถูก เมื่อมนุษย์รู้จักถลุงด้วยไฟฟ้า เมื่อประมาณ 70 ปีมาแล้ว

### การนำอลูมิเนียมไปใช้งาน

เนื่องจากอลูมิเนียมมีความหนาแน่นน้อย น้ำหนักเบา ละมมีความแข็งแรงคงสูง จึงนำไปใช้ทำเครื่องใช้ต่าง ๆ เครื่องบิน ยานอวกาศ จรวด ขีปนาวุธ เป็นวัสดุก่อสร้าง เช่น ท่อ แผ่นหลังคา กรอบโครงหน้าต่าง ประตูบันได ในวงการอุตสาหกรรมใช้ทำถังภาชนะ และถังรถบรรทุก เคมีภัณฑ์และน้ำมัน ในวงการไฟฟ้าใช้ทำสายเคเบิลไฟฟ้าแรงสูง อลูมิเนียมบริสุทธิ์ใช้ทำแผ่นสะท้อนในเพลซด้ายรูป จานสะท้อนแสงในโคมไฟ โพรโททรอยด์ นอกจากนี้อลูมิเนียมยังใช้ทำโลหะผสมและเป็นวัสดุผสมเช่น ทำโลหะ Alnico ซึ่งเป็นโลหะแม่เหล็ก นิยมใช้ทำลำโพงวิทยุเหล็กที่ผสมอลูมิเนียม-เนียมสามารถชุบผิวให้แข็งด้วยกรรมวิธี Nitriding แผ่นอลูมิเนียมที่ตีบาง ๆ เรียกว่า Alumi-nium Foil เช่น ซองห่อบุหรี่ และใช้เป็นวัสดุหีบห่อ เพื่อความสวยงาม และทำคอนเดนเซอร์วิทยุ

### ประโยชน์ของอลูมิเนียม

อลูมิเนียมมีประโยชน์มากมายเห็นได้ทั่วไป นอกจากที่กล่าวมาแล้วยังใช้ทำภาชนะหุงต้ม และหีบห่อ เช่น หม้อ กระทะ ถาด จาน ช้อน กาละมัง แก้ว ฯลฯ

### การกัดกร่อน

อลูมิเนียมมีเม็ดเกรนละเอียด คงทนสม่ำเสมอดีมาก โอกาสที่จะถูกกัดกร่อนด้วยสาเหตุจากเม็ดเกรนในโลหะไม่มีเลย ยิ่งกว่านั้นบนผิวจะมีฟิล์มอลูมิเนียมออกไซด์ต่าง ๆ ติดอยู่ซึ่งเป็นฟิล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มทิบ การกัศกร่อนจากบรรยากาศปรกติไม่มีเลย

วิธีป้องกันการกัศกร่อนอลูมิเนียมโดยวิธีเคมี เรียกว่า วิธีลอกซาล (Eloxal)

วิธีลอกซาล (Eloxal) การทำอลูลอกซาล ให้นำชิ้นงานอลูมิเนียมที่นำมาแขวนไว้เป็นขั้วบวกให้แผ่นตะกั่วเป็นขั้วลบ น้ำกรดกำมะถันเจือจางเป็นอิเล็กโทรไลต์ ผ่านกระแสไฟตรงเข้าเป็นขั้วระยะเวลาหนึ่ง กระแสไฟฟ้าจะทำให้ผลิตชิ้นงานอลูมิเนียม ๗ ขั้วบวก เปลี่ยนเป็นอลูมิเนียมออกไซด์ คือ เป็นฟิล์มบาง ๆ ปกปิดผิวอยู่โดยรอบ โดยที่ขนาดของงานยังคงเดิม และชั้นฟิล์มอลูมิเนียมออกไซด์จะแข็งกว่าอลูมิเนียมแท้ ๆ แม้จะหักหรือองชิ้นงานนั้นอย่างไร ฟิล์มนี้จะไม่หลุดหรือแยกออกมาเลย มีความคงทนต่อการกัศกร่อนและไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า

อลูมิเนียม และโลหะผสมอลูมิเนียมที่ใช้กันตามบ้านเรือนทั่ว ๆ ไป ได้แก่ กรอบประตูหน้าต่าง มู่ลี่ ภาชนะเครื่องใช้ ตลอดจนกระทะ คอนบนของขวดใส่หมทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมบาง ๆ อลูมิเนียมมีความเหมาะสมที่ใช้ทำเป็นกระทะเพราะ ะนำความร้อนได้ดี และก็เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีด้วยประกอบกับมีน้ำหนักเบา จึงมาใช้ประโยชน์ใช้เป็นสายไฟฟ้าซึ่งขาดไปตามเสาไฟฟ้าได้เป็นอย่างดีและแพร่หลายมาก

#### คุณสมบัติบางอย่างของอลูมิเนียม

หมายเลขอะตอม (Atomic Number)	13
น้ำหนักอะตอม (Atomic Weight)	26.97
วาเลซี	3
โครงสร้างของผลึก (Lattice dirunsion)	F.C.C
H มิตของแลททิส	4.0413.0101
ความถ่วงจำเพาะ (ที่ 20 องศาเซลเซียส)	2.6989
ความถ่วงจำเพาะที่ 25 องศาเซลเซียส	2.6778
ความถ่วงจำเพาะที่จุดหลอมเหลว	2.55
ความถ่วงจำเพาะที่จุดแข็งตัว	2.882
ความถ่วงจำเพาะที่ 700 องศาเซลเซียส	2.371
จุดหลอมเหลว	660.3
จุดเดือด	2057
ความตึงผิวไคร์ที่ 700 องศา (Dynes at 700 °C)	520
ความเหน็ด (เทียบเมื่อตีบุกเป็น 100 x ที่ 300 องศา)ที่ 700 °C 70x	
ความเหน็ด (เทียบเมื่อตีบุกเป็น 100 x ที่ 300 องศา)ที่ 900 °C 100x	
ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว แคลลอรี่/กรัม	93.96
ความร้อนแฝงของการเป็นไอ แคลลอรี่/กรัม	2260
ความร้อนจำเพาะที่ 100 x (องศาเซลเซียส)	0.226

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ หากมีข้อผิดพลาดหรือต้องการแจ้งแก้ไข กรุณาแจ้งไปยังเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำความร้อนที่ 0 องศา. แคล/ชม. <sup>2</sup> /ช/วินาที	0.520
การนำความร้อนที่ 100 องศาเซลเซียส ไมโครโอห์ม/ชม. <sup>3</sup>	2.6548
ความต้านไฟฟ้าจำเพาะ โอห์ม/กรัม	0.072
การขยายตัวที่ 20-100 องศาเซลเซียส	0.00002386
การขยายตัวที่ 200 องศาเซลเซียส	0.00002458
การขยายตัวที่ 300 องศาเซลเซียส	0.00002545
การขยายตัวที่ 400 องศาเซลเซียส	0.00002642
การขยายตัวที่ 20-500 องศาเซลเซียส	0.00002768
ความต้านทานไฟฟ้าที่จุดหลอมเหลว	27
ความต้านทานไฟฟ้าที่ 1000 องศาเซลเซียส	32.2
สมมูลย์ไฟฟ้าเคมี มิลลิกรัม/คูลอมย์	0.09316
ความแตกต่างศักย์ในสารละลาย โวลท์	-1.69
ฮอลล์เอฟเฟ็ค	-0.00038
ความเป็นแม่เหล็ก	0.58
สี	ขาวเงิน

### ลักษณะทางกายภาพของอลูมิเนียม

ทนแรงดึง	15500-70000	ปอนด์/ตร.น.
ทนแรงอัด	11200-58000	"
ความยืดหยุ่น	68900	"
ความแข็ง	25500	"
จุดหลอมตัว	660	องศาเซลเซียส
ทนต่อแรงกระทบ	ไม่ดี	
ทนต่อกรด	ดีมาก	
ความหนาแน่น	2.7	ก.ก/ต.ม.
อลูมิเนียมหล่อผสม		

อลูมิเนียมหล่อผสม จะไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของระบบตัวเลขการแบ่งกลุ่มโลหะผสม แต่ละชนิดที่มีส่วนผสมทางเคมี เฉพาะอย่างยิ่งจะมีระบบตัวเลขแยกกันไป ส่วนมากจะใช้ตัวเลข 2 หรือ 3 ตำแหน่ง แต่โลหะสองชนิดที่มีส่วนผสมคล้ายกันอาจจะถูกแยกกันโดยระบบตัวเลข ตัวอักษรที่ผิวหน้าตัวเลขจะชี้ให้เห็นถึงการขยายเพิ่มเติมของโลหะผสม การแยกชนิดส่วนผสม และ คุณสมบัติของอลูมิเนียมหล่อ ดังได้ในตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่เป็นตัวเลข หรือตัวอักษรตามหลังกลุ่มตัวเลขข้างต้น จะชี้ให้เห็นถึงเงื่อนไข การรอบคอบตัวของอลูมิเนียมหล่อผสมดังในตาราง

อลูมิเนียมหล่อจะมีเปอร์เซ็นต์ของโลหะผสมสูงกว่าอลูมิเนียมเหนียว การเพิ่มของโลหะผสมส่วนมากก็เพื่อปรับปรุงคุณภาพของงานหล่อ แต่อาจทำให้การตกแต่ง และการทำงานอย่างอื่น ยากขึ้นทองแดงที่เติมลงไปจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงของอลูมิเนียม อลูมิเนียมหล่อ 5% ซิลิคอน (43) ถูกใช้สำหรับงานหล่อ แบบหล่อถาวร หรือแบบหล่อทราย เนื่องจากความต้านทานต่อการสึกกร่อนที่ดีของมันมีคุณสมบัติการไหลที่ดีเมื่อเท และปราศจากการแตกร้าวขณะร้อนโลหะผสม 12% ซิลิคอน (13) ใช้สำหรับหล่อแบบแม่พิมพ์ เป็นงานหล่อที่มีคุณภาพดี และต้านทานต่อการสึกกร่อนดี

อลูมิเนียมที่ใช้กันอย่างกว้างขวางคือ 212 โลหะผสมนี้จะมี 8% ทองแดง 12% ซิลิคอน 1% เหล็ก โลหะผสมทั้งหมดนี้ประกอบด้วยซิลิคอนเป็นตัวทำให้แข็งและมีคุณภาพทางการหล่อที่ดี อลูมิเนียมสามารถนำไปใช้ในโรงงานผลิตขนาดใหญ่ หรืองานหล่อผนังบางได้

### ความสามารถในการเชื่อมของอลูมิเนียม

การเชื่อมอลูมิเนียมส่วนมาก จะนิยมใช้กรรมวิธีการเชื่อมด้วยการอาร์คของโลหะก๊าซเฉื่อยและการเชื่อมด้วยการอาร์คของทั้งสะเตน-ก๊าซเฉื่อย การบวนการเชื่อมเหล่านี้จะให้คุณภาพของรอยเชื่อมที่ดีและเกิดการบิดงอเล็กน้อย ไม่จำเป็นต้องใช้ฟลักซ์ ดังนั้นรอยเชื่อมจึงปราศจากฟลักซ์ซึ่งเป็นสาเหตุของการกัดกร่อนชิ้นงาน นอกจากนี้ ความสามารถในการมองเห็นจะดีกว่าวิธีการเชื่อมอื่นและมีแนวเชื่อมที่สะอาด

โลหะอลูมิเนียมส่วนมากสามารถที่จะเชื่อมต่อไปได้โดยกรรมวิธีการเชื่อมด้วยการอาร์คของโลหะกับก๊าซเฉื่อยและการเชื่อมด้วยการอาร์คของทั้งสะเตน-ก๊าซเฉื่อย และความสามารถในการเชื่อมของโลหะผสมนี้จะมีข้อกำหนดเช่นเดียวกันสำหรับทั้งสองกระบวนการ การจัดกลุ่มความสามารถในการเชื่อมของอลูมิเนียมดังแสดงในตาราง

อลูมิเนียมเหนียวผสมส่วนมากที่เชื่อมได้ง่ายด้วยกระบวนการเชื่อมด้วยก๊าซปกคลุม โลหะผสมเหล่านี้จะอยู่ในกลุ่มชนิดอบชุบไม่ได้กลุ่มที่ 1xxx, 3xxx และ 5xxx โลหะผสมชนิดอบชุบได้ กลุ่ม 6xxx สามารถที่จะเชื่อมได้ง่ายเช่นเดียวกัน โลหะผสม 4xxx ที่มีความแข็งแรงสูง และกลุ่ม 2xxx สามารถทำการเชื่อมได้แต่ต้องใช้เทคนิคพิเศษบางอย่าง กลุ่มโลหะผสมชนิดอบชุบได้ที่มีความแข็งแรงสูงเช่นกลุ่ม 7xxx โลหะผสม 7075, 7079 และ 7178 สามารถทำการเชื่อมได้ แต่จะเปราะบริเวณที่ได้รับผลจากความร้อน ดังนั้นการเชื่อมจึงไม่นิยมใช้มากนัก แต่โลหะผสม 7005 และ 7039 ได้พัฒนามาเพื่อสำหรับงานเชื่อม และมีความสามารถในการเชื่อมที่ดี โลหะผสม 7005 และ 7039 มักจะใช้สำหรับงานโครงสร้างขนาดใหญ่ ซึ่งแนวเชื่อมจะต้องมีความแข็งแรงที่ดี

### ตารางที่ 1.1 การจัดกลุ่มสำหรับกลุ่มโลหะผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารผสมหลัก	การจัดกลุ่ม
อลูมิเนียม 99.08 % หรือมากกว่า	1xxx
อลูมิเนียมต่ำกว่า 99% โดยมีสารผสมหลัก	
- ทองแดง	2xxx
- แมงกานีส	3xxx
- ซิลิคอน	4xxx
- แมกนีเซียม	5xxx
- แมกนีเซียมและซิลิคอน	6xxx
- สังกะสี	7xxx
- สารผสมอื่น	8xxx

### การแบ่งชนิดของอลูมิเนียม

อลูมิเนียมแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

- 1) อลูมิเนียมบริสุทธิ์
- 2) อลูมิเนียมเหนียวผสม (Wrought Alloys)
- 3) อลูมิเนียมหล่อผสม (Casting Alloys)

อลูมิเนียมบริสุทธิ์ จะมีอลูมิเนียมอย่างน้อย 99% ส่วนอีก 1% ที่เหลือจะประกอบด้วยเหล็กและซิลิคอน ด้วยการขาดส่วนประกอบของโลหะผสมชนิดอื่น เป็นเหตุให้อลูมิเนียมบริสุทธิ์มีความแข็งแรงทางดึงไม่สูงนัก แต่มีคุณสมบัติที่ดีคือ ความเหนียว (Ductility) ซึ่งโลหะชนิดนี้เหมาะสำหรับงานกดอัด และงานขึ้นรูป

อลูมิเนียมเหนียวผสม จะมีสารผสมหนึ่ง หรือมากกว่าหนึ่งผสมอยู่ จะมีความแข็งแรงทางดึงสูงโลหะผสมเหล็กก็คือ ทองแดง แมงกานีส และแมกนีเซียม ซิลิคอน โครเมียม สังกะสีและนิกเกิล

อลูมิเนียมหล่อผสม ผลิตโดยวิธีการหล่ออลูมิเนียมโลหะจะถูกเทลงในแบบหล่อทราย หรือแบบหล่อถาวร อลูมิเนียมหล่อส่วนมากสามารถเชื่อมได้แต่ควรระวังในการเชื่อมชนิดนี้ให้ความร้อนต้องป้องกันการสูญเสีย และคุณสมบัติต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการให้ความร้อน

อลูมิเนียมอาจแบ่งออกเป็นชนิดที่สามารถชุบได้ และชนิดที่ไม่สามารถชุบได้ ชนิดที่ไม่สามารถชุบได้ จะไม่ทำให้เกิดความแข็งแรงจากความร้อนที่เกิดจากการชุบ การเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงถูกปรับปรุงโดยกระบวนการให้ความร้อนอบชุบได้

อลูมิเนียมชนิดเหนียวผสมที่ใช้ออบชุบไม่ได้ (Non-heat-treatable Aluminum Alloys) ความแข็งแรงเบื้องต้นของโลหะผสมชนิดอบชุบไม่ได้ ขึ้นอยู่กับความแข็งซึ่งเป็นผลของสารต่าง ๆ เช่น ซิลิคอน เหล็ก แมงกานีส และแมกนีเซียม สารเหล่านี้มีผลในการเพิ่มความแข็งแรงโดยการกระจายกระจายของเฟสหรือโดยการแข็งตัวของโลหะผสม โลหะชนิดอบชุบไม่ได้ เหล่า

นี้ มักจะพบในพวกกลุ่ม 1000, 3000 หรือ 5000 (ดังในตาราง) ซึ่งเกี่ยวเนื่องด้วยส่วนผสมของผสมเหล็กและซิลิคอนเป็นส่วนผสมที่มีมากในอลูมิเนียมบริสุทธิ์ และเพิ่มความแข็งแรงแก่โลหะชุด 1000 แมกนีเซียมเป็นสารผสมที่มีผลมากที่สุดต่อการแข็งตัวของสารละลายในโลหะอบชุบไม่ได้ โลหะผสมอลูมิเนียม - แมกนีเซียมของกลุ่ม 5000 จะมีความแข็งแรงสูงในสภาพของการอบคลายตัว Anneal โลหะผสมอบชุบไม่ได้เหล่านี้สามารถทำให้แข็งได้ในขณะทำงาน

เพื่อที่จะขจัดผลของการทำงานเย็น และเพื่อเป็นการปรับปรุงความเหนียวของโลหะผสมชนิดอบชุบไม่ได้ อาจจะถูกอบคลายตัว โดยการให้ความร้อนที่มีอุณหภูมิสม่ำเสมอ ข้อกำหนดในการอบคลายตัว จะขึ้นอยู่กับโลหะผสม และลักษณะการอบคืนตัว (Temper) ของมัน พื้นฐานเบื้องต้นของการระบุการอบคืนตัวโลหะผสมชนิดอบชุบไม่ได้ดังแสดงในตาราง

ในการเชื่อมโลหะหลอมละลาย โลหะชนิดอบชุบไม่ได้ อาจจะมีผลต่อการสูญเสียความแข็งแรงได้ในบริเวณใกล้เคียงรอยเชื่อม และความแข็งแรงในบริเวณนี้อาจปรับปรุงได้โดยการอบคลายตัว ส่วนผสมและคุณสมบัติในการต่อเชื่อมโลหะผสมชนิดอบชุบไม่ได้ ดังแสดงในตาราง

อลูมิเนียมผสมชนิดอบชุบได้ (Heat-treatable Aluminum Alloys) ความแข็งแรงเบื้องต้นของโลหะผสมกลุ่มนี้ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของโลหะผสมเหมือนกับโลหะชนิดอบชุบไม่ได้ อย่างไรก็ตามสารผสมต่าง ๆ เช่น ทองแดง แมกนีเซียม สังกะสี และซิลิคอน อย่างหนึ่งหรือหลายอย่างผสมกัน เป็นเครื่องหมายแสดงถึงการเพิ่มความสามารถในการละลายของแข็งในอลูมิเนียมด้วยการเพิ่มอุณหภูมิ มันเป็นไปได้ที่จะนำโลหะเหล่านี้ไปอบชุบด้วยความร้อน เพื่อที่จะเพิ่มความแข็งแรงได้ โลหะผสมชนิดอบชุบได้อาจปรับปรุงคุณสมบัติได้โดยการให้ความร้อนและการชุบแข็งอาจจะตามด้วยปล่อยให้เกิดความแข็งที่เกิดจากตกผลึกตามธรรมชาติหรือไม่ใช้ธรรมชาติก็ได้ การทำงานขณะเย็นจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงได้ โลหะชนิดอบชุบได้อาจจะถูกอบคลายตัว เพื่อเพิ่มความเหนียว การให้ความร้อนกระทำโดยการหยุดที่อุณหภูมิสูงช่วงหนึ่งและควบคุมการเย็นตัว เพื่อให้เกิดความอ่อนนุ่มมากที่สุด การระบุชนิดของการอบคืนตัว ดังแสดงในตาราง

โลหะชนิดอบชุบได้ จะอยู่ในกลุ่ม 2000 , 4000 , 6000 และ 7000 ซึ่งขึ้นอยู่กับโลหะผสมที่มีอยู่ในสารผสมนั้น ๆ ดังแสดงไว้ในตาราง

การเชื่อมหรือเล่นประสาน จึงเป็นการลำบากที่จะวินิจฉัยได้ว่า เมื่อไรโลหะใกล้จะถึงจุดหลอมละลาย

การเป็นตัวนำความร้อนสูง (เมื่อเทียบกับเหล็ก) จึงจำเป็นจะต้องให้ความร้อนสูง สําหรับการเชื่อมแบบหลอมละลายส่วนงานหนามาก บางครั้งอาจจะต้องให้ความร้อนก่อนการเชื่อม

การเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีของอลูมิเนียม ทำให้ต้องการกระแสไฟฟ้าสูง และเวลาในการเชื่อมสั้นในการเชื่อมแบบความต้านทานและต้องมีความพิถีพิถันในการเชื่อมมากขึ้น

อลูมิเนียมและอลูมิเนียมผสม จะรวมตัวกับออกซิเจนเกิดเป็นออกไซด์บนผิวหน้าอย่างรวดเร็วเมื่อปล่อยทิ้งไว้ในอากาศ ออกไซด์ของอลูมิเนียมจะมีจุดหลอมละลายสูงกว่าเนื้อแท้ของมัน ดังนั้นฟิล์มออกไซด์จะต้องถูกขจัดออกไประหว่างการเชื่อม เพื่อที่จะทำให้โลหะงานและลวดเชื่อมหลอมเข้ากันได้ดี หรือเพื่อที่จะให้การไหลของการเล่นประสานและการบัดกรีสะดวกขึ้น ผิวออกไซด์อาจจะขจัดได้โดยฟลักซ์หรือโดยการกระทำของการเชื่อมด้วยการอาร์คของไฟฟ้าในบรรยากาศของก๊าซ

เจ็ดยหรือโดยทางกล หรือทางเคมี

### รูปแบบของอลูมิเนียมในวงการอุตสาหกรรม

การแบ่งกลุ่มของอลูมิเนียมและอลูมิเนียมผสม จะใช้สัญลักษณ์ตัวเลข 4 ตำแหน่งตัวเลขตำแหน่งแรกจะแสดงให้เห็นถึงกลุ่มของ โลหะผสม ดังแสดงในตาราง

กลุ่มที่ 1xxx จะแสดงให้เห็นว่าจะต้องมีอลูมิเนียมผสมอย่างน้อย 99.00%

2xxx จะแสดงให้เห็นถึงอลูมิเนียมซึ่งมีทองแดงเป็นโลหะผสมเป็นส่วนใหญ่

3xxx จะแสดงให้เห็นถึงอลูมิเนียมผสมซึ่งมีแมงกานีสเป็นโลหะผสมเป็นส่วนใหญ่

อลูมิเนียมกลุ่ม 1xxx จะต้องมีอลูมิเนียมอย่างน้อยที่สุด 99.00% ตัวเลขตำแหน่งสุดท้ายสองตัวจะแสดงให้เห็นถึงเปอร์เซ็นต์ค่าสูงสุดของอลูมิเนียม ตัวเลขนี้จะเหมือนกับตัวเลขหลังจุดทศนิยมในค่าเปอร์เซ็นต์ของอลูมิเนียม ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงค่าเปอร์เซ็นต์จนถึง 0.01 %

ตัวเลขตำแหน่งที่สอง จะแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงค่าของสารมลทิน ถ้าตัวเลขในตำแหน่งที่สองเป็นศูนย์ จะแสดงให้เห็นว่าไม่มีการควบคุมพิเศษในสารมลทินเฉพาะอย่าง แต่ถ้าเป็นตัวเลข 1-9 จะแสดงให้เห็นว่า มีการควบคุมพิเศษของการมลทินหนึ่งชนิดหรือมากกว่าหนึ่งชนิด เช่น 1030 จะแสดงให้เห็นถึงอลูมิเนียมบริสุทธิ์ 99.30% เหมือนกันแต่มีการควบคุมพิเศษของสารมลทินหนึ่งชนิด หรือมากกว่านั้น

อลูมิเนียมผสมในกลุ่ม 2xxx - 8xxx ตัวเลขตำแหน่งสุดท้าย 2 ตัว จะไม่แสดงถึงส่วนพิเศษอะไร แต่จะบอกถึงความแตกต่างของโลหะผสมในกลุ่ม โดยทั่วไปตัวเลขนี้จะเหมือนกับสัญลักษณ์ของโลหะผสมที่เคยใช้ก่อนการพัฒนา มาสู่ระบบปัจจุบัน คือ 2014 มาจากของเก่า 143003 มาจาก 3 และ 7075 มาจาก 75 ดูจากตาราง ตัวเลขตัวที่สองในโลหะผสมจะบอกถึงการขยายเพิ่มเติมในส่วนผสมของโลหะ ถ้าเลขตัวที่สองเป็นศูนย์ จะแสดงถึงโลหะผสมเดิม เลข 1-9 ซึ่งกำหนดติดต่อกัน จะแสดงถึงการขยายเพิ่มเติมของโลหะผสม ในระบบเดิมจะใช้อักษรบอกถึงการขยายเพิ่มเติมของโลหะผสม ซึ่งจะเริ่มต้นด้วย A เช่น 17s ปัจจุบันคือ 2017 A17S คือ 2117 A18S คือ 2018 และ B18S คือ 2218

### 2.7.2 สแตนเลส (Stainless Steel)

Stainless Steel เป็นโลหะเคลือบประเภท Ferrous Metal ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วย เหล็ก โครเมียม นิกเกิล และธาตุอื่น ๆ เล็กน้อย Stainless Steel มีหลายชนิดสามารถที่จะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการได้ โดยปกติผิวของ Stainless Steel จะมีสีคล้ายเงิน มีลักษณะเป็นมัน

คุณสมบัติทางกายภาพของ Stainless Steel ก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ผสมลงไปขณะหลอมละลายอยู่ ซึ่งต้องระมัดระวังเรื่องอุณหภูมิ และ

บรรยากาศของก๊าซต่าง ๆ ด้วยธาตุต่าง ๆ ที่ผสมเข้าเป็น Stainless steel ได้แก่ นิกเกิล (Nickel) จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว จะทนต่อแรงดึงได้สูง โครเมียม (Chromium) จะเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน ความแข็งแรง และสามารถทนต่อแรงดึงได้สูง

วานาเดียม (Vanadium) จะเพิ่มความเหนียวให้กับ Stainless Steel โมลิบดีนัมและโคลัมเบียม (Molybdenum and Columbium) จะต้านทานการกัดกร่อน ทิตาเนียม (Titanium) และ แมกนีเซียม (Magnesium) จะทำให้มีน้ำหนักเบา Stainless Steel มีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนผสมธาตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมหลัก คือ เหล็ก (Fe) นิกเกิล (Ni) และโครเมียม (Cr)

Stainless Steel แบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภท ตามชนิดของโครงสร้างซึ่งได้แก่

1. Austenitic Stainless Steel จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียม 18 % นิกเกิล 8% และธาตุอื่น ๆ ผสมอยู่อีกประมาณ 2-4 % ประเภทนี้จะจัดอยู่ในหมู่ 300 และมีชื่อเรียกว่า Chrome-Nikel ซึ่งมีความแข็งแรงสูงมาก แต่มีความเหนียวต่ำ และไม่มีคุณสมบัติความเหนียวเหมือนเหล็กกล้า
2. Martensitic Stainless Steel จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 11.5-17 % และส่วนผสมของธาตุคาร์บอน (C) อีกไม่เกิน 1.2 % Stainless Steel ประเภทนี้มีความแข็งแรงอยู่มาก แต่ก็มีราคาแพงเช่นกัน
3. Ferritic Stainless Steel ซึ่งจะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 17-27 % และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2% Stainless Steel ประเภทนี้มีคุณสมบัติอ่อน และเหนียวมาก Stainless Steel เป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานมาก ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และเสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วย เมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่น ๆ ดังนั้นในการทำงานควรเลือก Stainless Steel ให้เหมาะสมกับการทำงานด้วย

...

### 2.7.3 เหล็กดำ (Black Iron)

เหล็กในรูปของโลหะแผ่นเปลือย ไม่ค่อยนิยมมาใช้งานมากนัก เพราะเกิดสนิมได้ง่าย เกิดการกัดกร่อนได้รวดเร็ว และบัดกรีได้ยาก เหล็กชนิดนี้จึงต้องใช้งานที่ต้องการทนสีเท่านั้น

#### การผลิตเหล็กแผ่น

หลังจากได้เอาสินแร่เหล็กไปถลุงเป็น Ingot และเติมธาตุต่าง ๆ ได้ตามต้องการต่อจากนั้นจะนำ Ingot ไปอบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เพื่อจะนำไปรีดให้เป็นเหล็กชนิดต่าง ๆ และ

รูปร่างต่าง ๆ กัน โดยใช้กลิ้ง (Mills) แบบต่าง ๆ กัน เช่น

1. Blooming Mills จะเปลี่ยนรูปร่างของ Ingot ให้เป็นเหล็กโครงสร้างรูปร่างต่าง ๆ เช่น รางรถไฟ แท่งเหล็กสี่เหลี่ยม เหล็กกลม เหล็กรูปตัวไอ (I Beam) เป็นต้น

2. Billet Mills จะเปลี่ยนแท่ง Ingot ให้เป็นเส้นลวดและท่อ (Pipe) ชนิดต่าง ๆ

3. Slabbing Mills จะเปลี่ยนแท่ง Ingot ให้เป็นเหล็กแผ่นที่มีความหนาแตกต่างกันซึ่งสามารถจะรีดให้เหล็กมีความหนาน้อยกว่า  $1/8$  นิ้ว การรีดเหล็กที่มีความหนาน้อยลงสามารถรีดได้ทั้งในขณะที่ยังร้อนแดง (Hot Rolled) และในขณะที่ย็นลงแล้ว (Cold Rolled)

เหล็กที่รีดร้อนจะปรากฏสีที่ขอบเป็นสีเทา หรือน้ำตาล ตลอดแผ่นจะมีสีดำซึ่งเนื่องมาจากผลของความร้อน เหล็กชนิดนี้จะใช้ทำงานก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่ เช่น เรือ หม้อน้ำ โครงสร้างเหล็ก เป็นต้น เพราะเหล็กที่รีดร้อนมีราคาถูกกว่าเหล็กที่รีดเย็น การนำไปใช้งานก็จะต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนโดยการทาสี เป็นต้น

เหล็กที่รีดเย็นจะปรากฏเป็นสีน้ำตาลเทาบนผิวหน้าทั่วไป ใช้กับงานที่ต้องการผิวหน้าที่เรียบร้อย เช่น ผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์เหล็ก เป็นต้น อย่างไรก็ตามจะต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนเช่นเดียวกับเหล็กที่รีดร้อน

เนื่องจากเหล็กเป็นโลหะที่มีราคาถูกจึงนิยมมาเคลือบโลหะอื่น เพื่อให้เหล็กทนต่อการกัดกร่อนได้ดี อายุการใช้งานที่ยาวนาน

### เหล็ก

เหล็กจัดเป็นวัสดุช่างที่สำคัญที่สุด พบอยู่มากบนผิวโลกแต่อยู่ในลักษณะของผสม เหล็กบริสุทธิ์นั้นไม่มีเลย นอกจากลูกอุกกาบาต

เหล็กตามธรรมชาตินั้น อยู่ในรูปของสารประกอบของเหล็กกับออกซิเจน เรียกว่า สนิม นอกจากนี้ยังมีสารประกอบเหล็กกำมะถัน ( $Fe S_2$ ) และสารปนเปื้อน หรือสารมลทิน (Lumpurities) การแยกเหล็กออกจากสารมลทิน ใช้เตาหลอม หลังจากถลุงแล้วก็จะได้น้ำเหล็กบริสุทธิ์นำไปขึ้นรูปตามต้องการ

### ประเภทของเหล็ก

1. เหล็กหล่อ (Cast Iron) ในตระกูลทั้งหมดของเหล็ก เหล็กหล่อเป็นที่นิยมใช้มากที่สุดเพราะราคาถูก และยังทำให้ขึ้นงานเมื่อรูปร่างที่ซับซ้อนได้ มีคุณสมบัติคือ

- ทนต่อแรงดึง (Tensile strenght)
- ทนต่อการสึกกร่อน (Carrosion Resistance)
- ทนต่อการสึกหรอ (Wear Resistance)

2. เหล็กกล้า (Steel) เป็นสารผสมระหว่างเหล็กกับคาร์บอน แต่มีปริมาณคาร์บอนต่ำกว่า คือ มีคาร์บอนระหว่าง 0.10-0.95% ถ้าปริมาณคาร์บอนต่ำ เหล็กกล้าก็จะอ่อนแต่เหนียว ถ้ามีคาร์บอนสูงจะเหนียวแต่เปราะ เหล็กกล้าจะแยกออกเป็น 3 ชนิด คือ

- เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ มีคาร์บอนผสมอยู่ 0.10-0.30%
- เหล็กกล้าคาร์บอนกลาง มีคาร์บอนผสมอยู่ 0.31-0.55%
- เหล็กกล้าคาร์บอนสูง มีคาร์บอนผสมอยู่ 0.56-1.50%

เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel) หรือเรียกว่าเหล็กกล้าชนิดอ่อน (Dead Mild Steel) เป็นเหล็กกล้าที่นิยมใช้มากที่สุดในงานช่างเคาะ มีความแข็งแรง เชื่อมตัก กลึง ได้ง่าย บั่นขึ้นรูปหรืออพับได้ ไม่แตกง่าย ราคาถูก รองลงมาจากเหล็กหล่อ มีจำหน่ายเป็นแผ่น บาง ม้วน ท่อ เส้นลวด เหล็กฉาก ใช้ทำชิ้นงานพวกตัวถังรถยนต์ น็อตสกรู ไข้ ถังน้ำมัน ท่อไอเสียรถยนต์ กระจ่างนม (เหล็กอบตีบุก) สังกะสีมุงหลังคา (เหล็กอบสังกะสี) เหล็กสะพาน เหล็กโครงสร้างอาคาร เหล็กแผ่นหม้อน้ำ เหล็กเส้น และเหล็กวัสดุทั่วไป

เหล็กคาร์บอนต่ำ ไม่สามารถชุบผิวให้แข็งดีได้ เพราะมีคาร์บอนน้อย เหล็กคาร์บอนที่มีเบอร์กำหนดมาตรฐานตั้งแต่ AISI 1010 - AISI 1030

เหล็กเป็นวัสดุที่นำมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์มากที่สุด ตั้งแต่ผลิตภัณฑ์เล็กจนถึงผลิตภัณฑ์ใหญ่ ซึ่งสามารถแยกเหล็กได้ 8 พวกคือ

1. พวก Iron คือ เหล็กที่ไม่มีคาร์บอน มีความอ่อนตัว ไม่แข็งแรงแต่มีความเหนียว ใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก
2. พวก Steel คือ เป็นอัลลอยด์ของเหล็กกับคาร์บอน ใช้เป็นผลิตภัณฑ์จำพวกโลหะหล่อที่ต้องการความแข็งแรง แต่มีความเปราะหักง่าย
3. พวก Carbon Steel มีความแข็งเป็นพิเศษ ใช้ทำพวกสว่าน ตะไบ และเครื่องจักรต่าง ๆ
4. พวก Alloy Steel เป็นเหล็กที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษบางประการ โดยผสมโลหะบางอย่างเข้าไป
5. พวก Polled Steel เป็นเหล็กที่ทำจากการม้วน หรือพับออกมา มักทำเป็นงานโครงสร้าง เรียก Structure Steel
6. พวก Tool and Die Steel เป็นเหล็กที่ทำให้แข็งโดยการใช้กับเครื่องมือที่มี

มุมคม เช่น ทาดราชง เครื่องมอทมเนอความแขงพะเศษ

7. พวก Galvanize, Galvanize เป็น Mild ที่เคลือบสังกะสีกันสนิม
8. พวก Tin Plate เป็น Mild Steel ที่เคลือบตีบุกกันสนิม

ข้อดีของเหล็ก

- ราคาถูก
- หาซื้อได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่หรือดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ข้อเสียของเหล็ก

- เป็นสนิมง่าย
- น.น. มากไม่เหมาะกับงานที่ต้องการความเบา
- ไม่ทนต่อการเคี้ยวบางชนิด

### กรรมวิธีการผลิตโลหะ (Process)

1. การตัด (Cutting)
2. การขึ้นรูป (Forming)
3. การติดวัสดุ (Fastening)
4. การตกแต่ง (Finishing)

ส่วนมาตรฐานเยอรมันกำหนดเป็น Din โดยกำหนดใช้ St34 มีส่วนผสมคาร์บอน 0.10-0.30% มีสีดำ เหนียว และแข็งแรง เชื่อมได้ง่าย เหล็กกล้าคาร์บอนกลาง นิยมใช้สร้างอุปกรณ์ เครื่องมือกล สามารถชุบผิวให้แข็งได้ เบอร์มาตรฐาน AISI 1030-1055 เหล็กกล้าคาร์บอนสูง มีความแข็งแรง เชื่อมประสานได้ ชุบแข็งได้ดีแต่เปราะง่าย การนำไปใช้ขึ้นอยู่กับจำนวนส่วนผสมของคาร์บอน

### วิธีป้องกันผิวโลหะไม่ให้กัดกร่อน

1. ออบน้ำมัน
2. ทาสี พ่นสี
3. เคลือบ
4. ป้องกันด้วยวิธีเคมี
5. ปิดผิวโลหะนั้นด้วยโลหะอื่นที่ทนทานการกัดกร่อนได้ดีกว่า
6. เคลือบปิดด้วยพลาสติก

### 2.7.4 ประเภทของพลาสติก

พลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

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

#### เทอร์โมเซตติง

คือพลาสติกที่รูปทรงถาวร เมื่อกรรมวิธีการผลิตโดยใช้ความร้อน (Heat) และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงอัด (Pressure) จะนำไปหลอมละลายอีกไม่ได้ เปรียบเสมือนไข่ เมื่อนำไปต้มสุกแล้วจะทำให้เหลวเหมือนเดิมไม่ได้

ในประเทศอังกฤษ เรียก เทอร์โมเซตติงอีกชื่อหนึ่งว่า ไดโรพลาสติก (Duroplastic) เทอร์โมเซตติง มีหลายชนิด ที่สำคัญและใช้อยู่ทั่วไป มีดังต่อไปนี้

อมีโน (Amino)

1. ยูเรีย (Urea)

ยูเรียถูกนำมาใช้ในปี ค.ศ. 1929 และเมลามีนถูกนำมาใช้ในปี ค.ศ. 1939

**คุณสมบัติ**

อามิโน มีน้ำหนักมากกว่าพลาสติกทั่ว ๆ ไปเล็กน้อย คือมี ถ.พ. ระหว่าง 1.47-1.55 จะทนความร้อนได้ถึง 400 องศาฟาเรนไฮต์ และใช้เก็บความเย็นได้ในอุณหภูมิ -70 องศาฟาเรนไฮต์ เนื้อแข็งทนการขีดข่วนได้ดี ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก ถูกแสงแดดจะซีด และเสื่อมคุณภาพ มีสีต่าง ๆ มีทั้งผ้าและทึบแสง ชนิดผ้ากระจายแสงได้ดีมาก จึงเหมาะนำไปใช้ในการทำฝาครอบโคมไฟฟ้า

**คุณสมบัติทางไฟฟ้า**

เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีกับกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้กับกระแสไฟฟ้าความถี่สูงใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิดที่เกิดไฟอาร์ค แทนการใช้พลาสติกชนิด ฟีนอลิก

**คุณสมบัติทางด้านเคมี**

ทนกรด-ด่าง ชนิดอ่อนได้ไม่ทนต่อกรดต่างชนิดแก่ ทนสารเคมีอื่น ๆ เช่น ผงซักฟอก น้ำมัน ไขมัน ทินเนอร์ คูคซิมน้ำได้บ้าง น้ำชา กาแฟ จะทำให้เกิดคราบเปื้อนได้

**การใช้ประโยชน์**

ยูเรีย

ชนิดเหลวนิยมใช้ทำกาวยัด และชิปบอร์ด น้ำยาเคลือบผิวประเภทผลิตภัณฑ์ นิยมใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า ตู้วิทยุ ปุ่มจับด้ามเครื่องมือ ฯลฯ

เมลามีน

นิยมใช้ทำถ้วยชามมากที่สุด นอกจากนั้นยังใช้ทำวัสดุปิดผิวโต๊ะ ที่รู้จักกันดีในชื่อ โฟไมก้า (Formica) และ Texolite ชนิดเหลวใช้ทำกาวยัด

โพลีเอสเตอร์ (Unsalurated Polyester)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราจัดไปลีเอสเตอร์ในรูปของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส เพราะกว่า 80% ของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ทำจากไปลีเอสเตอร์

ไปลีเอสเตอร์ ถูกนำมาใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1942 ในสมัยสงครามโลกครั้งที่สอง โดยนำมาทำเป็นเครื่องใช้ทางการทหาร ต่อมาจึงนิยมนำไปใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นอย่างแพร่หลาย ซึ่งใน ปี ค.ศ. 1967 มีปริมาณการใช้ถึง 495 ล้านปอนด์

