



ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นวีลแชร์สำหรับผู้พิการกลางแจ้ง-
โดย ว่าที่ร้อยตรี ราชนทรี เมืองแก้ว

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต
สาขาศิลปอุตสาหกรรม

..... น.ส.ณิชา..... คณบดี

(รศ.ดร. ปรียาพร มงอุนตรโรจน์)

วันที่ 25 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2567

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร)

..... กรรมการ
(อาจารย์อนันท์ อินทร์คำ)

..... กรรมการ
(อาจารย์ถนอม จันทร์หมื่นไวย)

..... กรรมการ
(อาจารย์ศิริพรรณ สาริบุตร)

..... กรรมการ
(อาจารย์ธเนศ ภิรมย์การ)

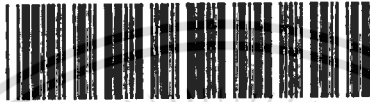
..... กรรมการ
(อาจารย์พิศุทธิ์ ศิริพันธุ์)

..... กรรมการและเลขานุการ
(อาจารย์สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ)



โครงการออกแบบปรับปรุง "รถเข็นดีเส้นบุขาว สำหรับสนามกีฬากลางแจ้ง"

LINER CAR FOR OPEN STADIUM



A020930

นายราเชนทร์ เมืองแก้ว

รหัส 35302219



INDUSTRIAL DESIGN. ED.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2536

เลขหมู่.....	1163
เลขทะเบียน.....	27 ต.ค 2537
วัน เดือน ปี.....	

020 930

วิทยานิพนธ์เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุง รถเข็นดีเส้นปูนขาวสำหรับสนามกีฬา
กลางแจ้ง (LINER FOR OPEN STADIUM)

ชื่อนักศึกษา นายราเชนทร์ เมืองแก้ว

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ปริยาพร วงศ์อนุตรโรจน์ ภาคเอกสาร
อาจารย์ถนอม จันท์หมื่นไวย ภาคเอกสาร-ออกแบบ
อาจารย์อนันต์ อินทร์คำ ภาคเอกสาร-ออกแบบ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ได้ตรวจพิจารณาเห็นชอบแล้วจึง
อนุมัติให้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ประจำปี
การศึกษา 2536

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ประธานกรรมการ
..... กรรมการ
..... กรรมการ
..... กรรมการ
..... กรรมการ
..... กรรมการ
..... กรรมการ
..... กรรมการ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปริยาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี

บทคัดย่อ

จากการศึกษาถึงการใช้งานของรถดีเซลเบนชาว ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันสามารถแยก
ปัญหาเบื้องต้นของงานออกแบบพอลังเซป ได้ดังนี้

1. ขาดความสะดวกสบายและเที่ยงตรงในการใช้รถเข็นดีเซลเบนชาวดีเส้นตรงและเส้นโค้ง
2. ระบบการไหลของปูนชาวยังไม่สม่ำเสมอ
3. ขนาดของถังปูนชาวยังมีขนาดไม่สัมพันธ์กับความยาวของเส้นสนามกีฬาในแต่ละประเภท
4. ขนาดสัดส่วนของรถเข็นดีเซลเบนชาวยังมีขนาดไม่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนของคนไทย
5. ระบบล้อยังมีรูปแบบ ขนาด และวัสดุ ไม่คล่องตัวในการใช้งาน
6. โครงสร้างของรถยังไม่ได้รับการออกแบบ และศึกษาถึงวัสดุในการนำมาใช้งานของรถดีเซลเบนชาว
7. รูปแบบและวัสดุของถังบรรจุปูนชาวของรถเข็นดีเซลเบนชาว ยังไม่ได้รับการออกแบบ และศึกษาให้เหมาะสมกับการใช้งาน
8. รถเข็นดีเซลเบนชาวถูกผลิตโดยขาดการพัฒนาทางด้านรูปแบบ สีสรร และกราฟฟิค

จากปัญหาดังกล่าว เหล่านี้ จึงจะทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูล ตลอดจนการวิเคราะห์และสรุปผลข้อมูลในส่วนที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาพิจารณาใช้ในการออกแบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์เดิม โดยมีวิธีการดำเนินการค้นคว้าดังนี้

1. ศึกษาเกี่ยวกับรถดีเซลเบนชาวที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน
2. ศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลทางด้านผู้ใช้งาน
3. ศึกษาเกี่ยวกับสถานที่ที่ใช้งาน
4. ศึกษาเกี่ยวกับขนาดสัดส่วนของคนไทย
5. ศึกษาเกี่ยวกับ โครงสร้างวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

