

โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย

สำหรับผู้ทดสอบขอใบอนุญาตขับขี่รถยนต์

INDUSTRIAL EDUCATION DESIGN PROJECT : INSTRUMENT FOR
TEST COMPETENCE OF BODY FOR DRIVING LICENSE CAR



นายตติช ภูบาลชื่น
MR. PRADUNG PHUBALCHAUN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม

คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INDUSTRIAL EDUCATION DESIGN PROJECT : INSTRUMENT FOR
TEST COMPETENCE OF BODY FOR DRIVING LICENSE CAR

MR. PHADUNG PHUBALCHAUN



A021185

เลขหมู่.....	766
เลขทะเบียน.....	1417 021185
วัน เดือน ปี.....	23 พ.ค. 2538

A THESIS SUBMITTEN IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE
BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
DEPARTMENT OF INDESTRIAL DESIGN EDUCATION
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOG LADKRABANG

1995

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์

โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย
สำหรับผู้ทดสอบใบอนุญาตขับรถ

INDUSTRIAL EDUCATION DESIGN PROJECT:
INSSTRUMENT FOR TEST COMPETENCE OF
BODY FOR DRIVING LICENSE CAR

นักศึกษา

นายผดุง ภูบาลชื่น รหัสประจำตัว 36030517

หลักสูตร

ครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม

ภาควิชา

ครุศาสตรศิลปอุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

อาจารย์ อนันท์ อินทร์คำ

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

อาจารย์ อุดมศักดิ์ สาริบุตร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลงนาม
อ. อุดมศักดิ์	สาริบุตร	
อ. สถาพร	ตีบุญมี ณ ขมแพ	
อ. อนุอม	จันทร์หิมนไวย	
อ. ดารณี	เพ็ญสนเละ	
อ. ชนท	ภริญการ	
อ. พิศุทธิ์	ศิริพันธ์	
อ. อนันท์	อินทร์คำ	
อ. ศิริพรณ์	สาริบุตร	
อ. นิรัช	สดลชัย	
อ. สุรศักดิ์	อัครเสนา	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 17 ส.ค. 2538

สถานที่สอบ คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม

เวลาสอบ.....

25.00 น. ลงนาม.....

(รศ.ดร. ปรีชาพร วงษ์บุตรโรจน์)

วันที่ 27 เดือน พ.ย พ.ศ. 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

นักศึกษา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ระดับการศึกษา

ภาควิชา

พ.ศ.

โครงการออกแบบปรับปรุง เครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่าง
สำหรับผู้ทดสอบขอใบอนุญาตขับขีรยนต์

นายผดุง ภูบาลชื่น

อาจารย์อนันท์ อินทร์คำ

อาจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม

ครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2537

บทคัดย่อ

จุดมุ่งหมายของการออกแบบเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายสำหรับผู้ทดสอบขอใบอนุญาตขับขีรยนต์ ทำขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ประกอบอาชีพขับขีรยนต์ในการขนส่งหรือโดยสารผู้คนเป็นจำนวนมาก และสัตว์หรือสิ่งของต่าง ๆ ซึ่งผู้ทดสอบต้องผ่านการทดสอบตามกฎหมายหรือระเบียบที่ทางสำนักงานขนส่งตั้งไว้ จึงจะได้ใบอนุญาตมาใช้ในการประกอบอาชีพขับขีรยนต์ขนส่ง ซึ่งผู้ขับขีรตประเภทขนส่งต้องรับผิดชอบชีวิต หรือทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก

การดำเนินงานเริ่มต้นจากการกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้น แนวทางการปรับปรุงและแก้ไขขอบเขตของการวิจัย และการออกแบบ งานกระหน้ผลที่คาดว่าจะได้รับการปรับปรุง และแก้ไข และต่อจากนั้นได้ศึกษาพฤติกรรมการใช้งาน ในการทดสอบด้านต่าง ๆ ขนาดสัดส่วนของอุปกรณ์ที่นำมาใช้ วัสดุและกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งวิธีดำเนินงานนั้นได้ศึกษาจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ในสำนักงานขนส่ง ศึกษาจากของจริง ทำการศึกษาจากห้องสมุดต่าง ๆ ข้อมูลที่ได้มานำมาเรียบเรียง และทำการวิเคราะห์สรุปผลออกมาเป็นแนวทางการออกแบบปรับปรุงเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายสำหรับผู้ทดสอบขอใบอนุญาตขับขีรยนต์

ข้อเสนอแนะ เพื่อได้ศึกษาข้อมูลทั้งหมดแล้วจึงได้แนวทางที่จะนำมาใช้แก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการออกแบบปรับปรุงเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย ให้เกิดความสะดวกในการใช้งาน รูปทรงที่เหมาะสมและประโยชน์สูงสุด สำหรับผู้เข้ารับการทดสอบและเจ้าหน้าที่ทำการทดสอบที่ได้กล่าวมา เป็นเพียงบางส่วนของผลที่ติดตามมาของวัตถุประสงค์ในการดำเนินการนำวิทยานิพนธ์ และเหตุผลในการนำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ เพื่อให้วัตถุประสงค์ในการนำวิทยานิพนธ์ได้สำเร็จตามความตั้งใจของผู้ทำวิจัย การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THESIS TITLE INDUSTRIAL EDUCATION DESIGN PROJECT :
 INSTRUMENT FOR TEST COMPETENCE OF
 BODY FOR DRIVING LICENSE CAR
 STUDENT MR. PHADUNG PHUBALCHAUN
 THESIS ADVISOR MR. ANAN INKUM
 THESIS CO-ADVISOR MR. UDOMSAK SARIBUT
 LEVEL OF STUDY BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL
 EDUCATION (INDUSTRIAL DESIGN) B.S.I.
 ED (INDUSTRIAL DESIGN)
 DEPARTMENT INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION
 YEAR 1995

abstract

concept of design for redesign ability body for test driving
 license a car. do it for need of driver for transportation or many
 people and animals or anythings so testor. must pass for test law
 at official of transportation so they give admittedly for professional
 driving a car transportation. so driver transportation do it responsibility
 or many property.

for this work begin from make a problem and solve pro-
 blem and solve problem scope of thesis and design until result from
 change and adjust to learn cost of events for work in test and ot-
 hers propotion of material in use. material and process in industrial.
 this thesis to learn from about official in office transportation learn
 from prototype and stydying from library.

for redesign ability body for test driving license. a car to
 research for comfortable in use. shape and best benefit for testor and
 authorities in testing.

for all conception in thesis and reason for to be finished

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ใน this thesis.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง การออกแบบปรับปรุงเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายสำหรับผู้ทดสอบใบอนุญาตขับขี่รถยนต์ สำเร็จลงได้ด้วยความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่ และผู้เชี่ยวชาญดังต่อไปนี้

1. กรรมการขนส่งทางบก สำนักงานขนส่งกรุงเทพฯ สาขาจตุจักรได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการสอบใบอนุญาตขับขี่รถยนต์

2. สำนักงานขนส่งเขตพื้นที่ 3 สาขาบางจาก ได้กรุณาให้ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องทดสอบ ขั้นตอนการทดสอบ และข้อมูลเกี่ยวกับผู้ที่จะเข้ารับการทดสอบ

3. บริษัท ราชสีมาไตรลิตร จำกัด จังหวัดนครราชสีมา ได้กรุณาให้ข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องทดสอบ

นอกจากนี้ ยังมีคณาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ อนันท์ อินทร์คำ ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับข้อมูล และอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการดำเนินงานตั้งแต่เริ่มต้น จนกระทั่งสำเร็จลงด้วยดี และที่สำคัญคือ บิดา มารดา ของผู้ทำการวิจัย ที่ได้ให้ทุนทรัพย์ และให้กำลังใจในการทำงานครั้งนี้และเพื่อน ๆ น้อง ๆ ในการจัดพิมพ์

สุดท้ายนี้ ผู้ทำวิจัยขอขอบพระคุณบุคคลที่กล่าวมา ขอให้ประสบความสำเร็จในหน้าที่การงานและความเจริญก้าวหน้าในการดำเนินชีวิตยิ่งขึ้น

นาสมตุง ภูบาลสิน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ii
กิตติกรรมประวัติ	iii
สารบัญ	iv
สารบัญตาราง	vii
สารบัญภาพ	ix
คำนิยามศัพท์	xii
บทที่	
1. บทนำ	1
คำนำ	1
เหตุผลในการนำเสนอวิทยานิพนธ์	1
วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์	1
ปัญหาที่เกิดขึ้น	2
แนวทางการแก้ปัญหา	2
วิธีดำเนินการวิจัย	14
ขอบเขตการศึกษาข้อมูล	15
ขอบเขตของการออกแบบ	15
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	15
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
พระราชบัญญัติ การขนส่ง	16
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับใบอนุญาตขับขี่	16
เครื่องทดสอบสมรรถภาพแบบเดิม	26
ระบบการนำงานของเครื่องทดสอบ	31
ส่วนทดสอบสายตาบอดสี	34
ส่วนทดสอบปฏิกิริยา	36
อุปกรณ์ทดสอบสายตาหารสี	38
อุปกรณ์ทดสอบประสาทมือ	40
ส่วนทดสอบสายตาหารกว้าง	43
ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
วัสดุและกรรมวิธีการผลิต	55
— ไม้	55
— โลหะแผ่น	58
— อลูมิเนียม	60
— ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้าง	61
— โลหะท่อ	64
— ข้อมูลการเชื่อมชิ้นงาน	70
— ข้อมูลการอัดโลหะ	72
— พลาสติก	77
— กรรมวิธีการผลิต	87
ข้อมูลมือจับ	97
ข้อมูลบานพับ	98
ข้อมูลตัวยึดล็อก	101
สัดส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ	104
จิตวิทยาสี	119
วัสดุกราฟิกส์หรือลายเส้น	123
3. การรวบรวมและศึกษาข้อมูล	125
วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล	125
แหล่งที่มาของข้อมูล	125
ศึกษาการขอใบอนุญาตเป็นผู้ชำนาญช่าง	126
สรุป	127
ศึกษาวัสดุโครงสร้างเหล็ก	128
สรุปวัสดุโครงสร้างเหล็ก	129
ศึกษาวัสดุโครงสร้างรอง	129
สรุปวัสดุโครงสร้างรอง	130
ศึกษาผลิตภัณฑ์เดิม	131
— ส่วนทดสอบสายตาบอดสี	131
สรุปส่วนทดสอบสายตาบอดสี	132
— ส่วนทดสอบปฏิกิริยา	134
สรุปส่วนทดสอบปฏิกิริยา	135

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
— ส่วนทดสอบสายตาทะลุ	136
สรุปส่วนทดสอบสายตาทะลุ	137
— ส่วนทดสอบประสาทมือ	137
สรุปส่วนทดสอบประสาทมือ	138
— ส่วนทดสอบสายตาทะลุกว้าง	138
สรุปส่วนทดสอบสายตาทะลุกว้าง	138
ศึกษาลักษณะที่ใกล้เคียง	139
สรุปลักษณะที่ใกล้เคียง	140
ศึกษาเกี่ยวกับผู้เข้ารับการทดสอบ	140
สรุปผู้เข้ารับการทดสอบ	140
ศึกษาพฤติกรรมกรรมการใช้งาน	141
สรุปพฤติกรรมกรรมการใช้งาน	142
ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบ	142
สรุปเกี่ยวกับการออกแบบ	142
ศึกษาวัสดุกราฟิกสีหรือลายเส้น	142
สรุปวัสดุกราฟิกสี	143
ศึกษากรรมวิธีการผลิต	143
สรุปกรรมวิธีการผลิต	144
การวิเคราะห์ข้อมูล	145
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	173
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	173
การออกแบบ	175
แบบถ่ายย่อ	177
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	197
สรุปการวิจัย	197
ข้อเสนอแนะ	197
บรรณานุกรม	199
ประวัติผู้เขียน	200

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ข้อดี ข้อเสีย ของส่วนทดสอบสายตาบอดสีแบบเดิม	35
2 ข้อดี ข้อเสีย ของส่วนทดสอบปฏิกิริยาแบบเดิม	37
3 ข้อดี ข้อเสีย ของส่วนทดสอบสายตาทะเลลึกของเดิม	40
4 ข้อดี ข้อเสีย ของอุปกรณ์และเครื่องมือทดสอบประสาทสัมผัสแบบเดิม	42
5 ข้อดี ข้อเสีย ของอุปกรณ์ทดสอบสายตาทะเลลึกแบบเดิม	45
6 แสดงขนาดความหนาของไม้อัด	57
7 แสดงความหนาและราคาของไม้อัดแผ่นเรียบ	58
8 แสดงขนาดความหนาและน้ำหนัก	59
9 แสดงรูปทรงและการรับแรง	62
10 การเปรียบเทียบเอกกลมกลวงและเอกลีเหลี่ยมกลวง	65
11 แสดงชื่อขนาดและรายละเอียดของเอกลีเหลี่ยมผืนผ้า	66
12 แสดงชื่อขนาดและรายละเอียดของเอกลมกลวง	67
13 แสดงชื่อขนาดและรายละเอียดของเอกลีเหลี่ยมจัตุรัส	68
14 ลักษณะทางกายภาพของ POLYCARBONATE	81
15 ลักษณะทางกายภาพของ POLYSTYRENE	82
16 ลักษณะทางกายภาพของ A B S	83
17 ลักษณะทางกายภาพของ ACRYLIC-METHYL METHACR	84
18 แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติของร่างกายส่วนต่าง ๆ	105
19 ขนาดสัดส่วนในการออกแบบ	112
20 การสะท้อนแสงของสีต่าง ๆ บนผนังเรียบ	121
21 ข้อดี ข้อเสีย ของไม้จริง	128
22 ข้อดี ข้อเสีย ของเหล็กกลมเหล็กลม	128
23 ข้อดี ข้อเสีย ของเหล็กกลมกลวง	129
24 ข้อดี ข้อเสีย ของโลหะแผ่น	130
25 ข้อดี ข้อเสีย ของพลาสติก	130
26 ข้อดี ข้อเสีย ของไม้อัด	130
27 แสดงพฤติกรรมกรรมการใช้งาน	142
28 การวิเคราะห์วัสดุนำมาใช้ทำโครงสร้างเหล็ก	145

29 เป็นการวิเคราะห์การยึดส่วนขากับตัวเครื่องเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
30 การวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างขา	147
31 การวิเคราะห์ตำแหน่งโครงสร้างขา	148
32 การวิเคราะห์วัสดุนำมาใช้ทำตัวครอบเครื่อง	149
33 การวิเคราะห์ส่วนโครงสร้างตัวครอบเครื่อง	150
34 การวิเคราะห์การวางตำแหน่งเครื่องทดสอบ	151
35 การวิเคราะห์เครื่องมือสำหรับควบคุมของเจ้าหน้าที่	152
36 การวิเคราะห์อุปกรณ์ยึดเปิด – ปิด ด้านข้างของเครื่อง	153
37 การวิเคราะห์ตัวยึดบานเปิด – ปิด ด้านใน	154
38 การวิเคราะห์มือจับเปิด – ปิด ผ่าด้านข้างเครื่อง	155
39 การวิเคราะห์ตำแหน่งมือจับ	156
40 การวิเคราะห์ตำแหน่งเขตทดสอบสายตาบอดสีจากเครื่องทดสอบ	157
41 การวิเคราะห์วัสดุของหน้าแผ่นภาพบอดสี	158
42 การวิเคราะห์รูปทรงแผ่นภาพทดสอบสายตาบอดสี	159
43 การวิเคราะห์วัสดุทำเบรคทดสอบปฏิกิริยา	160
44 การวิเคราะห์ตำแหน่งการติดตั้งคันเร่ง ทดสอบปฏิกิริยา	161
45 การวิเคราะห์วัสดุทำที่เก็บเชือกทดสอบสายตาทางลึก	162
46 การวิเคราะห์ลักษณะของที่เก็บเชือกสำหรับทดสอบสายตาทางลึก	163
47 การวิเคราะห์การติดตั้งที่เก็บเชือกทดสอบสายตาทางลึก	164
48 การวิเคราะห์วัสดุส่วนทำรางไฟทดสอบประสาทมือ	165
49 การวิเคราะห์พลาสติกที่ใช้ทำรางไฟทดสอบประสาทมือ	166
50 การวิเคราะห์การติดตั้งที่เก็บเครื่องมือทดสอบประสาทมือ	167
51 การวิเคราะห์วัสดุส่วนทำเป็นทดสอบสายตาทางกว้าง	168
52 การวิเคราะห์การติดตั้งเป็นทดสอบสายตาทางกว้าง	169
53 การวิเคราะห์กรรมวิธีนำตัวเลขบอกเกณฑ์การทดสอบ	170
54 การวิเคราะห์สัมลิตกณฑ์ ส่วนโครงสร้างขาและฐานรอง	171
55 การวิเคราะห์สัมลิตกณฑ์ ตัวเครื่องและส่วนทดสอบ	172

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงแบบทดสอบสายตาทางกว้าง	2
2 แสดงของศำเกณฑ์การทดสอบสายตาทางกว้าง	3
3 แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวล้อคนแบบเดิม	4
4 แสดงปัญหาการเปิด – ปิด ฝาด้านข้างของเดิม	5
5 แสดงเกณฑ์การทดสอบประสาหมือ	6
6 แสดงปัญหาการวางอุปกรณ์ทดสอบ	7
7 แสดงปัญหาการเก็บเชือกที่ไม่เรียบร้อยแบบเดิม	8
8 แสดงปัญหาที่ล้อคนบ้านของเดิม	9
9 แสดงลักษณะโครงสร้างขาแบบเดิม	10
10 แสดงช่องมองทดสอบสายตาทางลึก	11
11 แสดงการเดินสายไฟใช้ในการทดสอบของเดิม	12
12 แสดงรูปแบบการผลิตของผลิตภัณฑ์เดิม	13
13 แสดงการติดตั้งแผ่นภาพทดสอบสายตาบอดสี	14
14 แสดงเครื่องทดสอบสมรรถภาพแบบเดิม	26
15 แสดงเครื่องทดสอบสมรรถภาพแบบเดิม (ด้านหน้า)	27
16 แสดงภาพเครื่องทดสอบสมรรถภาพแบบเดิม (ด้านข้าง)	28
17 แสดงพื้นที่การใช้งานในการทดสอบ (แปลน)	29
18 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่อง	30
19 แสดงปุ่มต่าง ๆ ของเครื่องอัตโนมัติกับการใช้งาน	31
20 แสดงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องทดสอบสมรรถภาพกับการใช้งาน	31
21 เครื่องควบคุมอัตโนมัติ	33
22 แสดงภาพทดสอบสายตาบอดสี	34
23 แสดงส่วนทดสอบปฏิกิริยา	36
24 แสดงเครื่องทดสอบอัตโนมัติ	37
25 แสดงส่วนทดสอบสายตาทางลึกด้านนอก	38
26 แสดงอุปกรณ์ทดสอบสายตาทางลึกด้านใน	39
27 แสดงส่วนทดสอบประสาหมือ	40
28 แสดงเครื่องมือใช้สำหรับทดสอบ	41
29 แสดงอุปกรณ์ทดสอบสายตาทางกว้าง	43

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	ภาพ	หน้า
30	แสดงด้านหลัง และด้านข้างของเบ้นนเดสลับ	44
31	แสดงโครงสร้างใต้เขี่ยแบบร่น CENTER WALL	46
32	แสดงโครงสร้างใต้เขี่ยแบบ	46
33	แสดงใต้คานพืดเตอร์	47
34	ตู้แจ้งเหตุบนการทางพิเศษ	48
35	ลักษณะการใช้งานตู้แจ้งเหตุ	48
36	แสดงตู้เก็บเอกสารในสำนักงาน	49
37	แสดงตู้เก็บเอกสารในสำนักงาน	51
38	แสดงตู้เก็บเอกสารในสำนักงาน	52
39	แสดงตู้เก็บเอกสารในสำนักงาน	52
40	แสดงตู้เก็บเอกสารในสำนักงาน	53
41	แสดงตู้เก็บเอกสารในสำนักงาน	53
42	การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยสวิตช์เชื่อม	69
43	สวิตช์เชื่อมสาม	69
44	สวิตช์เชื่อมสาม	72
45	สวิตช์เชื่อมสามโดยการใช้สวิตช์	73
46	สวิตช์เชื่อมสามโดยการใช้สวิตช์	75
47	สวิตช์เชื่อมสามโดยการใช้สวิตช์	89
48	สวิตช์เชื่อมสามโดยการใช้สวิตช์	92
49	แสดงตู้เก็บเอกสารในสำนักงาน	97
50	แสดงตู้เก็บเอกสารในสำนักงาน	97
51	แสดงตู้เก็บเอกสารในสำนักงาน	98
52	แสดงตู้เก็บเอกสารในสำนักงาน	99
53	แสดงตู้เก็บเอกสารในสำนักงาน	100
54	แสดงตู้เก็บเอกสารในสำนักงาน	100
55	แสดงตู้เก็บเอกสารในสำนักงาน	101
56	แสดงตู้เก็บเอกสารในสำนักงาน	102
57	แสดงตู้เก็บเอกสารในสำนักงาน	102
58	แสดงตู้เก็บเอกสารในสำนักงาน	103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
59 แสดงตัวยัติลือกแบบอัตโนมติ	103
60 แสดงตำแหน่งของมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	106
61 แสดงมุมมองต่าง ๆ ในระนาบจากด้านข้าง	107
62 แสดงมุมมองต่าง ๆ ในระนาบจากด้านบน	108
63 แสดงองศาการเคลื่อนไหวของศีรษะ	109
64 แสดงสัดส่วนรศมีการเอียงในท่าต่าง ๆ	111
65 แสดงมาตรฐานการวัดรับประทานอาหารและทำงาน	113
66 แสดงขนาดสัดส่วนการนั่งและให้สนวิสัยของการขับขีรยนต์	114
67 แสดงข้อมูลตัวเลขการวัดขนาดสัดส่วนของนัก	115
68 ลักษณะการเคลื่อนไหวที่ข้อมือ	118
69 ลักษณะการเคลื่อนไหวของนิ้ว	119
70 ลักษณะการเคลื่อนไหวของกรมการขนส่งทางบก	124
71 แสดงแบบร่าง ครั้งที่ 1	177
72 แสดงแบบร่าง ครั้งที่ 4	177
73 แสดงการพัฒนาแบบ	178
74 แสดงการพัฒนาแบบ	178
75 หัสนิยามภาพ	179
76 การขยายรายละเอียด	179
77 การขยายรายละเอียด	180
78 การขยายรายละเอียด	180
79 ส่วนประกอบของโครงสร้าง	181
80 แสดงต้นแบบจริง (PHOTOTYPE)	181
81 แสดงการทดสอบสายตาบอดสี	182
82 แสดงการทดสอบปฏิกิริยา	182
83 แสดงการทดสอบสายตาหาหลัก	183
84 แสดงการทดสอบประสาทมือ	183
85 แสดงการทดสอบสายตาหาท้าว	184

คำถามท้ายบท

1. รถยนต์ หมายถึง รถที่เริ่มใช้ตั้งแต่ 2 ล้อ และเดินด้วยกำลังเครื่องยนต์ กำลังไฟฟ้า หรือ พลังงานอื่น ยกเว้นรถที่เดินบนราง
2. รถบรรทุกคนโดยสาร หมายถึง รถยนต์ที่สร้างขึ้นเพื่อบรรทุกคนโดยสารเกิน 7 คน
3. ผู้ขับขี่ หมายถึง ผู้ขับรถ ผู้ประจำ เครื่องอุปกรณ์การขนส่งตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งผู้ลากขึ้นยานพาหนะ
4. ใบอนุญาตขับขี่ หมายถึง ใบอนุญาตขับรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ ใบอนุญาตสำหรับคนขับรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ ใบอนุญาตสำหรับคนขับรถตามกฎหมายว่าด้วยล้อเลื่อนและใบอนุญาตผู้ประจำเครื่องอุปกรณ์การขนส่งตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่ง
5. จากตารางวิเคราะห์ข้อมูล

5	หมายถึง	มากที่สุด
4	หมายถึง	มาก
3	หมายถึง	ปานกลาง
2	หมายถึง	น้อย
1	หมายถึง	น้อยมาก
6. การทดสอบสมรรถภาพ หมายถึง การทดสอบลายตาบอดสี การทดสอบสายตาเรขาคณิต การทดสอบสายตาทางกว้าง การทดสอบประสาธมือ และทดสอบปฏิกิริยา
7. ผู้ประจำรถ หมายถึง
 1. ผู้ขับรถ
 2. ผู้เก็บค่าโดยสาร
 3. นายตรวจ
 4. ผู้บริการ
8. การทดสอบปฏิกิริยา หมายถึง ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างเรากับสายตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

บทนำ

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีทำให้คนเราเกิดความสะดวกสบาย ในการเดินทางรถยนต์ก็เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งของมนุษย์ ทำให้เกิดความคล่องสบายและคล่องตัว ปัจจุบันทุกคนต้องทำงานแข่งกับเวลา แต่การขับรถนั้นต้องคิดถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้โดยสารหรือคนที่มาชีพขัรถโดยเฉพาะต้องรู้จักกฎจราจร ต้องมีใบอนุญาตขับขี่ ซึ่งจะได้ใบอนุญาตขับขี่มา ต้องผ่านการสอบจากเจ้าหน้าที่ เพื่อที่จะได้ใบอนุญาตมาใช้ การสอบขับขัรถ การตรวจสอบร่างกาย เพื่อให้การขับขัรถยนต์เกิดความปลอดภัยและลดปัญหาจราจร

ดังนั้น เครื่องทดสอบสมรรถภาพของร่างกายจึงเป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ใช้ทดสอบร่างกายของคนเราในการขอใบอนุญาตขับขัรถยนต์ เครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย จะทดสอบประสาทมือ ทดสอบปฏิกิริยา ทดสอบสายตา ในเครื่องเดียว แต่ยังเกิดปัญหาในการใช้งานอีกมาก ซึ่งควรดำเนินการวิจัยเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นกว่าเดิม

เหตุผลในการเสนอวิทยานิพนธ์

ความสะดวกและความคล่องตัวเป็นสิ่งที่ทุกคนต้องการและแสวงหาเพื่อให้ได้มา ในการใช้รถยนต์พาหนะเพื่อจะพาเราไปสู่จุดต่าง ๆ ตามต้องการ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อตนเองหรือเป็นอาชีพขัรถ ชีวิตเราอยู่กับพวงมาลัย ดังนั้นความปลอดภัยต้องมาก่อน การขับขัรถยนต์จึงต้องมีใบอนุญาตขับขี่ คนที่ได้มาต้องผ่านการทดสอบหลาย ๆ ด้าน อุบัติเหตุนั้นเกิดขึ้นได้ทุกขณะ ถ้าหากทุกคนประมาท หรือไม่มีความรู้ในการขับขัรถ การใช้ถนน หรือร่างกายของตนเองไม่พร้อม ปัจจุบันคนเรามีการซื้อเพื่อให้ได้มา คือใบผ่าน หรือคนหัวไปรู้จักดี คือ ใบขับขี่ โดยบางคนไม่ได้ผ่านการสอบตามระบบที่วางไว้ จึงก่อให้เกิดปัญหาจราจรติดขัดโดยเฉพาะในกรุงเทพฯ ฯ ซึ่งเกิดจากความประมาทหรือไม่รู้จักรกฎจราจร ทำให้เกิดอุบัติเหตุรถชน รถติดเสียเวลา ปัญหาเหล่านี้ต้องแก้แต่ต้นเหตุ คือผู้ที่ขับขัรถต้องผ่านการทดสอบทางร่างกาย คือขับขัรถได้ จะสามารถช่วยแก้ปัญหาได้มาก

ดังนั้น ข้าพเจ้าจึงมองเห็นความสำคัญของการจราจร อุบัติเหตุจะเกิดน้อยลง นำให้ผู้ขับขัรถเกิดความปลอดภัย ลดปัญหาจราจร

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย ด้านสายตา ประสาทมือปฏิกิริยา (ความสัมพันธ์ระหว่างเท้ากับสายตา)

2. เพื่อออกแบบให้ได้เครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายให้มีประสิทธิภาพ และเหมาะสมสำหรับผู้ขอใบอนุญาตขับขัรถยนต์ขนส่ง การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

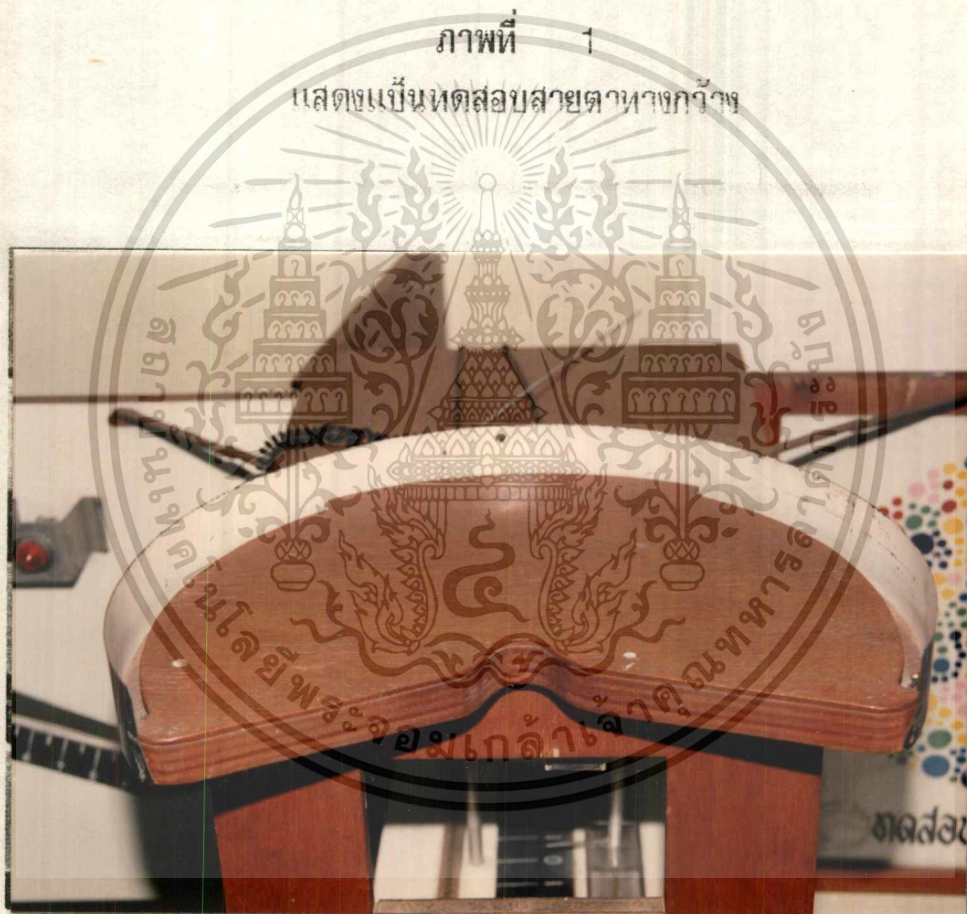
3. เพื่อออกแบบให้ได้เครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายที่ตอบสนองแก่ผู้ใช้ ในรูปทรงและการใช้งาน

ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ปัญหา

1. ในการทดสอบวัดสายตาทางกว้าง เนื่องจากผลิตภัณฑ์เดิม รูปทรงยังไม่เหมาะกับหน้าคน ซึ่งข้อนี้ทำให้ไม่รับกับจมูกคน ทำให้เจ็บจมูก เนื่องจากวัสดุเป็นไม้อัดและแข็ง

ภาพที่ 1

แสดงแบบทดสอบสายตาทางกว้าง



แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบได้รูปทรงรับกับหน้าของผู้เข้าทำการทดสอบและเลือกวัสดุที่เหมาะสม เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งาน
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนที่ใช้วัดสายตาทางกว้าง ยังไม่ชัดเจน เนื่องจากตัวเลขของผลิตภัณฑ์เดิมใช้สีเขียนวัสดุที่ใช้ทำเป็นสัณกะสีโค้ง ใ้้นานไปทำให้สีลอก ไม่มีความปลอดภัยแก่ผู้เข้าทดสอบ ทำให้ได้รับบาดเจ็บได้

ภาพที่ 2

แสดงองค์าเกณฑ์การทดสอบสายตาทางกว้าง



แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้ตัวเลขชัดเจนและตัวเลขควรพิมพ์ หรือใช้สีที่มองเห็นชัดเจน เพื่ออายุการใช้งานที่ยาวนาน วัสดุที่ทำควรเปลี่ยนเป็นวัสดุที่เหมาะสม และทำให้ผู้ทดสอบเกิดความปลอดภัยจากการใช้ สีไม่ลอกง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เนื่องจากผลิตภัณฑ์เดิมที่ลือคปิดเครื่อง เมื่อนำการใช้งานเปิดปิดลำบาก ต้องออกแรงมาก เพราะผลิตภัณฑ์เดิมใช้เป็นแบบที่เสียบ คล้ายที่ลือคประตุมุ้งลวด และไม่สวยงาม ไม่สะดวกต่อการใช้งาน

ภาพที่ 3
แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวลือคแบบเดิม



แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบที่ลือคให้เหมาะสมและทันสมัย เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งาน เปิด-
 เอกสปีดจ้ายมเอแม่การใช้งานที่ยาวนานการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การทดสอบประสาหมือจะมีที่ปิดล็อก 2 ชั้น จึงทำให้เกิดการใช้งานหลายขั้นตอนและสิ้นเปลืองวัสดุโดยใช้เหตุ ที่เปิดเป็นแบบเก่า ซึ่งปกติใช้กับลิ้นชักตู้ ทำให้ไม่สะดวกแก่ผู้เข้าทดสอบ ทำให้เดินชนได้

ภาพที่ 4

แสดงปัญหาการเปิด - ปิดฝาด้านข้างของเดิม

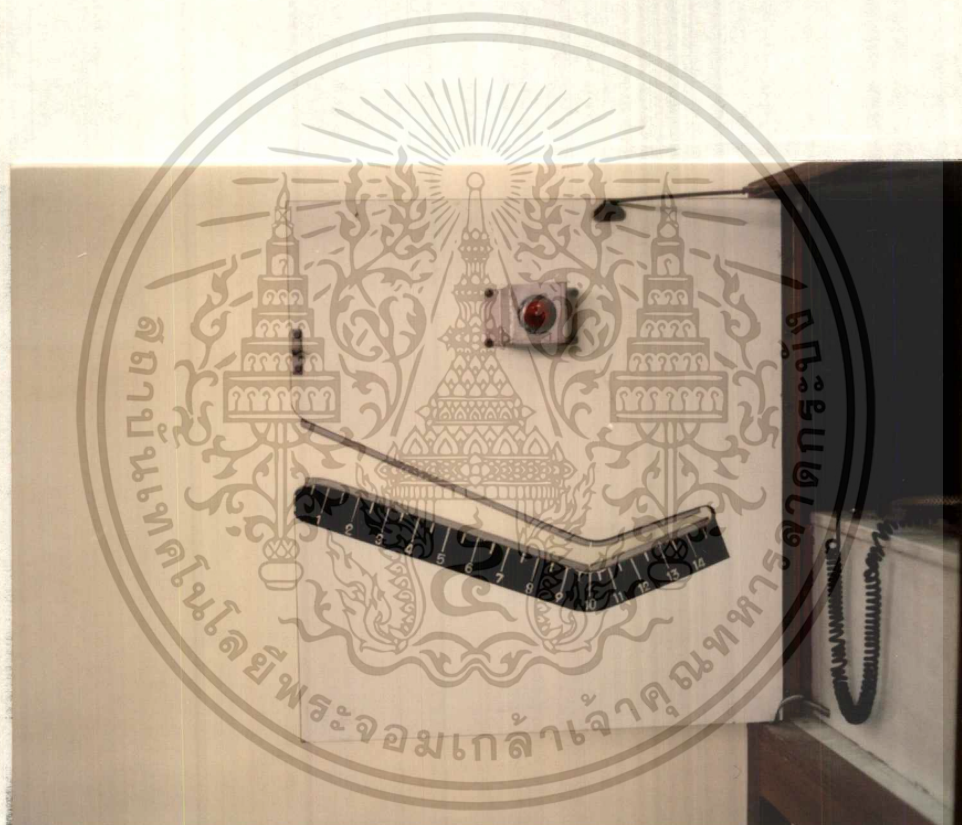


แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้เป็นที่ปิดล็อกชั้นเดียว เพื่อสะดวกต่อการใช้งาน ไม่สิ้นเปลืองวัสดุ ทำให้ขั้นตอนการผลิตลดลง ที่เปิด - ปิดควรออกแบบให้อยู่กับฝาเปิด - ปิด เป็นตัวเดียวกัน เพื่อความสะดวกในการใช้งาน การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การทดสอบประสาหมือ ตัวเลขไม่ชัดเจนและเป็นแบบเขียน ไม่เป็นมาตรฐาน ใช้นานไปทำให้เลือนลาง

ภาพที่ 5
แสดงเกณฑ์การทดสอบประสาหมือ



แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้เกิดความชัดเจน โดยการพิมพ์เป็นมาตรฐาน ทำให้การผลิตรวดเร็วขึ้น
ออกแบบรูปทรงทดสอบประสาหมือให้ทันสมัย เหมาะกับการใช้งาน
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. หัวตบประสาทมือ เนื่องจากผลิตภัณฑ์เดิม เมื่อผู้เข้าทดสอบเสร็จแล้ว จะวางไว้ตามเครื่อง ทำให้กะกะ ไม่เรียบร้อย และอาจทำให้เกิดความเสียหายและอันตรายได้ง่าย ซึ่งยังไม่ถึงเวลาอันควร

ภาพที่ 6
แสดงปัญหาการวางอุปกรณ์ทดสอบ



แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้มีที่เก็บหัวตบประสาทมือ เพื่อให้เกิดความเรียบร้อยและความปลอดภัยแก่ผู้เข้าทดสอบคนต่อ ๆ ไป เพื่ออายุการใช้งานที่ยาวนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ในการทดสอบสายตาทางลึก เนื่องจากผลิตภัณฑ์เดิมเป็นเชือกตึง เมื่อผู้เข้าทดสอบแล้ว จะวางไว้กับเครื่อง ไม่มีความเรียบร้อย ทำให้ผู้เดินผ่านไปมาอาจสะดุดขาหรือสะดุดล้มได้

ภาพที่ 7

แสดงปัญหาการเก็บเชือกที่ไม่เรียบร้อยของเดิม

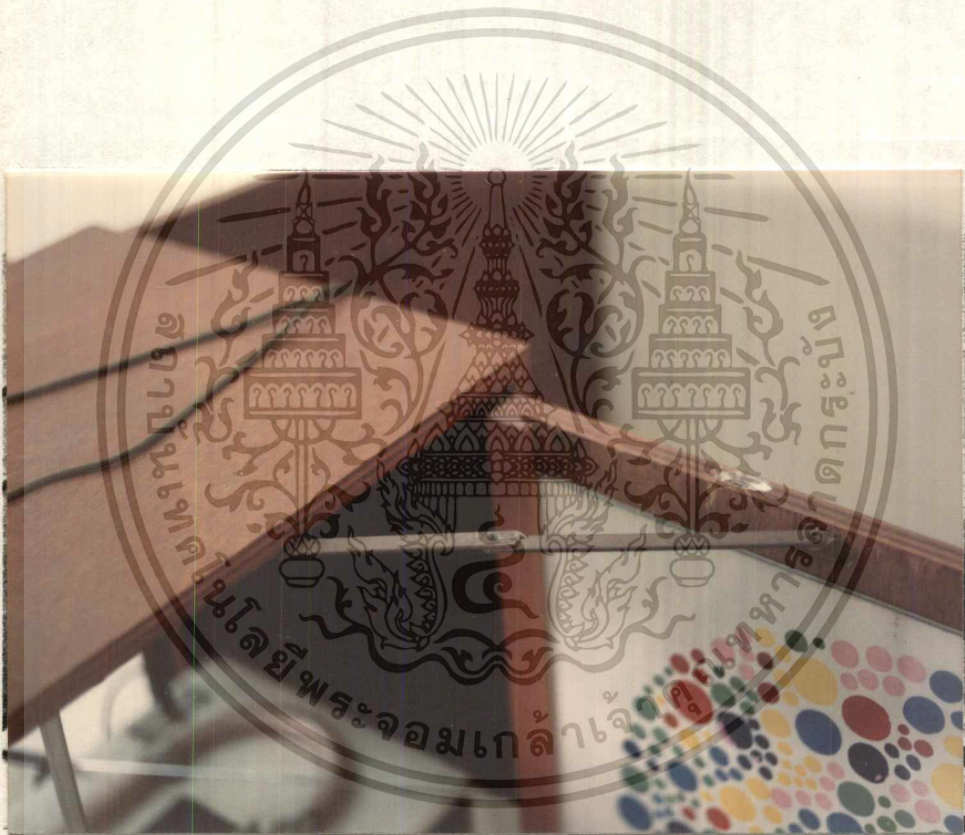


แนวทางแก้ปัญหา

ออกแบบให้มีที่เก็บเชือก หลังจากทดสอบของแต่ละคน เพื่อให้เกิดความเรียบร้อยสวยงาม และความปลอดภัยของคนอื่นที่จะเข้าทำการทดสอบต่อไป เอกสารนี้เป็นเอกสารทส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการรักษาเท่านั้น เมื่อผู้ญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ที่ล้อยางออกของเครื่องทดสอบ ผลิตภัณฑ์เดิมเป็นเหล็ก 2 ชั้น ใช้ต่อกัน เมื่อเปิด – ปิด ทำให้เกิดการติดขัด เพราะวัสดุที่ทำเป็นไม้อัด น้ำหนักมาก ทำให้ที่ล้อยด้อยคุณภาพลง และเกิดสนิม

ภาพที่ 8
แสดงปัญหาที่ล้อยางของเดิม



แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบที่ล้อยางให้ช่วยต่อการใช้งานและใช้วัสดุที่เหมาะสม ไม่เกิดสนิม เมื่อใช้ไปนาน ๆ และใช้บานพับที่มีความแข็งแรงและน้อยชิ้น เพื่อช่วยในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๑. ปัญหาด้านโครงสร้าง ซึ่งวัสดุผลิตภัณฑ์เดิมเป็นไม้อัด ซึ่งไม่ทำสี ทำให้เกิดความสกปรก ผุพัง เนื่องจากไม้อัดผิวไม่เรียบ ทำให้ฝุ่นเกาะจับง่าย เมื่อทำการผลิตเป็นอุตสาหกรรมจะช้าและไม่ได้มาตรฐาน ใช้นานไปจะแตกฉีกง่าย

ภาพที่ 9

แสดงลักษณะโครงสร้างขาแบบเดิม



แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบโครงสร้างโดยใช้วัสดุที่เหมาะสม การดูแลรักษา และสามารถผลิตได้รวดเร็วได้มาตรฐานอุตสาหกรรม อายุการใช้งานที่ยาวนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ช่องสำหรับมองในการทดสอบสายตาทางลึก การเปิด – ปิด เป็นแบบ
 เหล็กกับแม่เหล็กทำให้เปิด – ปิดยาก เนื่องจากผลิตภัณฑ์เดิมเป็นบานพับทำให้ฝืด และขัด เปิด
 – ปิดไม่สะดวก

ภาพที่ 10

แสดงช่องมองทดสอบสายตาทางลึก



แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้ที่เปิด – ปิด เลือกใช้วัสดุ และอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการใช้งานให้
 การดูแลรักษาและซ่อมแซมง่าย อายุการใช้งานที่ยาวนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. สายไฟที่ต่อจากเครื่องเพื่อทดสอบปฏิกิริยาเก็บไม่มิดชิด ซึ่งผังเป็นร่องตาม
ขาอาจทำให้เกิดอันตรายกับผู้รับการทดสอบได้

ภาพที่ 11

แสดงการเดินสายไฟใช้ในการทดสอบของเดิม



แนวทางการแก้ปัญหา

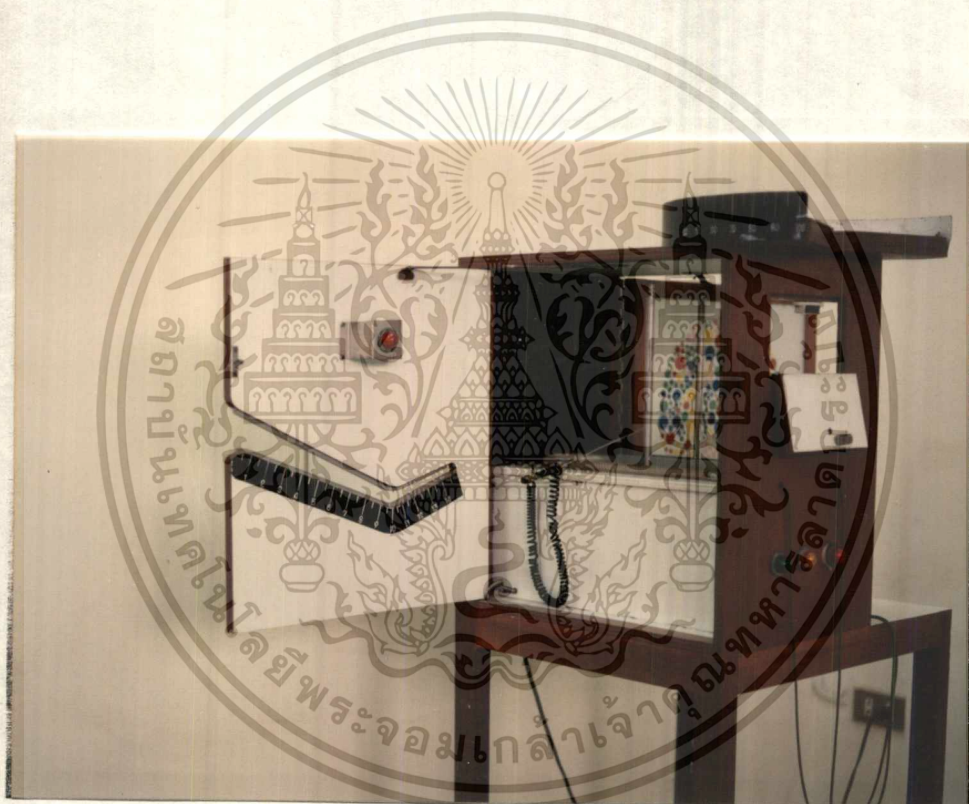
ออกแบบให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้เข้ารับการทดสอบ เก็บสายไฟให้มิดชิดเพื่อความปลอดภัย เรียบร้อยและสวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. การดูแลรักษาผลิตภัณฑ์เดิมนั้นออกแบบให้ส่วนต่าง ๆ ยึดติดกันการซ่อมแซม
ลำบาก ถอดยากและอาจทำให้ส่วนอื่นเสียหายไปด้วย

ภาพที่ 12

แสดงรูปแบบการผลิตของผลิตภัณฑ์เดิม



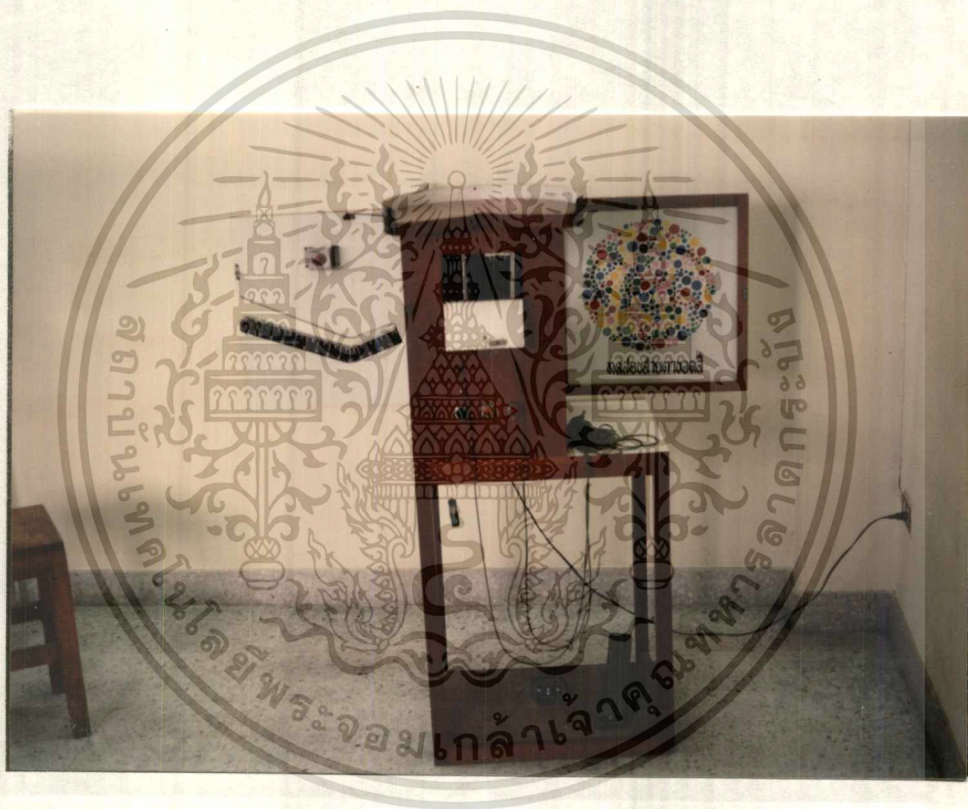
แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้การทดสอบส่วนต่าง ๆ สามารถถอดหรือแยกกันได้ง่าย เพื่อความสะดวก
ในการดูแล รักษาและซ่อมแซมง่ายในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. การทดสอบสายตาบอดสีแผ่นภาพทดสอบอยู่ในตำแหน่งที่ต่ำมากทำให้การมองเห็นต้องก้มลง และอับแสง

ภาพที่ 13
แสดงการติดตั้งแผ่นภาพทดสอบสายตาบอดสี



แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้แผ่นภาพทดสอบอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและสอดคล้องกับวิธีการทดสอบ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กำหนดปัญหาโดย

– การสังเกต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- การสอบถาม
- การสัมภาษณ์
- จากของจริง

2. การวางแผนการวิจัย

- ศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลจากเอกสารทางภาคสนาม

3. รวบรวมข้อมูล

4. วิเคราะห์ข้อมูล

5. สรุปข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางการออกแบบ

6. ออกแบบ ร่างแบบ เขียนแบบ

7. สร้างหุ่นจำลอง

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษาพฤติกรรมของผู้ทดสอบ เครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย
2. ศึกษาผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงและเกี่ยวข้อง
3. ศึกษาวัสดุที่จะนำไปใช้ในการออกแบบ
4. ศึกษาหลักการทำงานของเครื่องวัดสมรรถภาพทางร่างกาย
5. ศึกษารูปทรงที่จะนำมาใช้ในการออกแบบ เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งาน
6. ศึกษาถึงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ
7. ศึกษาถึงกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม
8. ศึกษาความรู้เรื่องสี ที่ใช้ในการออกแบบ
9. ศึกษาตำแหน่งการจัดวางส่วนทดสอบต่าง ๆ
10. ศึกษาสัดส่วนมนุษย์เพื่อใช้ในการออกแบบ

ขอบเขตของการออกแบบ

1. เป็นเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย ในด้านสายตา ประสาทมือ และปฏิกิริยาของเท้าเท่านั้น
2. ใช้ทดสอบในการขอใบอนุญาตขับขี่ยานยนต์ขนส่งเท่านั้น
3. เป็นเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายที่ตอบสนองแก่ผู้ใช้ในด้านรูปทรง และการใช้งานที่มีประสิทธิภาพ
4. ใช้ได้กับไฟฟ้าภายในบ้าน 220 โวลต์
5. ใช้ทดสอบกับสำนักงานขนส่งจังหวัด และสาขาเท่านั้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้เครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายที่มีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับการใช้งานสำหรับผู้เข้าทดสอบขอใบอนุญาตขับขี่ยานยนต์ และสามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พระราชบัญญัติ การขนส่ง

มาตรา 4

รถ หมายถึง ยานพาหนะทางบกทุกชนิด เว้นแต่รถไฟ และรถราง
รถยนต์ หมายถึง รถที่มีล้อตั้งแต่ 2 ล้อ และเดินด้วยกำลังเครื่องยนต์ กำลังไฟฟ้า หรือพลังงานอื่น ยกเว้นรถที่เดินบนราง

ใบอนุญาตขับขี่ หมายถึง ใบอนุญาตขับรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ใบอนุญาตสำหรับคนขับรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ ใบอนุญาตสำหรับคนขับรถตามกฎหมายว่าด้วยรถจักรยาน ใบอนุญาตผู้ประจำเครื่องอุปกรณ์การขนส่งตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่ง

ผู้ขับขี่ หมายถึง ผู้ขับรถ ผู้ประจำรถเครื่องอุปกรณ์การขนส่งตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งผู้ลากขึ้นยานพาหนะ

รถบรรทุก หมายถึง รถยนต์ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้บรรทุกคนโดยสารเกิน 7 คน

รถโรงเรียน หมายถึง รถบรรทุกคนโดยสารที่โรงเรียนได้รับส่งนักเรียน

รถประจำทาง หมายถึง รถบรรทุกโดยสารที่เดินตามทางที่กำหนดไว้ และเรียกเก็บค่าโดยสารเป็นรายคนตามอัตราที่วางไว้เป็นระยะทางหรือตลอดทาง

รถแท็กซี่ หมายถึง รถยนต์ที่ใช้รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน

รถลากจูง หมายถึง รถยนต์ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ลากจูงรถหรือเครื่องมือการเกษตรหรือเครื่องมือการก่อสร้าง โดยตัวรถนั้นเอง มิได้ใช้สำหรับบรรทุกคนหรือสิ่งของ

รถพ่วง หมายถึง รถเคลื่อนที่ได้โดยใช้รถอื่นลากจูง

2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับใบอนุญาตขับขี่

2.2.1 ใบอนุญาตขับขี่

ใบอนุญาตขับขี่รถยนต์มี 6 ชนิดคือ

2.2.2.1 ใบอนุญาตขับขี่รถยนต์ส่วนบุคคล

2.2.2.2 ใบอนุญาตขับรถยนต์สาธารณะ

2.2.2.3 ใบอนุญาตขับรถยนต์สามล้อส่วนบุคคล

2.2.2.4 ใบอนุญาตขับรถยนต์สามล้อสาธารณะ

2.2.2.5 ใบอนุญาตขับรถจักรยานยนต์

2.2.2.6 ใบอนุญาตขับรถบดถนน

2.2.2 สถานที่และหน่วยงานที่ออกใบอนุญาตขับขี่รถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการใช้ภายในสำนักงานศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ปัจจุบันรถเข้ามาจับบทบาทเป็นปัจจัยที่ 5 ของชีวิตคนไทยมากขึ้นแม้แต่ผู้ที่ไม่มียาน
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 หลักฐานประกอบคำขอใบอนุญาตขั้บรล

2.2.3.1 การขอรับใบอนุญาตขั้บรลชั่วคราว ใบอนุญาตขั้บรลถาวร ใบอนุญาตขั้บรลเหเรกเตอร์ และใบอนุญาตขั้บรลใช้งานเกษตรกรรม

หลักฐานประกอบคำขอ

1. บั้ตรประจำตัวประชาชน บั้ตรอื่นที่ไ้แทนบั้ตรประจำตัวประชาชน หรือ ใบสำคัญประจำตัวคนต่างด้าว พร้อมภาพถ่าย

2. สำเนาหรือภาพถ่าย สำเนาะเบี่ยนบ้าน หรือใบสำคัญถิ่นที่อยู่

3. ใบรับรองแพทย์

4. รูปถ่ายขนาด 1 นิ้ว จำนวน 2 รูป (ถ่ายไ้ไม่เกิน 6 เดือน)

5. ถ้ามีหลักฐานดังต่อไปนี้ให้นำมาด้วย พร้อมภาพถ่าย

– ใบอนุญาตเป็นผู้ขั้บรลตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก หรือกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ทหาร

– ใบอนุญาตขั้บรลชนิดเดียวกับที่ขอรับใบอนุญาต ซึ่งรัฐบาลต่างประเทศออกให้ (พร้อมคำแปลภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษจากสถานทูต)

– ใบอนุญาตขั้บรลระหว่างประเทศ

กรณีที่เป็นชาวต่างประเทศ และมีความประสงค์จะขอรับใบอนุญาตขั้บรลไทยจะต้องใช้หลักฐานดังต่อไปนี้

1. หนังสือเดินทาง VISA ประเภท NON-IMMIGRANT พร้อมภาพ

ถ่าย

2. หนังสือรับรองถิ่นที่อยู่จากสถานทูต หรือหน่วยราชการ

3. ใบรับรองแพทย์

4. รูปถ่ายขนาด 1 นิ้ว จำนวน 2 รูป (ถ่ายไ้ไม่เกิน 6 เดือน)