ไปลีเอสเตอร์ มีทั้งเทอร์โมเซตติง และเทอร์โมพลาสติก ซึ่งคล้องกันแต่โครงสร้างผิดกัน

### แอลคีด (Alkyds)

เป็นไปลีเอสเตอร์ชนิดเทอร์โมเซตติง นิยมนำไปใช้ทำเคลือบ (Enamel) สี (Paints) แลคเคอร์และน้ำยาเคลือบผิวชนิดอื่น ๆ อย่างกว้างขวาง นอกจากนั้นยังใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้าอีกด้วย

### คุณสมบัติ

ไปลีเอสเตอร์ มี ถ.พ. 1.3 หากเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสจะมี ถ.พ. 1.5-2.28 ในรูปผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสรับแรงดึง แรงอัดและแรงบิดได้ดี ผิวหน้ามีความแข็งแรงพอสมควร ถูกแดดจะซีด ทนสภาพอากาศภายนอกได้ดีมีสีต่าง ๆ มากมายมีความหดตัวเล็กน้อยมากกว่า อีพอกซี

ไปลีเอสเตอร์ เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ทนกรด่างชนิดอ่อนได้ ไม่ทนสารละลายชนิด Chlorinated Solvents เช่น คาร์บอนเตตราคลอไรด์

ในรูปผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ทนความร้อนได้ระหว่าง 250-350 องศาฟาเรนไฮต์

ไปลีเอสเตอร์ ติดไฟได้ช้า และดับเอง

### การใช้ประโยชน์

นิยมนำไปทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสมากที่สุด เช่น เรือ รถยนต์ ชิ้นส่วนในเครื่องบิน ถึงบรรจุของเหลว ถึงบรรจุของท่อของเหลว เฟอร์นิเจอร์ ส่วนประกอบในอาคาร เช่น ช่องให้แสง แผงกันแดด หลังคา ฯลฯ

นอกจากนั้น ไปลีเอสเตอร์ยังนิยมนำมาทำผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อ เช่น พระพุทธรูป ตุ๊กตา รูปสัตว์ ผลิตภัณฑ์หินอ่อนเทียม ผลิตภัณฑ์หยกเทียม ผลิตภัณฑ์งาช้างเทียม เซรามิกเทียม และผลิตภัณฑ์แก้วเทียม (Bio-Plastic) ฯลฯ

ใช้ผสมพลาสติกอะคริลิก (Acrylic) ทำเป็นผลิตภัณฑ์ซ่อมแซมเทียม เช่น เครื่องประดับ กระดุม ฯลฯ

ไปลีเอสเตอร์ประเภทเทอร์โมพลาสติก

นิยมนำไปใช้เป็นเส้นใยใช้ทอเป็น เสื้อผ้า

(Dacron) านรูปฟิล์มไมลาร์ (Mylar) ซึ่งใสเหนียว และใช้ทำเทปบันทึกเสียง เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี จึงนิยมทำฉนวน ขดลวดไฟฟ้า และสล็อตไลเนอร์ (Slot Liners) ในมอเตอร์

### ฟีโนลิก (Phenolic)

พลาสติกชนิดนี้รู้จักดีในชื่อ เบกเกิลไลท์ (Bakelite) ถูกค้นพบโดย Dr. Leo Hendrik Baekeland และถูกจดทะเบียนลิขสิทธิ์ในปี ค.ศ. 1909 มีชื่อทางเคมีว่า Phenol Formaldehyde มีปริมาณการใช้สูงสุด (Work Horse) ในพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติง

### คุณสมบัติ

ฟีโนลิก เป็นพลาสติกชนิดที่มีน้ำหนักปานกลาง มีถ.พ. 1.25-1.55 มีความแข็งที่สุดชนิดหนึ่ง รับแรงดึงได้พอสมควร แต่รับแรงอัดได้ดีมาก รับแรงบดงอได้น้อย

ในระยะแรก ฟีโนลิกจะมีเฉพาะสีเข้ม เช่น น้ำตาลแก่ และสีดำ เท่านั้น และทึบแสง แต่ในปัจจุบัน สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทึบแสง ผ่า และ ใส มีทั้งชนิดขึ้นรูปโดยการรีดแรงอัดและความร้อนและชนิดหล่อ

ในคุณสมบัติทางไฟฟ้า อยู่ในขั้นที่ดีและขึ้นไฟฟ้าความถี่สูงและต่ำ ฟีโนลิกหลายชนิดทนไฟอาร์คไม่ดี ฟีโนลิกทนความร้อนในภาวะปกติประมาณ 160-180 องศาฟาเรนไฮต์ หากผสมวัตถุทนความร้อนบางชนิด และได้ถึง 400 องศาฟาเรนไฮต์ ในสภาพที่อุณหภูมิมาหรือเย็น จะใช้ได้ดี ฟีโนลิกเป็นตัวนำความร้อนที่เลว ติดไฟได้และช้าและดับเอง คุณสมบัติทางเคมีพอ ๆ กับพลาสติกชนิดอื่น ๆ คือ ทนกรดและด่างชนิดอ่อนได้ ไม่ทนการออกซิเดชันและด่างแก่ ทนสารเคมีอื่น ๆ เช่น น้ำแอลกอฮอล์ น้ำมัน ฯลฯ

นิยมนำมาทำด้ามมือจับ หูหม้อ หูกระทะ ฝาครอบจานจ่ายรถยนต์ อุปกรณ์ไฟฟ้า ภาคบรรจุสารเคมี ตู้ทีวี ฯลฯ

ในรูปของเหลว ใช้เป็นวัสดุประสานกับสารเคมี และกาวน้ำอัดกั้นน้ำ ฟีโนลิก สามารถนำไปเป็นโพลีเมอร์ได้ ซึ่งจะขยายได้ถึง 300 เท่า

### เทอร์โมพลาสติก

เทอร์โมพลาสติกคือพลาสติกที่สามารถทำให้กลับคืนรูปได้ตั้งโดยใช้ความร้อนที่สำคัญมีดังนี้

- อะครีลิก
- เซลลูโลส
- พลูออไรคาร์บอน
- โพลีโพรพิลีน หรือ โพลีน
- สไตรีน

- ไวนีล

### โพลีไวมด์ (Polyamide)

พลาสติกชนิดนี้รู้จักกันในชื่อ ไนลอน ซึ่งคิดค้นและนำเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมเมื่อปี ค.ศ. 1938 โดยบริษัท Du Pont จุดประสงค์ เพื่อใช้เป็นวัสดุแทนเส้นไหมในอุตสาหกรรมทำ ถูงเท้าซึ่งได้รับความสำเร็จอย่างงดงาม ไนล่อนช่วยระยะเวลาอันสั้น ไนลอนได้เข้ามามีบทบาทแทน เส้นไหมเกือบทั้งหมด

### คุณสมบัติ

ไนลอนเป็นพลาสติกชนิดที่มีน้ำหนักเบา ราคาแพง มีความทนทานต่อการเสียดทาน สูงรับแรงดึงแรงอัดได้ดี ทนความร้อน ทนการขีดข่วน เป็นฉนวนไฟฟ้า แต่ไม่เหมาะสำหรับไฟฟ้า แรงสูง ทนกรดชนิดอ่อน ทนด่างได้ทั้งชนิดอ่อนและเข้ม ทนสารเคมี เช่น น้ำมัน แอลกอฮอล์ ไขมัน ดูดซึมน้ำได้บ้าง ไม่เหมาะกับการใช้เข้าเป็นถ้วยชา หรือกาแฟ เพราะจะเป็นคราบติด ไม่เหมาะ สมกับการใช้ภายนอก

โดยทั่วไป เนื่องจากไนลอนมีความโปร่งแสง ในรูปของเส้นใยจะโปร่งใส สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้

### การใช้ประโยชน์

นิยมทำทำเกียร์ แบร็ง บูช ส่วนรับน้ำหนัก และแรงเสียดทานสูง ในรูปเส้นใยทำร่มชูชีพ ถูงเท้า เสื้อผ้า เ็นตบปลา ผงกำมะหยี่ นอกจากนี้ยังใช้ทำค้อนพลาสติก วาล์ว ท่อส่งน้ำมัน และสารเคมีอื่น ๆ ใบพัด ขวดสเปรย์บางชนิด ฯลฯ

### โพลีเอทีน (Polyolefins)

แย่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. โพลีเอทิลีน (Polyethylene)
2. โพลีโพรพิลีน (Polypropylene)

### โพลีเอทิลีน

เป็นพลาสติกที่มีส่วนประกอบทางเคมี ธรรมดาชนิดหนึ่ง ถูกคิดค้นขึ้นได้ในประเทศอังกฤษในปี ค.ศ. 1933 และถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมในปีรุ่งขึ้น เพราะด้วยเหตุผลที่ได้ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในกิจการทหารในปี พ.ศ. 1943 รัฐบาลอเมริกา จึงสนับสนุนให้บริษัท ใหญ่ในประเทศ 2 บริษัท ผลิตวัตถุดิบพลาสติกชนิดนี้ขึ้นใช้ และนับตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เป็นต้นมา โพลีเอทิลีนจึงเข้ามามีบทบาทในสินค้า เครื่องใช้สอยในบ้านอย่างรวดเร็ว

### คุณสมบัติ

โพลีเอททิลีน มีน้ำหนักเบามาก คือ มีความถ่วงจำเพาะ 0.92 เท่านั้น ในรูปแผ่นบางสามารถพับงอได้ดี มีความทนทานมากขึ้นจะคงรูป รับแรงดึง และแรงอัดได้น้อย มีความยืดตัวได้สูงถึง 500 % ฉีกขาดยาก มีลักษณะคล้ายขี้ผึ้ง ไม่เกาะติดน้ำเป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดีมาก ทนความร้อนได้น้อยแต่ทนความเย็นได้ขนาด -100 องศาฟาเรนไฮต์ได้โดยไม่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนแปลงทนกรดและด่างอ่อน แต่จะเกิดปฏิกิริยาอย่างช้าๆกับ Oxidizing Acids ไม่น้ำมันและไขมันโดยเฉพาะน้ำมันก๊าซ น้ำมันเบนซิน และในขณะที่มีอุณหภูมิสูง แม้ว่าจะไม่ดูดซับความชื้น แต่ยอมให้ก๊าซผ่านได้ จึงเหมาะสำหรับใช้บรรจุอาหารสด เช่น ผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์

โดยทั่วไปโพลีเอททิลีนมีลักษณะใสเยื่อเป็นแผ่นบาง จะมีสีขุ่นเมื่อความหนาเพิ่มขึ้นสามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ตามความต้องการ ไม่แนะนำให้ใช้ภายนอก

### การใช้ประโยชน์

โพลีเอททิลีนมีปริมาณการใช้สูงสุดในพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก แม้ว่าราคาต่อปอนด์จะไม่ถูกที่สุด แต่เพราะมีน้ำหนักเบาจึงสามารถผลิตได้ปริมาณมาก

นิยมใช้ทำถุงบรรจุอาหาร และเสื้อผ้า ตุ๊กตาเด็กเล่น ดอกไม้พลาสติก ภาชนะบรรจุในครัว ถาดทำน้ำแข็งในตู้เย็น ขวด และภาชนะบรรจุของเหลว พลาสติกคลุมโรงเพาะชำ สายเคเบิล แผ่นฉนวนความชื้นในอาคาร และของใช้ราคาถูกอีกมากมาย ฯลฯ

### โพลีโปรพิลีน

ถูกนำมาใช้ใน ส.ร.อ. ในปี ค.ศ. 1830 แต่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม จนกระทั่งปี ค.ศ. 1938 พลาสติกชนิดนี้มีปริมาณการผลิตมากที่สุดชนิดหนึ่ง และความต้องการให้มีคุณสมบัติพิเศษต่างจากชนิดเดิม จึงได้ผสมวัตถุดิบอื่น ๆ เข้าไปกลายเป็นพลาสติกชนิดใหม่ขึ้นมา เช่น ABS SAN SMN

### คุณสมบัติ

โพลีโพรพิลีน มีน้ำหนักเบาที่สุดในพลาสติกชนิดแข็งมี ด.พ. 0.89-1.1 มีความหดตัวน้อยมาก

โพลีโพรพิลีน มีความคงรูปดี แต่เพราะ สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทั้ง ใส ผ้า และทึบ ผิวมีทั้งเรียบ และขรุขระ ไม่มีริ้ว และกลิ่น เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ความดูดซึมน้ำต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก ทนความร้อนได้พอสมควร ทนสารเคมีใช้ในบ้านได้ ทนกรดและด่างชนิดอ่อนได้ ไม่ทนน้ำมันเบนซิน ทินเนอร์ น้ำมันสน

### การใช้ประโยชน์

การทำกล่องบรรจุอาหารชนิดใส กล่องบรรจุของใช้อื่น ๆ เช่น แปรงสีฟัน ของเด็กเล่น ไม้บรรทัดราคาถูก แผง และตู้โทรทัศน์ วิทยุ ฯลฯ

ในรูปโฟม ซึ่งเรารู้จักกันในชื่อ สไตรโฟม (styrofoam) ใช้ทำป้ายและสิ่งประดับในงานต่าง ๆ วัสดุกันแตกในกล่องบรรจุของแผ่นฉนวนกันความร้อน และเสียง ฯลฯ

### เอ บี เอส (ABS Acryloniteile-Butadiene-Styrene)

เป็นสไตรีน ชนิดได้ปรับปรุงขึ้นมาในปี ค.ศ.1948

### คุณสมบัติ

รับแรงกระแทกได้ดีมากทนความร้อนได้ถึง 212 องศาฟาเรนไฮต์ ทนกรดต่างได้ดีพอสมควรเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี มีคุณสมบัติพิเศษที่ซุบโครเมียมได้ดี จึงนิยมนำไปทำปุ่มหมุนวิทยุ โทรทัศน์

### การใช้ประโยชน์

ใช้ทำหมวกกันน็อค ผนังตู้เย็น เครื่องรับโทรทัศน์ แผงเครื่องปรับอากาศ ปุ่มวิทยุ

### วัสดุประกอบ

วัสดุประกอบก็คือ วัสดุที่จะนำมาทำเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ซึ่ง ได้แก่ ตัวถังชิ้นส่วนส่วนยึดต่อกันต่าง ๆ ซึ่งวัสดุจะมาทำส่วนนี้ให้มีให้เลือกอย่างกว้างขวาง แล้วแต่ความเหมาะสมเฉพาะจุด ในขั้นเดียวอาจจะวัสดุประกอบกันเกินกว่าหนึ่งชนิดก็เป็นได้ ดังนั้นการศึกษาเรื่องวัสดุประกอบจะเลือกศึกษาเฉพาะวัสดุที่พิเศษออกไป จากที่กล่าวแล้วในเรื่องวัสดุโครงสร้าง และวัสดุพื้น ๆ นอกเหนือ เช่น ไม้ ผ้า หนัง ฯลฯ กล่าวคือ จะเน้นในเรื่อง พลาสติก และเส้นใยสังเคราะห์ต่าง ๆ

## 2.8 สี

### สีและจิตวิทยาการในการใช้

ทางทฤษฎี จะแบ่งแม่สีออกเป็นแม่สี 3 สีคือ

1. สีแดง
2. สีน้ำเงิน
3. สีเหลือง

เมื่อผสมแม่สีทั้ง 3 สีจะใช้สีใหม่เกิดขึ้นเมื่อนำมาเรียงเป็นวงจร โดยอาศัยหลักทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ใ้ขออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสีของ Munsell สามารถแบ่งสีเป็น 2 ประเภทคือ สีวรรณะร้อนและสีวรรณะเย็น  
**สีวรรณะร้อน** คือ สีที่ดึงดูดความรู้สึก (Advancing Color) มีความรู้สึกสะอึกตา  
 เมื่อมองไกล เป็นสีที่ทำให้ความกระชุ่มกระชวย  
**สีวรรณะเย็น** เป็นสีที่ไม่ดึงดูดความรู้สึกไม่สะอึกตา ให้ความรู้สึกสบายตาสามารถมอง  
 ได้นาน ๆ โดยไม่ระคายเคือง

การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์ นอกจากต้องการความสวยงามแล้ว สียังมีอิทธิพลในการทำให้  
 เกิดความรู้สึกทางด้านอื่น ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อย่างมาก

#### อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

ต่อไปนี้เป็นลักษณะของสีเกี่ยวกับความรู้สึก โดยแบ่งสีออกเป็นสกุลใหญ่ ๆ คือ

**สีแดง** จัดอยู่ในพวกสีร้อนไม่เพียงแต่ให้ความรู้สึกตื่นเต้นเร้าใจ ในทางโรงงานถือว่าเป็นสีที่เกี่ยวข้องกับอันตราย เป็นสีต้องห้าม การระมัดระวัง การใช้สีพวกสกุลสีแดงสำหรับผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อยอาจทำให้ผลิตภัณฑ์เด่นขึ้นมาได้ แต่ถ้าใช้มากเกินไปอีกทั้งใช้สีสดก็จะมีผลทางจิตวิทยาเช่นกัน

**สีส้ม** เป็นสีสดใสมองเห็นได้ไกลแสดงความรู้สึกเตือนอยู่ตลอดเวลาเมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดความรู้สึกสะอึก ตูเบาขึ้น

**สีเหลือง** เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะคือสามารถเป็นได้ทั้งสีร้อนและสีเย็น แต่ขึ้นอยู่กับความเข้มและความแรงของสี สีเหลืองโดยทั่วไปทำให้เกิดความรู้สึกสดชื่น ร่าเริง สดใสสีเหลืองอ่อนทำให้เกิดความรู้สึกสะอึก มีความสว่าง แต่ถ้ามีความเข้มของสีมากเกินไปจะทำให้สมองเกิดจุดหงุดหงิดได้ สีเหลือง ที่ใกล้ไปทางสีส้มจะคล้ายกับของเล่นวิทยาศาสตร์สมัยใหม่และคล้ายกับของเทียม

สีเหลืองเนย (Butter Yellow) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูสว่างขึ้น

สีเหลืองเขียว (Yellow Green) ช่วยในด้านความเย็น อย่างไรก็ตามสีเหลืองทำให้ดูสกปรกง่าย แต่ถ้า Brake สีสีเล็กน้อยก็จะทำให้ช่วยได้บ้างและขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ได้ด้วย

**สีม่วง** เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะเหมือนกับสีเหลืองโดยทั่วไปให้ความรู้สึกเศร้าทำให้ง่วง บางครั้งอาจแสดงว่าเป็นสีแห่งความเศร้าลึกกลับแต่สีม่วงก็มีลักษณะของความสง่างาม ทำให้ดูมีค่า เช่น สีม่วงอ่อน

**สีน้ำเงิน** จัดอยู่ในพวกสีวรรณะเย็น สีน้ำเงินเข้มทำให้ความรู้สึกสงบลึกกลับ ทำให้เกิดสมาธิ เป็นสีที่บ่งบอกถึงคุณภาพ ความหนักแน่น สีน้ำเงินอ่อน เช่น ลักษณะสีน้ำทะเลหรือ สีฟ้าจะมีความสดใสดำอมเขียวเล็กน้อยสามารถทำให้ความรู้สึกตื่นเต้นได้

สีเขียว ให้ความรู้สึกสดชื่น กระชุ่มกระชวย ให้ความสบายตาได้ สีเขียวใบไม้หรือเขียวเข้ม ใช้ได้กับการเน้นส่วนพื้นหรือฐาน แสดงถึงความสงบ เยือกเย็นได้

สีน้ำตาลจัดอยู่ในพวกสีอ่อน เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแห้งแล้ง นำมาใช้ในการพักผ่อน ถ้าใช้โดดเดี่ยว จะทำให้งานเกิดความรู้สึกสลดหดหู่ใจ

สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เครื่องข้อมือสภาพเรียบร้อย เป็นผู้ที่ใช้ได้ก็ในเนื้อกว้างลดความจำของสีขาวและความลึกกลับของสีดำสามารถใช้เป็นสีกลางได้กับทุกสี เพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอื่น ๆ ดูสบายตา

สีดำ โดยปกติสีดำเป็นสีที่ให้ความรู้สึกหดหู่ สึกกลับ แต่ให้ความรู้สึกหนักแน่นมั่นคง การที่ใช้สีดำสลับกับสีขาวในพื้นที่รวมกับสีอื่น จะทำให้เกิดความกระปรี้กระเปร่ามีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำกับผลิตภัณฑ์จะแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและไม่สกรปร่ง่าย

สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดดเดี่ยว ให้ความรู้สึกเย็น สามารถใช้เป็นสีของฐานหรือส่วนที่อยู่ต่ำกว่า เพื่อเน้นให้เด่น

สีที่กล่าวไปแล้วนี้เป็นสีทางด้านความงามที่เราตกแต่งลงบนผิววัสดุแต่ยังมีสีที่ควรรู้อีก นั่นคือ สีของวัสดุต่าง ๆ ในการให้ความรู้สึกของมันออกมา เช่น สีของอลูมิเนียม จะออกเป็นสีเทาจัด

ความสัมพันธ์ของสีที่มีต่อผลิตภัณฑ์

#### 1. ขนาด

- 1.1 สีอ่อน (Light Value) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูใหญ่ขึ้น
- 1.2 สีเข้ม (Dark Value) ทำให้ผลิตภัณฑ์แลดูเล็กลง

#### 2. น้ำหนัก

- 2.1 สีอ่อนและสีร้อน (Warm Color) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา
- 2.2 สีเข้มและสีเย็น (Cool Color) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

#### 3. ความแข็งแรง

- 3.1 สีร้อน ทำให้มีความรู้สึกแข็งแรงมาก
- 3.2 สีเย็น ทำให้มีความรู้สึกสงบ เยือกเย็น

#### 4. อุณหภูมิ

- 4.1 สีร้อน ให้ความรู้สึกสดชื่นอบอุ่น
- 4.2 สีเย็น ให้ความรู้สึกสงบ เยือกเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. ความสะอาด

5.1 สีขาว เป็นสีที่ทำให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด

5.2 สีอ่อน เช่น สีงาช้าง (Loory) สีเหลืองอ่อน (Pale Warm Yellow)

สีฟ้าอ่อน เช่น (Pale Blue) และสีเขียวอ่อน (Pale Green) ทำให้ความรู้สึกนุ่มนวล สะอาดตา ถูกลักษณะ

## 6. ความภูมิฐาน

สีเทาเป็นสีที่ทำให้ความรู้สึกภูมิฐานที่สุด

สมาคมความปลอดภัย กำหนดการใช้สีแทนความหมายสากลคือ

สีแดง	เป็นเครื่องป้องกันอัคคีภัย
สีเขียว ขาว เทา	เป็นวัตถุที่ไม่เป็นอันตราย
สีน้ำเงิน	เป็นวัตถุที่เป็นพิษ หรือสารอันตราย
สีม่วง	เป็นวัตถุที่ใช้งานพิเศษ
สีเหลือง ส้ม	สำหรับเตือนภัย ให้ระมัดระวัง

### คุณลักษณะของสี

สีมีคุณลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

คือ ตัวสีของแต่ละสี (เป็นเนื้อแท้ของสี) เช่น สีแดง สีเขียว

คือ ความเข้มของสี ถ้าความเข้มน้อย ก็เป็นสีอ่อน

ถ้าความเข้มของสีมากขึ้นก็เป็นสีแก่ เช่น สีแดงเข้ม สีเขียวอ่อน

คือ ความแรงของสี เช่น สีแดงสด

คือ พวกสีขาว หรือสีที่ผสมสีขาวลงไปทำให้อ่อนหวาน

คือ พวกสีเข้มหนักเป็นสีที่ผสมสีอื่นให้คล้ำลง

คือ สีที่อยู่ตรงข้ามกัน เช่น แดง เขียว

สีจะช่วยให้ทัศนวิสัยที่แจ่มใญ่ที่สุด เมื่อนำมาใช้ดังนี้

- สีอ่อนตัดกับสีแก่ (ค่าแปรเปลี่ยนของสี)
- สีสดตัดกับสีดาด
- สีอ่อนตัดกับสีสด
- สีอ่อนตัดกับสีเย็น

สีที่ตัดกันเองอยู่แล้วตามปกติ เช่น

- สีดำบนพื้นสีเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. ความสะอาด

5.1 สีขาว เป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด

5.2 สีอ่อน เช่น สีงาช้าง (Loory) สีเหลืองอ่อน (Pale Warm Yellow)

สีฟ้าอ่อน เช่น (Pale Blue) และสีเขียวอ่อน (Pale Green) ให้ความรู้สึกนุ่มนวล สะอาดตา ถูกลักษณะ

## 6. ความภูมิฐาน

สีเทา เป็นสีที่ให้ความรู้สึกภูมิฐานที่สุด

สมาคมความปลอดภัย กำหนดการใช้สีแทนความหมายสากลคือ

สีแดง	เป็นเครื่องป้องกันอัคคีภัย
สีเขียว ขาว เทา	เป็นวัตถุที่ไม่เป็นอันตราย
สีน้ำเงิน	เป็นวัตถุที่เป็นพิษ หรือสารอันตราย
สีม่วง	เป็นวัตถุที่ใช้งานพิเศษ
สีเหลือง ส้ม	สำหรับเตือนภัย ให้ระมัดระวัง

### คุณลักษณะของสี

สีมีคุณลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

คือ ตัวสีของแต่ละสี (เป็นเนื้อแท้ของสี) เช่น สีแดง สีเขียว

คือ ความเข้มของสี ถ้าความเข้มน้อย ก็เป็นสีอ่อน

ถ้าความเข้มของสีมากขึ้นก็เป็นสีแก่ เช่น สีแดงเข้ม สีเขียวอ่อน

คือ ความแรงของสี เช่น สีแดงสด

คือ พวงสีขาว หรือสีที่ผสมสีขาวลงไปทำให้อ่อนหวาน

คือ พวงสีเข้มหนัก เป็นสีที่ผสมสีอื่นให้คล้ำลง

คือ สีที่อยู่ตรงข้ามกัน เช่น แดง เขียว

สีจะช่วยให้ทัศนวิสัยที่แจ่มใญ่ที่สุด เมื่อนำมาใช้ดังนี้

- สีอ่อนตัดกับสีแก่ (ค่าแปรเปลี่ยนของสี)
- สีสดใสตัดกับสีสดใส
- สีอ่อนตัดกับสีสดใส
- สีอ่อนตัดกับสีเย็น

สีที่ตัดกันเองอยู่แล้วตามปกติ เช่น

- สีดำบนพื้นสีเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สีเหลืองบนพื้นสีดำ
- สีแดงบนพื้นขาว
- สีเหลืองบนพื้นน้ำเงิน
- สีส้มบนพื้นน้ำตาล
- สีชมพูบนพื้นดำ

### หลักเกณฑ์การใช้สี

สีสามารถทำให้เห็นเป็นว่าเข้ามาใกล้หรือห่างออกไปได้ ตามปกติสีอ่อนซึ่งได้แก่ สีเหลืองสำหรับสีเหลืองนี้ดูแล้วคล้ายกับว่าเข้ามาอยู่ใกล้ตัวผู้ดู ในเมื่อสีเย็นคือ สีน้ำเงิน น้ำเงิน เขียว และม่วง ถอยห่างจากผู้ดูออกไป

สีที่เมื่อเราใช้ในเนื้อที่มากๆแล้วไม่น่าดูนั้นถ้าใช้แต่เพียงเล็กน้อยอาจจะทำให้น่าสนใจมากและอาจเสริมความน่าดูให้แก่สีอื่นได้

เมื่อใช้สีเข้มจัดคู่กับสีอ่อนจัดจะทำให้แลเห็นเด่น และมีชีวิตชีวากว่า ใช้สีที่มีค่าของความเข้มหรือจางใกล้เคียงกันมาก สีที่มีความสดในพอ ๆ กัน เมื่อใช้ด้วยกันจะช่วยดึงดูดความสนใจได้ เร็วมักใช้ในการออกแบบป้ายหรือภาพโฆษณา

หลักในเรื่องความเด่นของสี มีอยู่ว่าควรจะต้องมีสีชนิดใดชนิดหนึ่งปรากฏเด่นออกมา มากกว่า เพื่อจะเป็นสีอ่อนหรือสีเย็นแก่แล้วแต่การใช้สีที่ไม่น่าดูอย่างหนึ่งคือแต่ละสีที่ใช้ปริมาณเท่ากันไปหมดถ้าให้ปริมาณหรือเนื้อที่ของสีเปลี่ยนไปสีที่กินที่มากย่อมเด่นกว่านอกจากนี้ขึ้นอยู่กับค่าแปรเปลี่ยนและความสดสีของสีอีกด้วย

### สีและอิทธิพลต่อการมองเห็น 1

สีมีอิทธิพลในด้านจิตวิทยาของมนุษย์โดยเฉพาะในเรื่องที่เกี่ยวกับการออกแบบเมื่อนำสีหลายสีมาใช้ร่วมกัน อาจก่อให้เกิดความยุ่งยากในการมองเห็น (Perceive) การศึกษาเรื่องการรับรู้และการมองเห็นของสีที่มีต่อเครื่องหมายและสัญลักษณ์ (Symbol) ได้ผลสรุปว่า สิ่งที่มีผลสำคัญที่สุดในเรื่องสีคือ ลักษณะของความตัดกัน (Contrast) ของสีของตัวหนังสือ หรือสีของสัญลักษณ์กับสีพื้น (Background)

### จิตวิทยาของสีสำหรับใช้ในชีวิตประจำวัน

ระวางอันตราายใช้สีส้ม เช่นในห้องปฏิบัติการ ต้องการให้ระวางเครื่องจักรกลบางอย่าง ก็ใช้สีส้มบริเวณรอบ ๆ บริเวณนั้น หรือป้ายยาอันตราายใช้สีแดง

ปลอดภัย ใช้สีเขียวหรือสีขาว เช่น ป้ายยารับประทานใช้สีขาว สัญญาณไฟใช้สีเขียว ทางเดินที่ปลอดภัยใช้สีขาว

ระวางเกี่ยวกับเรื่องไฟไหม้ใช้สีแดง เช่นตามกระบอกเครื่องดับเพลิงใช้สีแดง เครื่องบ้องกันเพลิงไหม้ใช้สีแดง

อาคารสำหรับพักผ่อนใช้สีเขียวอ่อน น้ำเงินปนเขียวหรือฟ้า และเทาอ่อน สำหรับห้องพักผ่อนที่ต้องการความงามมาใช้สีชมพู ชมพูปนส้ม งาม้าง หรือสีเนื้ออ่อน เหลือง เหลืองปนเขียว สำหรับห้องนั่งเล่น

สีที่ใช้กับการจราจรใช้สีแดงสำหรับเตือนให้ระวังอันตราย เช่น เขียนป้าย หรือเครื่องหมายอันตรายใช้สีแดง ใช้สีเหลืองสำหรับเตือนว่าจะมีอันตราย และใช้สีเขียวสำหรับความปลอดภัย เพื่อเตือนให้ระวังตัวและในกรณีอื่นๆ อีก เช่น สะพานหัก ไฟช็อต บ้านจะพังก็ใช้สีส้มทาเพื่อเตือนให้ระวังอันตราย

### มาตรฐานสำหรับงานสัญลักษณ์

โดยสากลนิยมใช้ทั้งสีและเครื่องหมาย แต่ตามมาตรฐานสากลแล้วนิยมใช้สีเป็นสัญลักษณ์บอกเป็นส่วนใหญ่ เช่น สัญลักษณ์ของสีทางการจราจร ซึ่งกำหนดสัญลักษณ์ของสีที่แทนความหมายต่าง ๆ ดังเช่น

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

### เทคนิคการใช้สี

#### การใช้สีกับผลิตภัณฑ์

- รูปแบบ
- ลักษณะผิวงาน
- วัสดุ
- ลักษณะผลิตภัณฑ์
- ลักษณะเฉพาะกิจ

### 2.9 สภาพแวดล้อมต่อตัวผลิตภัณฑ์

ธรรมชาติที่เกิดขึ้นในประเทศไทย มีผลต่อตัวผลิตภัณฑ์ เนื่องจากฤดูในประเทศไทยประกอบด้วยฤดูร้อน ฤดูหนาวและฤดูฝน สภาพภูมิอากาศก็จะปรากฏตามฤดูกาล อันประกอบด้วย

#### แสงแดด

แสงแดด เป็นพลังงานแสงและความร้อนที่แผ่ออกมาจากดวงอาทิตย์ ความร้อนของดวงอาทิตย์ที่ทำให้โลกได้รับความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้น ซึ่งจะได้รับแสงแดดมากกว่าที่อื่น ๆ อุณหภูมิปกติจะอยู่ในช่วง 30-40 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ลม

กระแสลมเกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศ และความแตกต่างกันของอุณหภูมิ ลมก็คือ อากาศที่เคลื่อนที่ได้นั่นเอง

## ฝน

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า ประเทศไทยระยะเวลาของฤดูฝนที่ยาวนานถึง 4 เดือน ในเขตเส้นศูนย์สูตร จะมีฝนตกในฤดูฝนเท่านั้น (โดยปกติ) จะเกิดฤดูฝนขึ้น 2 ครั้ง ในบริเวณเหนือเส้นศูนย์สูตร และได้เส้นศูนย์สูตร ที่มีระยะเวลาใกล้เคียงกัน ในเขตร้อนจะมีความรุนแรงมากโดยเฉพาะเมื่อเมฆได้เคลื่อนตัวสูงขึ้นสู่ระดับที่ต่ำกว่าจุดน้ำแข็ง ณ.ที่จุดศูนย์กลางของอากาศเย็นตัวนี้ จะเกิดเป็นผลึกน้ำแข็ง ฝนตกลงมาในลักษณะเบาหรือแรง ก็เพราะความรุนแรงของลมในขณะนั้น ๆ

สรุปโดยรวมแล้ว สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย เป็นประเทศในเขตร้อนคือ ตั้งอยู่ที่เส้นรุ้ง 5-21 องศาตะวันออก มีอุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างสูง ความชื้นสูงแฉะแรง มีเมฆมากฝนตกชุก มีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างเดือน พฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ ซึ่งทำให้มีอากาศเย็นและแห้ง และมีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ประมาณกลางเดือนพฤษภาคม ถึง ตุลาคม จะนำกระแสอากาศอุ่นและชื้นจากมหาสมุทรอินเดียเข้ามาทำให้ฝนตกทั่วไป ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เมษายน เป็นช่วงที่มีอากาศร้อนและแห้งแล้ง

1. อุณหภูมิสูงสุดเดือนเมษายน 29.9 องศาช่วงร้อนเฉลี่ยเกิน 28 องศา เดือนเมษายน-มิถุนายน

2. ความชื้น สูงสุด เดือนกันยายน 82.7 % ต่ำสุด มีนาคม 56.9 % ช่วงสูงเกิน 80 % เดือน สิงหาคม - ตุลาคม

3. ฝน ตกหนักที่สุดสิงหาคม ประมาณ 252.7 มม. น้อยที่สุด ธันวาคม ประมาณ 5.7 มม. ช่วงเกิน 200 มม. กรกฎาคม - กันยายน

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงาน และรวบรวมข้อมูล

#### 3.1 วิธีดำเนินงานและรวบรวมข้อมูล

3.1.1 การดำเนินงาน การหาข้อมูลเพื่อทำการวิจัยแก้ไขปัญหของ อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถนี้ จะต้องศึกษาถึงพฤติกรรม และสรีระทางร่างกายและส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยวิธีการศึกษาคำเนิงงานเป็นขั้นตอน คือ

1. วิธีค้นคว้า
2. วิธีการสังเกต
3. การสัมภาษณ์

1. วิธีการค้นคว้า เป็นการศึกษาค้นคว้าทางด้านเอกสาร คำว่า "เอกสาร" หรือวิทยานิพนธ์ที่เป็นประโยชน์และเกี่ยวข้องกับการทำวิจัย ซึ่งเป็นการค้นคว้าจากห้องสมุดสถาบันต่าง ๆ ทั้งรัฐบาลและเอกชนเพื่อนำข้อมูลที่ได้ ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และสามารถเปรียบเทียบกับข้อมูลต่าง ๆ เพื่อการออกแบบโดยแท้จริง

2. การสังเกต ผู้ออกแบบจะต้องทำการสังเกต พฤติกรรมการใช้งานของ อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ โดยตรง รูปแบบของอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ ที่ใช้อยู่ในประเทศไทย พร้อมทั้งสังเกต ปัญหาที่เกิดขึ้นของผู้ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ

3. วิธีสัมภาษณ์ เป็นการสัมภาษณ์ด้วยตัวเอง จากผู้มีประสบการณ์และผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ช่วยให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ตั้งสมมติฐานขึ้นได้ ในการสัมภาษณ์ซักถามโดยมีการบันทึกเทปและจดบันทึก เพื่อจะนำมาเป็นข้อมูลอ้างอิงในการออกแบบได้อย่างเหมาะสม

#### 3.1.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

- กองวิศวกรรมกรมจราจร กรุงเทพฯ
- สัมภาษณ์ตำรวจจราจร เขตบางกะปิ และเขตรามคำแหง
- ห้องสมุดในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
- วิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง

#### 3.1.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการนำข้อมูลทั้งหมดมาสรุป และสรุปผลวิเคราะห์เปรียบเทียบ มาวิเคราะห์เข้าด้วยกัน เพื่อทำการออกแบบและแก้ปัญหให้ได้ประโยชน์และมีประสิทธิภาพ เพื่อคนใช้ อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ และเพื่อลดปัญหาการจราจรให้ทุเลาลง

#### 3.2 การศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2.1 ผลิตภัณฑ์ใหม่

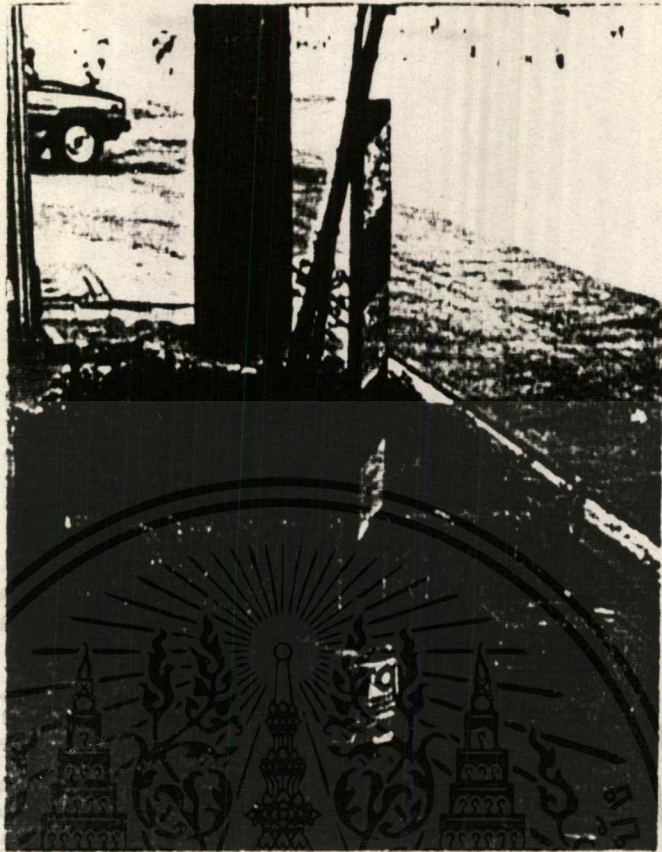


ภาพที่ 13 อุปกรณ์สำหรับถนนเส้นที่ 1

รายละเอียดผลิตภัณฑ์

No	รายการ	วัสดุ
1	แผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร	เหล็กแผ่นท่อนสี่
2	โครงสร้าง	ท่อเหล็กกลาง
3	แผ่นป้ายสนับสนุนจากภาคเอกชน	เหล็กแผ่นท่อนสี่
4	เป็กยิงยึดติดกันระหว่างแผ่นป้าย	อลูมิเนียม
5	ฐาน	ถังสี เทปูนซีเมนต์ภายในถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

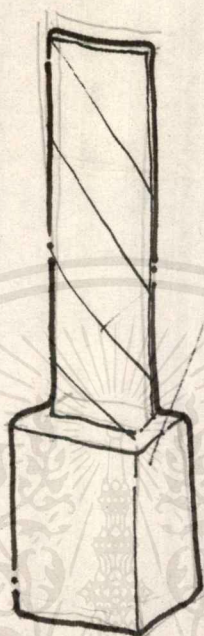


ภาพที่ 14 อุปกรณ์ขึ้นช่องทางเดินรถแบบที่ 2

รายละเอียดผลิตภัณฑ์

No	รายการ	วัสดุ
1	แผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร	แผ่นไม้ทาสี
2	โครงสร้าง	ไม้
3	ฐาน	กระเบื้องสี เทปูนซีเมนต์ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