6. ศึกษาเกี่ยวกับชุดอุปกรณ์ประกอบในการทำงาน ทั้งรูปแบบ วัสดุ และกรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรมภายในประเทศ
7. มีการออกแบบทั้งทางด้านรูปแบบ สีสรร และกราฟิก เพื่อช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความสวยงาม น่าสนใจ และสอดคล้องกับสนามกีฬาที่ใช้งานอีกด้วย
8. เป็นรถดีเส้นปูนขาวที่มีราคา คุณภาพ ตลอดจนวัสดุที่เหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจและเทคโนโลยีที่เหมาะสมในปัจจุบัน

สรุปผลการค้นคว้าและการออกแบบ

รถดีเส้นปูนขาวสำหรับสนามกีฬากลางแจ้งที่ทำการออกแบบปรับปรุงใหม่ประกอบด้วยลักษณะและส่วนประกอบสำคัญหลายประการ ทั้งนี้เพื่อเป็นการแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจากผลิตภัณฑ์เดิมให้สามารถใช้งานบรรลุตามจุดมุ่งหมายดังนี้

1. รถดีเส้นปูนขาวมีรูปแบบและลักษณะที่อำนวยความสะดวกในการดีเส้นตรงและดีเส้นโค้ง
2. มีระบบ MACHANIC และส่วนควบคุมการไหลของปูนขาวได้ดี
3. มีขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมกับคนไทย
4. ชุดอุปกรณ์ประกอบ ได้รับการออกแบบทั้งทางด้านรูปความสะดวกสบายในการใช้งาน
5. มีโครงสร้าง วัสดุ และกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมกับระบบการผลิต

กิติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "โครงการออกแบบปรับปรุงรถดีเซลเบนชาว
สำหรับสนามกีฬากลางแจ้ง" ได้สำเร็จลุล่วงด้วยการให้คำแนะนำและความกรุณาช่วย
เหลือจาก

คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวผู้ให้ความอุปการะคุณอย่างอนันต์

อาจารย์ปรีชาพร วงศ์อนุตรโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ภาคเอกสาร

อาจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร อาจารย์ประจำภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม

อาจารย์สถาวร ตีบุญมี ณ ชุมแพ อาจารย์ประจำภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม

อาจารย์ถนอม จันทร์หมั่นไว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ภาคการออกแบบ

อาจารย์อนันท์ อินทร์คำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ภาคการออกแบบ

อาจารย์ธเนศ ภิรมย์การ อาจารย์ประจำภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม

อาจารย์พิศุทธิ์ ศิริพันธ์ อาจารย์ประจำภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม

อาจารย์ศิริพรรณ สาริบุตร อาจารย์ประจำภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม

อาจารย์ชัยยุทธ เจริญพัฒนสุข อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ส่วนข้อมูล

อาจารย์พรเทพ เลิศเทวศิริ อาจารย์ประจำภาควิชาศิลปศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การกีฬาแห่งประเทศไทย (กกท.)

ศูนย์เยาวชนไทย-ญี่ปุ่น ดินแดง

ศูนย์เยาวชนลาดกระบัง

สนามศุภชลาศัยกรีฑา สนามกีฬาแห่งชาติ (กรมพลศึกษา)

สนามกีฬากองทัพบก วิทยาดีรังสิต

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ทุกท่าน

เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรมและโรงพยาบาลราชานุกูล

ทุก ๆ ท่าน

ข้าพเจ้าผู้จัดทำวิทยานิพนธ์มีความซาบซึ้งใจเป็นอย่างยิ่ง ในความกรุณาจากท่าน
ที่ได้กล่าวนามมาแล้ว นอกจากนี้ยังมีอีกหลายท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง จนกระทั่ง
การทำวิทยานิพนธ์ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จึงต้องขอขอบพระคุณมาไว้ ณ โอกาสนี้



NAME : MR. RACHEN MUANGKAEW
 THESIS TITLE : LINER CARS FOR OPEN STADIUM
 THESIS ADUIOR : MISSIS PREYAPORN WRONGANUTAROAD
 MR. TANOM CHANMUANVAI
 MR. ANAN INCOME
 ACADEMIC YEAR : 1993

ABTRACT

FROM EARLIER STUDIES, THE PROBLEMS OF THE LINER CAR'S DESIGN CAN BE IN IDEN TIFIED AS :

1. THE UNRELIABILITY AND THE INCONVENIENCES ON DOING STRAIGHT AND CURVED LINES.
2. THE TIME ARE NOT UNIFORMLY FLOWN.
3. THE SIZE OF THE LIME TANK CANNOT BE SUITED FOR EVERY KINDS OF SPORTFIELDS.
4. THE LINER CAR HANDLE HAS BEEN PLACED TOO LOW.
5. THE WHEELS ARE NOT PROPERLY DESIGNED TO SUIT ITS WORKS.
6. THE STURCTUREAL DESIGNED ARE NOT PROPERLY ARRANGED FOR ITS FUNCTIONS.
7. THE KINER TANK IS NOT PROPERLY CALCULATED AND PROPERLY MATEIALIZED.
8. THE LINER CAR HAS BEEN MANUFACTWED WITHOUT PROPER DEVELOPMENT IN SHAPE, COLOR AND GRAPHIC DESIGN.