5. ถ้ามีหลักฐานดังต่อไปนี้ให้นำมาด้วยพร้อมภาพถ่าย

– ใบอนุญาตขั้บรลชนิดเดียวกับที่ขอรับใบอนุญาต ซึ่งรัฐบาลต่างประเทศออกให้ (พร้อมคำแปลภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษจากสถานทูต)

– ใบอนุญาตขั้บรลระหว่างประเทศ

2.2.3.2 การขอรับใบอนุญาตขั้บรลสาธารณะ พร้อมบั้ตรประจำตัวผู้ขั้บรล

หลักฐานประกอบคำขอ

1. ใบอนุญาตขั้บรลชนิดส่วนบุคคลชั่วคราว ซึ่งมีอายุไ้ไม่น้อยกว่า 1 ปี ใบอนุญาตขั้บรลชนิดส่วนบุคคลหนึ่งปี ใบอนุญาตขั้บรลชนิดส่วนบุคคลตลอดชีพ ใบอนุญาตขั้บรลชนิดสามล้อส่วนบุคคลชั่วคราว ซึ่งมีอายุไ้ไม่น้อยกว่า 1 ปี ใบอนุญาตขั้บรลชนิดสามล้อส่วนบุคคลหนึ่งปี หรือใบอนุญาตขั้บรลชนิดสามล้อส่วนบุคคลตลอดชีพ แล้วแต่กรณี พร้อมภาพถ่าย

2. บั้ตรประจำตัวประชาชน หรือ บั้ตรอื่นที่ไ้แทนบั้ตรประจำตัวประชาชน พร้อมภาพถ่าย

3. สำเนาหรือภาพถ่ายสำเนาะเบี่ยนบ้าน

4. ใบรับรองแพทย์ ที่ระบุไ้ไม่เป็นโรคติดต่อร้ายแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 4. ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. รูปถ่าย ขนาด 1 นิ้ว จำนวน 2 รูป และขนาด 3 นิ้ว จำนวน 3 รูป (ถ่ายไม่เกิน 6 เดือน)

2.2.3.3 การขอรับใบอนุญาตขับรถระหว่างประเทศสำหรับรถยนต์สำหรับรถยนต์ส่วนบุคคลหรือรถจักรยานยนต์

หลักฐานประกอบคำขอ

1. ใบอนุญาตขับรถยนต์ส่วนบุคคลหนังสือหรือตลอดชีพ ใบอนุญาตขับรถสาธารณะ ใบอนุญาตขับรถจักรยานยนต์หนังสือหรือตลอดชีพ แล้วแต่กรณี
2. หนังสือเดินทาง พร้อมภาพถ่าย
3. บัตรประจำตัวประชาชน บัตรอื่นที่ใช้แทนบัตรประจำตัวประชาชน หรือใบสำคัญประจำตัวคนต่างด้าว พร้อมภาพถ่าย
4. สำเนา หรือภาพถ่ายสำเนาทะเบียนบ้าน หรือหนังสือรับรองถิ่นที่อยู่จากสถานทูต หรือหน่วยราชการ
5. รูปถ่ายขนาด 2 1/2 นิ้ว จำนวน 2 รูป (ถ่ายไม่เกิน 6 เดือน)

2.2.4 การต่ออายุใบอนุญาตขับรถ

2.2.4.1 การต่ออายุใบอนุญาตขับรถชั่วคราวทุกชนิด ใบอนุญาตขับรถส่วนบุคคล ใบอนุญาตขับรถสามล้อส่วนบุคคล ใบอนุญาตขับรถจักรยานยนต์ ใบอนุญาตขับรถบดถนน ใบอนุญาตขับรถแทรกเตอร์ และใบอนุญาตขับรถใช้งานเกษตรกรรม ต่ออายุได้ล่วงหน้าก่อนใบอนุญาตสิ้นอายุไม่เกิน 1 เดือน โดยดำเนินการในแต่ละกรณี ดังนี้

กรณีใบอนุญาตยังไม่สิ้นอายุ หรือสิ้นอายุไม่เกิน 3 ปี

หลักฐานประกอบคำขอ

1. ใบอนุญาตขับรถ
2. หนังสือเดินทาง พร้อมภาพถ่าย (VISA ประเภท NON-IMMIGRANT) สำหรับชาวต่างชาติ
3. รูปถ่ายขนาด 1 นิ้ว จำนวน 2 รูป (ถ่ายไม่เกิน 6 เดือน) กรณีต่ออายุที่ต้องเปลี่ยนฉบับใหม่

กรณีใบอนุญาตสิ้นอายุเกิน 3 ปี

หลักฐานประกอบคำขอ

1. ใบอนุญาตขับรถ
2. บัตรประจำตัวประชาชน หรือบัตรอื่นที่ใช้แทนบัตรประจำตัวประชาชน ใบสำคัญประจำตัวคนต่างด้าว หรือหนังสือเดินทาง (VISA ประเภท NON-IMMIGRANT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำไว้สำหรับการปฏิบัติงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พร้อมภาพถ่าย

3. สำเนา หรือภาพถ่ายสำเนาทะเบียนบ้าน หรือใบสำคัญถิ่นที่อยู่ หรือหนังสือรับรองถิ่นที่อยู่จากสถานทูต หรือหน่วยราชการ

4. รูปถ่ายขนาด 1 นิ้ว จำนวน 2 รูป (ถ่ายไม่เกิน 6 เดือน)
เฉพาะกรณีต่ออายุที่ต้องเปลี่ยนฉบับใหม่

2.2.4.2 การต่ออายุใบอนุญาตขับรถยนต์สาธารณะ หรือใบอนุญาตขับรถสามล้อสาธารณะ (ดำเนินการต่ออายุได้ล่วงหน้าก่อนใบอนุญาตสิ้นอายุไม่เกิน 1 เดือน)

กรณีใบอนุญาตยังไม่สิ้นอายุหรือสิ้นอายุไม่เกิน 6 เดือน

หลักฐานประกอบคำขอ

1. ใบอนุญาตขับรถ
2. รูปถ่ายขนาด 1 นิ้ว จำนวน 2 รูป (ถ่ายไม่เกิน 6 เดือน)

เฉพาะกรณีต่ออายุที่ต้องเปลี่ยนฉบับใหม่

กรณีใบอนุญาตสิ้นอายุเกิน 6 เดือน

หลักฐานประกอบคำขอ

1. ใบอนุญาตขับรถ
2. บัตรประจำตัวประชาชน หรือ บัตรอื่นที่ใช้แทนบัตรประจำตัวประชาชน

พร้อมภาพถ่าย

3. สำเนาหรือภาพถ่ายสำเนาทะเบียนบ้าน

4. รูปถ่ายขนาด 1 นิ้ว จำนวน 2 รูป (ถ่ายไม่เกิน 6 เดือน) กรณีต่ออายุที่ต้องเปลี่ยนฉบับใหม่

2.2.5 การเปลี่ยนประเภทใบอนุญาตขับรถ

การเปลี่ยนประเภทใบอนุญาตขับรถชั่วคราวทุกชนิด ใบอนุญาตขับรถยนต์ส่วนบุคคล ใบอนุญาตขับรถสามล้อส่วนบุคคล ใบอนุญาตขับรถจักรยานยนต์หนึ่งปี ดำเนินการแต่ละกรณีดังนี้ (ใบอนุญาตชนิดเดิมจะต้องมีอายุไม่น้อยกว่า 1 ปี)

2.2.5.1 กรณีใบอนุญาตสิ้นอายุไม่เกิน 3 ปี

หลักฐานประกอบคำขอ

1. ใบอนุญาตขับรถ
2. รูปถ่าย ขนาด 1 นิ้ว จำนวน 2 รูป (ถ่ายไม่เกิน 6 เดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สำนักงานหนังสือเดินทาง พร้อมภาพถ่าย (VISA ประเภท NON-IMMIG-

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RANT) สำหรับชาวต่างชาติ

3. รูปถ่ายขนาด 1 นิ้ว จำนวน 2 รูป (ถ่ายไม่เกิน 6 เดือน) กรณี
ต่ออายุที่ต้องเปลี่ยนฉบับใหม่

กรณีใบอนุญาตสิ้นอายุเกิน 3 ปี

หลักฐานประกอบคำขอ

1. ใบอนุญาตชั่วคราว
2. บัตรประจำตัวประชาชน หรือบัตรอื่นที่ใช้แทนบัตรประจำตัวประชาชน ใบ
สำคัญประจำตัวคนต่างด้าว หรือหนังสือเดินทาง (VISA ประเภท NON-IMMIGRANT)
พร้อมภาพถ่าย

3. สำเนา หรือภาพถ่ายสำเนาทะเบียนบ้าน หรือใบสำคัญถิ่นที่อยู่ หรือหนังสือรับรองถิ่นที่อยู่จากสถานทูต หรือหน่วยราชการ

4. รูปถ่ายขนาด 1 นิ้ว จำนวน 2 รูป (ถ่ายไม่เกิน 6 เดือน)
เฉพาะกรณีต่ออายุที่ต้องเปลี่ยนฉบับใหม่

2.2.4.2 การต่ออายุใบอนุญาตชั่วคราวชนิดสาธารณะ หรือใบอนุญาตชั่วคราวชนิดสามล้อ
สาธารณะ (ดำเนินการต่ออายุได้ล่วงหน้าก่อนใบอนุญาตสิ้นอายุไม่เกิน 1 เดือน)

กรณีใบอนุญาตยังไม่สิ้นอายุหรือสิ้นอายุไม่เกิน 6 เดือน

หลักฐานประกอบคำขอ

1. ใบอนุญาตชั่วคราว
2. รูปถ่ายขนาด 1 นิ้ว จำนวน 2 รูป (ถ่ายไม่เกิน 6 เดือน)
เฉพาะกรณีต่ออายุที่ต้องเปลี่ยนฉบับใหม่

กรณีใบอนุญาตสิ้นอายุเกิน 6 เดือน

หลักฐานประกอบคำขอ

1. ใบอนุญาตชั่วคราว
2. บัตรประจำตัวประชาชน หรือ บัตรอื่นที่ใช้แทนบัตรประจำตัวประชาชน
พร้อมภาพถ่าย

3. สำเนาหรือภาพถ่ายสำเนาทะเบียนบ้าน

4. รูปถ่ายขนาด 1 นิ้ว จำนวน 2 รูป (ถ่ายไม่เกิน 6 เดือน) กรณี
ต่ออายุที่ต้องเปลี่ยนฉบับใหม่

2.2.5 การเปลี่ยนประเภทใบอนุญาตขับรถ

การเปลี่ยนประเภทใบอนุญาตขับรถชั่วคราวทุกชนิด ใบอนุญาตขับรถชนิดส่วนบุคคล ใบอนุญาตขับรถชนิดสามล้อส่วนบุคคล ใบอนุญาตขับรถจักรยานยนต์หนึ่งปี ดำเนินการแต่ละกรณีดังนี้ (ใบอนุญาตชนิดเดิมจะต้องมีอายุไม่น้อยกว่า 1 ปี)

2.2.5.1 กรณีใบอนุญาตสิ้นอายุไม่เกิน 3 ปี

หลักฐานประกอบคำขอ

1. ใบอนุญาตขับรถ
2. รูปถ่าย ขนาด 1 นิ้ว จำนวน 2 รูป (ถ่ายไม่เกิน 6 เดือน)
3. หนังสือเดินทาง พร้อมภาพถ่าย (VISA ประเภท NON-IMMIG-RANT) สำหรับคนต่างชาติ

2.2.5.2 กรณีใบอนุญาตสิ้นอายุเกิน 3 ปี

หลักฐานประกอบคำขอ

1. ใบอนุญาตขับรถ
2. บัตรประจำตัวประชาชน บัตรอื่นที่ใช้แทนบัตรประจำตัวประชาชนใบสำคัญประจำตัวคนต่างด้าว หรือหนังสือเดินทาง (VISA ประเภท NON-IMMIGRANT) พร้อมภาพถ่าย
3. สำเนาหรือภาพถ่ายสำเนาทะเบียนบ้าน หรือใบสำคัญถิ่นที่อยู่ หรือหนังสือรับรองถิ่นที่อยู่จากสถานทูต หรือหน่วยราชการ
4. ใบรับรองแพทย์
5. รูปถ่ายขนาด 1 นิ้ว จำนวน 2 รูป (ถ่ายไม่เกิน 6 เดือน)

2.2.6 ขั้นตอนการทดสอบ เพื่อออกใบอนุญาตขับรถตาม พ.ร.บ.รถยนต์ มีดังนี้

2.2.6.1 การทดสอบสายตาบอดสี ทดสอบการมองเห็น สีแดง สีเขียว สีเหลือง จากเครื่องทดสอบ หรือแผ่นภาพทดสอบ

2.2.6.2 การทดสอบข้อเขียน ทดสอบความรู้ในข้อบังคับของการเดินรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ และกฎหมายว่าด้วยการจราจรทางบก ตามชนิดของใบอนุญาต ในกรณีผู้เข้ารับการทดสอบอ่านหนังสือไม่ได้จะมีเจ้าหน้าที่อ่านคำถามให้ฟังแล้วให้ผู้เข้ารับการทดสอบทำเครื่องหมายด้วยตนเอง กรณีเป็นใบอนุญาตขับรถสาธารณะ ให้ทดสอบความรู้เกี่ยวกับถนนและทางหลวง ในเขตจังหวัดที่ขอรับใบอนุญาตด้วย

2.2.6.3 การทดสอบขับรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 หน้าที่ 1 การเดินทางและหยุดรถเทียบทางเท้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ท่าที่ 2 การขับรตเดิมหน้าและถอยหลังในทางตรง
 ท่าที่ 3 การขับรตถอยหลังเข้าจอด
 ท่าที่ 4 การกลับรต
 ท่าที่ 5 การหยุดรตบรรเทาจราจร
 ท่าที่ 6 การหยุดรตและออกรถบนทางลาด
 ท่าที่ 7 การขับรตโดยปฏิบัติตามเครื่องหมายจราจร

การทดสอบขับรตทุกชนิด ยกเว้นรตจักรยานยนต์ รตแทรกเตอร์ รตบดถนน ให้ทดสอบขับรตจำนวน 3 ท่า

การทดสอบขับรตจักรยานยนต์ ให้ทดสอบเฉพาะท่าที่ 7

2.2.6.4 เมื่อผ่านการทดสอบแล้ว จะได้รับใบอนุญาตขับรตชั่วคราว มีกำหนด 1 ปี จากนั้นจึงขอเปลี่ยนเป็นใบอนุญาตขับรตส่วนบุคคล มีกำหนด 1 ปีเช่นกัน เมื่อครบกำหนดจึงมาขอเปลี่ยนเป็นใบอนุญาตขับรตชนิดตลอดชีพได้ สำหรับชาวต่างชาติที่ไม่มีใบสำคัญประจำตัวคนต่างด้าว จะไม่ออกใบอนุญาตขับรตชนิดตลอดชีพให้

เมื่อใบอนุญาตขับรตชั่วคราวหรือส่วนบุคคลครบกำหนด 1 ปีแล้ว และมีได้นำมาต่อหรือเปลี่ยนประเภท หากขาดอายุเกิน 1 ปี ท่านจะต้องทดสอบสายตา และข้อเขียนใหม่ หากขาดอายุเกิน 3 ปี ท่านจะต้องทำการทดสอบใหม่ทั้งหมด

อายุ

ผู้ที่ขอสอบขอรับใบอนุญาตขับรตชนิดส่วนบุคคล รตสามล้อเครื่องส่วนบุคคล และรตจักรยานยนต์ ตามกฎหมายกำหนดไว้ว่า ต้องมีอายุอย่างต่ำ 18 ปีบริบูรณ์ จึงจะสอบขอรับใบอนุญาตขับรตได้

2.2.7 การขอรับใบอนุญาตเป็นนัขับรตขนส่ง (ท.ร.บ. การขนส่ง)

2.2.7.1 หลักฐานประกอบคำขอ

ภาพถ่ายบัตรประจำตัวประชาชน หรือภาพถ่ายใบสำคัญประจำตัวคนต่างด้าว หรือภาพถ่ายหนังสือเดินทาง หรือภาพถ่ายหนังสือสำคัญประจำตัวอย่างอื่น

ภาพถ่ายทะเบียนบ้าน หรือเอกสารแสดงถิ่นที่อยู่

ใบรับรองแพทย์

รูปถ่ายครึ่งตัว หน้าตรง ไม่สวมหมวก และแว่นตาดำ ขนาด 1 นิ้ว

จำนวน 6 รูป

ภาพถ่ายหลักฐานการจบการศึกษาตั้งแต่ ม.6 หรือ ม.ศ. 3 หรือ ม.3

หรือเทียบเท่า (ถ้ามี) นัไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7.2 การดำเนินการ

1. เข้ารับการทดสอบสมรรถภาพของร่างกาย 5 ประการ ดังนี้
 - ทดสอบสายตาดูดสี
 - ทดสอบสายตาทะลิก
 - ทดสอบสายตาทะลิกกว้าง
 - ทดสอบประสาทมือ
 - ทดสอบปฏิกิริยา
2. เข้ารับการศึกษอบรม ดังนี้
 - ผู้ที่นำหลักฐานการจบการศึกษาตั้งแต่ ม.6 หรือ ม.ศ. 3 หรือ ม.3

หรือเทียบเท่ามายื่น ประกอบคำขอให้เข้ารับการอบรม 1 ชั่วโมง ดังนี้

(1) ความรู้เกี่ยวกับสาเหตุ และการป้องกันอุบัติเหตุจากการจราจรจริง—
ชั่วโมง

(2) ความรู้เกี่ยวกับกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก กฎหมายแพ่งและ
กฎหมายอาญาครึ่งชั่วโมง

– ผู้ที่ไม่มีหลักฐานการจบการศึกษาตั้งแต่ ม.6 หรือ ม.ศ. 3 หรือ ม.3
หรือเทียบเท่ามายื่นประกอบคำขอ ให้เข้ารับการอบรม 2 วัน โดยผู้ขอรับใบอนุญาตชนิดที่หนึ่ง
หรือชนิดที่สอง อบรม วิชา ความรู้เกี่ยวกับกฎหมายว่าด้วยการจราจรทางบก และกฎหมายว่า
ด้วยรถยนต์ 2 ชั่วโมง

อายุ

รถยนต์สาธารณะ รถสามล้อเครื่องสาธารณะ จะต้องมียุอย่างต่ำ 25 ปี
บริบูรณ์

อนึ่ง การนับอายุนี้ จะนับเอาปีไม่ได้ แต่ต้องนับเดือน และวันเกิดด้วย
คือความหมายว่า จากวันที่เกิดมาจนถึงวันที่จะสอบขอรับใบอนุญาตขับขี่ อายุจะต้องครบตามที่กฎ—
หมายกำหนดจริง ๆ จะขาดแค้นแต่วันเดียวก็ไม่ได้

2.2.8 การต่ออายุใบอนุญาตเป็นผู้ขับรถ

2.2.8.1 หลักฐานประกอบคำขอ

ใบอนุญาตที่ได้รับหรือใบแทน ถ้าใบอนุญาตสูญหายให้นำหลักฐานการแจ้ง
ความที่สถานีตำรวจมาแสดง พร้อมภาพถ่ายขนาด 1 นิ้ว ซึ่งถ่ายไว้ไม่เกิน 1 ปี มา 3 รูป

ถ้ารายการต่ออายุด้านหลังใบอนุญาตเต็ม ต้องเปลี่ยนใบอนุญาตฉบับใหม่ ให้
นำภาพถ่ายขนาด 1 นิ้ว ซึ่งถ่ายไว้ไม่เกิน 1 ปี มา 2 รูป

กรณีใบอนุญาตขาดอายุเกิน 3 ปีให้นำหลักฐานเช่นเดียวกับการขอรับใบ—
อนุญาตขับรถใหม่มายื่นประกอบคำขอ

2.2.8.2 การดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการทำงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีใบอนุญาตยังไม่ขาดอายุ ยื่นคำขอพร้อมหลักฐานชำระค่าธรรมเนียมและ
รอรับใบอนุญาตโดยไม่ต้องเข้ารับการทดสอบใด ๆ ทั้งสิ้น

กรณีใบอนุญาตขาดอายุไม่เกิน 3 ปี ต้องทดสอบสมรรถภาพของร่างกาย

กรณีใบอนุญาตขาดอายุเกิน 3 ปี ต้องทดสอบสมรรถภาพของร่างกายและ
ทดสอบขับรถ สำหรับผู้ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ขับรถทุกประเภทต้องไปพิมพ์ลายนิ้วมือ ตรวจสอบประ-
วัติ ณ สถานีตำรวจที่ภูมิลำเนา

อัตราค่าธรรมเนียม

เมื่อผ่านการดำเนินการแล้วชำระค่าธรรมเนียม 100 บาท

2.2.9 การต่ออายุใบอนุญาตเป็นผู้เก็บค่าโดยสาร นายตรวจ และผู้บริการ

2.2.9.1 หลักฐานประกอบคำขอ

ใบอนุญาตที่ได้รับหรือใบแทน ถ้าใบอนุญาตสูญหาย ให้นำหลักฐานการแจ้ง
ความที่สถานีตำรวจมาแสดง พร้อมภาพถ่ายขนาด 1 นิ้ว ซึ่งถ่ายไว้ไม่เกิน 1 ปี มา 3 รูป

ถ้ารายการต่ออายุใบอนุญาตด้านหลังใบอนุญาตเต็ม ต้องเปลี่ยนใบอนุญาตฉบับ
ใหม่ให้ภาพถ่ายขนาด 1 นิ้ว ซึ่งถ่ายไว้ไม่เกิน 1 ปี มา 2 รูป

กรณีใบอนุญาตขาดอายุ เกิน 3 ปี ให้นำหลักฐานเช่นเดียวกับการขอรับใบ
อนุญาตขับรถใหม่มาขึ้นประกอบคำขอ

2.2.9.2 การดำเนินการ

ยื่นคำขอพร้อมหลักฐาน ชำระค่าธรรมเนียมสำหรับนายตรวจ 100 บาท
ผู้เก็บค่าโดยสารหรือผู้บริการ 50 บาท แล้วรอรับใบอนุญาต โดยไม่ต้องเข้ารับการทดสอบใด ๆ
ทั้งสิ้น

2.2.10 การขอเปลี่ยนชนิดหรือประเภทใบอนุญาตเป็นผู้ขับรถ

2.2.10.1 หลักฐานประกอบคำขอ

ภาพถ่ายบัตรประจำตัวประชาชน หรือภาพถ่ายใบสำคัญประจำตัวคนต่างด้าว
หรือภาพถ่ายหนังสือเดินทาง หรือภาพถ่ายหนังสือสำคัญประจำตัวอย่างอื่น

ภาพถ่ายทะเบียนบ้าน หรือเอกสารแสดงถิ่นที่อยู่

ใบรับรองแพทย์

รูปถ่ายครึ่งตัว ไม่สวมหมวกและแว่นตาดำ ขนาด 1 นิ้ว จำนวน 6 รูป

ภาพถ่ายหลักฐานการจบการศึกษาตั้งแต่ ม.6 หรือ ม.ศ.3 หรือ ม.3 ขึ้น

ไป (ถ้ามี)

2.2.10.2 การดำเนินการ

กรณีเปลี่ยนประเภทใบอนุญาตจากส่วนบุคคลเป็นทุกประเภท โดยไม่เปลี่ยน

ชนิดใบอนุญาต เช่น จาก บ.1 เป็น ห.1 จาก บ.2 เป็น ห.2 จาก บ.3 เป็น ม.3

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิมพ์ลายนิ้วมือตรวจสอบประวัติ

กรณีเปลี่ยนชนิดใบอนุญาตจากชนิดที่ 1 เป็นชนิดที่ 2

ต้องทดสอบขับรถชนิดที่ 2 และหากเปลี่ยนประเภทจากส่วนบุคคลเป็นทุกประเภทด้วย เช่น จาก บ.1 เป็น น.2 ต้องไปพิมพ์ลายนิ้วมือตรวจสอบประวัติ

กรณีเปลี่ยนชนิดใบอนุญาตจากชนิดที่ 1 หรือชนิดที่ 2 เป็นชนิดที่ 3

— ต้องเข้ารับการอบรมวิชาความรู้เกี่ยวกับการขับรถลากจูง 1 ชั่วโมง (ยกเว้นผู้ที่นำหลักฐานการจบการศึกษาตั้งแต่ ม.6 หรือ ม.ศ.3 หรือ ม.3 หรือเทียบเท่ามาขึ้นประกอบคำขอไม่ต้องเข้ารับการอบรม โดยให้ศึกษาความรู้จากเอกสารคู่มือของกรมการขนส่งทางบก

— ทดสอบ ข้อเขียน วิชาความรู้เกี่ยวกับการขับรถลากจูง

— ทดสอบขับรถลากจูง

— หากเปลี่ยนประเภทใบอนุญาตจากส่วนบุคคลเป็นทุกประเภทด้วย ต้องไปพิมพ์ลายนิ้วมือตรวจสอบประวัติ

2.2.10.3 อัตราค่าธรรมเนียม 100 บาท

2.2.11 ผู้ขับรถต้องผ่านการทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย

ประเภทการขนส่ง ตามพระราชบัญญัติ การขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 มี 4 ประเภท

2.2.11.1 การประกอบการขนส่งประจำทาง

โดยรถโดยสาร (ขนส่งคน) ทะเบียน 10-1111

โดยรถบรรทุก (ขนส่งสัตว์ หรือสิ่งของ) ทะเบียน 50-1111

2.2.11.2 การประกอบการขนส่งไม่ประจำทาง

โดยรถโดยสาร ทะเบียน 30-1111

โดยรถบรรทุก ทะเบียน 70-1111

2.2.11.3 การประกอบการขนส่งด้วยรถขนาดเล็ก

น้ำหนักไม่เกิน 4000 ก.ก.

2.2.11.4 การประกอบการขนส่งส่วนบุคคล

น้ำหนักบรรทุกเกิน 1600 ก.ก.

โดยสาร ทะเบียน 40-1111

บรรทุก ทะเบียน 80-1111

บุคคลที่ขับรถตามประกอบการดังกล่าวต้องผ่านการทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย เพราะต้องมีความรับผิดชอบมากกับทรัพย์สินและชีวิต ไม่ว่าจะเป็นรถโดยสารส่วนบุคคลหรือรถบรรทุกสาธารณะ ไม่อนุญาตให้นำใบขับขี่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เข้ากับการทดสอบสมรรถภาพ

1. ผู้ทำใบอนุญาตใหม่ สอบข้อเขียน และสอบขับรถด้วย
2. ผู้ที่ขาดต่อใบขับขี่ ทดสอบสมรรถภาพเพียงอย่างเดียว

2.3 เครื่องทดสอบสมรรถภาพแบบเดิม

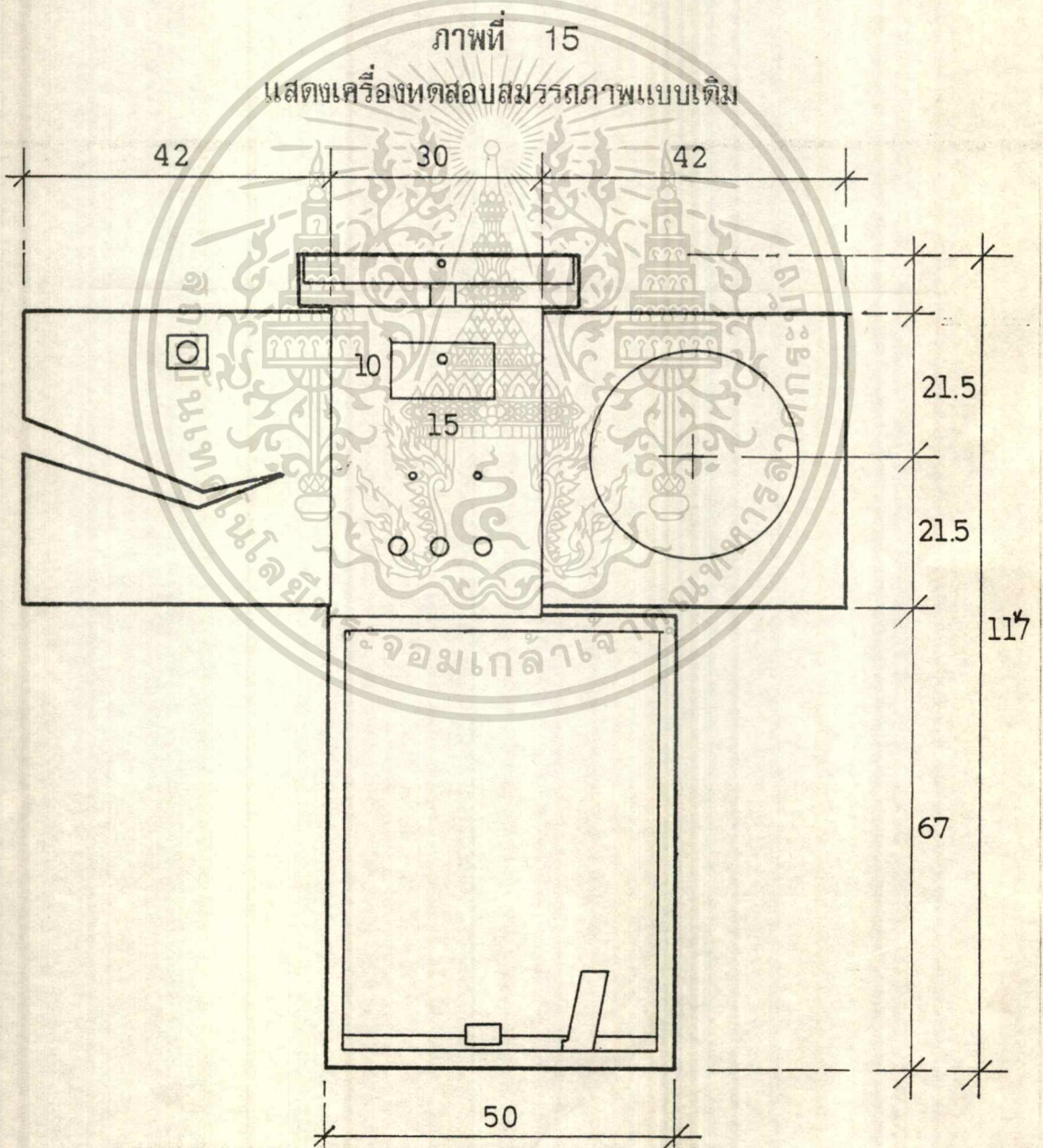


เครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายแบบเดิม ซึ่งได้รวมการทดสอบทุกอย่างเข้าไว้ในเครื่องเดียวกัน จึงมีการทดสอบ สายตาบอดสี ทดสอบปฏิกิริยา ทดสอบสายตาทางลึก ทดสอบสายตาทางกว้าง และทดสอบสมรรถภาพทางกายด้วย ผลผลิตคือ บริษัท ราชสีมา ไตรมิตร จำกัด เลขที่ 111/1 ถนนวิภาวดีรังสิต กรุงเทพมหานคร 17110 โทรศัพท์ 02-561-1111 โทรสาร 02-561-1112

ที่ 1506-1510 ถนนมขมนตรี อ.เมือง จ. นครราชสีมา ปี พ.ศ. 2531 ผลิตให้กับกรมการขนส่งจำนวน 130 เครื่อง มีต้นทุนในการผลิต 10,000 บาทเศษ แต่ขายให้กับกรมการขนส่ง ในราคา 20,000 บาท จึงได้เครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย ดังรูปด้านบน

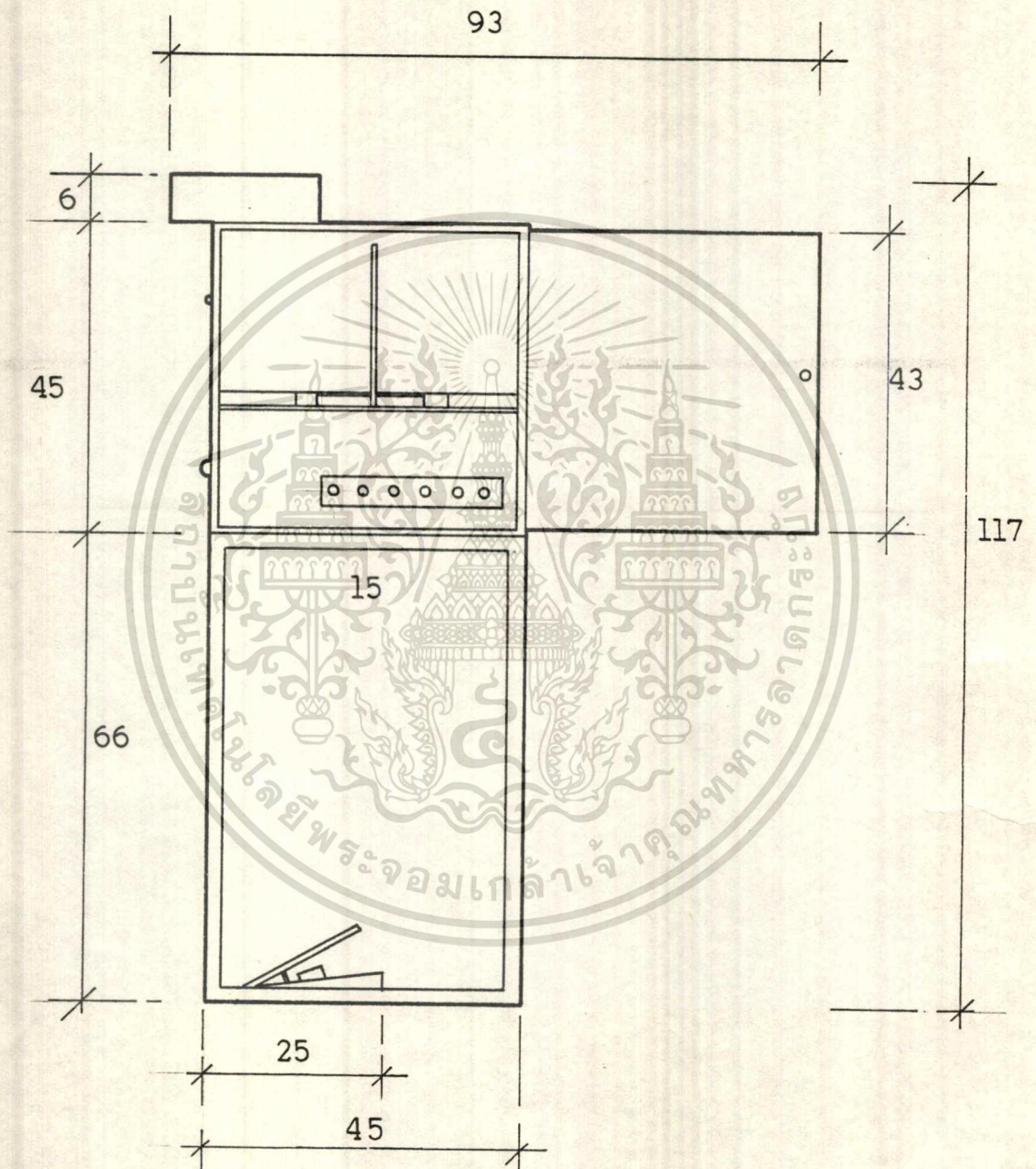
เนื่องจากเครื่องทดสอบสมรรถภาพใช้ทดสอบหลายด้าน ดังนั้นผู้ทำวิจัยจึงได้แยกศึกษาเป็นส่วน ๆ ดังต่อไปนี้

2.3.1 ขนาดสัดส่วนของเดิม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน **ภาพต้นหลัง** นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

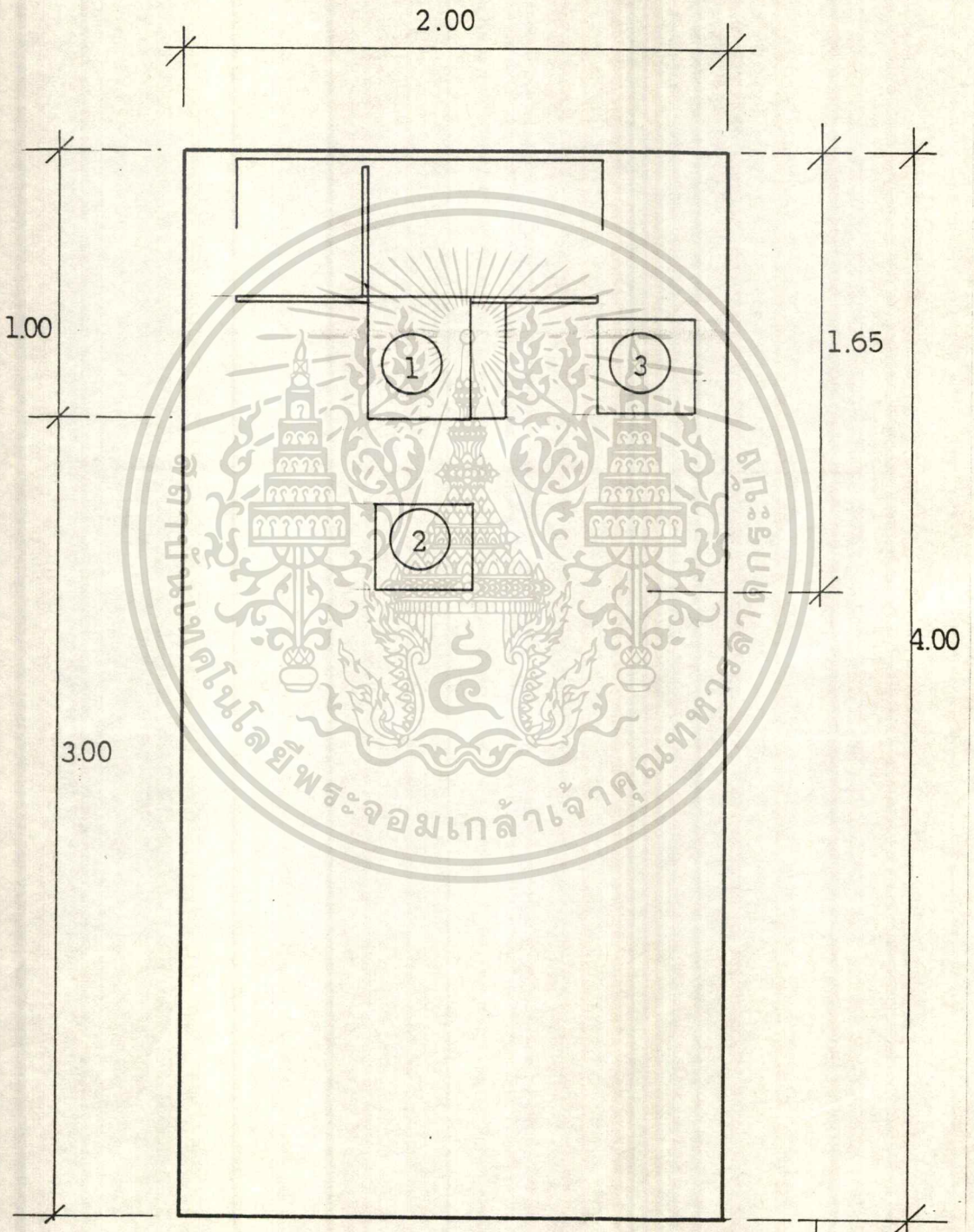
ภาพที่ 16
แสดงภาพเครื่องทดสอบสมรรถภาพแบบเติม



ภาพด้านซ้าย

2.3.2 พื้นที่สำหรับใช้ในการทดสอบ

ภาพที่ 17
(แปลน) แสดงพื้นที่การใช้งานในการทดสอบ



จากรูปภาพด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารของโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เก้าอี้สำหรับผู้เข้ารับการทดสอบ

3. เก้าอี้สำหรับเจ้าหน้าที่

— การทดสอบสายตาบอดสีกับเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย ใช้พื้นที่

2.00 x 3.50 เมตร

— การทดสอบปฏิกิริยากับเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย ใช้พื้นที่ 2.00

x 1.65 เมตร

— การทดสอบสายตาทางลึกกับเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย ใช้พื้นที่

2.00 x 4.00 เมตร

— การทดสอบประสาทมือกับเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย ใช้พื้นที่

2.00 x 1.00 เมตร

— การทดสอบสายตาทางกว้างกับเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย ใช้พื้นที่

2.00 x 1.65 เมตร

จากการศึกษาข้อมูลพอจะสรุปได้ดังนี้

— การทดสอบปฏิกิริยาใช้พื้นที่น้อยที่สุด

— การทดสอบสายตาทางลึกใช้พื้นที่มากที่สุด

— การทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายใช้พื้นที่ = 2.00 x 4.00 เมตร

ภาพที่ 18

แสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 รายละเอียดของเครื่องทดสอบสมรรถภาพหาร่างกาย

จากภาพที่ 3.11 และ 3.12

1. สวิตช์ปิด - เปิดเครื่อง
2. สัญญาณไฟปิด - เปิดเครื่อง
3. ฟิวส์ควบคุมเครื่องขนาด 500 MA
4. สวิตช์ปิด - เปิดเครื่องอัตโนมัติ - เปิดไปอยู่ในตำแหน่ง ON เครื่องจะทำงานโดยอัตโนมัติ อยู่ในตำแหน่ง OFF เครื่องจะทำงานโดยใช้คนบังคับ
5. SELECTOR สวิตช์สำหรับกดเลขตัวเลข COUNTER ให้อยู่ในตำแหน่ง 0.
6. COUNTOR แผงหน้าปัดสำหรับจับเวลา
7. สวิตช์สตาร์ทอัตโนมัติ (หมายเลข 4 อยู่ในตำแหน่ง ON สวิตช์หมายเลข 7 ทำให้เกิดสัญญาณไฟเขียว, เหลือง, แดง)
8. สวิตช์สำหรับกดสัญญาณไฟเขียว จะทำงานต่อเมื่อหมายเลข 4 อยู่ในตำแหน่ง OFF
9. สวิตช์สำหรับกดสัญญาณไฟเหลืองจะทำงานต่อเมื่อหมายเลข 4 อยู่ในตำแหน่ง OFF
10. สวิตช์สำหรับกดสัญญาณไฟแดง จะทำงานต่อเมื่อหมายเลข 4 อยู่ในตำแหน่ง OFF
11. ไฟบอกสัญญาณไฟเขียว สัมผัสกับหมายเลข 8.
12. ไฟบอกสัญญาณไฟเหลือง สัมผัสกับหมายเลข 9.
13. ไฟบอกสัญญาณไฟแดง สัมผัสกับหมายเลข 10.
14. ปุ่มปรับ เร็วช้า สำหรับบังคับสัญญาณไฟเขียว, เหลืองและแดง ให้เร็วช้าโดยอัตโนมัติ ใช้คู่กับหมายเลข 7.
15. ทดสอบปฏิกิริยา
16. สัญญาณไฟเขียว
17. สัญญาณไฟเหลือง
18. สัญญาณไฟแดง
19. เบรด
20. คันเร่ง
21. แผงทดสอบสายตาบอดสี

2.4.2 วิธีการใช้เครื่องระบบอัตโนมัติ

จากภาพที่ 3.11 และ 3.12

1. เปิดสวิตช์หมายเลข 1 และ 3 ให้อยู่ในตำแหน่ง ON สัญญาณไฟหมายเลข 2 จะติด
2. ผู้เข้ารับการทดสอบใช้เท้าเหยียบคันเร่ง หมายเลข 20
3. เจ้าหน้าที่จะทำการปรับสัญญาณไฟ ช้า - เร็ว หมายเลข 14 ตามต้องการ
4. กดปุ่มสตาร์ทสัญญาณไฟอัตโนมัติหมายเลข 7 สัญญาณไฟเขียว, เหลือง และแดง (หมายเลข 11, 12 และ 13) จะสว่างขึ้นตามลำดับ ช้า - เร็ว ตามที่ได้ปรับไว้ตามหมายเลข 14 (ผู้รับการทดสอบจะทราบได้จากสัญญาณไฟเขียว, เหลือง และแดง หมายเลข 11, 12 และ 13) ไม่ว่าการณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16, 17 และ 18) เมื่อสัญญาณไฟแดงสว่างขึ้น นาฬิกาจับเวลาหมายเลข 6 จะทำงานโดยอัตโนมัติ

5. ผู้เข้ารับการทดสอบใช้เท้าเหยียบเบรค หมายเลข 19 เมื่อเห็นสัญญาณไฟแดง นาฬิกาจับเวลาจะหยุดทำงาน

6. เมื่อจะทำการทดสอบครั้งต่อไป ให้เจ้าหน้าที่กดปุ่ม SELECTOR หมายเลข 5 ก่อนทุกครั้ง นาฬิกาจับเวลาจะอยู่ในตำแหน่ง 00.00

2.4.3 วิธีใช้เครื่องแบบธรรมดา

จากภาพที่ 3.11 และ 3.12

1. เปิดสวิตช์ หมายเลข 1 ให้อยู่ในตำแหน่ง ON และสวิตช์หมายเลข 3 ให้อยู่ในตำแหน่ง OFF เสมอ
2. ผู้เข้ารับการทดสอบ ใช้เท้าเหยียบคันเร่งหมายเลข 20
3. เจ้าหน้าที่กดปุ่มไฟเขียว, เหลือง แลแดง หมายเลข 8, 9 และ 10 ตามต้องการ
4. เมื่อสัญญาณไฟแดงหมายเลข 13 สว่างขึ้นนาฬิกาจับเวลาจะทำงานโดยอัตโนมัติ และหยุดลงเมื่อผู้เข้ารับการทดสอบใช้เท้าเหยียบเบรค

2.4.4 เครื่องทดสอบอัตโนมัติ

ภาพที่ 21
เครื่องควบคุมอัตโนมัติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย

SPECIFICATIONS

POWER SOURCE AC 220 V. 50 HZ. 20 W.

มีที่ต่อสายดินอยู่ด้านหลังของเครื่อง

สรุปวิธีการใช้เครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายมี 2 วิธี คือ

1. แบบอัตโนมัติ
2. แบบธรรมดา

จากการศึกษาข้อมูลพอจะสรุปเพื่อนำไปใช้ในแนวทางในการออกแบบ ดังนี้

เครื่องทดสอบสมรรถภาพใช้ได้ 2 วิธี คือ

- แบบอัตโนมัติ
- แบบธรรมดา
- ใช้ไฟ 220 V. มีสายดิน
- ขนาดของเครื่อง 20 X 42 X 16 ซม.

2.5 ส่วนทดสอบสายตาบอดสี

ภาพที่ 22

แสดงภาพทดสอบสายตาบอดสี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นทดสอบสายตาบอดสี เป็นเครื่องมือที่สำคัญ ที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพแผ่นทดสอบมีสีทั้งหมด 7 สี คือ สีแดง, เหลือง, น้ำเงิน, เขียว, ฟ้ำ, น้ำตาล และชมพู ขนาดเม็ดสีแตกต่างกันทุกสีจะปะปนกันอยู่ทั่วไปซึ่งไม่เป็นระเบียบ ผู้ผลิตได้ใช้กระดาษสีขาวใช้สีน้ำเขียน ตักรูปภาพด้านบน ซึ่งใช้นานไปทำให้สีจืดจางและลอก ทำให้สีเพี้ยนจากเดิม ใช้กระจกเป็น ตัวกันสกปรกหรือไม่ให้สีจืดจาง การประกอบคือ ใช้สอดจากด้านบนลงมาด้านล่าง มีตัวหนังสือคือ "ทดสอบสายตาบอดสีอยู่ด้านล่างแผ่นทดสอบซึ่งใช้เขียนด้วยสีเช่นกัน ตัวหนังสือสีดำพื้นขาวมองเห็น ชัดเจน วงกลมสีขนาด 28 ซม.

วัสดุที่ใช้ทำประกอบเป็นไม้อัดความหนา 10 มม. 42 x 43 ซม.

- แผ่นทดสอบบอดสี 1 แผ่น
- กระจกรองหน้าแผ่น 1 แผ่น
- บานพับขาวตามแผ่นไม้ 1 ชิ้น
- เหล็กพับยึดด้านบนเข้ากับตัวเครื่อง 1 ตัว ยึดโดยสกรู
- ตัวล็อกที่เป็นอลูมิเนียมแบบมุ้งลวดตัวผู้ 1 ตัว
- ปุ่ม เปิด — ปิด ด้านนอก 1 ตัว

ตารางที่ 1

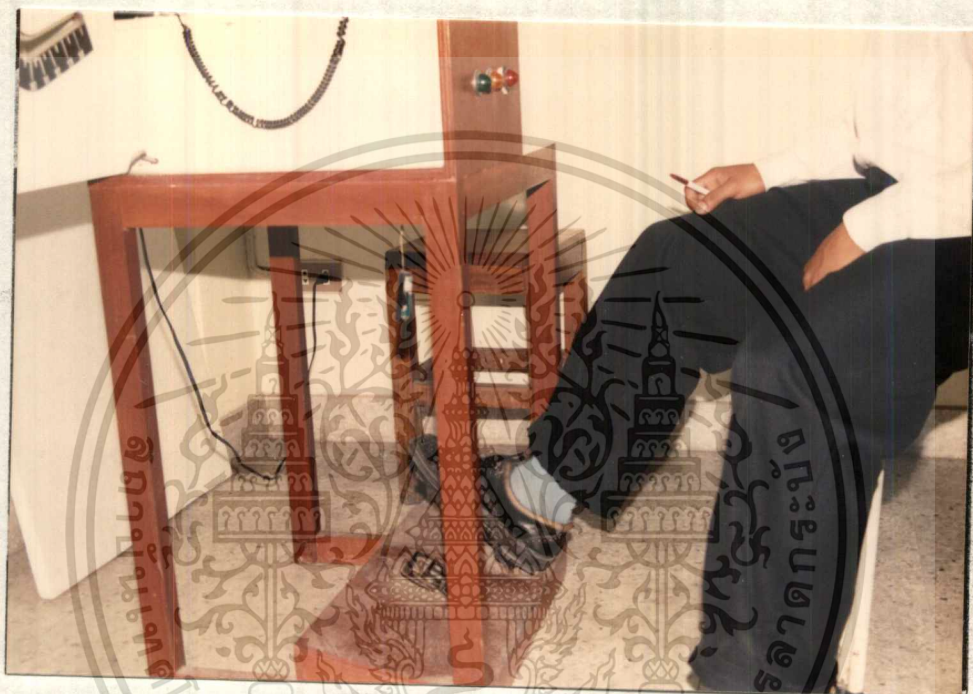
ข้อดี ข้อเสีย ของส่วนทดสอบสายตาบอดสีแบบเดิม

ข้อดี	ข้อเสีย
1. จำยในการผลิต	1. วัสดุไม่ทนต่อการใช้งาน
2. ราคาถูก	2. สีมอดไม่ชัดเจน
3. วัสดุหยาบ	3. แผ่นทดสอบมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น
4. ไม่ซับซ้อน	4. น้ำหนักมาก
5. สกปรกยาก	5. เหล็กพับเป็นสนิมง่าย
	6. เปิด — ปิด ลำบาก
	7. การทดสอบไม่ได้ผลเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ส่วนอุปกรณ์และเครื่องมือทดสอบปฏิกิริยา

ภาพที่ 23
แสดงส่วนทดสอบปฏิกิริยา



ส่วนทดสอบปฏิกิริยา เป็นการทดสอบเกี่ยวกับความเร็วจากประสาทตา และทำให้สัมพันธ์กัน อุปกรณ์ส่วนนี้อยู่ด้านหน้าเครื่องคล้ายการขับรถจริง มีอุปกรณ์ คือ

1. เบรค
2. คันเร่ง
3. ไฟเขียว, เหลือง และแดง
4. เครื่องทดสอบอัตโนมัติ (เจ้าหน้าที่ควบคุม)

วัสดุที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์เดิม

- ทีรองเท้าทำด้วยไม้อัดกรุหนา 10 มม.
- เบรคทำด้วยเหล็ก ด้านซ้ายของคันเร่ง 1 ชิ้น
- คันเร่งทำด้วยพลาสติก 1 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หลอดไฟ เขียว, เหลือง แลนแดง สีละ 1 หลอด
- สายไฟเดินมาตามขาเข้าทางเบรค โดยการเจาะร่องฝังลง
- ไฟจากเครื่องอัตโนมัติ

ตารางที่ 2

ข้อดี ข้อเสีย ของส่วนทดสอบปฏิกิริยาของเดิม

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ช่ายในการผลิต	1. ไม่แข็งแรง
2. วัสดุห่าย่าย	2. ทำความสะอาดยาก
3. ราคาถูก	3. คัมแรงไม่สื่ี่ที่วางเท้า
4. ไม่ซับซ้อน	4. ขาดัดส่วนบน
	5. ซ่อมแซมยาก
	6. สายไฟเก็บไม่เรียบร้อย

ภาพที่ 24

แสดงเครื่องควบคุมอัตโนมัติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 อุปกรณ์ทดสอบสายตาทางลึก

ภาพที่ 25

แสดงส่วนทดสอบสายตาทางลึกด้านนอก

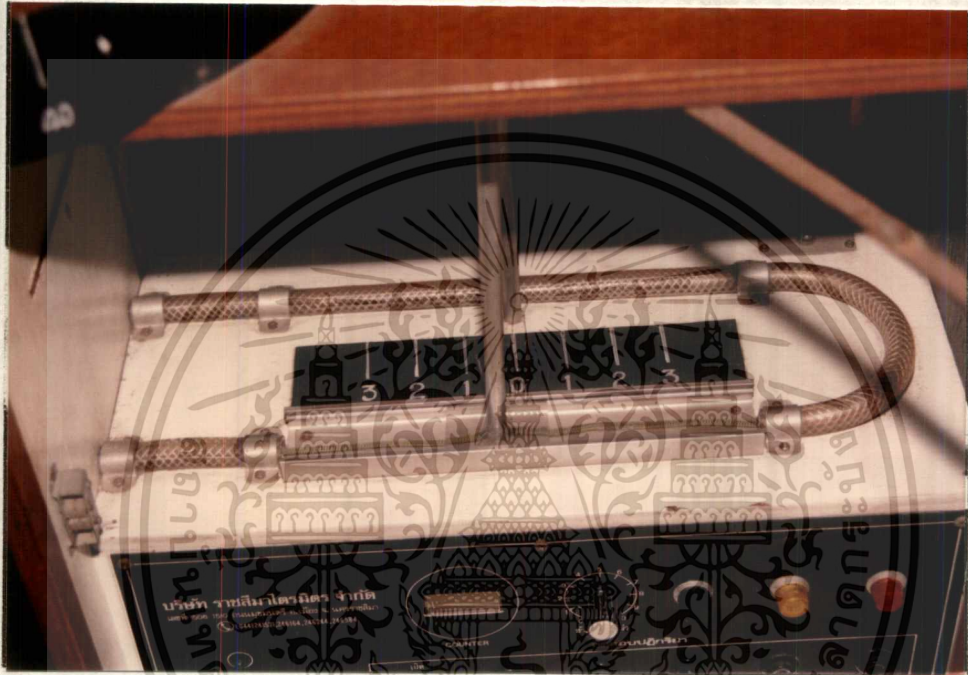


อุปกรณ์ทดสอบสายตาทางลึกมีความสำคัญอันดับที่ 3 ของการทดสอบสมรรถภาพ เป็นการทดสอบสายตา หรือการกะ ประมาณ ความใกล้เคียง ของสกรปรก จึงมีช่องสี่เหลี่ยมขนาด $10 + 15$ ซม. มีฝาปิด - เปิด ใช้สำหรับให้สายตามองผ่านเข้าไปหาวัตถุด้านใน ดังภาพ ด้านบน มีเชือกสำหรับให้ผู้ทดสอบดึงวัตถุมาให้ใกล้เคียงกับวัตถุด้านซ้ายมือมากที่สุด ในระยะห่างจากเครื่อง 3 เมตร ซึ่งเจ้าหน้าที่จะเป็นผู้คอยควบคุมตำแหน่งของวัตถุตามเกณฑ์การทดสอบที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 26

แสดงอุปกรณ์ทดสอบสายตาทางลึกด้านใน



อุปกรณ์ทดสอบสายตาทางลึกด้านใน ซึ่งได้กล่าวมาแล้วในภาพที่ 3.4 ผู้ทดสอบจะดึงเชือก 2 มือดึงไปมาเพื่อหาตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับเกณฑ์ทดสอบจะมีระยะบอก คือ 3, 2, 1, 0, 1, 2, 3 0 คือเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งจะมีสายอยู่ตรง 0 พอดี และให้ผู้ทดสอบดึงเชือกมาในตำแหน่ง 0 บวกลบไม่เกิน 1 คือ 1 นิ้ว ปฏิบัติ 3 ครั้ง ผ่าน 2 ใน 3 ถือว่าผ่าน อุปกรณ์ทดสอบสายตาทางลึกประกอบด้วย