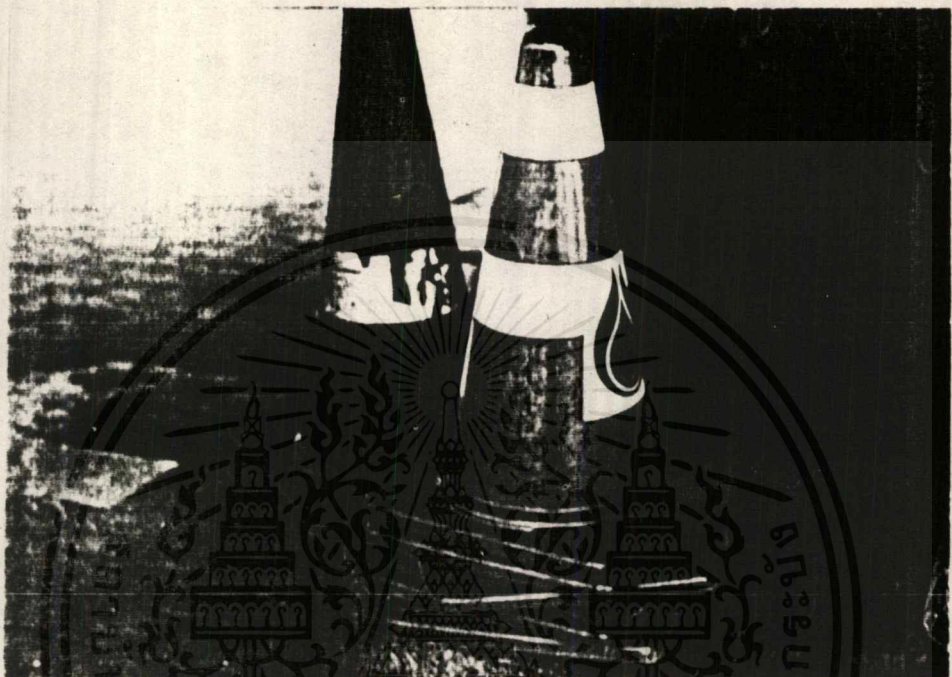
ภาพที่ 15 อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางแยกที่ 3

รายละเอียดผลิตภัณฑ์เดิม

No	รายการ	วัสดุ
1	โครงสร้าง	ไม้ทาสีแดงสลักขาว
2	ฐาน	บุนซีเมนต์หล่อเป็นรูปสี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 ผลิตภัณฑ์ข้างเคียง

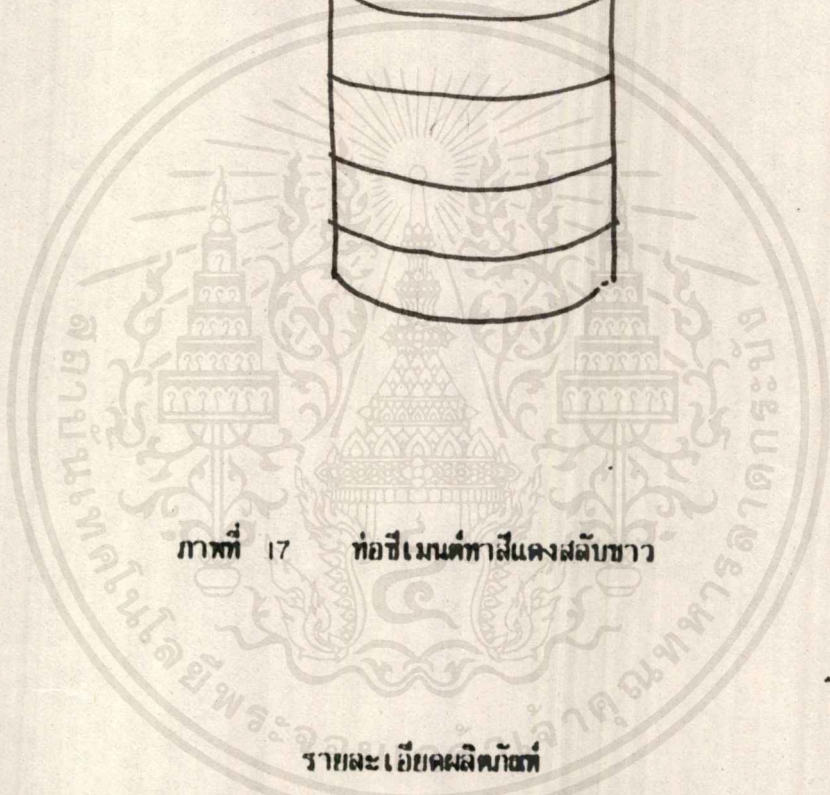
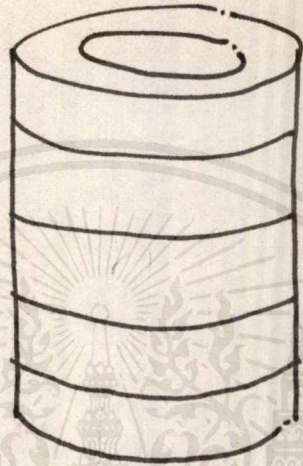


ภาพที่ 16 กรวยยาง

รายละเอียดผลิตภัณฑ์

No	รายการ	วัสดุ
1	โครงสร้าง	พลาสติกสีใส
2	แผ่นป้ายสนับสนุนจากภาคเอกชน	สติ๊กเกอร์
3	ฐาน	พลาสติกทรงสี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

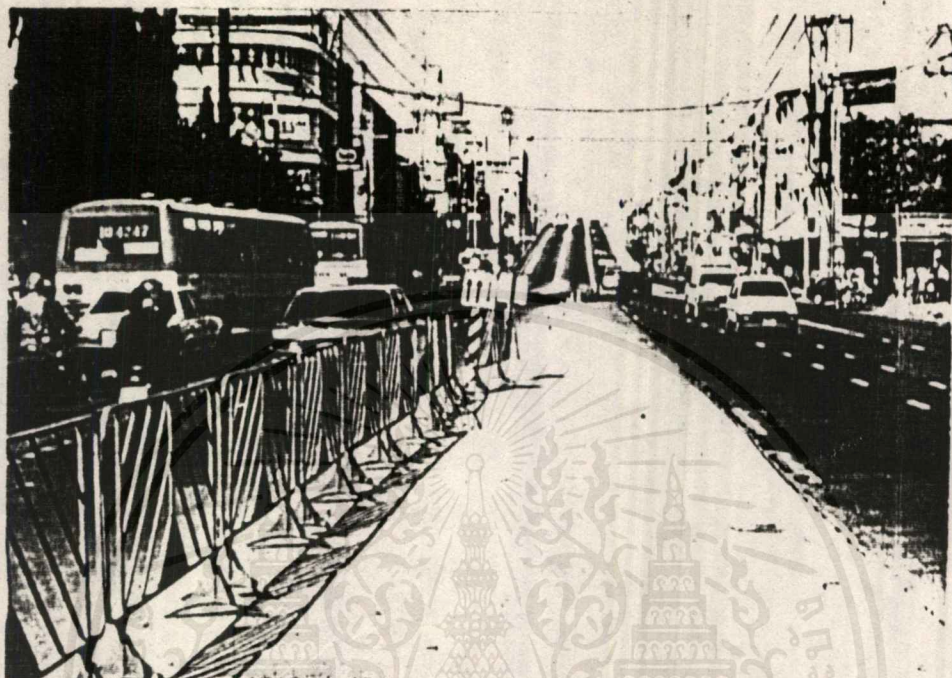


ภาพที่ 17 ท่อซีเมนต์ทาสีแดงสลับขาว

รายละเอียดผลิตภัณฑ์

No	รายการ	วัสดุ
1	โครงสร้าง	ท่อซีเมนต์ทาสีแดงสลับขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๑๘ แผงกั้น

รายละเอียดผลิตภัณฑ์

No	รายการ	วัสดุ
1	โครงสร้าง	ท่อเหล็กกลวง
2	แผ่นป้ายสัญลักษณ์	เหล็กแผ่นพ่นสีแดงสลับขาว
3	ฐาน	ท่อเหล็กกลวงวางขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 รูปแบบและโพทาต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์เดิมและข้างเคียง

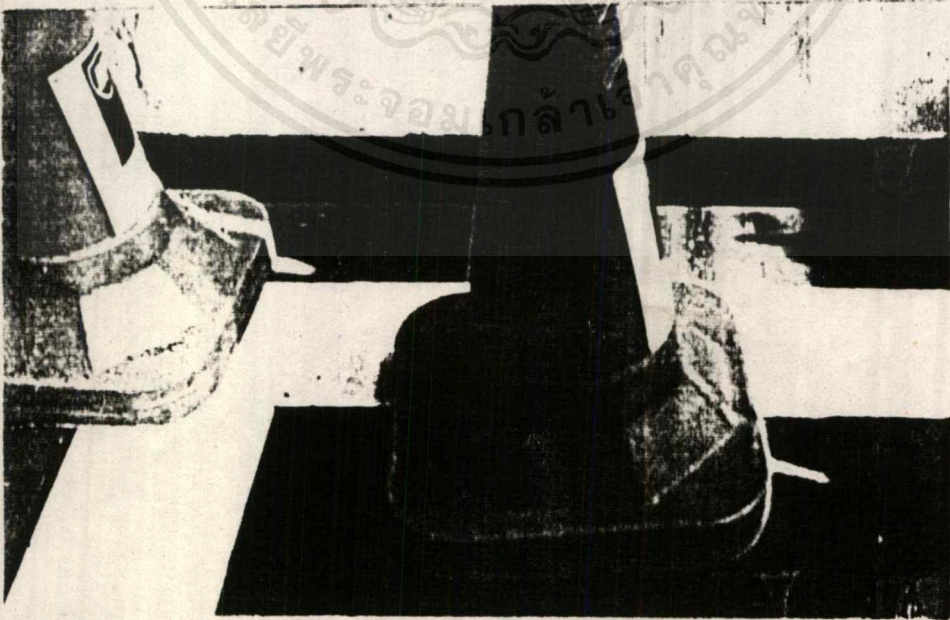


ภาพที่ ๑๙ กรวยยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 20 การารัชนีเว็ดมิงติระหว่างแม่ข่ายส่นบสนนกับตัวกรวยยาง



ภาพที่ 21 ลักษณะการเก็บข้อน ๆ กัน หลังจากปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

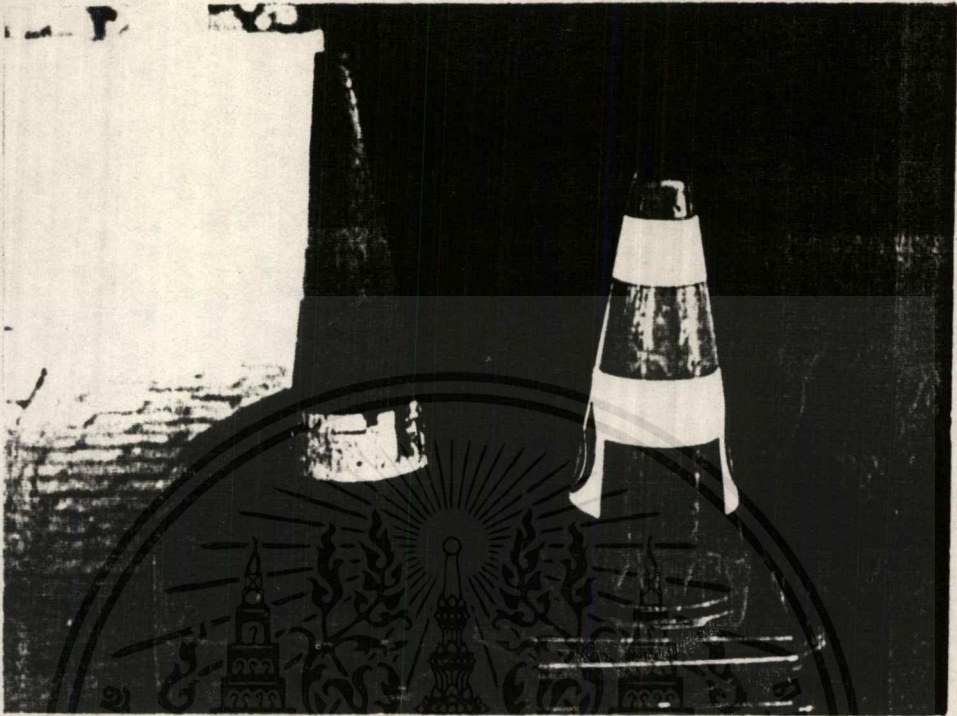


ภาพที่ 22 การติดแผ่นป้ายสนับสนุนจากภาคเอกชน ที่ทำให้การสนับสนุนในการจัดหา เครื่องควบคุมการจราจรทางอากาศ

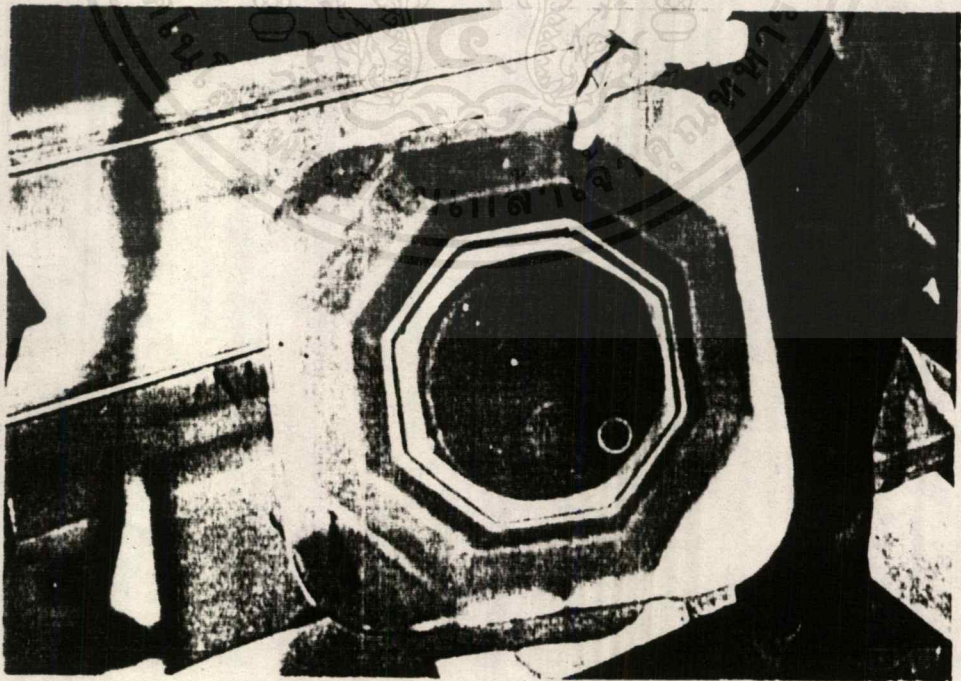


ภาพที่ 23 ด้านบนของกรวยยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

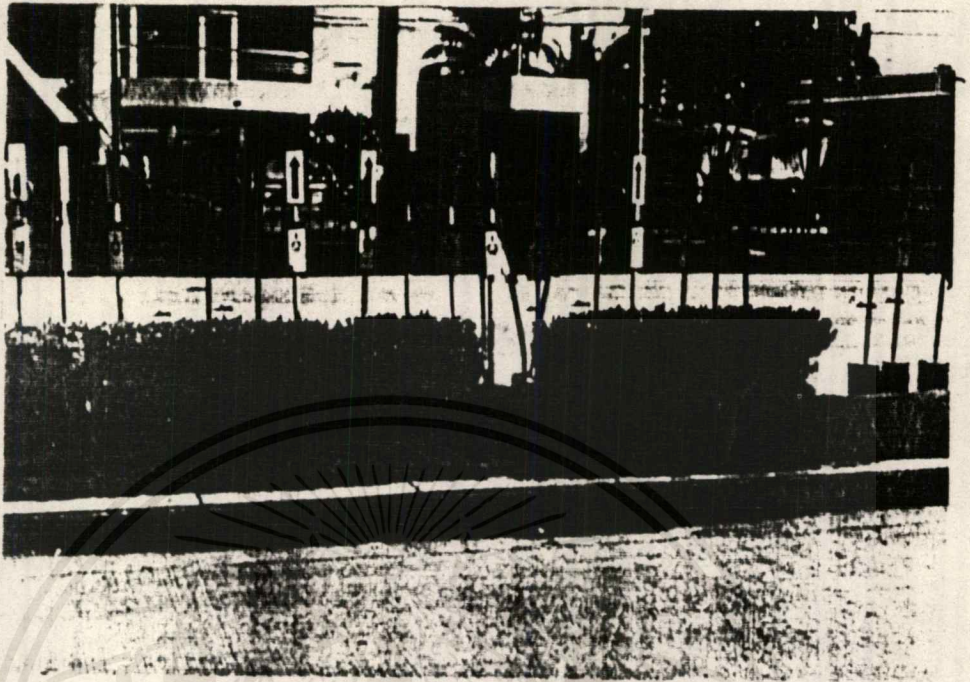


ภาพที่ 24 ขนาดของกรวยยางทั้ง 2 ขนาดที่แตกต่างกัน

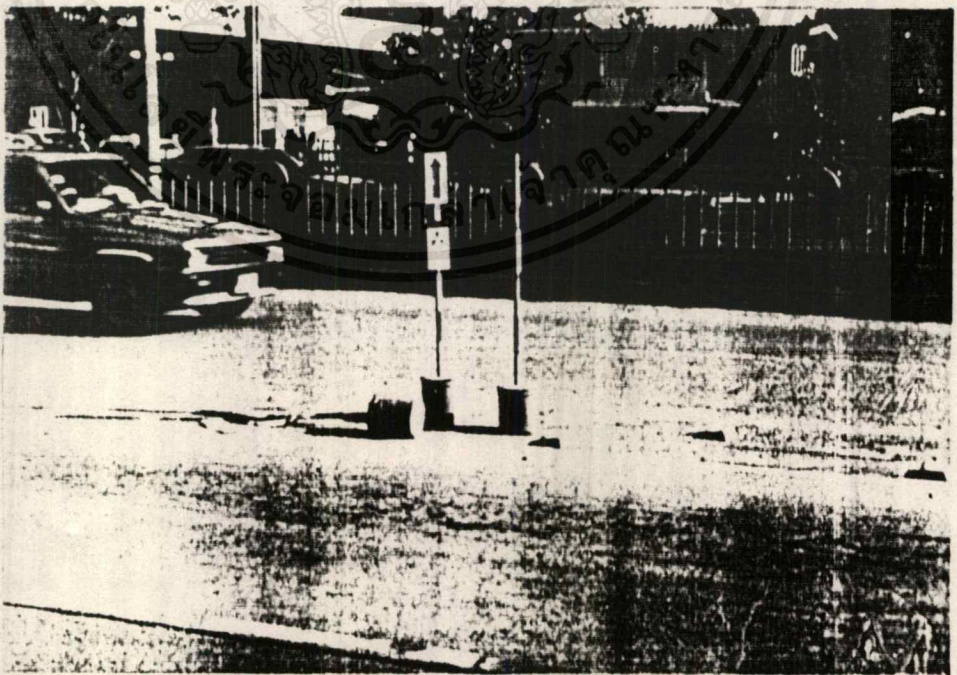


ภาพที่ 25 โครงสร้างภายในของกรวยยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

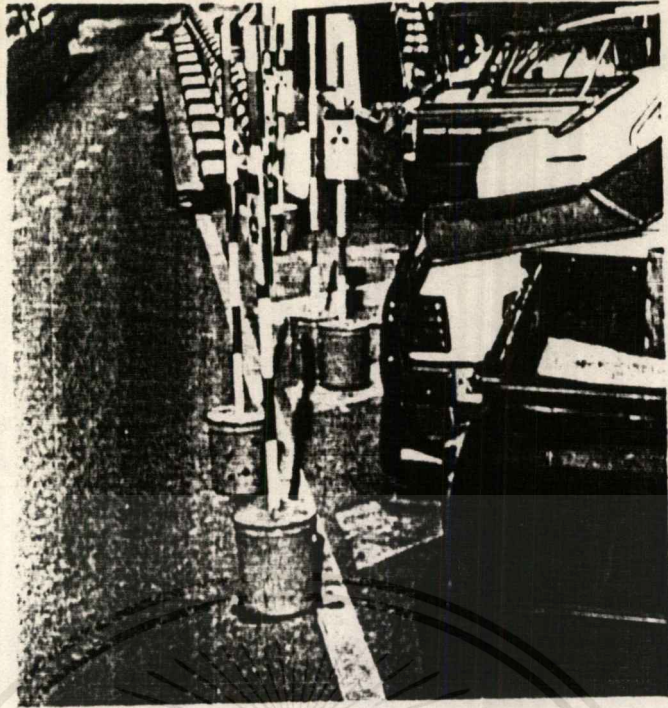


ภาพที่ 26 การเก็บกระดางธูปหลังจากใช้งาน ซึ่งจะเก็บไว้ที่เกาะกลางถนนเนื่องจากมีน้ำหนักมาก ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการขนย้ายเก็บหัตเป็นที่เป็นทาง ข้างบ้อมตำรวจ

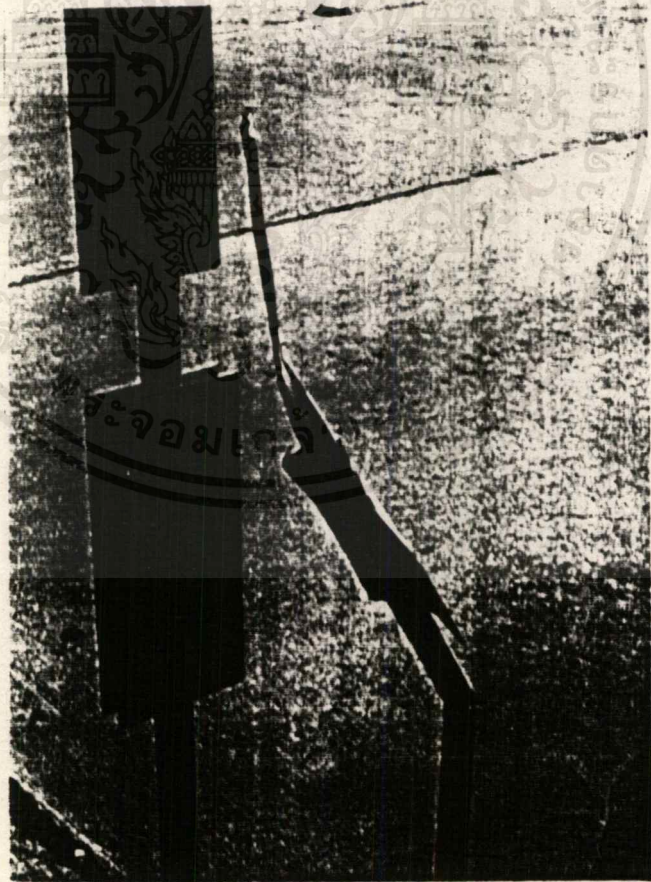


ภาพที่ 27 ตัวกระดางธูปที่ถูกรถยนต์ฝ่าฝืนเหยียบทับเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

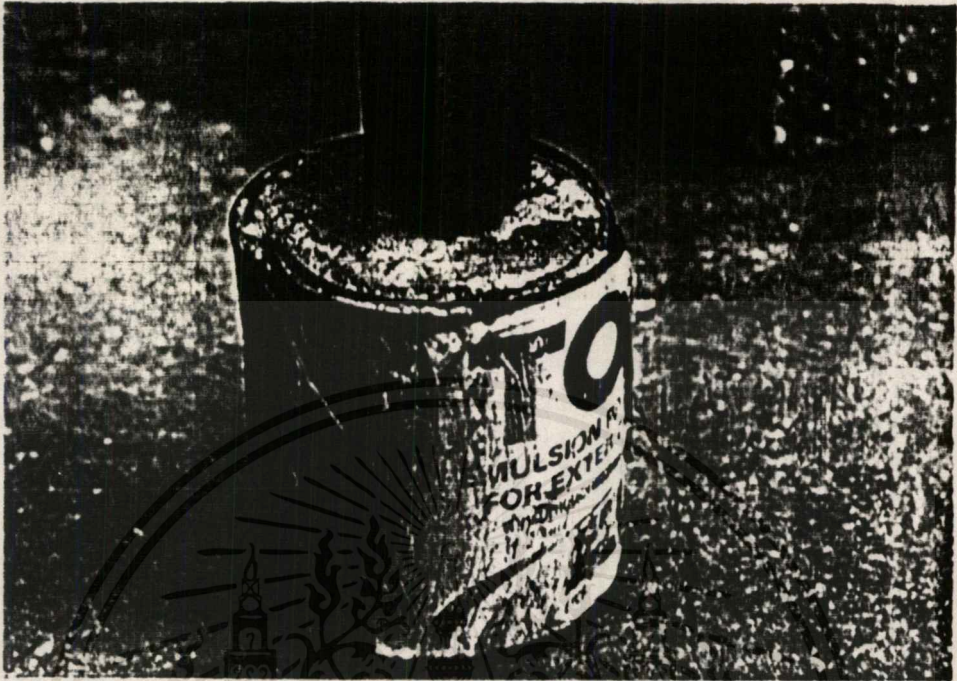


ภาพที่ 28 ลักษณะการใช้งานของกระดางตุบในช่วงเวลาที่กำหนด

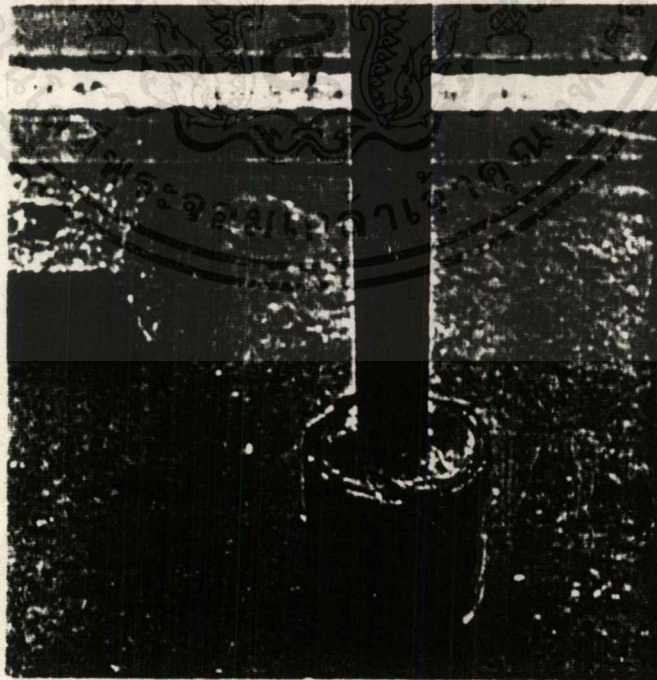


ภาพที่ 29 ความเสียหายของแผ่นป้ายที่ถูกรถยนต์เหยียบทับเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 30 ฐานด้านล่างของกระถางรูป โดยการนำปูนซีเมนต์มาเทใส่ลงในถังสี

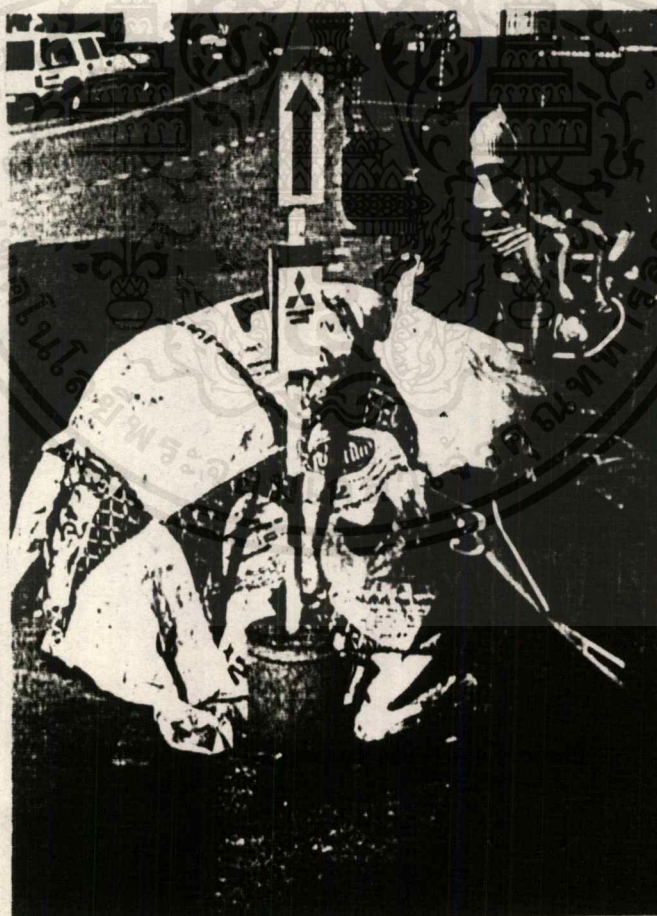


ภาพที่ 31 การยึดติดกันระหว่างโครงไม้กับฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 32 กระดาษฉลุอีกรูปแบบ ซึ่งมีฐานเป็นเหลี่ยม



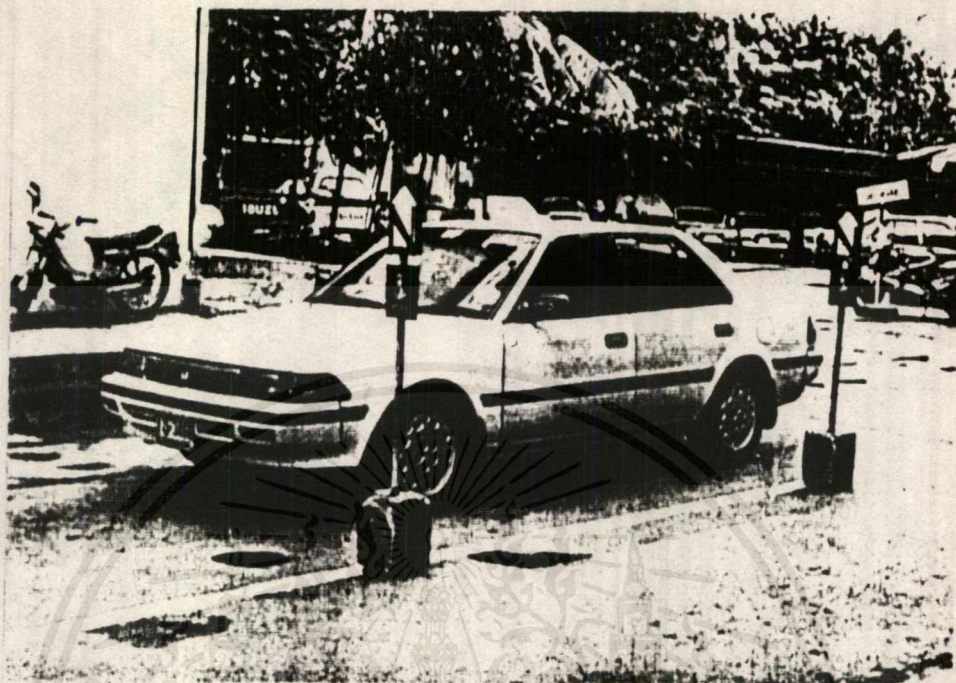
ภาพที่ 33 การเก็บกระดาษฉลุ ที่ตำรวจจราจรเกิดความเบื่อหน่ายในการขนย้าย  
เก็บห้เป็นที่ เป็นทางงานโคมตำรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

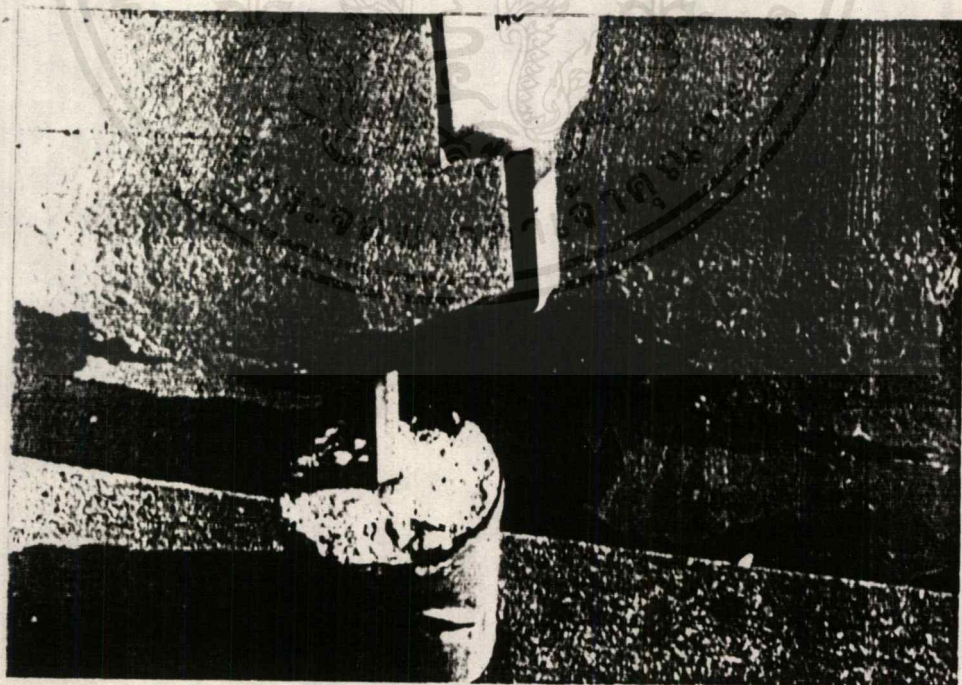


ภาพที่ 34 แผ่นป้ายแสดงเครื่องหมายจราจร ให้เดินซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

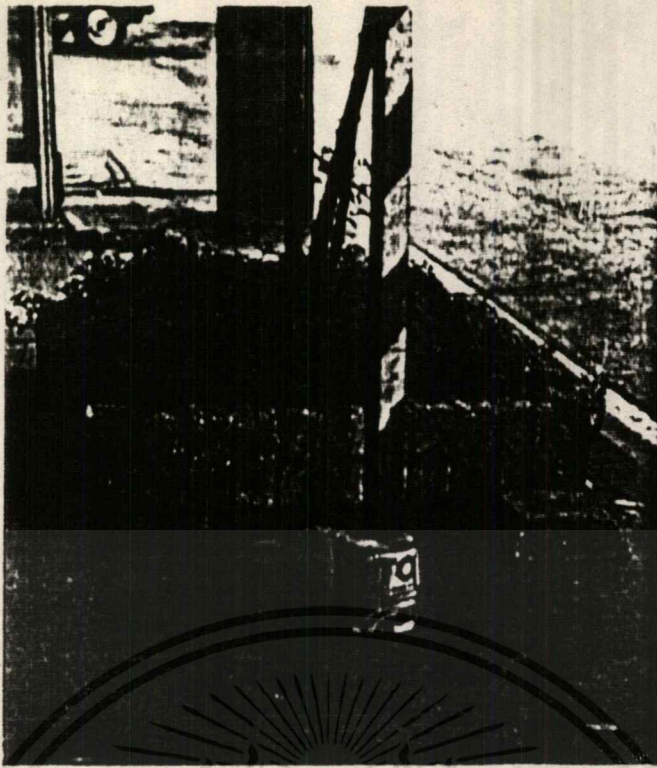


ภาพที่ 35 ลักษณะการใช้งานของกระดางรูปอีกแบบที่มีฐานเหลี่ยม



ภาพที่ 36 ความเสียหายของโครงเหล็กกลาง หลังจากถูกรถเฉี่ยวชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

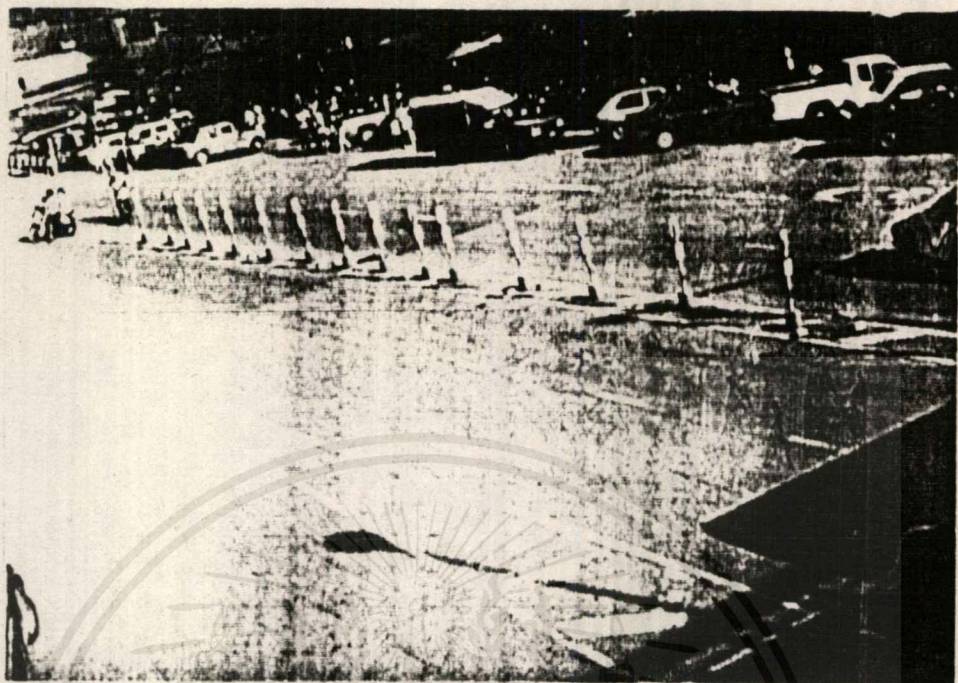


ภาพที่ 37 กระดาษรูปแบบประหยัด ที่ตำรวจจราจรจัดทำกันขึ้นมาเอง

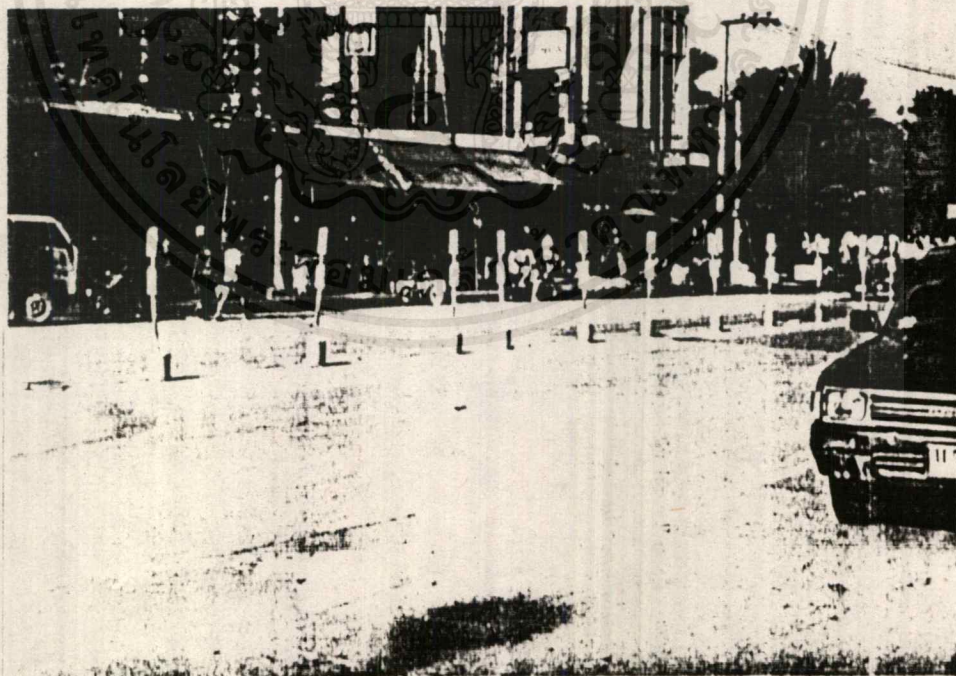


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 ศึกษาพฤติกรรมและลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าบริเวณช่องทางเดินรถ



ภาพที่ 38 ลักษณะการใช้งานของกระดานรูป ในช่วงเวลาที่กำหนด



ภาพที่ 39 การนำแผงกั้นมาใช้ร่วมกับกรวยยางในงานการกันช่องทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 40 การนำอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางมากขึ้น ในกรณีที่มีการซ่อมแซมหรือบูรณะถนน



ภาพที่ 41 กรณีที่ต้องใช้อุปกรณ์สำหรับกันช่องทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่ 42 การนำอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางมากัน  
งานกรณีที่ต้องการแบ่งช่องทางของรถโดยสารประจำทาง ในช่วงเวลาเร่งรีบ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

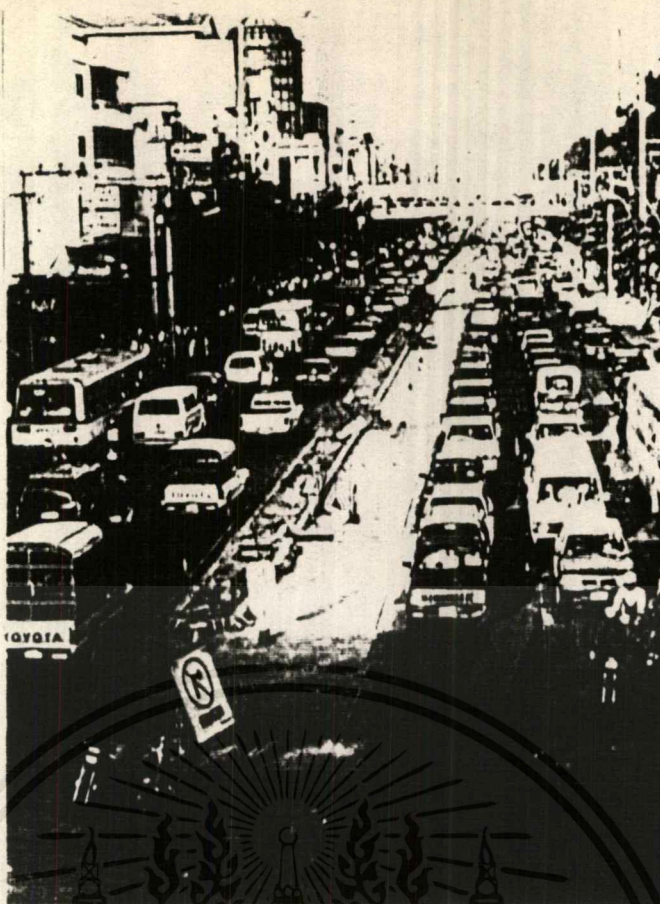


ภาพที่ 43 สภาพถนนที่เป็นปัญหาและจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์สำหรับกันช่องทาง