FROM THE PROBLEMS OF THE LINER'S CAN BE STUDY AS :

1. STUDY THE DIFFENTS KINDS OF LINER CARS ON THE MARKET.

2. STUDY THE DIFFENTS GROUP OF USEIS.
3. STUDY THE LINER CAR USED IN PLACE.
4. STUDY THE SIZE OF BODY BUILT OF THE THAI POPULAR.
5. STUDY THE STRUCTURED DESIGNS, MATRIALS USED AND PRODUCTION PROCESSES.
6. STUDY THE ACCESSARY SET PRODUCTION FOR ITS FUNCTION.
7. SPECIAL DESIGN OR ITS STRUCTURE, COLOR AND GRAPHIC ARRANGEMENT.
8. PRODUCE SPECIAL LINER CAR IS GOOD PRICE, HIGH QUALITY AND EXCELLENT MATRIALS TO SUITS THE PRESENT THAI ECONOMY AND TECHNOLOGY.



COMMITTEE CHAIRMAN

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		I
กิตติกรรมประกาศ		II
สารบัญตารางประกอบ		XI
สารบัญภาพประกอบ		XII
บทที่	1 บทนำ	1
	1.1 เหตุผลในการทำวิทยานิพนธ์	2
	1.2 วัตถุประสงค์ในการทำวิทยานิพนธ์	2
	1.3 ที่มาของปัญหา	3
	1.4 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ปัญหา	3
	1.5 ขอบเขตของการออกแบบ	10
	1.6 ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล	10
	1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	11
	1.8 วิธีการดำเนินการวิจัย	11
บทที่	2 การศึกษาวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
	2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับรถเข็นดีเส้นปูนขาวที่ใช้ในปัจจุบัน	12
	2.1.1 รูปแบบของรถเข็นดีเส้นปูนขาวที่มีอยู่ในปัจจุบัน	12
	2.1.2 ขนาดสัดส่วนของรถเข็นดีเส้นปูนขาวที่มีอยู่ในปัจจุบัน	15
	2.1.3 การซ่อมบำรุงรักษาและทำความสะอาด	20
	2.1.4 ราคาของรถเข็นดีเส้นปูนขาว	21
	2.1.5 การใช้รถเข็นดีเส้นปูนขาวกับอุปกรณ์ประกอบใน การทำงาน	21
	2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ที่ใช้รถเข็นดีเส้นปูนขาว	21
	2.2.1 ประเภทและรูปแบบของสนามที่ใช้รถเข็นดีเส้นปูนขาว	21

2.2.2	สรุปการคำนวณขนาดความยาวของเส้นต่าง ๆ ในสนามดิน	25
2.3	ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้	26
2.3.1	การแบ่งประเภทของผู้ใช้	26
2.3.2	ภาระหน้าที่ในส่วนของผู้ใช้	26
2.3.3	FORCE AND POWDER CAPACITY OF HUMAN	28
2.3.4	ขนาดสัดส่วนที่ใช้ในการออกแบบ	31
2.4	ข้อมูลเกี่ยวกับหุ่นชาวมที่มีอยู่ในปัจจุบัน	47
2.4.1	บทบาทเกี่ยวกับหุ่นชาวม	47
2.4.2	ชนิดของหุ่นชาวม	47
2.4.3	หุ่นชาวมในประเทศไทย	48
2.4.4	การเก็บรักษาหุ่นชาวม	48
2.4.5	การหมักหุ่นชาวม	49
2.5	ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างวัสดุและกรรมวิธีการผลิต	53
2.5.1	โครงสร้างของรถเข็นดีเส้นหุ่นชาวม	53
2.5.2	ประเภทของโครงสร้าง	56
2.5.3	การศึกษาเกี่ยวกับวัสดุ	62
2.5.4	เหล็ก	71
2.5.5	พลาสติก	80
2.5.6	ไฟเบอร์กลาส	86
2.5.7	ล้อย	104
2.5.8	ยาง	111
2.5.9	สี	114
2.6	ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ประกอบในการทำงาน	119
2.6.1	ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ประกอบในการทำงาน ที่ใช้ร่วมกับรถเข็นดีเส้นหุ่นชาวม	119