– เชือกดึง

– ข้องมอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เสาคูมเนียม 2 ตัว
- ตัวเลขบอกขนาดเกณฑ์การทดสอบ
- สายยางสำหรับบังคับเชือกไป - มา

ตารางที่ 3

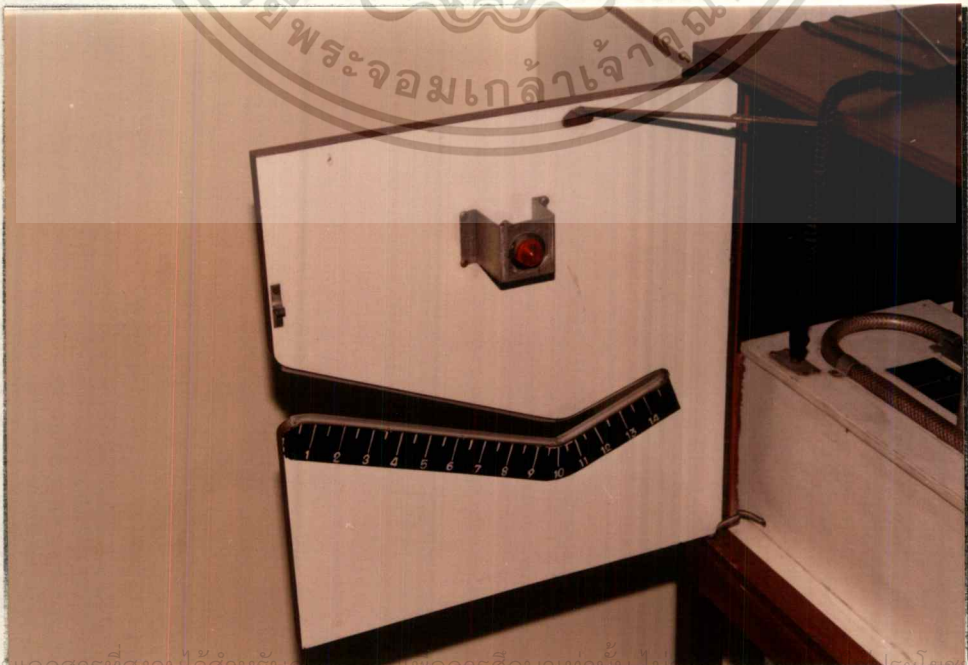
ข้อดี ข้อเสีย ของส่วนทดสอบสายตาทางลึกของเดิม

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ถ่ายในการผลิต	1. ไม่มีความเรียบร้อย
2. ราคาถูก	2. เชือกยาวเกินความจำเป็นกับการทดสอบ
3. วัสดุหาง่าย	3. ไม่มีที่เก็บเชือก
4. ไม่ซับซ้อน	4. เชือกที่ด้านในมากเกินไปกับการทดสอบ
	5. เสาคูมเนียมไปมา ไม่กระชับ
	6. ตัวเลขไม่ชัดเจน

2.8 อุปกรณ์และเครื่องมือทดสอบประสาทมือ

ภาพที่ 27

แสดงส่วนทดสอบประสาทมือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนทดสอบประสาทมือมีความสำคัญอันดับที่ 4 ในการทดสอบสมรรถภาพจากรูปภาพด้านบนจะเห็นได้ว่ามีช่องขนาดใหญ่ไปหาเล็ก ซึ่งตามภาษาสากลเรียกว่า รางรถไฟ เพราะมีอลูมิเนียมอยู่ตรงขอบทั้ง 2 ด้าน ขอบล่างมีตัวบอก 1 – 14 ขนาดแต่ละช่องห่างกัน 1/2 นิ้ว และ 1 นิ้ว ผู้เข้ารับการทดสอบต้องใช้เครื่องมือกวาดไปตามร่องไป – มา 3 ครั้ง ต้องผ่าน 2 ใน 3 ถือว่าผ่าน จากรูปภาพจะเห็นหลอดไฟสีแดงอยู่ด้านหน้าถ้าผู้ทดสอบทำเครื่องมือไปโดนช่องไฟจะแดงและออกจะดัง จาก หมายเลข 1 – 10 ถ้าโดนจาก หมายเลข 10 – 14 ไฟจะตัดแต่หลอดไม่ดัง ผู้ทดสอบต้องผ่านหมายเลข 7 – 14 ทดสอบ 3 ครั้ง ต้องผ่าน 2 ข้าง ถือว่าผ่าน

ภาพที่ 28
แสดงเครื่องมือใช้สำหรับทดสอบ



เครื่องมือสำหรับใช้ในการทดสอบสามารถหอดจากเครื่องได้ จากรูปภาพจะเห็นเป็น
 เอกตัวเขียนเข้ากับตัวเครื่องอัตโนมัติ หรือเครื่องควบคุมด้านบน การใช้คือใช้เครื่องมือสอดไปในร่อง
 ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วกวาดไปมา จากนอกสุดถึงในสุด ตามเจ้าหน้าที่แนะนำส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือ

- ปลายเหล็กยาวประมาณ 1 ฟุต
- ด้านจับเป็นพลาสติก
- สายอ่อนเป็นเกลียวสามารถยืดได้
- ที่เสียบ

สรุปอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประสาทมือ มีดังนี้

- เครื่องมือกวาดร่อง 1 ชิ้น
- ออกดพร้อมสัญญาณไฟแดง 1 ชุด
- ตัวล็อกแบบมัลติสวิตช์ 1 ตัว
- เหล็กยึดกับเครื่อง 1 ตัว
- บานพับยาวติดกับไม้ยึด 1 ตัว
- อลูมิเนียมเส้นสำหรับตัดตามร่อง 2 ชิ้น
- ตัวเลขบอกขนาดเกณฑ์การประเมิน 1 - 14 ช่องห่าง 1/2 นิ้ว และ 1 นิ้ว
- สายไฟต่อเข้ากับเครื่องอัตโนมัติมาเข้าร่องไฟ และออกกับหลอดไฟ

นิ้ว

ตารางที่ 4

ข้อดี ข้อเสีย ของอุปกรณ์และเครื่องมือทดสอบประสาทมือแบบเต็ม

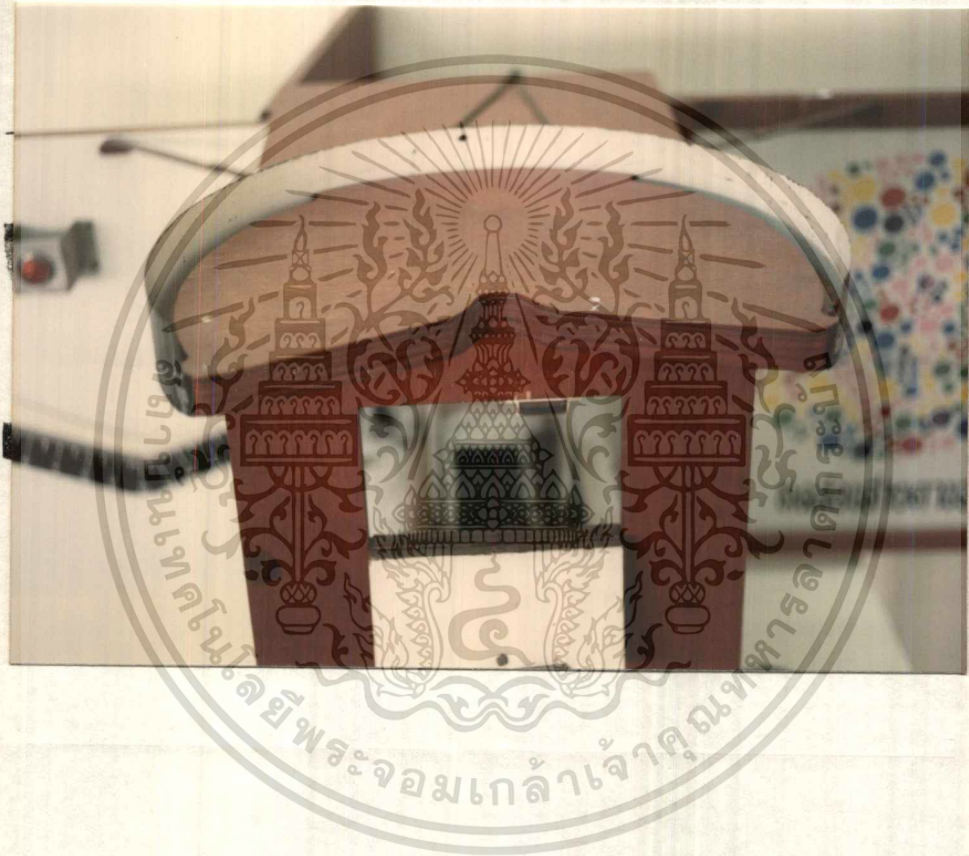
ข้อดี	ข้อเสีย
1. ถ่ายต่อการผลิต	1. สลับเปลี่ยนวัสดุที่เป็นฝาปิด
2. ราคาถูก	2. เหล็กยึดเป็นสนิมง่าย
3. วัสดุหาง่าย	3. แผ่นไม้รองใหญ่เกินความจำเป็น
4. ไม่ซับซ้อน	4. ตัวเลขมองไม่ชัดเจน
	5. สายไฟเดินไม่เรียบร้อย
	6. เครื่องมือเก็บไม่เป็นที่ เกะกะ
	7. ไม่มีตัวหนังสือบอกว่ทดสอบด้านไหน
	8. น้ำหนักมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ส่วนอุปกรณ์ทดสอบสายตาทางกว้าง

ภาพที่ 29

แสดงอุปกรณ์ทดสอบสายตาทางกว้าง



อุปกรณ์ทดสอบสายตาทางกว้าง หรือ แผ่นทดสอบสายตาทางกว้าง จากรูปภาพจะเห็นส่วนว่าด้านหน้าใช้สำหรับให้ผู้ทดสอบเอาสันจมูกเข้าไปในช่อง โดยเจ้าหน้าที่จะคอยควบคุมสัญญาณไฟตามองศาด้านข้างหรือเกณฑ์ที่กำหนดมีองศาออกตั้งแต่ 40 องศา – 100 องศา ถ้ามองเห็นตั้งแต่ 75 องศา ขึ้นไปถือว่าผ่านการทดสอบ

อุปกรณ์ทดสอบสายตาทางกว้างประกอบด้วย

- แผ่นทดสอบของเดิมเป็นไม้อัดกรู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งแผ่นเหล็กกรอบข้างบอกองศาการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เชือกสำหรับดึงเข็มไปมา ชายและขวา
- ติดกับเครื่องโดยใช้สกรูยึด .

ภาพที่ 30

แสดงด้านหลังและด้านข้างของแป้นทดสอบ



จากด้านหลังของแป้นทดสอบจะเห็นเชือก 2 เส้น อยู่ด้านหลังใช้สำหรับให้เจ้าหน้าที่ดึงไปมา ชาย - ขวา ตัวเลขบอกองศาจึงใช้เขียน ทำให้หลุดง่ายมองไม่ชัดเจน ดังรูปภาพด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5

ข้อดี ข้อเสีย ของอุปกรณ์ทดสอบสายตาทางกว้างแบบเต็ม

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ถ่ายในการผลิต	1. ไม่มีความปลอดภัยกับผู้ทดสอบ
2. วัสดุหาถ่าย	2. ใช้งานได้ไม่นาน
3. ราคาถูก	3. วัสดุมีความคมสำหรับที่บอกองศา
4. ไม่ซับซ้อน	4. ดูแลรักษายาก
	5. ที่ตั้งเชือกผิดมาก
	6. วัสดุมากเกินไปจนความจำเป็นตรงนั้นควรมีแค่ระยะทดสอบ

2.10 ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

เนื่องจากเครื่องทดสอบสมรรถภาพในการใช้งานหลายด้าน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้งานที่แตกต่างกันและรูปทรง ที่ควรจะนำมาศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตและรูปทรงการใช้งาน

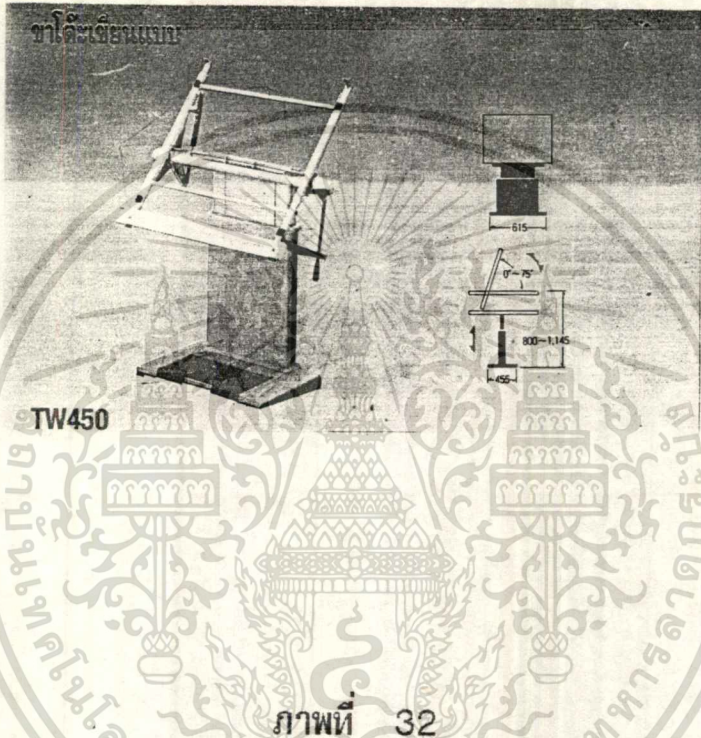
ด้านโครงสร้างขาผลิตภัณฑ์นำมาศึกษา 2 ชนิด มีลักษณะดังนี้

2.10.1 โครงสร้างขาโต๊ะเขียนแบบ รุ่น CENTER WALL ฐานด้านล่างเป็นเหล็กแผ่นใช้สำหรับเหยียบบังคับให้สูงต่ำ ลักษณะการใช้งาน จะคล้ายกับการทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายคือ การทดสอบปฏิกิริยา แบบขาเดียวแต่ใหญ่ซึ่งน้ำหนักที่ศูนย์กลางโต๊ะและแรงกระทำ ไม่เกาะสะตอกในการใช้งาน แข็งแรง วัสดุเหล็กทรงแหลี่ยม ปิดผิวด้วยเหล็กแผ่นปั๊มขึ้นรูปดังรูปแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

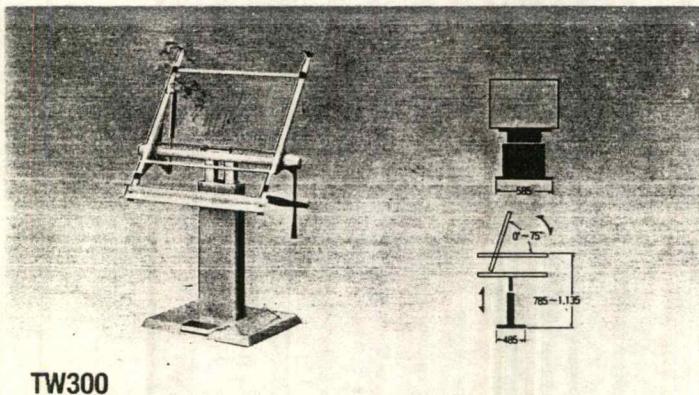
ภาพที่ 31

แสดงโครงสร้างโต๊ะเขียนแบบรุ่น CENTER WALL



ภาพที่ 32

แสดงโครงสร้างโต๊ะเขียนแบบรุ่น CENTER WALL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.2 โครงสร้างโต๊ะคอมพิวเตอร์ พร้อมลิ้นชักวางคีย์บอร์ดแบบใช้เลื่อนเข้าออก เป็นโครงสร้างแบบ 2 ขา และฐานรองขาขนาดกว้างเท่าแผ่นรองโต๊ะด้านบน เพื่อรับน้ำหนักจากแรงมากกระทำกับโต๊ะลักษณะการใช้งานคล้ายคลึงกับที่มีชั้นวางคีย์บอร์ดเพื่อใช้งานสะดวกกับผู้ใช้ ไม่เกะกะเปลืองเนื้อที่ ลักษณะเหมือนที่ปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องทดสอบ โครงสร้างทำด้วยเหล็กกลมกลวงปิดผิวด้วยเหล็กแผ่น ดังรูป

ภาพที่ 33
แสดงโต๊ะคอมพิวเตอร์



ด้านโครงสร้างรองคือ ส่วนที่ใช้ครอบเครื่อง และอุปกรณ์ทดสอบผลิตภัณฑ์ที่นำมาศึกษาเป็นแบบกล่อง และรูปทรงที่ควรจะเป็นแนวทางในการออกแบบ

2.10.3 ตู้แจ้งเหตุบนการทางพิเศษ ลักษณะการใช้งานแบบเปิดด้านหน้าเพื่อใช้งาน รูปทรงเหลี่ยม คล้ายรูปทรงของเครื่องทดสอบ วัสดุเป็นเหล็กแผ่นปั๊มขึ้นรูปมือง จะใช้งานตามสภาพภูมิศาสตร์ จึงขำรดถ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 34
ตู้แจ้งเหตุบนการทางพิเศษ

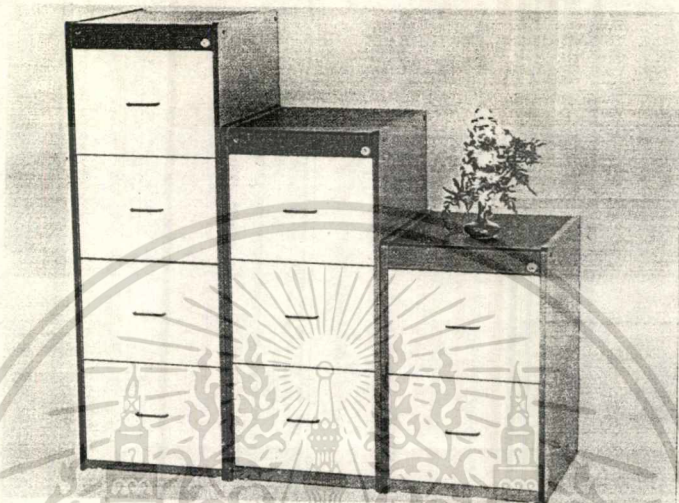


ภาพที่ 35
ลักษณะการใช้งานตู้แจ้งเหตุ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเฉพาะกิจและเพื่อใช้ในการดำเนินการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 36
แสดงตู้เก็บเอกสารในสำนักงาน



2.11 พฤติกรรมการใช้งาน

เนื่องจากการทดสอบมีหลายขั้นตอน จึงได้แบ่งศึกษาตามขั้นตอนความสำคัญของการทดสอบตาม พ.ร.บ. การขนส่ง

2.11.1 ทดสอบสายตาบอดสี

ให้ผู้เข้าทดสอบดูสีจากแผ่นภาพทดสอบสายตาบอดสีของสายตาที่ กรมการขนส่งกำหนด ทั้งนี้โดยให้ผู้เข้าการทดสอบอยู่ห่างจากแผ่นภาพทดสอบ ในระดับสายตา ระยะห่างไม่น้อยกว่า 3 เมตร แล้วให้เจ้าหน้าที่ ใช้ไม้ชี้สีแต่ละสีให้อ่าน ในแต่ละจุดแตกต่างกันรวมสีละ 3 ครั้ง เจ้าหน้าที่จดบันทึก

เกณฑ์การประเมิน หากอ่านได้ถูกต้อง ให้ถือว่าผ่าน หากสายตาบอดสีจะไม่มีสิทธิทดสอบต่อ

2.11.2 ทดสอบปฏิกิริยา

1. เจ้าหน้าที่เปิดสวิชให้อยู่ในตำแหน่ง ON เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผู้เข้ารับการทดสอบใช้เท้าเหยียบคันเร่ง
 3. เจ้าหน้าที่กดปุ่มสตาร์ทอัตโนมัติ สัญญาณไฟเขียว, เหลือง และแดง จะสว่างขึ้นตามลำดับ ช้า – เร็ว ตามที่เจ้าหน้าที่ได้ปรับไว้ ผู้ทดสอบทราบได้จากสัญญาณไฟเขียว เหลือง และแดง ด้านหน้า เมื่อเห็นสัญญาณไฟแดงสว่างขึ้นนาฬิกาจะทำงานโดยอัตโนมัติ
 4. ผู้เข้ารับการทดสอบใช้เท้าจากเหยียบคันเร่งมาเหยียบเบรค เมื่อเห็นสัญญาณไฟแดง นาฬิกาจะหยุดทำงาน
 5. เมื่อทำงานต่อไป เจ้าหน้าที่กดปุ่ม SECTOR ก่อนทุกครั้ง นาฬิกาจะอยู่ในตำแหน่ง 00.00 ทดสอบ 3 ครั้ง เจ้าหน้าที่จดบันทึก
- เกณฑ์การประเมิน หากทดสอบ 3 ครั้ง ผลเฉลี่ยไม่เกิน 0.30 วินาที ถือว่าผ่าน

2.11.3 ทดสอบสายตาทางลึก

- ผู้เข้ารับการทดสอบจะยืนห่างจากเครื่องไม่น้อยกว่า 3 เมตร โดยใช้มือถือเชือกหิ้ว
- 2 ช่าง แล้วดึงเชือกให้เสาเดินทางหรือถอยหลังให้เสาที่มีลูกศรชี้ให้ตรงเสาหมายเลข 0 ทดสอบ
 - 3 ครั้ง เจ้าหน้าที่จดบันทึก

2.11.4 ทดสอบประสาทมือ

1. ผู้ทดสอบถือเครื่องมือ
 2. ผู้ทดสอบใช้เครื่องมือ กวาดไฟตามร่องโดยไม่ให้เครื่องมือกระทบขอบจนตลอดร่อง
 3. เครื่องมือแบ่งเป็นช่วงคือ ช่วงที่ 1 และช่วงที่ 2
 4. ถ้าเครื่องมือกระทบช่วงที่ 1 สัญญาณไฟแดงติดและออกจะดังประมาณ 2 วินาที แล้วดับเอง
 5. ถ้าเครื่องมือผ่านช่วงที่ 1 แล้วมากระทบช่วงที่ 2 ไฟแดงจะติดออกไม่ดัง
- ทดสอบ 3 ครั้ง เจ้าหน้าที่จดบันทึก
- เกณฑ์การประเมิน หากทดสอบ 3 ครั้ง ตั้งแต่หมายเลข 7 – 14 กระบไม่เกิน 1 ครั้ง ถือว่าผ่านการทดสอบ

2.11.5 ทดสอบสายตาทางกว้าง

- ผู้เข้ารับการทดสอบยืนหน้า ให้หันจมูกเข้าไปในช่อง และมองไปยังจุดศูนย์กลางเจ้าหน้าที่จะค่อย ๆ เลื่อนเข็มบอกองศาไปจนกว่าจะมองเห็นเข็มที่ 2 ช่าง เจ้าหน้าที่จะเปลี่ยนสีของเข็มเขียว, เหลือง และแดง
- ปุ่มบังคับสีเขียว, เหลือง และแดง จะใช้ปุ่มเดียวกับเครื่องทดสอบปฏิกิริยาในขณะทำการทดสอบสายตาทางกว้าง (ห้ามผู้เข้ารับการทดสอบใช้เท้าเหยียบคันเร่ง) เจ้าหน้าที่จดบันทึก

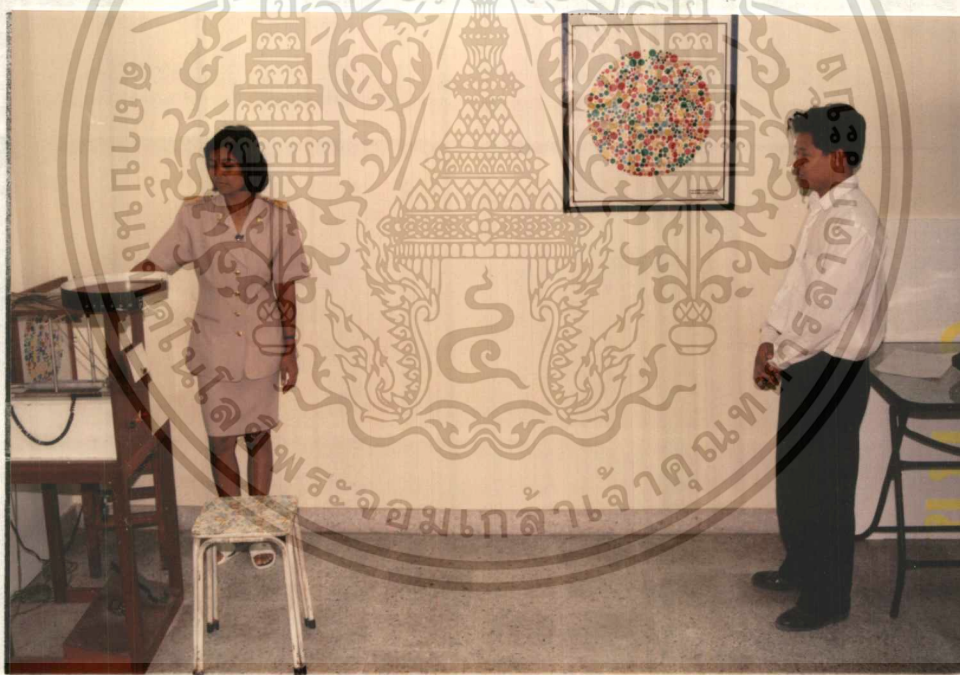
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์การประเมิน หากผู้เข้ารับการทดสอบมองเห็นทั้งด้านซ้ายและขวาเป็นมุมกว้าง
ตั้งแต่ 75 องศา ขึ้นไปถือว่าผ่าน

ในกรณีผู้เข้ารับการทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายผู้ใดไม่ผ่าน ให้มีสิทธิทดสอบแก้ตัว
ในวันนั้นหรือวันถัดไป

ภาพที่ 37

แสดงทดสอบสายตาบดสี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 38
แสดงทดสอบปฏิกิริยา



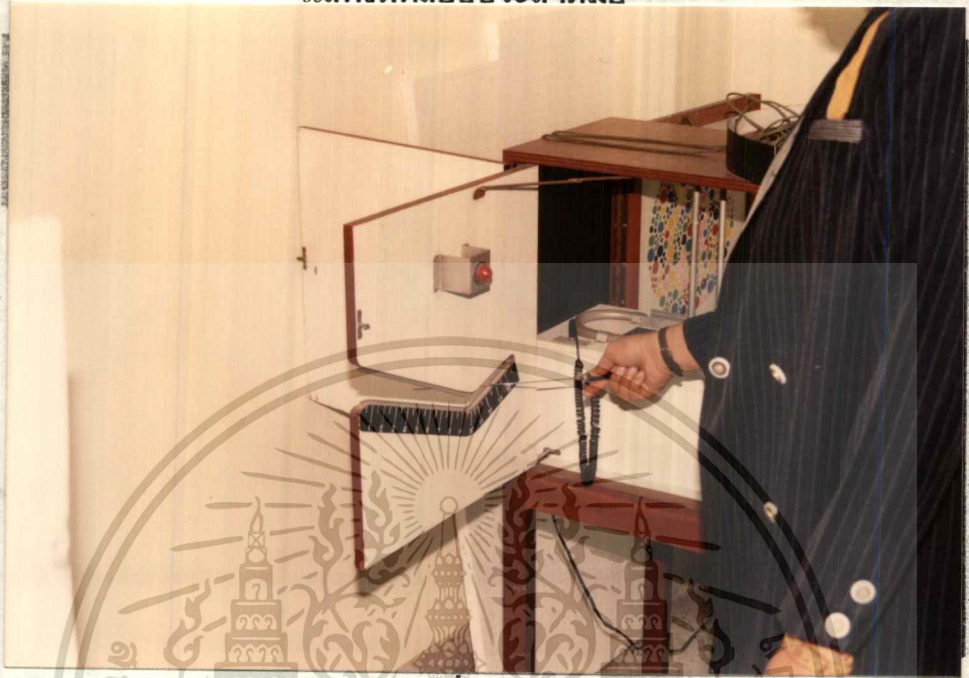
ภาพที่ 39
แสดงทดสอบสายตาทางลึก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 40

แสดงทดสอบประสาทมือ



ภาพที่ 41

แสดงทดสอบสายตาทางกว้าง



เจ้าหน้าที่ต้องเตรียมอุปกรณ์คือ สมุดรายงานผลการตรวจขนาด 21 X 34 X 1
 ซม. ความหนา ประมาณ 1 ซม. 100 แผ่น เพื่อจัดบันทึกการทดสอบ
 เอกสารนี้เป็นเอกสารลับที่ควรเก็บรักษาไว้เป็นอย่างดี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ผู้เข้ารับการทดสอบปฏิบัติตามเจ้าหน้าที่บอก
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

ในการออกแบบเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายนั้น วัสดุที่ใช้ผลิตมีความจำเป็นมาก ดังนั้นในการศึกษาข้อมูลด้านวัสดุจึงมีความสำคัญ และเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการใช้งาน ได้กำหนดจากวัสดุจากผลิตภัณฑ์เดิมและวัสดุใหม่มาทำการวิเคราะห์ นำวัสดุที่ดีและมีความเหมาะสมมากที่สุด มาใช้ทำการออกแบบในแต่ละส่วน วัสดุจากเครื่องทดสอบสมรรถภาพแบบเดิมใช้ไม้อัดหุ้มชุดและไม้จริง วัสดุที่น่าจะเป็นไปได้ในการนำมาใช้ในการศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเรียงตามลำดับดังนี้

2.12 ไม้จริง

มีหลายประเภทให้เลือกใช้ ตามสภาพการใช้งาน งานก่อสร้างเลือกใช้อีกแบบ งานเฟอร์นิเจอร์อีกแบบ ปัจจุบันมีให้เลือกใช้หลากหลายในปัจจุบัน

2.12.1 ขนาด

ไม้แปรรูปตามมาตรฐานนี้ มีขนาดต่อไปนี้

ความหนา : 12, 16, 19, 22, 25, 32, 38, 44, 50, 63, 75, 88, 100, 113, 125, 138, 150 และ 200 มิลลิเมตร

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

ขนาดยาว : สำหรับไม้สัก เริ่มตั้งแต่ 0.03 เมตร และให้มีความยาวเพิ่มขึ้นช่วงละ 0.15 เมตร ส่วนไม้กระยาเลย เริ่มตั้งแต่ 0.30 เมตร และให้มีความยาวเพิ่มขึ้นช่วงละ 0.30 เมตร

2.12.2 การเรียกชื่อขนาด

ให้เรียกชื่อไม้เรียงตามลำดับดังนี้ ความหนา x ความกว้าง x ความยาว

2.12.3 การแปรรูป

ต้องแปรรูปให้ส่วนยาวของไม้แปรรูป ขนาดกับความยาวของท่อนชุด ด้าน

ข้อ 4 ด้าน ต้องเรียบเป็นแนวเส้นตรง มีขนาดสม่ำเสมอทั้งตลอดความยาวของแผ่น และภาคตัดขวางหัวท้ายต้องเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉาก ปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 ไม้ลัด (FLY WOOD)

คือ แผ่นไม้วิทยาศาสตร์ชนิดหนึ่งซึ่งผ่านกรรมวิธีการผลิตตามขั้นตอนอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อการใช้งาน ไม้ลัดที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยประมาณปี พ.ศ. 2496 โดยบริษัทไม้อัดไทยจำกัด อันเป็นรัฐวิสาหกิจสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และได้พัฒนาเรื่อยมาจนปัจจุบัน ไม้ลัดเป็นวัสดุ ชานไม้ที่มีความจำเป็นสำหรับงานก่อสร้าง ชานอุตสาหกรรม ชานเครื่องเรือน ฯลฯ

ไม้ลัดขนาด 5 ชนิดคือ

ไม้ลัดสัก / ชาน

เป็นไม้ลัดเหมาะกับการใช้งานอย่างยิ่ง เพราะหน้าหนึ่งเป็นไม้สักอีกด้านหนึ่งเป็นไม้ยาง ราคาไม่แพงมากนักใช้เครื่องเรือนได้ทุกชนิด

ไม้ลัดสัก / สัก

เป็นไม้ลัดที่เหมาะสมกับงานบางชนิดเท่านั้น เพราะในแผ่นไม้ลัดทั้งสองหน้าเป็นไม้สักทั้งหมด จึงเหมาะที่จะใช้ในการทำผาผนังที่มองเห็นทั้งสองด้านและไม่เหมาะกับการใช้งานเครื่องเรือน เพราะมีราคาสูงมาก

ไม้ลัดชาน / ชาน

เป็นไม้ลัดที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานได้ดีมากเพราะราคาถูกใช้งานได้ทุกชนิด มีคุณภาพดี แต่ต้องมีการตกแต่งผิวด้วยวิธีใดก็ได้จะได้งานที่ดีพอสมควร

ไม้ลัดมะบิน — จำปา

เป็นไม้ลัดที่เริ่มนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะพื้นผิวสวยงามมาก คือ สีออกเหลืองอ่อน เหมาะกับการตกแต่งภายในอย่างมาก ชานเครื่องเรือนก็เป็นที่ยอมรับกันแพร่หลาย ราคาไม่แพงนัก แต่มีความหนาเพียงขนาดเดียวคือ หนาเพียง 4 มิลลิเมตร เท่านั้น

ไม้ลัดคัตลาย บานา

เป็นไม้ลัดที่มีการผลิตน้อย เพราะจะต้องใช้ไม้ที่หายากมาทำการผลิต เช่น ไม้ขนุน ป่า ไม้มะม่วง ไม้สยา เป็นต้น ดังนั้นไม้ลัดคัตลายจึงมีราคาแพง เพราะลวดลายสวยงามมาก และมีความหนาเพียง 4 มิลลิเมตร เท่านั้น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7

แสดงความหนา X กว้าง X ยาว และราคาของไม้อัดแผ่นเรียบ

ไม้อัดแผ่นเรียบ (HARD BOARD)			
ขนาดกว้าง X ยาว	เป็นฟุต	ขนาดความหนาเป็นมิลลิเมตร	ราคา (บาท)
4 X 8		2.5, 2.3	72
4 X 8		3.2	78
4 X 8		4.0	88
4 X 8		6.0	120
4 X 8		8.0	150
4 X 8		10.0	190
หมายเหตุ :— ราคาตามตารางนี้สอบตามเมื่อ 13 กันยายน 2526			

2.13 โลหะแผ่น (SHEET METAL)

โลหะแผ่นในงานช่างทั่วไป หมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมากได้แก่เหล็ก ซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่น 1 มีความหนาขนาดต่าง ๆ กันและยังมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่าง ๆ เช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสี ดีบุก เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังมีการเอาโลหะเข้ามาผสมรวมใช้อีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ คือ

2.13.1 โลหะแผ่นเปลือย (BARE METAL OR UNCOATED METAL)

ส่วนมากจะเป็นโลหะแผ่นประเภทไม่ใช่เหล็ก (NON FERROUS METAL) เช่น ทองแดง อลูมิเนียม แผ่นทองเหลือง เป็นต้น

2.13.2 โลหะแผ่นเคลือบผิว (COATED METAL)

โลหะแผ่นเคลือบผิวจะทำการเป็นแผ่นประเภทเหล็ก (FERROUS METAL) เสียก่อนแล้วจึงนำไปเคลือบผิวโลหะตามที่ต้องการ เช่น อาบสังกะสีหรือดีบุก เป็นต้น วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิวเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสนิม การสึกกร่อนซึ่งจะทำให้โลหะแผ่นนั้นมีอายุการใช้งานนานขึ้น

โลหะแผ่นมีขนาดต่าง ๆ กัน ขนาดมาตรฐานของอเมริกามีดังนี้ คือ 30 / 96 นิ้ว 30 / 120 นิ้ว 36 / 96 นิ้ว และ 36 / 120 ขนาดที่นิยมใช้กันมาก คือ 36 / 96 นิ้ว ในตลาดเมืองไทยใช้กันมากเพียง 2 ขนาด คือ 36 / 96 และ 48 / 96 นิ้ว ซึ่งเรียกกันจนเคยชินว่าขนาด 3 / 8 และ 4 / 8 ฟุตตามลำดับ ในกรณีที่ต้องการขนาดพิเศษสามารถสั่งที่โรงงานให้ผลิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8
แสดงขนาดความหนาและน้ำหนัก

เบอร์	หนา มม.	น้ำหนัก	เบอร์	หนา มม.	น้ำหนัก ก.ก.
1	1.3	30.34	18	7.5	175.00
2	1.35	31.51	19	8.0	187.00
3	1.4	32.68	20	9.0	210.00
4	2.5	35.00	21	12.0	280.00
5	1.30	37.34	22	15.0	350.00
6	2.00	42.00	23	16.0	373.00
7	2.2	46.68	24	18.0	420.00
8	2.3	51.35	25	19.0	443.00
9	1.6	53.68	26	22.0	513.00
10	2.8	30.68	27	25.0	583.00
11	2.3	65.35	28	32.0	474.00
12	2.3	67.25	29	37.0	777.00
13	3.0	70.00	30	44.0	1027.00
14	4.3	100.36	31	50.0	1167.00
15	4.5	105.00	32	63.0	1470.00
16	5.8	135.37	33	75.0	1749.00

คุณสมบัติทางกายภาพ

โลหะแผ่นมีคุณสมบัติทางกายภาพดังนี้

- | | | | |
|---|-----------------------|---------|--------------|
| 1 | <u>จุดหลอมตัว</u> | 1539 | องศาเซลเซียส |
| 2 | <u>ความหนาแน่น</u> | 7.87 | กรัม / ซม.๓ |
| 3 | <u>ทนต่อแรงดึง</u> | 28 - 50 | กก. / มม.๒ |
| 4 | <u>ทนต่อแรงกระแทก</u> | ดี | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ห้ามมิให้คัดลอกหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากบริษัทฯ

6 การขึ้นรูป ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อ PUNCH AND DIE, BLANKING

การตกแต่งผิว

เนื่องจากเหล็กแผ่นโดยปกติแล้วจะเป็นสนิมง่าย และไม่ทนต่อการกัดกร่อนในสภาพอากาศปกติ ดังนั้น จึงต้องป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่อแผ่นเหล็กประกอบกับความสวยงาม กรรมวิธีที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่วไปได้แก่

- 1 การชุบด้วยไฟฟ้า (ELECTRO PLATING)
- 2 การพ่นหรือทาสี (SPRAY & PAINT)
- 3 การเคลือบสีด้วยความร้อน แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ
 - (ก) ออบเคลือบด้วยสีผง
 - (ข) ออบเคลือบด้วย PORCELAIN ENAMELS
- 4 การอบชุบพลาสติก (PLASTIC COATING)

กรรมวิธีที่แตกต่างนั้น จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน โดยปกติแล้ว การสีและการอบเคลือบด้วยสีผงมักจะใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ สำหรับกรรมวิธีอื่น ๆ จะใช้กับงานบางประเภทที่มีขนาดงานไม่ใหญ่มากนัก

อลูมิเนียม (ALLUMINIUM)

อลูมิเนียมเป็นโลหะแผ่นปฏิกิริยาประเภท NON - FERROUS METAL โดยปกติแผ่นอลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่ถึง 100 % แต่จะผสมธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย เพื่อให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติบางประการขึ้น อลูมิเนียมบริสุทธิ์จะอ่อนมากในลักษณะที่เป็นจะไม่ค่อยพบ อลูมิเนียมผสมเมื่ออยู่หลากหลายชนิด ชนิดต่าง ๆ เหล่านี้มีความสมบัติแตกต่างกันออกไปอีกประมาณ 40 เกรด ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละประเภท อลูมิเนียมผสมจะถูกกำหนดคุณสมบัติตามเบอร์ต่าง ๆ กัน ในทางการค้าจะนิยมเรียกเป็นตัวอักษร เช่น H , O เป็นต้น

"O" หมายถึง อลูมิเนียมอ่อน (SOFT) ใช้งานได้ดีเหมือนแผ่นสังกะสี

"H" หมายถึง อลูมิเนียมแข็ง (HARD) บางชนิดดัดโค้งได้แต่บางชนิดไม่สามารถดัดได้

"T" หมายถึง อลูมิเนียมที่ต่อใช้งานเกี่ยวกับความร้อน (HEAT TREATED) อยู่เสมอ

ตัวเลขตามหลังอักษร O หรือ H จะบอกความแข็ง เช่น เบอร์ 3003 ที่ใช้งานโลหะแผ่นทั่วไปจะเขียน H 14 เป็นต้น ซึ่งอลูมิเนียมดังกล่าวมีความแข็งไม่มากนักสามารถดัดโค้งหรือขึ้นรูปได้ อลูมิเนียมจะล้าแก่ได้ช้าเพราะมีสีขาว น้ำหนักเบา บางชนิดจะมีสีใกล้เคียงกับสเตนเลสสตีล สามารถนำไปเชื่อมได้ไม่ต้องใช้น้ำประสาน (FLUX) ชนิดพิเศษ การบัดกรีก็ทำได้เช่นเดียวกัน แต่ทั้งนี้ต้องใช้น้ำประสานบัดกรีและความร้อนของหัวแร้งที่ถูกต้อง มิฉะนั้นจะบัดกรีไม่ได้ผล อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีผิวเป็นมันและทนต่อการกัดกร่อนได้ดีในบรรยากาศที่ปกติ

คุณสมบัติทางกายภาพ : อลูมิเนียมมีคุณสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

1	<u>จุดหลอมตัว</u>	660
2	<u>ความหนาแน่น</u>	2.7
3	<u>ทนต่อแรงดึง</u>	7 - 18
4	<u>ความยืดตัว</u>	20 - 35 %
5	<u>ทนต่อแรงกระแทก</u>	ไม่ดี
6	<u>ทนต่อการด</u>	ดี
7	<u>น้ำหนัก</u>	เบา
8	<u>การขึ้นรูป</u>	

การตกแต่งผิวอลูมิเนียมนั้นทำได้ในวงจำกัด เพียงแค่วิธีชุบผิวที่เรียกว่าเทานั่น

2.15 การศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง

โครงสร้างคือ สิ่งที่จัดสร้างขึ้นโดยการรวมหน่วยต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ให้ทำหน้าที่อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ซึ่งต้องการความมั่นคงบางประการ

2.15.1 หน้าที่ของโครงสร้าง

โครงสร้างอาจแยกเป็นหลายส่วนหลายตอนประกอบรวมกันจนสำเร็จเป็นตัวอาคารขึ้นมา โครงสร้างย่อยอาจแยกเป็นหลายจุดหลายตอน รูปร่างของโครงสร้างแต่ละชนิดมีลักษณะที่—เฉพาะ เนื่องจากมีแรง และน้ำหนักบรรทุกเป็นตัวการจัดระเบียบหรือบังคับให้เกิดเป็นรูปร่างต่าง ๆ กันไป เมื่อแรงที่ถ่ายทอดต่อเนื่องถูกตามกฎเกณฑ์โครงสร้างนั้นก็จะต้องอยู่ได้อย่างมั่นคง และก่อให้เกิดความรู้สึกพึงพอใจเมื่อมองดู ฉะนั้น เมื่อจะต้องใช้วัสดุต่างชนิดกันก็ต้องใช้ให้เหมาะสมกับความสามารถของกรรมวิธีนั้น ๆ ด้วย

2.15.2 แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุประกอบเป็นโครงสร้าง แรงต้านทานภายใน (Resistance Forces) ที่ได้กล่าวนี้ อาจแยกเป็น 5 ชนิดด้วยกัน ดังนี้

2.15.2.1 แรงดึง (Tension Or Pull Or Suction) ด้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุนั้นแผ่ยืดออก ยาวออกหรือขาดจากกัน

2.15.2.2 แรงอัด (Compression Or Push Or Pressure) ด้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุนั้นหดสั้นเข้า บีบเข้าหรือแตก

2.15.2.3 แรงเฉือน (Shear) กระทำกับวัสดุในแนวสัมผัสกับพื้นผิวที่ต้องรับแรงนี้ วัสดุไม่จำเป็นต้องติดกันเป็นเนื้อเดียวทางกายภาพเพื่อต้านแรงเฉือนนี้ก็ได้ แต่ต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับแรงอัดกดตั้งกล่าวชนกันแน่นอยู่ เมื่อแรงดันมีขนาดเพียงพอต้านทานแรงเฉือนตั้งกล่าวมิให้วัสดุเลื่อนจากกันก็ใช้ได้

2.15.2.4 แรงดัด (Wending) เมื่อโครงสร้างรับแรงดัดแล้ว ผิวบนผิวบนจากแกนสะเทิน (Neutral Axis) ขึ้นไปรับแรงดัด และผิวล่างของแกนสะเทินรับแรงดัดด้วยหรือบางกรณีเกิดตรงกันข้ามกัน

2.15.2.5 แรงบิด (Torsion Or Torque Or Twisting) ด้านความพยายามที่จะบิดให้วัสดุขาดจากกัน

ในเรขาคณิต 5 ประเภทนี้ แรงใน 2 ประเภทหลักคือ แรงดัดสามารถแยกออกเป็นแรงดึงและแรงอัดได้ แรงบิดแยกเป็นแรงเฉือนได้ ดังนั้น ถ้าพิจารณาแต่ละส่วนเล็ก ๆ ในเนื้อวัสดุโครงสร้างจะมีแรงพิจารณาอยู่เพียงแรงดึง แรงอัดและแรงเฉือนเท่านั้น ซึ่งเมื่อเราสามารถรู้ขนาดของแรงที่เกิดผลเนื่องจากการกระทำของแรงก็สามารถหาหน้ากระดาษวัสดุ โครงสร้าง และรูปร่างได้

2.15.3 รูปทรงเบื้องต้นโครงสร้าง

เพื่อศึกษาคุณสมบัติโครงสร้างของรูปทรงเบื้องต้นต่าง ๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันเด่นชัดและเพื่อพิจารณาคุณสมบัติในการรับแรงเฉพาะของรูปทรงนั้น ๆ อาจจัดแบ่งรูปทรงเบื้องต้นได้เป็นประเภทต่าง ๆ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 9
แสดงรูปทรงและการรับแรง

รูปทรงเบื้องต้นที่เห็น	มิติทางเลข	ประเภท มีความพลาหมพอ่อน	ประเภท มีความแข็ง
จุด	0	เม็ด	ก้อน
ขีดยาว	1	เส้นเอ็น	ท่อน
พื้นที่	2	ผืน	แผ่น
เนื้อที่	3	กล่อง	กล่องตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15.3.2 เส้นเอ็น (Tendon) มีคุณสมบัติในการรับแรงได้ดังนี้

- (ก) รับแรงดึงตามแนวเส้นได้
- (ข) เกิดแรงโก่งเดาะ (Buckling) เมื่อรับแรงอัด
- (ค) รับแรงดัดแรงเฉือนไม่ได้

2.15.3.3 ผืน (Sheet) ผืนสามารถรับแรงได้ดีในแนวขนานกับระนาบของพื้นหรือเมื่อยึดรอบพื้นที่ผืนหรือเมื่อยึดปลายทั้ง 2 ของผืน ผืนมีคุณสมบัติตามกำลังตีมีความเหนียว (Toughness) ผืนทำโครงตามแนวเดียวได้แต่ทำโค้ง 2 ทิศไม่ได้ถ้าไม่ตัดประกอบใหม่ ผืนมีโครง (Frame Sheet) จะรับแรงดึง แรงเฉือนและแรงอัดแนวเฉียงได้ จะเกิดความเสียหายเมื่อเกิดแรงหมยงทำให้กรอบโก่งเดาะ

2.15.3.4 ท่อน (Rod) คือเส้นเอ็นขนาดใหญ่ รับแรงดึง อัด ดัด และแรงบิดได้ดีมาก ถ้าใช้เป็นเสารับแรงอัดได้ดีมาก ถ้ายาวมากอาจโก่งเดาะได้ต่อแกนให้มีความแข็งแรงมากขึ้น เมื่อใช้วัสดุที่รับแรงดึงมากเป็นท่อนจะทนแรงได้ทุกประเภท

2.15.3.5 แผ่น (Plate) คือผืนที่มีความหนาเพิ่มขึ้น เพื่อยึดเป็นระยะในทิศตั้งฉากกับระนาบของตัวแผ่นแล้วจะบรรทุกแรงอัด รับแรงเฉือนและแรงดัดขนานกับระนาบได้ในทางปฏิบัติทำได้โดยเสริมครีบลึเป็นระยะ ๆ ขนานกับทิศทางที่รับแรงอัด โดยการเสริมกรอบรอบและกรอบตั้งขนานกับทิศรับแรงเฉือนหรือเสริมแผ่นหนาเป็นปีกรับแรงอัด

2.15.3.6 ก่อตัน (Block) คือก้อนซึ่งมีขนาดใหญ่โตมาก ในทางปฏิบัติอาจไม่มีการสร้างให้ได้รูปดังที่ต้องการเพราะต้องการประหยัดวัสดุ แต่ต้องการให้คงได้ซึ่งความแข็งแรงและความแข็งแรงให้พอเท่านั้น จึงทำเป็นกล่องกลวงเปิดไว้ภายใน หรือประกอบรูปทรงพอให้ได้คุณสมบัติของกล่องตัน

2.15.3.7 คานและแผ่นพาต (Beam And Planks) พวกคานใช้ตัวของด้านแคบรับน้ำหนัก คานรับแรงดัดในแนวตั้งกับระนาบของคานได้ดี ผิวบนรับแรงอัดคานนั้นอาจจะเสริมเนื้อให้แข็งแรงให้หนักหนาแน่นมากขึ้นได้และอาจเสริมปล้องตันเป็นระยะเพื่อช่วยรับแรงอัดแนวทะแยงซึ่งเกิดจากแรงเฉือนหรือทำการเสริมที่ผิวล่าง และตัวแผ่นแกนตั้งเดิมทำงานประกอบร่วมกันหมดโดยมีปีกบนรับแรงดัด แผ่นแกนตั้งรับแรงเฉือน ซึ่งเกิดทั้งแรงอัดแนวทะแยงและแรงดึงด้วย ส่วนแผ่นพานั้นมีความแตกต่างกับคานตรงที่ใช้ด้านบนรับน้ำหนักบรรทุกในทิศทางตั้งฉากกับแนวระนาบของตัวแผ่นพาต

เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงอัดของรูปหน้าตัด จะเห็นว่าในกรณีที่ใช้พื้นที่หน้าตัดเท่า ๆ กัน เมื่อพิจารณาแกนทั้ง 2 ระนาบที่ตั้งฉากกับแรงอัดที่เกิดขึ้นแล้ว

รูปจัตุรัส	รับแรงโก่งเดาะได้ดีเท่ากันทั้ง 2 แกน
รูปผืนผ้า	จะเกิดแรงโก่งเดาะในแนวทิศตั้งฉากกับแกนยาว
รูปฉาก	ตรงมุมไม่โก่งเดาะ ตรงปลายฉากกำลังด้อย
รูปกลวงต่าง ๆ	เช่น รูปสี่เหลี่ยมกลวง รูปสามเหลี่ยมกลวง รูปกลมกลวง

รับแรงอัดได้ดีมาก

พอสรุปหลักการได้ว่า สำหรับรูปหน้าตัดและรูปด้านนั้น ควรพิจารณาจากการรับแรงต่าง ๆ คือ

เมื่อต้องรับแรงดึง จะพยายามให้ตักห้องข้างมากนัก แก้โดยการเพิ่มความลึกขึ้นหรือเลือกรูปด้านหาแนวแกนที่มีความแข็งแรงตรงดึงมาก

เมื่อต้องรับแรงอัด ต้องเลือกรูปหน้าตัดที่รับแรงโก่งเดาะได้ดี ทำการแผ่กระจายพื้นที่ของรูปหน้าตัดให้เพิ่มความแข็งแรงตรงดึงในแนวนั้น ๆ ผนังบาง ๆ ของรูปหน้าตัดจะมีกำลังมากขึ้นโดยการทำรูปมุมฉาก ทำรูปลอนลูกฟูก ทำความโค้งเพื่อเพิ่มกำลังขจัดไม่ให้มีรูปหน้าตัดที่ปล่อยชาย (Free Edges) ซึ่งด้อยกำลังรับแรงโค้งเดาะ การทำรูปหน้าตัดแบบเปิด (Open Sections) ทำได้โดยต้องมีการยึดระหว่างตัวมุมของหน้าตัดแบบเปิดดังกล่าวก้าวหน้าตัดทั้งหมดทำร่วมกันได้อย่างดี

เมื่อต้องรับแรงดัดและแรงเฉือน จะเห็นว่าแรงดัดมีความสัมพันธ์กับแรงเฉือนผิวนานสุดและล่างสุดของหน้าตัด มีประสิทธิภาพพอที่จะรับแรงดัดมากกว่าแนวแกนสะเทิน ดังนั้น รูปหน้าตัดที่มีหน้าลึกมากจะแข็งแรงดีกว่าหน้าตื้น ปีกที่รับแรงอัดต้องค้ำป้องกันแรงโก่งเดาะให้ส่วนที่โก่งตัวจะรับทั้งแรงเฉือนและแรงดัดตลอดความยาว ดังนั้น ส่วนที่ปีกของคานต้องมีปีกไว้รับแรงดัด มีแผ่นแกนตั้งระหว่างปีกบนและปีกล่างไว้ยึดให้ทำงานร่วมกัน

2.16 โลหะทอล

โลหะทอลซึ่งมีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดมีมากมายหลายชนิด ทั้งที่เป็นเหล็กอัลลอยนิยมนิยมและสเตนเลส แต่โดยทั่วไปในท้องตลาดจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ท่อกลมกลวงและท่อสี่เหลี่ยมกลวง ซึ่งมีให้เลือกเป็นจำนวนมากตามขนาดที่แสดงเอาไว้ในตาราง แต่ลักษณะการใช้งานนั้นต่างก็มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป ทั้งท่อกลมกลวงและท่อสี่เหลี่ยมกลวง ไม่สามารถขึ้นตั้ดออกมาได้ว่าชนิดใดดีกว่ากันโดยเด็ดขาด ซึ่งย่อมจะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน การออกแบบความสวยงามโดยที่โลหะทั้ง 2 ประเภทอาจจะมีการออกแบบเพื่อการใช้งานร่วมกันก็ย่อมได้

ดังนั้น จึงจะนำข้อมูลทั้งสองชนิดมาเปรียบเทียบเพื่อเป็นการสะดวกแก่การนำไป

พิจารณาเพื่อการออกแบบ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10
การเปรียบเทียบท่อกลมกลางและท่อบีเหลี่ยมกลาง

คุณสมบัติ	ท่อกลมกลาง	ท่อบีเหลี่ยมกลาง
ติดตั้งได้ง่าย	*	
การเชื่อมน้อยจุด		*
น้ำหนักเบา	*	*
การบิตขอในขณะเชื่อมมีน้อย	*	
เกิดรอยบุบได้ยาก	*	*
การสวมต่อระหว่างขนาด	*	
จำนวนขนาดให้เลือกมาก	*	*
อันตรายจากเหลี่ยมมุมน้อย	*	
ความแข็งแรง		*
การรับน้ำหนัก		*

ขนาดสัดส่วนและรายละเอียดของโลหะท่อ

ตารางที่ 11

แสดงชื่อขนาด ขนาด และรายละเอียดของท่อเหล็ก 4 เหลี่ยมผืนผ้า

ชื่อขนาด (DB) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก. / ม.	พื้นที่ตัดขวาง (A) ซม. 2
50 X 25	1.6	1.75	2.232
	2.3	2.44	3.102
60 X 30	1.6	2.13	2.172
	2.3	2.98	3.792
75 X 45	2.3	4.06	5.172
	3.2	5.50	7.007
90 X 45	2.3	4.60	5.862
	3.2	6.25	7.0967
100 X 50	2.3	5.14	6.552
	3.2	7.01	8.927
125 X 40	2.3	5.69	7.242
	3.2	7.76	9.887
125 X 75	3.2	9.52	12.127
	4.0	11.73	14.948
150 X 80	4.5	15.20	19.369
	6.0	19.81	25.233

หมายเหตุ ท่อเหล็กและสนทนเสมีขนาดเท่ากัน

ตารางที่ 12
แสดงชื่อขนาด ขนาด และรายละเอียดของท่อเหล็กกลมกลวง

ชื่อขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (D) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W)กก./มม.	พื้นที่ตัดขวาง (A) ซม.๒
15	21.3	2.0	0.95	1.21
20	26.9	2.3	1.40	1.78
25	33.7	2.6	1.99	2.54
32	42.4	2.6	2.55	3.25
40	48.3	2.9	3.25	4.14
50	60.3	2.9	4.11	5.23
65	76.1	3.2	5.75	7.33
80	88.9	3.2	6.76	8.62
100	114.3	3.6	9.83	12.52
		4.5	12.19	15.52
150	165.1	4.5	17.82	22.70
		6.0	25.05	30.00
175	193.7	5.0	23.27	29.64
		6.0	27.77	35.38
200	219.1	5.0	26.40	33.63
		6.1	31.53	40.17
225	224.5	6.0	35.29	44.96
		8.0	46.66	59.44