ภาพที่ 44 ตำรวจจราจรขณะกำลังปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

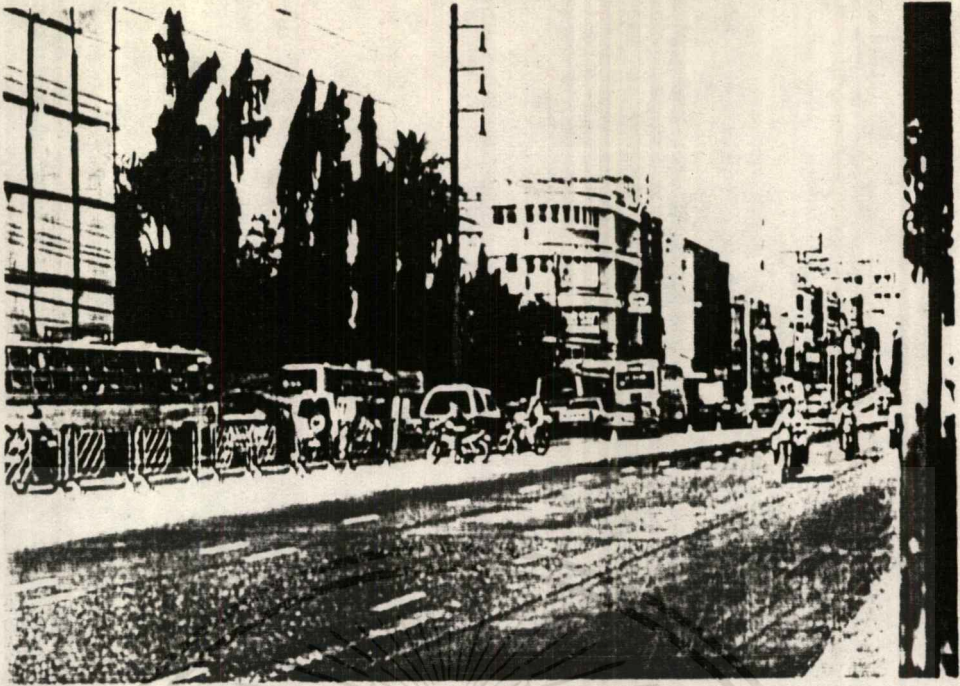


ภาพที่ 43 สภาพถนนที่เป็นปัญหาและจำเป็นต้องง้ออุปกรณ์สำหรับกันช่องทาง

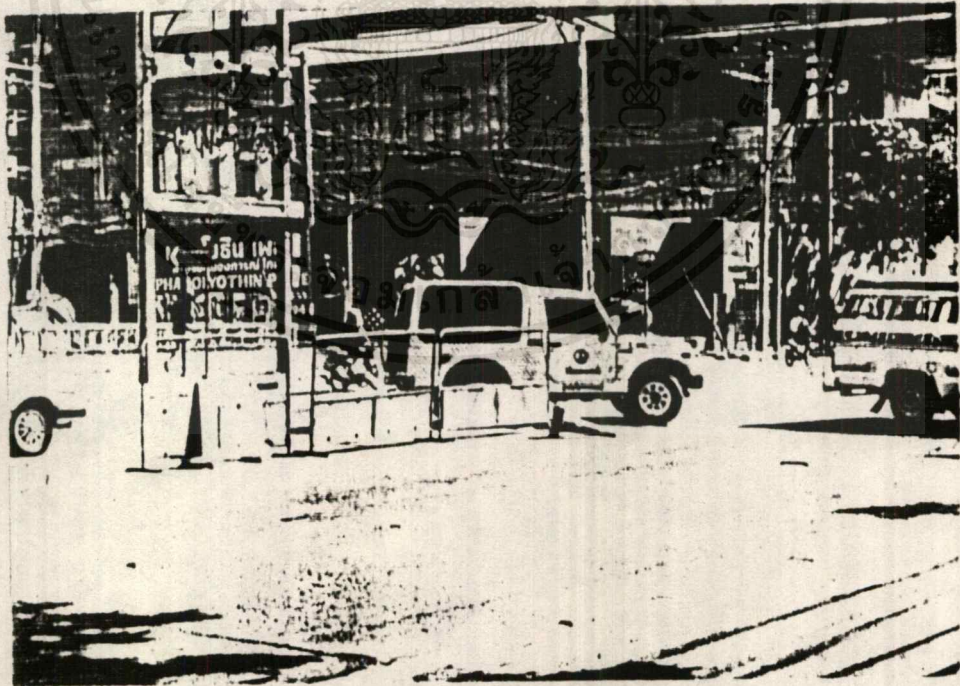


ภาพที่ 44 ตำรวจจราจรขณะกำลังปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

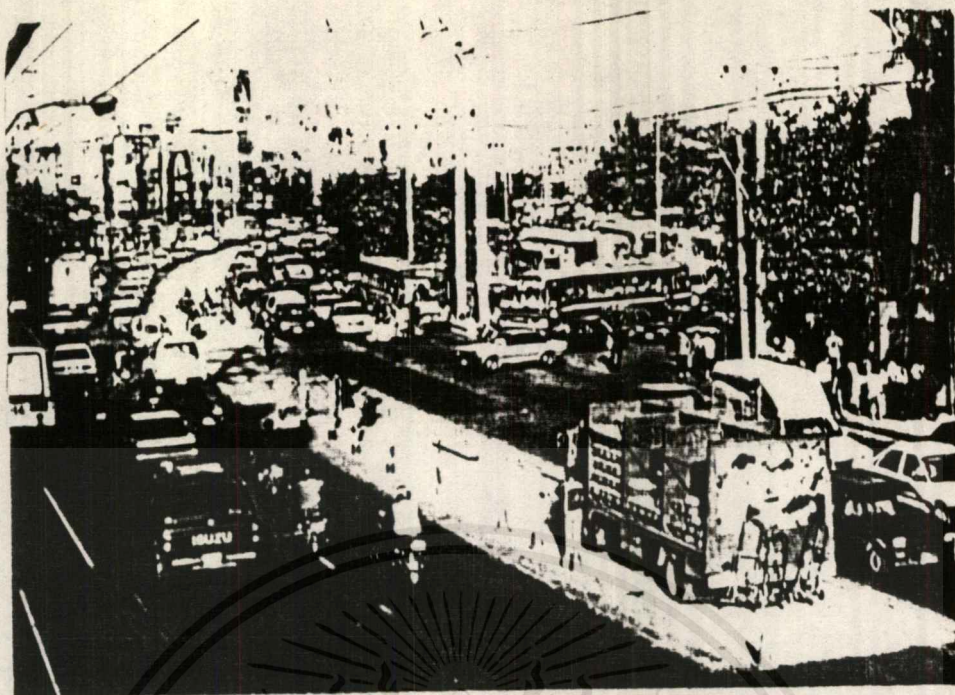


ภาพที่ 47 สภาพถนนที่เป็นปัญหาและจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ

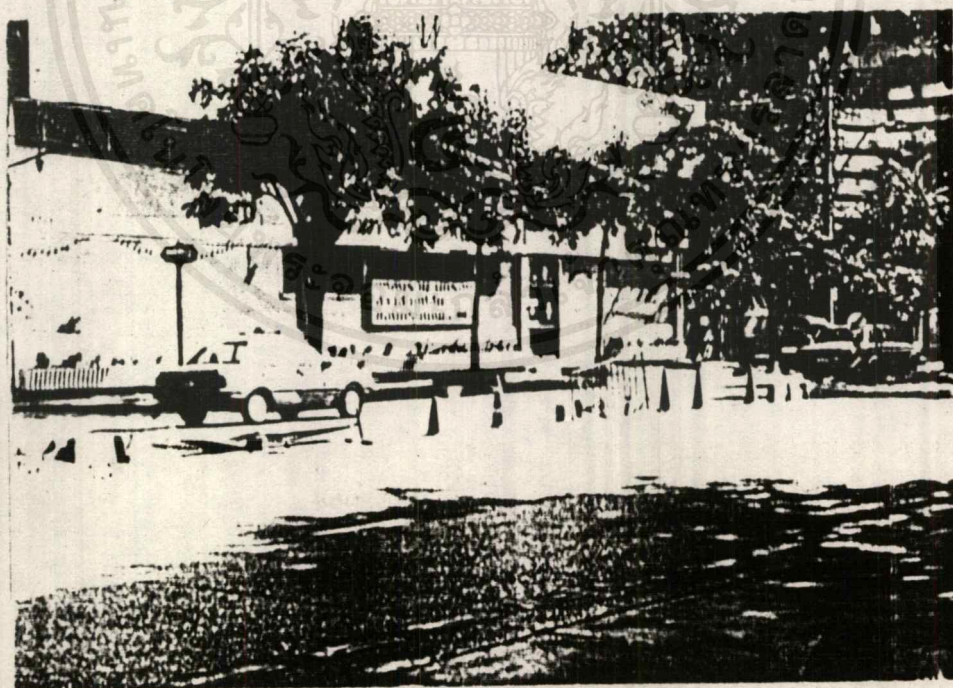


ภาพที่ 48 กรวยยางที่นำไปกันช่องทางการจราจร ถูกเงี้ยวชนล้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 49 ลักษณะถนนที่จำเป็นต้องนำอุปกรณ์สำหรับกั้นช่องทาง มากันหน้าห้างผ่านเข้ามา



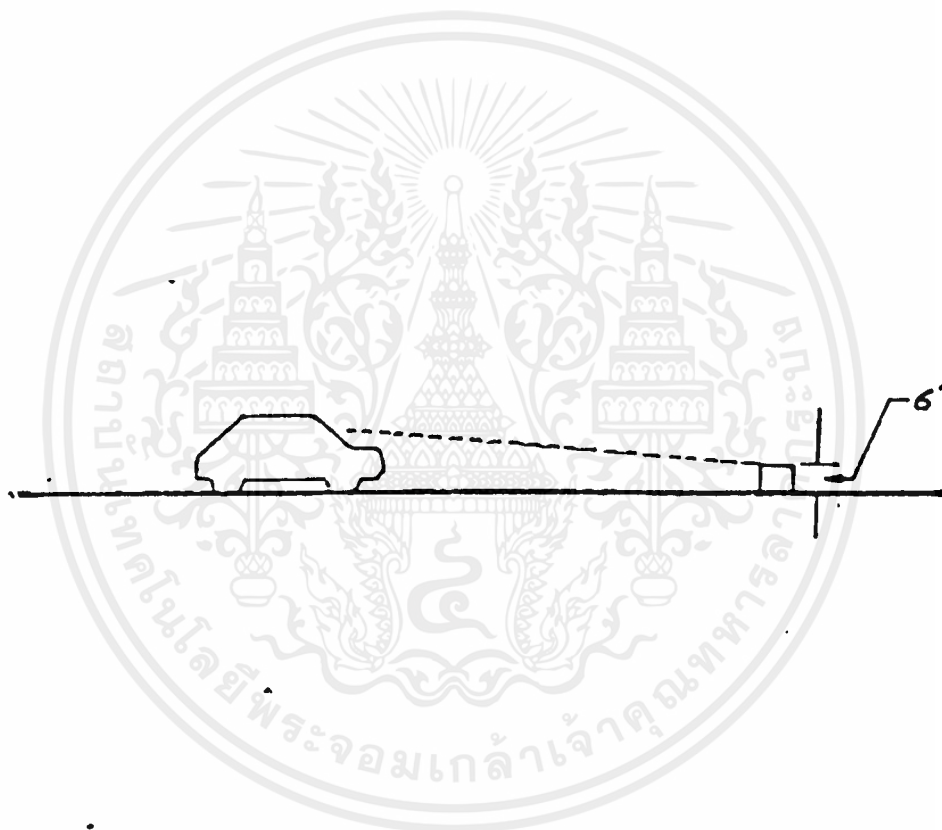
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.1 ระยะการมองเห็นและระยะเบรก

1. ระยะการมองเห็น จะเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบ 2 ประเภทคือ

1.1. ระดับความสูงของตา โดยปกติแล้วระดับความสูงเฉลี่ยของตาของผู้ขับรถประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลสูงจากพื้นประมาณ 3 ฟุต 9 นิ้ว (1150 มิลลิเมตร)

1.2. ระดับความสูงของวัตถุที่เห็น ความสูงวัตถุที่เหมาะสมต่อการเห็นในสภาพทัศนวิสัยสูงไม่ต่ำกว่า 6 นิ้ว (152 มิลลิเมตร)



2. ระยะเบรก ระยะทางน้อยที่สุดที่ใช้ในการเบรกเกี่ยวข้องกับ 2 ส่วน คือ ส่วนแรกคือระยะเวลาที่ใช้ในการสังเกตเห็นวัตถุ และเวลาที่ใช้ในการตอบสนองสั่งการเบรก ซึ่งส่วนแรกนี้ต้องใช้เวลา รวมกันประมาณ 2.5 วินาที อีกส่วนหนึ่งคือ เวลาและระยะทาง ซึ่งใช้ในการเบรกซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วของรถซึ่งวิ่งอยู่ ดังนั้นระยะน้อยที่สุดที่ใช้ในการเบรก จึงได้จากการนำเอา 2 ส่วนมารวมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงความเร็วที่ขั้วและระยะทางต่ำสุดที่ใช้เบรค

ความเร็ว (ก.ม./ช.ม.)	ระยะทางของปฏิกิริยาตอบสนอง สั่งการเบรค (เมตร)	ระยะเบรค (เมตร)	รวมระยะทางน้อยที่สุด ทำการเบรค
<b>ถนนเปียก</b>			
48	31	22	53
64	39	39	78
80	48	63	111
96	57	90	147
104	60	101	161
<b>ถนนแห้ง</b>			
48	33	15	48
64	46	27	73
80	55	43	98
96	66	64	130
104	71	75	146

ตัวเลขทั้งหมดเทียบมาจากอัตราเป็นฟุต

3.กฎหมายจราจร กฎหมายที่เกี่ยวข้องมีใจความสำคัญดังนี้

3.1 ในเขตกรุงเทพมหานคร เขตเมืองพัทยา หรือเทศบาลให้ขั้วรถความเร็วไม่เกิน 80 ก.ม./ช.ม. นอกเขตดังกล่าวขั้วไม่เกิน 100 ก.ม./ช.ม. (กฎกระทรวงฉบับที่ 6 พ.ศ. 2522)

3.2 ถ้าต้องการจอดรถในทางเดินรถเนื่องจากรถติดต้องนำออกให้พ้นทางโดยเร็วที่สุด ถ้าจำเป็นต้องจอดในทางเดินรถต้องแสดงเครื่องหมายสัญญาณป้ายสามเหลี่ยมตามที่กำหนดในกฎกระทรวง (มาตราที่ 56 กฎกระทรวงฉบับที่ 5)

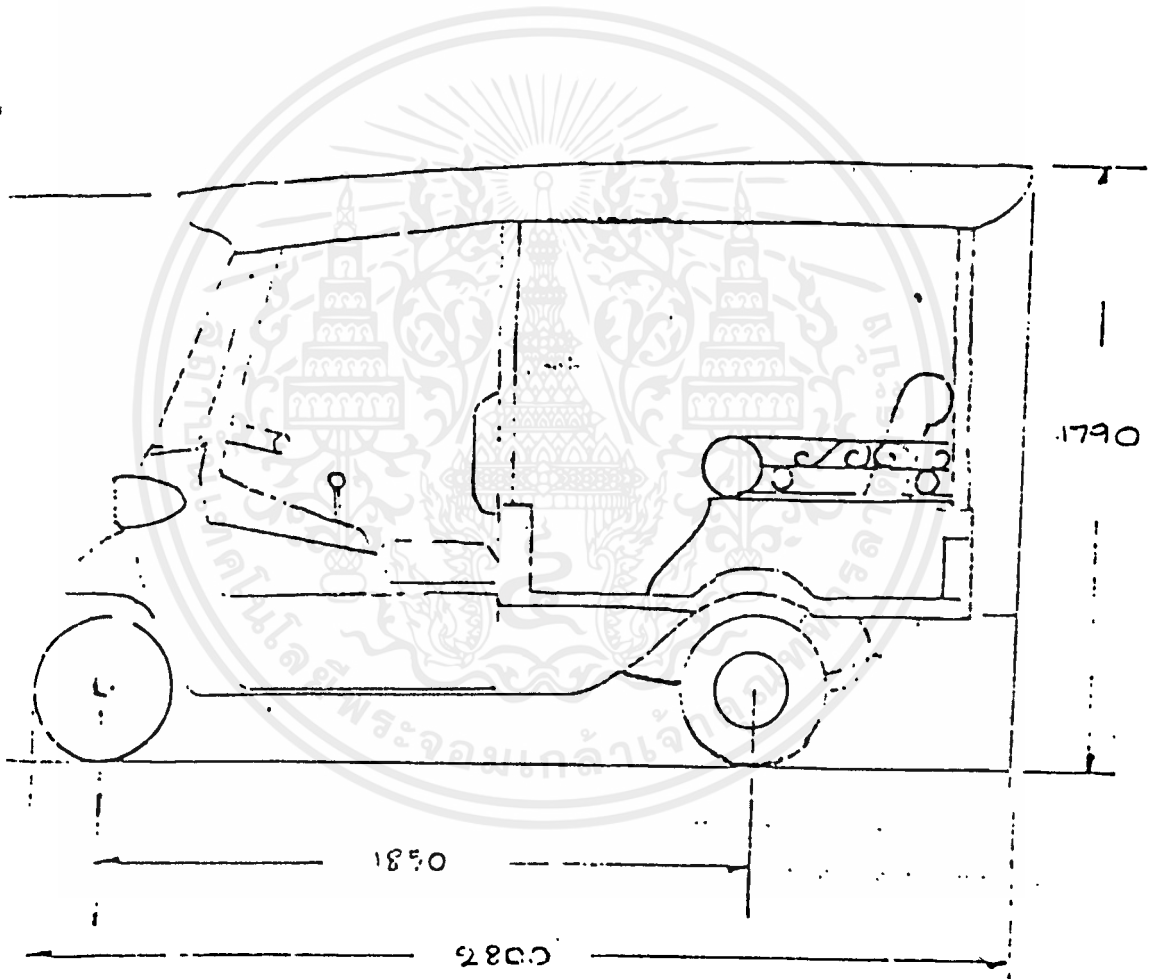
3.3 ในเวลาที่แสงสว่างน้อยพอที่จะเห็นได้ในระยะ 150 เมตร ผู้ขับขี่ซึ่งจอดรถต้องเปิดไฟแสงสว่างตามที่กำหนดในกฎกระทรวง (ไฟกระพริบ, วิทยาสีเหลือง) มาตราที่ 61 ข้อ กำหนดกรมตำรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ความสัมพันธ์ระหว่างมุมมองของยานพาหนะ ต่อ ความสูงผลิตภัณฑ์

### ขนาดและสัดส่วน

รถสามล้อเครื่องปัจจุบันมีความกว้างสุดของตัวถัง 1260 มม. ความยาวจากหน้าจรดท้าย 2800 มม. และความสูงจากพื้นถึงจุดสูงสุดของโครงหลังคา 1790 มม. ส่วนระยะฐานล้อหน้า - หลัง จะเป็น 1850 มม.

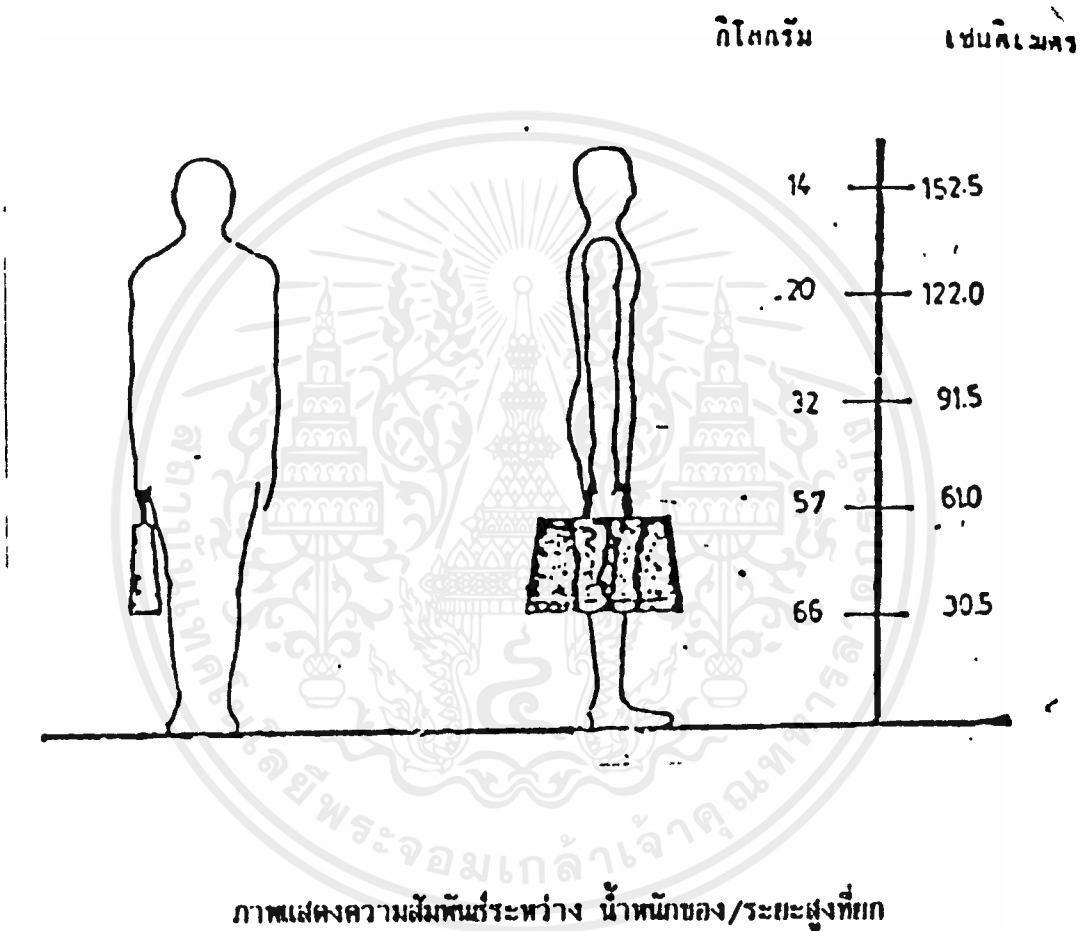


ภาพที่ 30 แสดงสัดส่วนของยานพาหนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.2 ความสามารถในการออกแรงยกของคน

สภาพการออกแรงของคนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบนี้ คือ การออกแรงยกด้วยมือในลักษณะที่อยู่บนแนวตั้งและอยู่ใกล้กับตัว ซึ่งทั้งนี้น้ำหนักของสิ่งของที่จะสามารถออกแรงยกได้จะมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาความสูงในการยกนั้น



henry droyfubb, "THE MEASURE OF MAN" human factors in design 2nd editile and expanded, published by whitney library of design, pp.J

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางภาพดังกล่าว สามารถสรุปประสิทธิภาพในการยกของในลักษณะต่าง ๆ ได้ดังนี้.

### ประสิทธิภาพในการยกของในลักษณะต่าง

1. การยกของซึ่งวางอยู่กับพื้น แสดงปริมาณของน้ำหนัก ซึ่งสะดวกในการยกในลักษณะต่าง ๆ

- ก. การยกในลักษณะจับด้านข้าง ขนาดของควรถือเป็น  $12 \times 12 \times 12$  นิ้ว
- ข. การยกในลักษณะซ้อน ขนาดของควรถือเป็น  $12 \times 12 \times 16$  นิ้ว
- ค. การยกในลักษณะกุ่ม ขนาดของควรถือเป็น  $6 \times 8 \times 36$  นิ้ว

2. การยกของในลักษณะสูงจากพื้น 3 ฟุต (ในลักษณะหัว)

- ก. น้ำหนักที่มีปริมาตรเล็ก จึงยกได้น้ำหนัก 34 ก.ก.
- ข. น้ำหนักที่มีปริมาตรกลางจึงยกได้น้ำหนัก 43 ก.ก.
- ค. น้ำหนักที่มีปริมาตรยาว จึงยกได้น้ำหนัก 50 ก.ก.

3. การยกน้ำหนักในระดับ 4 ฟุต

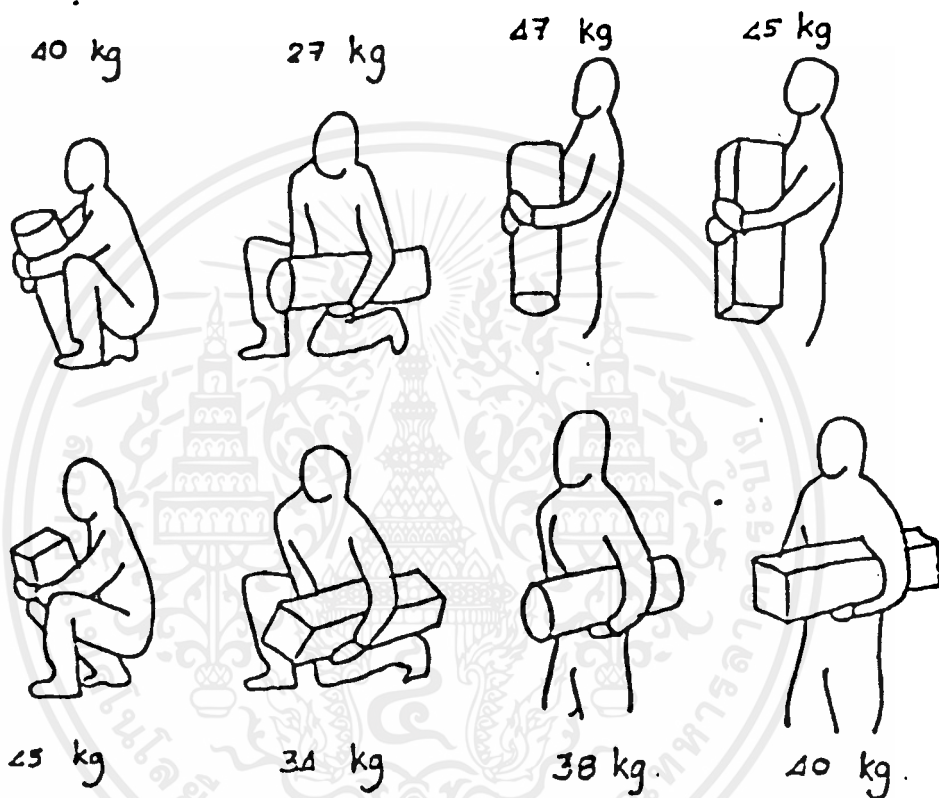
- ก. ยกได้น้ำหนัก 25 ก.ก.
- ข. ยกได้น้ำหนัก 34 ก.ก.
- ค. ยกได้น้ำหนัก 43 ก.ก.

4. การยกน้ำหนักในระดับสูงจากพื้น 6 ฟุต

- ก. ยกได้น้ำหนัก 18 ก.ก.
- ข. ยกได้น้ำหนัก 22 ก.ก.
- ค. ยกได้น้ำหนัก 22 ก.ก.

## ความสามารถในการแบกรับน้ำหนักการนำพาในท่าต่าง ๆ

สภาพการแบกรับน้ำหนักของคนในท่าทางต่าง ๆ จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับรูปทรงของภาชนะด้วย ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้



### ความสามารถในการยกน้ำหนัก

จากตารางภาพด้านบน สามารถสรุปความสามารถในการแบกรับน้ำหนักของคน ได้ดังนี้

น้ำหนักของภาชนะในการประคองหรือเริ่มยก = 40-45 ก.ก.

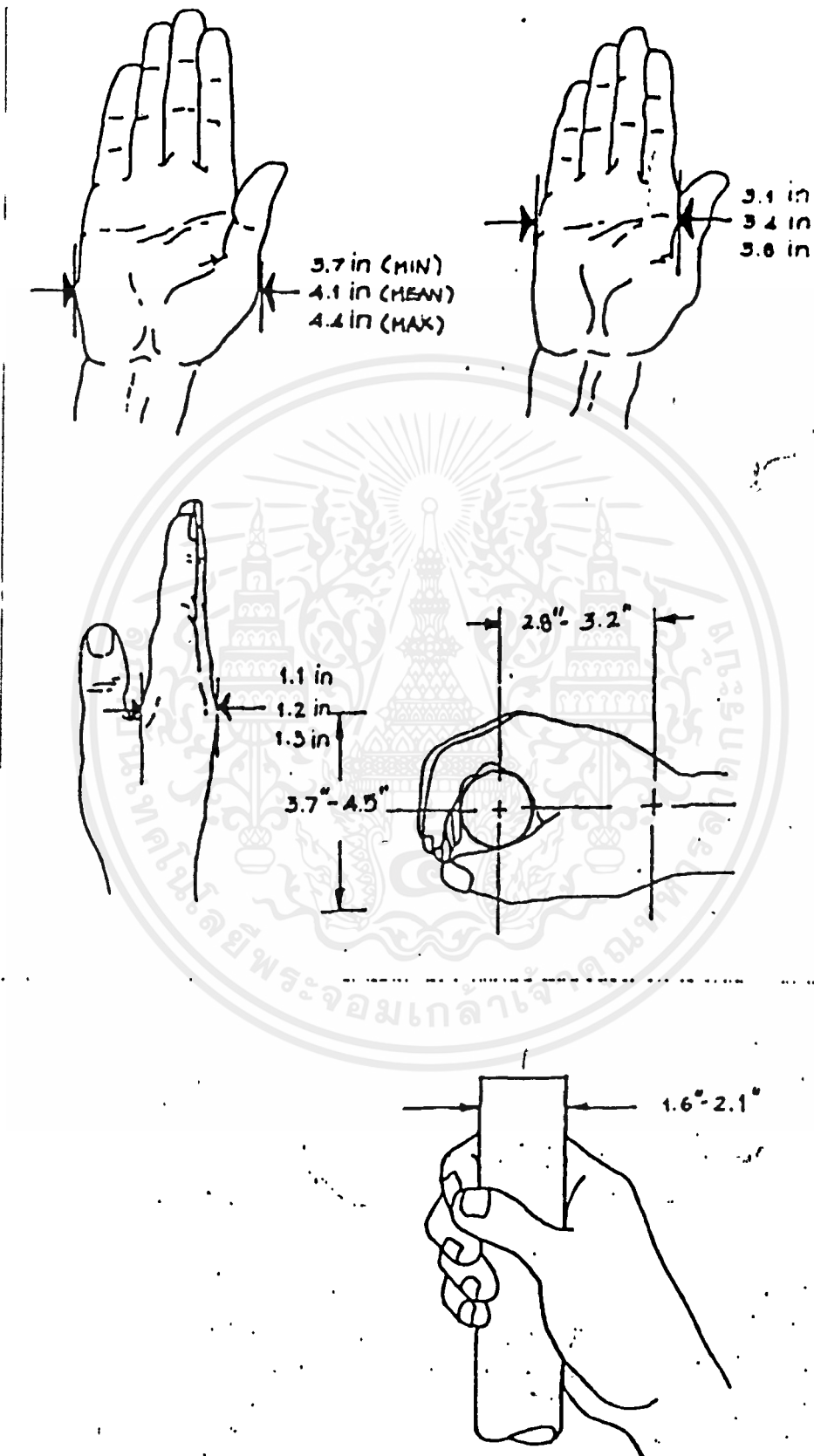
น้ำหนักของภาชนะในการเริ่มยกขึ้น = 27-34 ก.ก.

น้ำหนักของภาชนะในการอุ้มไว้ข้างหลัง = 45-47 ก.ก.

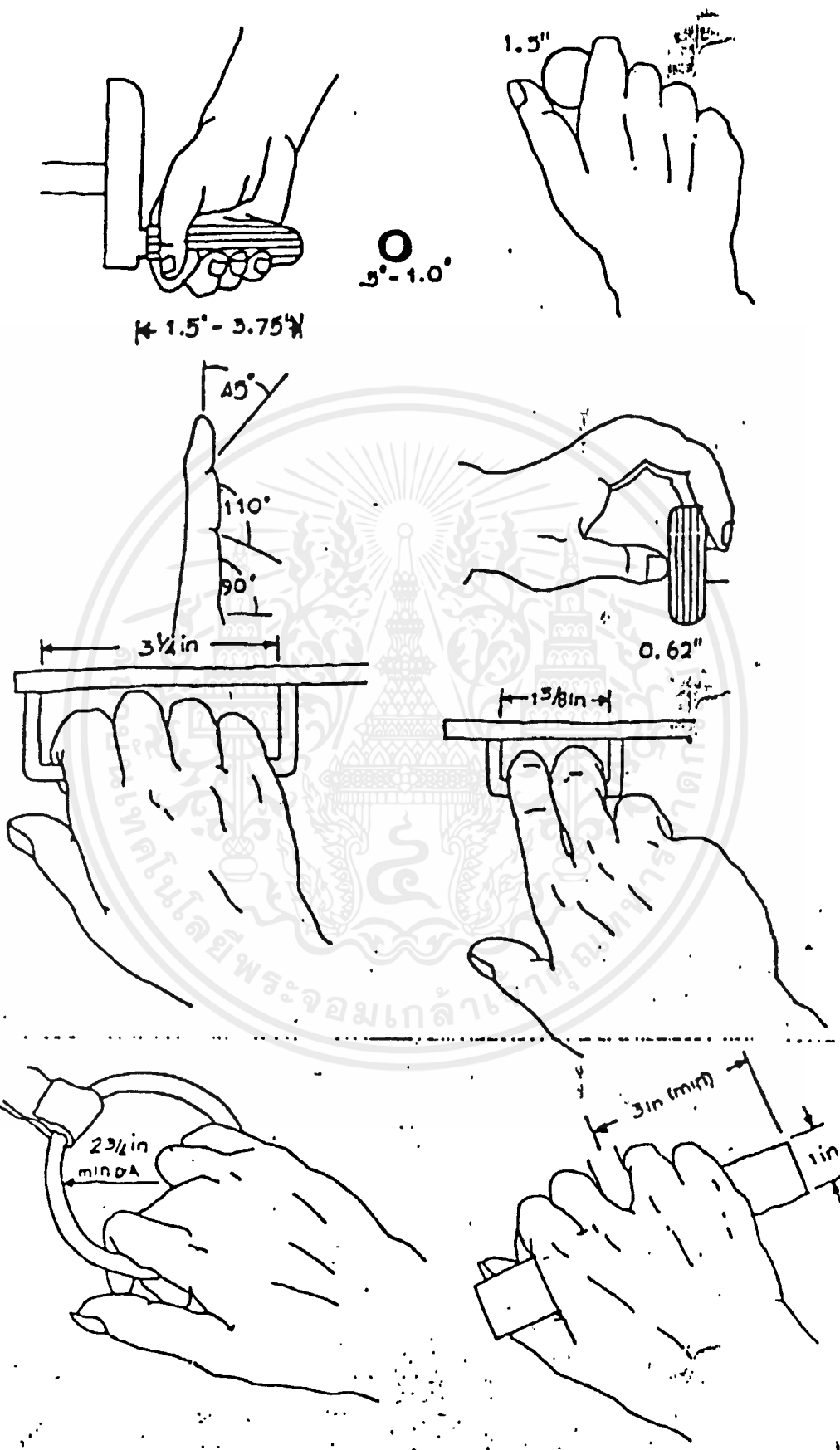
น้ำหนักของภาชนะในการอุ้มไว้ด้านหน้า = 38-40 ก.ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.3 ลักษณะสัดส่วนการเคลื่อนไหวของมือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

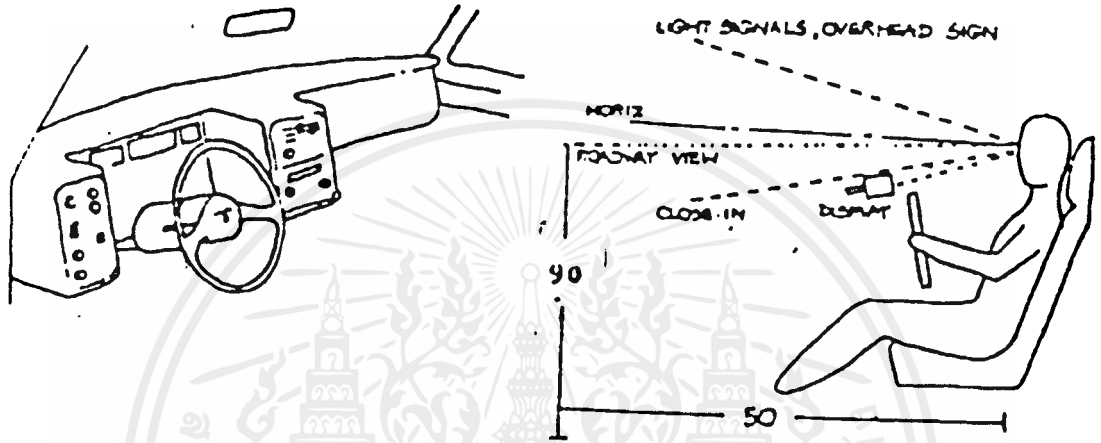
### 3.4.4 ข้อมูลด้านสรีระวิทยา

ความสัมพันธ์ของระยะมุมมองจากรดต้อความสูงของผลิตภัณฑ์

เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของตำแหน่งผู้ขับขี่ยานพาหนะประเภทต่าง ๆ กับสภาพแวดล้อมภายนอกและภายในยานพาหนะ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับ ตำแหน่งและลักษณะของยานพาหนะนั้น ๆ ดังนี้

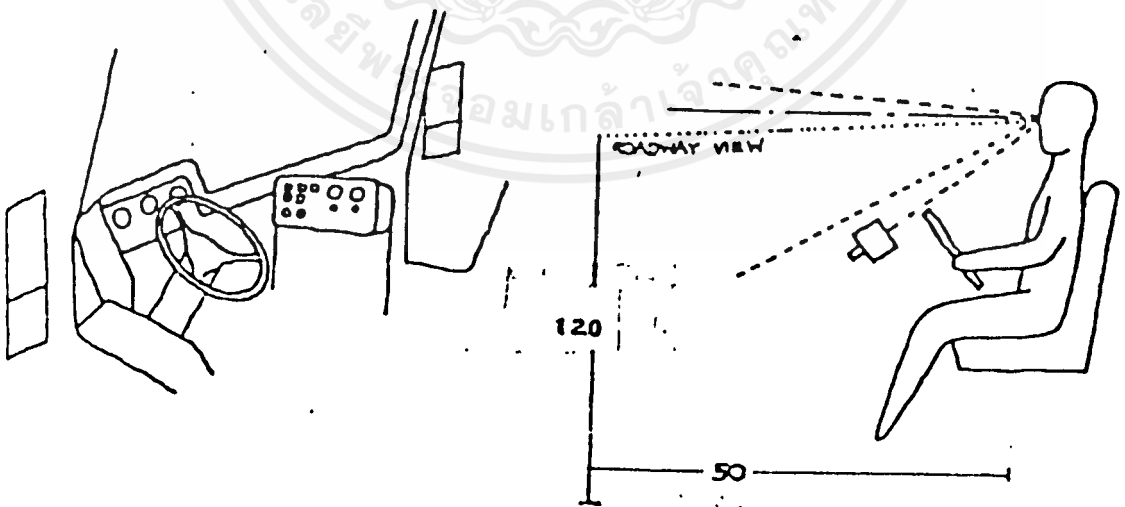
#### 1. ยานพาหนะขนาดเล็ก

ผู้ขับขี่จะนั่งอยู่ในระดับต่ำ ได้แก่ รถยนต์นั่งทั่วไป



#### 2. ยานพาหนะขนาดใหญ่

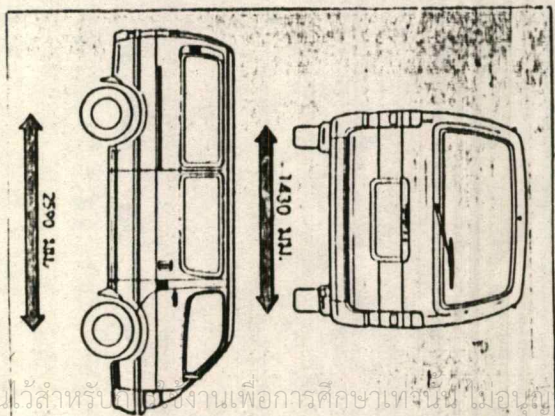
ผู้ขับขี่จะนั่งอยู่ในระดับสูง ได้แก่ รถบรรทุก รถโดยสารประจำทาง