2.6.2	วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำชุดอุปกรณ์ประกอบ	121
2.6.3	กราฟฟิค สีสรร และการตกแต่ง	121
3.1	การรวบรวมและการศึกษาข้อมูล	123
3.1.1	วิธีการสำรวจข้อมูล	123
3.2	แหล่งที่มาของข้อมูล	123
3.3	ขั้นตอนการออกแบบ	124
3.4	วิธีวิเคราะห์ข้อมูล	124
3.5	ข้อมูลเกี่ยวกับส่วนประกอบอื่นของรถเข็นดีเส้นปูนขาว	125
3.5.1	มือจับ	125
3.5.2	ลักษณะการจับเข็น	129
3.5.3	ลักษณะของล้อ	131
3.5.4	ถังบรรจุปูนขาว	135
3.5.5	รูปแบบระบบ MACHANIC	139
3.5.6	ลักษณะการทำงาน MACHANIC	143
3.5.7	โครงสร้างของรถเข็น	144
3.5.8	ตัวปิดการไหลของปูน	147
3.5.9	ฝาปิดของรถเข็นดีเส้นปูนขาว	148
3.6	ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ประกอบในการทำงานที่ใช้ร่วมกับรถเข็นดีเส้นปูนขาว	149
3.7	ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้	149
3.7.1	พฤติกรรมในการใช้งานของรถเข็น	150
3.7.2	พฤติกรรมในการใช้งานของรถเข็นดีเส้นปูนขาว	151
3.7.3	การทำความสะดวกและการซ่อมบำรุงรักษา	153
3.7.4	ราคาของรถเข็นดีเส้นปูนขาว	153
3.8	ทางวิ่งและช่องวิ่ง	153

	หน้า	
3.8.1	ลักษณะทั่วไป	154
3.9	การวิเคราะห์ข้อมูล	156
3.9.1	การวิเคราะห์ชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับประโยชน์ ใช้สอยพื้นฐาน	156
3.9.2	การวิเคราะห์การใช้งาน	167
3.9.3	การวิเคราะห์ลักษณะการวางตำแหน่ง	171
3.9.4	การวิเคราะห์วัสดุเพื่อใช้ในการผลิต	174
3.9.5	การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต	183
บทที่ 4		188
4.1	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	188
4.1.1	สรุปการวิเคราะห์ชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับประโยชน์ ใช้สอยพื้นฐาน	188
4.1.2	สรุปลักษณะการใช้งาน	188
4.1.3	สรุปลักษณะการวางตำแหน่ง	189
4.1.4	สรุปลักษณะวัสดุเพื่อใช้ในการผลิต	189
4.1.5	สรุปลักษณะกรรมวิธีการผลิตที่ใช้ในการผลิต	189
4.2	แนวทางการออกแบบ	190
4.3	แบบถ่ายย่อ	194
บทที่ 5	สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ	203
5.1	สรุปการวิจัย	203
5.2	ข้อเสนอแนะ	204
บรรณานุกรม		207
ประวัติผู้ทำวิจัย		208

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงพฤติกรรมในการใช้งานของรถเข็น	27
2	แสดงตัวเลขมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกายและมิติวิถีชีวิตของร่างกายชายเฉลี่ยอายุระหว่าง 20-40 ปี	31
3	วิถีชีวิตต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการออกแบบ	33
4	แสดงวเคราะห์ประเภทของรูปทรงเบื้องต้น	59
5	แสดงลักษณะทางกายภาพของอลูมิเนียม	64
6	แสดงน้ำหนัก (ออนซ์/ตารางฟุต) ของ โลหะแผ่นชนิดต่าง ๆ	70
7	แสดงลักษณะกายภาพของเหล็กแผ่น	71
8	แสดงรัศมีส่วนโค้งภายในท่อโลหะชนิดต่าง ๆ	77
9	แสดงข้อผิดพลาดและสาเหตุของการตัดโค้ง	78
10	แสดงขนาดรัศมีของการตัดเหล็ก	79
11	แสดงลักษณะทางกายภาพของพลาสติกชนิด ABS	82
12	แสดงลักษณะทางกายภาพของพลาสติกชนิด SAN	85
13	แสดงขนาดของล้อพีโนลิก	106
14	แสดงขนาดของล้อโพลียูเรเทน	106
15	แสดงขนาดของยางอ่อน	107
16	แสดงขนาดของยาง	108
17	แสดงขนาดของเหล็ก	108
18	แสดงขนาดของ ไนลอน	109
19	แสดงคุณลักษณะของล้อชนิดหมุนได้	110
20	แสดงคุณลักษณะของล้อชนิดตายตัว	110
21	แสดงพฤติกรรมในการใช้งานของรถเข็นดีเส้นปูนขาว	150
22	แสดงพฤติกรรมในการใช้งานของรถเข็นดีเส้นปูนขาว	151