ตารางที่ 13

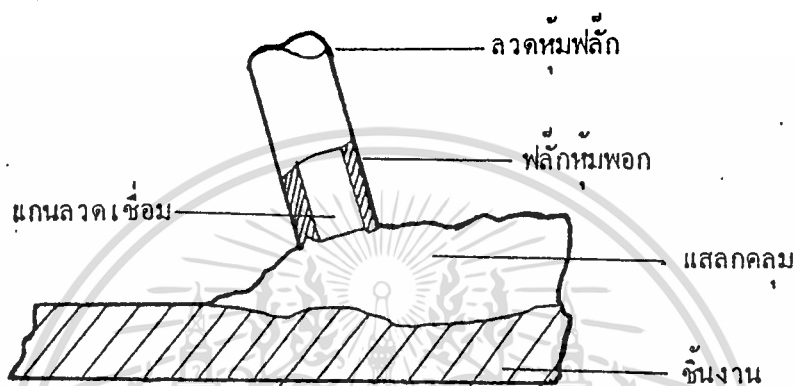
แสดงชื่อขนาด ขนาด และรายละเอียดของเหล็กท่อ 4 เหลี่ยมจัตุรัส

ชื่อขนาด (DB) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก. / ม.	พื้นที่ตัดขวาง (A) ซม. 2
25 X 25	1.6	1.12	1.432
38 X 38	1.6	1.78	2.264
50 X 50	1.6	2.38	3.032
	2.3	3.34	4.252
60 X 60	1.6	2.88	3.672
	2.3	4.06	5.172
75 X 75	2.3	5.14	6.552
	3.2	7.01	8.927
90 X 90	2.3	6.23	7.932
	3.2	8.51	10.847
100 X 100	2.3	6.95	8.852
	3.2	9.52	12.127
125 X 125	3.2	12.03	15.327
	4.0	14.87	18.948
150 X 150	5.0	22.26	28.356
	6.0	26.40	33.633
175 X 175	6.0	26.18	33.356
	6.0	31.11	39.633
200 X 200	6.0	35.82	45.633
	8.0	46.94	59.633
250 X 250	6.0	45.24	57.633
	8.0	59.50	75.793
300 X 300	6.0	54.66	69.633
	8.0	72.06	91.793

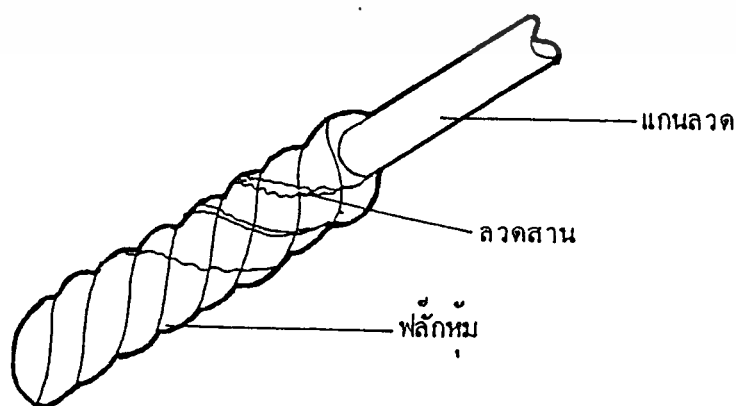
2.16.1 การศึกษาข้อมูลด้านกรรมวิธีการผลิต

การศึกษาข้อมูลทางด้านกรรมวิธีการผลิตนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาศึกษาเฉพาะกรรมวิธี
การผลิตที่คาดว่าจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบเท่านั้น

ภาพที่ 42
การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อม



ภาพที่ 43
ลวดเชื่อมสาน



2.16.2 ข้อมูลเกี่ยวกับการตัดจอโลหะ

การตัดจอโลหะ คือ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของชิ้นงานโดยไม่เกิดเศษโลหะขึ้น วัสดุทุกชนิดที่ยึดตัวได้ดี จะสามารถเปลี่ยนรูปร่างได้ โดยการตัดจอการยึดตัวจะสูงขึ้น ถ้าส่วนผสมของคาร์บอนต่ำ จะมีความยึดตัวน้อย

เหล็กทำเครื่องมือที่มีส่วนผสมคาร์บอน 1.2 % ตัดจอในสภาพที่เย็น เหล็กหล่อที่มีส่วนผสม คาร์บอน 3 – 3.5 % จะหักทันทีที่หักจอ

2.17 ข้อมูลเกี่ยวกับการเชื่อมชิ้นงาน

การเชื่อมประสานให้ชิ้นงานติดเป็นชิ้นเดียวกันนั้นมีหลายวิธี ซึ่งเกิดขึ้นตามวิวัฒนาการ ความเจริญทางด้านอุตสาหกรรมและลักษณะของงานที่ทำ ซึ่งกระบวนการต่าง ๆ ที่ได้คิดค้นและนำมาใช้ในการเชื่อมสานโดยแยกตามแบบวิธีการเชื่อมประสานได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

2.17.1 การเชื่อมหลอมเหลว

การเชื่อมหลอมเหลวเป็นกรรมวิธีเชื่อมประสาน โดยใช้ความร้อนเผาให้ชิ้นงานร้อนจนละลายและใช้โลหะตัวเติมเป็นตัวเชื่อมประสานให้ติดกัน หรือถ้าไม่ใช้ก็เผาให้ชิ้นงานหลอมละลายติดกัน เป็นการเชื่อมที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน ซึ่งการเชื่อมแบบนี้ได้แก่

2.17.1.1 การเชื่อมไฟฟ้า (Arc Welding) แบ่งได้เป็น

(ก) การเชื่อมแบบเปิด การเชื่อมแบบเปิดคือ การเชื่อมประสานในบรรยากาศที่ไม่มีสารปกปิดหรือมีสารคลุม เช่น การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมที่ใช้มือจับเชื่อม มีวิธีการทำงานหลายวิธี เช่น การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมโลหะ (Electrode) ซึ่งมีทั้งลวดเส้นเปลือยและลวดหุ้มฟลัก การเชื่อมแบบเปิดมีค่าในการเชื่อม เช่น เชื่อมท่าเหนือศีรษะ เชื่อมท่าราบ ส่วนการเชื่อมแบบเปิดอีกวิธีหนึ่งคือ การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมสาน (Conventional Electrode) เป็นการเชื่อมที่สามารถเชื่อมติดต่อกันเป็นแนวยาว สามารถเชื่อมด้วยไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ แต่จะเชื่อมในท่าราบ แบบตอชนหรือตอกลม งานที่เชื่อมแบบนี้มาก เช่น ถังน้ำมัน

(ข) การเชื่อมแบบปิด คือวิธีการเชื่อมได้ผดเชื่อม โดยที่ผดเชื่อมจะเป็นตัวป้องกันการผสมของอากาศ มีวิธีการเชื่อมแบบต่าง ๆ เช่น การเชื่อมแบบ Submerged ซึ่งเป็นการเชื่อมโดยการอาร์คของลวดกับชิ้นงานจะกระทำภายใต้ผดเชื่อม สามารถที่จะเชื่อมติดต่อกันยาวตลอดได้ ท่าเชื่อมที่ใช้คือท่าราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากการเชื่อมที่ได้กล่าวมาแล้วยังมีการเชื่อมอีกหลายชนิด เช่น การเชื่อมแบบ ใช้แก๊สเฉื่อยแก๊สที่ใช้จะป็นแก๊สอาร์กอนหรือแก๊สฮีเลียมที่ให้อุณหภูมิสูงถึง 2,000 องศาเซลเซียส จึงเหมาะที่จะใช้เชื่อมพวกอลูมิเนียม นอกจากนี้ก็ยังมีวิธีการเชื่อมแบบชนิดพิเศษ เช่น แบบ The-rmit Wekding ซึ่งใช้ผลเหล็กและผงอลูมิเนียมมาผสมกันทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ส่วนมากจะใช้เชื่อมรางรถไฟ

2.17.2 การเชื่อมโดยใช้แรงกด (Pressure Welding)

การเชื่อมแบบนี้เป็นการเชื่อมต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยไม่คำนึงถึงความแข็งแรงมากนัก ใช้กันมากในยุคเริ่มต้นของวงการอุตสาหกรรม มีวิธีการใหญ่อยู่ 2 วิธีการคือ

2.17.2.1 การตีอัด (Forge Welding) การทำงาน โดยการตีอัดนี้จะต้องเผาชิ้นงานให้ร้อนจนใกล้จุดหลอมละลาย แล้วจึงตีอัดชิ้นงานให้ติดกัน เช่น การใช้หมอนตี การใช้ล้อรถทับหรือการหล่ออัด

2.17.2.2 การเชื่อมโดยใช้ความต้านทานไฟฟ้า (Resistance We-lding) ซึ่งกรรมวิธีนี้แบ่งได้เป็นหลายชนิด เช่น

- (ก) การเชื่อมจุด (Dic Welding)
- (ข) การเชื่อมแบบ Stream Welding
- (ค) การเชื่อมแบบ Project Welding
- (ง) การเชื่อมแบบตอกเส (Upset Welding)
- (จ) การเชื่อมแบบ Flash Welding
- (ฉ) การเชื่อมแบบ Percussion Welding

2.17.3 การบัดกรี (Soldering)

การบัดกรี เป็นการเชื่อมประสานแบบหนึ่งซึ่งความแข็งแรงของรอยประสานจะเป็นการเชื่อมหลอมเหลว การบัดกรีนี้นำงานคล้ายกับการเชื่อมหลอมเหลวแตกต่างกันตรงที่การบัดกรีสันงานไม่ร้อนจนหลอมละลาย ขณะที่ตัวประสาน (ตัวเติม) หลอมละลายประสานติดชิ้นงาน มีอยู่ 2 วิธีคือ

2.17.3.1 การบัดกรีอ่อน (Soft Soldering)

อุณหภูมิในการทำงานจะสูงไม่เกิน 400 องศาเซลเซียส ตัวประสานเรียกว่าตัวบัดกรีจะนำจากตะกั่วผสมดีบุก จะมีตัวช่วยประสานบัดกรีกับชิ้นงานติดกันงานขึ้น เรียกว่า น้ำประสาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.17.3.1 การบัดกรีอ่อน (Soft Soldering) อุณหภูมิในการทำงานจะสูงไม่เกิน 400 องศาเซลเซียส ตัวประสานเรียกว่าตัวบัดกรีจะทำจากตะกั่วผสมดีบุก จะมีตัวช่วยประสานบัดกรีกับชิ้นงานติดกันงานขึ้น เรียกว่า น้ำประสาน

2.17.3.2 การบัดกรีแข็ง (Brazing Hard Soldering) รอยบัดกรีแข็งจะมีความแข็งแรงมากแต่น้อยกว่ารอยเชื่อม อุณหภูมิทำงานอยู่ที่ 400 องศาเซลเซียส

2.18 ข้อมูลเกี่ยวกับการอัดโลหะ

ชิ้นส่วนหรือชิ้นงานที่ได้จากการอัดโลหะ (metal stamping) ใช้กันอย่างกว้างขวางในรถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า รถจักรยาน นาฬิกา กล้องถ่ายรูป เครื่องเขียน ภาชนะประจำโต๊ะอาหาร และอุตสาหกรรมอื่น ๆ

อาจกล่าวได้ว่าสิ่งของเครื่องใช้ต่าง ๆ รอบตัวเราส่วนใหญ่จะเป็นผลผลิตของการอัดโลหะ

การอัดโลหะใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุดในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์

ในการผลิตรถยนต์บริษัทหนึ่งอาจผลิตรถหลายชนิด ซึ่งชิ้นส่วนของรถแต่ละชนิดก็แตกต่างกัน ฉะนั้นชิ้นส่วนรวมทั้งหมดจึงมีจำนวนมากมายาวนาน ร่องลงไปก็คืออุตสาหกรรมการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า ตัวอย่าง เช่น เครื่องรับโทรทัศน์ ไฟแสงสว่าง ตู้เย็น และอื่น ๆ

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารโทรคมนาคมและคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มากมาย เช่น รีเลย์ สวิตช์ ทรานซิสเตอร์ ไอซี และอื่น ๆ อุปกรณ์เหล่านี้ต้องการชิ้นส่วนที่มีความเที่ยงตรงสูงในการสร้าง

รูปที่ 44 และ 45 เป็นที่เย็บกระดาษ (stapler) และชิ้นส่วนซึ่งมีอยู่ 8 ชิ้น 2 ชิ้นทำด้วยพลาสติก อีก 6 ชิ้น ทำจากการอัดโลหะ

ชิ้นส่วนที่ได้จากการอัดโลหะใช้กันอย่างกว้างขวางในการทำผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ตั้งแต่ขนาดเล็กแทบมองไม่เห็นจนถึงขนาดใหญ่ เช่น ชิ้นส่วนของเครื่องบิน เรือ และ รถไฟ

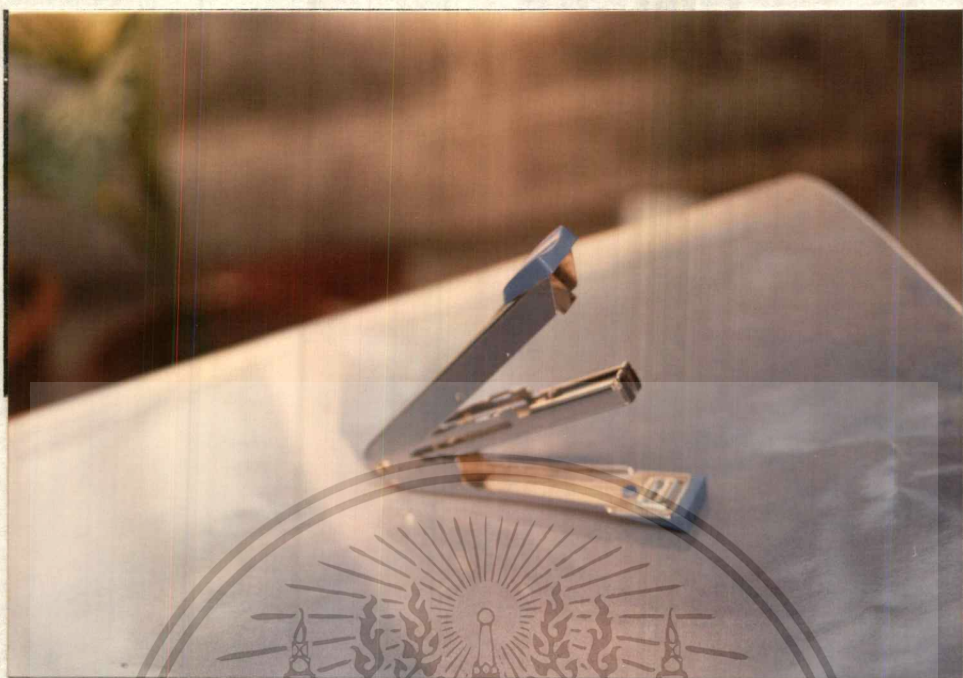
ความสำคัญของกรรมวิธีการอัดโลหะนับวันจะมีความสำคัญมากขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งจะพื้นฐานอันสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรม

รูปที่ 44

ที่เย็บกระดาษ

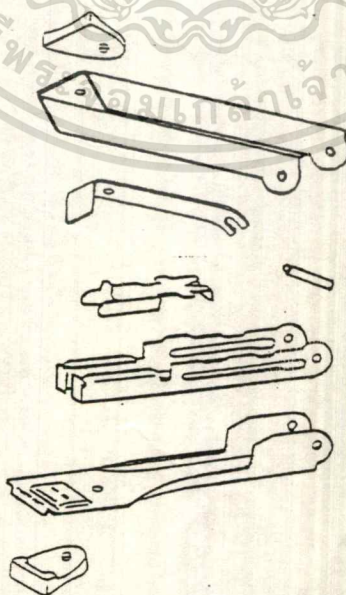
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 45

ชิ้นส่วนที่เย็บกระดาบโดยการอัดโลหะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.18.1 ลักษณะของการอัดโลหะ

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

1. นำวัสดุให้เป็นรูปร่างโดยใช้แรงขนาดหนัก

การอัดโลหะเป็นกรรมวิธีการเปลี่ยนรูป (deformation processing) โดยเปลี่ยนรูปโลหะหรือวัสดุอื่น ด้วยแรงขนาดหนัก โดยอัดโลหะหรือวัสดุในระหว่างแม่พิมพ์ (die) โดยใช้เครื่องอัด โลหะหรือวัสดุจะถูกทำให้เปลี่ยนรูปตามลักษณะของแม่พิมพ์ซึ่งทำเป็นรูปร่างที่ต้องการ

เพื่อให้ชิ้นงานซึ่งเปลี่ยนรูปไปตามลักษณะของแม่พิมพ์ให้ได้รูปร่าง และขนาดที่ต้องการ จึงจำเป็นต้องทำแม่พิมพ์ให้มีความถูกต้องเที่ยงตรงด้วย

กรรมวิธีเปลี่ยนรูปโดยใช้แรงขนาดหนักนี้ นอกจากวิธีการอัดโลหะดังกล่าวก็มีวิธี การตี (forging) การรีด (rolling) เอ็กชทรูชัน (extrusion) การรีดเส้นลวด (wire drawing) การรีดขึ้นรูป (roll forming) wir

2. ทำได้รวดเร็ว

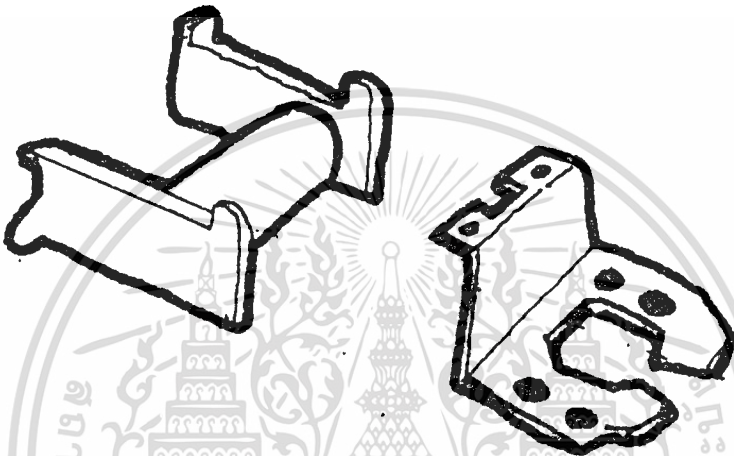
ในวิธีการอัดโดยปกติเราสามารถทำงานขึ้นตอนเดียวสำเร็จในช่วงชักเดียว (one – stroke) ของเครื่องอัดโดยไม่ต้องใช้ความร้อน ดังนั้นวงจรทำงานจึงสั้นมากกว่าวิธีอื่น จึงทำให้สามารถผลิตชิ้นงานได้เป็นจำนวนมากและราคาถูก

3. ทำภาชนะรูปอภหรืออัด โดยใช้โลหะแผ่นเดียว

ผู้ที่ไม่คุ้นเคยกับงานอัดโลหะจะไม่เชื่อว่าลักษณะงานดังรูปนี้ทำมาจากโลหะแผ่นเดียว และอาจจะกล่าวได้ว่างานดังกล่าวนี้ไม่สามารถทำได้โดยวิธีอื่นนอกจากวิธีอัดโลหะ

รูปที่ 46

ตัวอย่างงานตัดที่ซับซ้อน



4. ทำชิ้นงานได้จำนวนมากโดยมีรูปร่าง และคุณภาพเหมือนกัน

เนื่องจากเราได้ทำรูปร่างที่ต้องการไว้ที่แม่พิมพ์ ดังนั้น จึงสามารถทำชิ้นงานที่มีลักษณะเดียวกันได้เป็นจำนวนมาก และสามารถทำชิ้นงานที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ

5. ทำได้ง่ายและไม่ต้องการความชำนาญ

เราสามารถผลิตชิ้นงานที่มีคุณภาพเหมือนกันได้ง่ายโดยวิธีอัดโลหะ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว จะเป็นการยากและต้องอาศัยความชำนาญที่จะทำงานรูปร่างแปลก ๆ และให้ความเที่ยงตรงสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าจะทำได้โดยตัดแปรรูปด้วยเครื่องมือกล

6. ใช้วัสดุได้เต็มที่

เนื่องจากเราทำชิ้นงานหนึ่งชิ้นงานจากโลหะหนึ่งแผ่น การเสียเศษจึงน้อยมากทำให้ค่าวัสดุลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารอัดตัดแผ่นเปล่า (blanking) จะไม่มีการเสียเศษโลหะ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ไต้ชันงานที่แช่ขร

ชันงานที่ได้จากการอัดโลหะจะแช่ขรเพราะไม่มีรอยต่อเหมือนกับการทำ โดยวิธี—
เครื่องมือกลแล่นเชื่อมประสาน นอกจากนั้นยังพาและพา

แม่พิมพ์ (die) เป็นจุดเงสำคัญสำหรับความละเอียดเที่ยงตรงในงานอัดโลหะ—
ความสำคัญของความเที่ยงตรงและประสิทธิภาพในการผลิตของแม่พิมพ์อัดโลหะจะมีความสำคัญเช่น
เดียวกันกับเครื่องมือที่ใช้ในงานเครื่องมือกล

ชันงานแต่ละชิ้นต้องการแม่พิมพ์เฉพาะชันงาน ฉะนั้นในการทำงานชิ้นใหม่จึงต้อง
ทำแม่พิมพ์ขึ้นมาเฉพาะงานชิ้นนั้น การทำแม่พิมพ์เป็นงานยากกินเวลาและราคาแพง ฉะนั้นสิ่งที่
สำคัญในงานอัดโลหะก็คือการทำแม่พิมพ์อย่างรวดเร็วและราคาถูกเท่าที่จะทำได้ ความสำเร็จของ
การอัดโลหะประการหนึ่งก็คือการใช้แม่พิมพ์และการบำรุงรักษาที่เหมาะสม

แม้ว่าการมวธีการอัดโลหะจะมีข้อดีอยู่หลายประการดังกล่าวนมาแล้วก็ตาม แต่ก็ยังมี
ข้อจำกัดในการมวธีบางประการ การไม่ตระหนักถึงข้อจำกัดของกรรมวิธีจะทำให้ชันงานที่ได้ผิดไป
จากที่ได้คาดหวังไว้ ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาได้ **ข้อจำกัดบางประการ** มีดังต่อไปนี้

1. ลักษณะของรอยกัด
2. ลักษณะของแผ่นปล้ำ
3. ระยะห่างระหว่างรูกับชันงาน
4. ลักษณะการตัด
5. งานอัดขึ้นรูปลึก

2.18.2 การทำงานของแม่พิมพ์

แม่พิมพ์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเปลี่ยนรูปวัสดุให้เป็นรูปทรงที่ต้องการ ส่วนประกอบ
ของแม่พิมพ์มีใช้จะมีเฉพาะตัว พันช์ และ ดาย เท่านั้น แต่ยังมีส่วนประกอบอื่น ๆ อีก เพราะ
ว่าแม่พิมพ์ไม่ได้ใช้เฉพาะอัดวัสดุแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่จะต้องผลิตชันงานที่มีคุณภาพสูงจึง
ต้องมีส่วนประกอบอื่นเพื่อจะทำให้สิ่งดังกล่าวแล้วเป็นไปได้

ลักษณะพึงประสงค์ของแม่พิมพ์

1. ผลิตชันงานให้ได้ลักษณะและขนาดตามคุณภาพที่ต้องการ (ซึ่งรูปร่างของพันช์
และดาย จะต้องเหมาะสม)

2. การกำหนดตำแหน่งของชันงานจะต้องเที่ยงตรงและเหมาะสม (ต้องมีอุปกรณ์—
กำหนดตำแหน่ง)

3. ชันงานและเศษงาน (scraps) ที่อัดแล้ว ต้องกำจัดให้พ้นจากพันช์และดาย
และกำจัดออกภายนอกแม่พิมพ์ได้ง่าย (ต้องมีอุปกรณ์กำจัด)

4. ประกอบติดกับเครื่องอัดได้ง่ายและมั่นคง ไม่เคลื่อนที่ขณะทำงาน (ต้องมีส่วน
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบยึดจับ)

5. ทนทานต่อการสึกหรอ และประมาณอายุการใช้งานได้โดยการประมาณจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ (พื้นที่และตายต่อชิ้นต่อการสึกหรอ)

6. ค่าต่อการซ่อมบำรุง (ชิ้นส่วนของแม่พิมพ์สามารถถอดเปลี่ยนได้ ในกรณีที่เกิดแตกหักและต้องการซ่อม)

7. มีความปลอดภัยในขณะทำงาน

8. ค่าต่อการปฏิบัติงานและมีประสิทธิภาพสูง

9. จำนวนตำแหน่งทำงาน (working stages) ให้มีน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ การทำแม่พิมพ์ไม่ใช่มีความยากเฉพาะในตัวพื้นที่และตายมีลักษณะ และขนาดที่ถูกต้องเท่านั้น แต่จะต้องทำแม่พิมพ์ให้มีลักษณะที่พึงประสงค์ดังกล่าวด้วยโครงสร้างที่ง่าย ๆ

สิ่งที่พึงประสงค์ในฐานอัดโลหะของแต่ละโรงงานจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ก็เนื่องจากสิ่งประกอบหลายประการ เช่น ชนิดและความสามารถของเครื่องอัด อุปกรณ์ประกอบ ความชำนาญ ประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงาน และการบำรุงรักษา

ในการสร้างและออกแบบแม่พิมพ์ ถ้าผู้สร้างไม่ได้ศึกษาสภาพรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้แม่พิมพ์ของโรงงานนั้น อาจจะทำให้เกิดปัญหาและอุปสรรคนานาประการได้ ฉะนั้นจึงต้องมีการวางแผนล่วงหน้าอย่างเพียงพอกับวิศวกรประจำโรงงานอัดโลหะ (stamping shop) ก่อนที่จะลงมือทำแม่พิมพ์

2.19 พลาสติก

พลาสติกเป็นสารสังเคราะห์ชนิดใหม่ที่มีการคิดค้นเมื่อไม่นานมานี้เอง และปัจจุบันนี้มีการนำเอาพลาสติกเข้ามาใช้งานอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมแขนงต่าง ๆ พลาสติกเป็นวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการผลิตจำนวนมาก ๆ และมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีหลายประการ

พลาสติกเป็นสารประกอบอินทรีย์ ORGANIC MATERIAL COMPOUND ประกอบขึ้นจากโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่เชื่อมต่อกันในลักษณะสายโซ่ พลาสติกเป็นสารสังเคราะห์ SYNTHETIC MATERIALS ที่มนุษย์ทำขึ้นมีธาตุประกอบหลัก คือ ออกซิเจน ไนโตรเจน คลอรีน และคาร์บอน คุณสมบัติของพลาสติกแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป เนื่องจากการเกาะเรียงตัวของธาตุทั้ง 5 ในโครงสร้างโมเลกุลของพลาสติกนั้น ๆ สารประกอบอินทรีย์ดังกล่าวจะมีน้ำหนักโมเลกุลที่สูง จึงเรียกสารประกอบนี้เป็น "โพลิเมอร์" (โพลิเมอร์ หมายถึงความยาว มากหลาย)

2.19.1 ประเภทของพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. เทอร์โมเซตส์
2. เทอร์โมพลาสติก

เทอร์โมเซตส์ (THERMOSETS TS.) คือ สารโพลิเมอร์ที่ยึดใช้ประโยชน์อะไรยังไม่ได้หากอยู่สภาพของวัตถุดิบ แต่ถ้านำวัตถุดิบโพลิเมอร์ เทอร์โมเซตส์มาให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิจุดหนึ่ง จะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีขึ้นในสารโพลิเมอร์นั้น โพลิเมอร์จะเกาะจับตัวกันตามขบวนการเคมีฟิกส์ เรียกว่า "CROSS LINK BOND" ปฏิกิริยาที่จับกันเป็นสายโซ่นี้เรียกว่า POLYMERIZATION (นิยมเรียกว่า TS) เป็นสารพลาสติกที่มีรูปร่างรูปทรงถาวรจะนำไปหลอมละลายอีกไม่ได้แล้ว (ในประเภทอังกฤษเรียกพลาสติกประเภทนี้ว่า "DULOPLASTIC")

เทอร์โมพลาสติก (THERMOPLASTIC TP.) เป็นสารพลาสติกที่มีความไวต่อความร้อนที่อุณหภูมิในห้อง (ROOMTEMPERATURE) จะอยู่ในสถานะเป็นของแข็ง เมื่อเพิ่มพูนอุณหภูมิถึงจุดหนึ่ง สารพลาสติกจะเริ่มอ่อนตัว และในที่สุดจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว เมื่อลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของพลาสติกชนิดนั้น ๆ มักจะกลับแข็งตัว และมีคุณสมบัติเหมือนเดิมได้อีก ดังนั้นจึงเป็นพลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก ภายหลังจากนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว เช่นเดียวกับโลหะทั่ว ๆ ไป ซึ่งสามารถนำกลับมาขึ้นรูปหลอมทำผลิตภัณฑ์ใหม่ได้อีกไม่มีที่สิ้นสุด

2.19.2 คุณสมบัติทั่วไปของพลาสติก

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเด่นกว่าวัสดุอื่น ๆ ที่เคยใช้กันมาก่อนอย่างมาก เพราะสามารถใช้ทดแทนวัสดุอื่น ๆ ได้เกือบหมด เช่น

- แข็ง
- อ่อนนุ่ม
- ยืดตัว
- เหนียวทนทาน
- ใส่
- ทึบ
- เบา
- ลอยน้ำได้
- ทนความร้อน
- ทนการสึกกร่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หนาสารเคมี
- เป็นฉนวนไฟฟ้า
- กันน้ำ
- ไม่ติดง่าย
- หล่อขึ้นในตัว
- นำเป็นสีต่าง ๆ ได้

ฯลฯ

พลาสติกมีคุณสมบัติทางโครงสร้างพิเศษ คือ ในหนึ่งโมเลกุลมีจำนวนอะตอมมากกว่าสารชนิดอื่นมากมาย จึงทำให้มีคุณสมบัติหลายอย่างพร้อมกันไป คือ MEERECULAR WEIGHT

คุณสมบัติทางกายภาพ (MECHANICAL) มีความแข็งแรง เหนียว – ยืดหยุ่นได้ดี ฯลฯ

คุณสมบัติทางไฟฟ้า (ELECTRICAL) เป็นฉนวนไฟฟ้า

คุณสมบัติทางเคมี (CHEMICAL) ทนกรดทนด่าง และสารเคมีอื่น ๆ

2.19.3 ลักษณะของพลาสติกในรูปวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

วัตถุดิบพลาสติกที่ใช้สำหรับการผลิตมี 3 ชนิด คือ

1. ผง (POUNDER)
2. เม็ด (PELLET & GRANULE)
3. เหลว (LIQUID)

แต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับเครื่องจักรอุปกรณ์ และการวิธีการผลิตชนิดผง และเม็ดเหมาะสมสำหรับประกอบเป็นอุตสาหกรรมที่มีปริมาณการผลิตเป็นจำนวนมากต้องลงทุนในเรื่องเครื่องจักร และอุปกรณ์สูง ชนิดเหลว เหมาะสำหรับการประกอบอุตสาหกรรมขนาดเล็ก หรือในครอบครัว

2.19.4 คุณสมบัติต่าง ๆ ของพลาสติก

คุณสมบัติต่าง ๆ ของพลาสติกแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน ต่างเหมาะสมกับงานในแต่ละอย่าง จึงได้ทำการเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน เพื่อหาข้อสรุปในการเลือกใช้ชนิดของพลาสติกที่เหมาะสมที่สุด

1. โพลีคาร์บอเนต
2. โพลีสไตรีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เอบีเอส
4. อะคริลิค
5. ฟลูออไรคาร์บอน
6. โพลีเอทธีรีน

1. โพลีคาร์บอเนต (POLYCARBONATE)

ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเมื่อปี ค.ศ. 1947 โพลีคาร์บอเนตนับว่าเป็นพลาสติกชนิดที่แข็งแรงที่สุด

คุณสมบัติ

แข็งแรงทนทานดีมาก ทนความร้อนขณะใช้งานถึง 240 องศาฟาเรนไฮต์ หากนำไปใช้กับใยแก้วเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์แก๊สจะทนทานมากยิ่งขึ้น เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ทนกรดด่างได้ดี

การใช้ประโยชน์

ก็เห็นกันโดยทั่วไป คือขวดนมเด็กชนิดดี โคมไฟฟ้าสาธารณะ ช่องมองหมวกนักบินอวกาศ นอกนั้นยังใช้ทำตู้เครื่องปรับอากาศ ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ แวนตากันแดดฝาท่อประปา และที่ยืนยมนำมากขณะนี้คือกล่องถ้ายูปรุ่นใหม่ ชิ้นส่วนรถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า ฯลฯ

ตารางที่ 14

ลักษณะทางกายภาพของ POLYCARBONATE

ลักษณะทางกายภาพของ POLYCARBONATE	
ความถ่วงจำเพาะ	1.2
ปริมาตร ลบ.นิ้ว / ปอนด์	2.3
ทนแรงดึง	9,000 ปอนด์ / ตร. นิ้ว
ทนแรงอัด	18,000 ปอนด์ / ตร. นิ้ว
ทนแรงกระแทก	15
ทนความร้อน	250 องศาฟาเรนไฮต์
ความใส	ใสที่สุด
ทนแสงแดด	เหลืองเล็กน้อย
ทนกรด	กรดอ่อนทนได้ ไม่ทนกรดแก่
ทนด่าง	ด่างอ่อนเกิดปฏิกิริยาอย่างช้า ๆ
	ด่างแก่เกิดปฏิกิริยาแรงขึ้น
ทนสารละลาย	ละลายใน CHLORINATED HYDRO-CARBONS และ AROMATICS

2. โพลีสไตรีน (POLYSTYRENE)

ตามความเป็นจริงแล้ว โพลีสไตรีนได้ถูกค้นพบในปี ค.ศ. 1830 แต่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม จนกระทั่งปี ค.ศ. 1938 พลาสติกชนิดนี้มีปริมาณการผลิตมากที่สุดชนิดหนึ่ง และด้วยความต้องการให้มีคุณสมบัติพิเศษต่างจากชนิดเดิม จึงได้ผสมวัสดุชนิดอื่น ๆ เข้าไปกลายเป็นพลาสติกชนิดใหม่ COPOLYMER ขึ้นมา เช่น

ABS (ACRYLONITRILE – BUTADIENE – STYRENE)

SAN (STYRENE ACRYLONITRILE)

SMM (STYRENE METHYL METHACRYLATE)

AS (ACRYLONITRILE STYRENE)

ฯลฯ

คุณสมบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับโพลีสไตรีนมีน้ำหนักเบาที่สุดในพลาสติกชนิดแข็ง RIGID PLAS-TICS มี ถ.พ. 0.89–1.1 มีความหดตัวน้อยมาก

โพลีสไตรีนมีความคงรูปดีแต่เปราะ สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทั้งใส ผ่าและทึบ ผิวมีทั้งเรียบและขรุขระ ไม่มีรส และกลิ่น เป็นฉนวนไฟฟ้าดี ความดูดซึมน้ำต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก ทนความร้อนได้พอสมควร ทนสารเคมีใช้ในบ้านได้ ทนกรดและด่างชนิดอ่อนได้ ไม่ทนน้ำมันเบนซิน ทินเนอร์ อาซิโตนน้ำมันสน

โพลีสไตรีนชนิดธรรมดา GENERAL PURPOSE แข็งแต่เปราะกว่าโพลีสไตรีนชนิดพิเศษ เช่น HIGH IMPACT และ COPOLYMER จะแข็งแรงกว่ามาก

การใช้ประโยชน์

ใช้ทำกล่องบรรจุอาหารชนิดใส่กล่องบรรจุของใช้อื่น ๆ เช่น แปรงสี-ฟ้าน ถ้ำบรรจุเครื่องดื่ม ของเด็กเล่น ไม่บรรจุหัตถ์ราคาถูก แผ่นและตู้โทรทัศน์ จีหุ ไฟท้ายรถ ในรูปโฟม ซึ่งเรารู้จักในชื่อสไตโรโฟม-STYOFOM ใช้ทำป้ายและสิ่งประดับในงานต่าง ๆ วัสดุกันแตกในกล่องบรรจุของ แผ่นฉนวนกันความร้อนและเสียง ฯลฯ

ตารางที่ 15

ลักษณะทางกายภาพของ POLYSTYRENE

ลักษณะทางกายภาพของ POLYSTYRENE	
ความถ่วงจำเพาะ	1.04 – 1.10
ปริมาตร ลบ.นิ้ว / ปอนด์	25.2 – 28
ทนแรงดึง	1,500 – 12,000
ทนแรงอัด	4,000 – 16,000
ทนแรงกระแทก	0.25 – 11.0
ทนความร้อน	150 – 180 องศาฟาเรนไฮต์
ความใส	ใส – ทึบ
ทนแสงแดด	เหลือง
ทนกรด	ทนชนิดอ่อนได้ ถูกทำลายโดย OXIDIZING ACIDS
ทนด่าง	ได้
ทนสารละลาย	ละลายได้ใน AROMATIC และ CHLORINATED HYDROCARBON

3. เลปีเอส (ABS – ACRYLONITRILE BUTADIENE – STYRENE)

เป็นสไตรีนชนิดที่ได้ปรับปรุงขึ้นใช้ในปี ค.ศ. 1948

คุณสมบัติ

รับแรงกระแทกได้ดีมาก ทนความร้อนได้ถึง 212 องศาฟาเรนไฮต์ ทนกรดต่างได้ดีพอสมควร เป็นฉนวนไฟฟ้าดี มีคุณสมบัติพิเศษที่นำไปชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าได้ดี เช่น ชุบโครเมียมป้ายชื่อรถยนต์ จึงนิยมนำไปทำปุ่มหมุนวิทยุโทรทัศน์

การใช้ประโยชน์

ใช้ทำหมวกกันน็อค ผนังในตู้เย็น เครื่องรับโทรทัศน์ แผงเครื่องปรับอากาศ ปุ่มหมุนวิทยุโทรทัศน์ ถาดอาหาร ชิ้นส่วนในรถยนต์ ชิ้นส่วนพัดลม อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ฯลฯ

ตารางที่ 16

ลักษณะทางกายภาพของ ABS

ลักษณะทางกายภาพของ ABS (ACRYLONITRILE-BUTADIENE-STYRENE)	
กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion, Electrostatic
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	380 – 550 องศาฟาเรนไฮต์
ความหนืดตัวหลังการผลิต	0.003 – 0.008 นิ้ว/นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.02 – 1.08
ทนแรงดึง	4,000 – 9,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงอัด	7,000 – 12,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงกระแทก	2 – 8 ที่ 70 องศาฟาเรนไฮต์, 0.8 – 3.5 ที่ 40 องศาฟาเรนไฮต์
ความแข็ง	R 75 – R 115
ทนความร้อนโดยปกติ	140 – 230 องศาฟาเรนไฮต์
ความดูดซึมน้ำ (24 ชม.)	0.2 – 0.45 %
ทนกรด	ดี แต่ไม่ทนกรดแก่ชนิด OXIDIZING
ทนด่าง	ดีมาก
ทนสารละลาย	ดี แต่ยกเว้น KETONES, ESTERS, CHLORINATED HYDROCARBONS
ทนแสงแดด	ดี – ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อะคริลิก (ACRYLICS)

หรือ POLYMETHYLMETH และรู้จักกันดีในชื่อการค้าว่า เพลตซีลัส PLEXIGLAS ลูซิท์ LUCITE โพลีกลาส POLYGLAS ฯลฯ

ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมใน ส.ร.อ. ปี ค.ศ. 1936 อะคริลิก ได้ถูกนำไปผสมกับพลาสติกชนิดอื่น เช่น สไตรีน STYRENE บ้าช พิวซี บ้าช เกิดเป็น พลาสติกชนิดใหม่ เช่น METHYL METHACRYLATE - STYRENE เป็นต้น

คุณสมบัติ

เป็นพลาสติกที่ใสที่สุดชนิดหนึ่ง แข็งแรงพอสมควร เป็นรอยขีดข่วน (ชนิดพิเศษแข็งแรงมาก) ทนแสงอุตราไวโอเลตได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมาก ทนสารเคมีได้พอสมควร ไม่ควรให้ถูกน้ำมันเบนซิน, อาซีโตน, คลอโรฟอร์ม, สเปรย์น้ำหอม และพวกกรดออกซิไดซิง OXIDIZING ACIDS ชนิดเข้มข้น

อะคริลิกซ์ทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทั้งชนิดใส ฝ้า และทึบแสง เมื่อจับจะรู้สึกอุ่นและสบายมือ

การใช้ประโยชน์

นิยมนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น บ้ายร้านค้า บ้ายโฆษณา โคมหลังคา กระฉกแว่นตา เลนส์ โคมไฟ เฟอรันิเจอร์ ฝ้าและถ้วยบรรจุของเหลวชนิดใส ฯลฯ ในรูปเส้นใยใช้ทำพรม และสีพ่นรถยนต์

ตารางที่ 17

ลักษณะทางกายภาพของ ACRYLIC - METHYL METHACRYLATE

ลักษณะทางกายภาพของ ACRYLIC - METHYL METHACRYLATE	
กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion, Casting
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	Electrontatic 324 - 475 องศาฟาเรนไฮต์
ความหนืดตัวหลักการผลิต	0.02 - 0.08 นิ้ว / นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.17 - 1.20
ปริมาตร ลบ. นิ้ว / ปอนด์	23.7 - 23.1
ทนแรงดึง	8,000 - 12,000 ปอนด์ / ตร. นิ้ว
ทนแรงอัด	12,000 - 18,500 ปอนด์ / ตร. นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางกายภาพของ ACRYLIC – METHYL METHACRYLATE

ทนแรงกระแทก	0.3 – 0.5
ความแข็ง	M 85 – M 105
ทนความร้อนโดยปกติ	140 – 190 องศาฟาเรนไฮต์
ความดูดซึม	0.3 %
อัตราการเผาไหม้	ช้า
ทนกรด	ดี (ไม่ทนกรด OXIDIZING ACIDS ชนิดเข้มข้น)
ทนด่าง	ดีมาก (ไม่ทนด่างแก่)
ทนสารละลาย	ดี (แต่ไม่ทน KETONES, ESTERS, AROMATIC และ CHLORINATED HYDROCARBONS)
ทนเสียดสี	ดีมาก
ความใส	ใสมาก

5. ฟลูออโรคาร์บอน

ในขณะที่พลาสติกชนิดอื่น ๆ มีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัว แต่ฟลูออโรคาร์บอนเป็นพลาสติกชนิดเดียวที่มีคุณสมบัติพิเศษหลาย ๆ อย่างรวมอยู่ด้วยกัน เช่น ทนความร้อนได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่ดูดซึมน้ำ รับแรงกระแทกได้สูง และไม่ติดง่าย NON-ADHESIVE

ฟลูออโรคาร์บอนถูกคิดค้นในปี ค.ศ. 1943 มีสูตรต่าง ๆ กันดังนี้

- TETRAFLUOROETHYLENE (TFE)
- CHLOROTRIFLUOROETHYLENE (CTFE)
- VINYLIDENE FLUORIDE (PVDF)
- FLUORINATED ETHYLENE POLYPROPYLENE (FEP)

ฟลูออโรคาร์บอนรู้จักกันดีในชื่อเทฟลอน TEFLON ราคาแพงมาก ใช้ในวงจำกัดเป็น ENGINEERING PLASTIC ที่ดีที่สุดชนิดหนึ่ง

คุณสมบัติ

ฟลูออโรคาร์บอนเป็นพลาสติกชนิดที่มีน้ำหนักเบาที่สุดชนิดหนึ่ง มีความถ่วงจำเพาะ 2.1 – 2.3 รับแรงดึงและแรงอัดได้ดีพอสมควร แต่รับแรงกระแทกได้ดีมาก มีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งชนิดแข็งและอ่อนคุณสมบัติที่มักจะอยู่ในอุณหภูมิสูงถึง 480 องศาฟาเรนไฮต์ นานถึงหนึ่งเดือน ในช่วงเวลาสั้นจะทนอุณหภูมิได้สูงขึ้นอีก และหากเพิ่มแรงกดดัน PRESSURE สูงขึ้นถึง 14,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว จุดหลอมละลายจะสูงถึง 930 องศาฟาเรนไฮต์ และมักจะอยู่ในอุณหภูมิ -320 องศาฟาเรนไฮต์ เท่ากับไนโตรเจนเหลว คุณสมบัติทางหย่นตัว FLEXIBILITY จะคงสภาพเดิม

คุณสมบัติพิเศษอีกอย่างหนึ่งคือ มีความเสียหายต่ำและไม่ติดง่าย
คุณสมบัติทางไฟฟ้า เป็นฉนวนไฟฟ้า โดยไม่คำนึงถึงความถี่ของ-

ภูมิความชื้น

คุณสมบัติทางเคมีสามารถทนต่อสารเคมีได้ทุกชนิด ยกเว้น FLUORINE และ MOLTEN ALKALI METALS

การดูดซึมน้ำไม่มีสภาพอากาศโดยทั่วไปไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง
พลาสติกอุตสาหกรรม CTFE มีทั้งเส้นและผ้า ชนิดอื่นที่พบ โดยปกติจะ-

เป็นสีขาว

การใช้ประโยชน์

เนื่องด้วยฟลูออโรคาร์บอนมีราคาแพงมาก จึงถูกนำไปใช้ในงานที่ต้องการ
การคุณสมบัติพิเศษหลายอย่างรวมกัน

คุณสมบัติด้านความร้อน ใช้ทำฉนวนไฟฟ้ากับลวดไฟฟ้าที่เชื่อมด้วย
ความร้อน ปะเก็นในเครื่องจักร แหวนลูกสูบ วาล์ว ฯลฯ

คุณสมบัติทางไฟฟ้า ใช้ทำฉนวนและอุปกรณ์ไฟฟ้า

คุณสมบัติทางเคมี ใช้ทำท่อส่งสารเคมี ภาชนะในห้องทดลองทางเคมี

คุณสมบัติทางเสียดทานต่ำ ใช้ทำส่วนรับน้ำหนัก เช่น แบริ่ง บูช
น้ำยาเคลือบฐานสกีของเครื่องบินใช้ในบริเวณที่มีหิมะ เช่น ขั้วโลก

คุณสมบัติทางไม่ติดง่าย ใช้เคลือบหม้อ กะทะผรั่ง (มีสีเขียว น้ำ-

ตาล ดำ ฯลฯ)

6. โพลีเอทิลีน (POLYETHYLENE)

คุณสมบัติ

โพลีเอทิลีนมีน้ำหนักเบามาก คือมีความถ่วงจำเพาะ 0.92 เท่านั้น
ในรูปแผ่นบางสามารถพับงอได้ง่าย มีความหนาขึ้นจะคงรูปและรับแรงดันได้ดี และรับแรงอัดได้น้อย
มีความยืดตัวได้สูงถึง 500 % ฉีกขาดยาก มีลักษณะคล้ายขี้ผึ้งไม่เกาะติดน้ำ เป็นฉนวนไฟฟ้าได้
ดีมาก ทนความร้อนได้น้อย แต่ทนความเย็นได้ขนาด -100 องศาฟาเรนไฮต์ ได้โดยไม่ทำให้
คุณภาพทางกายภาพเปลี่ยนแปลง ทนกรดทนด่าง ไม่ทนน้ำมันและไขมัน โดยเฉพาะน้ำมันก๊าซ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และน้ำมันเบนซิน และในขณะที่มีอุณหภูมิสูงแม้ว่าจะไม่ดูดซึมความชื้นแต่ยอมให้ก๊าซผ่านได้ โดยทั่วไปโพลีเอทธีรีน มีลักษณะใสเป็นแผ่นบาง จะมีสีขุ่นเมื่อมีความหนาเพิ่มขึ้นสามารถทำสีต่าง ๆ ได้หลายสีได้ตามความต้องการ ไม่แนะนำให้ใช้ภายนอก

การใช้ประโยชน์

โพลีเอทธีรีนมีปริมาณการใช้สูงสุดในพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก แม้ว่าราคาต่อปอนด์จะไม่ถูกที่สุด แต่เพราะมีน้ำหนักเบากว่าจึงสามารถผลิตได้ปริมาณมาก

นิยมใช้ทำอุปกรณ์บรรจุอาหารและเสื้อผ้า ตุ๊กตาเด็กเล่น ดอกไม้พลาสติก ภาชนะบรรจุเครื่องใช้ภายในครัว ชวด และภาชนะบรรจุของเหลว แผ่นกันความชื้นในอาคาร และของใช้ราคาถูกรูปอีกมากมาย

7. ไนลอน (NYLON)

อยู่ในประเภทของพลาสติกเทอร์โมพลาสติกเช่นเดียวกัน สามารถขึ้นรูปได้ในแบบแม่พิมพ์และอัดรีด ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทำ เช่น แบร็ช เฟือง ท่อ ผ้า สายร่ม ซูชิฟ เชือกไต้เขา และขนแปรงหาสี

2.20 กรรมวิธีการผลิตพลาสติกในระบบอุตสาหกรรม

2.20.1 กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติก (PROCESS OF PLASTICS INDUSTRY)

1. ประเภทหล่อพลาสติกเม็ดและผงโดยใช้ความร้อน และเรออัดในแม่แบบ (MOLDING)

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

2. ประเภทหล่อพลาสติกเหลว (CASTING)

- แบบหล่อเย็น SIMPLE
- แบบหล่อร้อน PLASTISOL

3. ประเภทอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น (THERMOFORMING)
 - แบบอัดด้วยแม่แบบ MECHANICAL
 - แบบสุญญากาศ VACUUM
 - แบบอัดลม BLOW
4. ประเภทหล่อพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง (REINFORCING)
 - แบบใช้มือทา HAND LAY-UP
 - แบบใช้เครื่องพ่น SPRAY MOLDING
 - แบบอัดเหลว PREINJECTED MOLDING
 - แบบใช้แม่แบบอัด MATCHED MOLDING
 - แบบอัดอากาศ PRESSURE-BAG MOLDING
 - แบบสุญญากาศ VACUUM-BAG MOLDING
5. ประเภทหล่อโฟม (FOAMING)
 - แบบหล่อพลาสติกเม็ด MOLDING EXPANDABLE POLYSTYRENE
 - แบบหล่อพลาสติกเหลว CASTING RIGID & FLEXIBLE POLYURETHANE FOAM

2.20.2 กรรมวิธีการทำ "พลาสติก"

1. ประเภทหล่อพลาสติกเม็ดและเหลว โดยใช้ความร้อน และแรงดันในแม่แบบ (MOLDING)

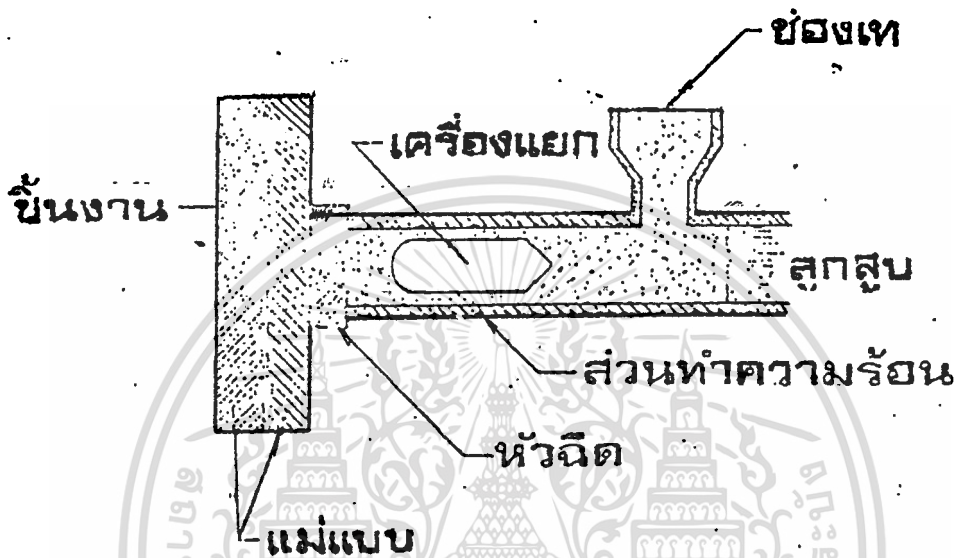
แบบฉีด (INJECTION MOLDING) กรรมวิธีแบบฉีดเป็นกรรมวิธีที่ออกแบบเพื่อใช้กับเทอร์โมพลาสติก โดยเฉพาะผลิตได้ปริมาณมากและรวดเร็ว

ชนิดของพลาสติก ใช้พลาสติกพวกเทอร์โมพลาสติกเกือบทุกชนิด เช่น แอสเททอล, อะคริลิก, ฟลูออไรคาร์บอน, โปลียาไมด์, โปลิโอเลฟิน, โปลีสไตรีน และไวนิล

ชนิดของผลิตภัณฑ์ ใช้ผลิตภัณฑ์ได้อย่างกว้างขวางเกือบทุกประเภท วิธีสังเกตง่าย ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรรมวิธีชนิดนี้ คือ ให้ดูรอยกลมนูนที่ด้านล่าง หรือส่วนที่มองเห็นของผลิตภัณฑ์ซึ่งจะเป็นรอยที่พลาสติกเหลวถูกอัดเข้าไปในแม่แบบ

ภาพที่ 47

แบบฉีด INJECTION MOLDING



จากการวิเคราะห์ได้เลือกชนิดของพลาสติก คือ เอบีเอส (ABS) ซึ่งเป็นพลาสติกประเภท THERMOPLASTIC และนอกจากการศึกษากิจกรรมวิธีการผลิต จะเห็นได้ว่าจะสามารถผลิตได้กับโครงสร้างภายนอก (BODY) เป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมกับงานชิ้นนี้คือ การผลิตประเภทหล่อพลาสติกเม็ดและผง โดยใช้ความร้อน และแรงอัดในแม่แบบปิด แบบฉีด และประเภทอัดขึ้นพลาสติกแผ่นทั้ง 3 แบบ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างทั้ง 2 ประเภท จะสามารถหากรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมได้คือ

- ราคาเมื่อเริ่มผลิต
- ราคาเมื่อผลิตในจำนวนมากตามระบบอุตสาหกรรม
- ความสะดวกในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม
- คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ไปโดยไม่ได้รับอนุญาต
จากตารางการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่า วิธี INJECTION MOLDING จะมีรา
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสูงเมื่อเริ่มต้นผลิตเท่านั้น เมื่อผลิตเป็นจำนวนมากต้นทุนจะลดต่ำลง และวิธีนี้จะมีความสะดวกมากที่สุด เมื่อต้องการผลิตในระบบอุตสาหกรรม และวิธีนี้จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความละเอียดและซับซ้อนได้มากกว่า จึงเห็นได้ว่าวิธี INJECTION MOLDING มีความเหมาะสมที่สุด สำหรับโครงสร้างภายนอก

กรรมวิธีการผลิตด้วยวิธี INJECTION MOLDING มีกรรมวิธีคร่าว ๆ กล่าวคือ เป็นกรรมวิธีที่ใช้กับ THERMOPLASTIC โดยเฉพาะผลิตได้ปริมาณมากทำให้ได้รวดเร็ว

ขั้นตอนการผลิตมีดังนี้

1. เทพลาสติกผงหรือเม็ดลงในช่องเท (HOPPER)
2. ลูกสูบจะอัดเม็ดพลาสติกให้ผ่านไปที่ส่วนทำความร้อน (HEATING CYLINDER) ซึ่งมีอุณหภูมิ 300 – 650 องศาฟาเรนไฮต์ โดยแยกผ่านเครื่องแยก TORPEDO หรือ SPREADER เพื่อให้ได้รับความร้อนสม่ำเสมอ
3. พลาสติกเหลวจะถูกอัดผ่านหัวฉีด (NOZZLE) ไปยังแม่แบบปิดด้วยแรง 5,000 – 40,000 ปอนด์ / ตร. นิ้ว
4. พลาสติกจะเย็นและแข็งตัวโดยระบบระบายความร้อนด้วยน้ำในช่องเนื้อแม่แบบ
5. เปิดแม่แบบแล้วนำชิ้นงานออกไปตัดตกแต่งต่อไป (ชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่จะถูกวางในโตรชบักก่อนแล้วจึงไว้จนเย็นลงกับการบดขยี้)