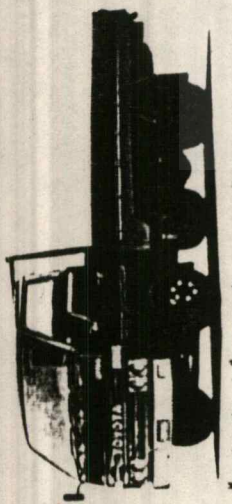
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราคาต่อหน่วย	จำนวน	รวม	จำนวน	รวม	จำนวน	รวม
จำนวน	จำนวน	รวม	จำนวน	รวม	จำนวน	รวม

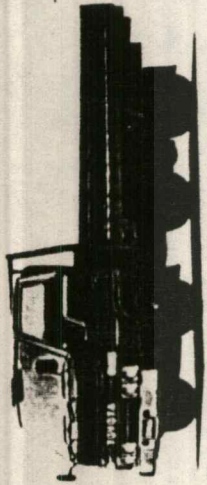
รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	รวม	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	รวม
ความยาวทั้งหมด	มม.	4570	4830	4570	4830	4830	4830
ความกว้างทั้งหมด	มม.	1690	1690	1690	1690	1690	1690
ความสูงทั้งหมด	มม.	1955	1955	1955	1955	1955	2245
ความยาวช่วงล้อ	มม.	2330	2590	2330	2590	2590	2590
	หน้า	1450	1450	1450	1450	1450	1450
ความกว้างช่วงล้อ	มม.	1430	1430	1430	1430	1430	1430
	หน้า	1430	1430	1430	1430	1430	1430
ขนาดล้อบรรทุก	มม.	2755	3015	2755	3015	3015	3015
	หน้า	1540	1540	1540	1540	1540	1540
ระดับต่ำสุดจากพื้น	มม.	1340	1340	1340	1340	1340	1625
	หลัง	190	190	190	190	190	190
น้ำหนัก	กก.	1400	1430	1500	1530	1555	1555
น้ำหนักบรรทุก	กก.	2500	2600	2500	2600	2600	2600



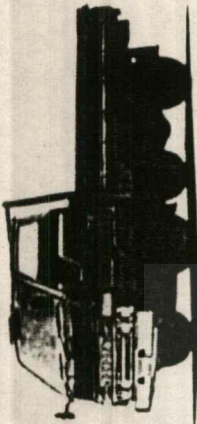
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



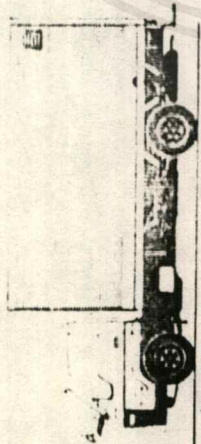
โตนา หัวถังใหญ่ 6 ล้อ กระบะไม้



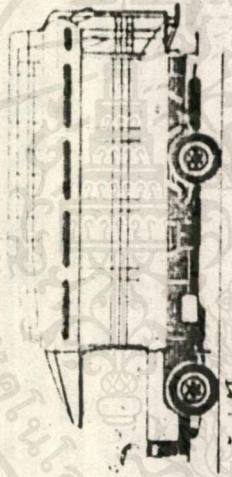
โตนา หัวถังธรรมดา 6 ล้อ ช่วงสั้นยาว



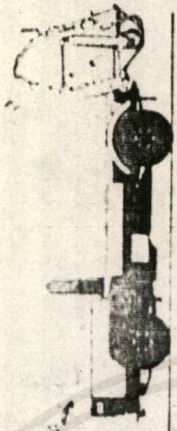
โตนา หัวถังธรรมดา 4 ล้อ กระบะเหล็กไม้



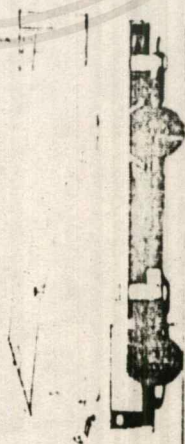
รถตู้คูมึนนิม



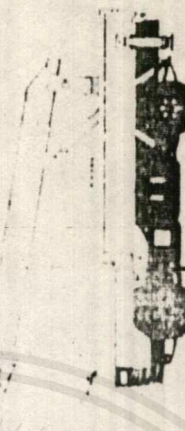
รถตู้สี่ล้อโดยสาร



รถขนส่งปิณฑ



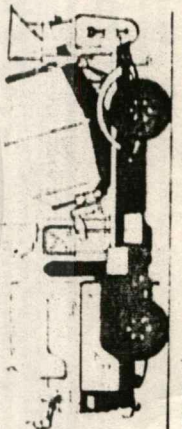
รถกระบะซี



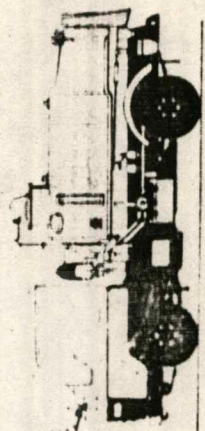
รถกระบะโด



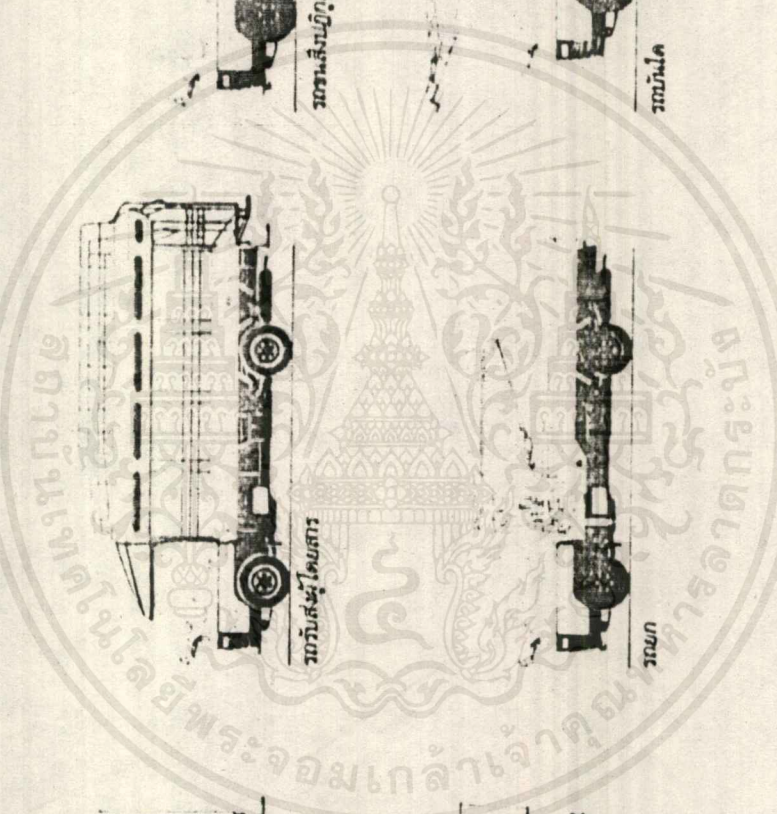
รถบรรทุกน้ำมัน



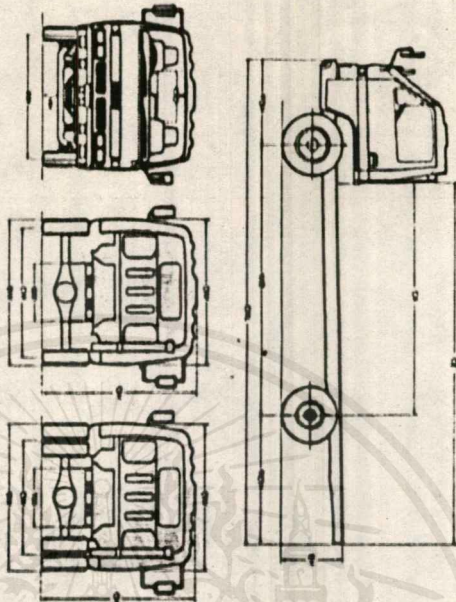
รถขนส่งปูน



รถยกความละเอียดถนน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รุ่น	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด	น้ำหนักบรรทุก	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด
110011	4,200/4,400	5,200	5,500
น้ำหนักบรรทุกสูงสุด (kg)	1,040	1,070	1,240
น้ำหนักบรรทุก (kg)	440	560	600
น้ำหนักบรรทุก (kg)	1,480	1,630	1,840
น้ำหนักบรรทุก (kg)	116	99	115
น้ำหนักบรรทุก (kg)	0.278/0.310	0.337	0.374
น้ำหนักบรรทุก (kg)	5.571 (98/7)	6.143 (43/7)	5.571 (98/7)

\*รวมน้ำหนักของรถบรรทุก  
 \*น้ำหนักบรรทุกสูงสุด  
 \*น้ำหนักบรรทุก (kg)

รุ่น	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด	น้ำหนักบรรทุก	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด	น้ำหนักบรรทุก	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด	น้ำหนักบรรทุก	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด	น้ำหนักบรรทุก	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด	น้ำหนักบรรทุก	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด	น้ำหนักบรรทุก	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด	น้ำหนักบรรทุก	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด	น้ำหนักบรรทุก	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด
รุ่นบรรทุก 5.5 ตัน	4,590	2,490	1,015	1,085	3,005	1,070	1,690	1,285	1,610	1,395	1,990	190	780				
รุ่นบรรทุก 5.5 ตัน	4,610	2,460	1,015	1,135	3,025	1,890	1,690	1,285	1,855	1,425	2,005	190	770				
รุ่นบรรทุก 5.5 ตัน	5,830	3,360	1,015	1,455	4,245	2,190	1,690	1,285	1,855	1,425	2,005	190	770				

พ.ร.บ. : 121.

### 3.5 ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์การยึดประกอบ

สำหรับการศึกษาอุปกรณ์การยึดประกอบที่จะเลือกนำมาเอามาใช้กันในปัจจุบันพบว่ามียุกรณ์ยึดประกอบ มากมายหลายชนิด แต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป แล้วแต่ความต้องการใช้ ดังนั้นการศึกษานำหัวข้อนี้จึงเลือกอุปกรณ์การยึดประกอบที่จะนำมาใช้หรือเกี่ยวข้องกับงานได้ดังนี้คือ

1. connecting fittings
2. concealed knock down
3. drawer slide
4. suspension fittings
5. slides and castors



### 3.5.1 ข้อมูลอุปกรณ์และกรรมวิธีการยึดต่อทางพลาสติก

ปัจจุบันอุปกรณ์เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ได้หันมาใช้วัสดุสังเคราะห์ พลาสติกกันมากขึ้น ชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ มักจะประกอบด้วยพลาสติก โดยมีวิธีประกอบยึดต่อด้วยวิธีการต่าง ๆ มากมาย อาจแบ่งกรรมวิธีในการยึดอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนทางเทคนิคออกได้ 4 อย่างด้วยกัน คือ

1. โดยใช้อุปกรณ์ทางแม่คานิคเป็นตัวยึดต่อ
2. โดยใช้อุปกรณ์กึ่งแม่คานิคคิดเป็นตัวยึดต่อ
3. โดยใช้การเชื่อมด้วยเทคนิคทางฟิลิกส์
4. โดยใช้การเชื่อมด้วยเทคนิคทางเคมี

อุปกรณ์ยึดต่อทางพลาสติก ซึ่งเป็นแม่คานิค หมายถึง การนำเอาเครื่องยึดต่อ (fasteners) ที่ใช้กันโดยทั่วไปในงานแม่คานิคมาใช้งานพลาสติก อาจจะใช้ยึดพลาสติกกับพลาสติกด้วยกันเอง หรือยึดติดกับวัสดุอื่น ๆ ก็ได้ อุปกรณ์ยึดต่อประเภทนี้มีมากมายหลายชนิด ไม่ว่าจะระบุแน่นอนตายตัวลงไปได้หมด จึงเป็นหน้าที่ของนักออกแบบจะต้องสรรหาอุปกรณ์เครื่องยึดต่อทางแม่คานิคที่เหมาะสมและใช้งานได้ดีกับพลาสติก นำมาใช้ให้เหมาะสมกับชิ้นงานของตน การเลือกหาอุปกรณ์มาใช้ให้เหมาะสมจำเป็นต้องพิจารณาในงานต่าง ๆ ตามหลักการของการออกแบบในวิชาศิลปะอุตสาหกรรม

อุปกรณ์ทางแม่คานิคที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป อาจแบ่งประเภทออกไปได้อีกหลายประเภท แต่ละประเภทมีเทคนิคในการออกแบบเพื่อใช้กับงานพลาสติกแตกต่างกันไป

#### ตะปูเกลียว (Screws)

การยึดต่อหรือประกอบชิ้นงานพลาสติกกับพลาสติก หรือพลาสติกกับวัสดุอื่น ๆ โดยทั่วไป นิยมใช้ตะปูเกลียวเป็นเครื่องยึด ตะปูเกลียวมีหลายชนิด แต่ที่สามารถใช้กับงานพลาสติกได้ดี ต้องพิจารณาคูที่ลักษณะของเกลียว

ลักษณะของเกลียวของตะปูเกลียวที่ใช้ได้ดีกับพลาสติกจำพวก TP ได้แก่ ตะปูเกลียวชนิด B, U, BP และ T ทั้ง 4 ชนิดที่กล่าวมานี้เป็นเกลียว "UAS Standard" หากใช้เกลียวใน Standard อื่น ๆ ควรเลือกโดยใช้ตารางเทียบ Standard.

รูปภาพที่ 51 แสดงตะปูเกลียว 4 ชนิด ที่ใช้ได้ดีกับพลาสติกจำพวก TP

สำหรับตะปูเกลียวที่ใช้ได้ดีกับพลาสติกจำพวก TS ได้แก่ ตะปูเกลียวชนิด D, T, F, BF, G, BT, (USA Standard) สาเหตุสำคัญที่ต้องเลือกสรรลักษณะของเกลียวของตะปูเกลียวให้เหมาะสมกับจำพวกของพลาสติก เนื่องจากพลาสติกจำพวก TP ทุกชนิดเป็นพลาสติกที่ "มีความจำ" (Plastic) กล่าวคือ มันจะพยายามคืนสู่รูปเดิมภายหลังที่มันได้ถูกทำลายรูปร่างด้วยแรงจากภายนอก เมื่อเวลาไขรูลงไปบนเนื้อพลาสติกจำพวก TP จนแน่น เพื่อให้สกรูนั้นจะเกิดความแน่นและตึง พลาสติกจะส่งแรงต้านทานกลับย้อนกับทิศทางหมุนของเกลียว เพราะพลาสติก TP มีความจำ มันจะพยายามคืนรูปเดิมของมัน แรงต้านทานกลับนี้จะทำให้เกิดความคับแน่น และช่วยยึดสกรูให้แน่นหนาดีขึ้น แต่สำหรับพลาสติกจำพวก TS เป็นพลาสติกที่ไม่มี ความจำ ถ้านำเอาตะปูเกลียวชนิดที่ใช้ได้ดีกับพลาสติก TP แทนที่จะเกิดแรงยึดกับสกรูกลับเกิดแรงเครียดขึ้นบนเนื้อพลาสติกขณะที่เกลียวของสกรูเจาะลงไปบนเนื้อพลาสติก เมื่อแรงเครียดเพิ่มขึ้นถึงจุดหนึ่ง ก็ทำให้พลาสติกแตกร้าว หรือหักออกทันที

จากรูปแสดงลักษณะของตะปูเกลียว 4 ชนิด ที่ใช้ได้ดีกับพลาสติกจำพวก TP ตะปูเกลียวชนิด B เป็นตะปูเกลียวปลายตัด มีเกลียวห่าง และเกลียวตอนปลายไม่เข้าเกลียวคมเข้าหน้า ที่เจาะเปิดทาง ดังนั้นตะปูเกลียวชนิด B จึงเป็นตะปูเกลียวที่เหมาะสมแก่งานทั่วไป ไขไขได้เร็ว ส่วนตะปูเกลียวชนิด BP ก็มีลักษณะเหมือนชนิด B ต่างกันตรงปลายมีลักษณะแหลม (มุม 45 องศา) ไขสำหรับเจาะนำ เหมาะสมใช้งานพลาสติก TP ที่มีความแข็ง ตะปูเกลียวชนิด B เป็นตะปูเกลียวแบบ "Multi-thread" เหมาะสำหรับงานประเภทติดตายหรือมีการถอดส่น้อยครั้ง ตะปูเกลียวชนิด C เป็นตะปูเกลียวที่เหมาะสมกับพลาสติกจำพวก Nylon เป็นตะปูเกลียวที่มีปลายบากทางเฉียง ไขสำหรับเจาะนำร่องได้ดี

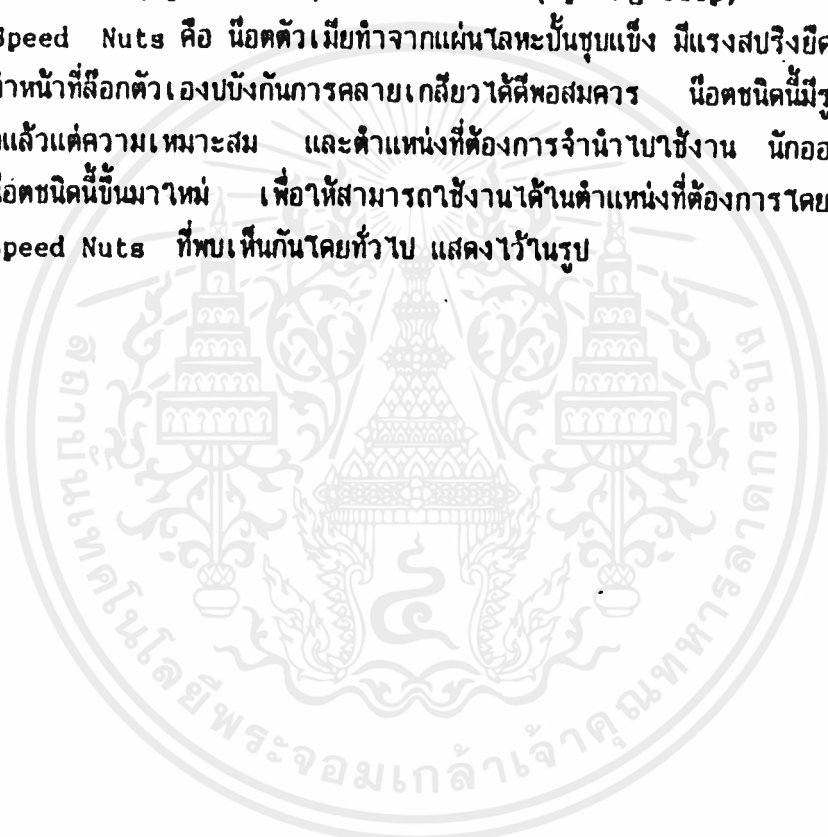
รูปภาพที่ ๖๖ แสดงตะปูเกลียว 6 ชนิด ที่ควรใช้พลาสติกจำพวก TS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบชิ้นงานที่ทำด้วยพลาสติกทั้ง TP และ TS ใช้ตะปูเกลียวเป็นเครื่องยึด ต่อ นักออกแบบจะต้องออกแบบรูเจาะเตรียมไว้สำหรับใช้กับตะปูเกลียว การออกแบบรูเจาะนำ สำหรับตะปูเกลียวในงานพลาสติก TP และ TS มีเทคนิคแตกต่างกันเล็กน้อย กล่าวคือ ในงานพลาสติกจำพวก TP รูเจาะเป็นรูตรงธรรมดา มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า " Root-Dia" ของสกรูเล็กน้อยแต่ต้องไม่โตกว่า "Major-Dia" อาจจะมี Chamfer หรือ Taper ด้วยก็ได้ ในงานพลาสติกจำพวก TS รูเจาะนำร่องจะต้องมี Chamfer และ Taper และถ้าเป็นไปได้ควรทำให้ Taper มีความเอียงเท่ากับ Taper ของสกรูด้วย

### คลีปตัวเมีย (Speed Nuts) และสปริงคลีป (Spring Clip)

Speed Nuts คือ น็อตตัวเมียทำจากแผ่นโลหะปั้นชุบแข็ง มีแรงสปริงยึดหยุ่นในตัว จึงสามารถใช้ทำหน้าที่ล็อกตัวเองบ่งกับการคลายเกลียวได้ดีพอสมควร น็อตชนิดนี้มีรูปร่างแตกต่างกันหลายชนิดแล้วแต่ความเหมาะสม และตำแหน่งที่ต้องการนำมาใช้งาน นักออกแบบอาจออกแบบรูปร่างน็อตชนิดนี้ขึ้นมาใหม่ เพื่อให้สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่ต้องการโดยเฉพาะก็ได้ ตัวอย่างของ Speed Nuts ที่พบเห็นกันโดยทั่วไป แสดงไว้ในรูป



### หมุดย้ำ (Rivets)

หมุดย้ำเป็นอุปกรณ์เครื่องยึดต่อที่ใช้ได้ดีในงานพลาสติก ส่วนมากนิยมมาใช้ยึดพลาสติกกับโลหะ ข้อเสียของหมุดย้ำ คือความไม่มั่นคงแข็งแรง และเป็นการติดตามถอดไม่ได้ แต่ข้อได้เปรียบคือ มีราคาถูกและสะดวกรวดเร็วในการติดตั้งยึดต่อ ตัวหมุดย้ำทองเหลือง อลูมิเนียม และหมุดย้ำพลาสติกก็ได้ เทคนิคการออกแบบงานยึดต่อพลาสติกโดยใช้หมุดย้ำ ควรพิจารณาจุดที่สอดคล้องส่วนความหนาของปลายย้ำ (Clinch Allowance) กับศูนย์กลางของตัวหมุด (Shank Dia)



### ภาพที่ 53 แสดงการใช้หมุดย้ำในงานยึดต่อพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุป

ข้อมูลอุปกรณ์และกรรมวิธีการยึดต่อทางพลาสติก  
อุปกรณ์ยึดต่อทางพลาสติก ซึ่งเป็นเม็ดคานิค หมายถึง การนำเอาเครื่องยึดต่อ  
ที่ใช้กันโดยทั่วไปในงานเม็ดคานิคมาใช้ในงานพลาสติก อาจจะใช้ยึดพลาสติกกับพลาสติก  
ด้วยตัวเอง หรือยึดติดกับวัสดุอื่น ๆ ก็ได้

อุปกรณ์ทางเม็ดคานิคที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป อาจแบ่งประเภทออกไปได้อีกหลายประ  
เภท แต่ละประเภทมีเทคนิคในการออกแบบเพื่อใช้กับงานพลาสติกแตกต่างกันไป

1. ตะปูเกลียว สำหรับตะปูเกลียวที่ใช้ได้ดีกับพลาสติกจำพวก TS เนื่อง  
จากพลาสติกจำพวก TP ทุกชนิดเป็นพลาสติกที่จะพยายามคืนสู่รูปเดิมภายหลังที่มันได้ถูกทำลาย  
รูปร่างด้วยแรงจากภายนอก เมื่อเวลาไขรูลงไปในเนื้อพลาสติกจำพวก TP จะแน่น เพื่อให้สกรู  
นูนจะเกิดความแน่นและดึง พลาสติกจะส่งแรงต้านทานกลับย้อนกับทิศทางหมุนของเกลียวเพราะ  
พลาสติกจะพยายามคืนรูปเดิมของมัน แรงต้านทานกลับนี้จะทำให้เกิดความคับแน่น และช่วยยึด  
สกรูให้แน่นหนาดีขึ้น แต่สำหรับพลาสติกจำพวก TS เป็นพลาสติกที่ไม่มีการคืนรูป แทนที่จะเกิด  
แรงยึดกับสกรูกลับเกิดแรงเครียด ขึ้นในเนื้อพลาสติกขณะที่เกลียวของสกรูเจาะลงไป  
ในเนื้อพลาสติก เมื่อแรงเครียดเพิ่มขึ้นถึงจุดหนึ่ง ก็ทำให้พลาสติกแตกร้าว หรือหักออกทันที ตะ  
ปูเกลียวชนิด B เป็นตะปูเกลียวแบบ "Multi-thread" เหมาะสำหรับงานประเภทติดตายหรือ  
มีการถอดใส่บ่อยครั้ง

2. คลิปตัวเมีย และสปริงคลิป คือน็อตตัวเมียทำจากแผ่นโลหะบีบขุบแข็ง มี  
แรงสปริงยึดหยุ่นในตัว จึงสามารถใช้ทำหน้าที่ล็อกตัวเองป้องกันการคลายเกลียวได้ดีพอสมควร

3. หมุดย้ำ เป็นอุปกรณ์เครื่องยึดต่อที่ใช้ได้ดีในงานพลาสติก ส่วนมากนิยมมาใช้  
ยึดพลาสติกกับโลหะ ข้อเสียของหมุดย้ำ คือความไม่มั่นคงแข็งแรง และเป็นการติดตายถอด  
ไม่ได้ แต่ข้อได้เปรียบคือ มีราคาถูกและสะดวกรวดเร็วในการติดตั้งยึดต่อ ตัวหมุดย้ำทอง  
เหลือง อลูมิเนียม และหมุดย้ำพลาสติกก็ได้

### 3.6 ข้อมูลเกี่ยวกับป้าย

วิวัฒนาการของการออกแบบป้ายซึ่งเริ่มมาจากการออกแบบให้เป็นที่ยอมรับ ซึ่งจะมี 2 สิ่งที่เกี่ยวข้องกันคือ เทคนิคและความงาม ซึ่งจากเดิมป้ายจะถูกออกแบบให้ลักษณะงาน 2 มิติ คือ เป็นงานทางกราฟิคเสียเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งต่อมานักออกแบบได้เห็นถึงความสำคัญของป้ายซึ่งจะมีลักษณะเป็น 3 มิติตัวป้ายเป็นที่ๆ จะเป็นตัวรับสื่อพหุรูปภาพหรือข้อความที่ต้องการแสดง ดังนั้นป้ายจึงมีความสำคัญไม่น้อยกว่าสัญลักษณ์ ป้ายที่ดีจะช่วยทำให้สัญลักษณ์นำเสนอดียิ่งขึ้น สามารถจำแนกป้ายเป็น 2 ประเภทใหญ่ตามประโยชน์ใช้สอยได้ดังนี้

1. ป้ายภายนอก (exterior sign)
2. ป้ายภายใน (interior sign)

1. ป้ายภายนอก (exterior sign) คือป้ายที่อยู่ภายนอกอาคารเป็นป้ายที่จะเป็นสื่อแก่ผู้ให้บริการเป็นอันดับแรกซึ่งจะอยู่บริเวณรอบอาคาร หรือตามถนนหรือทางแยก จำเป็นต้องใช้วัสดุที่ต้องแข็งแรงคงทนต่อสภาพแวดล้อม คือทนทานต่อการกัดกร่อนของ ฝน ลม แสงแดด ซึ่งจะแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.1 ป้ายที่ติดกับตัวอาคาร (wall sign) เป็นป้ายที่ติดภายนอกของอาคารอาจจะติดกับผนังของอาคารหรือส่วนทางเข้าอาคาร ศาลา ฯลฯ

1.2 ป้ายติดตั้งอิสระ (free standing sign) ป้ายชนิดนี้จะไม่เกี่ยวข้องกับตัวอาคารจะอยู่ใด ๆ ตามถนนหรือทางแยกหรือใกล้ ๆ ตัวอาคารแบ่งได้ เป็น 2 ชนิดคือ

1.2.1 ป้ายอิสระติดตาย (fix free standing sign) เป็นป้ายที่ติดตั้งอิสระตายตัว ไม่สามารถเคลื่อนย้าย หรือเคลื่อนที่ไปไหน มักเป็นป้ายที่บอกทิศทางหรือป้ายบอกชื่อ

1.2.2 ป้ายอิสระเคลื่อนย้ายได้ (movable free standing) เป็นป้ายติดตั้งอิสระชั่วคราวที่ใช้ในบางครั้งเมื่อต้องการนำมาตั้ง เมื่อเสร็จงานก็จะเก็บหรือไปใช้ในที่อื่น ๆ ต่อไป เช่นป้ายจราจร ป้ายห้ามผ่านชั่วคราว ฯลฯ

2. ป้ายภายใน (interior sign) คือป้ายที่อยู่ภายในอาคาร มีลักษณะที่ต่างไปจากป้ายภายนอกเป็นป้ายที่สื่อความหมายต่อมาจากป้ายภายนอกเพื่อบริการให้ไปยังจุดหมายภายในอาคารที่ต้องการจะไป สามารถแบ่งได้เป็น 4 ชนิด

2.1 ป้ายติดผนัง (wall sign) มีลักษณะการใช้งานเหมือนกับป้ายติดผนังภายนอกอาคาร แต่จะต่างกันตรงที่ติดอยู่ภายในอาคาร มุมมองของป้ายจะมองได้ด้านเดียว

2.2 ป้ายยื่นจากผนัง จะมีลักษณะยื่นออกมาจากผนัง โดยจะมีแกนติดกับผนังภายนอก มุมมองจะมองได้ 2 ด้าน

2.3 ป้ายห้อย (suspension sign) เป็นป้ายห้อยลงมาจากเพดาน มักจะเป็นป้ายที่อยู่ตามทางเดินที่มีเพดานสูง จึงต้องห้อยป้ายลงมาด้วย ลวด สวิง โช้ เหล็กเส้น ฯลฯ เพื่อให้ป้ายลงมาอยู่ในระดับที่พอเหมาะกับมุมมองของสายตา ป้ายชนิดนี้จะมองได้ 2 หน้า

2.4 ป้ายติดตั้งอิสระ (free standing sign) มีลักษณะเช่นเดียวกับป้ายภายนอก

แต่ไม่ค่อยนิยมมาใช้ภายใน แบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ

2.4.1 ป้ายติดตั้งอิสระยึดตาย

2.4.2 ป้ายติดตั้งอิสระเคลื่อนย้ายได้

## ป้ายแบ่งตามลักษณะการติดตั้ง

ป้าย



## ป้ายแบ่งตามลักษณะการวาง

ป้ายทิศทาง (direct sign)

ป้ายบอกแผนก (identification sign)

ป้ายแนะนำ (instruction sign)

ป้ายผัง (information sign)

ป้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### 3.7 มาตรฐานป้ายจราจร

ป้ายจราจรที่ใช้งานก่อสร้างและบำรุงรักษาทาง จัดแบ่งออกเป็น 3 ชนิด เช่นเดียวกับป้ายจราจรทั่วไปที่ติดตั้งบนทางหลวง คือ

- ป้ายบังคับ
- ป้ายเตือน
- ป้ายแนะนำ

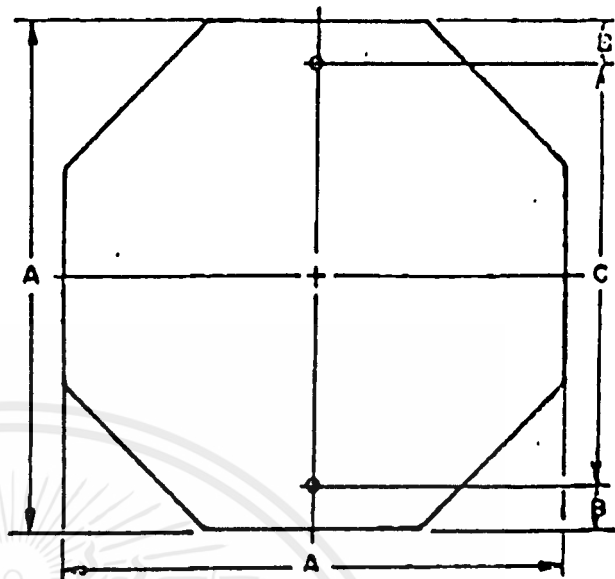
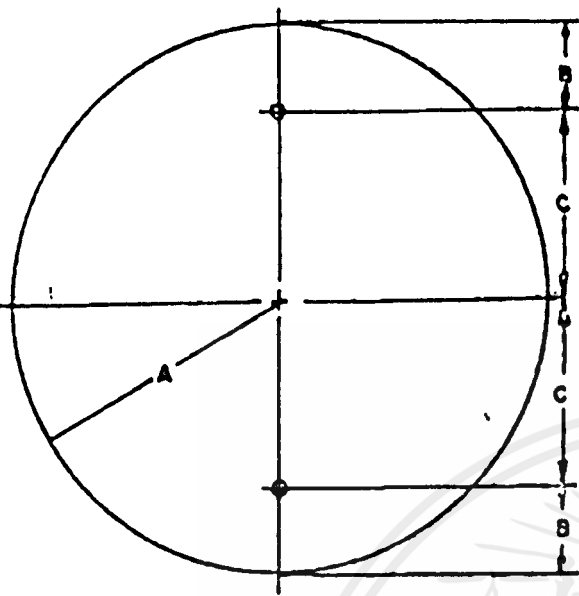
สำหรับป้ายแนะนำให้รวมถึงป้ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงาน เช่นป้ายที่ชี้บะ  
ยชนำในการประชาสัมพันธ์ และป้ายโครงการ เป็นต้น

ลักษณะของป้ายจราจรนี้ให้เป็นไปตามแบบมาตรฐานป้ายจราจรทั่วไป แต่เพื่อ  
ที่จะเน้นให้ผู้ขับขี่เพิ่มความระมัดระวังมากขึ้น จึงกำหนดให้ใช้สีป้ายเตือนและป้ายแนะนำ เป็นสี  
แสด (Orange) เป็นส่วนมาก

#### 3.7.1 มาตรฐานตัวอักษรและตัวเลข

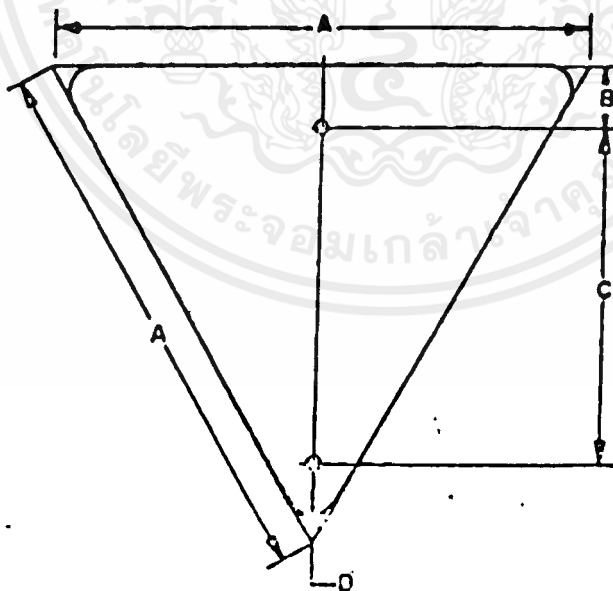
แบบของตัวอักษรและตัวเลข และการจัดระยะห่างระหว่างตัวอักษรให้ใช้  
ตามหนังสือมาตรฐานตัวอักษรและตัวเลขสำหรับป้ายจราจรของกรมทางหลวง ส่วนขนาดและชุด  
ของตัวอักษรและตัวเลข ให้ใช้ตามที่กำหนดไว้ในป้ายแต่ละป้าย แต่อย่างไรก็ตามป้ายบางแบบมีจำ  
นวนตัวอักษรไม่เท่ากัน อาจบรรจุข้อความลงในป้ายขนาดตามต้องการไม่ได้ ก็ให้พิจารณา  
ขนาดขนาดตัวอักษรลงตามความเหมาะสม

# มาตรฐานแผ่นป้าย



มิติเป็นเซนติเมตร		
A	B	C
30	7.5	22.5
37.5	7.5	30
45	7.5	37.5

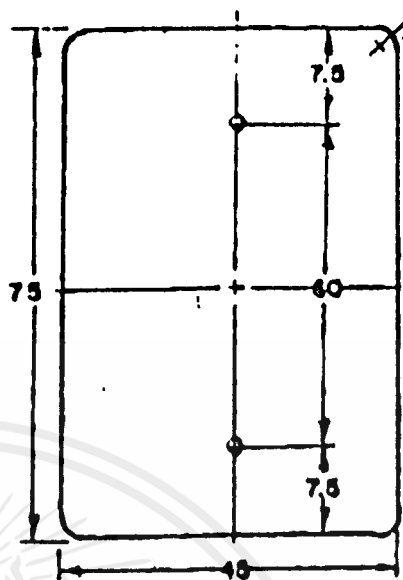
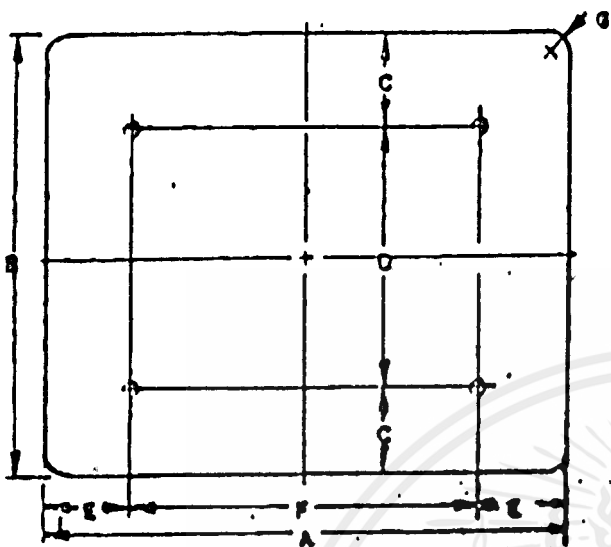
มิติเป็นเซนติเมตร		
A	B	C
75	7.5	60
90	7.5	75



มิติเป็นเซนติเมตร			
A	B	C	D
75	7.5	45	5
90	7.5	52.5	6

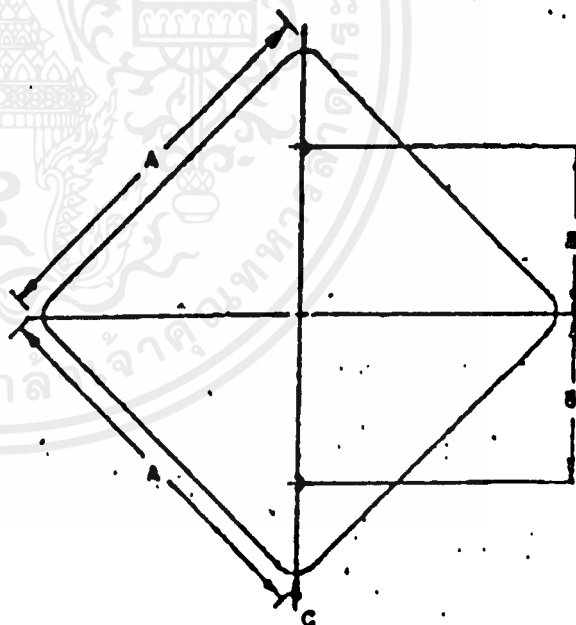
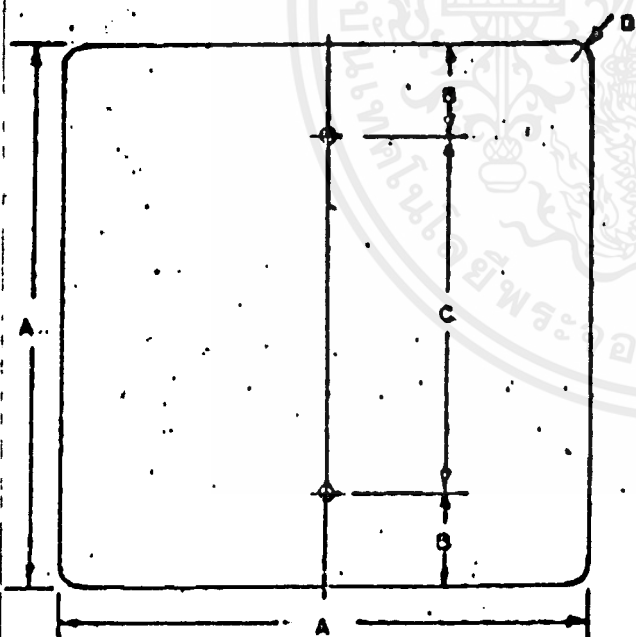
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# มาตรฐานแผ่นป้าย



มีคเป็นเซนติเมตร

A	B	C	D	E	F	G
120	60	7.5	45	20	60	3.5
120	80	10	60	20	80	5



มีคเป็นเซนติเมตร

A	B	C	D
45	7.5	30	3.5
60	7.5	45	3.5

มีคเป็นเซนติเมตร

A	B	C
60	30	3.5
75	37.5	4.5
90	45	5.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.8 ลักษณะโครงสร้างและระบบการจัดเก็บ

สิ่งที่สำคัญของโครงสร้างคือ ความแข็งแรง แต่ความแข็งแรงนั้นจะต้องมีความทนทานต่อการเคลื่อนย้าย และสิ่งที่ต้องการมากกว่านี้ก็คือ ต้องง่ายแก่การผลิตในระบบอุตสาหกรรม (Mass Product) และต้องง่ายแก่การซ่อมแซมและบำรุงรักษาอีกด้วย

ในเมืองระบบการขนส่งสำหรับตัวอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถมีความสำคัญมาก เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน และประหยัดเนื้อที่ในการเก็บไว้ในป้อมตำรวจ ดังนั้นโครงสร้างต่าง ๆ ของตัวผลิตภัณฑ์จึงได้พัฒนาไปดังจะกล่าวดังต่อไปนี้

1. แบบพับ
2. แบบซ้อนกัน
3. แบบต่อยื่นออก
4. แบบถอดประกอบ
5. แบบปรับระดับ
6. แบบสำเร็จรูป
7. แบบใช้ประกอบกัน
8. แบบร่วมกัน