- 23 แสดงพฤติกรรมการใช้งานของรถเข็นดีเส้นปูนขาว
ในสนามกีฬากลางแจ้ง 152
- 24 แสดงการทำความสะอาดและการซ่อมบำรุงรักษา 153



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงปัญหาของตัวรถเข็นดีเส้นปูนขาวยังไม่มีส่วนที่ช่วยกำหนด guide line	4
2	แสดงปัญหาเกี่ยวกับรูปแบบของระบบ MACHANIC เดิม	5
3	แสดงปัญหาขนาดของถังบรรจุปูนขาวของรถชนิด 2 ล้อ ที่มีขนาดที่เล็กเกินไป	6
4	แสดงโครงสร้างของรถที่ทำจากวัสดุที่เป็นเหล็ก	7
5	แสดงโครงสร้างของล้อที่ยังไม่ได้รับการศึกษาถึงรูปแบบ	7
6	แสดงตัวถังบรรจุปูนขาวทำด้วยเหล็กแผ่นปั๊มขึ้นรูป	8
7	แสดงวัสดุที่ใช้ทำรถเข็นดีเส้นปูนขาวเป็นเหล็กล้วน ๆ	9
8	แสดงรถเข็นดีเส้นปูนขาวที่ยังขาดการพัฒนาทางด้านรูปแบบและสีสรร	10
9	แสดงรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 4 ล้อ	12
10	แสดงรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ	13
11	แสดงรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 2 ล้อ	14
12	แสดงขนาดรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 4 ล้อ	15
13	แสดงขนาดรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ	16
14	แสดงขนาดรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 2 ล้อ	17
15	แสดงรถเข็นสำหรับขนถ่ายขยะและใช้งานกวาดภายใน	18
16	แสดงรถเข็นสำหรับพนักงานกวาดถนนเทศบาลเมือง	19
17	แสดงรถเข็นทำความสะอาดพื้นภายในอาคาร	19
18	แสดงรถเข็นปูนขนาดใหญ่สามารถยกกระบะได้	20
19	แสดงขนาดและลักษณะของสนามดิน	24
20	แสดงสัดส่วนของคนไทย	32
21	การวิเคราะห์ทาระยะที่เหมาะสมสำหรับรถเข็น	34
22	แสดงขนาดวัตถุที่มีอจับได้ถนัด	35

	หน้า	
23	แสดงขนาดสัดส่วนของมือและวัตถุในการจับชิ้น	36
24	แสดงมุมมองต่าง ๆ ในระนาบจากด้านข้าง	37
25	แสดงมุมมองต่าง ๆ ในระนาบจากด้านบน	38
26	แสดงความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ระหว่างสายตาและคีรีระ	39
27	แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของคีรีระ	40
28	มุมที่คีรีระเคลื่อนที่สบายที่สุด 45 องศา	41
29	มุมที่คีรีระเคลื่อนที่สบายที่สุด 30 องศา	41
30	แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของลำตัว	42
31	แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อศอกและท่อนแขน	43
32	แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของไหล่	44
33	แสดงขนาดของมือและนิ้ว	45
34	แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของมือและเคลื่อนไหวของนิ้ว	46
35	Gage ที่ใช้วัดความหนาของ โลหะ	69
36	แสดงการตัดเหล็ก โดยใช้สอดด้วยชุดลวดสปริง	73
37	แสดง ไม้แง่มใช้สำหรับเคาะทราย	74
38	แสดงรัศมีขอบโค้งสำหรับท่อที่ได้จากการดัดยึด	74
39	แสดงการตัดท่อโดยใช้แบบอัด	74
40	แสดงการตัดโดยใช้เครื่องตัด	75
41	แสดงการผลิตไฟเบอร์กลาส แบบใช้มือทา	89
42	แสดงการผลิตไฟเบอร์กลาส แบบใช้เครื่องปั่น	91
43	แสดงการผลิตไฟเบอร์กลาส แบบใช้แม่แบบอัด	92
44	แสดงการผลิตไฟเบอร์กลาส แบบอัดเหลว	94
45	แสดงการผลิตไฟเบอร์กลาส แบบถลุงอากาศ	95
46	แสดงการผลิตไฟเบอร์กลาส แบบสูญญากาศ	96
47	แสดงการผลิตไฟเบอร์กลาส แบบฉีด	97
48	แสดง เครื่องแบบฉีด	99