ชนิดของพลาสติก ใช้พลาสติกพวกเทอร์โมพลาสติกเกือบทุกชนิด เช่น แอสเซทอล อะคริลิก ฟลูออไรด์คาร์บอน โพลีเอไมด์ โพลีเอเลนิน โพลีสไตรีน และไนล

ชนิดของผลิตภัณฑ์ กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ใช้ผลิตภัณฑ์ได้อย่างกว้างขวางเกือบทุกประเภท

วิธีสังเกตง่าย ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ให้ดูรอยกลมมนที่ด้านล่างหรือที่มองไม่เห็นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นรอยที่พลาสติกเหลวถูกอัดเข้าไปในแม่แบบ

แบบอัด (COMPRESSION MOLDING)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้เป็นแบบที่ง่ายและธรรมดาที่สุด ผลิตได้ไม่รวดเร็วนักพลาสติกที่ใช้ส่วนมากเป็นเทอร์โมเซตติงชนิดผง ไม่นิยมใช้ชนิดเม็ดเพราะหลอมละลายช้ากว่า

ขั้นตอนการผลิตมีดังนี้

1. นำผงพลาสติกไปเข้าเครื่องอบแห้ง (PREHEATING) ในปริมาณที่ต้องการเพื่ออบให้ผงพลาสติกแห้ง และเป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้ใกล้เคียงจุดหลอมละลาย เพื่อช่วยลดเวลาในเครื่องอัด

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เท่งพลาสติกที่อบแล้วเข้าแม่แบบในเครื่องอัด ซึ่งมีอุณหภูมิ 300 – 400 องศาฟาเรนไฮต์ หรือแล้วแต่ชนิดของพลาสติก
3. กดแม่แบบตัวผู้ซึ่งอยู่ตอนบนลงช้า ๆ แต่ไม่สุด ความร้อนและแรงอัดจะทำให้พลาสติกหลอมละลายและไหลไปตามแม่แบบ
4. กดแม่แบบลงสุด หักไว้สักครู่ประมาณ 1 – 2 นาที แล้วแต่ขนาดของชิ้นงานและชนิดของพลาสติก
5. เปิดแม่แบบ แล้วนำเอาชิ้นงานไปขัดตกแต่งขอบให้เรียบต่อไป

แบบอัดส่ง (TRANSFER MOLDING)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ดัดแปลงมาจากแบบอัดแต่ยุ่งยากกว่า ๑ ใช้หล่อชิ้นงานที่มีชิ้นส่วนโลหะแทรกอยู่ เช่น หัวครอบจานจ่ายในรถยนต์ หากใช้กรรมวิธีแบบอัด ชิ้นโลหะที่สอดแทรกอยู่กับแม่แบบจะถูกอัดโดยตรงจากผงพลาสติกที่กำลังจะหลอมละลาย อาจทำให้ชิ้นโลหะบิดงอได้ แต่กรรมวิธีแบบอัดส่งนี้ผงพลาสติกจะถูกหลอมละลายในห้องหลอมละลาย (TRANSFER CHAMBER) ก่อนแล้วจึงถูกอัดผ่านรู (SPRUE) เข้าไปในแม่แบบตอนล่าง ชิ้นส่วนโลหะที่สอดแทรกอยู่จะไม่ถูกรบกวนจากพลาสติกเลยมากนัก พลาสติกที่ใช้เป็นพวกเทอร์โมเซตติ่งชนิดผง

ขั้นตอนการผลิตมีดังนี้

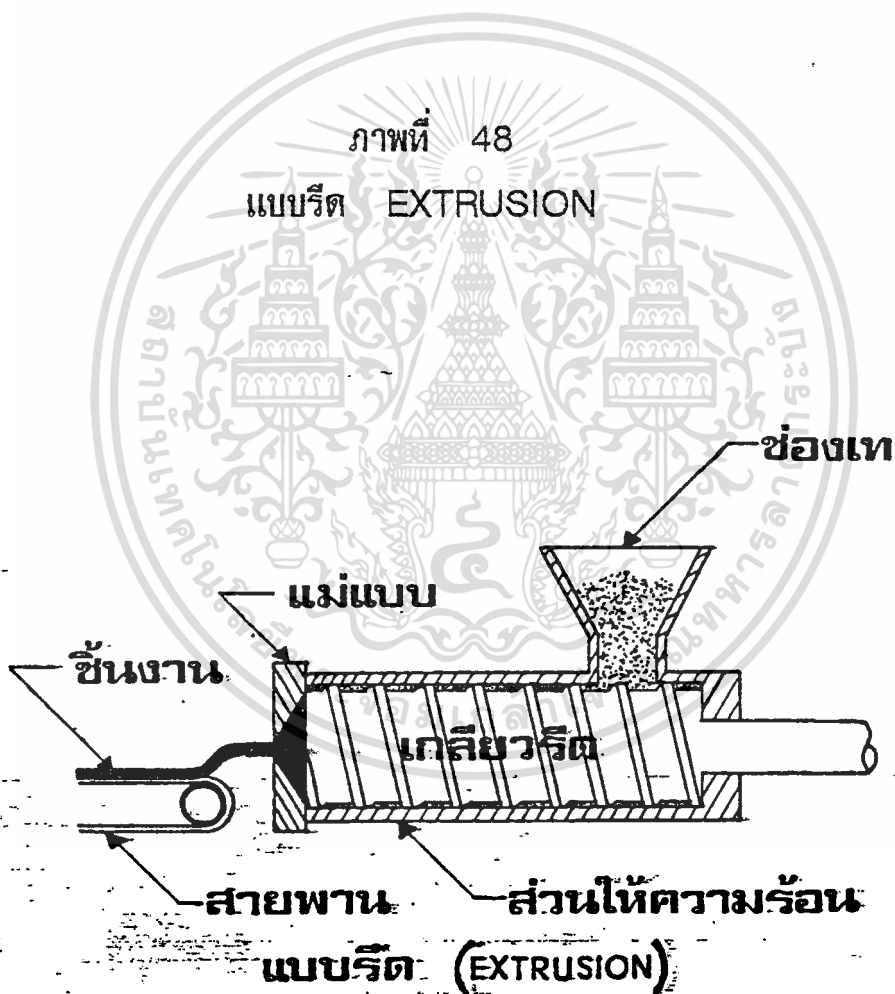
1. เท่งพลาสติกในห้องหลอมละลายในปริมาณที่ต้องการ ส่วนทำความร้อนรอบ ๆ ห้องจะทำให้ผงพลาสติกละลาย
2. กดแม่แบบตัวบนล่าง พลาสติกเหลวจะไหลผ่านรูเข้าไปในแม่แบบตอนล่าง
3. ปลดหยักไว้ให้แม่แบบตอนล่างเพื่ออบให้สุกประมาณ 1 – 2 นาที
4. เปิดแม่แบบ ถอดชิ้นงานออกไปขัดตกแต่ง
5. กระเพาะเศษพลาสติกอยู่ที่รูปละตอนล่างของห้องหลอมละลายออกก่อนจะห—พลาสติกใหม่ลงไป

แบบรีด (EXTRUSION)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นแบบสำหรับผลิตชิ้นงานที่มีความยาวไม่มีที่สิ้นสุด เช่น สายไฟฟ้า ท่อยาง ถังพลาสติก รวมทั้งชิ้นงานที่เป็นแผ่นบาง เช่น ฉายาพลาสติก เป็นต้น กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้มีลักษณะคล้ายแบบฉีด แต่ผลิตได้ปริมาณชิ้นงานที่มากกว่าในเวลาเท่า ๆ กัน

1. เทเทอร์โมพลาสติกชนิดผงหรือชนิดเม็ดลงในช่องเท
2. เกลียวรีดหมุนอัดเม็ดพลาสติกผ่านส่วนให้ความร้อน ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 300 – 500 องศาฟาเรนไฮต์ เม็ดพลาสติกจะหลอมละลาย
3. พลาสติกเหลวจะถูกอัดผ่านแม่แบบ (DIE) ด้วยแรงอัดประมาณ 500 ถึง 6,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
4. ชิ้นงานที่รีดออกมาจะถูกทำให้เย็นโดยผ่านลงไปในน้ำ แล้วเคลื่อนต่อไป โดยระบบสายพานหรือล้อหมุน



ชนิดของพลาสติก ใช้พวกเทอร์โมพลาสติก เช่น อCRYLIC เซลลูลอสติก ฟลูออไรด์ คาร์บอน ไนลอน สไตรีน โปลิเอททีลีน และไวนิล

ชนิดของผลิตภัณฑ์ สายไฟฟ้า ท่อพลาสติก สายเบ็ดตกปลาไนลอน ถูพลาสติก พลาสติกแผ่น ฯลฯ

แบบเป่า (BLOW MOLDING)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้ผิดไปจากแบบอื่นในประเภทเดียวกัน คือ ไม่หล่อขึ้นงานจากพลาสติกหลอมละลายในแม่แบบปิด แต่ได้ตัดแปลงจากแบบรีด โดยรีดพลาสติกหลอมละลายให้ย่อยลงมาเป็นท่อ (PARISON) เข้าในแม่แบบตอนล่าง แม่แบบจะปิดพร้อมทั้งบีบปลายท่อให้ติดกับปลายท่ออีกด้านหนึ่งที่เปิดอยู่จะถูกอัดอากาศเข้าไป ท่อพลาสติกซึ่งยังอ่อนตัวอยู่จะถูกอากาศอัดไปเนบกับแม่แบบ ได้รูปร่างของชิ้นงานตามต้องการ

ขั้นการผลิต ขั้นแรกเหมือนกับแบบรีดแต่เพิ่มเติมส่วนเป่าลมอีก ดังนี้

1. ท่อพลาสติกหลอมละลายถูกรีดย่อยลงมาตามขนาดและความหนาที่กำหนด
2. แม่แบบเปิดตอนล่างเข้าหากัน ทำให้ปลายข้างหนึ่งของท่อถูกบีบติดกัน
3. อัดอากาศเข้าไปในปลายท่อด้านเปิด จะทำให้ท่อพลาสติกซึ่งยังอ่อนตัวอยู่ ถูกอัดเข้าไปเนบกับแม่แบบ
4. ทำให้แม่แบบเย็นโดยระบบให้น้ำเย็นไหลผ่านเข้าช่องในแม่แบบ หักไว้ให้เย็น
5. แม่แบบเปิด พร้อมทั้งตัดปลายท่อออกจากท่อเดิม

แบบลูกกลิ้ง (CALENDERING)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้ได้ดัดแปลงมาจากกรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรม ผลิตแผ่นยางธรรมชาติ อุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่ได้ดัดแปลงไปใช้ก็มี เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ เลื่อนน้ำมัน และโลหะแผ่น

ขั้นตอนการผลิตมีดังนี้

1. ใช้เทอร์โมพลาสติกชนิดเหลวผสมกับวัสดุชนิดอื่น เช่น วัสดุทำให้แข็งแรง (STABILIZER) วัสดุช่วยให้ลื่นตัว (LUBICANT) และวัสดุช่วยให้อ่อนตัว (PLASTICIZER) เมื่อต้องการให้อ่อนนุ่ม แล้วนำเข้าสู่เครื่องผสมและบดผ่านต่อไปยังส่วนให้ความร้อน ทำให้ส่วนผสมหลอมละลาย

2. ส่วนผสมหลอมละลายผ่านลูกกลิ้งทรงกระบอกรีดออกเป็นแผ่น บางชนิดมีลูกกลิ้ง

คู่ ต่อไปรีดแผ่นที่ออกมาให้มีขนาดต่าง ๆ ประกอบเข้าไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ กรุงปักกิ่ง สาธารณรัฐประชาชนจีน

3. แผ่นขึ้นงานที่ได้จะเคลื่อนผ่านลูกกลิ้งเย็น ช่วยให้แข็งตัวครบรูปแล้วเข้าม้วนกับต่อไป

แบบอัดแผ่น (LAMIATING)

กรรมวิธีการผลิต

โดยทั่วไป แบบอัดแผ่น หมายถึง การยัดติดวัสดุแผ่นสองแผ่น หรือมากกว่าเข้าด้วยกัน เช่น ไม้อัด สำหรับกรรมวิธีการผลิตของพลาสติก หมายถึง การยัดติดชั้นของวัสดุผสมหรือวัสดุเสริมกำลัง PESIN – IMPREGNATED หรือ RESIN – COATED หรือ – RESINFORING เข้าด้วยกันโดยใช้ความร้อนและแรงอัด ขึ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตแบบนี้แบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ เช่น

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

ซึ่งแล้วแต่ขนาดของแรงอัดที่ใช้ระหว่างการผลิต

ขั้นตอนการผลิตมีดังนี้

นำแผ่นชั้นวัสดุผสมหรือวัสดุเสริมกำลัง เช่น กระดาษ ผ้า โยหิน โยแก้ว วางซ้อนกันตามชนิดและความหนาที่ต้องการ โดยใช้พลาสติกเหลวพวกเทอร์โมเซตติดเป็นตัวประสานในเครื่องอัด (PRESS) ซึ่งใช้แรงอัดประมาณ 1,000 – 1,500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และมีความร้อนประมาณ 300 – 350 องศาฟาเรนไฮต์ อัดเครื่องลงตามเวลาที่กำหนดไว้ ความร้อนและแรงอัดจะทำให้แผ่นขึ้นงานที่เรียบและแข็งแรง ผิวหน้าของแผ่นขึ้นงานอาจทำให้มีลวดลายหรือลายนูนอย่างไรก็ได้

แบบอัดเย็น (COLD MOLDING)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ดัดแปลงมาจากกรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรม เครื่องปั้นดินเผา ใช้เพียงแรงอัดอย่างเดียว ไม่ใช้ความร้อนทำให้หลอมละลาย กรรมวิธีโดยทั่วไปเหมือนกับแบบอัดแต่ทำได้รวดเร็วกว่า เพราะไม่ต้องรอทำให้หลอมละลายก่อน เมื่ออัดเป็นก้อนแล้วจึงนำไปเข้าเตาอบในประมาณมากพร้อม ๆ กันอีกครั้ง

ขั้นตอนการผลิตมีดังนี้

1. นำเอาส่วนผสมของพลาสติกเหลวกับวัสดุผสมอื่น ๆ เช่น โยหินที่มีลักษณะอ่อนตัวใส่ในแม่แบบเครื่องอัด

2. กดแม่แบบโดยใช้แรงอัด 2,000 – 4,000 ปอนด์ / ตารางนิ้ว ความเร็วที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหาและข้อมูลการนำเสนอ ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้

กดแล้วแต่ชนิดของเครื่องและความสะดวกสบาย

3. นำชิ้นงานออกจากแม่แบบ
4. นำชิ้นงานไปเข้าเตาอบซึ่งมีอุณหภูมิ 450 องศาฟาเรนไฮต์ ปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของเตา ใช้เวลานาน 72 ชั่วโมง จะทำให้พลาสติกสุกและแข็งตัว
5. นำชิ้นงานหีบแล้วออก

2. ประเภทหล่อพลาสติกเหลว

แบบหล่อเย็น (SIMPLE CASTING)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ง่าย ไม่ต้องใช้แรงอัดและความร้อน สามารถทดลองทำเองได้ การลงทุนต่ำ โดยปกติกรรมวิธีนี้ใช้พลาสติกเหลวหล่อลงในแม่แบบ สำหรับพลาสติกเม็ดก็สามารถนำมาหล่อได้ แต่ต้องทำให้หลอมละลายเสียก่อน แล้วเติมวัสดุตกผลึก (CATALYST) เพื่อช่วยให้พลาสติกเหลวแข็งตัวเร็วขึ้น

ขั้นตอนการผลิตมีดังนี้

1. เทพลาสติกเหลวลงในแม่แบบ แล้วปล่อยให้แข็งตัว บางชนิดต้องนำไปอบในเตาที่มีความร้อนต่ำ
 2. นำพลาสติกที่แข็งตัวออกจากแม่แบบแล้วนำไปใช้ได้เลย
- ข้อดีของกรรมวิธีการผลิตแบบนี้ทำให้ได้เนื้อพลาสติกที่ใสกว่า และผิวที่เป็นมันเรียบกว่า เช่น แผ่นอะคริลิก

แบบหล่อร้อน (PLASTISOL CASTING)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ใช้กับผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานที่มีลักษณะภายในกลวง เช่น ลูกฟุตบอลยาง และถุงมือพลาสติก หลักการของกรรมวิธีแบบนี้ คือ เทพลาสติกเหลวลงในแม่แบบที่ร้อน หรือจุ่มแม่แบบที่ร้อนลงในพลาสติกเหลว พลาสติกเหลวจะเกาะผิวของแม่แบบที่ร้อน ยิ่งปล่อยให้เวลานานพลาสติกจะเกาะหนาขึ้น แล้วนำแบบที่มีพลาสติกเกาะอยู่ไปเข้าเตาอบซึ่งมีอุณหภูมิ 350 – 400 องศาฟาเรนไฮต์

กรรมวิธีแบบหล่อร้อนยังมีลักษณะการผลิตได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. ชนิดจุ่ม
2. ชนิดเท
3. ชนิดเหวี่ยง

3. ประเภทขึ้นรูปพลาสติกแผ่น

กรรมวิธีการผลิตประเภทอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น (THERMOFORMING) เป็นกรรมวิธีซึ่งพื้ชนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมเมื่อปี ค.ศ. 1950 นี้เอง เครื่องมือ และเครื่องจักรที่ใช้มีหลายชนิดแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดการใช้งาน แต่มีหลักการใหญ่ที่เหมือนกัน คือ นำแผ่นเทอร์โมพลาสติกไปลงไฟให้ร้อนจนอ่อนตัวแล้วนำไปอัดขึ้นรูปทิ้งให้เย็น แผ่นพลาสติกจะคงรูปตามแม่แบบที่อัด ได้ขึ้นตามที่ต้องการ

กรรมวิธีการผลิตประเภทนี้ใช้กับงานผลิตขึ้นงานในจำนวนไม่มาก บางจะใช้กับงานออกแบบผลิตภัณฑ์ทดสอบ (POTOTYPE) ซึ่งสามารถทำแม่แบบได้รวดเร็ว และใช้ผลิตขึ้นงานที่มีขนาดใหญ่ได้ ซึ่งหากจะผลิตด้วยกรรมวิธีแบบฉีด จะต้องลงทุนทำแม่แบบเป็นจำนวนมากใช้เวลาดำเนินการผลิตนาน และบางครั้งไม่มีเครื่องผลิตที่ใหญ่ พอกับขนาดของขึ้นงาน ตัวอย่าง เช่น การทำผนังด้านในของตู้เย็น เป็นต้น

กรรมวิธีชนิดนี้แบ่งออกได้ 3 แบบ คือ

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

ชนิดของพลาสติก

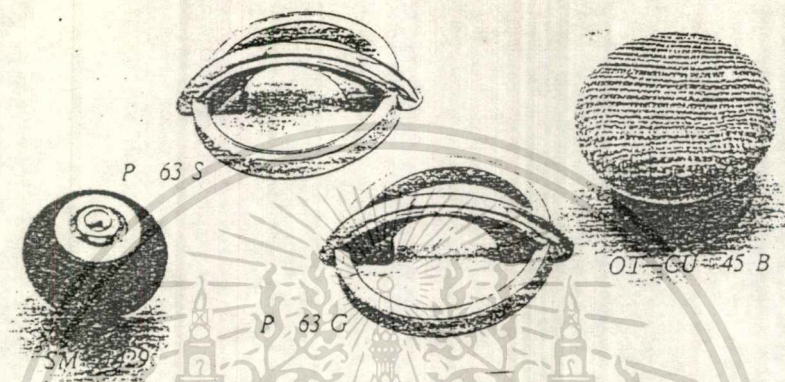
เทอร์โมพลาสติกแผ่นทุกชนิดใช้ได้กับกรรมวิธีประเภทนี้ ที่นิยมใช้กันมากคือ โพลีสไตรีน เซลลูลอส และอะคริลิก พลาสติกแผ่นที่ใช้มักจะเป็นพลาสติกแผ่นที่ได้ผ่านกรรมวิธีการผลิตแบบรีด (EXTRUSION) มากกว่าแบบอื่น ทั้งนี้เพราะราคาถูกและยึดตัวได้ดีกว่า

ชนิดของผลิตภัณฑ์

ชนิดของผลิตภัณฑ์มีมากมาย เช่น ภาชนะบรรจุชนิดต่าง ๆ ป้ายชื่อร้าน ป้ายโฆษณา ผนังในของตู้เย็น เครื่องเล่น ๆ ฯลฯ

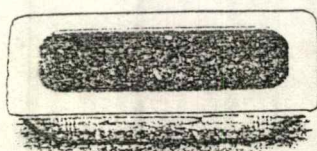
2.21 ซ้อมมือจับ

ภาพที่ 49
แสดงปุ่มเปิด - ปิด

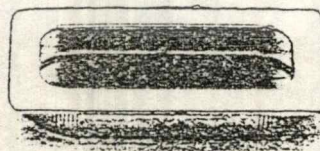


2.21.1 ปุ่มจับแบบรีดพื้นขนาดเล็ก ซึ่งส่วนมากจะเห็นมากในงานทางด้านเฟอร์นิเจอร์
ตัว 1 โป เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับสินค้า บานเปิดขนาดเล็ก ที่ใช้จริงในโรงงานการปิดไม่มากนัก

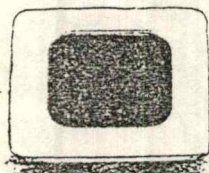
ภาพที่ 50
แสดงมือจับแบบเปิด - ปิดใน



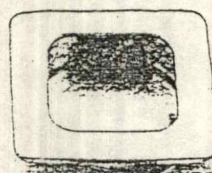
HZ-115 GII BK



HZ-115 SII BR



HZ-120G/1BK

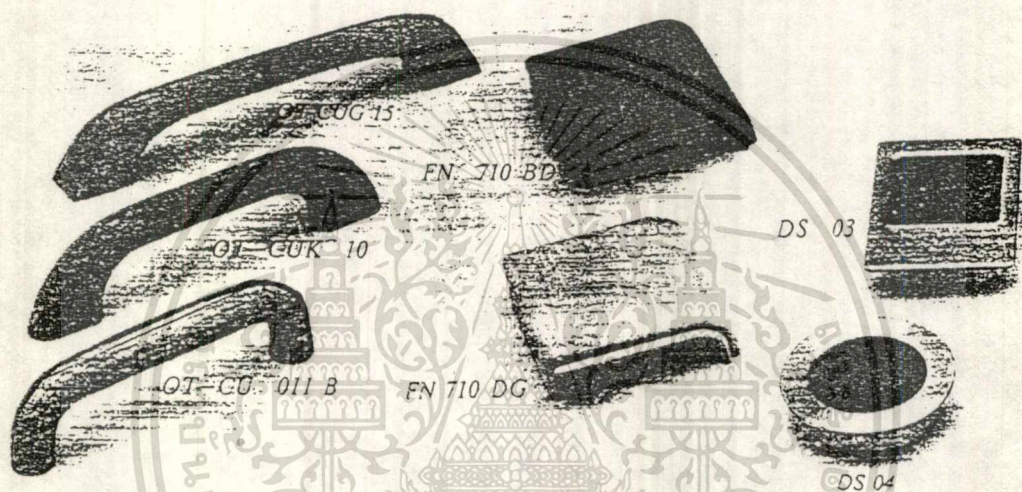


HZ-120S/1BR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.21.2 มือจับแบบใช้มือทั้งสองเปิด - ปิด ส่วนมากจะใช้ในงาน ขนาดใหญ่เท่าแบบปุ่ม เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับประตูทรงต่าง ๆ หรือบานเปิดขนาดใหญ่ เช่น ตู้เย็น ประตูรถยนต์ หรือ ตู้ ลาน้ำงาน เป็นต้น มีทั้งแบบเปิดนอก - เปิดใน แล้วแต่ลักษณะการใช้งาน

ภาพที่ 51
แสดงมือจับขนาดเล็ก



2.21.3 มือจับขนาดเล็กมีลักษณะคล้ายหัวงูใช้ในงานขนาดเล็ก เป็นบางส่วนขอชิ้นงานมี แบบติดแล้วตายตัว และแบบเป็นห่วงห้อยลง อยู่ที่ยานที่จะติดตั้ง

สรุปมือจับ

ลักษณะของมือจับมีอยู่มากมายแต่พอสรุปได้ดังนี้

1. แบบปุ่มขนาดเล็ก ใช้กับงานขนาดเล็กน้ำหนักเบา
2. แบบเปิด - ปิด หักมือ จึงใช้กับงานขนาดใหญ่มีน้ำหนักมาก
3. มือจับขนาดเล็กหรือแบบห่วง

2.22 ข้อมูลเกี่ยวกับบานพับ

บานพับเปิด - ปิดด้านข้างของเครื่องทดสอบของเดิมเป็นบานพับธรรมดาแต่ยาวตาม แนว บานด้านข้างมีข้อเสียคือ

3.3.1 เปิด - ปิดลำบาก

3.3.2 เป็นสนิม

3.3.3 ใช้ขนาดใหญ่เกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สำนักงานส่งเสริมการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.8.4 รับแรงได้ไม่ดี
- 3.8.5 มีเหล็กคานมาช่วยรับแรง
- 3.8.6 ล้นเปลือกอุปกรณ์ขึ้นอื่น
- 3.8.7 บานพับมีให้เลือกหลายชนิดแล้วแต่ลักษณะการใช้งาน แต่เลือกมาศึกษา 4

ชนิด ดังนี้

2.22.1 บานพับธรรมดา

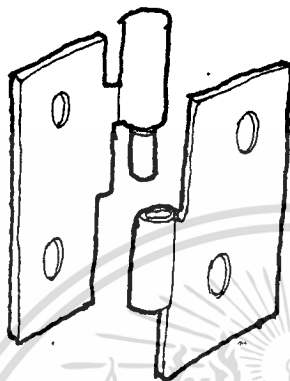


– BUTT ใช้กับงานเปิดทั่วไป เช่น บานตู้ บานประตู หน้าต่าง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับผลิตภัณฑ์เดิมแต่มีขนาดใหญ่กว่า

2.22.2 KNUCKLE

ภาพที่ 53

แสดงบานพับ KNUCKLE

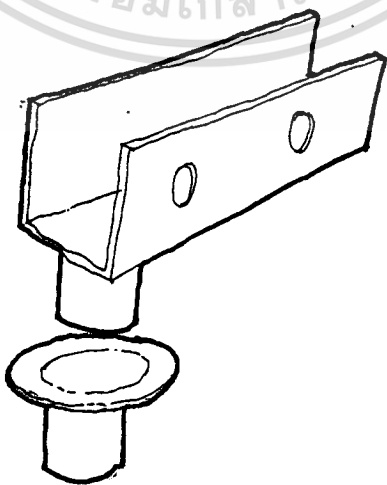


- KNUCKLE เป็นบานพับชนิดถอดได้ ใช้กับบานมุงลวดหรือบานตู้ ขนาดเล็กในบานเฟอร์นิเจอร์ หรือบานเหล็กประเภทถอดประกอบได้ ช่วยในการติดตั้ง มีคุณสมบัติต่างกันตามลักษณะการใช้งาน

2.22.3 PIVOT

ภาพที่ 54

แสดงบานพับ PIVOT



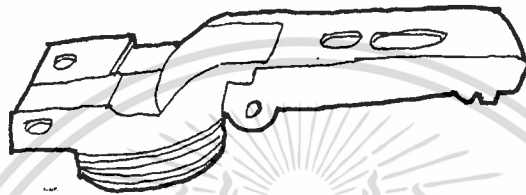
- PIVOT เป็นตัวเปิดแบบหมุนส่วนมากพบในบานกระจก ติดบานตู้ขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าทำให้เกิดความเสียหาย มี 2 ตัวส่วนกันดัดภาพด้านบน

ไม่วารณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.22.4 บานพับกลับ

ภาพที่ 55
แสดงบานพับแบบกลับ



— บานพับกลับ เป็นลักษณะของบานพับแบบใหม่มีความนิยมนำมาใช้แพร่หลายในปัจจุบันง่ายในการติดตั้ง รับแรงได้ดี ทนต่อการใช้งาน

สรุปบานพับ

ลักษณะของบานพับปัจจุบันมีอยู่มากมายแต่นำมาสรุปได้ดังนี้

1. BUTT ใช้กับงานเปิดหุ้มไป เช่น ประตู บานตู้
2. KNUCKLE เป็นบานพับชนิดถอดได้
3. PIVOT ใช้กับงานเปิดแบบกระຈ
4. บานเปิดแบบกลับ เป็นลักษณะของบานเปิดแบบใหม่ เป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน

สำหรับงานเฟอร์นิเจอร์

2.23 ตัวยึด (STOPPER หรือ CATCHES)

2.23.1 แบบแรงยึดบานมั่งลวด

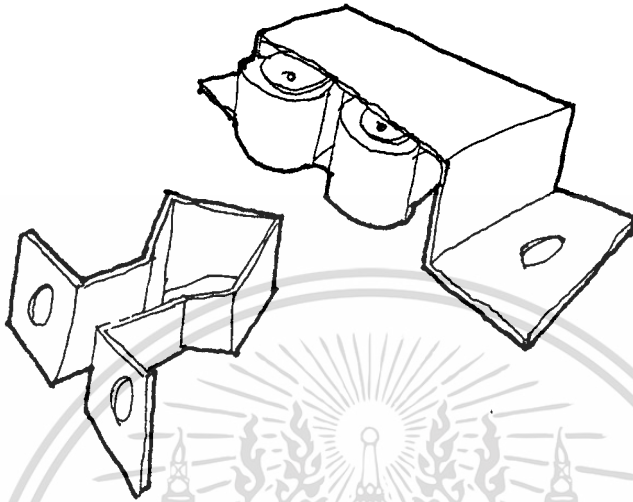
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ยึดบานมั่งลวด หรือบานเปิด – ปิด ที่สั่นน้ำหนักเบา ใช้แรงยึด

เปิดง่ายแต่เปิดยาก ใช้กับผลิตภัณฑ์เดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

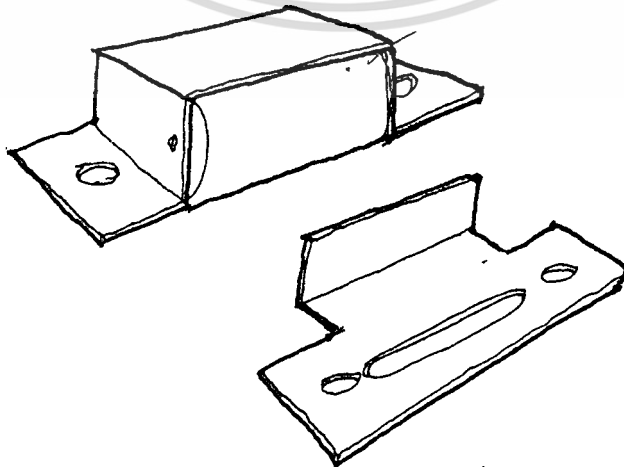
ภาพที่ 56
แสดงอุปกรณ์ยึดบานมุ้งลวด



2.23.2 แบบใช้แรนผิต

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับบานเปิด - ปิด หรือบานของชิ้นงานขนาดเล็ก ใช้แรนผิตช่วยในการยึดต้องออกแรงมาก

ภาพที่ 57
แสดงตัวยึดแบบแม่เหล็ก

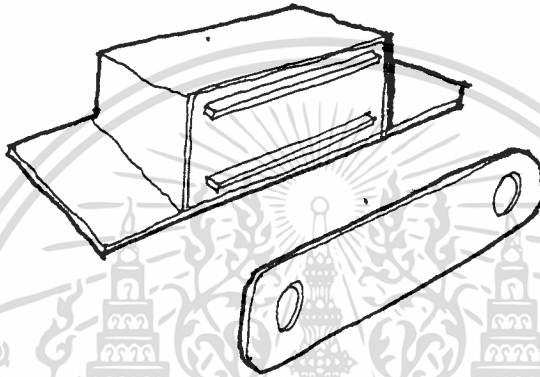


2.23.3 ใช้แรชแม่เหล็ก

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับขามเฟอร์ริเตอร์ ขามเปิดขนาดที่มีน้ำหนักไม่มากนัก ซึ่งต้องการเปิด - ปิดบ่อย เช่น ตู้ หรือเฟอร์ริเตอร์ขนาดย่อม สะดวกในการใช้งาน ใช้แม่เหล็กช่วยยึด

ภาพที่ 58

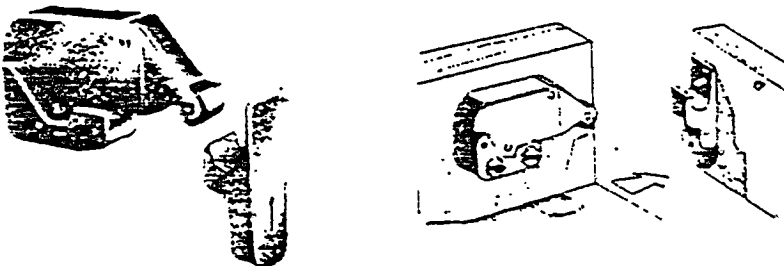
แสดงตัวยึดแบบแม่เหล็ก



2.23.4 อุปกรณ์ล็อกแบบอัตโนมัติใช้กับประตูเป็นส่วนใหญ่ มีใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบันกับขามเฟอร์ริเตอร์ เชื้อแรชแทนต่อการใช้งาน

ภาพที่ 59

แสดงตัวยึดล็อกอัตโนมัติ



สรุปตัวยึดถือ

ลักษณะตัวยึดถืออยู่มาตามอัตราการใช้งาน

1. DOUBLE ROLLER ใช้เรขาคณิตลักษณะขานที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา
2. SINGLE ROLLER ใช้เรขาคณิตช่วยในการยึด ออกแรงมาก
3. MAGHETIC ใช้แม่เหล็กช่วยในการยึด ยายตุ้ เพอร์นิเจอร์ที่ใช้เปิด - ปิด

บ่อย ๆ สะดวกในการใช้งาน

4. อุปกรณ์ล็อคประตูอัตโนมัติ ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน แขนงเรขาคณิตต่อการใช้งาน

2.24 ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะสัดส่วนที่เกี่วข้องกับการออกแบบ

มิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายและการนำไปใช้เพื่อการออกแบบ (BODY DIMENTION AND THEIR APPLICATION)

ในการหาส่วนมิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่มีความสำคัญต่อการออกแบบ เช่น ความสูงยืน ความสูงในระดับสายตา ความสูงนั่ง ฯลฯ ตามวิธีการทำบันทึกในทางสถิติแล้วควรจะได้ทำการสำรวจและบันทึกมิติโดยละเอียด ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่าง (SAMPLING) ในทุกพื้นที่ทั่วประเทศ จากผู้เข้ารับการทดสอบทั่วไปมีจำนวนมาก จึงเป็นเรื่องยากและสิ้นเปลืองเวลามาก

เป็นที่ยอมรับกันอยู่แล้วว่า มิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่วัดได้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความสูงยืน (STANDING HEIGHT) จะได้อัตราส่วน (RAITO) ที่ลดตัวหรือใกล้เคียงกันในแต่ละตัวอย่าง ดังนั้น การทำการสำรวจของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทยจึงมุ่งสำรวจเฉพาะตัวเลขความสูงและน้ำหนักและนำมาจัดเป็นมาตรฐานสัมพันธ์ของความสูงและน้ำหนักทุกระดับอายุ เพื่อใช้เป็นตัวอย่างมาทำการวัดและบันทึกมิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่พอจะให้ความถูกต้องและมั่นใจได้ มิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่มีความสำคัญต่องานออกแบบ, การนำไปใช้ มิติวิกฤตและมิติปรับปรุงได้แสดงไว้ในตารางที่ 18 การนำข้อมูลแสดงเป็นเพียงแนวทางกว้าง ๆ เท่านั้น สถาบันหรือนักออกแบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานออกแบบได้อีกหลายกรณีตามความเหมาะสม

มิติวิกฤต (CRITICAL BODY DIMENTION)

มิติของร่างกายหรือสัดส่วน เช่นเดียวกับความสูงยืน คือค่าที่วัดได้จะมีทั้งค่าสูงสุด MAT ค่าต่ำสุด MIN และค่าเฉลี่ย MEAN การกำหนดค่าใดเป็นมิติวิกฤตขึ้นอยู่กับนำไปใช้ในการกำหนด ความสูงของเครื่องทดสอบสมรรถภาพ ค่าที่ถูกกำหนดเป็นมิติวิกฤตคือ ค่าเฉลี่ยจากตารางที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18

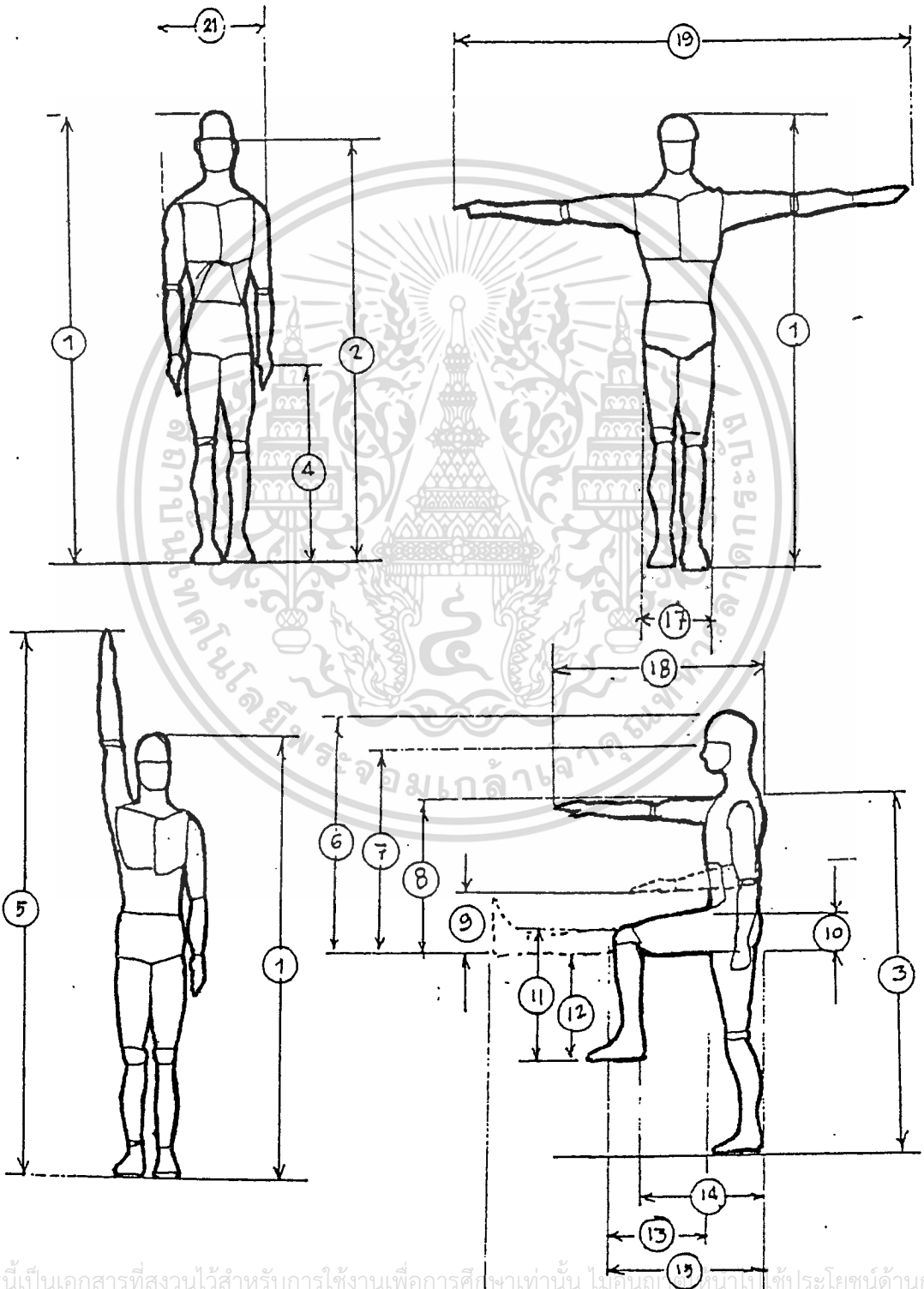
แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติของร่างกายส่วนต่าง ๆ ต่อความสูงยืน

หมายเลข มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ความสูงยืน		
	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1. ความสูงยืน	148.3	160.6	173.27
2. ความสูงระดับสายตา	138.36	149.63	161.66
3. ความสูงระดับไหล่	122.64	172.81	143.49
4. ความสูงระดับมือ	64.8	70.18	75.71
5. ความสูงเอวถึงมือขึ้นบน	186.11	201.55	217.45
6. ความสูงนั่ง	77.56	83.99	90.62
7. ความสูงระดับสายตา	68.21	73.87	79.7
8. ความสูงระดับเท้าถึงไหล่	52.49	56.85	61.33
9. ความสูงจากพื้นถึงข้อศอก	21.2	22.96	24.77
10. ความสูงจากระดับพื้นถึงตอแขนขาอ่อน	12.16	13.16	14.2
11. ความสูงจากพื้นถึงตอแขนของเข้า	44.93	48.66	52.5
12. ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	32.32	35.05	37.77
13. ระยะจากหน้ามือถึงเข้า	33.07	35.87	38.63
14. ระยะจากกันถึงระดับน่องตอแขน	37.66	40.97	44.01
15. ระยะจากกันถึงเข้า	48.97	52.83	57
16. ความยาวของขาเหยียดตรง	92.83	100.53	108.46
17. ความกว้างของที่นั่ง	33.41	36.29	39.15
18. ระยะเอวถึงเท้า	42.81	49.1	55.07
19. ความกว้างของแขน	151.56	164.13	177.08
20. ความกว้างระดับศอก	38.85	42.07	45.37
21. ความกว้างของไหล่	37.51	40.63	43.83

ข้อมูลทางด้านขนาดสัดส่วนของคนไทย

ภาพที่ 60

แสดงตำแหน่งของมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย



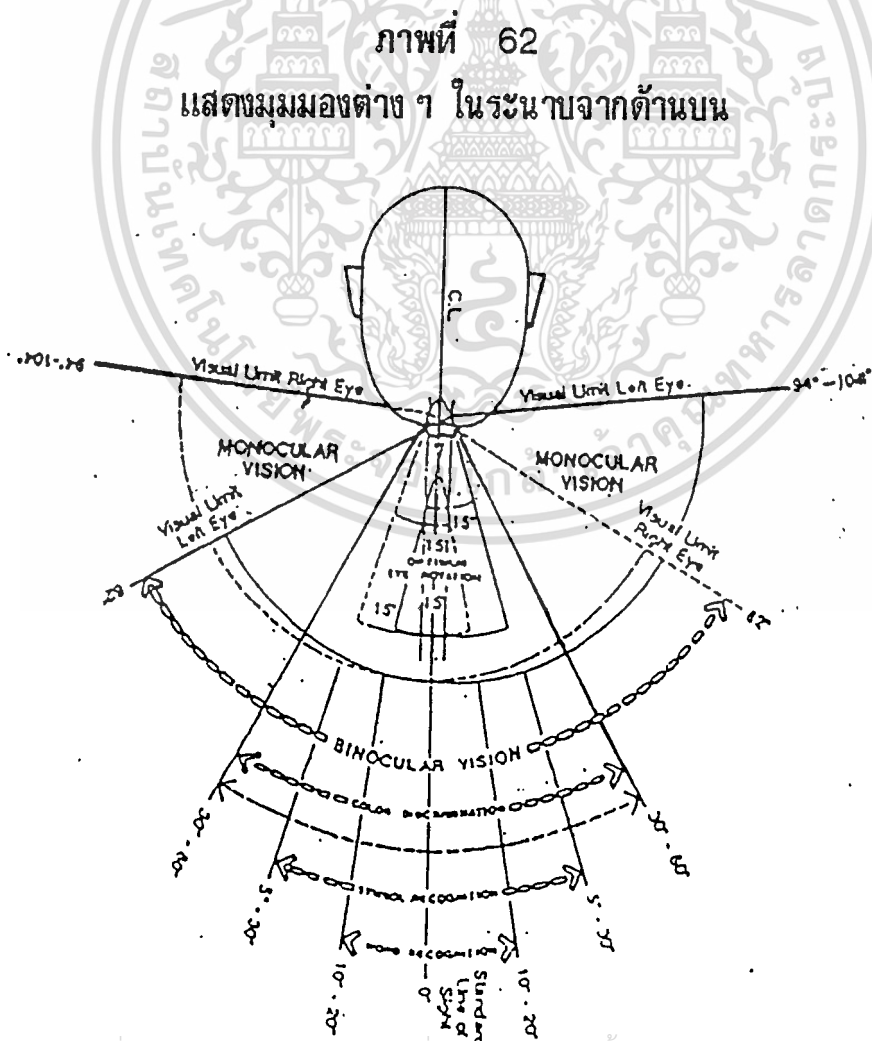
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษามุมมองด้านข้างสามารถสรุปตัวเลขต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการออกแบบภาชนะให้เหมาะสมต่อไป

มุมมองที่สุด	70 องศา
มุมมองสูงสุด	50 องศา
มุมมองที่ดีของสีมากที่สุด ขึ้นบน	30 องศา
มุมมองที่ดีของสีมากที่สุด ลงล่าง	40 องศา
มุมมองเหลื่อมตาขึ้นมากที่สุด	25 องศา
มุมมองเหลื่อมตาลงมากที่สุด	30 องศา
มุมสายตাপกติขณะยืน	10 องศา
มุมสายตাপกติขณะนั่ง	15 องศา

การศึกษาเกี่ยวกับมุมมองต่าง ๆ ในระนาบจากด้านบน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษามุมมองจากด้านบน สามารถสรุปตัวเลขต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐาน และ
แนวทางในการออกแบบภาชนะให้เหมาะสมต่อไป

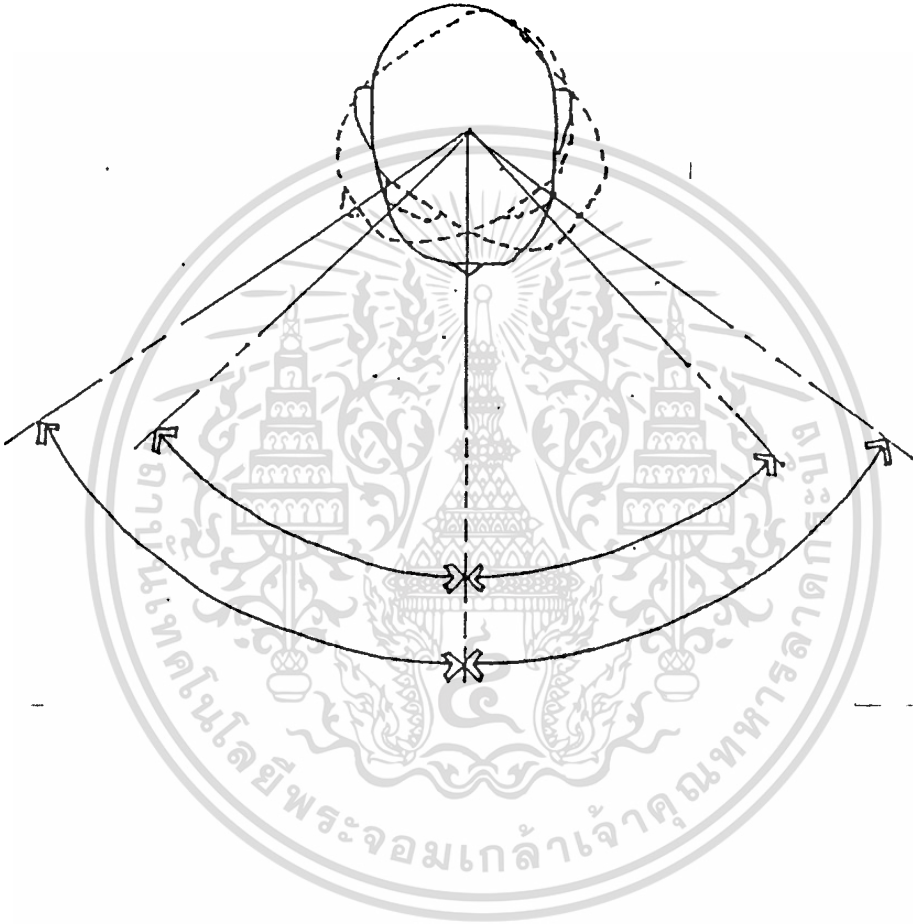
มุมมองตัวหนังสือ	10 – 20 องศา
มุมมองของสัญลักษณ์	5 – 30 องศา
มุมมองที่ดีที่สุดของสี	30 – 60 องศา
มุมมองกว้างที่สุด	94 – 104 องศา

ภาพที่ 63
แสดงองศาการเคลื่อนไหวของศรีษะ



มุมที่ศรีษะเคลื่อนไหวสบายที่สุด 30 องศา

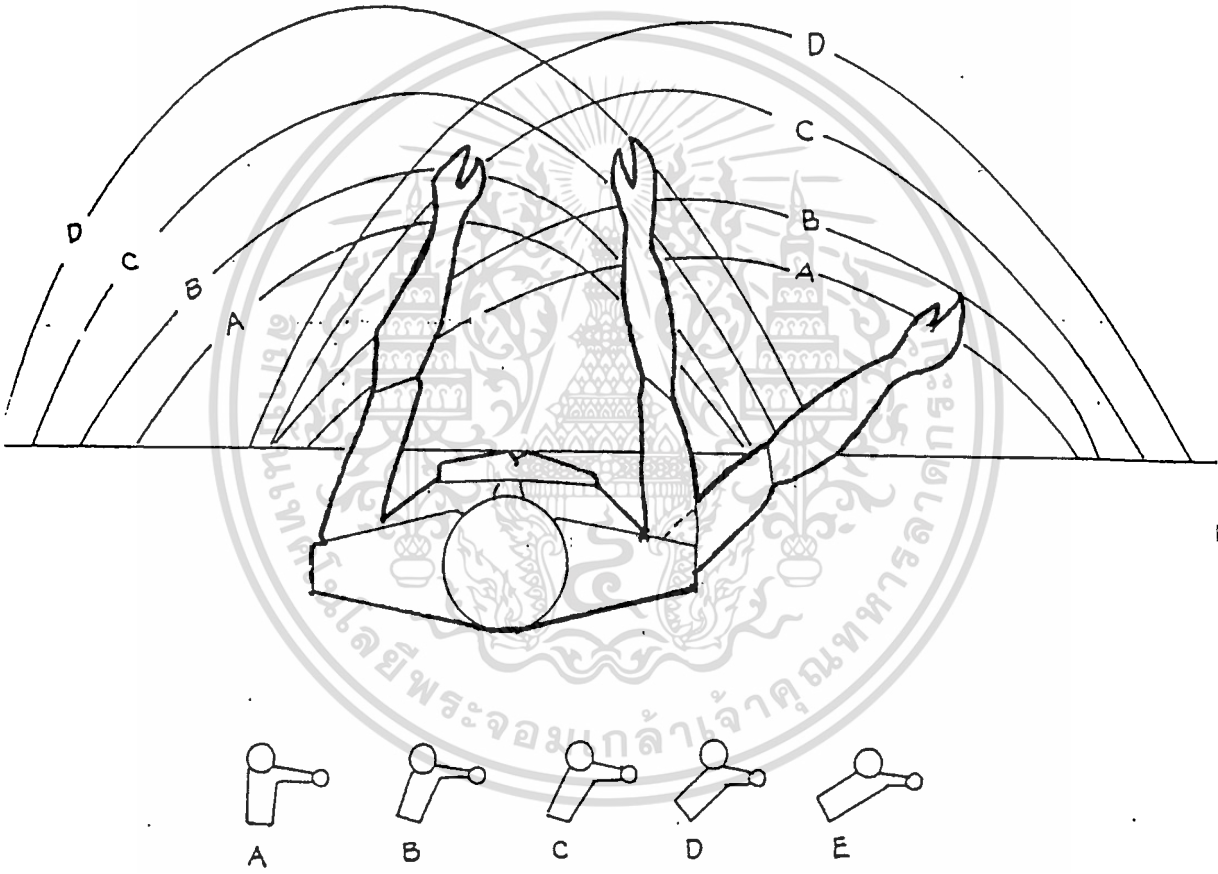
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



มุมที่ศีรษะแสดงความเคลื่อนไหวส่ายที่สุด 45 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 64
แสดงสัดส่วนรัศมีการเอื่อมในท่าต่าง ๆ



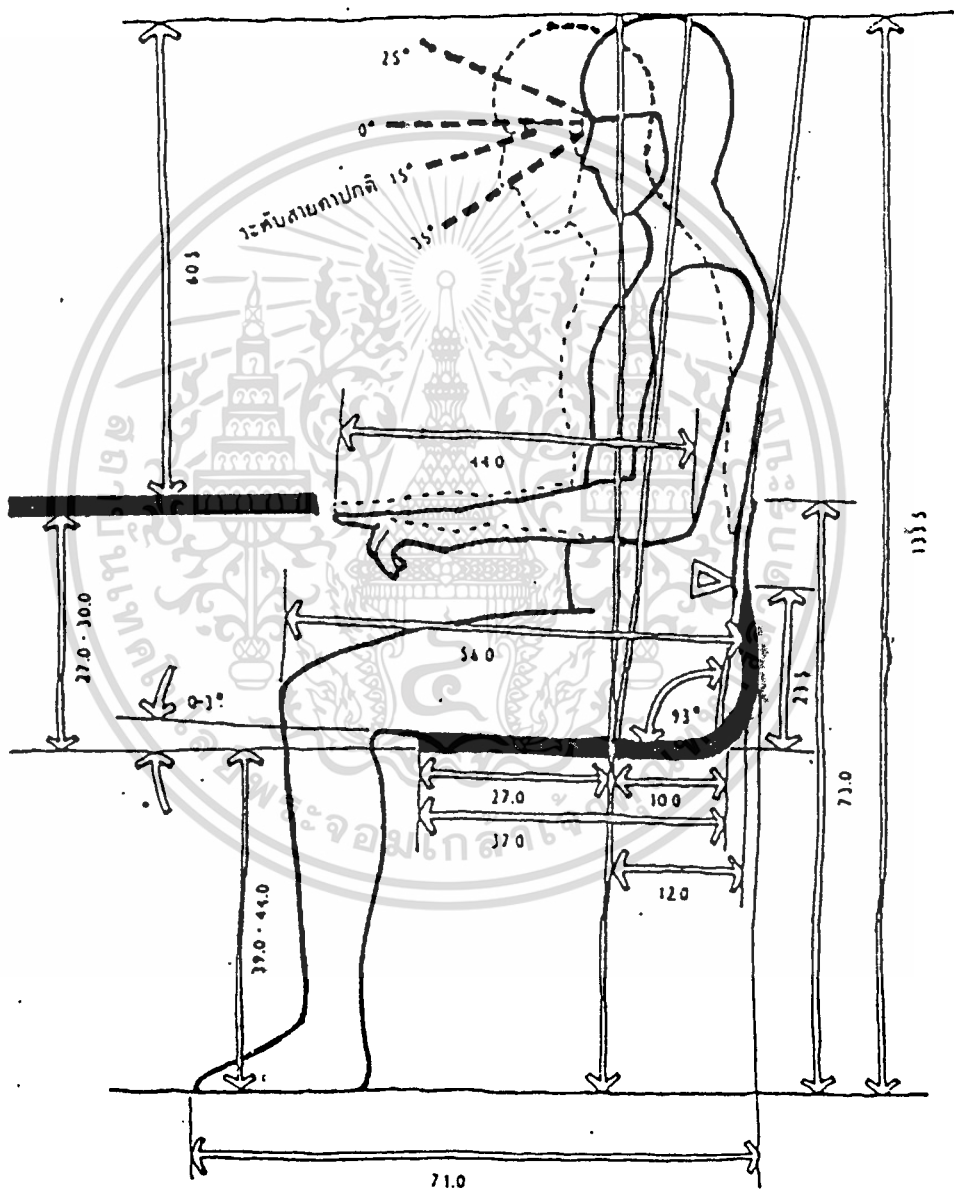
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19
ขนาดสัดส่วนในการออกแบบ

ธรรมดา	รัศมีเอี๋ม		ระยะกว้าง		ระยะไกล		ระยะ ระยะเอี๋มห่างตา		
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	จากโต๊ะ	ชาย	หญิง
	600	565	1530	1450	650	500	20	630	480
	650	615	1530	1450	700	615	20	780	480
	600	565	1530	1450	850	705	20	830	685
	650	615	1630	1550	1000	815	20	800	795

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

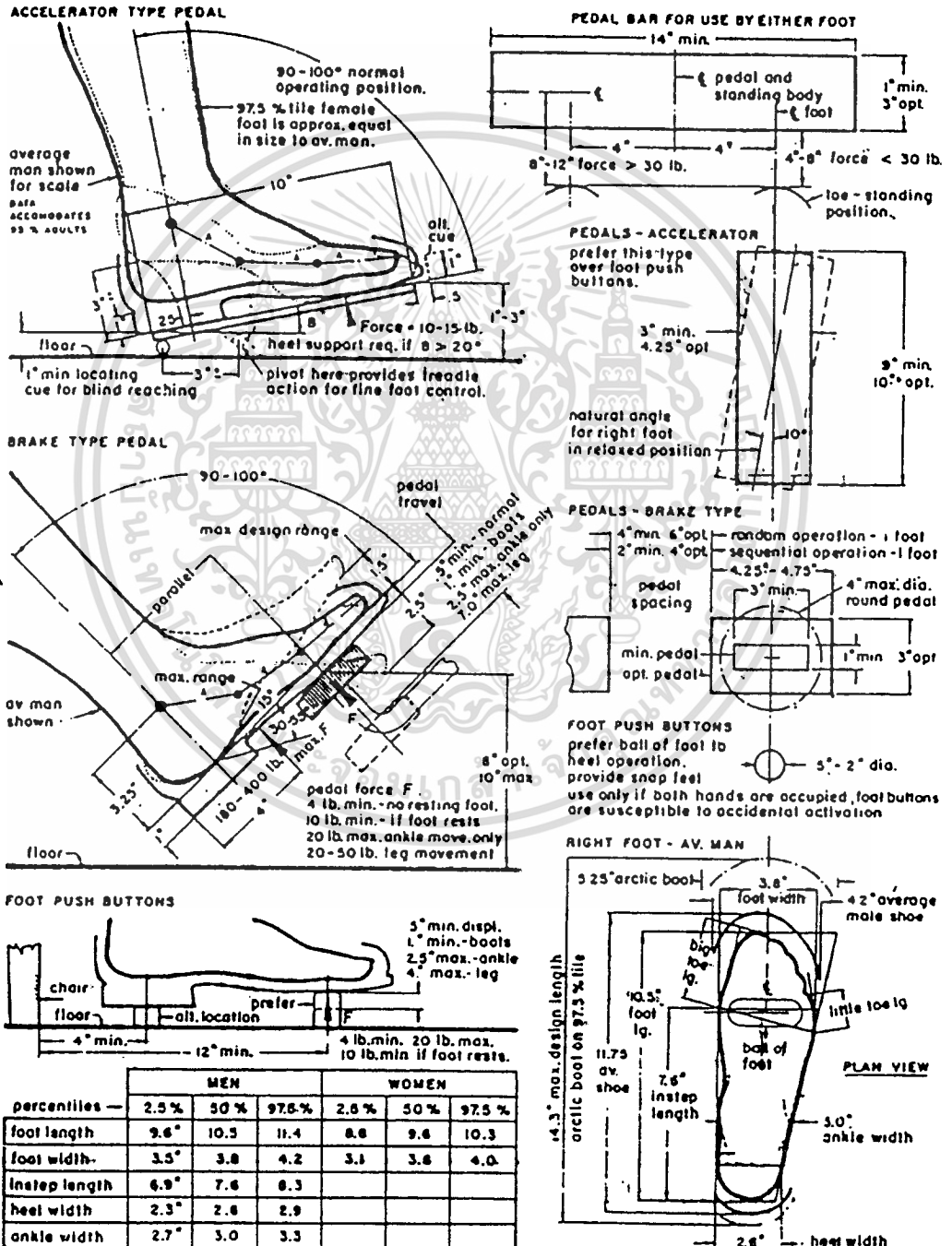
ภาพที่ 65
แสดงมาตรฐานเก้าอี้รับประทานอาหารและเก้าอี้ทำงาน



ความสูงของราย 165.1 ซม. ความสูงของหญิง 154.4 ซม.
น้ำหนักของราย 58.8 กก. น้ำหนักของหญิง 48.7 กก.