แม้ว่าปัจจุบันจะมีรูปแบบโครงสร้างใหม่ ๆ ดังที่ได้กล่าวแล้ว ทำให้ได้เปรียบเทียบในด้านออกแบบโครงสร้าง แต่ข้อเสียเปรียบที่มองเห็นได้ชัดก็คือ

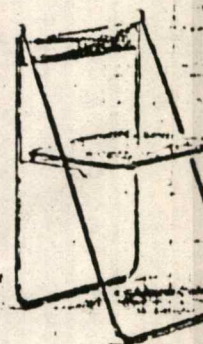
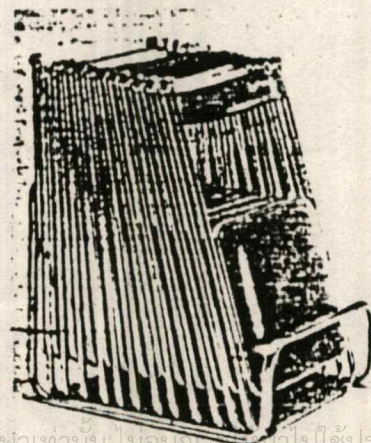
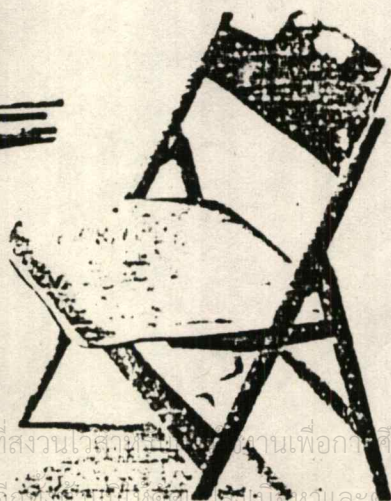
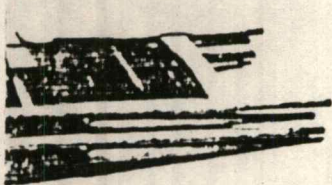
1. ความแข็งแรงจะลดลง
2. ราคาผลิตภัณฑ์จะสูงขึ้น

ลักษณะโครงสร้างที่มีอยู่ในปัจจุบันแบ่งได้ดังนี้

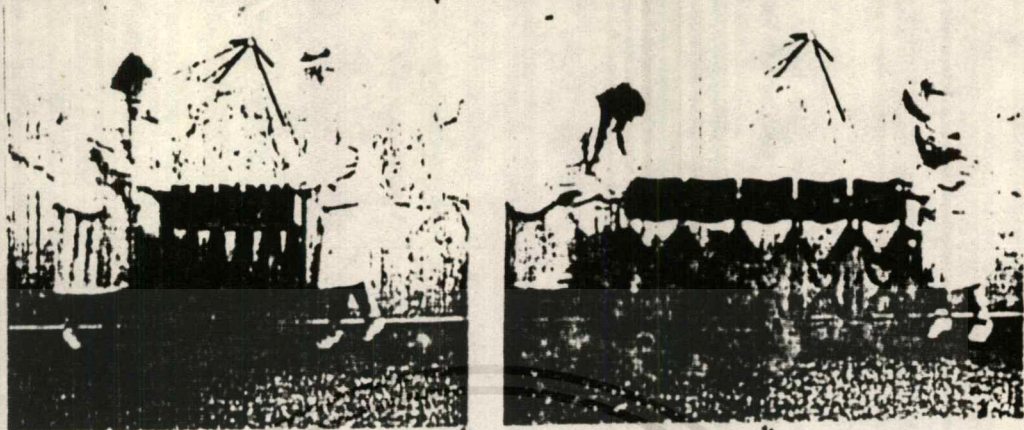
#### 1. โครงสร้างแบบพับ

ลักษณะการพับโดยทั่ว ๆ ไป มีการพับหลายแบบ แล้วแต่ความเหมาะสมทางด้านรูป Form และความแข็งแรงรวมทั้ง Material ที่ใช้ลักษณะการพับพอจะแบ่งออกเป็นลักษณะต่าง ๆ ได้ดังนี้

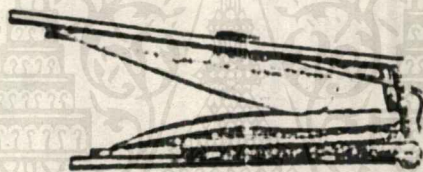
1.1 การพับตามแนวตั้ง (ทางด้านหน้า) เป็นการพับที่จะมีลักษณะการพับที่เสร็จแล้ว จะแบนดังรูป



1.2 การพับตามแนวตั้ง (ทางด้านข้าง) ลักษณะการพับแบบนี้จะคล้ายกับแบบแรกแต่จะมีทิศทางการพับที่ไม่เหมือนกัน ส่วนมากจะนิยมใช้กับเก้าอี้ที่มี โครงสร้างที่แข็ง และหนักหึ่งเป็นผ้าใบหรือหนัง เพราะว่าเป็นวัสดุที่พับได้อย่างอิสระ



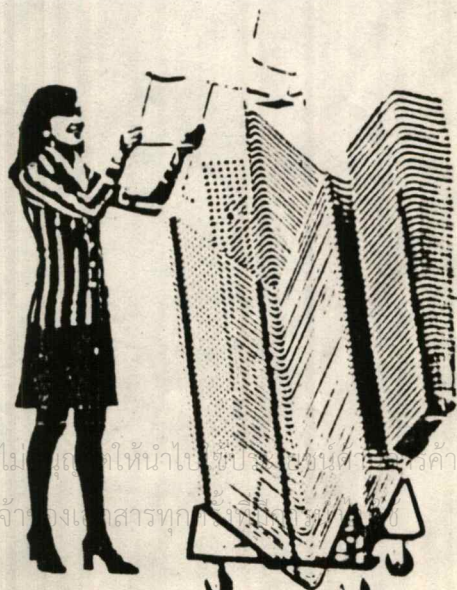
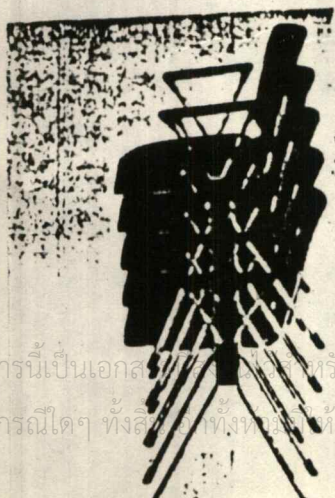
1.3 การพับแบบพับทั้งตัว ลักษณะการพับแบบนี้ จะไม่มีรูปแบบการพับที่แน่นอนขึ้นอยู่กับกรอกแบบว่า Form ควรจะพับได้อย่างไร



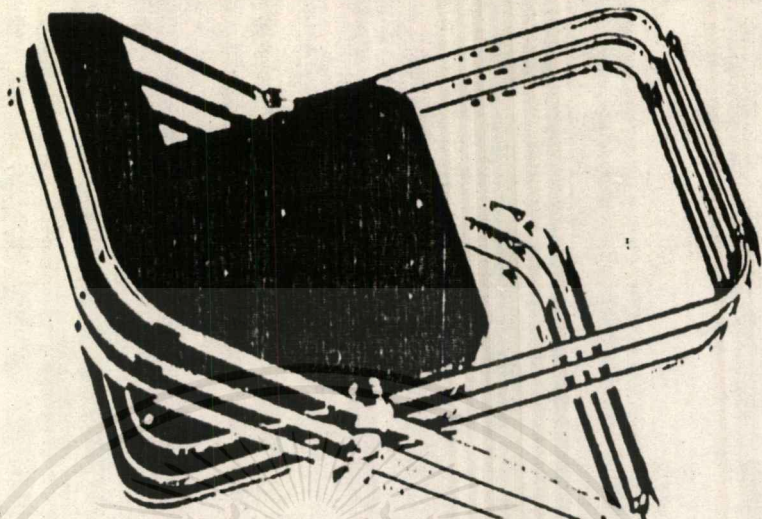
2. แบบซ้อน เก้าอี้แบบซ้อนโดยทั่วไป จะมีโครงสร้างหลักที่ เชื่อมหรือยึดติดตายตัวอาจจะมีพับได้บางส่วน ลักษณะการซ้อนของเก้าอี้ ทำได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับ Form ของเก้าอี้ ซึ่งจะมีความเหมาะสมแตกต่างกันไป

2.1 การซ้อนชั้นข้างบน เป็นการซ้อนเก้าอี้ ตัวต่อตัว โดยการนำมาวางซ้อนกันทางด้านบนของเก้าอี้ จะวางซ้อนกันขึ้นไปเรื่อย ๆ ในแนวตรง

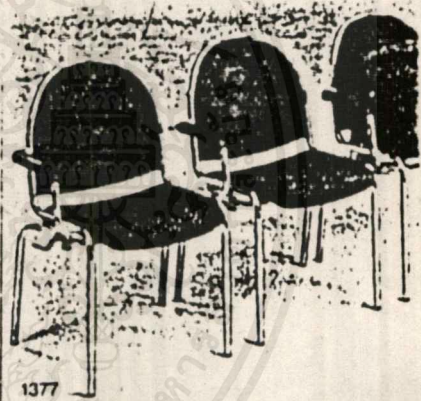
- วางเก้าอี้ตรง
- วางเก้าอี้เอียง



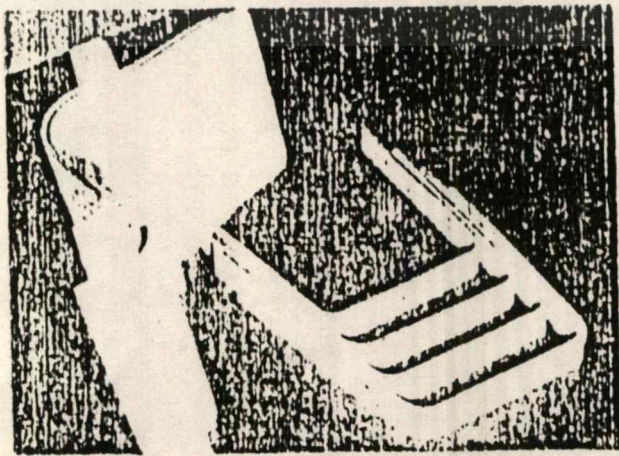
2.2 การซ้อนไขว่แนวราบ เป็นการซ้อนแต่มีทิศทางในการซ้อนที่แตกต่างกันจากการซ้อนแบบ 2.1 ซึ่งแบบแรกจะซ้อนกันทางด้านบนของเก้าอี้ แต่แบบนี้จะซ้อนกันทางด้านหน้าหรือทางด้านข้างของเก้าอี้ ไขว่แนวราบขนานกับพื้น ส่วนมากจะต้องมีการพับบางส่วนก่อนแล้วค่อยซ้อนทับ



3. แบบสำเร็จ เป็นแบบที่มีโครงสร้างตายตัวไม่มีส่วนใด พับ หรือ เคลื่อนที่ได้



4. แบบถอดตัว คือโครงสร้างที่สามารถถอดประกอบเป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้แต่เมื่อนำมาประกอบกันแล้วจะเป็นโครงสร้างที่ตายตัวไม่มีส่วนใดที่สามารถพับหรือเคลื่อนที่ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.9.1 พลาสติก สมบัติทั่วไปของวัสดุพลาสติก

#### 1. ข้อดีของพลาสติก

การเลือกใช้พลาสติกในงานที่มีลักษณะเฉพาะและงานชนิดพิเศษต่างๆ มักจะเป็นผลมาจากข้อดีเฉพาะอย่างหรือหลายอย่าง ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการแบ่งแยกลักษณะของวัสดุพลาสติกได้แก่

##### 1.1 ความยืดหยุ่นในการออกแบบ

เทคโนโลยีการผลิตที่ใช้ในการแปรรูปพลาสติก เช่นการอัดรีด และโดยเจเนาะอย่างซึ่งการฉีดขึ้นรูปทำให้สามารถผลิตชิ้นงานพลาสติกได้หลายรูปร่างด้วยต้นทุนที่ต่ำเนื่องจากองศาของความเป็นอิสระที่เกิดจากกระบวนการฉีดขึ้นรูป ทำให้ชิ้นงานที่ซับซ้อนสามารถถูกผลิตด้วยพลาสติกได้ จากการทำงานเพียงขั้นตอนเดียว เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตชิ้นงานที่เป็นโลหะ จะต้องการขั้นตอนการทำงานที่มากขึ้น เมื่อประกอบชิ้นงานแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงขึ้น

##### 1.2 น้ำหนักเบา

ด้วยน้ำหนักที่เบาของพลาสติก เมื่อเปรียบเทียบกับโลหะและเซรามิค จะเป็นสิ่งสำคัญในการพิจารณานำพลาสติกมาใช้ประโยชน์ในงานต่าง ๆ และจากสมบัติข้อนี้มีส่วนช่วยให้พลาสติกถูกนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมยาน อากาศ เครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องกีฬา

##### 1.3 ราคาถูก

เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชนิดอื่น ๆ พลาสติกสามารถแข่งขันได้มากในด้านราคา โดยทั่วไปพลาสติกมักจะซื้อตามน้ำหนัก และขายไปโดยปริมาตร ดังนั้นพลาสติกที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำจะทำให้ได้กำไรมากขึ้น อย่างไรก็ตามจะสังเกตเห็นว่าต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกอาจแปรเปลี่ยนไปได้มาก ขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตและเกรดหรือระดับคุณภาพของวัตถุดิบพลาสติกที่ใช้งานทั่วไป (commodity plastic) เช่น พอลิโพรพิลีน พอลิเอทิลีน พอลิพรอพิลีน และพีวีซี จะมีการผลิตขึ้นเป็นปริมาณมาก และมีราคาถูกกว่าพลาสติกที่มีสมรรถนะสูง (high performance plastics) เช่น พอลิอีเทอร์ซัลโฟเน (polyethersulphone) พอลิอีเทอร์คีโตน (polyetherketone) พอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์ (poly vinylidene fluoride) ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษ สามารถนำมาใช้งานการผลิตส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่มีราคาสูง

นอกจากนี้ในการพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการผลิตผลิตภัณฑ์สำเร็จจากพลาสติก จะต้องพิจารณารวมถึงค่าใช้จ่ายในการแปรรูป ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับปริมาณการผลิตที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น การใช้เครื่องจักรที่มีราคาสูงเช่น เครื่องฉีดขึ้นรูป เครื่องเป่าขึ้นรูป หรือเครื่องอัดรีด ปริมาณในการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกจะต้องมีมากพอ เพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อชิ้นของสินค้าเหมาะสม

#### 1.4 มีสมบัติต่าง ๆ กว้างขวาง

สมบัติเชิงกลของพลาสติกอาจแปรเปลี่ยนไปตามชนิดของพอลิเมอร์ และรูปแบบของการปรับปรุง สมบัติของพลาสติก ตัวอย่างเช่น พลาสติกอาจจะอ่อนนุ่มหรือยืดหยุ่นได้ดีเหมือนกับโพลีเอทิลีน ที่ใช้ทำเบาะ หรือพลาสติกอาจจะมีความแข็งแรงและความแข็งตึงสูง ดังเช่นอีพอกซีเสริมแรงเส้นใยคาร์บอนซึ่งใช้เป็นโครงสร้างของอากาศยานแทนโลหะ พลาสติกอาจจะแข็งและเปราะหรือเป็นวัสดุแข็งและเหนียวได้จากสมบัติเชิงกลต่าง ๆ มากมายนี้ ทำให้สามารถเลือกใช้พลาสติกให้เหมาะสมกับการใช้งานต่าง ๆ หลาย ๆ แบบ

เนื่องจากพลาสติกสามารถทำให้เป็นสีสรรต่าง ๆ โดยใช้สีย้อม และรงควัตถุต่าง ๆ ทำให้เราสามารถผลิตชิ้นงานที่มีสีสรรต่าง ๆ ได้มากมายโดยไม่จำกัด

พลาสติกอาจจะมีผลิตให้มีความใส หรือทึบ ก็ได้ตามความต้องการ ตัวอย่างเช่น ความใส ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการประยุกต์ใช้ประโยชน์สำหรับงานบรรจุภัณฑ์ โดยใช้เป็นภาชนะบรรจุหรือฉลิม

เนื่องจากพลาสติกหลาย ๆ ชนิดมีความต้านทานต่อกระแสไฟฟ้าสูง ทำให้สามารถนำมาใช้เป็นฉนวนหุ้มสายเคเบิล (พอลิเอทิลีนหรือพีวีซี) หรือสำหรับใช้ในแผ่นวงจรไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ (อีพอกซีเรซิน) ในทางตรงกันข้าม ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาปรับปรุงให้พลาสติกมีสมบัติที่นำไฟฟ้าได้ เช่น พอลิอะเซทิลีน หรืออาจจะปรับปรุงโดยใช้การเติมโลหะหรือเส้นใยคาร์บอน เพื่อช่วยเพิ่มสมบัติการนำไฟฟ้าให้มากขึ้น

สมบัติทางเคมีของพลาสติกอาจแปรเปลี่ยนไปได้ตามองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุ พลาสติกบางชนิดสามารถละลายน้ำได้ เช่น พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ poly(vinylalcohol) พลาสติกบางชนิดก็มีความทนทานต่อกรดและด่างสูง ทำให้สามารถนำมาทำเป็นท่อในโรงงานเคมี เช่น พอลิเทอร่าฟลูออโรเอทิลีน หรือเทฟลอน สมบัติที่สำคัญของพลาสติกที่ทำให้มีสมบัติเหนือกว่าโลหะ ก็คือความต้านทานต่อการกัดกร่อน สมบัติดังกล่าวนี้จะมีความสำคัญมากในการประยุกต์ใช้งาน เช่น ถังบรรจุน้ำและชิ้นส่วนล่างของตัวถังรถยนต์ สมบัติที่พิเศษอีกอย่างหนึ่งของพลาสติกบางชนิดคือ ความยอมรับได้ของร่างกาย (biocompatibility) ตัวอย่างเช่น พอลิเอทิลีน ไนลอนและเทฟลอน จะนำไปใช้เป็นวัสดุทดแทนชิ้นหรือส่วนของอวัยวะในร่างกายมนุษย์ ซึ่งจะต้องสัมผัสอยู่กับเนื้อเยื่อของร่างกายและเลือด อยู่ตลอดเวลา

#### 2. ข้อจำกัดและข้อเสีย

ในส่วนที่ยังไม่ได้กล่าวถึงนั้น ยังมีอุปสรรคบางอย่างที่เป็นผลจากการใช้พลาสติก อย่างไรก็ตาม ในกรณีทั้งหมดสามารถทำให้มีปัญหาลดลงและอุปสรรคน้อยที่สุด

## 2.1 สมบัติเชิงกลที่ขึ้นอยู่กับเวลาและอุณหภูมิ

พลาสติกจะแตกต่างจากโลหะและเซรามิกส์ คือไม่ตอบสนองเชิงเส้นกับความเค้นที่ได้รับ ซึ่งเราจะเรียกลักษณะเช่นนี้ว่าเป็นสมบัติหนืดยืดหยุ่น (viscoelastic) สมบัติไม่มีความสำคัญอย่างยิ่ง ถ้าแรงที่ได้รับยังคงอยู่เป็นระยะเวลาสั้น เนื่องจากสมบัติเช่น การเสีรูปร่าง (ความเครียด) จะเปลี่ยนไปตามเวลา และปริมาณ ความคืบคลาน (creep) จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของวัสดุ ภายใต้สภาวะที่ได้รับแรงในระยะเวลาที่ให้นแรง และปริมาณความเค้นที่ใช้

ในการทดลองวัดค่าความคืบคลานที่อุณหภูมิสูง ในระยะเวลาที่พอลัสติกชนิดนี้จะมีสมบัติเหนียวแกร่ง และมีความเหนียว แต่ในขณะที่อุณหภูมิต่ำจะมีความเปราะ โดยมีความแกร่งหรือมีลักษณะยืดหยุ่นได้น้อยลง และจะได้ผลอย่างเดียวกันนี้เมื่อทำการทดลองวัดที่อัตราเร็วเพิ่มขึ้น

สมบัติความแข็งแรงต่อการกระทบ ก็มีส่วนสำคัญมากในการพิจารณาเลือกใช้และการออกแบบวัสดุ สมบัติดังกล่าวของพลาสติกขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 3 องค์ประกอบ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเข้มข้นของความเค้น และสมบัติของวัสดุ ดังนั้นวัสดุที่เหนียวที่อุณหภูมิห้อง ก็อาจจะเปราะได้ที่อุณหภูมิต่ำหรือเมื่อมีความเข้มข้นของความเค้นมาก เช่น บริเวณรอยบาก และมุมแหลมในการขึ้นรูป เป็นต้น

ข้อจำกัดที่เป็นไปได้ สำหรับการใช้ประโยชน์ของพลาสติก ในการนำไปใช้ประโยชน์บางอย่าง คือจะมีความแข็งตึง และความแข็งแรงต่ำกว่าเซรามิคและโลหะ อย่างไรก็ตามจะสังเกตได้ว่าการพัฒนาพลาสติกที่มีสมรรถนะสูง และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เส้นใยเสริมแรง พลาสติกก็สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้

## 2.2 สมบัติทางความร้อน

พลาสติกจะมีลักษณะการนำความร้อนได้ต่ำ มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนสูง และเนื่องจากโครงสร้างส่วนใหญ่เป็นสารประกอบอินทรีย์ จึงมีอุณหภูมิการสลายตัวเนื่องจากความร้อนต่ำ

จากสมบัติการนำความร้อนต่ำของพลาสติก มักจะเป็นข้อดีเนื่องจากพลาสติกจะให้ความรู้สึกเพียงอุ่น ๆ เมื่อสัมผัส และจะให้ประโยชน์ในการใช้งานเป็นฉนวนได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออยู่ในรูปของโม่ แต่อย่างไรก็ตามสมบัตินี้จะกลายเป็นอุปสรรคในระหว่างการแปรรูปพลาสติก เนื่องจากเทอร์โมพลาสติกส่วนมากจะเปลี่ยนสถานะเป็นพลาสติกหลอมเหลว และจะต้องทำให้เย็นตัวลง กลายเป็นของแข็งอีกครั้ง โดยการถ่ายเทความร้อนผ่านพื้นผิวที่เย็นหรือการส่งผ่านความร้อนระหว่างชั้นของพลาสติกอัตราเร็วในการผลิตมักจะขึ้นอยู่กับผลของการหล่อเย็น ซึ่งจะใช้เวลานานขึ้นเมื่อความหนาของชิ้นงานเพิ่มขึ้น จากสาเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมี

การลดความหนาของชั้นงานลง และใช้โลหะเสริมแรงกับชั้นงานพลาสติก เพื่อรักษาความแข็งแรง  
ให้คงเดิม สำหรับการออกแบบชั้นงานพลาสติก

พลาสติกมีความอ่อนไหวในการสลายตัวด้วยความร้อนระหว่างการแปรรูป อย่างไรก็ตาม  
ตามการใช้เครื่องจักรในการแปรรูปที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้  
พลาสติกที่มีการปรับปรุงโดยใช้สารเสริมเสถียรภาพทางความร้อน ก็มีช่วยลดปัญหานี้ได้ แม้กระ  
ทั้งพลาสติกที่ไวต่อความร้อนอย่างเช่น พีวีซี

พลาสติกเป็นวัสดุที่สามารถถูกขูดขีดไปด้ยหิน อย่างไรก็ตามตามควรจะพิจารณาถึงรูป  
พลาสติกจะติดไฟได้ง่ายหรือไม่ เมื่อได้รับเปลวไฟ จะเห็นได้ว่าพลาสติก เช่นพอลิเอทิลีน และ  
พอลิพรอพิลีน จะเผาไหม้ได้ง่าย ขณะที่พลาสติกที่มีค่าดัชนีของออกซิเจนประมาณ 25 หรือมากกว่า  
จะติดไฟได้ยากกว่าในอากาศที่อุณหภูมิห้อง สำหรับการใช้งานในสภาวะที่ต้องการความต้านทานต่อ  
การเผาไหม้เพิ่มขึ้น สามารถกระทำได้โดยการเติมสารหน่วงการติดไฟในพลาสติก ขณะที่  
สารลดควันจะช่วยลดปริมาณควันให้น้อยที่สุด

**โพลีเอสเตอร์ (unsaturated polyester)**

เรารู้จักโพลีเอสเตอร์ดีในรูปของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส เพราะว่า 80% ของผลิต  
ภัณฑ์ชนิดนี้ทำ

โพลีเอสเตอร์ มีทั้งเทอร์โมเซตติง และเทอร์โมพลาสติก ซึ่งคล้องกันแต่โครงสร้าง  
ผลิตภัณฑ์

แอลคีด (alkyds) เป็นโพลีเอสเตอร์ชนิดเทอร์โมเซตติง นิยมนำไปใช้ทำเคลือบ สี  
แลคเกอร์ และน้ำยาเคลือบผิวชนิดอื่น ๆ อย่างกว้างขวาง นอกจากนั้นยังใช้ทำเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า  
อีกด้วย

คุณสมบัติ โพลีเอสเตอร์มี ถ.พ. ระหว่าง 1.1-1.5 หากเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล  
าสีจะมี ถ.พ. ระหว่าง 1.5-2.28 มรูปผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสรับแรงดึง แรงดัด และ  
แรงบิดงอได้ดี ผิวหน้ามีความแข็งพอสมควร ถูกแดดจะซีดทนสภาพอากาศภายนอกได้ดี มีสีต่าง ๆ  
มากมาย มีความหดตัวเล็กน้อย มากกว่าอีพอกซี

โพลีเอสเตอร์เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ทนกรดต่างชนิดอ่อนได้ ไม่ทนสารละลายชนิด  
Chlorinated Solvents เช่น คาร์บอนเตตระคลอไรด์ โพลีเอสเตอร์ติดไฟได้ช้าและดับเอง

การใช้ประโยชน์ นิยมใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสมากที่สุด เช่น เรือ  
รถยนต์ กั้นส่วนในเครื่องบิน ถังบรรจุของเหลว ถังบรรจุของ ท่อของเหลว เฟอร์นิเจอร์ ส่วนประ  
กอบในอาคาร เช่น ช่องให้แสง แผงกันแดด หลังคา เป็นต้น

นอกจากนั้น โพลีเอสเตอร์ยังนิยมทำผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อ เช่น พระพุทธรูป ตุ๊กตา รูปสัตว์ ผลิตภัณฑ์หยกก่อกเทียม ผลิตภัณฑ์เซรามิกเทียม ผลิตภัณฑ์แก้วเทียม กระดุม เป็นต้น

โพลีเอสเตอร์ประเภทเทอร์โมพลาสติกนิยมใช้ทำเป็นเส้นใยใช้ทอเป็นเสื้อผ้า ในรูปนิลมีใช้ทำฟิล์มไมลาร์ ซึ่งใสเหนียว และใช้ทำเทปบันทึกเสียง เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี จึงนิยมทำฉนวนชุดลวดไฟฟ้า และสลอกไลเนอร์ในมอเตอร์

**ฟีโนลิก (PHENLIC)**

โพลีเอสเตอร์ชนิดนี้ใช้ทำเป็นเส้นใยใช้ทอเป็นเสื้อผ้า ในรูปนิลมีใช้ทำฟิล์มไมลาร์ ซึ่งใสเหนียว และใช้ทำเทปบันทึกเสียง เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี จึงนิยมทำฉนวนชุดลวดไฟฟ้า และสลอกไลเนอร์ในมอเตอร์

**คุณสมบัติ** ฟีโนลิกเป็นพลาสติกชนิดที่มีน้ำหนักปานกลาง มี ก.พ. 1.25-1.55 มีความแข็งที่สุดชนิดหนึ่ง รับแรงดึงได้พอสมควร แต่รับแรงอัดได้ดีมาก รับแรงบิดงอได้น้อย

ในระยะแรกฟีโนลิกจะมีเฉพาะสีเข้ม เช่นน้ำตาลแก่ และสีดำเท่านั้น และทึบแสง แต่ในปัจจุบันสามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทึบแสง ฝ้าและใส มีทั้งชนิดขึ้นรูปโดยการใช้น้ำแรงอัดและความร้อน และชนิดหล่อเย็น

**คุณสมบัติทางไฟฟ้า** อยู่ในชั้นดีทั้ง ไฟฟ้าความถี่สูงและความถี่ต่ำ ฟีโนลิกหลายชนิดทนไฟอาร์คไม่ดี

ฟีโนลิกทนความร้อนในภาวะปกติประมาณ 160-180 องศาฟาเรนไฮท์ หากผสมวัตถุทนความร้อนบางชนิด จะทนได้ถึง 400 องศาฟาเรนไฮท์ ในสภาพที่อุณหภูมิต่ำหรือเย็น จะใช้ได้ดี ฟีโนลิกเป็นตัวนำความร้อนที่เลว ติดไฟได้แต่ช้าและดับเอง คุณสมบัติทางเคมี พอ ๆ กับพลาสติกชนิดอื่น ๆ คือทนกรดและด่างชนิดอ่อนได้ ไม่ทนกรดอ็อกซิไดซิ่งและด่างแก่ ทนสารเคมีอื่น ๆ เช่นน้ำ แอลกอฮอล์ ไขมัน น้ำมัน เป็นต้น ได้

**การใช้ประโยชน์**

นิยมใช้ทำด้ามมีดจับ หูฉิ่ง หูกะทะ ฝาครอบจานจ่ายรถยนต์ อุปกรณ์ไฟฟ้า ถาดบรรจุสารเคมี ตู้ทีวี เป็นต้น

ในรูปของเหลวใช้เป็นวัตถุประสานกันสารเคมีและกาว ไม้อัดกันน้ำ

ฟีโนลิกสามารถทำเป็นโฟมได้ ซึ่งจะขยายตัวได้ถึง 300 เท่า โฟมฟีโนลิกนิยมทำเป็นกุนลยน้ำใช้ในงานต่าง ๆ และใช้เสริมความแข็งแรงในปีกเครื่องบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.9.2 สารเติมแต่งสำหรับวัสดุพลาสติก (additive for plastics materials)

ดร.ลีโน มาสเซีย  
สถาบันเทคโนโลยีโพลีเมอร์ และวิศวกรรมวัสดุ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีลัทธิพรอพ  
สหราชอาณาจักร

สารเติมแต่ง มีบทบาทอย่างมากต่อกระบวนการแปรรูปพลาสติกและมีผลอย่างมากต่อสมรรถนะในการใช้งาน (service performance) ของวัสดุพลาสติก สารเติมแต่งสามารถจำแนกออกตามหน้าที่พื้นฐาน ได้แก่ สารเติมแต่งที่ช่วยในการแปรรูปพลาสติก พลาสติกไซเซออร์ สารตัวเติมเสริมแรง (reinforcing fillers) สารปรับปรุงให้ทนต่อแรงกระแทก (impact modifiers) หรือสารเพิ่มความเหนียวแข็ง (toughening agents) สารปรับปรุงสมบัติทางแสง (optical properties modifiers) สารหน่วงเหนี่ยวการติดไฟ (fire-retardants) และสารช่วยให้เกิดโฟม (foaming additives) หรือสารให้ฟอง (blowing agents)

เอกสารฉบับนี้จะกล่าวถึงลักษณะโดยทั่วไปของการใช้สารเติมแต่งและอธิบายหลักการในการนำสารเติมแต่งมาใช้เป็นส่วนประกอบของวัสดุพลาสติก

#### Introduction

ตั้งแต่เริ่มแรกของการพัฒนาในวงการพัฒนาในวงการอุตสาหกรรมพลาสติกพบว่า การจะได้รับผลิตภัณฑ์ที่ดีนั้น ถ้ามีการผสมพอลิเมอร์เข้ากับสารตัวเติม ได้แก่ สารเคมีชนิดต่าง ๆ ที่ใช้เป็น ส่วนผสมในวัสดุ พลาสติก (auxiliary ingredients) นั้นต้องไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของพอลิเมอร์ ดังนั้นจากคำจำกัดความดังกล่าวสารเติมแต่งจึงไม่รวมถึงสารช่วยทำให้แข็งตัว (hardners) หรือสารช่วยในการเชื่อมโยง (crossing agent) ที่ใช้ในพลาสติกประเภท เรซินเทอร์โมเซตติง (thermosetting resins)

กระบวนการในการผสมเติมแต่งเข้ากับพอลิเมอร์ เรียกว่า การผสมสูตร

#### การจำแนกและลักษณะทั่วไปของสารเติมแต่ง

สารเติมแต่งสามารถจำแนกออกตามหน้าที่ที่เป็นหมวดหมู่ต่างๆ โดยสามารถแบ่งย่อยเป็นกลุ่มออกไปได้อีก ตามหน้าที่ที่เฉพาะเจาะจงออกไป ดังแสดงในตารางที่ 1

## ตารางที่ 1 การจัดแบ่งหมวดหมู่ และกลุ่มย่อยต่าง ๆ ของสารเติมแต่งสำหรับวัสดุพลาสติก

หมวดหมู่ของสารเติมแต่ง	กลุ่มย่อยของสารเติมแต่ง
1. สารเติมแต่งที่ใช้ในการแปรรูป	ก. สารเสถียรภาพในขณะแปรรูป ข. สารหล่อลื่น ค. สารลดความหนืด ง. สารเร่งการหลอมพลาสติก
2. สารช่วยเพิ่มความสามารถในการโค้งงอ	ก. พลาสติไซเซอร์
3. สารกันการเสื่อมอายุ	ก. สารป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ข. สารเสริมเสถียรภาพเนื่องจากรังสี อูลตราไวโอเล็ต
4. สารปรับปรุงสภาพผิว	ก. สารต่อต้านไฟฟ้าสถิตย์ ข. สารกันติด
5. สารปรับปรุงสมบัติทางแสง	ก. รงควัตถุและสีข้อม ข. สารเพิ่มความเป็นผลึก
6. สารหน่วงเหนี่ยวการติดไฟ	ก. สารยับยั้งการยึดติดไฟ ข. สารกันไฟ ค. สารลดควัน
7. สารช่วยให้เกิดโหน	ก. สารให้พอง

### สารปรับปรุงสมบัติทางพื้นผิว

#### 1. สารป้องกันการเกาะเป็นกลุ่มก้อน

แนวโน้มของการที่พื้นผิวทั้งสองเกิดการติดกัน ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดการเกาะเป็นกลุ่มก้อนนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1.1 พื้นผิวทั้งหมดที่มีการสัมผัส
- 1.2 แรงปกติ (แรงอัด) ที่กระทำที่ระหว่างชั้นของพื้นผิว
- 1.3 ผลงานที่พื้นผิวระหว่างชั้น
- 1.4 สภาพความยากง่ายต่อการเกาะติดกันของวัสดุ

วัสดุที่มีความอ่อนนุ่มมาก มีแนวโน้มที่จะเกิดการเกาะติดเป็นกลุ่มก้อนมาก อันเนื่องมาจากชั้นระหว่างพื้นผิวที่ไม่เรียบ เป็นตะปุ่มตะป่ำซึ่งจะง่ายต่อการอยู่ภายใต้อิทธิพลของแรงภายนอก ดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นจึงเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสให้มากขึ้น เพื่อที่จะกำจัดการเกิดการเกาะ เป็นกลุ่มก้อนโดยใช้ สารเติมแต่งที่ปราศจากผลกระทบต่อสมบัติการโดยส่วนรวมของวัสดุ สารเติมแต่งนี้ เพียงแต่เข้าไปแทรกอยู่ระหว่างชั้นของพื้นผิวรอยลง และ/หรือ ช่วยทำให้พื้นผิวของวัสดุมีความหยาบของพื้นผิวมากขึ้น

ดังนั้นสมบัติป้องกันการเกาะ เป็นกลุ่มก้อน สามารถทำการปรับปรุงได้ง่าย ๆ โดยการเติม สารตัวเติมที่ละเอียดมาก ๆ ลงไปเป็นจำนวนเล็กน้อย (ตัวอย่าง เช่น ผงซิลิกา) และ/หรือ สารหล่อลื่นภายนอก

สบู์โลหะหรือสารประกอบอินทรีย์สเตียเรท ที่ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันจะก่อตัวเป็นชั้น บาง าระหว่างพื้นผิวซึ่งจะแตกออกได้ง่าย เมื่อพื้นผิวทั้งสองที่สัมผัสกันนั้นถูกดึงออกจากกัน

2. สารต่อต้านไฟฟ้าสถิตย์

การเกิดไฟฟ้าในวัสดุเป็นผลเนื่องมาจากการแยกตัวของประจุ (อิเล็กตรอนและไอออน) ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อพื้นผิวสัมผัสทั้งสองถูกแยกออกหลังจากติดกันในตอนแรก ปริมาณของประจุที่สะสมขึ้นอยู่กับอัตราของการเกิดประจุ และอัตราของการเสื่อมลงของประจุในเวลาเดียวกัน

อัตราของการเกิดประจุที่พื้นผิวสามารถทำให้ลดลงจนถึงค่าหนึ่งได้ด้วยการลดการสัมผัสที่ติดกันมาก ในขณะที่อัตราของการนำไฟฟ้าลดลงโดยการก่อตัวของชั้นไอออนที่อยู่รอบ ๆ ลักษณะการต่อต้านไฟฟ้าสถิตย์ในพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นตามมานั้น สามารถประสบผลสำเร็จโดยวิธีที่ใช้สารเติมแต่งที่แตกตัวเป็นไอออนได้ ซึ่งจะเคลื่อนย้ายประจุไปที่ผิวและก่อตัวเป็นส่วนที่นำไฟฟ้าผ่านตลอดการคุกคามความชื้นในบรรยากาศสารเติมแต่ง เช่นนี้ เรียกว่า สารต่อต้านไฟฟ้าสถิตย์ และตามปกติจะประกอบด้วย

ก. สารประกอบไนโตรเจน ได้แก่ สารประกอบเอมีนที่มีสายโซ่ยาว เอไมด์หรือเกลือแอมมาเนียเจอร์นัม

- กรดซัลโฟนิคและอัลคิล เอริลซิง โฟเนต
- พอลิไฮดริคแอลกอฮอล์และอนุพันธ์
- อนุพันธ์ของกรดฟอสฟอริก

น้ำหนักโมเลกุล และการพิจารณาความมีขั้วทั้งหมดเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากจะเป็นตัวกำหนดอัตราของการแพร่ของสารเติมแต่ง ประสิทธิภาพและความทนทานในการใช้งาน แม้เกลืออนินทรีย์ที่มีไอออนแข็งแรง จะให้ลักษณะที่มีประสิทธิภาพต่อต้านไฟฟ้าสถิตย์ในตอนเริ่มต้นที่คึกตาม แต่ก็สามารถจะล้างออกจากระบบได้ง่ายเมื่อใช้ไปนาน ๆ ดังนั้นจะต้องมีสมดุลระหว่างความสามารถในการเข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้ และการแพร่กระจาย เพื่อที่จะให้ได้ประสิทธิภาพ

ภาพและความทนทานต่อการใช้งานสูงสุด อัตราการเสื่อมของประจุเป็นไปตามความสัมพันธ์แบบ  
เอนไปเนนเซียล

### สารปรับปรุงสมบัติทางแสง

สมบัติทางแสงของวัสดุจากลักษณะทางด้านเทคโนโลยี จะอธิบายออกมาอยู่ในรูป  
ของความสามารถในการส่งผ่านแสงเพื่อแสดงสี และสะท้อนแสงจากพื้นผิว (เช่น ความมันเงา)  
สารเติมแต่งมีส่วนช่วยปรับปรุงความมันเงา เนื่องมาจากการลดความผิดปกติของพื้นผิวที่เกิดขึ้นระ  
หว่างกระบวนการแปรรูป

ดังนั้นในกรณีเช่นนี้ จะใช้สารหล่อลื่นภายนอกเป็นสารปรับปรุงสมบัติทางแสง ลักษณะกล  
ไกที่สำคัญของสารหล่อลื่นภายนอกนี้จะช่วยป้องกันการเกิดความผิดปกติของพื้นผิวที่เรียกว่า หน้  
ฉลาม (shark skin)

### ก) สีข้อมและรงควัตถุ

การพัฒนาของสีที่ใช้ในวัสดุต่าง ๆ เป็นผลเนื่องมาจากการดูดกลืนแสงที่มองเห็นได้  
การดูดกลืนแสงนี้จะเกิดผ่านการกระจายพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า โดยโครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ของวัสดุ  
นั่นคือ อิเล็กตรอนจะต้องการพลังงานเกินกว่าที่ใช้ในระดับสภาวะปกติ (ground state) เมื่อ  
ดูดกลืนพลังงานจากแสง เมื่อแสงถูกดูดกลืนไว้ทั้งหมดจะทำให้มองเห็นวัตถุเป็นสีดำ แต่ถ้าแสง  
เพียงบางส่วนถูกดูดกลืน (นั่นคือ แสงในช่วงที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สั้นกว่าที่ดูดกลืน) และปริ  
มาณการกระเจิงของแสงเกิดขึ้นเล็กน้อย วัสดุจะมีลักษณะ เป็นสีที่โปร่งแสง และจากการที่คลื่น  
แสงที่มีความยาวคลื่นเฉพาะถูกส่งผ่านไป ก็ทำให้เกิดพัฒนาการของสีขึ้น ถ้าปริมาณของแสงที่ไม่ได้  
ถูกดูดกลืนไว้กระเจิงมาจากภายใน วัสดุก็จะมีลักษณะทึบและสีที่เกิดขึ้นจะ เนื่องมาจากแสงที่  
ช่วงความยาวคลื่นนั้นไม่ถูกดูดกลืน