49	แสดงแบบขยายการวางพื้นใยแก้วในแบบแม่ฉีต	99
50	แสดงแบบฉีตตรงกลางและมีท่อดูดอากาศด้านข้าง	100
51	แสดงแบบฉีตด้านข้างขวาที่ดูดอากาศอยู่ด้านซ้าย	101
52	แสดงแบบฉีตด้านข้างขวาที่ดูดอากาศอยู่ตรงกลาง	101
53	แสดงภาพขยายของแม่แบบและเส้นทางที่ดูดอากาศ	102
54	แสดงการเชื่อมด้วยสกรูชนิดเชื่อมด้วยตะปูเกลียว	102
55	แสดงการเชื่อมด้วยสกรูชนิดเชื่อมด้วยนอต	102
56	แสดงการเชื่อมด้วยสกรูชนิดนอตเกลียวฝังภายใน	103
57	แสดงการเชื่อมด้วยสกรูชนิดผ่านมีรูเกลียวฝังภายใน	103
58	แสดงการเชื่อมด้วยสกรูชนิดฝังชั้นรูมีเกลียว	103
59	แสดงการเชื่อมแบบ OVERLAPPING	103
60	แสดงการเชื่อมแบบ STRAP JOINT	103
61	แสดงการเชื่อมแบบ SPLICE	104
62	แสดงล้อยูนิโคลิค	104
63	แสดงล้อยูโพลียูเรเทน	105
64	แสดงล้อยางอ่อน	106
65	แสดงล้อยาง	107
66	แสดงล้อยูเหล็ก	108
67	แสดงล้อยูไนลอน	109
68	แสดงลักษณะของเส้นเชือกที่ใช้ร่วมกับรถเข็นดีเส้นปูนขาว	120
69	แสดงลักษณะของสมอบกที่ใช้ร่วมกับรถเข็นดีเส้นปูนขาว	120
70	แสดงมือจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 2 ล้อ	125
71	แสดงมือจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ	126
72	แสดงมือจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 4 ล้อ	127
73	แสดงมือจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิดน้ำ	128
74	แสดงลักษณะการจับเข็นของรถเข็นชนิดแห้ง	129

	หน้า	
75	แสดงลักษณะการจับชิ้นของรถเข็นชนิดน้ำ	130
76	แสดงลักษณะล้อของรถเข็น ชนิด 4 ล้อ	132
77	แสดงลักษณะล้อของรถเข็น ชนิด 2 ล้อ	133
78	แสดงลักษณะล้อของรถเข็น ชนิด 3 ล้อ	134
79	แสดงลักษณะของถังบรรจุปุ๋ยขาว ชนิด 2 ล้อ	136
80	แสดงลักษณะของถังบรรจุปุ๋ยขาว ชนิด 3 ล้อ	137
81	แสดงลักษณะของถังบรรจุปุ๋ยขาว ชนิด 4 ล้อ	139
82	แสดงลักษณะ MACHANIC ชนิด 2 ล้อ	141
83	แสดงลักษณะ MACHANIC ชนิด 3 ล้อ และ 4 ล้อ	142
84	แสดงลักษณะการทำงานของ MACHANIC	143
85	แสดงลักษณะรูปแบบโครงสร้าง	144
86	แสดงลักษณะ โครงสร้างของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ	145
87	แสดงลักษณะ โครงสร้างของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 4 ล้อ	146
88	แสดงลักษณะตัวปิดการไหลของปูนขาวในรถเข็น 3 ล้อ และ 4 ล้อ	147
89	แสดงลักษณะฝาปิดรถเข็นดีเส้นปูนขาว	148
90	แสดงความกว้างของเส้นแบ่งช่องวิ่ง	154
91	แสดงลักษณะทำขึ้นชิ้นรถปกติและทัศนวิสัยในการมอง	157
92	แสดงลักษณะขึ้นแท่นขาวลงสู่รถเข็นดีเส้นปูนขาว	158
93	แสดงภาพ SKETCH 1	190
94	แสดงภาพ SKETCH 2	190
95	แสดงภาพ DEVERLOPMENT	191
96	แสดงภาพ ELEVATION 1	191
97	แสดงภาพ ELEVATION 2	192
98	แสดงภาพ PERSPECTIVE	192
99	แสดงภาพ ASSEMBLY	193
100	แสดงภาพ MODEL 1:1	193

บทนำ

สำหรับกีฬากลางแจ้งทุกชนิดที่ใช้น้ำเป็นสถานที่ที่ข้อมหรือแข่งขัน องค์ประกอบที่สำคัญในการจัดเตรียมสนามกีฬาก็คือ รถเข็นดีเส้นปูนขาวสำหรับสนามกีฬากลางแจ้ง จะใช้รถเข็นดังกล่าวในสนามกีฬากลางแจ้งประเภทสนามดิน โดยใช้แรงงานคน ทุก ๆ ครั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุม ดูแลสนาม จะต้องใช้รถเข็นทำการดีเส้นสนามทุกครั้ง