ภาพที่ 67

แสดงข้อมูลตัวเลขการวัดขนาดสัดส่วนของเท้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถสรุปตัวเลขต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการออกแบบดังนี้

ระนาบด้านบน

ความกว้างระยะคอก (เคลื่อนไหว)	ค่าต่ำสุด	40 นิ้ว	40 นิ้ว
ความกว้างระยะคอก (คงที่)	ค่าต่ำสุด	25 นิ้ว	25 นิ้ว
ความกว้างของไหล่	ค่าต่ำสุด	23 นิ้ว	23 นิ้ว
ความกว้างของชนากพิง	ค่าต่ำสุด	21 นิ้ว	21 นิ้ว
ความกว้างของสะพาน	ค่าต่ำสุด	20 นิ้ว	20 นิ้ว
ความกว้างของเบาะนั่ง	ค่าต่ำสุด	19 นิ้ว	19 นิ้ว
มุมมองเหลือบตาทางด้านข้าง	ค่าต่ำสุด	180 องศา	180 องศา
ความกว้างระยะเข้า	สเปซที่สี่	18 นิ้ว	18 นิ้ว
ความกว้างระยะเข้า	ค่าต่ำสุด	24 นิ้ว	24 นิ้ว
ขนาดรัศมีพวงมาลัย	ค่าต่ำสุด	7 นิ้ว	7 นิ้ว
ขนาดรัศมีพวงมาลัย	ค่าต่ำสุด	21 นิ้ว	21 นิ้ว

ระนาบด้านข้าง

ระยะไกลสุดของการอ่านสัญญาณอย่างชัดเจน	ค่าสูงสุด	28 นิ้ว
มุมมองเหลือบตาบนมากที่สุดจากแนวระดับสายตามุม	ค่าสูงสุด	15 องศา
มุมมองเหลือบตาลงมองแผงหน้าปัด	สเปซที่สี่	30 องศา
มุมมองเหลือบตาลงมองมากที่สุด	ค่าสูงสุด	30 องศา
ระดับความเอียงของแผงหน้าปัดที่เหมาะสมกับการมอง	เหมาะสม	90 องศา
ความสูงระดับสายตา สำหรับผู้ที่ขับขี่ที่รูปร่างเล็ก ที่จะสามารถมองไปทางด้านหน้าได้ไกล 10 ฟุต		27 นิ้ว
ความหนาของพวงมาลัย	ค่าต่ำสุด	0.75 นิ้ว
ระดับความเอียงของพวงมาลัยกับระนาบพื้นรถ	ค่าต่ำสุด	2.00 นิ้ว
		30 – 60 องศา

ระบบด้านข้าง

ระยะความห่างจากที่เหยียบคลัทช์ถึงขอบล่างพวงมาลัย	ค่าต่ำสุด	25.5 นิ้ว
ระยะความห่างของคันเกียร์มือถือก้านอุปกรณ์ควบคุม	ค่าสูงสุด	2.5 นิ้ว

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะความลึกของคลัทช์ แลนบรค	ค่าสูงสุด	4	นิ้ว
ระดับความเอียงของหัวเกาให้ให้ความสบาย	ค่าต่ำสุด	28	องศา
ระดับความเอียงของที่เหยียบคันเร่ง	ปกติ	10	องศา
ขนาดของที่เหยียบคันเร่ง	ค่าสูงสุด	10	นิ้ว
ระยะความห่างจากขอบเบาะนั่งถึงจุดหมุนของที่เหยียบเท้า	ปกติ	12.25	นิ้ว
ระยะความห่างจากขอบเบาะนั่งถึงแนวกลางของที่เหยียบ	ปกติ	16.25	นิ้ว
เบรคและคลัทช์	ค่าสูงสุด	17.25	นิ้ว
ระยะความสูงของพินรัดถึงขอบเบาะนั่ง	ค่าต่ำสุด	6	นิ้ว
ระยะความลึกขอบเบาะนั่ง	ต่ำสุด	13	นิ้ว
	สูงสุด	17	นิ้ว
ระยะความเอียงของเบาะนั่ง	ปกติ	6 – 8	องศา
ความสูงของพนักพิง	สูงสุด	22	นิ้ว
	ให้ความสบาย	18 – 20	นิ้ว
มุมเอียงของเบาะกับพนักพิง	ปกติ	97 – 105	องศา
ระยะความห่างจากพนักพิงถึงขอบพวงมาลัย	ต่ำสุด	15	นิ้ว
ระยะความห่างจากพนักพิงถึงแผงหน้าปัด	ต่ำสุด	29	นิ้ว
ระยะมุมเอียงจากท่อนขาถึงน่อง	ปกติ	105	องศา
ระยะมุมเอียงจากท่อนขาถึงน่องที่ให้เรงกดที่เท้า			
0 – 50 lb.	สูงสุด	105 – 110	องศา
50 – 100 lb.	ต่ำสุด	120	องศา
ระยะความห่างระหว่างเบาะที่นั่งถึงเพดานรถ	ต่ำสุด	42	นิ้ว
สรุปการปรับเบาะนั่งโดยसारทุกความสูงที่เพิ่มขึ้น 1 นิ้วของ			
ในแนวนอน	สูงสุด	6	นิ้ว
ในแนวตั้ง	สูงสุด	4	นิ้ว

ขนาดของมือและนิ้ว รวมทั้งการเคลื่อนไหวต่าง ๆ

ในการออกแบบยานยนต์นั้น อุปกรณ์ต่าง ๆ ทุกชิ้น จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับมือ และ นิ้วของมนุษย์ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นการหยิบจับเครื่องมือ การใช้ SWITCH หักแบบกดหรือแบบ เลื่อน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงขนาดและลักษณะการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ของมือและนิ้ว กล่าว คือ

– FLEXION AND EXTENSION

– DEVIATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

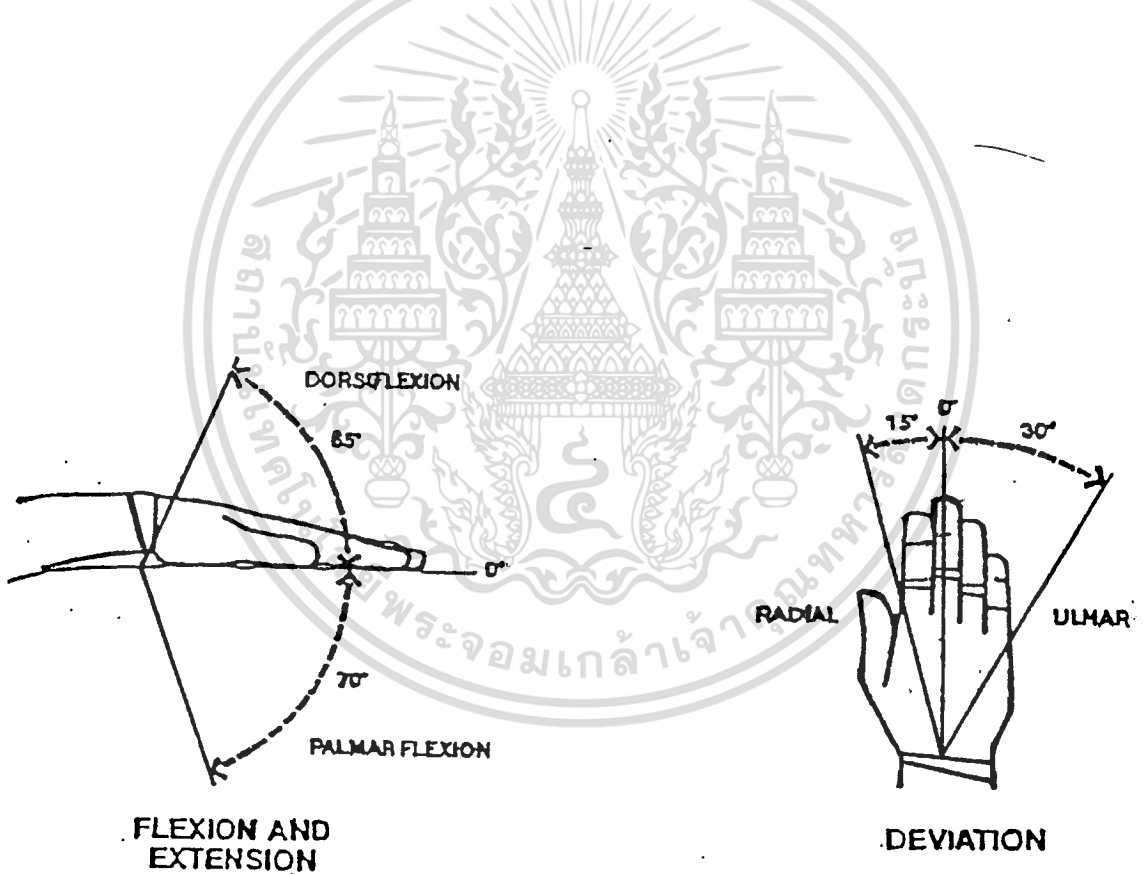
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ABDUCTION
- OPPOSITION
- NEUTRAL

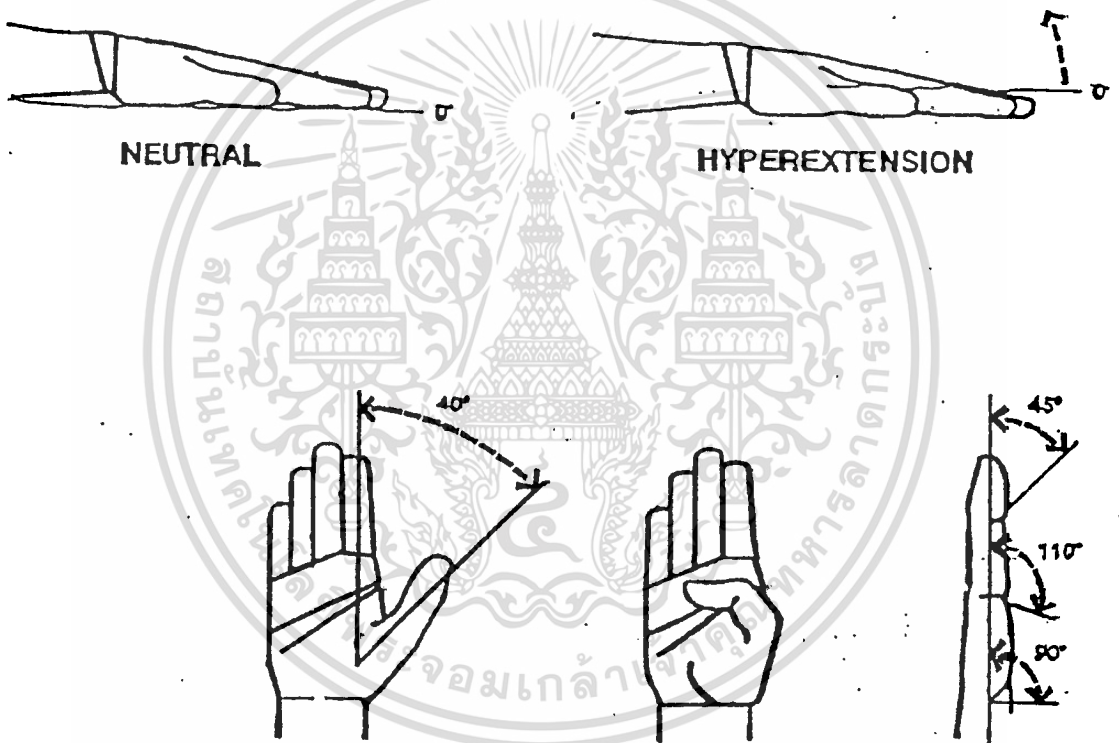
ทศนี้เพื่อเป็นพื้นฐาน และแนวทางในการออกแบบหรือการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการใช้งาน และสรีระร่างกายของมนุษย์

ภาพที่ 68

ลักษณะการเคลื่อนที่ของมือ



ภาพที่ 69
ลักษณะการเคลื่อนไหวของนิ้ว



2.25 จิตวิธานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารของไปรษณีย์และโทรเลข... นักวิชาการหาข้อดีและข้อเสียออกเป็น 4 ชั้น ซึ่งชั้นที่ 4 เกิดจากการผสมกัน
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างสีชั้นที่ 2 และสีชั้นที่ 3 กับสีพื้นฐานที่อยู่ใกล้กัน ไม่มีชื่อเรียกพิเศษ จากสีที่ 4 ขึ้นรวมกันได้ 24 สี ถ้าหากนำสีแต่ละสีไปผสมกับสีขาว และดำจะเกิดค่าของสีใหม่ที่มีสีแตกต่างกันสีละ 40 น้ำหนัก จึงมีสีให้แก่ออกแบบใช้บนพื้น ๆ สีจนตั้งชื่อกันไม่ครบถ้วนต้องใช้หมายเลขแทนส่วนสีที่มีชื่อสำหรับเรียกเฉพาะนั้นส่วนมากตั้งตามวรรณของสี ตั้งชื่อตามจิตกรหรือตั้งให้ไพเราะอ่อนหวานเพื่อผลทางการโฆษณา

สีมีอิทธิพลเหนือจิตใจมนุษย์และผันแปรไปตามธรรมชาติที่เคยชิน สามารถสร้างอารมณ์และบรรยากาศให้กับสิ่งต่าง ๆ ได้ ในงานตกแต่งหากใช้สีไม่เหมาะสม นอกจากจะเป็นการทำลายโครงสร้างแล้วยังทำลายสัดส่วนต่าง ๆ ของห้อง และมีผลต่ออารมณ์ด้วย มันทนทานที่มีความรู้ถึงประสิทธิภาพ ของสีร้อนและสีเย็นจะสามารถนำมาเสริมตกแต่งได้มาก และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของงานได้

การใช้สีควรคำนึงถึงหลักที่สีต่าง ๆ ประสานกลมกลืนกันโดยดูจากน้ำหนักของสีในวงจรสีจะรู้เห็นได้ว่าสีทางด้านซ้ายมือถูกกำหนดให้เป็นสีร้อน และทางขวามือเป็นสีเย็น เมื่อต้องทำงานที่เกี่ยวกับสีควรกำหนดว่าจะใช้สีใดเป็นหลัก เช่น กำหนดว่าจะใช้สีเย็น ก็ใช้สีเขียว สีน้ำเงิน สีเหลือง โดยให้แต่ละสีมีค่าน้ำหนักอ่อนแก่ในตัวเองด้วย การใช้สีในลักษณะนี้จะเกิดผลให้เห็นการประสานสัมพันธ์ของสีอย่างง่าย ๆ แต่ถ้าใช้สีแดงเข้มแทนน้ำเงิน และมีจำนวนเท่ากัน ดั่งนี้ก็จะเกิดความไม่ประสานกัน ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องระวังกันมาก แต่ถ้าเจือสีแดงลงในสีที่ 3 ดังกล่าวแล้วหรือลดคุณค่าของสีแดงลง ก็จะได้ความประสานสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ด้วยเหตุที่ว่า สีแดงเป็นสีคู่ตรงข้าม เมื่อนำมาใช้ด้วยจำนวนสีเท่ากันจะทำให้สีตัดกันอย่างแท้จริง เมื่อลดความสดของสีแดงลงทำให้เกิดความประสานสัมพันธ์ดีขึ้น เรียกว่าการประสานสัมพันธ์ของสีต่างน้ำหนัก ถ้าต้องการให้สียังสดในสภาพเดิมแล้ว ถ้าใช้สีเย็น 70 % ที่เหลือใช้สีร้อน

2.25.1 การจัดหาสีให้ถูกตำแหน่งเหมาะสมจะเกิดความสวยงามและสร้างอารมณ์แก่ผู้ที่พบเห็นแต่ก่อนอื่นต้องทราบก่อนว่า สีที่เห็นได้โดยทั่วไปนั้นแบ่งแยกเป็น 3 แบบคือ

2.25.1.1 สีที่มองเห็นในธรรมชาติ

เช่น แสงของดวงอาทิตย์ที่ใกล้จะลับขอบฟ้าแต่ยังส่องแสงไปกระทบผนังอาคาร หรือก้อนเมฆต่าง ๆ แสงของดวงไฟฟ้าหรือป้ายนิออนที่ส่องอาคารเป็นสีต่างกันไป

2.25.1.2 สีของวัสดุ

คือ สีของวัสดุแท้ ๆ เช่น สีของหินอ่อน อิฐ ไม้ ซึ่งเราไม่ต้องใช้สีเคลือบผิวเนื้อแท้ของวัสดุนั้น

2.25.1.3 สีที่เกิดจากการใช้เนื้อสีทา
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้ได้สีตามที่ต้องการจึงต้องใช้สีที่ต้องการหา นอกจากจะทำให้สวยงามแล้วยัง—
 เพิ่มความคงทนต่อวัสดุด้วย

2.25.2 การสะท้อนแสงของสีต่าง ๆ บนผนังเรียบ

ตารางที่ 20

การสะท้อนแสงของสีต่าง ๆ บนผนังเรียบ

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

2.25.3 ผลกระทบของสีที่มีต่อมนุษย์

สีทุกสีมีผลต่อภาวะจิตใจของมนุษย์ สามารถทำให้เกิดอารมณ์ได้ตามชนิดของสีซึ่งพอ
 จะแยกตัวอย่างให้เห็นได้ดังต่อไปนี้

สีแดง ทำให้เกิดความหฤหรรษ์ รุนแรง ตื่นเต้น มองเห็นได้ไกล

สีเหลือง ทำให้รู้สึกเบิกบาน สดใส เร่าเริง กระตุ้นสายตา

สีเขียว ให้ความรู้สึกร่มเย็น เงียบ สงบ พักผ่อน เย็นตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นไว้สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่เอกสารนี้แก่บุคคลอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

สีน้ำเงิน	ให้ความรู้สึกเยือกเย็น อ้ำว้าก สดบ มั่นคง
สีม่วง	ให้ความรู้สึกสงบ ภาควงูมิ
สีขาว	ให้ความรู้สึกเบา สว่าง กว้าง
สีเทา	ให้ความรู้สึกแห้งแข็ง ชืด
สีดำ	ให้ความรู้สึกสุขุม ลึกกลับ ตึ้นตัน

นอกจากสีจะให้ความรู้สึกที่มีต่อจิตใจมนุษย์แล้ว ยังให้ความรู้สึกเกี่ยวกับสิ่งของที่สีสืหาจากความรู้สึกที่สายตาเพ่งมอดดู ดังตัวอย่าง

2.25.3 ขนาด สีอ่อนจะทำให้ผลิตภัณฑ์ดูใหญ่ขึ้น แต่สีเข้มจะทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเล็ก

2.25.4 น้ำหนัก สีอ่อนและสีร้อนทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา ส่วนสีเข้มและเย็นทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

2.25.5 ความสะอาด สีขาวเป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด สีอ่อนหรือสีฟ้า— ซ้ำง สีเหลือง สีเขียวอ่อน รู้สึกนุ่มนวล สะอาดตา ถูกลักษณะ

2.25.6 ความแข็งแรงแ สีให้ความรู้สึกแข็งแรงแมาก ส่วนสีเย็นให้ความรู้สึก— แข็งแรงแน้อย

2.25.7 อุณหภูมิ สีร้อนให้ความรู้สึกอบอุ่น ส่วนสีเย็นให้ความรู้สึกสดชื่น

ข้อแนะนำในการใช้สี

การใช้สีคล้อยไปกับสิ่งแวดล้อม ผู้ใช้จะต้องคิดว่าสีที่ใช้นั้น กลมกลืนหรือแตกต่างกับ สิ่งแวดล้อม เช่น ภูมิอากาศ อาคารบ้านเรือนข้างเคียง เป็นต้น ถ้าใช้สีเหมือนธรรมชาติมากเกินไป ทำให้มองไม่เห็นเด่นออกมา และถ้าหากใช้สีแตกต่างจากสีของธรรมชาติมากเกินไปก็ทำให้เกิดความไม่น่า ดูไปได้

การใช้สีให้คล้อยตามวัสดุ เช่น ถ้าสีของวัสดุนั้นมีความเหมาะสมกับสภาพต่าง ๆ แล้ว ก็ควรจะใช้สีของวัสดุนั้นโดยไม่ต้องทำสีเพิ่ม หรือทำสีปิดทับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มอบไว้สำหรับปฏิบัติงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ควรใช้สีตามประโยชน์ใช้สอยของมันเสร็จ เช่น สีขาวที่ช่วยให้การสะท้อนแสงสว่าง ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีตา หรือสีเหงาเพื่อลดความสกปรกของชิ้นงาน สีฟ้าเพื่อความสะอาด สีเขียวเพื่อความสบายตาเป็นต้น

2.26 วัสดุกราฟิกหรือวัสดุฉายเส้น (GRAPHIC MATERIALS)

กราฟิก (GRAPHICS) คือ การสื่อความหมายด้วยการใช้ภาพวาด ภาพสเก็ต แผนภาพ การถ่ายภาพและอื่น ๆ ที่ต้องอาศัยศิลปะ และศาสตร์เข้ามาช่วย และเพื่อทำให้ผู้ดูเกิดความคิดและการตีความหมายได้ตรงตามที่ผู้ส่งต้องการ เช่น แผนภูมิ ภาพโฆษณา การ์ตูน เป็นต้น

วัสดุกราฟิก คือ โสตทัศนวัสดุที่ผลิตขึ้นแสดงสัญลักษณ์หรือความหมายของสิ่งหนึ่งสิ่งใด ทำให้คนมองเห็นความจริงหรือความคิดอันถูกต้อง ชัดเจนจากวัสดุกราฟิกชิ้นนั้น ๆ

งานกราฟิก คือ งานการวางแผนทางศิลปะและการทำหัวเรื่อง ในรูปของขนาด วัตถุประสงค์และหลักในการออกแบบ รวมถึงการใช้สีประกอบเพื่อเน้นและดึงดูดใจให้มากขึ้น และเป็นการที่ช่วยให้ได้รายละเอียดชัดเจน ผู้พบเห็นจะรู้ได้ทันที

หลักการออกแบบวัสดุกราฟิก ในการออกแบบวัสดุกราฟิกชิ้นนั้น เพื่อที่จะให้วัสดุกราฟิกมีความสวยงาม เราต้องคำนึงถึงการออกแบบ หรือลักษณะที่จะทำให้วัสดุกราฟิกมีคุณค่าตรงตามวัตถุประสงค์และใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีหลักการดังนี้

1. ควรออกแบบให้วัสดุกราฟิกมีลักษณะเหมาะสมกับจุดมุ่งหมาย ความกลมกลืนของส่วนประกอบ การออกแบบตามเกณฑ์ความงาม
2. ควรออกแบบให้มีลักษณะง่าย มีจำนวนการผลิตตามที่ต้องการของสังคม และมีขบวนการผลิตที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากและมีเนื้อหาตรงตามที่ต้องการ
3. ออกแบบให้มีประโยชน์โดยมุ่งถึงผลที่จะได้รับจากวัสดุกราฟิก
4. การประหยัด เช่น เวลาในการผลิต ราคา
5. ควรมีส่วนที่ดี กลมกลืนทั้งส่วนรวม เช่น รูปแบบ สี เส้น ฯลฯ
6. ควรมีความเหมาะสมของวัสดุและวิธีการ มีคุณภาพและวิธีการใช้ง่าย สะดวก
7. ควรจะมีโครงสร้างที่เหมาะสมกับวัฒนธรรมและความต้องการของสังคมซึ่งรวมถึงความถูกต้องในสภาพความเป็นจริง

ข้อควรพิจารณาเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบกราฟิก คือ

ในการออกแบบกราฟิก ควรให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่คำว่า ทำอะไร กับสิ่ง-กัตที่ไหน เครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายสำหรับผู้ทดสอบขอใบอนุญาตขับขี่ยานยนต์ ขึ้นตรงกับกรมการขนส่งทางบก ดังนั้น กราฟิกต้องให้มีรูปแบบหรือสัญลักษณ์เฉพาะตัวของสังกัด ไม่ขัดต่อ พ.ร.บ. ขนส่ง

ไม่ว่าการใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 70

สัญลักษณ์ของกรมการขนส่งทางบก



กรมการขนส่งทางบก

ตราหรือสัญลักษณ์กรมการขนส่งทางบก ตัณภาพด้านบน เป็นสื่อเดียวที่มีความหมายกับผู้อพบเห็นโดยไม่ต้องอธิบาย ซึ่งทราบได้ทันที เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับการใช้งานไม่ขัดต่อ พ.ร.บ. กรมการขนส่งทางบก

สรุป เลือกตรา หรือสัญลักษณ์ของกรมการขนส่งมาใช้เป็นวัสดุกราฟิกส์ของเครื่องหมายตราทางกาย

บทที่ 3 การรวบรวมและศึกษาข้อมูล

3.1 วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล

วิธีการสำรวจ และรวบรวมข้อมูลคือ การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการวิจัยจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานนำมาประกอบการวิเคราะห์และสรุปผลต่อไป การสำรวจและรวบรวมข้อมูลทำได้ 3 วิธีคือ

3.1.1 การศึกษาเชิงเอกสาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารและหนังสือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย เช่น วัสดุที่ใช้ในการผลิต พ.ร.บ. กรมการขนส่งทางบก ความรู้เบื้องต้นในการขอใบอนุญาตขับขี่รถยนต์เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ แหล่งที่หาการศึกษาเชิงเอกสาร คือ ห้องสมุดและสถานที่ราชการที่เกี่ยวข้อง

3.1.2 การสัมภาษณ์

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์กับบุคคลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และมีความรู้ ความสามารถในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ได้แก่ เจ้าหน้าที่ออกใบอนุญาตขับขี่ เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการสำนักงานขนส่งเขตพื้นที่ 3 รวมทั้งผู้เข้ารับการทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย

3.1.3 การศึกษาจากของจริง

เป็นการดำเนินการเก็บข้อมูล รวบรวมข้อมูลโดยการออกภาคสนามศึกษาจากของจริง คือ เครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายโดยศึกษาจากของเดิม เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นสถานที่ทำการทดสอบ ขั้นตอนการทดสอบ วิธีการใช้งาน การใช้วัสดุ เพื่อให้ผู้วิจัยจะได้ทราบถึงปัญหาข้อดี ข้อเสีย เพื่อจะได้นำมาเป็นมูลฐานในการแก้ไขปรับปรุงเพื่อนำมาออกแบบเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายสำหรับผู้ทดสอบขอใบอนุญาตขับขี่รถยนต์

เมื่อได้ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ครบตามความต้องการแล้วจึงนำไปทำการแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์และสรุป โดยเลือกเฉพาะข้อมูลที่มีความสำคัญและจำเป็นเพื่อประกอบการออกแบบเท่านั้น

3.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

3.2.1 กรมการขนส่งทางบก เขตจตุจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารราชการในกรมการขนส่งทางบก เขตจตุจักรนั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.2.2 สำนักงานขนส่งเขตพื้นที่ 3 บางจาก
- 3.2.3 สำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา
- 3.2.4 บริษัทราชสีมาไทรมิตร จำกัด อ.เมือง จ.นครราชสีมา
- 3.2.5 ห้องสมุดคณะครุศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระ

บัช

3.3 ศึกษาการขอใบอนุญาตเป็นผู้ขับรถขนส่งตามพระราชบัญญัติการขนส่ง พ.ศ. 2522

3.3.1 หลักฐานประกอบคำขอ (อายุตั้งแต่ 25 ปีขึ้นไป)

3.3.2 การดำเนินการ

3.3.2.1 ทดสอบสายตาบอดสี

ทดสอบสายตาทะลุ

ทดสอบสายตาทะลุ

ทดสอบประสาทสัมผัส

ทดสอบปฏิกิริยา

3.3.2.2 การทดสอบข้อเขียน ทดสอบความรู้ในข้อบังคับรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ และกฎหมายว่าด้วยการจราจรทางบก ตามชนิดของใบอนุญาต กรณีใบอนุญาตขับรถสาธารณะ ให้ทดสอบความรู้เกี่ยวกับถนนและทางหลวงในเขตจังหวัดที่ขอรับใบอนุญาตด้วย

3.3.2.3 การทดสอบรถยนต์

ท่าที่ 1 การเดินหน้าและหยุดรถเทียบทางเท้า

ท่าที่ 2 การขับรถเดินหน้าและถอยหลังในทางตรง

ท่าที่ 3 การขับรถถอยหลังเข้าจอด

ท่าที่ 4 การกลับรถ

ท่าที่ 5 การหยุดรถบนทางราบ

ท่าที่ 6 การหยุดรถและออกรถบนทางลาด

ท่าที่ 7 การขับรถโดยปฏิบัติตามเครื่องหมายจราจร

การทดสอบขับรถทุกชนิด ยกเว้นรถจักรยานยนต์ รถแทรกเตอร์ รถบดถนน ให้ทดสอบจำนวน 3 ท่า

การทดสอบขับรถจักรยานยนต์ ให้ทดสอบเฉพาะท่าที่ 7

3.3.2.4 เข้ารับการศึกษาคู่มือ รับใบอนุญาตเป็นผู้ขับรถขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ที่ต้องเข้ารับการทดสอบสมรรถภาพมีดังนี้

1. ผู้ทำใบอนุญาตใหม่ ทดสอบทุกขั้นตอน
2. กรณีใบอนุญาตขาดอายุไม่เกิน 3 ปี
3. กรณีใบอนุญาตขาดอายุเกิน 3 ปี ต้องทดสอบซ้ำครบด้วย

3.4 ประกอบการขนส่ง

ประกอบการขนส่งตาม พ.ร.บ. ขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 มี 4 ประเภท

3.4.1 การประกอบการขนส่งประจำทาง

รถโดยสาร (ขนส่งคน) ทะเบียน 10-1111

รถบรรทุก (ขนส่งสัตว์ หรือสิ่งของ) ทะเบียน 50-1111

3.4.2 การประกอบการขนส่งไม่ประจำทาง

รถโดยสาร ทะเบียน 30-1111

รถบรรทุก ทะเบียน 70-1111

3.4.3 การประกอบการขนส่งตัวรถขนาดเล็ก

น้ำหนักไม่เกิน 4,000 ก.ก.

3.4.4 การประกอบการขนส่งส่วนบุคคล

น้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 1,600 ก.ก.

รถโดยสาร ทะเบียน 40-1111

รถบรรทุก ทะเบียน 80-1111

ใบอนุญาตผู้ประจำรถมี 4 ประเภท ดังนี้

1. ผู้ขับรถ (ทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย)
2. ผู้เก็บค่าโดยสาร
3. นายตรวจ
4. ผู้บริการ

จากประกอบการดังกล่าว จะได้นำไปเป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องทดสอบสมรรถภาพ

จากลักษณะผู้เข้ารับการทดสอบรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ศึกษาวัสดุโครงสร้างหลัก (ขารองรับเครื่อง)

จากการศึกษาข้อมูลจากเครื่องควบคุมอัตโนมัติในการทดสอบปฏิกิริยาในขั้นตอนนี้ ผู้เข้ารับการทดสอบใช้แรงกระทำมากที่สุด และน้ำหนักเครื่อง รวมทั้งเจ้าหน้าที่ควบคุม ทำให้ได้ข้อสรุปความต้องการของวัสดุโครงสร้างหลักโดยส่วนรวมดังนี้

3.5.1 โครงสร้างจะต้องมีความแข็งแรง เพื่อการรับน้ำหนักที่ดีจากเครื่องควบคุมอัตโนมัติ

3.5.2 โครงสร้างจะต้องทนต่อสภาพการใช้งาน

3.5.3 โครงสร้างจะต้องไม่ซับซ้อนง่ายในการผลิต

จากความต้องการดังกล่าว จึงต้องนำกลาสมแยกแยะข้อดีข้อเสียของวัสดุโครงสร้างหลักที่นำมาพิจารณา โดยมีวัสดุโครงสร้างที่นำมาพิจารณา 3 ชนิด คือ

- 1. ไม้จริง (ผลิตภัณฑ์เดิม)
- 2. เหล็กกล่องเหลี่ยม
- 3. เหล็กกลมกลวง

ตารางที่ 21
ข้อดี ข้อเสีย ของไม้จริง

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ใช้งานไฟฟ้า	1. รับน้ำหนักได้ไม่ดี
2. น้ำหนักเบา	2. รอยต่อไม่แข็งแรง
3. มีให้เลือกหลายขนาด	3. ขั้นตอนการผลิตมาก

ตารางที่ 22
ข้อดี ข้อเสีย ของเหล็กกลมเหลี่ยม

ข้อดี	ข้อเสีย
1. รับแรงกดได้ดี	1. ไม่สามารถตัดโค้งได้
2. เมื่อเจาะรูแล้วรับแรงกดได้ดีกว่าเหล็กกลม	2. รับแรงกดหน้าตัดได้ไม่ดีเท่าที่ควร
3. พื้นที่จะราบมีมาก ทำให้ประกอบติดกับวัสดุอื่นได้ดี	

ตารางที่ 23

ข้อดี ข้อเสีย ของเหล็กกลมกลวง

ข้อดี	ข้อเสีย
1. สามารถตัดโค้งได้ดี	1. รับแรงกดไม่ดีในแนวนอน
2. กินพื้นที่หน้าตัดน้อย	2. เจาะรูพื้นที่ผิวยากและทำให้เสียความแข็งแรง
3. รับแรงดกในแนวตั้งได้ดี	3. พื้นที่หน้าขวางมีน้อยทำให้ความแข็งแรงลดน้อยลง เมื่อใช้งานในพื้นที่หน้าตัด

จากการแจกแจงข้อดี ข้อเสีย ของวัสดุโครงสร้างคือ ไม้จริง เหล็กกล่องเหลี่ยม เหล็กกลมกลวง พอสรุปได้ว่า เหล็กกลมกลวงและเหล็กสี่เหลี่ยมกลวงนั้นมีคุณสมบัติที่เหมาะสมและตรงกับความต้องการที่กล่าวมาข้างต้นมากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกเหล็กกลมกลวง และเหล็กสี่เหลี่ยมกลวงไปวิเคราะห์ในตารางวิเคราะห์ เพื่อจะหาวัสดุโครงสร้างที่ตรงกับความต้องการมากที่สุด

3.6 ศึกษาวัสดุโครงสร้างรอง

วัสดุโครงสร้างรองในที่นี้ หมายถึง วัสดุทำตัวครอบเครื่องและส่วนต่าง ๆ ของอุปกรณ์ทดสอบ วัสดุที่เลือกมาใช้มีดังนี้

3.6.1 โลหะแผ่น

3.6.2 พลาสติก

3.6.3 ไม้อัด

ในผลิตภัณฑ์เดิมนั้น ใช้ไม้อัดเป็นวัสดุทำโครงสร้างรอง แต่เนื่องจากความต้องการคุณสมบัติของวัสดุโครงสร้างในการสรุปข้อมูลที่ผ่านมาจึงต้องมีการเปรียบเทียบวัสดุครอบเครื่อง เพื่อนำไปสู่การออกแบบโดยมีความต้องการดังนี้

- 1. มีความแข็งแรง
- 2. ช่างในการผลิต
- 3. ประกอบเข้ากับวัสดุอื่นได้ง่าย เช่น วัสดุโครงสร้างขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการอ้างอิงเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ศึกษาผลิตภัณฑ์เดิม

ในส่วนของผู้ผลิตภัณฑ์เดิมนั้นพอจะสรุปเป็นแนวทางในการออกแบบได้ดังต่อไปนี้

3.7.1 โครงสร้าง วัสดุโครงสร้างนั้นได้สรุปไปแล้วจึงจะยกไว้ไม่นำมากล่าว แต่จะกล่าวถึงหน้าที่ของโครงสร้างมีหน้าที่ ต่อไปนี้

1. หน้าที่ใช้สอยหลัก คือ รองรับเครื่องส่วนบน
2. หน้าที่ใช้สอยรอง คือ เป็นตัวช่วยในการทดสอบปฏิกิริยา
3. เชื้ออื่น คือ ความยากง่ายในการผลิต การบำรุงรักษา

โครงสร้างของเครื่องทดสอบสมรรถภาพหน้าที่ใช้สอยรองคือ ใช้พื้นฐานในการทดสอบปฏิกิริยา คือ เบรค และคันเร่ง ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวจะเป็นตัวกำหนดขนาดของโครงสร้างส่วนฐานขนาดความกว้าง ความยาว ความสูงตั้งขึ้นจากผลิตภัณฑ์เดิม เนื่องจากวัสดุเป็นไม้จึงจะทำให้รูปแบบต่าง ๆ เปลี่ยนไปตามส่วนอุปกรณ์ ดังนั้นจึงนำมายึดเป็นแนวทางการออกแบบจะต้องทำการสรุปใหม่

เนื่องจากการทดสอบมี 5 ประการตามขั้นตอนผู้ทำวิจัยจึงจะขอสรุปเป็นส่วน ๆ ไปตามความจำเป็นในการทดสอบ

3.8 ศึกษาส่วนทดสอบสายตาบอดสี

ส่วนประกอบของแผงทดสอบสายตาบอดสีประกอบด้วย

1. แผ่นรองหน้า
2. แผ่นภาพบอดสี
3. ตัวยึดแผ่นภาพในการติดตั้ง

3.8.1 ตำแหน่งการติดตั้งของผู้ผลิตภัณฑ์อยู่ต่ำมาจากระดับของสายตาที่นั่งขึ้นอยู่กับประโยชน์ใช้สอยในส่วนอื่นมีข้อเสียคือ

1. อยู่ในตำแหน่งที่ต่ำกว่าสายตา
2. ใช้วัสดุมากเกินไปจนความจำเป็น
3. อยู่ในตำแหน่งที่ไม่สว่าง
4. มีขนาดใหญ่เกินไป

จะเห็นได้ว่า ส่วนทดสอบสายตาบอดสีมีข้อเสียมาก ดังนั้นตำแหน่งส่วนทดสอบสายตาบอดสีจะต้องมองเห็นชัดเจนไม่ขัดกับสรีรศาสตร์ จึงจะสรุปความต้องการของส่วนทดสอบสายตาบอดสีเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสาร 1.1 ต้องอยู่ในระดับสายตา เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. มองเห็นชัดเจน
3. สะดวกต่อการใช้งานของเจ้าหน้าที่

จากความต้องการ ดังกล่าวของส่วนทดสอบสายตาบอดสีที่กล่าวมาจะเป็นแนวทางในการออกแบบนำไปวิเคราะห์ในตารางวิเคราะห์ต่อไป

3.8.2 สรุปการติดตั้งแผ่นทดสอบสายตาบอดสี

จากข้อสรุป 3.8.1 ตำแหน่งของแผ่นทดสอบสายตาบอดสีในการติดตั้งของเดิมติดกับแผ่นฝาปิดด้านใน มีข้อเสียคือ

1. ใช้เป็นรางสอดเข้าออกยากแก่การปรับเปลี่ยนแผ่นภาพ
2. สันเปลี่ยนวัสดุปิดหน้าคือกระจก
3. อยู่ในระดับต่ำกว่าสายตา

เนื่องจากการทดสอบสายตาบอดสีต้องมีความสัมพันธ์กับการทดสอบด้านอื่น ดังนั้น การติดตั้งในตัวเครื่องจะเป็นผลเสียกับการใช้งานทั้งเจ้าหน้าที่และผู้เข้ารับการทดสอบ จากความต้องการดังกล่าวของเก่าไม่มีความเหมาะสมจะต้องทำการออกแบบใหม่โดยมีแนวทางการออกแบบดังนี้

1. สะดวกในการติดตั้ง
2. สะดวกในการใช้งาน
3. เก็บในเครื่องเดียวกันได้

ซึ่งความต้องการดังกล่าวจะนำไปวิเคราะห์ในตารางวิเคราะห์ เพื่อหาระบบการติดตั้งที่เหมาะสมกับการใช้งานที่สุดต่อไป

3.8.3 สรุปบานพับเปิด – ปิดส่วนทดสอบสายตาบอดสี

จากบทศึกษาข้อมูลปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับการเปิด – ปิดเครื่อง เพื่อใช้ในการทดสอบผลิตภัณฑ์เดิม มีดังต่อไปนี้คือ

1. เปิด – ปิดยาก
2. อายุการใช้งานน้อย
3. เป็นสนิมง่าย
4. สันเปลี่ยนอุปกรณ์อื่นที่ช่วยยึด

จากข้อเสียดังกล่าว ผลิตภัณฑ์เดิมทำให้ได้ข้อกำหนดคุณสมบัติของบานพับเปิด – ปิดบานทดสอบดังนี้คือ

1. ควรมีความแข็งแรง
2. อายุการใช้งานยาวนาน
3. ไม่เป็นสนิมง่าย
4. ใช้งานง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ใช้อุปกรณ์ในการยึดน้อยชิ้น

ซึ่งความต้องการดังกล่าวจะนำไปวิเคราะห์ในตารางวิเคราะห์ เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมที่สุดเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป

3.8.4 สรุปตัวล๊อคด้านใน

จากการศึกษาข้อมูลตัวล๊อคของผลิตภัณฑ์เดิม ซึ่งใช้ตัวล๊อคแบบมุ้งลวด ตัวผู้กับตัวเมียมีข้อเสียต่อไปนี้

1. เปิด – ปิดลำบาก
2. ไม่มีความแข็งแรง
3. อายุการใช้งานไม่นาน
4. ไม่สะดวกในการใช้งานกับเจ้าหน้าที่

จากข้อเสียดังกล่าวตัวล๊อคเดิม ทำให้ได้ข้อกำหนดคุณสมบัติของตัวล๊อคด้านในดังนี้คือ

1. เปิด – ปิดง่าย
2. มีความแข็งแรง
3. สะดวกต่อการใช้งานของเจ้าหน้าที่

จากความต้องการดังกล่าว จะนำไปวิเคราะห์ในตารางวิเคราะห์เพื่อหาตัวล๊อคที่เหมาะสมที่สุดต่อไป

3.8.5 สรุปมือจับเปิด – ปิดด้านนอก

มือจับของผลิตภัณฑ์เดิมนั้นใช้แบบปุ่มตีสเปิด – ปิด มีข้อเสียดังต่อไปนี้

1. ทำให้เกะกะแก่ผู้ใช้
2. ใช้แรงเปิดมากเนื่องจากมีขนาดเล็ก
3. เป็นสนิมง่าย
4. ไม่แข็งแรงเมื่อใช้งานบ่อย ๆ

จากข้อเสียดังกล่าวและความต้องการใช้นั้น พอลจะสรุปความต้องการ และคุณสมบัติของมือจับที่ต้องการดังนี้

1. ไม่เกะกะในการใช้งานเกิดความเรียบร้อย
2. สะดวกในการติดตั้ง
3. ไม่เป็นสื่อไฟฟ้า ไม่เป็นสนิม
4. ขนาดที่พอเหมาะกับการใช้งาน
5. อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

ซึ่งความต้องการดังกล่าว จะนำไปวิเคราะห์ในตารางวิเคราะห์เพื่อหาข้อดีที่เหมาะสม

ที่สุดต่อไป

3.8.6 สรุปขนาดแผงทดสอบสาขาทาบอดสีและรูปทรง

จากบทที่ 2 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากขนาดแผ่นภาพสีมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 ซม. ซึ่งเป็นขนาดที่กำหนดเกณฑ์การทดสอบระยะที่มองเห็นคนปกติ 3 เมตร จะเป็นตัวกำหนดขนาดแผงทดสอบบอดสี นั้น ทั้งนี้จะต้องไม่ขัดกับส่วนต่าง ๆ ของการทดสอบอื่น จากผลิตภัณฑ์มีข้อเสียดังนี้

1. ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของสีมีขนาดเล็กแต่ใช้วัสดุมากเกินไป
2. สันเปลี่ยนวัสดุในส่วนอื่น
3. กั้นเนื้อที่ในการใช้งานส่วนอื่นโดยใช่เหตุ
4. ไม่สะดวกสำหรับเจ้าหน้าที่ในการทดสอบ

จากข้อเสียดังกล่าวของขนาด และรูปทรงแบบเดิม ทำให้ข้อกำหนดคุณสมบัติต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์กับการใช้งานเท่าที่จำเป็นดังนี้

1. ควรมีขนาดเท่าที่กำหนดในเกณฑ์การทดสอบเท่าที่จำเป็น
2. ควรมีรูปทรงที่สอดคล้องกับการใช้งาน
3. สันเปลี่ยนวัสดุส่วนประกอบอื่นน้อยที่สุด
4. มีขนาดและมีน้ำหนักเบา
5. สะดวกในการใช้งาน
6. ไม่ขัดต่อการใช้งานในส่วนทดสอบอื่น

จากความต้องการ และให้สอดคล้องกับการใช้งานจะได้นำความต้องการดังกล่าวไปวิเคราะห์ในตารางวิเคราะห์เพื่อหาขนาดและรูปทรงที่เหมาะสมที่สุดต่อไป

3.9 ศึกษาส่วนทดสอบปฏิกิริยา

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นในการทดสอบปฏิกิริยาประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับเครื่องและอุปกรณ์ทดสอบดังนี้

1. เครื่องทดสอบอัตโนมัติ
2. เบรค (จะสรุปในเรื่องพฤติกรรม)
3. คันเร่ง (จะสรุปในเรื่องพฤติกรรม)
4. หัวรถจุดบันทึกและควบคุมเครื่อง

3.9.1 เครื่องทดสอบอัตโนมัติ

จากข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องทดสอบสมรรถภาพมีขนาด กว้าง 20 ซม. ยาว

42 ซม. ลึก 16 ซม. ซึ่งเป็นตัวกำหนดขนาดของส่วนทดสอบอื่นให้เกิดเป็นรูปร่างดังกล่าว

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามประโยชน์การใช้งานซึ่งมีข้อเสียดังนี้

1. ทำให้การทดสอบด้านอื่นต้องมีขนาดตาม
2. ทำให้ส่วนอื่นสิ้นเปลืองวัสดุในการผลิต
3. ทำให้การทดสอบส่วนอื่นมีขนาดและตำแหน่งผิดจากสัดส่วน

จากที่กล่าวมาจะได้ข้อกำหนดขั้นตอนการผลิตและการติดตั้งของเครื่องทดสอบดังนี้

1. ทำให้ส่วนทดสอบอื่นมีขนาดที่เล็กลงตามประโยชน์การใช้งาน
2. มีความแข็งแรงเมื่อใช้งาน
3. ทำให้เครื่องมีน้ำหนักเบาขึ้น
4. ให้สัดส่วนในการทดสอบส่วนอื่นใกล้เคียงที่สุด
5. ซ่อมแซมบำรุงรักษาง่าย

จากประโยชน์ใช้สอยและความต้องการดังกล่าวมาจะใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์การติดตั้งและรูปทรงต่อไป

3.9.2 ทිරอชนขนควบคุมครีออนและจตบันทิก

จากบทสรุปที่ผ่านมาขนาดของเครื่องกับการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ซึ่งมีอุปกรณ์ คือ สมุดจตบันทิกผลการตรวจ จากผลิตภัณฑ์เดิมที่รอกแซน และจตบันทิกเป็นไม้อัดขีดผิวด้วยโฟมไม้ก้าขนาดพื้นที่ใช้งาน 20 x 50 ซม. จากโครงสร้างของเดิมเป็นไม้จึงทำให้โครงสร้างมากเกะกะ—ขนาดใช้งานและเป็นตัวรอกแซนส่วนจตบันทิกของเจ้าหน้าที่มีข้อเสียดังนี้

1. ทำให้เครื่องมีขนาดใหญ่
2. ทำให้โครงสร้างส่วนอื่นต้องใหญ่ตามไปด้วย
3. การขนส่งลำบาก

จากข้อเสียดังกล่าวจึงเป็นตัวทำให้ได้กำหนดขนาดของที่รอกแซน และจตบันทิกซึ่งประกอบกับการใช้งานส่วนอื่น ให้สอดคล้องกับการใช้งานตามความเหมาะสม จึงได้กำหนดที่รอกแซนและจตบันทิกดังนี้

1. มีความแข็งแรง
2. รับแรงกดได้ดี
3. ถ่ายในการผลิต
4. สิ้นเปลืองวัสดุน้อย

จากความต้องการดังกล่าวของส่วนรอกแซน และจตบันทิกของเจ้าหน้าที่จะขได้นำไปวิเคราะห์ในตารางวิเคราะห์ เพื่อหาระบบการติดตั้ง และการใช้งานเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 ศึกษาส่วนทดสอบสายตาทางลึก

ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในการทดสอบสายตาทางลึกประกอบด้วย

1. ช่องมอง
2. เชือกสำหรับใช้ดึงเข็มด้านใน
3. เสาค้ำมัดระยะสายตา
4. สเกลบอกขนาดเกณฑ์การทดสอบ

3.10.1 ช่องมอง

ขนาดของช่องมองสายตา 10 + 15 ซม. ซึ่งขนาดของสายตาคนทั้ง 2 ข้าง ในการมองผ่านตามเกณฑ์การทดสอบระยะคนปกติ 3 เมตร

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น บานเปิด-ปิด ช่องมองเปิด-ปิด เมื่อใช้นานไป เมื่อเปิดออกทำให้กะกะกับผู้เข้ารับการทดสอบเนื่องจากเป็นไม้ัดมีความแข็งและมีเหลี่ยมคมมีข้อเสียดังนี้ คือ

1. ตัวแม่เหล็กยึดด้านบนบังตาของผู้เข้ารับการทดสอบ อาจจะทำให้การทดสอบไม่ได้ผลเท่าที่ควร
2. เมื่อเปิดออกมาทำให้กะกะขณะทำการทดสอบ และเมื่อปิดคืน

จากข้อเสียดังกล่าวของบานเปิดช่องทดสอบสายตาทางลึก พอลจะสรุปเป็นแนวทางตามสภาพการใช้งานต่าง ๆ ดังนี้

1. มีความปลอดภัยกับผู้เข้ารับการทดสอบ
2. สะดวกต่อการใช้งาน
3. ติดตั้งง่าย
4. เข้ากับวัสดุส่วนอื่นได้ดี

3.10.2 เชือกสำหรับใช้ในการทดสอบวัดสายตาทางลึก ผลิตภัณฑ์เดิมเมื่อทดสอบเสร็จแล้วจะนำเชือกมาพาด หรือวางไว้กับเครื่องซึ่งเกิดปัญหาดังนี้

1. ทำให้เกิดอันตรายกับผู้เข้ารับการทดสอบ
2. ไม่มีความเรียบร้อย
3. ขนาดเชือกยาวเกินความจำเป็น

จากปัญหาดังกล่าว ควรได้รับการออกแบบที่เก็บเชือกใหม่เพื่อให้เหมาะสม และสอดคล้องกับการใช้งานตามลักษณะดังต่อไปนี้

1. สะดวกแก่การใช้งาน
2. ถ่ายต่อการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ติดตั้งง่าย

4. มีขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งานและความจำเป็น

ซึ่งจากปัญหาที่เกิดขึ้น และความต้องการดังกล่าวจะได้นำไปวิเคราะห์เป็นแนวทางในการออกแบบที่เก็บเชื้อต่อไป

3.10.3 สเกลบอกระยะเกณฑ์การประเมิน จากการศึกษาข้อมูลในการทดสอบสายตาหาถลอก ขนาดของสเกลบอกเป็นนิ้ว 3-2-1-0-1-2-3 คือ ระยะการทดสอบ 6 นิ้ว เพื่อเทียบกับประโยชน์ใช้สอยภายในมีข้อเสียดังนี้

1. ขนาดของเครื่องใหญ่เกินไป
2. ตัวเลขที่ใช้เขียนไม่ชัดเจน
3. รางติงระยะเข็มมีขนาดกว้างทำให้เข็มติงไม่สะดวก

จากปัญหาดังกล่าวพอจะเ็นเป็นแนวทางในการออกแบบได้ดังนี้คือ

1. ควรให้มีขนาดการใช้งานที่พอควร
2. ใช้วัสดุย่อยลง
3. ทำให้การทดสอบสะดวกขึ้น

3.11 ศึกษาส่วนทดสอบประสิทธิภาพ

ประกอบด้วยอุปกรณ์ในการทดสอบดังนี้คือ (ผลิตภัณฑ์เดิม)

1. เครื่องมือกวาดช่องขนาดทางยาว 1 ฟุต ตามจับพลาสติก
2. รางไฟ
3. สเกลบอกระยะการทดสอบ เป็นขีดแต่ละขีดห่างกัน 1 นิ้ว
4. สัญญาณไฟแดงพร้อมมอด 1 ชุด
5. ระบบไฟต่อเข้ากับเครื่องอัตโนมัติ

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นในบทที่ 2 ขอผลิตภัณฑ์เดิมมีข้อเสียดังนี้

1. บานปิด - ปิดมี 2 ชั้น
2. สัมผัสวัสดุโดยใช้เหตุ
3. ขนาดสัดส่วนช่องไฟอยู่ต่ำกว่าระดับการนำงาน
4. ตัวเลขบอกสเกลไม่ชัดเจน