มีสารเติมแต่งที่ใช้ในการทำให้เกิดสีในพอลิเมอร์อยู่ 2 ชนิด คือสีชนิดที่ทำให้พอลิเมอร์  
ยังคงใสและสีที่ทำให้พอลิเมอร์ทึบแสง

สีข้อมเป็นสารเติมแต่งที่มีความสามารถ เข้ากันได้กับพอลิเมอร์ หรือกระจายตัวเข้าไปใน  
พอลิเมอร์ได้อย่างละเอียดจนไม่ประพาศติตัวเป็นตัวศูนย์กลางที่จะทำให้เกิดการกระเจิงของแสง ดัง  
นั้นขนาดของสีข้อม จึงมีสมบัติการดูดกลืนแสงช่วงความยาวคลื่นที่มันต้องการของสเปกตรัมแสงที่  
มองเห็นได้ และยอมให้แสงช่วงความยาวคลื่นอื่น ๆ ผ่านได้

สีข้อมที่ใช้ในพอลิเมอร์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ สีข้อมที่ละลายได้ในแอลกอฮอล์  
(spirit soluble) และสีข้อมที่ละลายในน้ำมัน (oil soluble) ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าจะละลายในตัว  
ทำละลายอะลิฟาติก ได้แก่ แอลกอฮอล์ คีโตน ฯลฯ หรือสารประกอบอะโรมาติกที่ประกอบด้วยหมู่

ไนโตร หรืออะมีน ฯลฯ

การทำให้เกิดสีและความทึบแสงในทางตรงกันข้ามนั้น สารเติมแต่งจะต้องสามารถดึงดูดคลื่นและกระเจิงแสงได้ ปัจจัยสำคัญของการเติมแต่งที่จะต้องพิจารณาเป็นลำดับต่อมาคือขนาดของอนุภาคซึ่งจะมีขนาดใหญ่มากกว่าความยาวคลื่นของแสงและอีกปัจจัยหนึ่งคือครรชนหักเหแสงซึ่งจะสูงกว่าพอลิเมอร์มาก ๆ เราเรียกว่าสารเติมเหล่านี้ว่า รงควัตถุ (Pigment) และมีทั้งที่เป็นสารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์

เนื่องจากรงควัตถุที่เป็นสารประกอบอนินทรีย์อยู่เป็นจำนวนค่อนข้างจำกัด ดังนั้น รงควัตถุหลักจึงเป็นพวกที่ได้มาจากสีย้อม ซึ่งจะไม่ละลายในเรซินเทอร์โมเซตที่เปราะ และสามารถทำให้อนุภาคขนาดเล็กที่มีขนาดได้ตามต้องการ

#### ข) สารช่วยในการตกผลึก (Nucleating Agents)

วัสดุพอลิเมอร์จะมีค่าครรชนหักเหอยู่ในช่วงระหว่าง 1.45-1.70 พอลิเมอร์ส่วนใหญ่ทั้งหมดมีความสามารถยอมให้แสงผ่านได้ 80-90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแสงเริ่มต้น ในขณะที่พอลิเมอร์เป็นผลึกเกิดความขุ่นขาวภายใน อันเนื่องมาจากความแตกต่างของค่าครรชนหักเหแสงระหว่างผลึกสเฟียรูไลท์ (มีค่ามากกว่าความยาวคลื่นของแสง) และช่วงอสัณฐานเนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของบริเวณผลึกและอสัณฐานของพอลิเมอร์มีลักษณะเหมือนกัน ดังนั้นจึงมีเพียงปัจจัยเดียวที่มีผลต่อความแตกต่างของค่าครรชนหักเหแสง ก็คือความหนาแน่น

ดังนั้น สัณฐานชาติของพอลิเมอร์จึงมีสีแตกต่างกันไปจากสีใส (Water Clear) (พอลิเมอร์อสัณฐาน) ไปจนถึงขุ่นขาว (พอลิเมอร์เชิงผลึก) สีเจดเหลืองอ่อน ๆ เกิดขึ้นในพอลิเมอร์ที่มีซิลิโพลี เป็นองค์ประกอบและเกิดมาจากอนุพันธ์ของฟีนอล

การใช้สารเติมแต่งจะช่วยให้มีการส่งผ่านแสงสีขาวในพอลิเมอร์เชิงผลึก ซึ่งมีความสำคัญเพราะจะช่วยลดระดับของความขุ่นขาวของขนาดสเฟียรูไลท์ และทำให้อากาศที่จะมีขนาดเล็กลงกว่าความยาวคลื่นของแสงที่มองเห็นได้

จากกรเติมอนุภาคของแข็งที่ละเอียด (Nucleating Agent) และใช้กระบวนการที่มีผลึกงานพื้นผิวสูง ทำให้มีโอกาสที่จะทำให้เกิดการสร้างนิวเคลียสของผลึกที่อุณหภูมิต่าง ๆ สูงกว่าที่ไม่มีสารช่วยในการตกผลึกโดยวิธีนี้จะช่วยทำให้มีนิวเคลียสของผลึกก่อตัวขึ้นมากมาย ในขณะที่การเคลื่อนไหวของสายโซ่ในพอลิเมอร์ เกิดขึ้นมากในอุณหภูมิเหล่านี้จะช่วยเพิ่มอัตราการตกผลึกให้เร็วขึ้น

## สรุป

## สารปรับปรุงสมบัติทางพื้นผิว

1. สารป้องกันการเกาะเป็นกลุ่มก้อน เนื่องด้วยวัสดุที่มีความอ่อนนุ่ม มีแนวโน้มที่จะเกิดการเกาะติดเป็นกลุ่มก้อนมาก อันเนื่องมาจากชั้นระหว่างพื้นผิวที่ไม่เรียบ เป็นตะปุ่มตะป่ำที่จะจ่ายต่อการอยู่ภายใต้อิทธิพลของแรงภายนอก ดังนั้นจึงเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสให้มากขึ้น เพื่อที่จะกำจัดการเกิดการเกาะเป็นกลุ่มก้อนโดยใช้สารเติมแต่งที่ปราศจากผลกระทบต่อสมบัติการโดยรวมของวัสดุ สารเติมแต่งนี้เพียงแต่เข้าไปแทรกอยู่ระหว่างชั้นของพื้นผิวที่เรียบและหรือ ช่วยทำให้พื้นผิวของวัสดุมีความหยาบของพื้นผิวมากขึ้น

2. สารต่อต้านไฟฟ้าสถิตย์ การเกิดไฟฟ้าในวัสดุเป็นผลเนื่องมาจากการแยกตัวของประจุ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อผิวสัมผัสทั้งสองถูกแยกออกจากติดกันในตอนแรก น้ำหนักโมเลกุลและการพิจารณาความทั้งหมดเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากจะเป็นตัวกำหนดอัตราการแพร่ของสารเติมแต่ง ประสิทธิภาพต่อต้านไฟฟ้าสถิตย์ในตอนเริ่มต้นที่ก็ก็ตาม แต่ก็สามารถจะล้างออกจากระบบได้ง่ายเมื่อใช้ไปนาน ๆ ดังนั้นจะต้องมีสมดุลระหว่างความสามารถในการเข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้ และการแพร่กระจาย เพื่อที่จะให้ได้ประสิทธิภาพและความทนทานต่อการใช้งานสูงสุด

สารปรับปรุงสมบัติทางแสง สมบัติทางแสงของวัสดุจากลักษณะทางด้านเทคโนโลยีจะอธิบายออกมาอยู่ในรูปของความสามารถในการส่งผ่านแสง เพื่อแสดงสี และสะท้อนแสงจากพื้นผิวนอกจากนี้จะช่วยป้องกันการเกิดความคิดปรกติของพื้นผิวที่เรียกว่า หนึ่งฉลาม

ก. สีข้อมและรงควัตถุ การพัฒนาของสีที่ใช้ในวัสดุต่าง ๆ เป็นผลเนื่องมาจากการดูดกลืนแสงที่มองเห็นได้ เมื่อแสงถูกดูดกลืนไว้ทั้งหมดจะทำให้มองเห็นวัตถุเป็นสีดำ แต่ถ้าแสงเพียงบางส่วนถูกดูดกลืนและปริมาณการกระเจิงของแสงเกิดขึ้นเล็กน้อย วัสดุจะมีลักษณะเป็นสีที่โปร่งแสง และจากการที่คลื่นแสงที่ความยาวคลื่นเฉพาะถูกส่งผ่านไป ก็ทำให้เกิดพัฒนาการของสีขึ้น

มีสารเติมแต่งที่ใช้ในการทำให้เกิดสีในพอลิเมอร์อยู่ 2 ชนิด คือสีชนิดที่ทำให้พอลิเมอร์ยังคงใสและสีที่ทำให้พอลิเมอร์ทึบแสง

สีข้อมเป็นสารเติมแต่งที่มีความสามารถเข้ากันได้กับพอลิเมอร์ หรือกระจายตัวเข้าไปในพอลิเมอร์ได้อย่างละเอียดจนไม่ประพัตติตัวเป็นศูนย์กลาง ที่จะทำให้เกิดการกระเจิงของแสง ดังนั้นโมเลกุลของสีข้อม จึงมีคุณสมบัติการดูดกลืนแสงช่วงความยาวคลื่นที่ไม่ต้องการ สารเติมแต่งจะต้องสามารถจับคูกลืนและกระเจิงแสงได้

ข. สารช่วยในการตกผลึก พอลิเมอร์สัณฐานทั้งหมดมีความสามารถยอมให้แสงผ่านได้ 80-90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแสงเริ่มต้น การใส่สารเติมแต่งจะช่วยให้มีการส่งผ่านแสงสีขาวนพอลิเมอร์เชิงผลึก ซึ่งมีความสำคัญ เพราะจะช่วยลดระดับของความเป็นผลึกของขนาดสเฟียรูไลท์ และทำให้มีอากาศที่จะมีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่นของแสงที่มองเห็นได้

### 3.9.3 ไฟเบอร์กลาส

พลาสติก ได้เริ่มมีบทบาทต่อมวลมนุษย์มากขึ้นทุกวัน คงจะสังเกตเห็นได้จาก สิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันของเราซึ่งมีพลาสติกเป็นร้อยเป็นพันชนิดคืบเข้ามาเกี่ยวพันด้วย ทั้งนี้เนื่องมาจากที่ได้มีการปรับปรุงทางด้านเทคนิคและการนำไปใช้ประโยชน์ให้ถูกทาง ทำให้พลาสติกซึ่งเคยเป็นรองวัสดุอื่นมาก่อนในด้านความแข็งแรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อถูกความร้อน กลับถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากคุณสมบัติที่ดีกว่า เช่น ความคงทนต่อการผุกร่อน หรือเป็นสนิม น้ำหนักเบา สามารถออกแบบเพื่อนำไปใช้งานได้อย่างถูกต้องตามความต้องการได้ดี และสวยงาม อีกทั้งยังเป็นฉนวนไฟฟ้า และฉนวนทำความร้อนที่ดี

การปรับปรุงทางด้านความแข็งแรงของพลาสติก นำไปใช้งานได้ทัดเทียมกับโลหะนั้น ทำได้โดยการนำวัสดุที่มีคุณสมบัติ ที่เรียกว่า ทั้งแข็ง และเหนียวมาเสริมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน พลาสติกเสริมกำลัง (reinforced plastics) และวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ดี ซึ่งมีลักษณะอ่อนนุ่มแต่เหนียว ทั้งทนการผุกร่อนได้ดี ทนความร้อนได้สูง เป็นฉนวนไฟฟ้า และทนสารเคมี ส่วนพลาสติกที่จะนำมาใช้เป็นเนื้อ ต้องเป็นชนิดที่มีความแข็งแรงมาก ซึ่งถ้าไม่มีการเสริมแรงแล้วจะเปราะ ดังนั้นเราจึงเลือกเอาพลาสติกประเภท เทอร์โมเซตติงมาใช้งาน ซึ่งได้แก่ พลาสติกโพลีเอสเตอร์ อีพ็อกซี โพลียูเรเทน เป็นต้น พลาสติกจำพวกนี้เป็นพลาสติกเหลว ซึ่งภายหลังจากผสมกับตัวทำปฏิกิริยา แล้วจะเกิดปฏิกิริยาที่เรียกว่า Polymerisation มีความร้อนเกิดขึ้นสูงถึงเกือบ 200 องศาเซลเซียส แล้วจะเปลี่ยนสภาพเป็นพลาสติกแข็งและจะไม่คืนรูปอีก ดังนั้นการสร้างผลิตภัณฑ์ขึ้นมาโดยวิธีดังกล่าวแล้ว จึงเรียกว่าเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติกเสริมกำลังด้วยใยแก้วหรือ FRP Glass Fiber reinforced Plastics ซึ่งเราเรียกง่าย ๆ ว่า ผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส

#### วัตถุดิบที่เกี่ยวข้องกับการทำไฟเบอร์กลาส

1. โพลีเอสเตอร์เรซิน (Polyester Resin) เป็นพลาสติกเหลวที่นำมาใช้เป็นเนื้อผลิตภัณฑ์ที่นิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาถูกกว่าอย่างอื่น และมีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน เช่น มีความแข็งแรงเป็นพิเศษ ง่ายต่อการนำมาใช้หล่อ วัสดุ เทคนิคที่ถูกต้องเรียกว่า Unsaturated Polyester เมื่ออยู่ในสภาพที่ยังไม่ได้ใช้งาน จะมีที่นิยมใช้กันคือ Cobalt accelerator ซึ่งอยู่ในรูปของเหลวสีม่วงอ่อน ถ้ามีความเข้มข้นมากจะกลายเป็นสีม่วงแก่ โดยปกติแล้วจะมีส่วนหนึ่งที่เป็นโลหะ คือ โคบอลต์ อยู่ไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์

2. ใยแก้ว (Glass fiber) เป็นตัวเพิ่มความแข็งแรงให้กับโพลีเอสเตอร์เรซิน ใช้งานแบบดักเป็นแผ่น เส้นใยแก้วเหล่านี้จะต้องมีน้ำยาอาบผิว เช่นชนิดที่เรียกว่า Silan finish หรือ Chrome finish เป็นต้น และมีคุณสมบัติในการทำให้ปฏิกิริยาการแข็งตัวของโพลีเอสเตอร์เรซินเกิดขึ้นเร็ว หรือช้าต่างกัน

3. เจลโคต (Gel Coat) คือ ส่วนที่ปิดผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ซึ่งสามารถผสมผงสี ให้เป็นสีต่าง ๆ ได้ความสำคัญของเจลโคต นอกจากใช้ปิดผิวที่เรียบมันและมีสีสวยแล้ว ยังใช้เป็นเครื่องปกปิดไม่ให้เห็นรอยเส้นใย และฟองอากาศในใยแก้ว ซึ่งยังจำล่อออกมาหมด เนื่องจากเจลโคตก็คือ โพลีเอสเตอร์เรซินนั่นเอง แต่มีส่วนผสมพิเศษ ผงไททโรทอปปิด หรือ

ผงเขาทำให้มีลักษณะข้นและหนียวกว่า โปลีเอสเทอร์เรซินธรรมดาที่มีคุณสมบัติในการเกาะยึดเข้ากับผิวของแม่แบบ เมื่อเวลาพ้นหรือทาบาง ๆ และจะไม่นิ่มไหลมากองอยู่ส่วนล่างของแม่แบบ ส่วนผสมสารเคมีต่าง ๆ ในการใช้งานนั้น ก็เป็นแบบเดียวกับโปลีเอสเทอร์เรซิน

4. ผงเขา (Tixotropic powder) มีไว้สำหรับผสมกับโปลีเอสเทอร์เรซิน เพื่อให้เหนียวตัวหรือข้นขึ้น โดยที่มันทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงทางด้านปฏิกิริยาทางเคมีใด ๆ กับโปลีเอสเทอร์เรซิน แต่จะคอยเอาตัวเร่งเข้าไว้ในตัวของมัน ทำให้เมื่อผสมโปลีเอสเทอร์เรซิน เข้ากับตัวทำปฏิกิริยาข้างลง ฉะนั้นเมื่อเวลาผสมเจลเค็ด กับตัวทำปฏิกิริยา จึงควรเพิ่มขนาดสัดส่วนตัวเร่งขึ้น

5. เม็ดสี (Pigments) มีความสำคัญต่อการทำปฏิกิริยาของโปลีเอสเทอร์เรซินเพราะสิ่งเหล่านี้ทำให้การเกิดปฏิกิริยา (Polymerisation) โดยเร่งขึ้น (accelerate) หรือช้าลง (Decelerate) ได้

6. ตัวละลาย (Solvent) ตามชื่อที่เรียกกันว่าตัวทำละลาย หมายถึงสารซึ่งทำให้โปลีเอสเทอร์เรซินละลาย ซึ่งอาจจะหมายถึงการล้างออก หรือทำให้เหลวก็ได้ สำหรับตัวละลายซึ่งมีคุณสมบัติทำลาย หรือป้องกันการแข็งตัวของโปลีเอสเทอร์เรซินก็คือ สารจำพวกแอลกอฮอล์ ทินเนอร์ เมทานอล อาซีโตน เมทิลีนคลอไรด์ คลอโรฟอร์มมาตริคลอเอทิลีน ฯลฯ ตัวละลายที่นิยมใช้มากที่สุด คือ อาซีโตน ส่วนตัวละลายที่มีคุณสมบัติในการทำให้เหลว แต่ไม่นำใช้เป็นตัวทำละลาย เช่น ไบโนลิตรีน ดังได้กล่าวข้างต้นไว้แล้ว

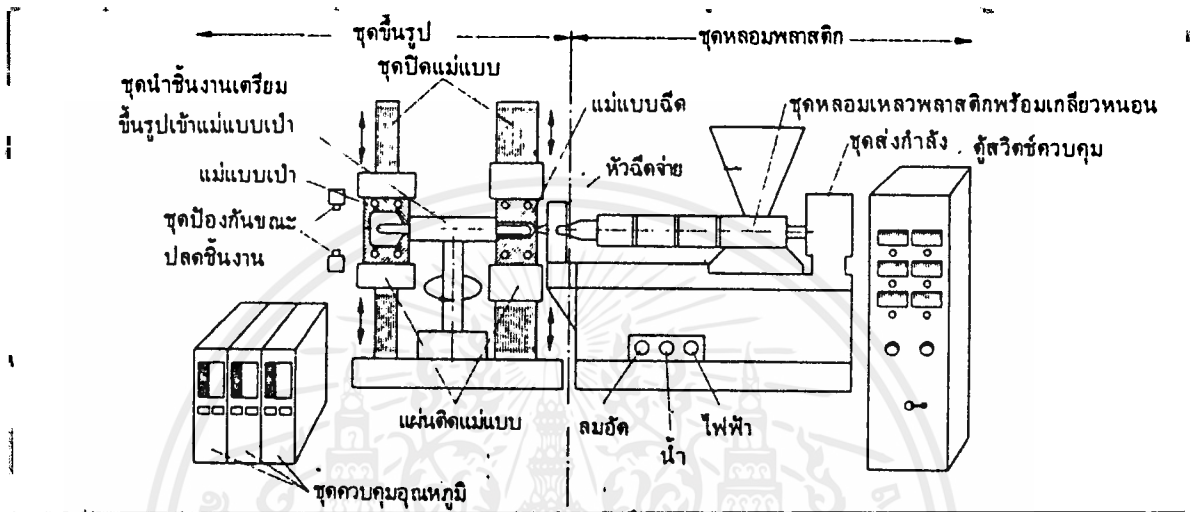
7. ตัวถอดแบบ (Release Agent) เนื่องจากผิวที่เรียบของแม่แบบและชิ้นส่วน ทำให้เกิดมีแรงเกาะ หรือดูดผิวที่สูงมาก เพราะฉะนั้น การถอดแม่แบบจึงทำได้ยากมาก และบางทีอาจทำไม่ได้เลย ฉะนั้นเราจึงต้องใช้ตัวถอดแบบทาแม่แบบเสียก่อนที่จะลงมือทำชิ้นงานไฟเบอร์กลาส ตัวถอดแบบนี้มีลักษณะเป็นของเหลว ซึ่งใช้ทาบาง ๆ และจะระเหยไปกลายเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ซึ่งเมื่อถูกน้ำจะละลายทันที แต่จะไม่ละลายใน Solvent หรือโปลีเอสเทอร์เรซิน ตัวถอดแบบชนิดนี้ คือ Polyvinly Alcohol (PVA) นอกจากนี้ตัวถอดแบบอีกชนิดหนึ่งยังมีลักษณะเป็นขี้ผึ้ง ซึ่งใช้ทาบาง ๆ และต้องขัดผิวแม่แบบให้ข้นเงา จึงจะถอดแบบได้ง่ายขึ้น วัสดุอีกอย่างหนึ่งที่ใช้เป็นตัวถอดแบบได้ดี คือแผ่นพลาสติกบางใส เช่น แผ่นนิลล่าร์ หรือแผ่นนิลล่าร์พวกโปลีไวนิล ฟลูออไรด์ หรือ ซิลิโคน เป็นต้น

น้ำเป็นสิ่งที่ควรระวังมากในการหล่อไฟเบอร์กลาส ไม่ว่าจะเป็โดยตรง หรือในทางอ้อม โดยทางตรงเป็นต้นว่า ผงคร้วใส่ภาชนะที่กำลังทำการหล่อไฟเบอร์กลาส ส่วนทางอ้อมคือเมื่อเวลาฝนตกอากาศจะมีความชื้นสูง การที่มีน้ำแม้แต่จำนวนเพียงหนึ่งส่วนในร้อยเข้าไปปนอยู่ในโปลีเอสเทอร์เรซิน ในขณะที่ทำปฏิกิริยาจะทำให้เวลาในการแข็งตัว และแห้งสนิทหมดปฏิกิริยาของส่วนผสมติดไปหลายเท่าตัว แม้แต่อากาศที่ชื้นก็ทำให้เวลาแข็งตัวติดไปได้เช่นกัน ฉะนั้น เมื่อเวลาฝนตกจะต้องเพิ่มอัตราส่วนตัวเร่ง และตัวทำปฏิกิริยาให้มากขึ้น

### 3.9.4 ระบการผลิตงานฉีดเป่า (Injection Blow Molding)

การฉีดเป่าเป็นกรรมวิธีร่วมกันระหว่างงานฉีดและงานเป่าภาชนะกรวง โดยจะนำเอาเทคนิคที่ละเอียดอ่อนของทั้งงานฉีดและงานเป่ามาใช้ร่วมกัน ทำให้ได้งานคุณภาพสูง ข้อดีของงานฉีดเป่าก็คือ จะทำให้ชิ้นงานไม่มีตะเข็บรอยต่อตรงคอและก้นของภาชนะ และนอกจากนี้ยังทำให้ได้ชิ้นงานที่มีความหนาเฉลี่ยแน่นอนและใกล้เคียงกัน

เครื่องฉีดเป่าประกอบด้วยชุดหลอมพลาสติก ชุดเตรียมขึ้นรูปประกอบอยู่ด้วยกัน และจะมีชุดเป่าขึ้นรูปติดตั้งอยู่ใกล้ ๆ กัน

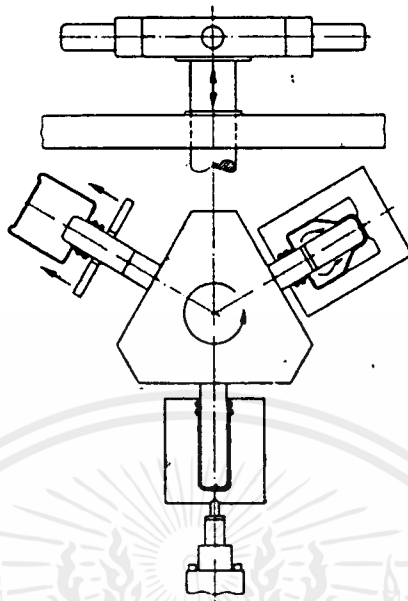


ภาพที่ ๓ เครื่องฉีดเป่าพลาสติกแบบอัตโนมัติ ด้านซ้ายเป็นแม่แบบเป่าขึ้นรูป ด้านขวาเป็นชุดฉีด

ชุดหลอมพลาสติกมีลักษณะเช่นเดียวกับเครื่องฉีดพลาสติกทั่ว ๆ ไป คือ ประกอบด้วยกระบอกสูบ และเกลียวหนอนที่ทำหน้าที่เป็นลูกสูบอัดพลาสติก การให้ความร้อนจะใช้ heater ไฟฟ้า ประกอบไว้เป็นช่วง ๆ เกลียวหนอนที่ใช้ปกติจะใช้แบบสามช่วง คือมีช่วงพาพลาสติกเข้าช่วงอัด และช่วงหลอมพลาสติก โดยเกลียวหนอนจะหมุนพาพลาสติกเข้าไปอัดหลอมเหลวและส่งไปไว้ด้านหน้าและหลังจากนั้นเกลียวหนอนจะหยุดหมุนและเคลื่อนที่อัดฉีดเข้าไปยังแบบเตรียมขึ้นรูปที่ด้านหน้าของชุดฉีดจะมีแผ่นติดแม่แบบสำหรับเตรียมขึ้นรูปและสำหรับเป่าขึ้นรูปเอาไว้ ซึ่งจะทำหน้าที่เปิดปิดแม่แบบด้วยระบบไฮดรอลิคหรือระบบกลไก และต้องมีแรงปิดด้านความดันจากการฉีดและเป่า ป้องกันแม่แบบเปิด เครื่องที่มีขายทั่ว ๆ ไปจะออกแบบให้มีความดันตั้งแต่ 10 ถึง 200 kN ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเคลื่อนที่ของอุปกรณ์นำชิ้นงานเตรียมขึ้นรูปไปเข้าแม่แบบเป่าขึ้นรูป

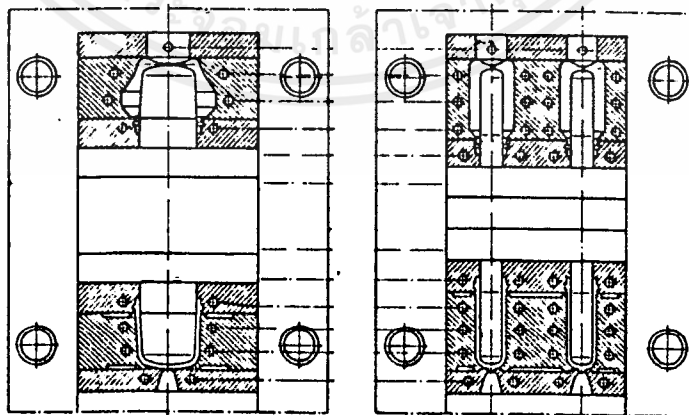
อุปกรณ์นำชิ้นงานเตรียมขึ้นรูปไปเข้าแม่แบบเป่าขึ้นรูปจะอยู่ระหว่างกลางของแผ่นติดแม่แบบชิ้นงานเตรียมขึ้นรูปและแม่แบบเป่าขึ้นรูป โดยจะมีลักษณะเป็นแผ่นหมุนและมีหัวเป่าติดอยู่หลายหัว หมุนเวียนกันมารับพลาสติกจากหัวฉีดภายในแม่แบบขึ้นงานเตรียมขึ้นรูป แล้วหมุนไปเป่าในแม่แบบเป่าขึ้นรูปตามจังหวะงานดังแสดงในรูป เป็นแบบหัวเป่าสามหัวทำมุมกัน 120 องศา แผ่นหมุนนี้จะเคลื่อนที่ขึ้นลงด้วยลูกสูบไฮดรอลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 55 จังหวะการทำงานของชุดนำชิ้นงานเตรียมขึ้นรูปไปเข้าแม่แบบเป่าแกมแผ่นทอง เป็นภาพด้านหน้าและด้านหลัง

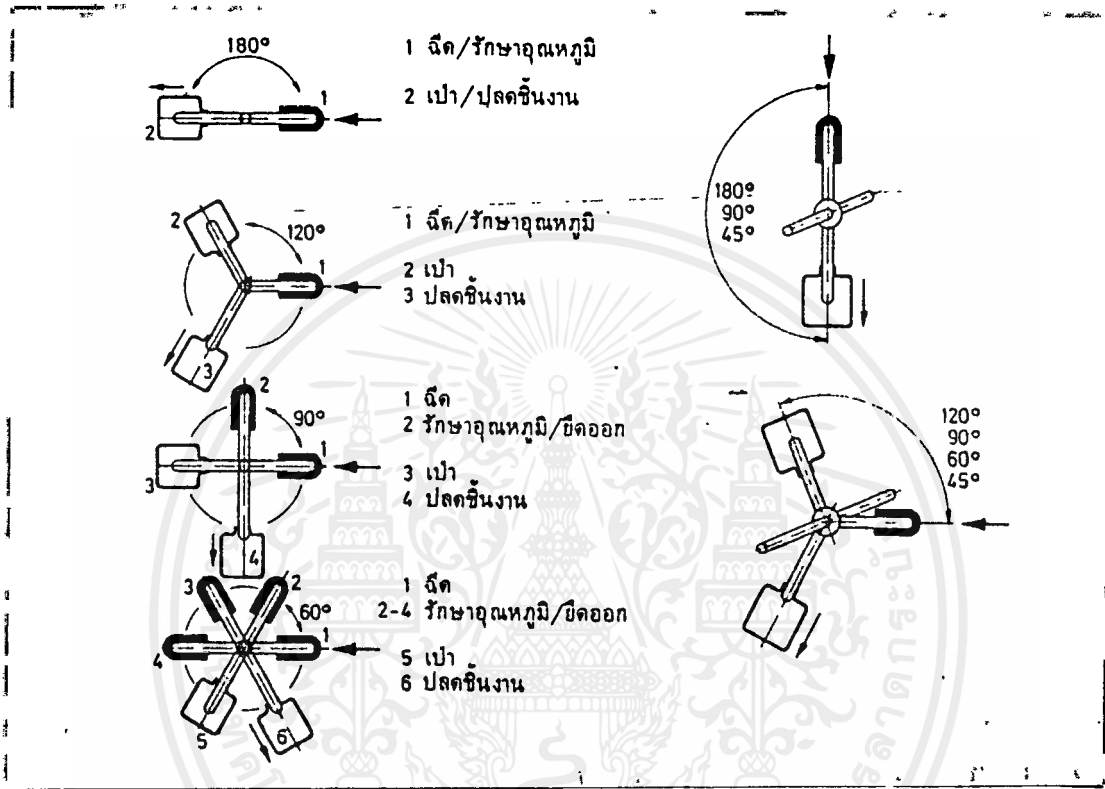
แม่แบบเป่าขึ้นรูปงานฉีดเป่านั้นจะแบ่งออกเป็น แม่แบบหลักที่มีชิ้นงานเดียวและหลายชิ้นแม่แบบขึ้นงานเดียวประกอบด้วยแม่แบบฉีด แม่แบบเป่า และแกนรับชิ้นงานเตรียมขึ้นรูป



๑ ภาพที่ 56 แม่แบบหลักพร้อมส่วนประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม่แบบฉีดใช้สำหรับผลิตชิ้นงานเตรียมขึ้นรูปซึ่งจะเป็นแม่แบบส่วนเดียวหรือสองส่วนก็ได้ ส่วนแกนรับชิ้นงานเตรียมขึ้นรูปนั้นจะติดอยู่กับแม่พิมพ์หรือแม่รับแกน ซึ่งจะถูกเคลื่อนจากแม่แบบฉีดไปยังแม่แบบเป่า หน้าที่ของแม่รับแกนนอกจากจะใช้ติดแกนแล้วยังทำหน้าที่ปรับบานแกนตรงศูนย์แม่แบบด้วย เพราะถ้าแกนไม่ได้อยู่ศูนย์จะทำให้ผลผลิตมีความหนาแน่นแตกต่างกันมากและจะทำให้เกิดความยากลำบากในการเป่าขึ้นรูปด้วย



ภาพที่ 57 จังหวะการเคลื่อนที่ของแกนรับชิ้นงานเตรียมขึ้นรูปในแนวตั้งและแนวนอน

ที่แม่แบบเป่าจะต้องมีอุปกรณ์ปลดชิ้นงานออกจากแม่แบบเอาไว้ ส่วนใหญ่จะเป็นแม่แบบแยกและใช้ลมอัดช่วยในการปลดชิ้นงาน นอกจากนี้ที่แม่แบบเป่ายังมีการควบคุมอุณหภูมิเป็นช่วงๆ และมีการกันความร้อนระหว่างช่วงต่อเป็นอย่างดี เพื่อให้สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ ได้อย่างอิสระและแน่นอนดังรูป เป็นตัวอย่างการแบ่งช่วงควบคุมอุณหภูมิเป็นเขตๆ ในเขตที่ 1 เป็นการหล่อเย็นคยวด ซึ่งจะต้องมีช่องลม เป็นฉนวนป้องกันความร้อนในเขตนี้ไม่มีอิทธิพลต่อเขตถัดไปที่ไม่ต้องการหล่อเย็น ในเขตที่ 2 ซึ่งพลาสติกจะต้องบีบออกมาจะต้องรักษาอุณหภูมิไว้ให้พอเหมาะ เพื่อให้บีบตัวได้ดี ในเขตที่ 3 จะต้องทำการหล่อเย็นอีกเพื่อลดความร้อนที่มาจากหัวฉีด ในการฉีดพลาสติกเข้าที่แม่แบบซึ่งบริเวณปลายของชิ้นงานเตรียมจะร้อนที่สุด อาจทำให้แม่แบบตรงบริเวณนี้ร้อนจัดได้

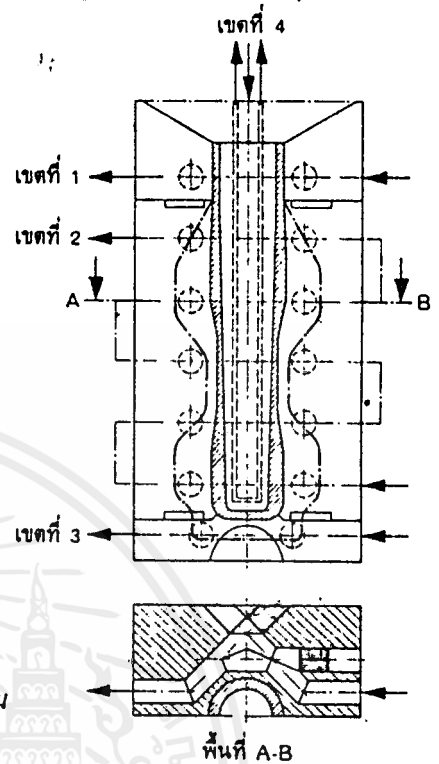
เขตที่ 1 การหล่อเย็นปากขวด

เขตที่ 2 เขตควบคุมอุณหภูมิเพื่อการยืดตัวของผนังขวด

เขตที่ 3 การหล่อเย็น เพื่อรักษาอุณหภูมิแม่แบบไม่ให้ร้อนเกินไป

เขตที่ 4 การหล่อเย็นแกน

ในเขตที่ 4 เป็นการรักษาอุณหภูมิของแกน ซึ่งอาจจะเป็นการอุ่นให้ร้อนหรือการหล่อเย็นก็ได้แล้วแต่ความจำเป็น



### ภาพที่ 58 การควบคุมอุณหภูมิที่เขตต่าง ๆ ของแม่แบบเป่า

การผลิตภาชนะกลวง โดยวิธีฉีดเป่า

การผลิตภาชนะกลวงมีวิธีการอยู่หลายวิธี เช่น วิธี Extrusion วิธี Blow moulding วิธีฉีดเป่า (Injection blow moulding) วิธี Rotation moulding วิธีพัน วิธีประกบฝาประกบสองฝาที่ได้จากการฉีด (Injection) วิธีอัด (Compression) หรือการขึ้นรูป

แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า การผลิตภาชนะกลวงโดย วิธีการฉีดเป่า นั้น ต้นทุนถูกกว่าแม่พิมพ์ และในระยะหลังนี้กรรมวิธี Dipping blow moulding มีบทบาทในการผลิตภาชนะกลวงมากขึ้น แต่ในบทนี้จะกล่าวถึงเฉพาะงาน Injection blow moulding เท่านั้น

การเป่าภาชนะกลวงในกรรมวิธีแปรรูปพลาสติก หมายถึง การเป่าสายท่อเทอร์โมพลาสติก ภายในแม่แบบกลวงสองฝาประกบ ซึ่งสายท่อจะพองโตเต็มท้องว่างของแม่แบบ

ขบวนการเป่าภาชนะกลวงแบ่งออกเป็นสองขั้นตอน คือ ขั้นแรกเป็นการ Extrusion เป็นสายท่อออกมาจากหัวฉีดแม่พิมพ์กลางด้านล่าง ขั้นที่สองเป็นขั้นการขึ้นรูปโดยท่อจะถูกเป่าเป็นภาชนะกลวงภายในแม่แบบที่มีช่องว่าง เป็นรูปทรงของภาชนะ เครื่องที่ใช้ในงานผลิต แบ่งตามลักษณะของผลผลิตดังนี้ คือ

ก. ภาชนะสำหรับบรรจุมีขนาดจนถึงประมาณ 5 ลิตร

ข. ถึงสำหรับการขนส่ง ขนาดตั้งแต่ 10 จนถึงประมาณ 200 ลิตร

ค. ถึงขนาดใหญ่ ขนาดตั้งแต่ 1000 จนถึง 3000 ลิตร

วัสดุที่ใช้ในงานเหล่านี้ ส่วนใหญ่จะใช้ PE (ประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์) นอกนั้นเป็น PVC แข็ง ส่วนเทอร์โมพลาสติกอื่น ๆ มีใช้น้อยตัว Extruder ที่ใช้ในงานเป่ามีลักษณะโดยปกติ จะใช้แก๊สท่อนอนเคียวโดยในท่อนพลาสติกเข้าจะมีร่องเอาไว้เมื่อใช้กับ high molecular Polyethylene

ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ (สำหรับแม่แบบที่งานหลายชิ้น ให้นับจำนวนผลผลิตเท่ากับช่องว่างในแม่แบบ) หรือเรียกว่าระยะเวลาต่อ 1 วัฏจักรประกอบด้วย

ระยะเวลาในการหลอมพลาสติก (Plasticising) = ระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้พลาสติกหลอมเหลว

ระยะเวลาฉีดและการอัดค้ำพลาสติกไหลย้อน = ระยะเวลาในการฉีดเข้าแบบจนเต็ม ที่ (ได้ชิ้นงานเตรียมขึ้นรูป)

ระยะเวลาควบคุมอุณหภูมิ = ระยะเวลาในการรักษาอุณหภูมิของชิ้นงานเตรียมขึ้นรูปให้คงที่  
ระยะเวลาเป่า = ระยะเวลาเป่าให้พลาสติกขยายตัวแนบกับแม่แบบจนได้รูปทรงของชิ้นงานที่สมบูรณ์

ระยะเวลาปล่อยอากาศออก = ระยะเวลาในการลดความดันที่เป่าชิ้นงานลง

นอกจากนี้ยังมี ระยะเวลาหล่อเย็น ระยะเวลาปลดชิ้นงานออก ระยะเวลาปิดแม่แบบ

ในการหาระยะเวลาในการทำงานต่อวัฏจักรนั้น จะนำเอาช่วงเวลาต่าง ๆ มารวมกันนั้นไม่ได้ เพราะขั้นตอนการทำงานบางช่วงทำไปพร้อม ๆ กัน เช่นระยะเวลาในการหลอมพลาสติกจะเป็นช่วงเวลาเดียวกับช่วงเวลาการควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาข้างเคียง ระยะเวลาข้างเคียงประกอบด้วย การเปิดแม่แบบการเบี่ยงชิ้นงานเตรียมขึ้นรูปไปเข้าแม่แบบ การปลดชิ้นงานและการปิดแม่แบบ กรรมวิธีขึ้นรูปจะเริ่มตั้งแต่ การฉีดพลาสติกที่เตรียมเอาไว้เข้าไปในแม่แบบจนได้ชิ้นงานเตรียมขึ้นรูป แม่แบบจะได้รับการรักษาอุณหภูมิ จนชิ้นงานเตรียมมีอุณหภูมิลดลงมาอยู่ในช่วง thermoplastic ของพลาสติกแต่ละชนิด ขั้นตอนต่อไปก็คือ การเป่า ซึ่งอุณหภูมิในช่วงต่าง ๆ ในแม่แบบเป่าจะมีผลต่อผลผลิตอย่างมากดังเค้กล่าวมาแล้ว ในเรื่องแม่แบบงานเป่า

คุณภาพของผลผลิตจะตรวจสอบได้เป็นอันดับแรกด้วยตา นั่นคือในช่วงผลิตชิ้นงานเตรียมขึ้นรูปจะต้องเป็นชิ้นงานที่เต็มรูป ไม่มีรอยย่น และในขั้นต่อไปเป็นการเป่าให้ได้ภาชนะกลวง โดยจะเป็นหน้าที่ของหัวเป่า ที่แกนของชิ้นงานเตรียมจะทำช่องเป่าลมเอาไว้ด้วย ซึ่งจะถูกพลาสติกอุดรูไว้หมด แต่เมื่อเป่าลมเข้าไปพลาสติกก็จะขยายตัวออกทำให้ลมออกมาได้สะดวก การเป่าชิ้นงานเตรียมขึ้นรูปให้ขยายออกก่อนที่จะเป่าขึ้นรูปในแบบนั้นจะทำให้พลาสติกยึดตัวออกทุกด้านเท่า ๆ กัน ก่อนที่จะแนบกับแบบ การปล่อยลมออกก่อนที่จะเปิดแม่แบบออกนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะมิฉะนั้นชิ้นงานจะแตก เนื่องจากความดันของลมได้ ต่อไปก็จะเป็นจังหวะการปลดชิ้นงานออก