เนื่องจาก บทสรุปในการศึกษาโครงสร้างรองรับโลหะแผ่นในการผลิตตัวครอบด้านบน ดังนั้นจึงต้องการวัสดุที่ใช้ทำส่วนรางดังนี้

1. เป็นฉนวนไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สํานักงานการศึกษางานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขนาดเท่าที่จำเป็นต่อการใช้งาน
3. ช่างในการผลิต

จากความต้องการดังกล่าวมาจะใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ในตารางวิเคราะห์และออกแบบต่อไป

เครื่องมือสำหรับกวาดร่อนไฟ

เป็นเครื่องมือในความสำเร็จในการทดสอบประสิทธิภาพเมื่อจากข้อมูลบทสรุป 3.11 จากข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นในบทที่ 1 แล้วว่าการเก็บอุปกรณ์ไม่มีความเรียบร้อยและอาจเสียหายได้จากที่กล่าวมาได้กำหนดการพิจารณาในการจัดเก็บเครื่องมือดังนี้

1. ติดตั้งกับฝาปิดด้านข้างได้ดี
2. สะดวกในการใช้งาน
3. เกิดความเรียบร้อยสวยงาม

จากความต้องการดังกล่าวจะนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป

3.12 ศึกษาส่วนทดสอบสายตาทางกว้าง

ในการทดสอบสายตาทางกว้างเป็นขั้นตอนสุดท้ายในการทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย จากผลิตภัณฑ์เดิมมีข้อเสียดังนี้ แต่ระบบการทดสอบใช้ได้ดี

1. ข้อสังเกตภูมิทัศน์ความคม
2. ทำให้เกิดอันตรายกับผู้เข้ารับการทดสอบ
3. ตำแหน่งในการทดสอบทำให้ผู้ทดสอบไปยึดเครื่องมากเกินไป
4. ตำแหน่งข้อควรระวังสูงเกินไป
5. ตัวเลขบอกองศาไม่ชัดเจน
6. ตัวเลขบอกองศาไม่มีความคมมาก เนื่องจากวัสดุเป็นสังกะสี

จากข้อเสียต่าง ๆ ในการทดสอบสายตาทางกว้างจึงต้องการส่วนทดสอบสายตาทางกว้างดังนี้

1. มีความปลอดภัยแก่ผู้เข้ารับการทดสอบ
2. วัสดุนับรวมควรเป็นวัสดุที่ยืดหยุ่น

วัสดุที่นำมาพิจารณามีดังนี้

1. ไม้อัด
2. พลาสติก
3. โลหะแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หากมีการนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

คุณสมบัติของวัสดุทั้ง 3 ประเภท ได้กล่าวไว้ในบทสรุปของวัสดุโครงสร้างแล้วจึงไม่จำเป็นต้องพิจารณาอีกทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้องการตั้งกล่าวจากผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงทั้ง 2 ชนิด จะนำไปวิเคราะห์ในตารางวิเคราะห์ เพื่อหาลักษณะโครงสร้างขาและฐานของเครื่องทดสอบสมรรถภาพต่อไป

โครงสร้างของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงทั้ง 2 ชนิดคือ

1. ตู้แจ้งเหตุบนทางพิเศษ ลักษณะของตู้แจ้งเหตุกับเครื่องทดสอบแตกต่างกันมาก ผู้ทำวิจัยได้สรุปวัสดุเป็นโลหะแผ่น ดังนั้นลักษณะรูปทรงจึงจะคล้ายกันคือ

- วัสดุทำด้วยเหล็กแผ่น
- มีบานเปิด – ปิดด้านหน้าเมื่อต้องการใช้งาน

2. ตู้สำหรับเก็บเอกสารภายในสำนักงาน

- วัสดุทำด้วยเหล็กแผ่น
- รูปทรงเหลี่ยมตามประโยชน์การใช้งาน
- โดยการปั๊ม – พับขึ้นรูป

จากผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ลักษณะที่มาศึกษาและสรุปในด้านรูปทรง และการผลิตเพื่อจะได้นำไปเป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป

3.14 ศึกษาผู้เข้ารับการทดสอบสมรรถภาพ

ผู้ทำวิจัยได้สัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการของสำนักงานขนส่งเขตพื้นที่ 3 บางจาก เกี่ยวกับผู้เข้ารับการทดสอบดังนี้

3.14.1 เพศ

เพศชาย เข้ารับการทดสอบ 90 %
 เพศหญิง เข้ารับการทดสอบ 5 %

3.14.2 อายุ

ตามพระราชบัญญัติผู้ที่จะทำใบอนุญาตขับรถขนส่งต้องอายุครบ 25 ปีบริบูรณ์

จากการศึกษาข้อมูลผู้เข้ารับการทดสอบอายุระหว่าง 25 – 30 ปีเข้ารับการทดสอบมากที่สุด คิดเป็น 80 % ของผู้เข้าทำการทดสอบ

3.14.3 ความสามารถในการทดสอบแต่ละคน

เร็วที่สุด 10 นาที
 ช้าที่สุด 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเอกสารเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีผู้เข้ารับการทดสอบติดต่อกับสามารถทดสอบได้ 30 คนต่อวัน
จากข้อสรุปดังกล่าวของผู้เข้ารับการทดสอบจะได้นำไปเป็นแนวทางในการออกแบบ
ขนาดสัดส่วนต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานและเหมาะสมต่อไป

3.15 ศึกษาพฤติกรรมการใช้งาน

พฤติกรรมผู้เข้ารับการทดสอบกับเจ้าหน้าที่

ทดสอบสายตาบอดสี

1. ผู้เข้ารับการทดสอบยืนห่างจากแผ่นภาพบอดสี 3 เมตร
2. เจ้าหน้าที่ชี้สีให้อ่าน
 - เจ้าหน้าที่ ยืน
 - ผู้เข้ารับการทดสอบ ยืน

ทดสอบปฏิกิริยา

1. ผู้เข้ารับการทดสอบนั่งบนเก้าอี้ที่เตรียมไว้
2. เจ้าหน้าที่เปิดเครื่อง
3. ผู้เข้ารับการทดสอบใช้เท้าขวาเหยียบคันเร่ง
4. เจ้าหน้าที่เปิดไฟสีแดง
5. ผู้เข้ารับการทดสอบเปลี่ยนเท้าจากเหยียบคันเร่งมาเหยียบเบรค
 - เจ้าหน้าที่ นั่ง
 - ผู้เข้ารับการทดสอบ นั่ง

ทดสอบสายตาทะลิก

1. ผู้เข้ารับการทดสอบยืนห่างจากเครื่อง 3 เมตร
2. เจ้าหน้าที่นั่งดูการทดสอบจากเครื่อง
3. ผู้เข้ารับการทดสอบดึงเชือก, เก็บบเชือก

ทดสอบประสาทมือ

1. ผู้เข้ารับการทดสอบถือเครื่องมือ
2. ใช้เครื่องมือกวาดร่องไฟไป – มา
 - เจ้าหน้าที่ ยืน
 - ผู้เข้ารับการทดสอบ ยืน

ทดสอบสายตาทะลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1. ผู้เข้ารับการทดสอบนั่งเก้าอี้ที่เตรียมให้
- 2. ใช้จมูกเข้าไปในร่องทดสอบโดยการโน้มตัวมา
- 3. เจ้าหน้าที่เปิดเครื่อง เลื่อนไฟไปตามองศาที่ต้องการ
- 4. ผู้เข้ารับการทดสอบอ่านสี
 - เจ้าหน้าที่ ยืนกึ่งนั่ง
 - ผู้เข้ารับการทดสอบ นั่ง

จากพฤติกรรมที่กล่าวมาในการทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายระหว่างผู้เข้ารับการทดสอบกับเจ้าหน้าที่เพื่อที่จะนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบดังนี้

ตารางที่ 27
แสดงพฤติกรรมการใช้งาน

	ผู้เข้ารับการทดสอบ	เจ้าหน้าที่
1	ยืน	ยืน
2	นั่ง	นั่ง
3	ยืน	นั่ง
4	ยืน	ยืน
5	นั่ง	ยืนกึ่งนั่ง

3.16 ศึกษาเรื่องสีที่จะนำไปใช้ในการออกแบบ

สีที่ควรนำมาใช้ในการออกแบบ คุณสมบัติคือ กลมกลืนกับสถานที่ ดูสบายตา ให้ความมันคงแข็งแรง รู้สึกมีความปลอดภัย ไม่มีผลต่อการทดสอบ

สีที่นำมาทำการวิเคราะห์มีดังนี้คือ สีเทา สีดำ ส้มครีมและสีขาว มีคุณสมบัติดังนี้คือ

- สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน สุภาพเรียบร้อย สบายตา ไม่สกปรกง่าย
- สีดำ ให้ความรู้สึกหนักแน่น แข็งแรง ไม่สกปรกง่าย ซับซ้อน
- สีครีม ให้ความรู้สึกเย็น สบายตา ไม่ลึกลับ ดูนุ่มนวล
- สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาด บริสุทธิ์ เบา สว่าง กว้าง

3.17 ศึกษาวัสดุกราฟิกส์

จากการศึกษาเรื่องวัสดุกราฟิกส์ ข้อควรคำนึงมีดังนี้คือ

1. เหมาะสมกับจุดมุ่งหมาย กลมกลืนกับส่วนประกอบอื่น ๆ

2. ออกแบบให้ตรงกับความต้องการของสังคม
3. ให้ประโยชน์โดยมุ่งผลที่ได้รับจากวัสดุกราฟิกส์
4. ประหยัดเวลา
5. เหมาะสมกับวัฒนธรรมและความต้องการของสังคม

ข้อควรพิจารณาเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบกราฟิกส์คือ

1. สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
2. มีรูปแบบเฉพาะตัว
3. ไม่ขัดต่อ พ.ร.บ. ชนสง
4. เหมาะสมกับสถานที่ใช้งาน

เลือก กราฟิกส์ของเครื่องทดสอบเป็นตราสัญลักษณ์ของกรรมการขนส่งทางบกมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเพราะมีอย่างเดียวและเหมาะสมที่สุด

3.18 ศึกษากรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตในการผลิตเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายแบ่งเป็น 2 วิธีคือ

3.18.1 การเชื่อม แบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

— การเชื่อมหลอมเหลว เป็นกรรมวิธีการเชื่อมการอาศัยความร้อนเผาขึ้นงานได้แก่

1. การเชื่อมแบบเปิด เช่น การเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมที่ใช้มือจับเชื่อม เช่น การเชื่อมโลหะ เป็นการเชื่อมที่สามารถเชื่อมติดกันเป็นแนวยาว สามารถเชื่อมได้ทั้งกระแสดตรงและกระแสสลับ

2. การเชื่อมแบบปิด คือ กรรมวิธีการเชื่อมได้ผลเชื่อมสามารถที่จะเชื่อมติดต่อกันเป็นแนวยาวได้ ทำเชื่อมที่ใช้คือท่าราบ

— การเชื่อมโดยใช้แรงกด เป็นการเชื่อมต่อขึ้นถ่ายโดยไม่คำนึงถึงความแข็งแรงหนัก มี 2 วิธีคือ

1. การตีอัด โดยใช้ฆ้อนตี
2. การเชื่อมโดยใช้แรงดันไฟฟ้า

3.18.2 การบัดกรี (SOLDERING) เป็นการเชื่อมประสานชนิดหนึ่ง มีอยู่ 2 วิธีคือ

1. การบัดกร้อ่อน ใช้อุณหภูมิไม่เกิน 400 องศาเซลเซียส
2. การบัดกรีแข็ง รอยบัดกรีแข็งแรงมากแต่น้อยกว่ารอยเชื่อมอุณหภูมิทำงานอยู่ที่ 400 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.18.3 การขัดโลหะ เป็นการผลิตชิ้นงานเป็นจำนวนมากในอุตสาหกรรมมีการแปรรูปเช่น การเชื่อมประสาน และการหล่อ มีดังต่อไปนี้คือ

1. ทำวัสดุให้เป็นรูปร่างโดยใช้แรงขนาดหนัก
2. ทำได้รวดเร็ว
3. ทำภาชนะรูปลึกหรือตดโดยโลหะแผ่นเดียว
4. ทำชิ้นงานได้จำนวนมากโดยมีรูปร่างและคุณภาพเหมือนกัน
5. ทำได้ง่ายและไม่ต้องการความชำนาญ
6. ใช้วัสดุได้เต็มที่
7. ได้ชิ้นงานที่แข็งแรง

สรุป ชิ้นงานที่ได้จากการอัดโลหะจะแข็งแรงเพราะไม่มีรอยต่อเหมือนกับ การวิธีเครื่องมือกลและเชื่อมประสาน นอกจากนั้นยังเบาและเบา

จากคุณสมบัติการผลิตชิ้นงานทั้ง 2 วิธี จากการออกแบบเครื่องทดสอบสมรรถภาพ แบ่งเป็น 2 ชั้นใหญ่ ๆ คือ โครงสร้างขา และโครงสร้างส่วนบน ดังนั้นกรรมวิธีต่าง ๆ จึงจะได้นำไปพิจารณาในการออกแบบต่อไปขึ้นอยู่กับส่วนของชิ้นงาน และหน้าที่ต่างกัน ขนาดต่างกัน การผลิตย่อมต่างกันไปด้วย

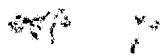
ตารางที่ 28

การวิเคราะห์วัสดุนำมาใช้ทำโครงสร้างหลัก

1. เหล็กกลมกลวง
2. เหล็กสี่เหลี่ยมกลวง (จัตุรัส)
3. เหล็กสี่เหลี่ยมกลวง (สี่เหลี่ยม)

ลำดับ	ข้อพิจารณา	พ้อยต์ให้นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	รับแรงกดจากแนวตั้งได้ดี	4	3	3
2	มีความแข็งแรง	4	2	3
3	หน้าตัดรูปประสานกับวัสดุอื่นได้ดี	2	3	4
4	ง่ายในการผลิต	2	4	3
รวม		12	12	14

จากตารางที่ 28 วัสดุที่เหมาะสมในการนำไปทำโครงสร้างหลัก คือ เหล็กสี่เหลี่ยมกลวง (สี่เหลี่ยม)
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดได้เห็นว่าใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



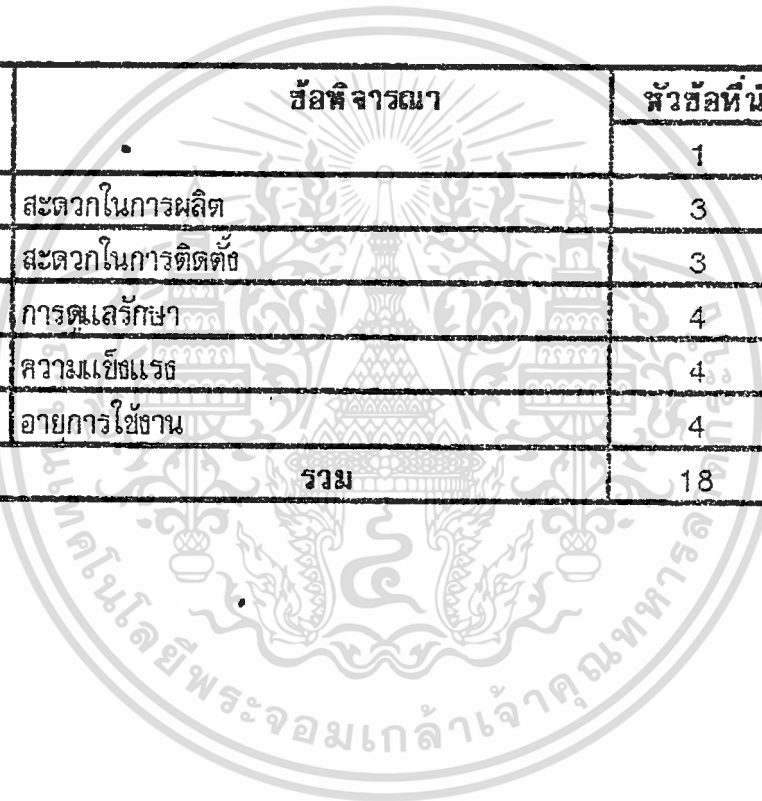
ตารางที่ 29

การวิเคราะห์การยึดส่วนซากกับตัวเครื่อง

ลักษณะการยึด 2 แบบ

1. แบบติดตายตัว
2. แบบถอดประกอบ

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	สะดวกในการผลิต	3	4
2	สะดวกในการติดตั้ง	3	4
3	การดูแลรักษา	4	4
4	ความแข็งแรง	4	4
5	อายุการใช้งาน	4	4
รวม		18	20



จากตารางที่ 29 ลักษณะการยึดแบบที่ 2 เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการออกแบบ

คือ แบบถอดประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30
การวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างฯ
ฯ 3 ลักษณะ

1. แบบ 1 ซา
2. แบบ 2 ซา
3. แบบ 4 ซา

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	สะดวกในการใช้งาน	4	3	1
2	ลดขั้นตอนการผลิต	4	3	1
3	มีความแข็งแรง	2	3	4
4	ประหยัดวัสดุในการผลิต	4	3	2
	รวม	14	12	8

จากตารางที่ 30 ลักษณะของซาแบบที่ 1 เหมาะสมกับการนำไปออกแบบซาและสะดวก

ในการใช้งาน คือ แบบ 1 ซา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 31

การวิเคราะห์ตำแหน่งโครงสร้างฯ

การติดตั้ง 3 ตำแหน่ง

1. อยู่ตรงกลางเครื่อง
2. อยู่ด้านหน้า
3. อยู่ด้านหลัง

ลำดับ	ข้อพิจารณา	ตัวชี้วัดที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรง	4	3	3
2	ความสะดวกต่อการผลิต	4	4	4
3	ความสะดวกในการติดตั้ง	4	3	3
4	รับน้ำหนักได้ดี	4	2	2
รวม		16	12	12

จากตารางที่ 31 การติดตั้งแบบที่ 1 เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการออกแบบมากที่สุด คือ
อยู่ตรงกลางเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 32

การวิเคราะห์วัสดุนำมาใช้ทำโครงสร้างรอง (ตัวครอบเครื่อง)

วัสดุ 3 ประเภท

- 1. โลหะแผ่น
- 2. พลาสติก
- 3. ไม้อัด

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	มีความแข็งแรง	4	2	3
2	ง่ายในการผลิต	3	1	4
3	ประกอบเข้ากับวัสดุอื่นได้ง่าย (โครงสร้างขา)	4	3	2
4	ตกแต่งผิวง่าย	3	4	1
5	ราคาถูก	3	1	4
รวม		17	11	14

จากตารางที่ 32 วัสดุที่เหมาะสมนำมาทำโครงสร้างรอง คือ โลหะแผ่น
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางที่ 33

การวิเคราะห์ส่วนโครงสร้างรอง (ตัวประกอบเครื่อง)

ส่วนโครงสร้าง 2 แบบ

- 1. แบบแยกกับส่วนทดสอบอื่น 2 ชิ้น
- 2. แบบติดกับส่วนทดสอบอื่น ชิ้นเดียวกัน

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ส่วนทดสอบอื่นมีขนาดเล็กลง	4	3
2	ง่ายในการผลิต	4	3
3	มีความแข็งแรง	4	3
4	บำรุงรักษา ย่อมและซ่อมง่าย	3	4
5	ง่ายในการติดตั้ง	3	4
รวม		18	17

จากตารางที่ 33 แบบที่ 1 เหมาะสมกับการออกแบบและการทำงานมากที่สุด คือ
แบบแยกกับส่วนทดสอบอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34

การวิเคราะห์การวางตำแหน่งเครื่องทดสอบ

1. ด้านขวาของผู้ทดสอบ
2. ด้านซ้ายของผู้ทดสอบ

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งาน	4	3
2	สะดวกในการใช้เครื่อง	4	4
3	ไม่ขัดกับการใช้งานส่วนอื่น	4	3
รวม		12	10

จากตารางที่ 34 แบบที่ 1 เหมาะสมกับการใช้งานและสะดวกในการใช้งานส่วนอื่น คือ ด้าน
ขวาของผู้ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 35

การวิเคราะห์หัตถ์ของมือสำหรับควบคุมเครื่องและจบบันทึก
ระบบการติดตั้ง 3 แบบ

1. แบบติดตามตัวกับเครื่อง
2. แบบพันเก็บได้กับเครื่อง
3. แบบวางเส้นเข้า - ออก

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	มีความแข็งแรง	4	3	1
2	ใช้วัสดุน้อยในการผลิต	3	4	2
3	ง่ายในการผลิต	4	3	2
4	ลดพื้นที่ในการใช้งานส่วนอื่น	2	4	4
5	สะดวกในการใช้งานด้านอื่น	2	3	4
รวม		15	17	13

จากตารางที่ 35 แบบที่ 2 เหมาะสมกับการออกแบบและการทำงานมากที่สุด คือ แบบ
พันเก็บในตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 36

การวิเคราะห์อุปกรณ์ยึดบานเปิด - ปิด ด้านข้างเครื่อง

ลักษณะการยึด 4 แบบ

1. บานพับดัด
2. KNUCKLE (ถอดประกอบได้)
3. PIVOT (บานพับติดกระจก)
4. BUTT (ธรรมดา)

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	รับน้ำหนักได้ดี	1	3	2	4
2	มีความแข็งแรงทนทาน	3	2	1	4
3	อายุการใช้งานยาวนาน	1	3	2	3
4	ง่ายต่อการติดตั้ง	2	3	3	4
5	สะดวกในการใช้งาน	3	4	1	2
รวม		10	15	9	17

จากตารางที่ 36 บานพับที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการออกแบบ คือ บานพับแบบธรรมดา

จุดหมุน 2 ตัว บนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 37

การวิเคราะห์หัตถ์ยึดบานเปิด – ปิด ด้านใน
อุปกรณ์ยึด 4 ลักษณะ

1. DOUBLE ROLLER (ยึดบานมัลลวด)
2. SINGLE ROLLER (ยึดโกลนรอสต์)
3. MAGNETIC (ยึดโกลนแม่เหล็ก)
4. (อุปกรณ์ล็อกอัตโนมัติ)

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	เปิด – ปิด ช่าย	1	3	2	4
2	มีความแข็งแรงทนทาน	3	2	1	4
3	อายุการใช้งานยาวนาน	1	3	2	3
4	ง่ายต่อการติดตั้ง	2	3	3	4
5	แน่นอนถาวร	3	4	1	2
รวม		10	15	9	17

จากตารางที่ 37

ลักษณะที่ 4 เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการออกแบบมากที่สุด คือ
อุปกรณ์ล็อกอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 38

การวิเคราะห์มือจับเปิด – ปิด ฝาด้านข้างเครื่อง

มือจับ 3 แบบ

1. แบบปุ่มเปิด
2. แบบเปิดนอกรูปตัว C
3. แบบเปิดใน

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ไม่เกาะเกาะในการใช้งาน	2	2	4
2	สะดวกต่อการติดตั้ง	3	3	3
3	สะดวกในการใช้งาน	2	4	3
4	อายุการใช้งานยาวนาน	3	3	4
	รวม	10	12	14

จากตารางที่ 38

รูปแบบที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด คือ รูปแบบที่ 3 มือจับแบบเปิดใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 39

การวิเคราะห์ตำแหน่งมือจับ เปิด - ปิด เครื่องทดสอบ
การติดตั้ง 3 ตำแหน่ง

1. อยู่ด้านซ้ายบนสุด
2. อยู่ด้านซ้ายกลาง
3. อยู่ด้านซ้ายล่างสุด

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	สะดวกต่อการใช้งาน	1	4	3
2	ไม่ขัดพฤติกรรมใช้งาน	3	3	3
3	สะดวกต่อการติดตั้ง	3	4	3
4	การออกแรงเปิด - ปิด	2	4	3
	รวม	9	15	12

จากตารางที่ 39 ตำแหน่งที่ 2 เหมาะสมกับการใช้งานและนำไปออกแบบมากที่สุด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ในการค้า
อยู่ด้านซ้ายกลาง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 40

การวิเคราะห์ตำแหน่งแห่งทดสอบตามข้อดีจากเครื่องทดสอบ

ตำแหน่งการวาง 3 ลักษณะ

1. บนส่วนทดสอบประสาหมือ
2. บนหลังเครื่องทดสอบ
3. บนแผ่นทดสอบขลุ่ยเดิม

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หรือข้อพิจารณามาพิจารณา		
		1	2	3
1	สะดวกในการใช้งาน	2	3	4
2	ระดับในการมองเห็น	3	3	3
3	ง่ายในการติดตั้ง	3	2	4
4	ไม่เกาะก่ส่วนอื่น เป็นลักษณะ	1	3	2
5	เก็บรักษาได้สะดวก มีชีวิต	3	1	4
รวม		12	12	17

จากตารางที่ 40

ตำแหน่งที่ 3 เป็นตำแหน่งที่เหมาะสมกับการติดตั้ง คือ บนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 41

การวิเคราะห์วัสดุรองหน้าแผ่นภาพบอดี้

วัสดุ 2 ประเภท

1. กระຈก
2. พลาสติกไผ่

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	มองเห็นชัดเจน	4	3
2	ทนต่อการขีดข่วน	4	2
3	ทนต่อการใช้งาน	2	3
4	ดูแลรักษาง่าย	4	2
5	ราคาถูก	3	2
รวม		17	12

จากตารางที่ 41

วัสดุที่เหมาะสมสำหรับนำไปทำแผ่นรองหน้าแผ่นภาพสายตาบอดี้ คือ

กระຈก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 42

การวิเคราะห์รูปทรงแผ่นภาพทดสอบสายตาบอดสี

รูปทรง 3 ลักษณะ

- 1. รูปสี่เหลี่ยม
- 2. สะดวกกับการติดตั้ง
- 3. เข้ากับแผ่นฝาปิดด้านซ้าย

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ง่ายในการผลิต	4	3	2
2	สะดวกกับการติดตั้ง	4	4	4
3	เข้ากับแผ่นฝาปิดด้านซ้าย	4	3	2
4	สะดวกในการใช้งาน	4	4	4
รวม		16	14	12

จากตารางที่ 42 รูปทรงในข้อ 1 เหมาะสมมากที่สุดในการนำไปออกแบบแผ่นภาพทดสอบ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ภายนอก
สอบ คือ รูปทรงสี่เหลี่ยม
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 43

การวิเคราะห์วัสดุหน้าเบรคทดสอบปฏิกิริยา

วัสดุ 3 ชนิด

- 1. เหล็ก
- 2. พลาสติก
- 3. อลูมิเนียม

ลำดับ	ข้อพิจารณา	วัสดุที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรง	4	3	3
2	ง่ายในการผลิต	4	1	2
3	ติดยึดกับวัสดุอื่นได้ดี	4	2	3
รวม		12	6	6

จากตารางที่ 43 วัสดุในข้อ 1 เหมาะสมกับการใช้งานและการนำไปออกแบบเบรคให้สุด
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
คือ เหล็ก
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 44

การวิเคราะห์ตำแหน่งการติดตั้งคันเร่งทดสอบปฏิกิริยา

การติดตั้ง 3 ตำแหน่ง

1. ด้านซ้ายฐาน
2. ด้านกลางฐาน
3. ด้านขวาฐาน

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	สะดวกในการใช้งาน	1	3	4
2	ไม่ขัดกับการใช้งาน	1	3	4
3	สัมพันธ์กับเกว	1	3	4
4	สอดคล้องกับการขับรถทั่วไป	1	3	4
	รวม	4	12	16

จากตารางที่ 44

ตำแหน่งในข้อ 3 เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด คือ อยู่ด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ขอสงวนสิทธิ์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 45

การวิเคราะห์วัสดุทำที่เก็บเชื้อกทดสอบสายตาทางลึก

1. พลาสติก
2. อลูมิเนียม
3. โลหะแผ่น

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	เหมาะสมกับการใช้งาน	4	2	3
2	อายุการใช้งานยาวนาน	4	3	3
3	สะดวกกับการไขและเก็บเชื้อ	4	3	3
4	ง่ายในการผลิต	3	4	4
5	มีความปลอดภัยแก่ผู้ใช้	4	2	2
	รวม	19	14	15

จากตารางที่ 45 สรุปได้ว่าวัสดุในข้อใดที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด คือ พลาสติก
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 46

การวิเคราะห์ที่เก็บเลือกสำหรับทดสอบสายตาทางลึก

กล่อง 2 ลักษณะ

1. กล่องมีฝาปิด
2. กล่องไม่มีฝาปิด

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ง่ายต่อการติดตั้ง	4	4
2	ระบบไม่ซับซ้อน	3	4
3	ง่ายต่อการผลิต	3	4
4	สะดวกในการใช้งาน	2	4
รวม		12	16

จากตารางที่ 46

ลักษณะที่ 2 เหมาะสำหรับการใช้งานและนำไปออกแบบ คือ กล่อง
ไม่มีฝาปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 47

การวิเคราะห์การติดตั้งที่เก็บเชื้อกหตสอบสายตาทางลึก
การติดตั้ง 3 ลักษณะ

1. แบบติดตั้งตัว
2. แบบถอดได้
3. แบบเก็บในตัวและถอดประกอบ

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	เกิดความเรียบร้อยในการใช้งาน	3	3	4
2	สะดวกกับการใช้งาน	4	2	3
3	ง่ายในการผลิต	2	3	4
4	ไม่เกะกะการทดสอบส่วนอื่น	2	3	4
รวม		11	11	15

จากตารางที่ 47

ลักษณะในข้อ 3 เหมาะสมที่สุดในการนำไปออกแบบและการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

คือ การติดตั้งแบบเก็บในตัวและถอดประกอบ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 48

การวิเคราะห์วัสดุหารางไฟทดสอบประสิทธิภาพ
วัสดุ 2 ชนิด

- 1. พลาสติก
- 2. โลหะแผ่น

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	เป็นฉนวนไฟฟ้า	4	1
2	มีความแข็งแรง	3	4
3	ยึดติดกับวัสดุอื่นได้ดี	3	3
4	ง่ายในการผลิต	3	4
รวม		13	12

จากตารางที่ 48 วัสดุชนิดที่ 1 เหมาะสมกับการนำไปออกแบบและการใช้งาน คือ
พลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 49

การวิเคราะห์พลาสติกที่ใช้ทำรางไฟทดสอบประสิทธิภาพ

พลาสติก 3 ชนิด

1. โพลีคาร์บอเนต
2. เอ. บี. เอส.
3. อะคริลิก

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	เป็นฉนวนไฟฟ้า	4	4	4
2	ไม่เป็นรอยขีดข่วน	3	4	2
3	ประกอบยึดกับวัสดุอื่นได้ดี	3	4	2
4	แข็งแรง ทนทาน	4	4	3
รวม		14	16	11

จากตารางที่ 49

พลาสติกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับทำรางไฟทดสอบประสิทธิภาพ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เอ. บี. เอส.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 50

การวิเคราะห์ตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือทดสอบประสาหมือ

การติดตั้ง 3 ลักษณะ

1. อยู่บนรางไฟทดสอบ
2. อยู่ใต้รางไฟทดสอบ
3. อยู่บนเครื่องทดสอบ

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	สะดวกในการใช้งาน	3	4	2
2	ง่ายในการผลิต	4	4	4
3	เป็นสัดส่วนเฉพาะ	3	4	2
4	ความปลอดภัย	4	4	4
รวม		14	16	12

จากตารางที่ 50

ลักษณะที่ 2

เหมาะสมกับการนำไปออกแบบมากที่สุด คือ อยู่ใต้ราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 51

การวิเคราะห์วัสดุส่วนน้ำเป็นทดสอบสายตาทางกว้าง

วัสดุ 3 ชนิด

1. ไม้ลัด
2. พลาสติก
3. โลหะแผ่น

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	มีความปลอดภัยแก่ผู้ใช้	3	4	2
2	ทนต่อแรงกระแทกได้ดี	4	3	4
3	มีน้ำหนักเบา	3	4	2
4	เป็นฉนวนไฟฟ้า	4	4	1
	รวม	14	15	9

จากตารางที่ 51 ที่ส่งมา วัสดุชนิดที่ 2 เหมาะสมกับการนำไปออกแบบและใช้งาน คือ พลาสติก
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 52

การวิเคราะห์การติดตั้งเป็นทดสอบสายตาทางกว้าง

การติดตั้ง 2 แบบ

1. แบบติดตั้งตัวกับเครื่อง
2. แบบแยกประกอบ

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ช่วยในการผลิต	3	4
2	ช่วยในการติดตั้ง	4	3
3	ผลิตส่วนรายละเอียดได้ง่าย	2	4
4	ความแข็งแรง	4	4
รวม		13	15

จากตารางที่ 52

ลักษณะการติดตั้งในข้อ 2 เหมาะสมกับการนำไปออกแบบการติดตั้ง
ส่วนทดสอบ คือ แบบแยกประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 53

การวิเคราะห์ตัวเลขบอกเกณฑ์การทดสอบ

1. ติดสติ๊กเกอร์
2. บ่มขึ้นรูป
3. สกรีน

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ง่ายต่อการผลิต	3	2	4
2	ลดจำนวนขั้นตอนการผลิต	2	3	3
3	ทำสีต่างๆ ได้	4	2	4
4	ศุขทนถาวร	2	4	3
5	การผลิตในตู้เครื่องทดสอบ	4	2	4
รวม		15	13	18

ตารางที่ 53 กรรมวิธีการผลิตแบบที่ 3 เหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้ออกแบบตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อใช้ในการทำงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

— ตารางที่ 54

การวิเคราะห์สัมพัทธ์กัน ส่วนโครงสร้างฯและฐานรอง

1. สีขาว
2. สีเทา
3. สีดำ

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ให้ความรู้สึกแข็งแรง	2	4	4
2	ไม่สกปรกง่าย	1	4	4
3	สบายตา	4	3	1
4	ฉนวนเสียงเรียบร้อย	2	4	4
5	เข้ากับสถานที่	4	4	2
รวม		13	19	15

จากตารางที่ 54

สีในข้อ 2 เหมาะสมที่สุดที่จะนำไปออกแบบส่วนโครงสร้างฯ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ฐานรอง คือ สีเทา

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 55

การวิเคราะห์สัณฐานวิทยา ตัวเครื่องและส่วนทดสอบ

1. สีขาว
2. สีเทา
3. สีดำ
4. สีครีม

ลำดับ	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความรู้สึกสะอาด	4	2	1	3
2	สบายตา	4	2	1	3
3	ไม่แสบแผลง	4	3	1	4
4	รู้สึกปลอดภัย	4	3	2	4
5	เข้ากับสถานที่	4	4	2	4
รวม		20	14	7	18

จากตารางที่ 55 สีในข้อ 1 เหมาะสมที่สุดที่จะนำไปใช้กับการออกแบบตัวเครื่อง คือ สีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

แนวทางการออกแบบ

1. โครงสร้างหลัก หรือส่วนรองรับเครื่องใช้หลักกลวงเหลี่ยมผืนผ้าขนาด 2 + 4 นิ้ว ทำให้เกิดความแข็งแรงในการใช้งาน ช่วยในการผลิต ลักษณะขาเป็นแบบขาเดียวคล้ายโต๊ะเขียนแบบ ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกกับผู้ใช้รับการทดสอบ
2. ฐานรองขา ใช้หลักกลวงเหลี่ยมขนาด 1 + 2 นิ้ว ยึดด้านล่างโดยการเชื่อมติดกับขา
3. แผ่นรองเหยียบเบรค - คันเร่ง ใช้เหล็กแผ่นหนา 3 มม. เพราะการใช้งานต้องถูกเท้ากระแทกบ่อย ๆ สามารถถอดออกจากโครงสร้างฐานได้ เพื่อความสะดวกในการดูแลรักษา
4. ที่รองรับเครื่องอยู่ส่วนบนขาซึ่งเป็นตัวยึดเครื่องกับโครงสร้างใช้เหล็กแผ่นหนา 4 มม. เพื่อความแข็งแรงในการรับน้ำหนัก
5. ที่รองฐานใช้เป็นจุกยางรองกันแรงเสียดทานไม่ให้เครื่องไป - มา ใช้จุกยาง 4 อันรองฐานหนา 5 มม.
6. การเก็บสายไฟที่ต่อจากเครื่องมายังเบรค - คันเร่ง ใช้เดินในส่วนขา คือ หลักกลวง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยเรียบร้อยและสวยงาม
7. โครงสร้างรอง หรือส่วนครอบเครื่องแยกเป็น 2 ชั้น คือ ส่วนครอบเครื่อง และส่วนเก็บอุปกรณ์ทดสอบสายตาทางลึก สายตาบอดสี และประสาทมือ เพราะทำให้ง่ายในการผลิตและการดูแลรักษาเครื่องสะดวกในการขนส่ง
8. การยึดส่วนเครื่องและส่วนเก็บเครื่องใช้น็อตยึดกัน 4 ตัวแบบ 6 เหลี่ยม
9. วัสดุทำโครงสร้างรองใช้เหล็กแผ่นหนา 1.3 มม. ซึ่งทำให้เกิดความแข็งแรงและง่ายในการผลิตเนื่องจากรูปทรงไม่ซับซ้อนมาก กรรมวิธีการผลิตโดยการพับและอัดขึ้นรูป ราคาไม่แพงเกินไป ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูก เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

10. ที่เก็บเชือกสำหรับใช้ทดสอบสายตาทางลึกใช้แบบกล่องเก็บในตัวเครื่องคล้ายที่เขี่ยบุหรี่รถยนต์ เมื่อต้องการใช้งานก็ดึงออกมา เมื่อเลิกใช้ก็ดันเก็บทำให้เกิดความเรียบร้อยสวยงาม

11. ฝาเปิด - ปิด ส่วนเก็บอุปกรณ์ทดสอบขึ้นบนใช้วัสดุเหล็กแผ่นหนา 1.3 มม. ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกในการผลิตและการติดตั้งกับตัวเครื่องและมีความแข็งแรง

12. มือจับเปิด - ปิดฝาใช้แบบเปิดใน ซึ่งทำให้เกิดความเรียบร้อยไม่เกะกะใช้มือจับมาตรฐานในห้องตลาดเป็นพลาสติก เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ใช้

13. แผ่นภาพทดสอบสายตาบอดสีแยกกับฝาปิดด้านข้างเพื่อให้่ายในการผลิตและเหมาะสมกับการใช้งาน สามารถปรับหมุนขึ้นมาให้สูงจากเดิมโดยการปรับขึ้นมาแล้วหมุนล็อก และเมื่อเลิกใช้งานก็หมุนคลายล็อกเก็บลงมาคืน

14. ส่วนรางไฟทดสอบประสาทมือออกแบบให้เป็นฝาปิดในตัวโดยการให้ส่วนทดสอบคือรางไฟเป็นส่วนแยกจากฝาปิด ให้มีขนาดความลึกที่เหมาะสมกับการทดสอบประสาทมือวัสดุทำรางไฟเป็นพลาสติกซึ่งทำให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ใช้เครื่อง

15. ช่องมองในการทดสอบสายตาทางลึกใช้วัสดุเหล็กแผ่นเพื่อให้เข้ากับส่วนตัวเครื่องและ่ายในการติดตั้ง การเชื่อมยึดใช้ระบบการเลื่อนเปิด - ปิดในตัว เพื่อให้เกิดความเรียบร้อยไม่เกะกะ

16. ส่วนเก็บเครื่องมือทดสอบประสาทมือใช้แบบแรงฟืดในการยึดกับวัสดุเป็นโลหะบาง 2 ตัวอยู่ในรางไฟทดสอบ สะดวกในการใช้งานและการติดตั้ง

17. ส่วนทดสอบสายตาทางกว้างหรือเบ้าทดสอบออกแบบให้พร้อมรับจุมูกตามลัด - ส่วนของคนในการใช้สายตา วัสดุใช้พลาสติกซึ่งสามารถให้เหลี่ยมมน และเกิดความปลอดภัยแก่ผู้เข้ารับการทดสอบ

18. ตัวเลขใช้การสกรีน ซึ่งสามารถผลิตได้กับเครื่องและนำได้หลายสีความถาวร - เอกสพอัครกับการใช้งาน ไม่สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19. ตัวยึดล๊อคประกอบเครื่อง

— ตัวยึดล๊อคฝาเปิด — ปิด ใช้แบบตัวล๊อคอัตโนมัติ ซึ่งช่วยในการเปิด — ปิด เครื่องออกแรงน้อย

— บานพับใช้แบบบานพับจุดหมุน 2 ตัว เนื่องจากบานมีน้ำหนักไม่มาก ซึ่งมีความแข็งแรงในการใช้งานรับน้ำหนักได้ดี

20. ฝาเปิด — ปิดเครื่องควบคุมใช้วัสดุเหล็กแผ่น และสามารถเปิดออกมาเป็นหีรองมือในการควบคุมเครื่องด้วย ซึ่งทำให้เกิดความเรียบร้อยประหยัดชิ้นส่วนในการผลิต ติดตั้งโดยบานพับหมุน 2 ตัวเหล็กยึดแบบพับ 2 ตัวด้านข้างพับเก็บในตัว รับน้ำหนักได้ดี เหมาะสมกับการใช้งานของเจ้าหน้าที่

21. ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์กับเครื่องอัตโนมัติแบบเดิม และมีสายดิน เพื่อให้เกิดความปลอดภัย

22. สีของผลิตภัณฑ์

— โครงสร้างส่วนล่าง คือ ส่วนขา และฐานใช้สีเทาซึ่งทำให้เกิดความแข็งและมั่นคง ไม่สกปรกมากนักเข้ากับสถานที่

— โครงสร้างส่วนบน คือ ส่วนเก็บเครื่องใช้สีขาวทั้งข้างนอกและใน ซึ่งทำให้เกิดความสะอาดสบายตา และปลอดภัย

การออกแบบ

ในการออกแบบหลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว จึงได้นำผลสรุปใช้ในการออกแบบ ดังมีขั้นตอนในการออกแบบดังนี้

1. ขั้นเสนอแบบร่าง หรือ SKETCH DESIGN เป็นการเสนอแนวทางแนวความคิด เพื่อให้สอดคล้องต่อการใช้งาน

2. ขั้น WORKING DRAWING คือ การเขียนแบบเพื่อใช้ในการผลิตออกมาเป็นผลิตภัณฑ์จริง ๆ ให้ได้ขนาดและแบบตรงตามต้องการ

3. ขั้นทำ PHOTOTYPE คือ การทำต้นแบบเท่าขนาดของจริงสามารถทดสอบได้มีคุณลักษณะเหมือนของจริงมากที่สุดเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ชั้นเสนองานสู่ผู้ใช้และอื่น ๆ PRESENTATION
SKETCH DESIGN

WORKING DRAWING

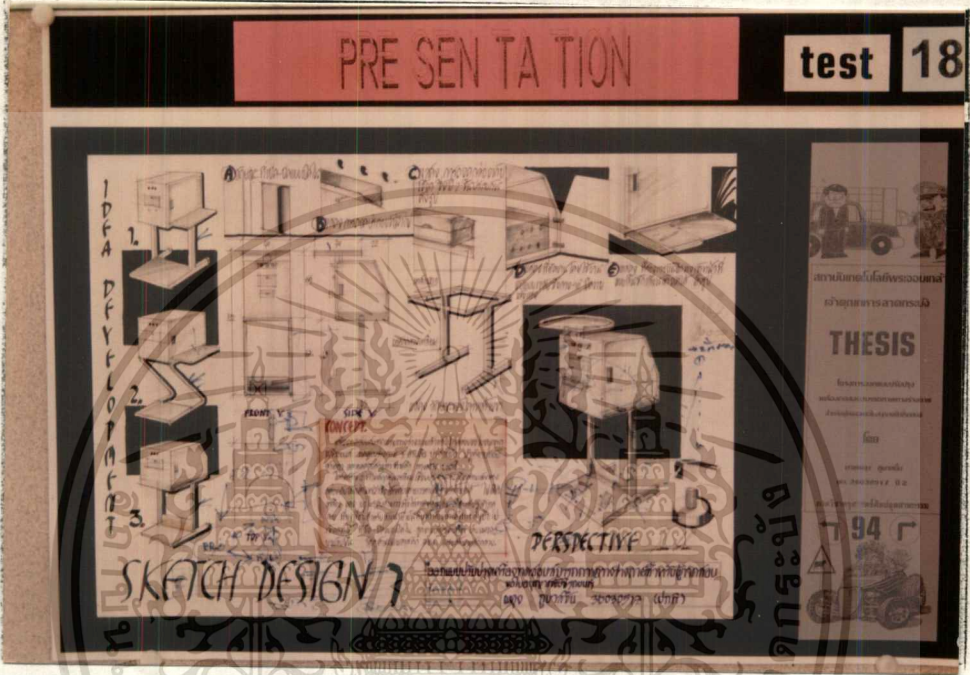
PHOTOTYPE



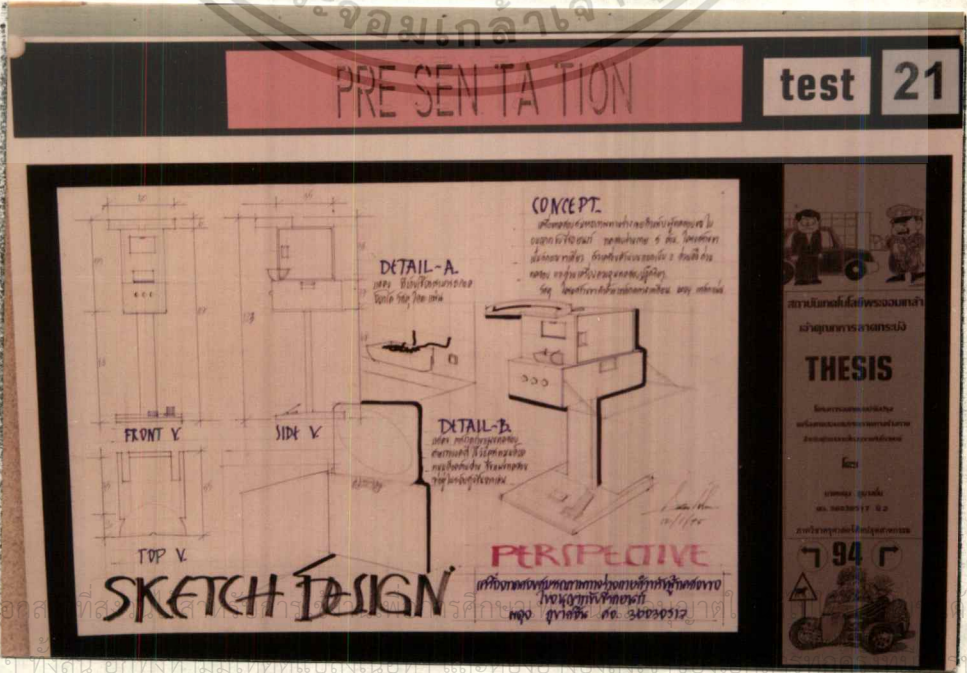
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบถ่ายย่อ

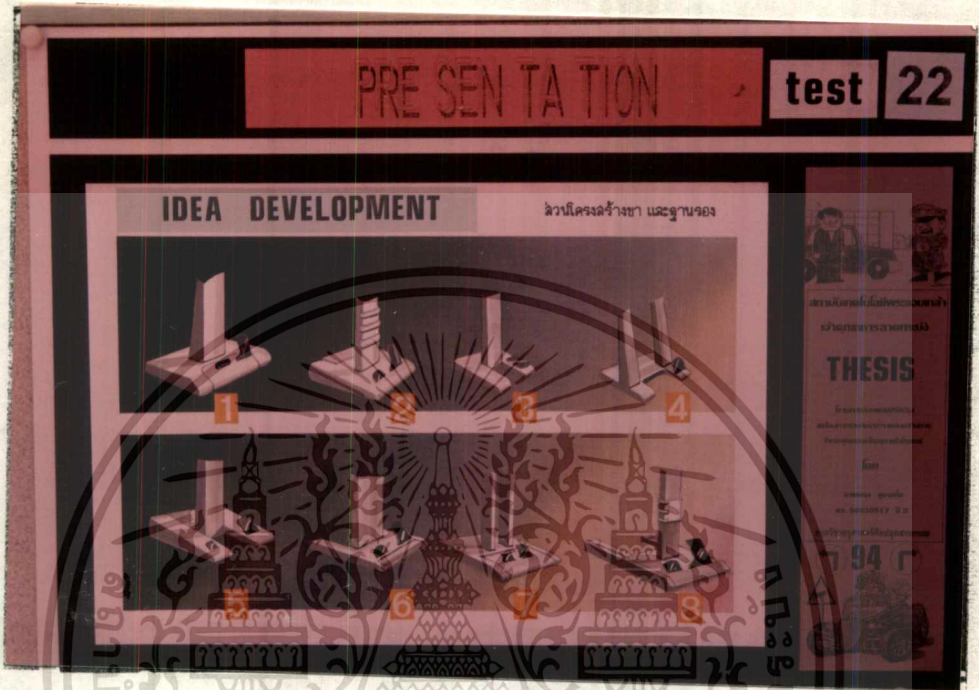
ภาพที่ 71
แสดงแบบร่าง ครั้งที่ 1



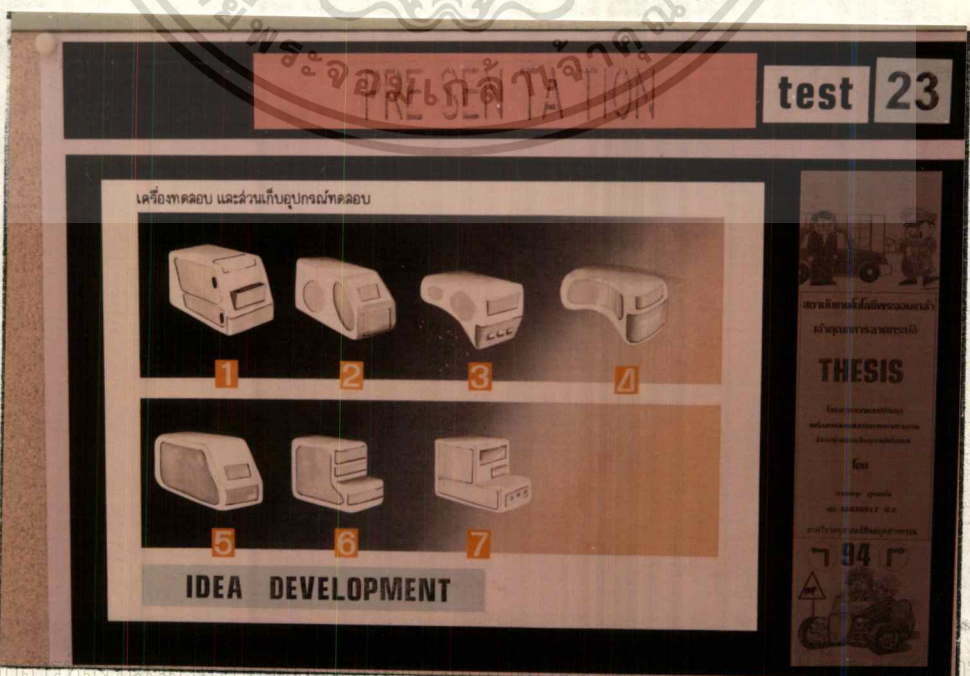
ภาพที่ 72
แสดงแบบร่าง ครั้งที่ 4



ภาพที่ 73
แสดงการพัฒนาแบบ

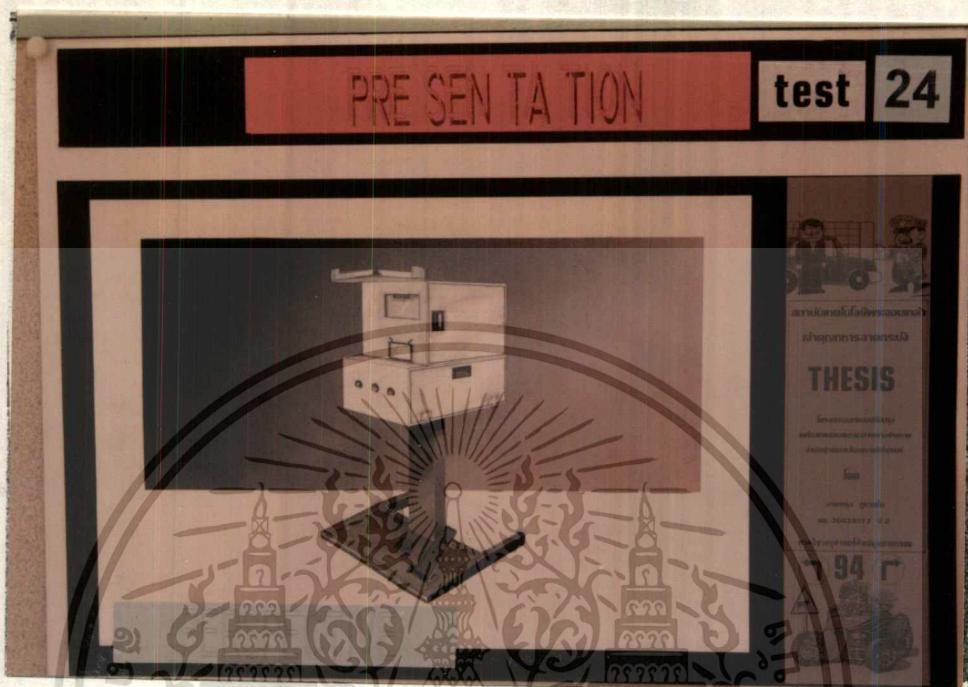


ภาพที่ 74
แสดงการพัฒนาแบบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมาเพื่อใช้ในการศึกษาและการวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจากรั้วมหาวิทยาลัยได้ หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยเป็นอย่างสูง

ภาพที่ 75
ทัศนียภาพ

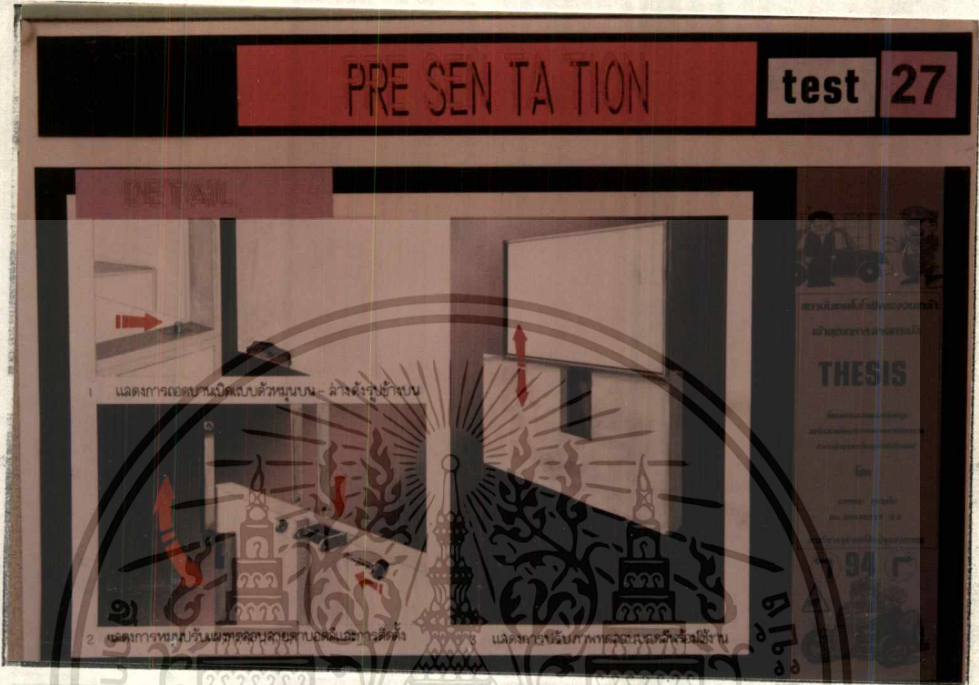


ภาพที่ 76
การขยายรายละเอียด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 77
การขยายรายละเอียด

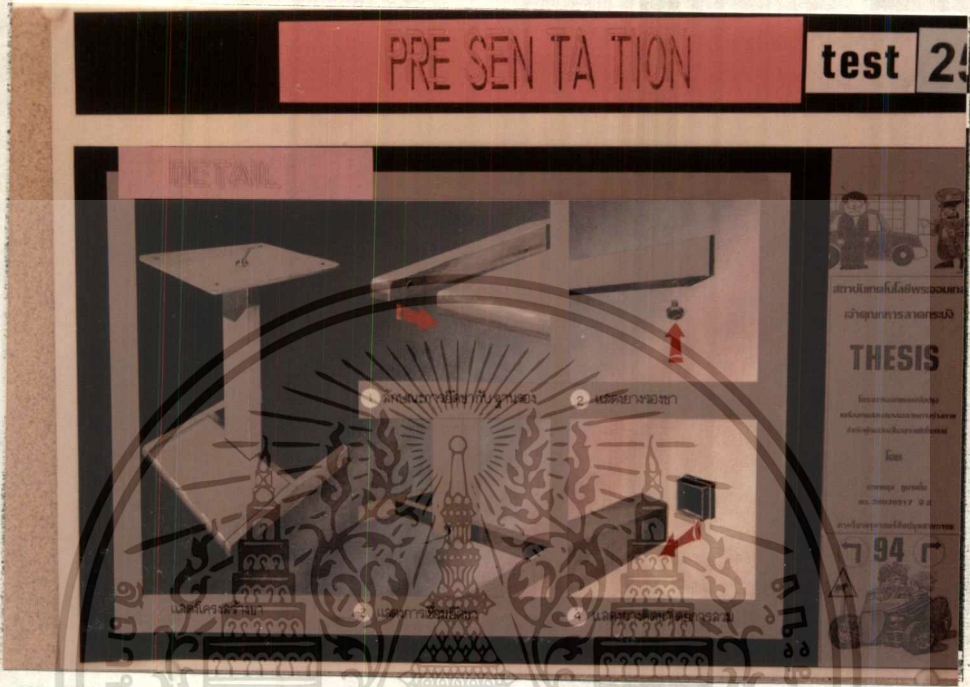


ภาพที่ 78
การขยายรายละเอียด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 79
ส่วนประกอบของโครงสร้าง



ภาพที่ 80
แสดงต้นแบบจริง (PHOTOTYPE)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น การนำออกใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจะถือว่าผิดกฎหมาย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 81
แสดงการทดสอบสายตาบอดสี



ภาพที่ 82
แสดงการทดสอบปฏิกิริยา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการอ้างอิงหรือการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 83

แสดงการทดสอบสายตาทางลึก



ภาพที่ 84

แสดงการทดสอบประสาทมือ

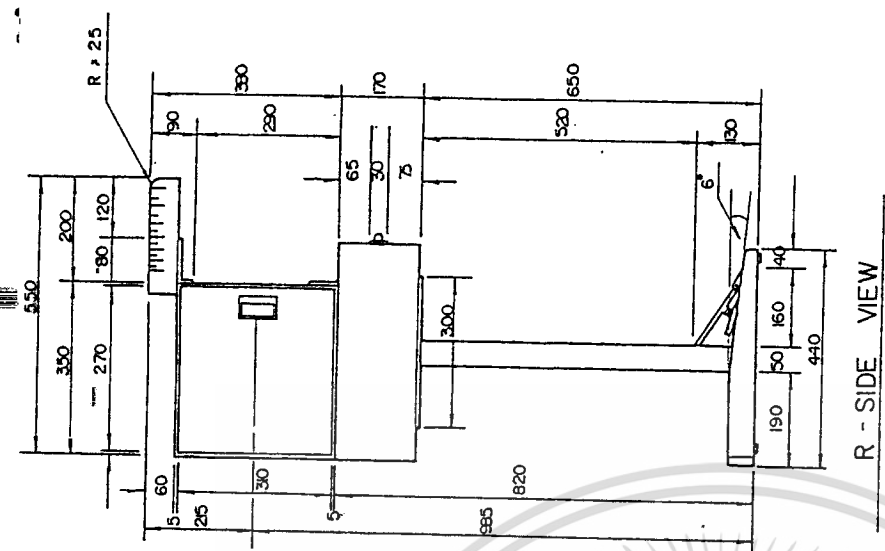
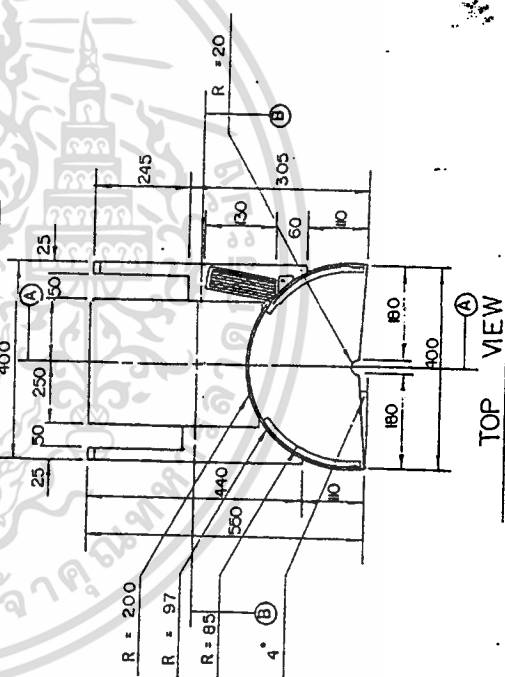
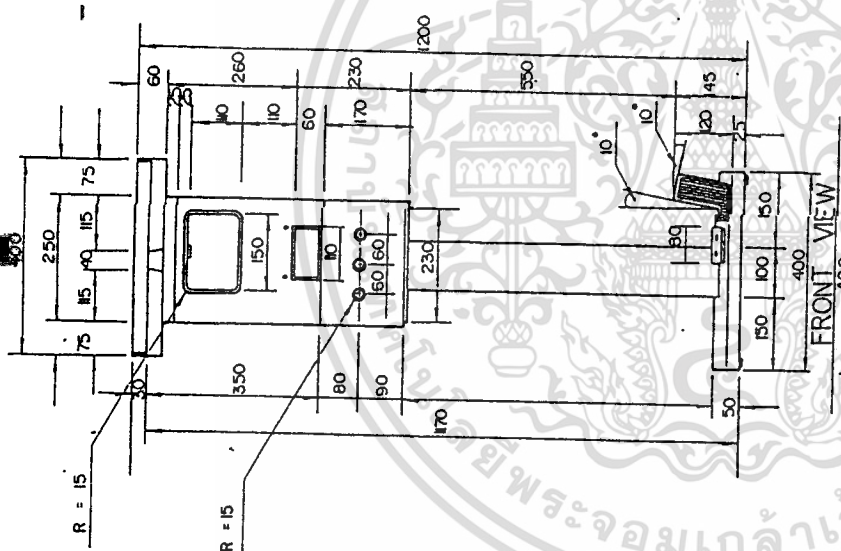
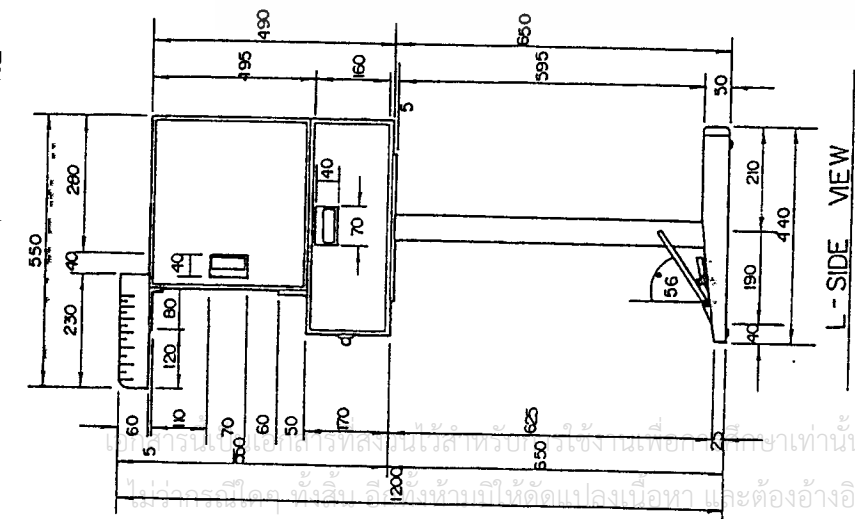


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่หรือแจกจ่ายแก่บุคคลอื่น การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

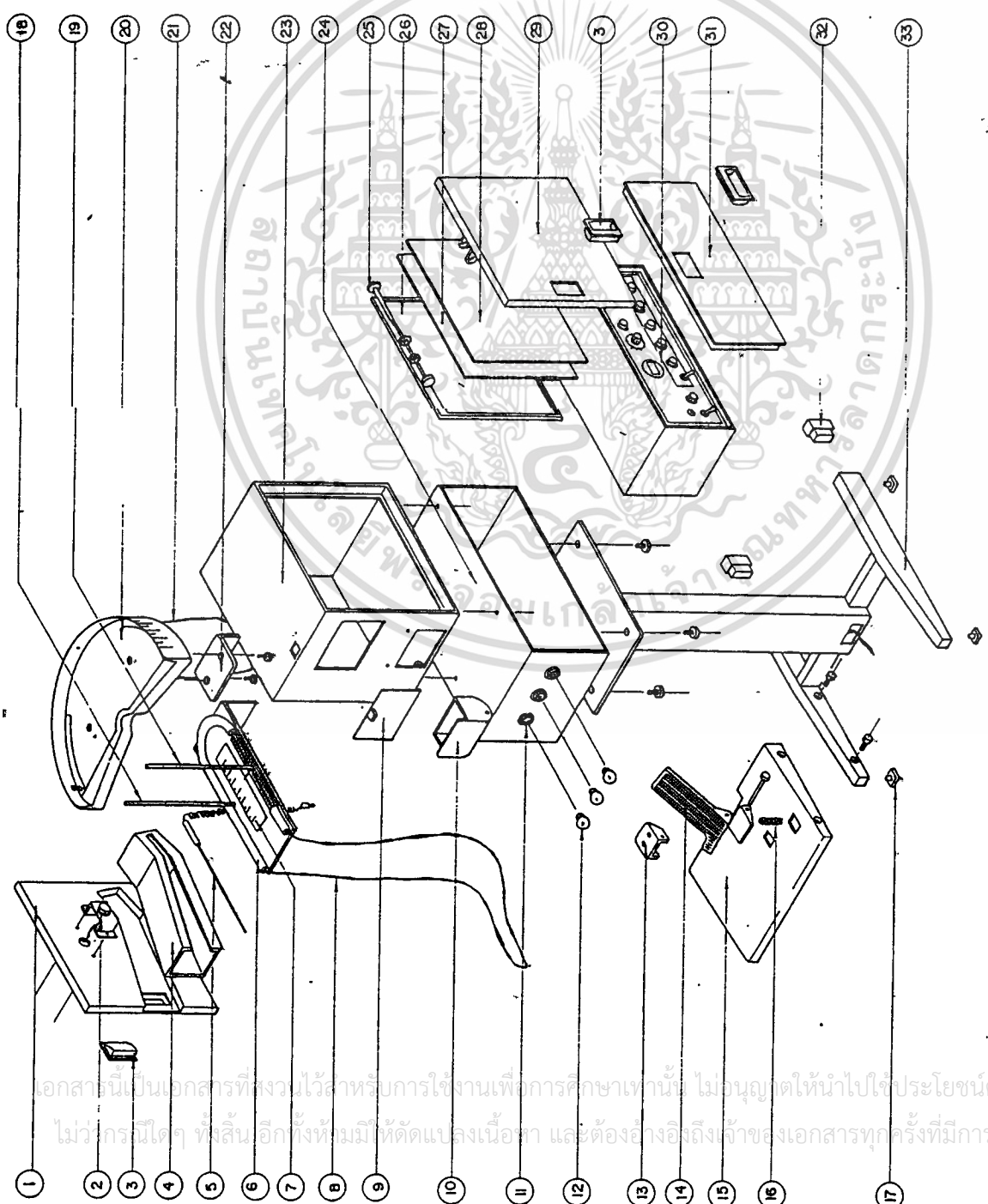
ภาพที่ 85
การทดสอบสายตาทางกว้าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



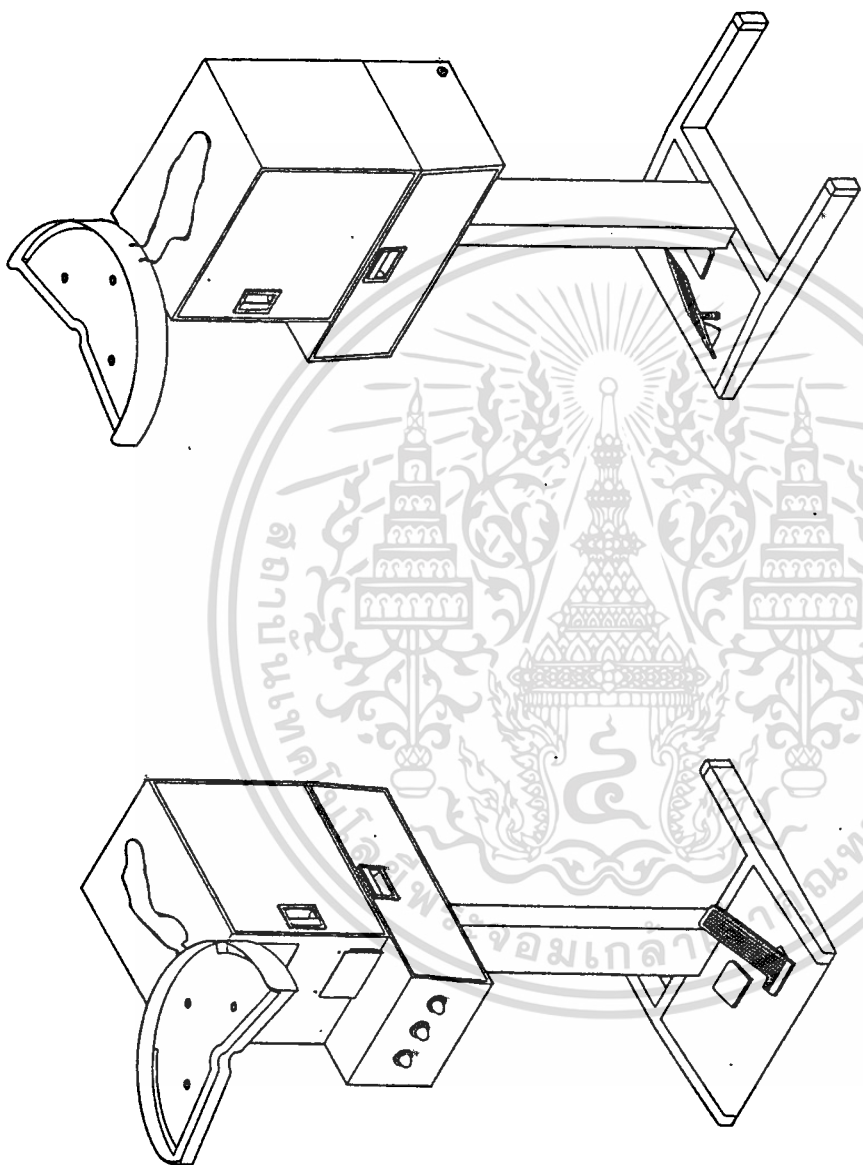
โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย					
สำหรับผู้ทดลองขอใบอนุญาตขับขี่รถยนต์					
ว ค ป	บ ว /ช	ชื่อ	สกุล	เลขที่	แผนที่
		นามแดง	ภูบาลชื่น	36030517	-
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง			ชื่องานที่ใช้บน ภาพด้าน		
			ศึกษาแบบ		
			อ. อัมพันธ์ ไชยศรีคำ อ. อุบลศักดิ์ ศรีวิบุต		
			มาตรฐานฉบับ : 75 หน่วย : มม		



ASSEMBLY

ชิ้น	จำนวน	ชื่อ	หน่วย	หมายเหตุ
ว	ค	ป	13/1/38	ชื่อ
นักศึกษา	นาย	ผดุง	อุปถัมภ์	ชื่อ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่อ	ที่เรียน	ASSEMBLY	มาตรฐาน
		ผู้ควบคุม	อ. อภิสิทธิ์	1 : 7.5
		ผู้ควบคุม	อ. อภิสิทธิ์	หน่วย : มม.
1	1	ฝาเปิด - ปิดเครื่อง		เหล็กแผ่น
2	1	เครื่องทดสอบ		เหล็กแผ่น
3	1	ฝาเปิด - ปิดแผงทดสอบ		กระจก
4	1	ที่รองแผ่นภาพ		กระจก
5	1	แผ่นภาพทดสอบตาจอสี		พลาสติก
6	1	กรอบเปิดแผ่นภาพ		พลาสติก
7	1	ที่หมุนล็อกแผ่นภาพ		เหล็กแผ่น
8	1	ตัวครอบเครื่อง		เหล็กแผ่น
9	1	ตัวรับอุปกรณ์ทดสอบ		เหล็กแผ่น
10	1	ที่ยึดอุปกรณ์ทดสอบทางกว้าง		เหล็ก
11	1	เครื่องทดสอบสายทางกว้าง		พลาสติก
12	1	แท่นทดสอบสายทางกว้าง		อลูมิเนียม
13	1	เสาเข็มสำหรับทดสอบ		อลูมิเนียม
14	1	เสาเข็มหัวรีดรีด		เหล็กแผ่น
15	1	ยางรองฐาน		พลาสติก
16	1	สปริงกันแรง		พลาสติก
17	1	แผ่นรองท้ายทดสอบ		พลาสติก
18	1	คันเร่ง		พลาสติก
19	1	เบรก		พลาสติก
20	1	หลอดไฟ		พลาสติก
21	1	ขั้วลวดทองแดง		พลาสติก
22	1	ที่เก็บเบรก		พลาสติก
23	1	ฟีด - ปิดช่องทดสอบ		พลาสติก
24	1	เชือกทดสอบสายทางกว้าง		พลาสติก
25	1	สเกลเบอร์ระยะ		พลาสติก
26	1	ท่อเดินสาย		พลาสติก
27	1	เครื่องมือทดสอบประสาหมือ		พลาสติก
28	1	รางไฟ		พลาสติก
29	1	มือจับเปิด - ปิด		พลาสติก
30	1	ชุดสวิตช์ไฟและออก		พลาสติก
31	1	ฝาเปิด - ปิดอุปกรณ์ทดสอบ		พลาสติก
32	1	ชิ้นส่วน		เหล็กแผ่น
33	1	ชิ้นส่วน		เหล็กแผ่น

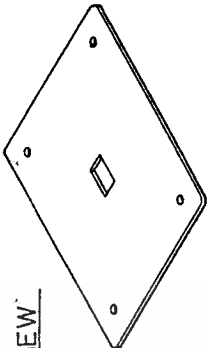
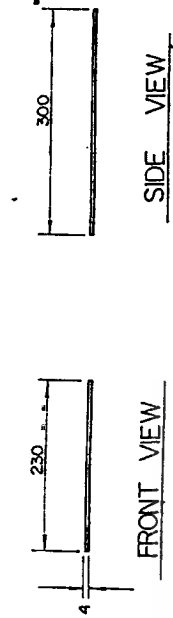
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าการนี้ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ISOMETRIC

โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องทดสอบรอกภาพทางกาย					
สำหรับทดสอบแบบเบี่ยงเบนข้อผิดพลาด					
ว. ค. ป.	๒๕/๖๖	ชื่อ	สกุล	เลขที่	แผน
นักศึกษา	นายคณ	ภูบาล	ชื่น	๓๐๐๐๐๐๐๐	๔
สถาบันเทคโนโลยี		ชื่องานที่เขียน		ภาพสามมิติ	
พระจอมเกล้าธนบุรี		ผู้ควบคุม		มาตรฐาน	
การวัดระยะ		อ. อนันท์		อัตราค่า	
การวัดระยะ		อ. อุดมศักดิ์		สาขาวิชา	
				หน่วย : มม.	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TOP VIEW

ISOMETRIC

ISOMETRIC

TOP VIEW

ISOMETRIC

SIDE VIEW

FRONT VIEW

SIDE VIEW

FRONT VIEW

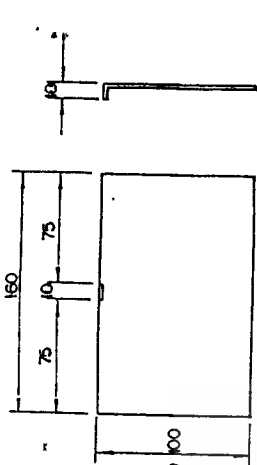
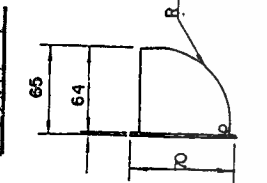
4	1	แกนกลางปฏิกิริยา	50x25 x2.3	เหล็กฉนวน
3	1	แผ่นรองรับเครื่อง	หนา 3 มม.	เหล็กแผ่น
2	2	ฐานรอง	หนา 3 มม.	เหล็กแผ่น
1	1	ขา	100x50x2.3	เหล็กฉนวน

PART	จำนวน	ชิ้นส่วน	ขนาดวัสดุ	ชนิดวัสดุ	หมายเหตุ
โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย					
สำหรับผู้ทดสอบขอใบอนุญาตขึ้นเครื่องบิน					
ว	ด	ป	14/1/38	ชื่อ	สกุล
นักศึกษา	นามสกุล	ภูมิลำเนา			
				เลขที่	แผนที่
				36030517	

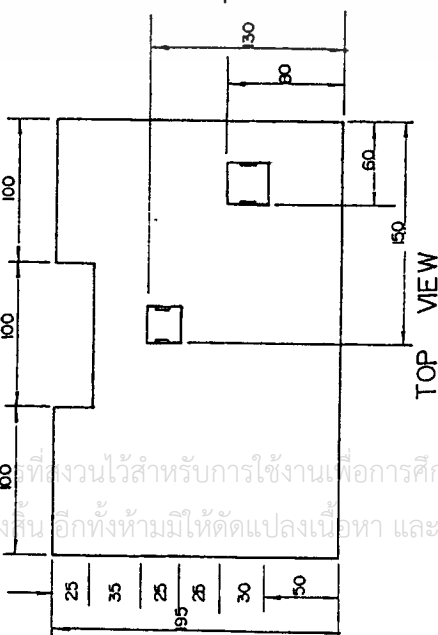
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ชื่อสถานที่เขียน PART	
	ผู้ควบคุม	
	อ. ธนัท อินทร์กล้า	ภาคเรียน 1 - 5
	อ. อุดมศักดิ์ สุวีริบุตร	หน่วย : มม.

PART 6

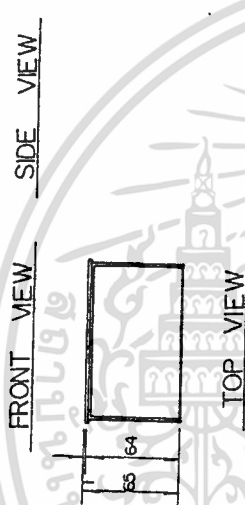
PART 7



FRONT VIEW



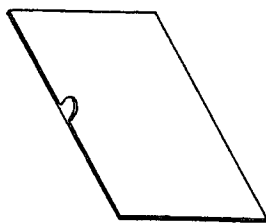
TOP VIEW



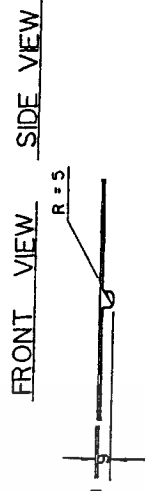
TOP VIEW



DETAIL



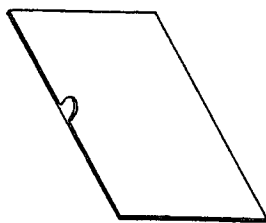
TOP VIEW



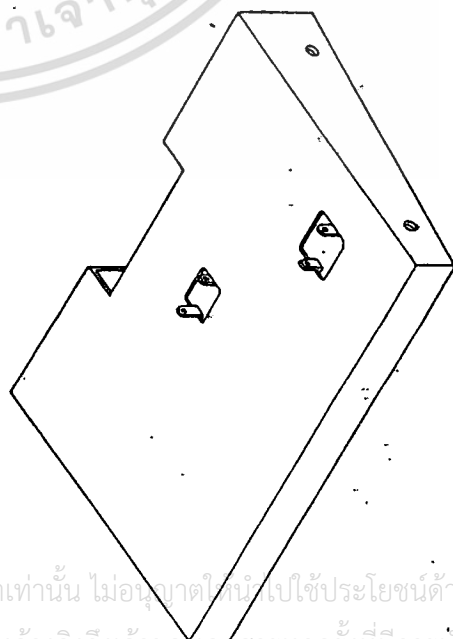
FRONT VIEW SIDE VIEW



FRONT VIEW



ISOMETRIC

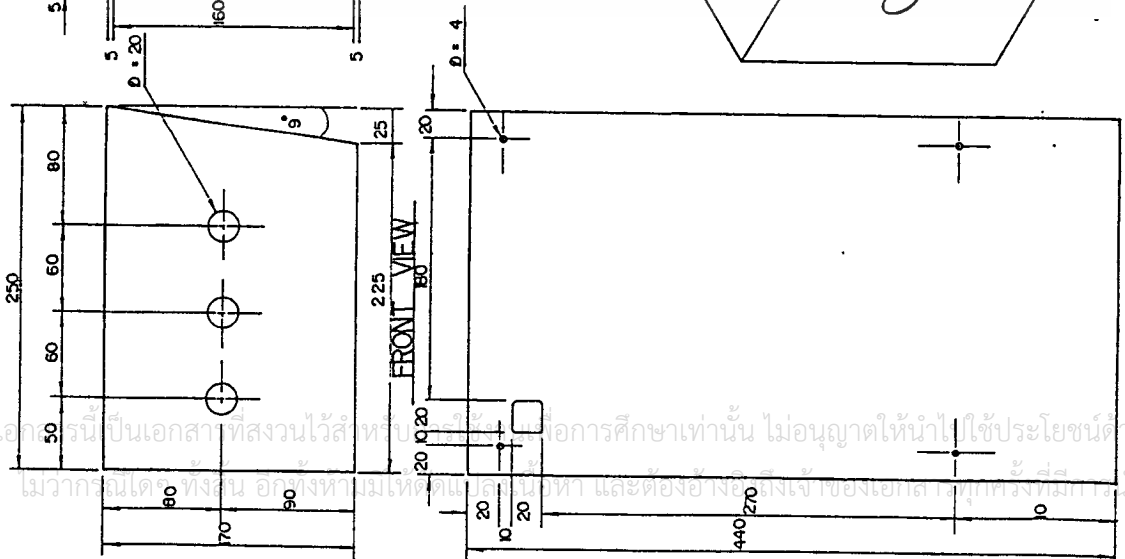


SOME TRIC

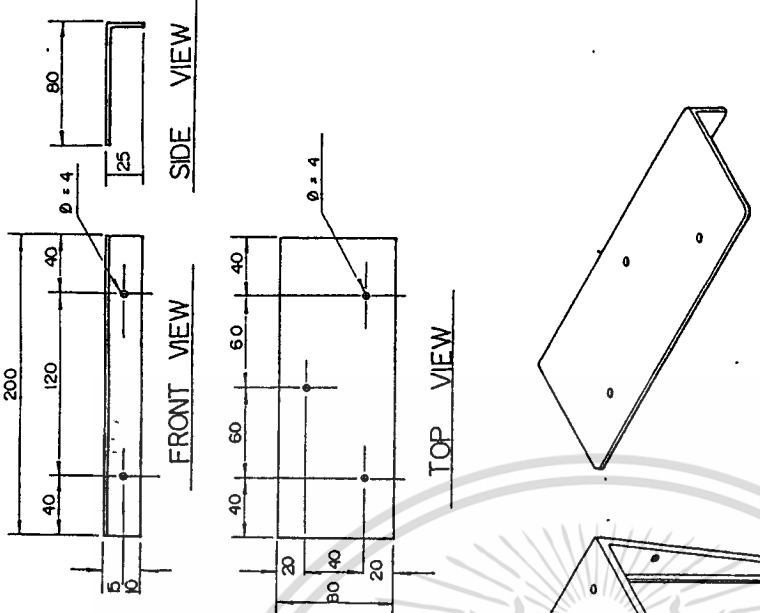
7	1	ที่เปิดสอนทดสอบ	หนา 1.2 มม.	เหล็กแผ่น	
6	1	ที่เก็บเชื้อด	หนา 2 มม.	พลาสติก	
5	1	ฐานรองเหยียบ	หนา 2 มม.	เหล็กแผ่น	
PART จำนวน		ชิ้นส่วน	ขนาดวัสดุ	ชนิดวัสดุ	หมายเหตุ
โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย					
สำหรับบุคคลสอบข้อสอบปฏิบัติขั้นพื้นฐาน					
ว	ค	ป	14/1/38	ชื่อ	สกุล
นักศึกษา		นามสกุล		ญาติ	เลขที่
				ญาติ	36030017
สถาบันเทคโนโลยี			ชื่องานที่เขียน		
พระจอมเกล้าเจ้าคุณ			PART		
ทหารอากาศประจำ			ผู้ควบคุม		
			อ. อนันท์		
			อ. อุดมศักดิ์		
			อ. สุริยพร		
			มาตราส่วน		
			1 : 2.5		
			หน่วย : มม.		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PART 8



PART 9



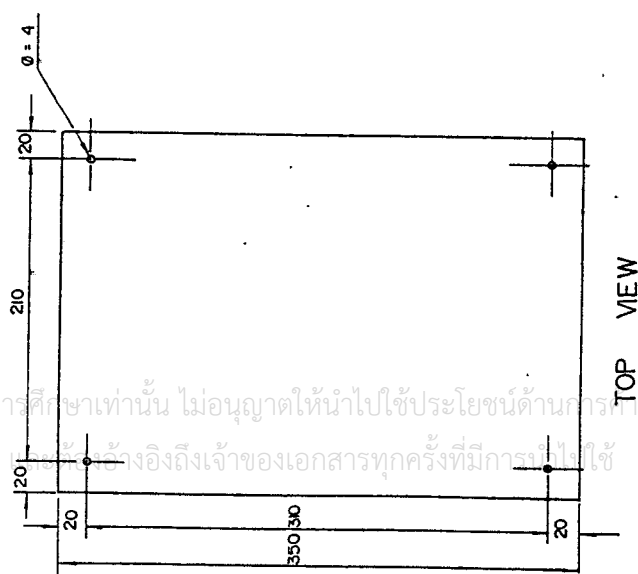
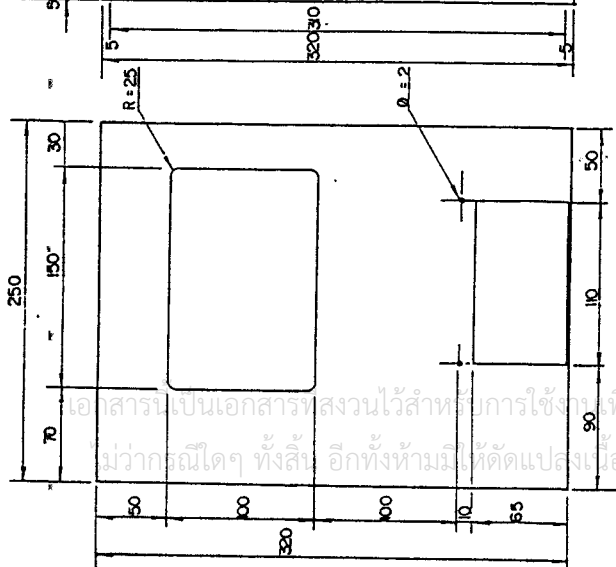
ISOMETRIC



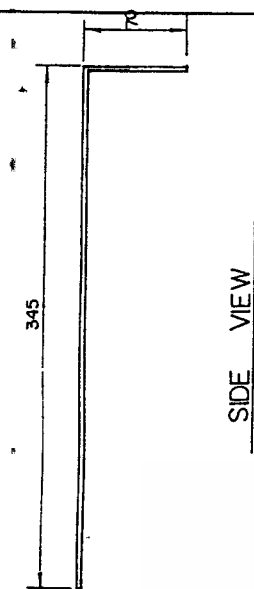
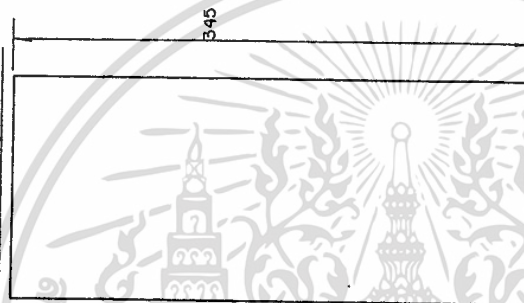
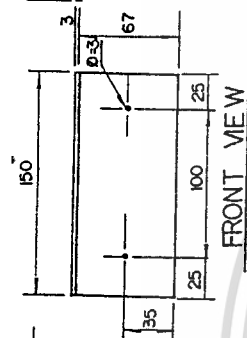
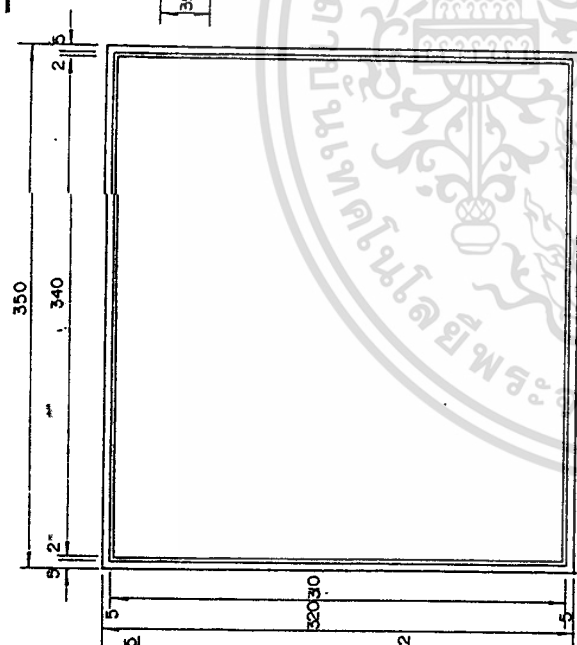
ISOMETRIC

9	1	ที่ติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบ	หนา 3 มม	เหล็ก	
8	1	ที่เก็บเครื่องมือ	หนา 13 มม	เหล็กแผ่น	
PART	จำนวน	ชิ้นส่วน	ขนาดวัสดุ	ชนิดวัสดุ	หน่วย
โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางกาย					
สำหรับใช้ทดสอบสมรรถภาพทางกาย					
ว	ค	ป	15/1/38	ชื่อ	สกุล
นักศึกษา	นามสกุล	นามสกุล	นามสกุล	เลขที่	แผนก
สถาบันเทคโนโลยี	ชื่อสถาบัน	ชื่อสถาบัน	ชื่อสถาบัน	เลขที่	แผนก
พระจอมเกล้าเจ้าคุณ	พระจอมเกล้าเจ้าคุณ	พระจอมเกล้าเจ้าคุณ	พระจอมเกล้าเจ้าคุณ	เลขที่	แผนก
ทหารอากาศระบ	ทหารอากาศระบ	ทหารอากาศระบ	ทหารอากาศระบ	เลขที่	แผนก

PART 10

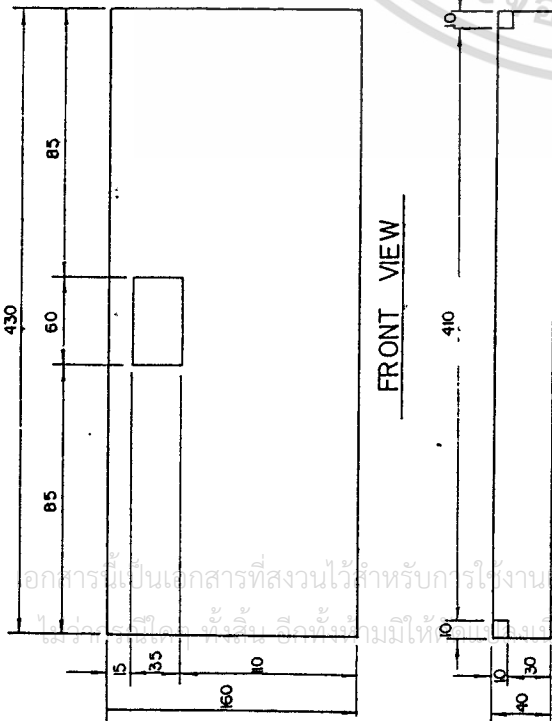


PART II

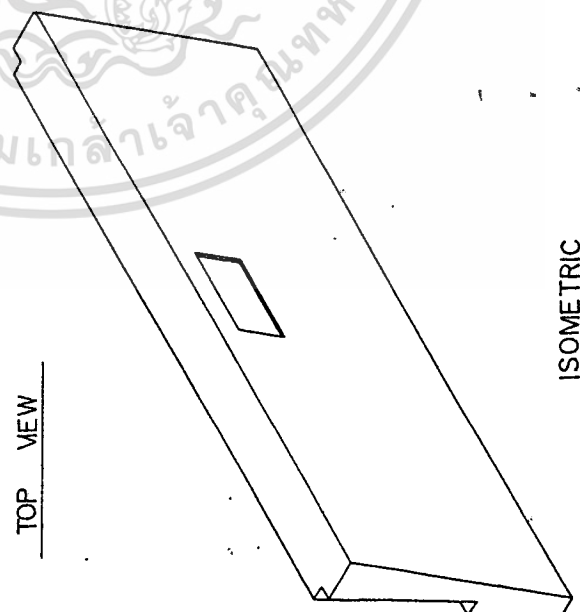
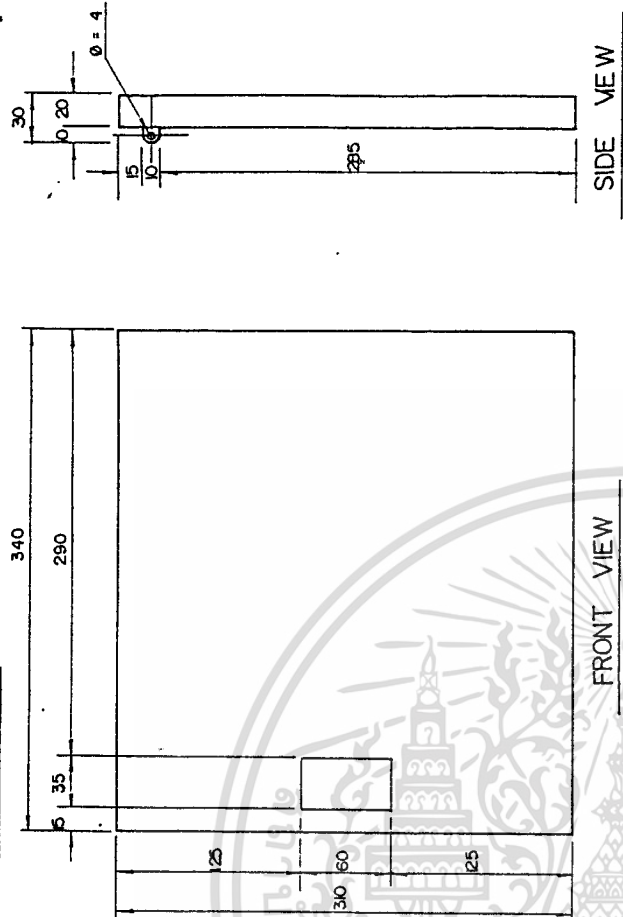


๖	๑	ที่ติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบ	หนา 3 มม.	พลาสติกแผ่น
๗	๒	กล่องเก็บเครื่อง	หนา 13 มม.	พลาสติกแผ่น
๘	๓	ชิ้นเสวียน	ขนาดรัศมี .	ขปคิรัศมี
โครงการออกแบบรูปแบบรูปทรงเครื่องทดสอบสมรรถนะรถทางวิ่งภายใน สำหรับใช้ทดสอบของโมเดลยานบินไร้คนบังคับ				
ว	ด	ป	๑5/1/38	ชื่อ
นักศึกษา		นายเมธุง		ภูบาลชื่น
				เลขที่
				36030517
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		ชื่องานที่ใช้เรียน PART		
		ผู้ควบคุม		
		อ. ดนวิทย์ อิมหรรักษ์		
		อ. อุบลศักดิ์ ยี่สารีบุตร		
		หน่วย : มม.		
		มาตราส่วน 1 : 2.5		

PART 12

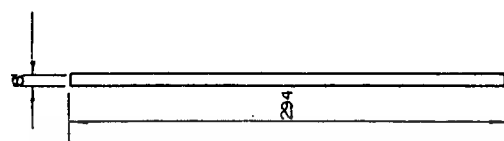


PART 13

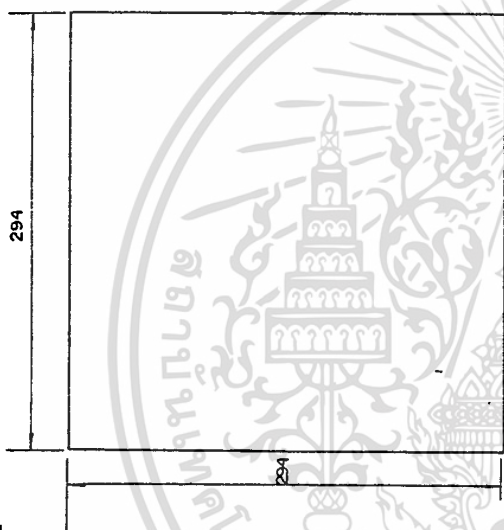


13	1	ผาบิดแรงทดสอบ	หนา 13 มม.	เหล็กแผ่น	
12	1	ผาบิดเครื่อง	หนา 13 มม.	เหล็กแผ่น	
PART 13	ชิ้นส่วน	ขนาดรั้ว	ชนิดวัสดุ	หนา 13 มม.	
โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางกาย					
สำหรับชุดสอบเข้าโรงเรียนอาชีวศึกษา					
ว ค ป	16/1/38	ชื่อ	สุก	เลขที่	แผนที่
นักศึกษา	นายคณ	ภูบาลชื่น		36030517	
สถาบันเทคโนโลยี		ชื่องานที่เขียน		PART	
พระจอมเกล้าเจ้าคุณ		ผู้ควบคุม		มาตรฐาน	
ทหารอากาศระบ		อ. อนันท์		อัตราส่วน	
		อ. อุดมศักดิ์		1 : 2.5	
		อ. อุดมศักดิ์		สํานักงาน	
				ทนาย : ม.ม.	

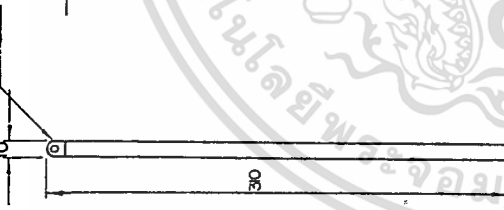
PART 15



SIDE VIEW

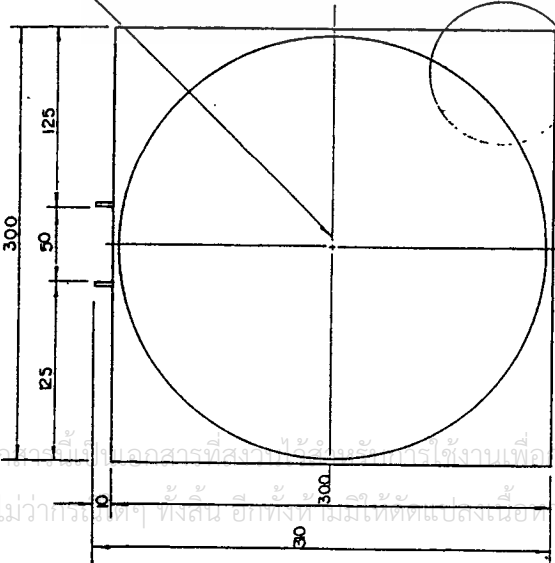


FRONT VIEW

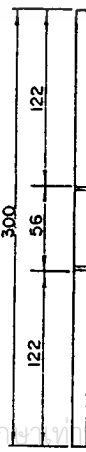


SIDE VIEW

PART 14



FRONT VIEW

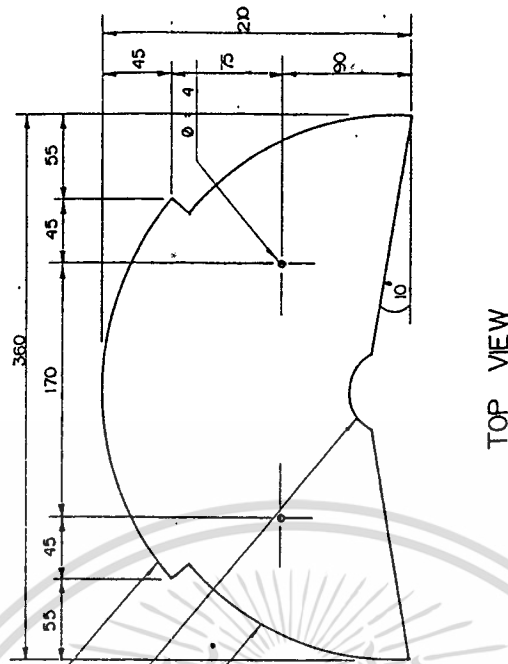
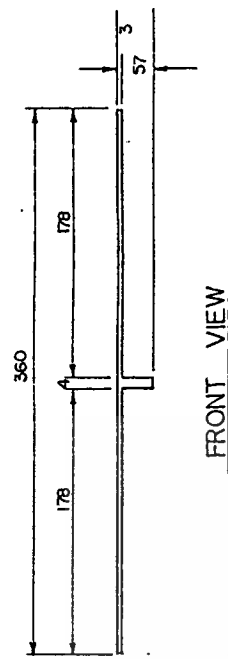
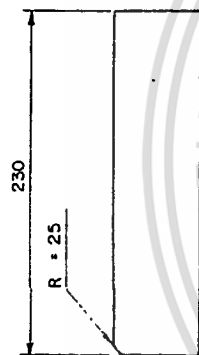
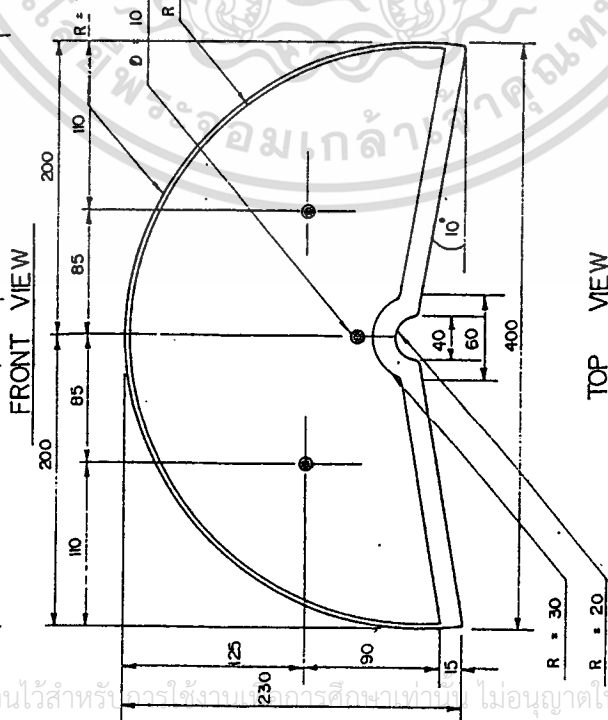
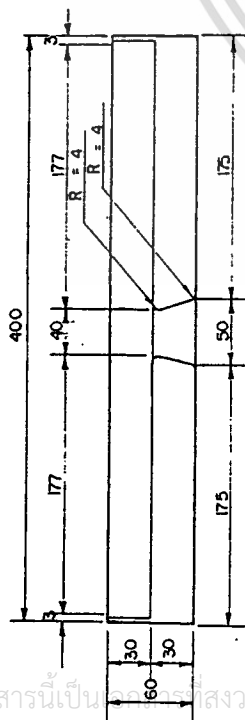


TOP VIEW

DETAIL

15	1	กรอบรองแผ่นภาพ	พลาสติก	หนา 2 มม.	
14	1	กรอบหน้ากระจก	พลาสติก	หนา 2 มม.	
PART จำนวน		ชิ้นส่วน	ชนิดวัสดุ	ขนาดวัสดุ	หมายเหตุ
โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย					
สำหรับใช้ทดสอบข้อไขข้อกระดูกข้อเข่า					
ว	ด	ป	16/1/38	ชื่อ	เอก
นักศึกษา	นาย	ผดุง	อนุชิต	เลขที่	36030517
สถาบันเทคโนโลยี		ชื่องานที่ส่ง		PART	
พระจอมเกล้าเจ้าคุณ		ผู้ควบคุม		มาตราส่วน	
ทหารลาดกระบัง		ป. อนุชิต		1 : 2.5	
		ป. อนุชิต		หน่วย : มม.	

PART 18



19	1	ที่ปิดแบบทดสอบ	ททว 3 มม	พลาสติก	
18	1	ตัวแบบทดสอบ	ททว 3 มม.	พลาสติก	
PART จำนวน		ชิ้นส่วน	ขนาดวัสดุ	ชนิดวัสดุ	ทบทวน
โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย สำหรับผู้ทดสอบอยู่ในอนุภาคกับร่อนนัต					
ว	ค	ป	17/1/38	ชื่อ	สกุล
นักศึกษา		นามสกุล		ภูมิลำเนา	
				เลขที่	
				36030517	
สถาบันเทคโนโลยี			ชื่องานที่เขียน		
พระจอมเกล้าจตุพล ทหารอากาศรัง			PART		
			ผู้ควบคุม		
			อ. อุพันธ์ อิมพรคำ อ. อุดมศักดิ์ สาริบุตร ทบทวน : มม		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการดำเนินงานโครงการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เข้ารับการทดสอบ และเจ้าหน้าที่ควบคุมการทดสอบ ในการใช้เครื่องทดสอบสมรรถภาพแบบเดิมที่ไม่มีประสิทธิภาพพอ ตลอดจนแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับเครื่องทดสอบสมรรถภาพแบบเดิม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานให้มากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาข้อมูล เพื่อนำมาสรุปและวิเคราะห์จนได้ผลการออกแบบมาสามารถแก้ไข้ปัญหาของผลิตภัณฑ์เดิมสรุปได้ดังนี้

1. สามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้จากผลิตภัณฑ์เดิมใช้ไม้อัดในการผลิต ซึ่งช้าและขาดความแม่นยำ ทำให้สามารถผลิตโดยการอัดหรือปั๊ม ใช้ขบวนการผลิตโลหะแผ่นซึ่งมีหลายวิธีและสามารถผลิตได้เป็นจำนวนมากรวดเร็วและรูปทรงที่เหมือนกันทุกชิ้น
2. วัสดุเป็นโลหะแผ่น ใช้ทำตัวครอบเครื่องและส่วนเก็บอุปกรณ์ทดสอบ วัสดุโครงสร้างขาเป็นหลักกลวงเหลี่ยมผืนผ้ามีหน้าตัดที่กว้างรับน้ำหนักได้ดี แข็งแรง เหมาะสมกับการใช้งานในส่วนอื่นที่เกี่ยวข้อง
3. สามารถแยกชิ้นส่วนออกเป็น 2 ชิ้นใหญ่ ๆ คือ โครงสร้างขา และตัวเครื่อง จึงทำให้ง่ายในการผลิต เนื่องจากชิ้นส่วนขนาดเล็กรูปทรงไม่ซับซ้อน
4. ใช้ในการทดสอบ 3 ด้านคือ ประสาหมือ, ปฏิกริยา (ความสัมพันธ์ระหว่างเท้ากับสายตา) และทดสอบสายตา ด้านสายต้ายิงแบ่งออกเป็น สายตาบอดสี สายตาทางลึก และสายตาหาขากว้าง ตามที่กรมการขนส่งกำหนด
5. รูปทรงและขนาดตามความเหมาะสมกับการใช้งาน และการผลิต การดูแลรักษา ใช้วัสดุที่น้อยชิ้นและประหยัดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ได้มาก

ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบปรับปรุงเครื่องทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายซึ่งวัตถุประสงค์เพื่อใช้ทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายคือ ประสาหมือ ปฏิกริยา และทดสอบด้านสายตา ซึ่งใช้ในสถานที่ราชการ คือ สำนักงานขนส่งจังหวัด และสาขา หัวประเทศตามพระราชบัญญัติการขนส่ง พ.ศ. 2522 จึงขอเสนอแนะดังนี้

— เครื่องทดสอบสมรรถภาพ ใช้สำหรับผู้เข้ารับการทดสอบ เพื่อขอรับใบอนุญาตขับรถขนส่งสำหรับผู้ขอรับใบอนุญาตใหม่และผู้ขาดต่อใบอนุญาตขับรถ สำหรับนำใบอนุญาตไปประ—
เอกสารแนบท้ายสำหรับผู้ขอรับใบอนุญาตใหม่และผู้ขาดต่อใบอนุญาตขับรถ สำหรับนำใบอนุญาตไปประ—
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กอบอาชีพชั่วคราว

- ขั้นตอนในการทดสอบอาจจะทดสอบหลายขั้นตอนอยู่ที่ความสามารถของผู้เข้ารับ
การทดสอบ
- การใช้เครื่องทดสอบอาจทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้ หรือประมาท หรือไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบ
- การออกแบบเครื่องทดสอบสมรรถภาพนั้น ผู้ทำวิจัยได้ทำแค่ตัวเครื่องแต่ยังขาด
เก้าอี้ในการนั่งทดสอบ ดังนั้นในข้อนี้จึงขอเสนอแนะให้ผู้ที่จะทำการวิจัยต่อทราบ ถึงปัญหาของเครื่อง
ทดสอบและได้นำไปออกแบบปรับปรุงต่อไปให้ดียิ่งขึ้น



บรรณานุกรม

สรีนรศ. หูทองคำ, อิติ ชาติวีรวัฒน์ และพชรวุฒิ สิทธิพล, การใช้รถยนต์. โรงพิมพ์
จักรา - นกุล การพิมพ์

ฝ่ายประชาสัมพันธ์ กรมการขนส่งทางบก, แนะนำการติดต่องานด้านทะเบียนรถและใบอนุญาตขับ
รถ. โรงพิมพ์ ร.ส.พ.

บริษัท ราชสีมาไตรมิตร จำกัด, คู่มือแนะนำการใช้เครื่องทดสอบสมรรถภาพหาร่างกาย. 1506
- 1510 ถนนมรุขมนตรี อ.เมือง จ.นครราชสีมา

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. พลาสติก. กรุงเทพฯ : มิตรนราการพิมพ์, 2524. วิทยา ทองขาว.
ทฤษฎีเชื่อมแก๊สและไฟฟ้า กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เอ็ดดูเคชั่น. 2534

สมพงษ์ กรกรรณ. ทฤษฎีสี. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไชนาพัฒนาวิษ. 2527

ดนัย รัตนหัตถ์. เทคโนโลยีเบื้องต้นสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติก.

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาด-
กระบัง : เอกสารการพิมพ์. 2524.

สาคร คันธโชติ. วัสดุผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : สำนักงานพิมพ์ไอบีเยนส์โตร.

กำฤทธิ์ ไบรัมย์, การออกแบบปรับปรุงเครื่องดูดควันติดชุดครัว บริษัทยูนิโอม จำกัด,
วิทยานิพนธ์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สาคร คันธโชติ. การออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไอบีเยนส์โตร. 2529

ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง "ข้อมูลวัสดุส่วนคนไทย" สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย.

เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการ, สำนักงานขนส่งเขตพื้นที่ 3 บางจาก กรุงเทพฯ, สัมภาษณ์,

21 พฤศจิกายน 2537

รายงานผลการตรวจ สายตา ประสาท และปฏิกิริยา

ชื่อผู้รับการตรวจ นาย ครั้งที่

การตรวจสายตาทางกว้าง			
ครั้งที่	ตาทางขวา	ตาทางซ้าย	หมายเหตุ
๑			
๒			
๓			

การตรวจสายตาทางลึก			
ครั้งที่	ระยะที่เห็น (นิ้ว)	ผลเฉลี่ย	หมายเหตุ
๑		}	
๒			
๓			

ผู้ตรวจ วันที่ ผู้ตรวจ วันที่

การตรวจบอดสี

ปกติ	
เขียว	
แดง	
บอดทั้งหมด	

ผู้ตรวจ วันที่

การตรวจประสาทมือ			
ครั้งที่	ไป	มา	หมายเหตุ
๑			
๒			
๓			

การตรวจปฏิกิริยา			
ครั้งที่	จำนวนวินาที	ผลเฉลี่ย	หมายเหตุ
๑		}	
๒			
๓			

ผู้ตรวจ วันที่ ผู้ตรวจ วันที่

สรุปผลการตรวจแล้วเห็นว่า

ลงชื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน

นายผดุง ภูบาลชื่น

สถานที่เกิด

จังหวัด นครราชสีมา

วุฒิการศึกษา

ศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง, ป.ว.ส. (ออกแบบผลิตภัณฑ์—
อุตสาหกรรม)

สถานที่สำเร็จการศึกษาสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัด
นครราชสีมา

ประสบการณ์ทำงาน

ทำงานบริษัท พรีเมียร์เฟอร์นิเจอร์ จำกัด นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง
เลขที่ 82/22 หมู่ 3 หมู่บ้านอ่อนนุชนิวัตน์ 1 เขตลาดกระบัง

ที่อยู่ปัจจุบัน

กรุงเทพมหานคร 10520