## บทที่ 4

## 4.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ จะนำมาวิเคราะห์กำหนดพิจารณาความเหมาะสมความสัมพันธ์กับการออกแบบที่จะใช้ในการออกแบบ เพื่อความเหมาะสมกับรูปแบบการผลิตวัสดุนำมาผลิต และกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ต้องการอย่างมีคุณภาพ จึงมีการวิเคราะห์โดยยึดหลักความเป็นจริงถูกต้องและเหมาะสมดังต่อไปนี้

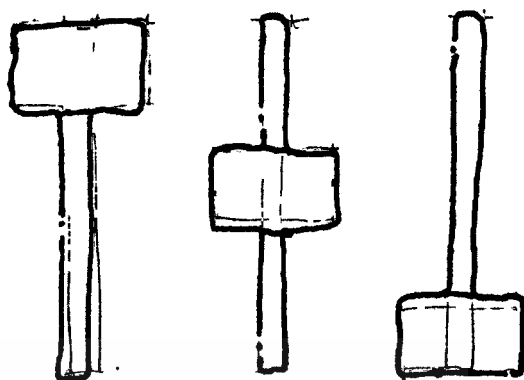
ตารางที่ 1 วิเคราะห์รูปทรงของแผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร

คุณสมบัติ	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
ความสามารถในการมอง	3	2	2	2
ความแข็งแรง	2	3	3	2
การสิ้นสະเทือน	1	2	3	3
ความปลอดภัย	3	2	3	1
การบำรุงรักษา	2	2	3	1
ง่ายต่อการผลิต	2	2	3	1
สะดวกในการติดตั้ง	2	3	3	1
<b>รวม</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>12</b>

สรุป เลือกใช้รูปทรงแบบที่ 3 เป็นรูปทรงแผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ตำแหน่งของแผ่นป้ายจราจร



คุณสมบัติ	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ความสามารถในการมอง	3	2	1
ความแข็งแรง	3	2	2
การสิ้นเปลือง	2	2	3
ความปลอดภัย	3	2	2
การผลิต	3	2	3
สะดวกในการติดตั้ง การบำรุงรักษา	3 2	3 2	2 3
รวม	19	15	16

สรุป เลือกใช้ตำแหน่งบนตามแบบที่ 1 เป็นตำแหน่งของแผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร

### ตารางที่ 3 วิเคราะห์การยึดติดกันของแผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร

คุณสมบัติ	ตายตัว	ถอดประกอบ
ความแข็งแรง	3	2
ความสะดวกในการผลิต	3	2
แรงสั่นสะเทือน	3	2
อายุการใช้งาน	3	2
การดูแลรักษา	2	3
<b>รวม</b>	<b>14</b>	<b>11</b>

สรุป เลือกใช้การยึดติดกันของแผ่นป้ายเครื่องหมาย ในลักษณะตายตัว

### ตารางที่ 4 วิเคราะห์รูปทรงของแผ่นป้ายสนับสนุนจากภาคเอกชน



คุณสมบัติ	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
ความสามารถในการมอง	3	3	2	3
ความแข็งแรง	2	3	2	3
การสั่นสะเทือน	2	3	2	3
การบำรุงรักษา	2	3	1	1
สะดวกต่อการเปลี่ยนผู้สนับสนุน	2	3	1	1
ง่ายต่อการผลิต	3	3	2	1
สะดวกในการติดตั้ง	2	3	2	1
<b>รวม</b>	<b>16</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>13</b>

สรุป เลือกใช้รูปทรงแบบที่ 2 เป็นรูปทรงของแผ่นป้ายสนับสนุนจากภาคเอกชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางวิเคราะห์ที่ 5 การยึดติดกันของแผ่นป้ายผู้สนับสนุน

คุณสมบัติ	ตายตัว	ถอดประกอบ
ความแข็งแรง	3	2
แรงสั่นสะเทือน	3	2
อายุการใช้งาน	3	2
การดูแลรักษา	2	3
สะดวกในการติดตั้ง	3	2
<b>รวม</b>	<b>14</b>	<b>11</b>

สรุป เลือกใช้การยึดติดกันของแผ่นป้ายผู้สนับสนุนในลักษณะตายตัว

### ตารางที่ 6 วิเคราะห์รูปแบบโครงสร้าง

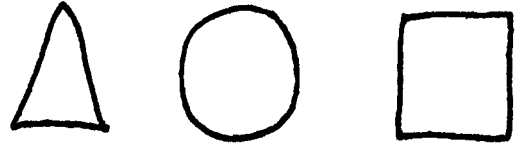


คุณสมบัติ	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ความแข็งแรง	2	2	3
การสั่นสะเทือน	2	3	3
การผลิต	3	2	1
สะดวกในการติดตั้ง	2	2	2
บำรุงรักษา	3	2	2
ประหยัดวัสดุ	3	2	2
ราคา	3	2	1
<b>รวม</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>14</b>

สรุป เลือกใช้รูปแบบโครงสร้างแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางที่ 7 วิเคราะห์รูปทรงฐาน



คุณสมบัติ	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
การรับน้ำหนัก	3	2	3
การสิ้นสະเทือน	2	2	3
ความแข็งแรง	3	2	3
สะดวกในการติดตั้ง	2	2	3
ง่ายต่อการผลิต	2	2	3
การบำรุงรักษา	3	2	2
<b>รวม</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>17</b>

สรุป เลือกใช้รูปทรงแบบที่ 3 เป็นรูปทรงของฐาน

### ตารางที่ 8 วิเคราะห์การจัดเก็บ



คุณสมบัติ	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ความแข็งแรง	1	3	2
สะดวกในการขนส่ง	1	3	2
สะดวกในการนำออกมาใช้งาน	2	2	3
ง่ายต่อการผลิต	3	2	2
การบำรุงรักษา	2	2	2
<b>รวม</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>11</b>

สรุป เลือกใช้การจัดเก็บแบบที่ 2 ในการจัดเก็บตัวอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 วิเคราะห์วัสดุของแผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร

คุณสมบัติ	เหล็ก	อลูมิเนียม	พลาสติก
ทนต่อการกระแทก	2	1	3
ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ	2	2	3
ความแข็งแรง	3	2	3
สะดวกในการผลิต	2	2	3
การดูแลรักษา ราคา	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{3}{3}$
<b>รวม</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>18</b>

สรุป เลือกใช้พลาสติกเป็นวัสดุในการทำแผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร

ตารางที่ 10 วิเคราะห์ชนิดของวัสดุที่ทำแผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร

คุณสมบัติ	อะคริลิก	สติ๊กเกอร์	สกรีน
ทนต่อแรงกระแทก	3	2	2
ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ	3	2	2
ความแข็งแรง	3	2	2
สะดวกในการผลิต	1	3	2
การบำรุงรักษา ราคา	2 1	3 3	2 2
<b>รวม</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>12</b>

สรุป เลือกใช้แผ่นสติ๊กเกอร์เป็นวัสดุทำแผ่นป้ายเครื่องหมายจราจร

ตารางที่ 11 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำแผ่นป้ายสนับสนุนจากภาคเอกชน

คุณสมบัติ	เหล็ก	อลูมิเนียม	พลาสติก
ทนต่อแรงกระแทก	2	1	2
ความแข็งแรง	3	2	3
สะดวกต่อการผลิต	2	2	3
สะดวกต่อการบำรุงรักษา	1	2	3
อายุการใช้งาน ราคา	1 1	2 2	3 3
<b>รวม</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>17</b>

สรุป เลือกใช้พลาสติกเป็นวัสดุที่ใช้ทำแผ่นป้ายสนับสนุนจากภาคเอกชน

ตารางที่ 11 วิเคราะห์ชนิดของวัสดุที่ทำแผ่นป้ายสนับสนุนจากภาคเอกชน

คุณสมบัติ	อะคริลิค	สติ๊กเกอร์	สกรีน
ความแข็งแรง	3	2	2
ทนต่อแรงกระแทก	3	2	2
ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ	3	2	2
สะดวกในการผลิต	1	3	2
ง่ายต่อการบำรุงรักษา	2	3	2
ราคา	1	3	2
<b>รวม</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>12</b>

สรุป เลือกใช้แผ่นสติ๊กเกอร์เป็นวัสดุทำแผ่นป้ายสนับสนุนจากภาคเอกชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 วิเคราะห์วัสดุโครงสร้าง

คุณสมบัติ	พลาสติก	เหล็ก	อลูมิเนียม
ความแข็งแรง	3	3	2
การรับน้ำหนัก	2	3	2
การผลิต	3	2	2
การบำรุงรักษา	3	1	2
น้ำหนักเบา	3	1	2
ราคา	3	1	2
<b>รวม</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>12</b>

สรุป เลือกใช้พลาสติกเป็นวัสดุทำฐานของอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ

ตารางที่ 13 วิเคราะห์ชนิดของวัสดุโครงสร้าง

คุณสมบัติ	EVA	พีไอที	โพลีบูทีลีน
ทนต่อแรงกระแทก	2	3	3
ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ	2	3	3
กรรมวิธีการผลิต	2	2	3
ราคา	2	2	3
ความแข็งแรง	3	2	3
การบำรุงรักษา	2	2	3
<b>รวม</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>18</b>

สรุป เลือกใช้พลาสติกชนิด โพลีบูทีลีน เป็นวัสดุทำส่วนโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางที่ 14 วิเคราะห์วัสดุของฐาน

คุณสมบัติ	เหล็ก	อลูมิเนียม	พลาสติก
ความแข็งแรง	3	2	3
ทนต่อแรงกระแทก	2	1	2
ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ	1	2	3
การรับน้ำหนัก	3	2	2
กรรมวิธีการผลิต	1	2	3
การบำรุงรักษา	1	2	3
ราคา	1	2	3
<b>รวม</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>19</b>

**สรุป** เลือกใช้พลาสติกเป็นวัสดุในการทำส่วนฐาน

### ตารางที่ 15 วิเคราะห์ชนิดของวัสดุที่ทำงาน

คุณสมบัติ	EVA	พีโนซี	โฟลียูทีลิน
ความแข็งแรง	3	2	3
ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ	2	3	3
ทนต่อแรงกระแทก	2	3	3
กรรมวิธีการผลิต	2	2	3
การบำรุงรักษา	2	2	2
ราคา	2	2	3
<b>รวม</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>18</b>

**สรุป** เลือกใช้พลาสติกชนิด โพลียูทีลิน เป็นวัสดุทำส่วนฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปเพื่อการออกแบบ

จากข้อมูลผลการศึกษการวิเคราะห์สรุปออกมาเป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์สำหรับกัน  
ช่องทางเดินรถ ช่วงเวลาเร่งรีบ ในเขตกรุงเทพมหานคร ได้ดังนี้

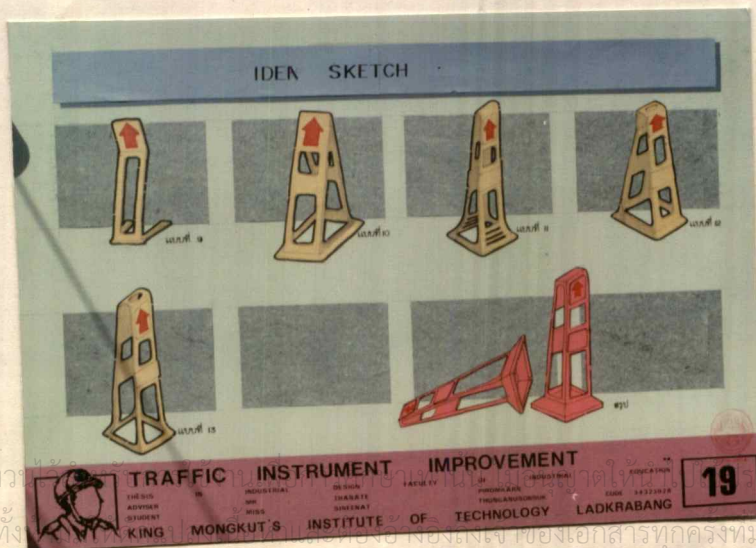
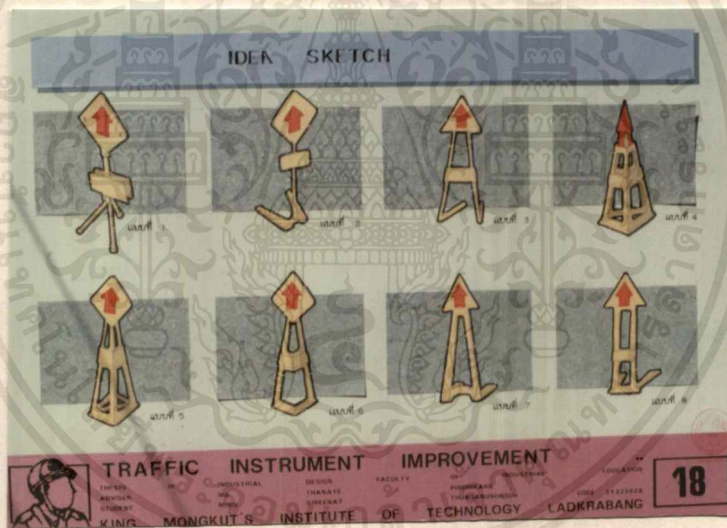
1. ความสูงของอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ มีความสูง 105 ซม.
2. รูปทรงของแผ่นป้ายเครื่องหมายจราจรของอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม ขนาด 13x13 ซม.
3. ขนาดของสัญลักษณ์เครื่องหมายจราจรมีขนาด 5x10 ซม.
4. รูปทรงของแผ่นป้ายสนับสนุนจากภาคเอกชนของ อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม ขนาด 10x13 ซม.
5. รูปทรงของฐานอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม ขนาด 35x35 ซม.
6. ลักษณะการจัดเก็บเคลื่อนย้ายเป็นแบบการสวมซ้อนกันขึ้นด้านบน
7. วัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ เป็นพลาสติก
8. สีที่ใช้ คือ สีแสด
9. ใช้สารเติมแต่งผสมเข้ากับเนื้อพลาสติกเป็นการให้แสงสว่างแก่ตัวอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ
10. ฐานของอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ มี conner rib เป็นโครงสร้างรับน้ำหนักด้านล่าง
11. กรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรมของอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ เป็นแบบฉีดเป่า

บทที่ 5  
การออกแบบ

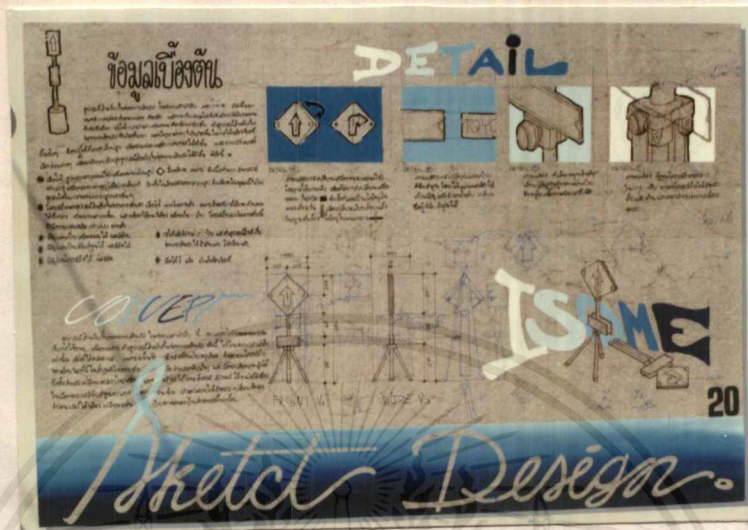
จากข้อมูลที่ได้ศึกษา และวิเคราะห์ทั้งหมด รวบรวมเป็นข้อสรุปสู่แนวทางการออกแบบปรับปรุง อุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ ช่วงเวลาเร่งรีบ ในเขตกรุงเทพมหานคร ดังที่กล่าวมาแล้วในสรุปวิเคราะห์ แต่ในการออกแบบนั้นก็ย่อมมีข้อจำกัดในการทำงาน ของอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถในการออกแบบ ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. การออกแบบต้องคำนึงถึงการผลิตในระบบอุตสาหกรรม
2. เหมาะกับผู้ปฏิบัติงานเพียงคนเดียว
3. เวลาในการทำงาน 1 วัน ใช้เวลา 8 ชั่วโมง
4. สะดวกในการขนส่ง

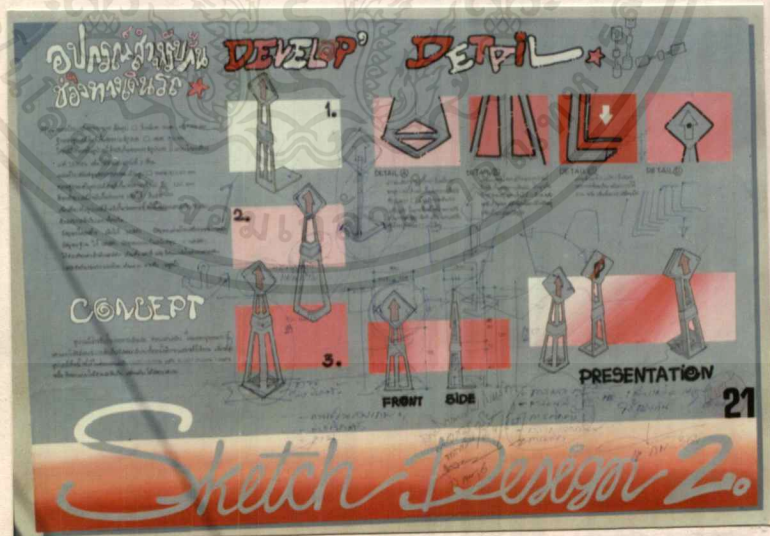
5.1 idea develop



## 5.2 sketch design

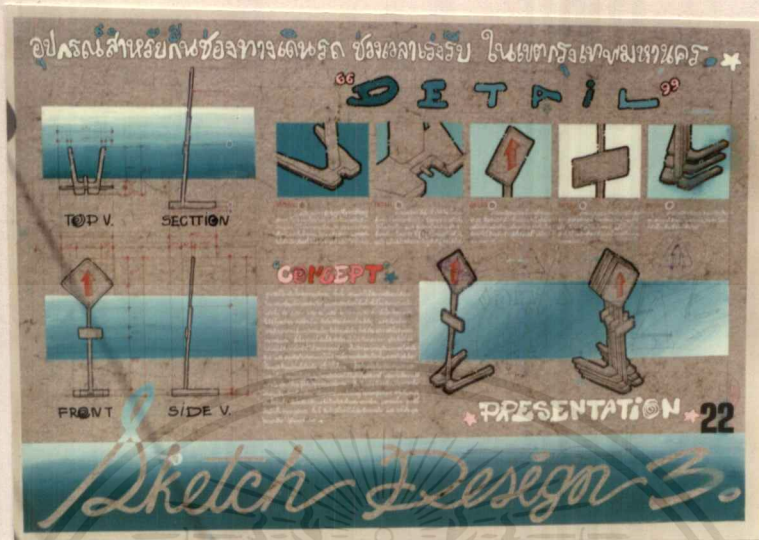


sketch design 1

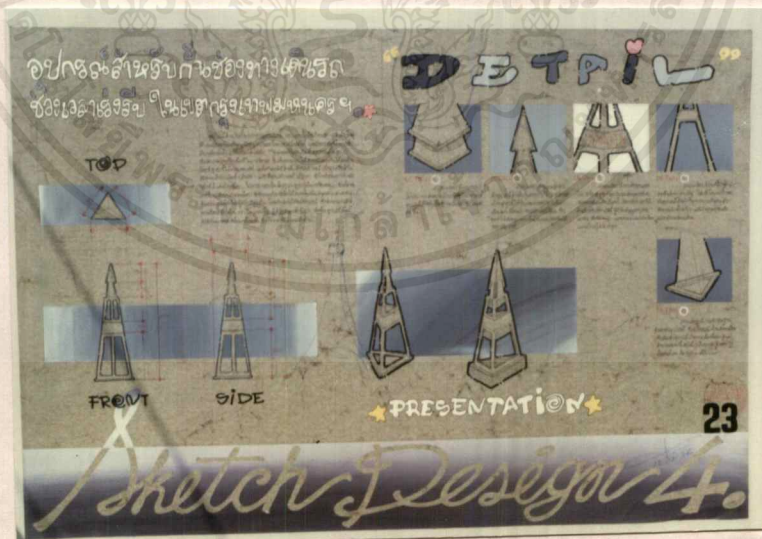


sketch design 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

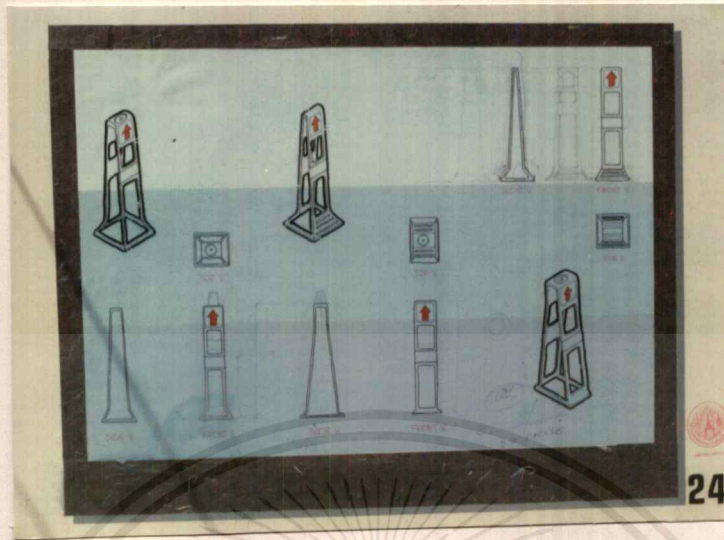


sketch design 3



sketch design 4

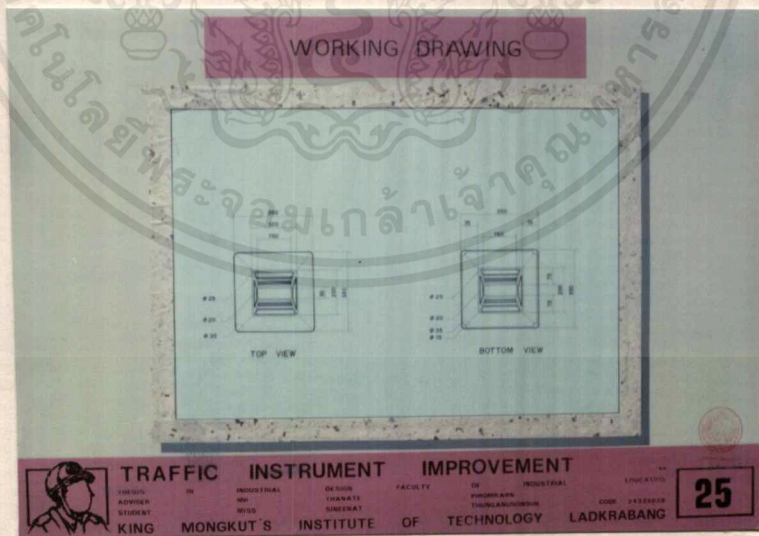
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



sketch design 5

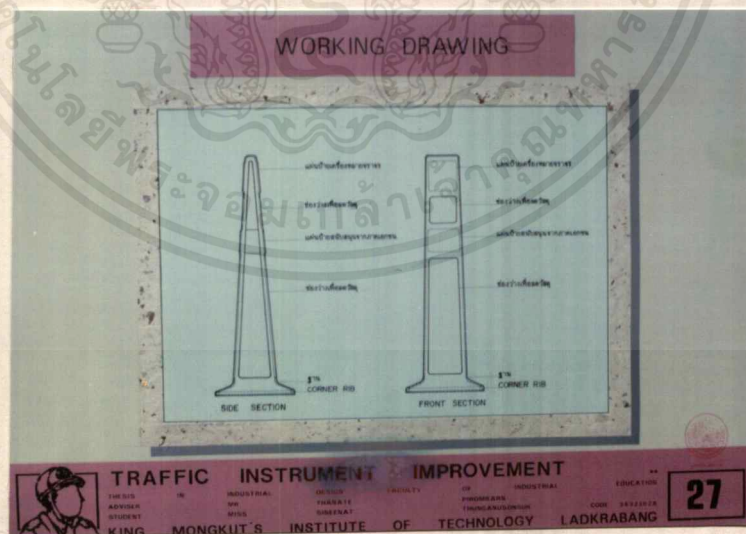
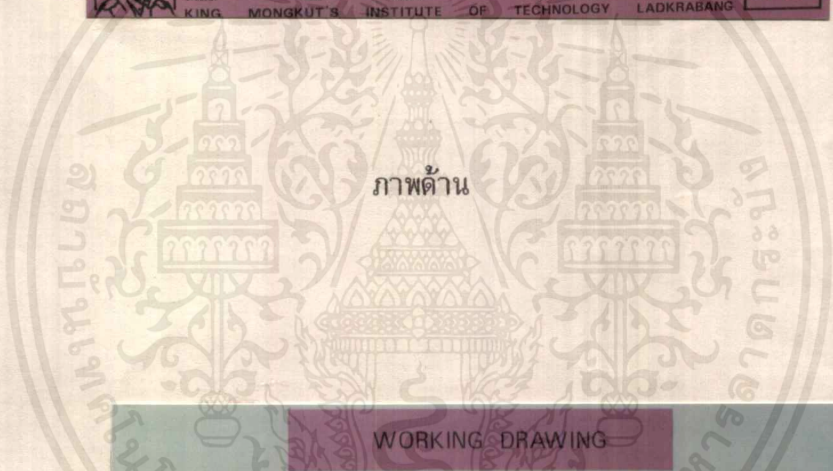
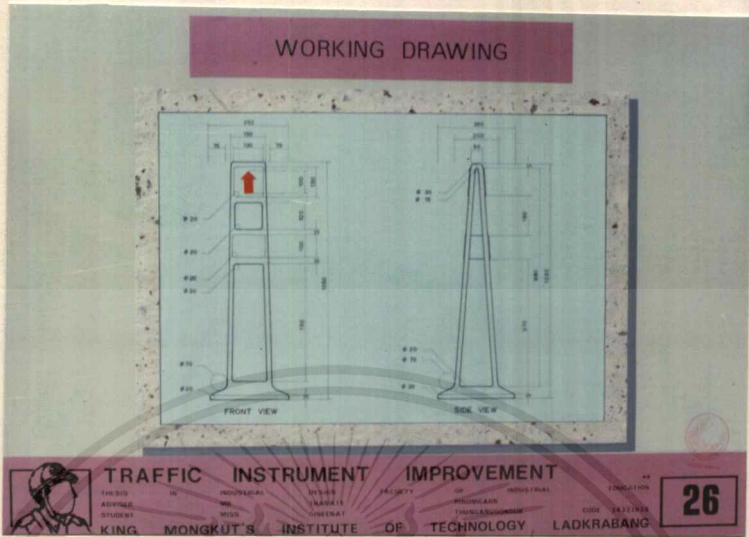
### 5.3 การนำเสนองานออกแบบ

#### 5.3.1 working drawing



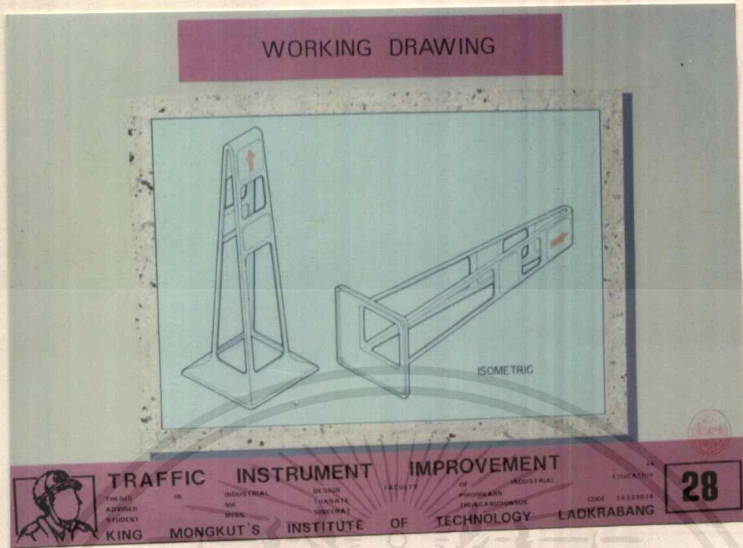
ภาพด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

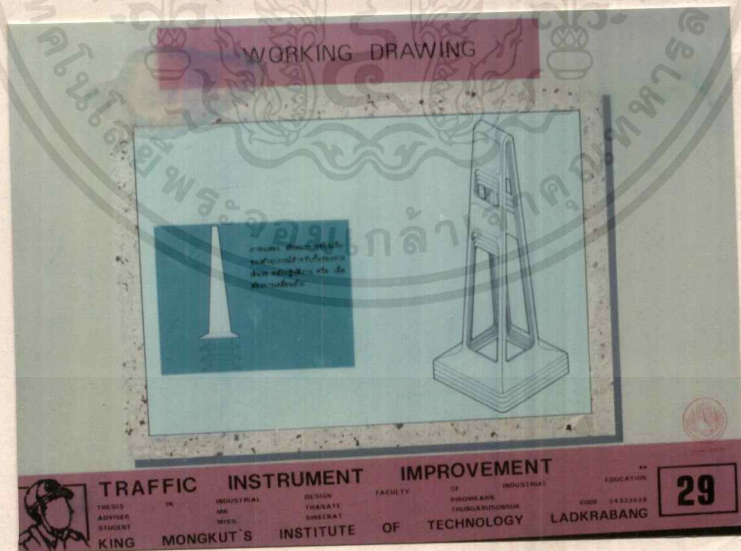


ภาพด้าน-ตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



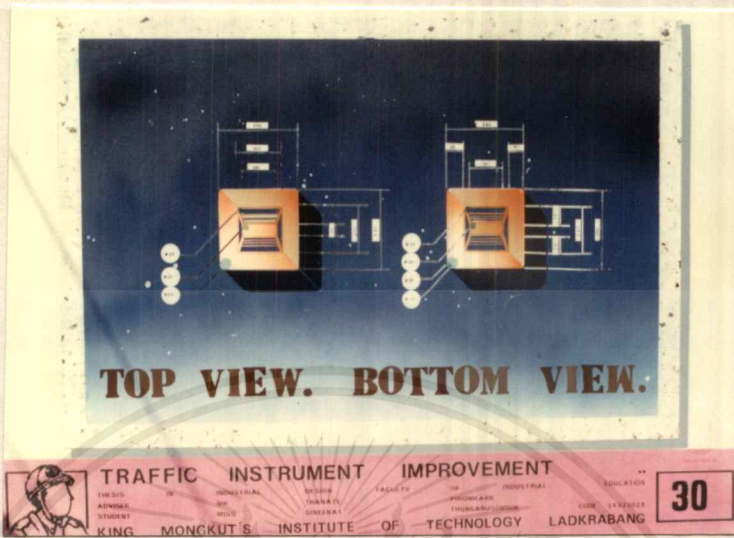
ภาพสามมิติ



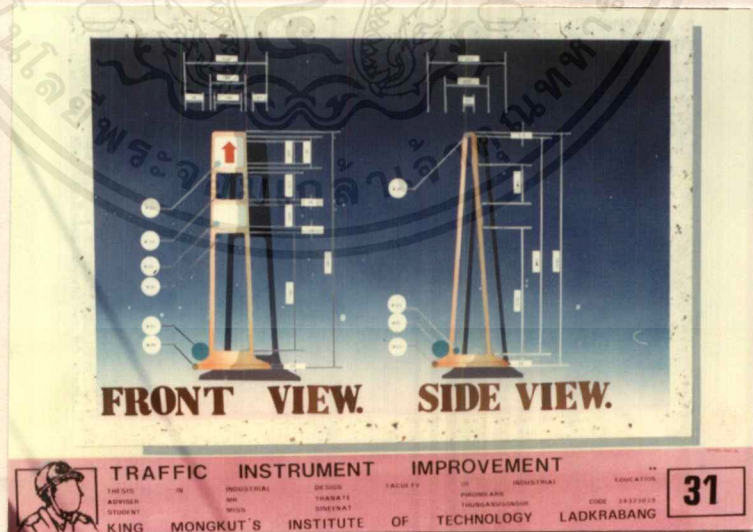
ภาพแสดงรายละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 presentation



ภาพด้าน

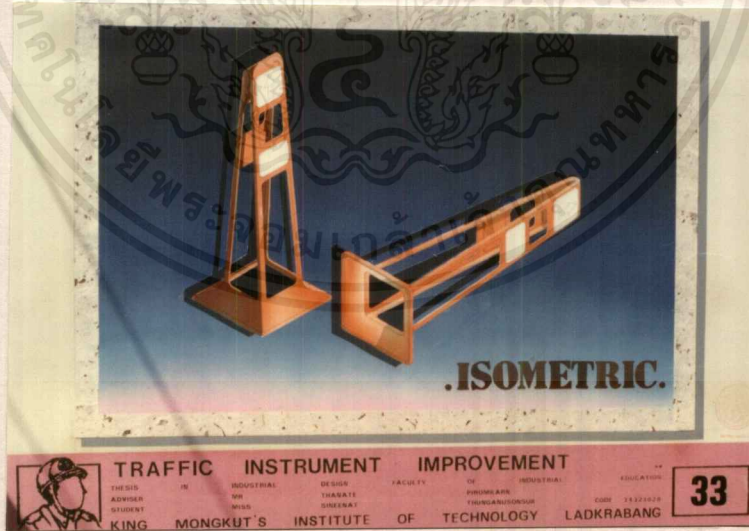


ภาพด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

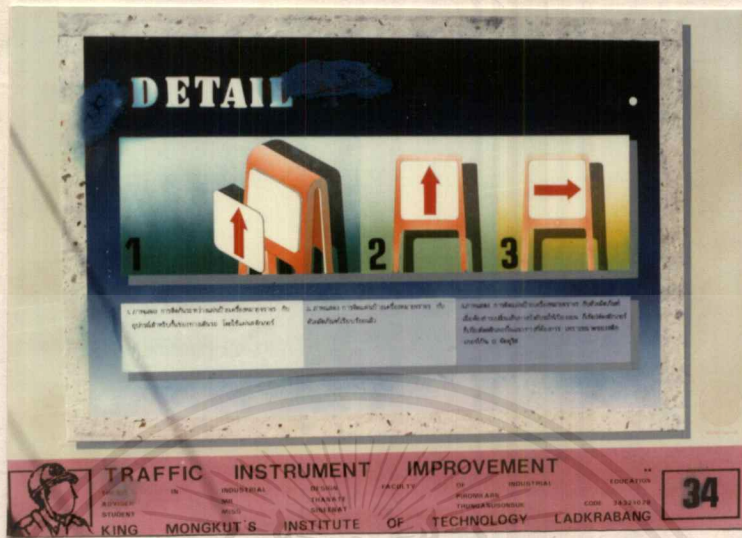


ภาพด้าน-ตัด



ภาพสามมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

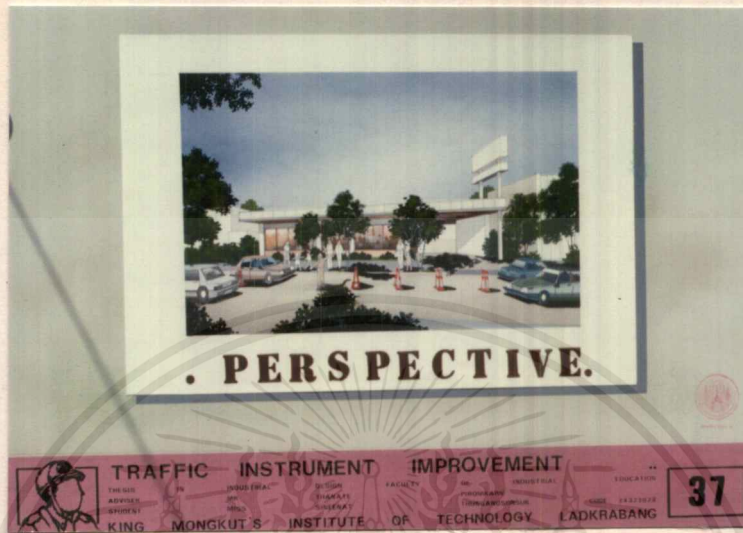


ภาพแสดงรายละเอียด

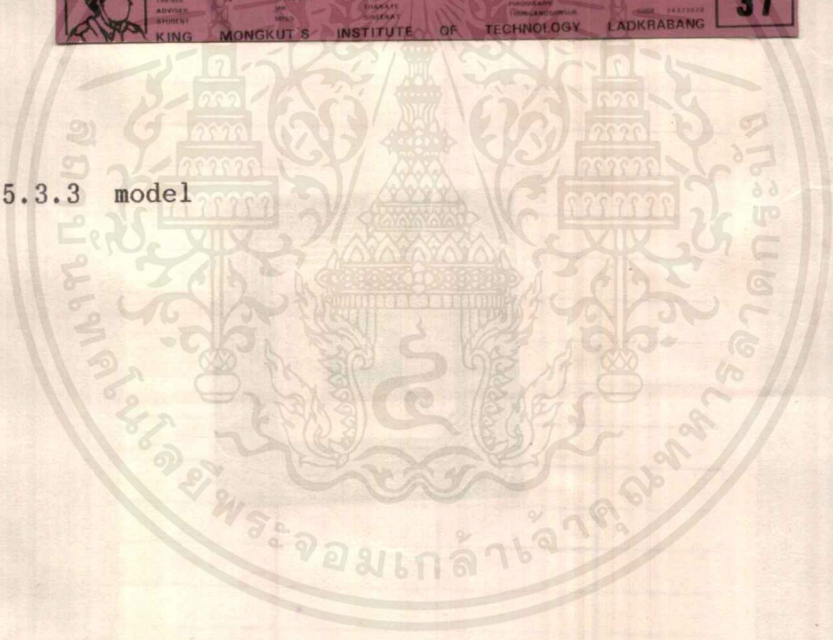


ภาพแสดงรายละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.3.3 model



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ ช่วงเวลาเร่งรีบ ในเขตกรุงเทพมหานคร ควรคำนึงถึงงบประมาณของทางภาครัฐบาลว่ามีงบประมาณเท่าใดสำหรับอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถ แต่ละตัว ในการช่วยเหลือของทางภาคเอกชนนั้นมีมากน้อยเพียงใดในการให้ความสนับสนุน ในการซื้อหรือจัดเก็บอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถนี้ ควรคำนึงถึงการใช้งานในการเก็บหลังใช้งาน และความสะดวกในการนำออกมาใช้ ขนาดของสัญญาณจราจร เครื่องหมายจราจร ควรมีขนาดมาตรฐานตามหนังสือ ของกรมทางหลวง หรือกรมวิศวกรรมจราจรกำหนด เพื่อความเด่นชัดและความสามารถในการมองได้อย่างชัดเจน ความสูงของตัวอุปกรณ์สำหรับกันช่องทางเดินรถนี้ ควรคำนึงถึงลักษณะการมองเห็น การซื้อเก็บ ความสะดวกสบายในการใช้งาน เพื่อจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และสามารถลดปัญหาการจราจรติดขัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้



๕

๖

## บรรณานุกรม

คนต์ รัตนาศนีย์ ,เทคโนโลยีเบื้องต้นสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติก เอกสารการพิมพ์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีชิต เลี่ยมพิพัฒน์ ,พลาสติก กรุงเทพมหานคร มิตรนราการพิมพ์ 2521  
มาตรฐานเครื่องจัดช่องทางการจราจร เพื่อการบูรณะถนน กรมทางหลวง และ กรมวิศวกรรมจราจรทางบก กรุงเทพมหานคร  
มาตรฐานถนนในประเทศไทย กรมทางหลวง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวลิณีนาถ ตั้งอนุสรณ์สุข  
รหัสประจำตัว 34323028  
เกิด วันพุธที่ 2 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2514  
เข้ารับการศึกษานี้ 2533

เป็นบุตรของ นายชัยวัฒน์ ตั้งอนุสรณ์สุขกับนางศยามล ตั้งอนุสรณ์สุข มีน้องชาย 1 คน  
เป็นบุตรสาวคนโต ก่อนจะเข้ารับการศึกษานี้ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง ได้เคยผ่านการศึกษาระดับต่าง ๆ ดังนี้

ระดับประถมศึกษา 1-4	โรงเรียนบ้านชะ
ระดับประถมศึกษา 5-6	โรงเรียนมารีย์วิทยา
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 1-3	โรงเรียนสุนารีวิทยา
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ม.4	โรงเรียนสุนารีวิทยา
ระดับ ปวช. ชั้นปีที่ 1-3	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล นครราชสีมา
ระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 4-5	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล นครราชสีมา

ในปี พ.ศ. 2533 ข้าพเจ้าได้เข้ารับการศึกษานี้ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง จนจบการศึกษานี้ พ.ศ. 2535