ในการใช้งานรถเข็นดีเส้นปูนขาวนี้กับสนามกีฬาในแต่ละประเภทที่กล่าวมา เราจะสังเกตได้ว่าในกีฬาแต่ละประเภทที่เหมือนกันคือ กีฬาทุกชนิดเล่นหรือแข่งขันบนสนามหญ้าหรือสนามดิน อีกทั้งจำเป็นต้องมีเส้นตรง เส้นโค้ง หรือวงกลมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเส้นสนาม แต่ก็มีส่วนที่แตกต่างกันก็คือ ขนาดความกว้างของเส้นที่ใช้ดีในแต่ละประเภทกีฬา

ในปัจจุบันนี้ ถ้าเราสังเกตให้ดีจะพบว่ารถดีเส้นปูนขาวนี้ได้รับการพัฒนาการออกแบบที่น้อยมาก กล่าวคือ การผลิตรถเข็นดีเส้นปูนขาวได้คิดผลิตขึ้นมา โดยคำนึงถึงการใช้งานเป็นสำคัญ จึงขาดการพัฒนาทางด้านความสวยงามวัสดุ โครงสร้าง และประโยชน์ใช้สอยอย่างแท้จริง อีกทั้งในการใช้งานดีเส้นนั้นยังไม่ได้รับการออกแบบให้ใช้งานสำหรับกีฬาทุกประเภท กล่าวคือ ความกว้างของขนาดเส้นในสนามกีฬาแต่ละประเภทไม่เท่ากันทุกสนาม เพราะฉะนั้น เราควรออกแบบให้ใช้รถคันนี้กับสนามกีฬาที่เล่นบนสนามดินได้มากที่สุด อีกทั้งเราควรออกแบบให้รถเข็นดีเส้นปูนขาวนี้สามารถดีเส้นปูนขาวออกมาได้อย่างสม่ำเสมอมากที่สุดและควรมีสิ่งที่ออกแบบมาแล้วให้รถคันนี้ใช้งานได้ดี มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์ในการใช้งานให้มากที่สุด

เหตุผลในการทำวิทยานิพนธ์

"กีฬา กีฬา เป็นยาวิเศษ" ในปัจจุบันการกีฬานับว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งสำหรับคนทุกเพศทุกวัยไปแล้ว ข้าพเจ้าได้รวบรวมประโยชน์ของการออกกำลังกายจากหนังสือหลาย ๆ เล่ม สรุปได้ว่าการเล่นกีฬา ทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงขึ้น การทรงตัวดีขึ้น รูปร่างดีขึ้น ชลوكความเสื่อมของอวัยวะ ช่วยด้านจิตใจดีขึ้น ระบบขับถ่ายดีขึ้น นอนหลับได้ดีขึ้น พลังทางเพศดีขึ้น ช่วยทำให้หัวใจ ปอด และหลอดเลือด ทำงานดีขึ้น ช่วยทำให้อาการของโรคดีขึ้น ประหยัดค่ารักษาพยาบาล ดังจะเห็นได้ว่า ผู้ที่เล่นออกกำลังกายนั้นมีสุขภาพที่แข็งแรง มีความแคล่วคล่องว่องไว มีความสามารถและประสิทธิภาพในการทำงานสูง มีการแข่งขันและความร่วมมือทำให้ผู้เล่นรู้จักแพ้ รู้จักชนะ และรู้จักภัย มีความหนักแน่นสามัคคี ดังที่จะเห็นได้จากประเทศที่พัฒนาแล้ว หน่วยงานของรัฐบาลได้มีการส่งเสริมให้ประชาชนในชาติเล่นกีฬากันอย่างแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับอย่างยิ่ง

ดังนั้น ในการเล่นกีฬาประเภทต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องมีสนามกีฬาที่ดี และได้มาตรฐาน การที่จะจัดเตรียมสนามกีฬาต่าง ๆ เหล่านี้จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ในการจัดเตรียมที่ดีและมีประสิทธิภาพอีกด้วย เช่น รถเข็นดีเส้นปูนขาว แต่รถเข็นดีเส้นปูนขาวก็ยังมีปัญหาอีกมาก ซึ่งจะสามารถแก้ไขปัญหานั้นได้ด้วยการออกแบบโดยตรง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้สามารถตอบสนองความต้องการและประโยชน์ใช้สอยสูงสุด

วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงรถเข็นดีเส้นปูนขาวสำหรับสนามดิน (ลู่วิ่ง)
2. เพื่อออกแบบปรับปรุงรูปแบบ ขนาดสัดส่วนให้สอดคล้องกับสัดส่วนพฤติกรรมการใช้งาน

ที่มาของปัญหา

ในการใช้งานรถเข็นดีเส้นปูนขาวนี้กับสนามกีฬาในแต่ละประเภท เราจะสังเกตเห็นได้ว่าในกีฬาแต่ละประเภทที่เหมือนกันก็คือ กีฬาทุกชนิดจะเล่นหรือแข่งขันบนสนามดิน และจำเป็นต้องมีเส้นตรง เส้นโค้ง เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเส้นสนามแต่ละส่วนจะมีความแตกต่างกันก็คือ ขนาดความกว้างของเส้นที่ใช้ในแต่ละประเภทของกีฬา ในปัจจุบันรถเข็นดีเส้นปูนขาวจะได้รับการพัฒนาที่น้อยมาก กล่าวคือ การผลิตรถเข็นดีเส้นปูนขาวผลิตขึ้นมาเพื่อการใช้งานเป็นสำคัญ จึงขาดการพัฒนาทางด้านความสวยงามทางด้านวัสดุและประโยชน์ใช้สอยอย่างแท้จริง

ด้วยความสำคัญของตัวผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาพบว่ามีปัญหาอยู่มากมาย และมีความน่าสนใจในการแก้ปัญหาด้วยการออกแบบ เพื่อสนองต่อประโยชน์ใช้สอยและมีความสวยงามในรูปแบบ วัสดุ โครงสร้างที่เหมาะสม จึงเห็นสมควรที่จะนำเสนอ เพื่อทำเป็นวิทยานพนธ์ต่อไป

ปัญหาที่เกิดขึ้น

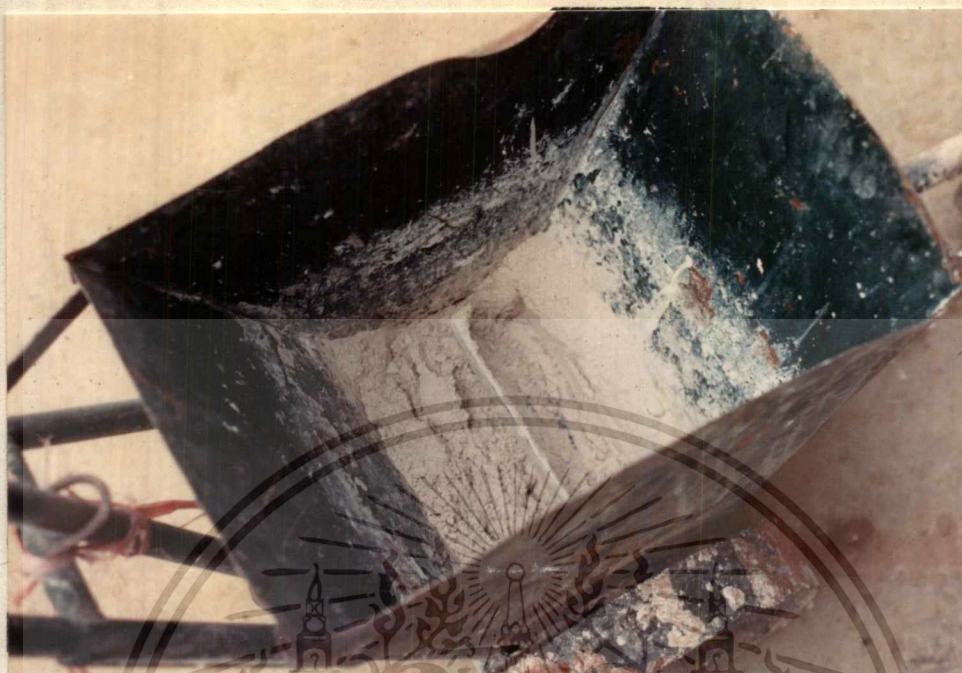
ปัญหาด้านการใช้งาน

1. ในการดีเส้นปูนขาวของรถเข็นดีเส้นปูนขาวบางชนิด ยังไม่มีส่วนที่ช่วยกำหนด guide line ที่แน่นอนในการดีเส้นแต่ละครั้ง



ภาพที่ 1 แสดงปัญหาของตัวรถ เซ็นติเส้นบุนขาวยังไม่มีส่วนช่วยกำหนด guide line แนวทางแก้ปัญหา ออกแบบให้รถ เซ็นติเส้นบุนขาว มีล้อเพื่อเป็น guide line ที่แน่นอนในการ ตีเส้นตรง

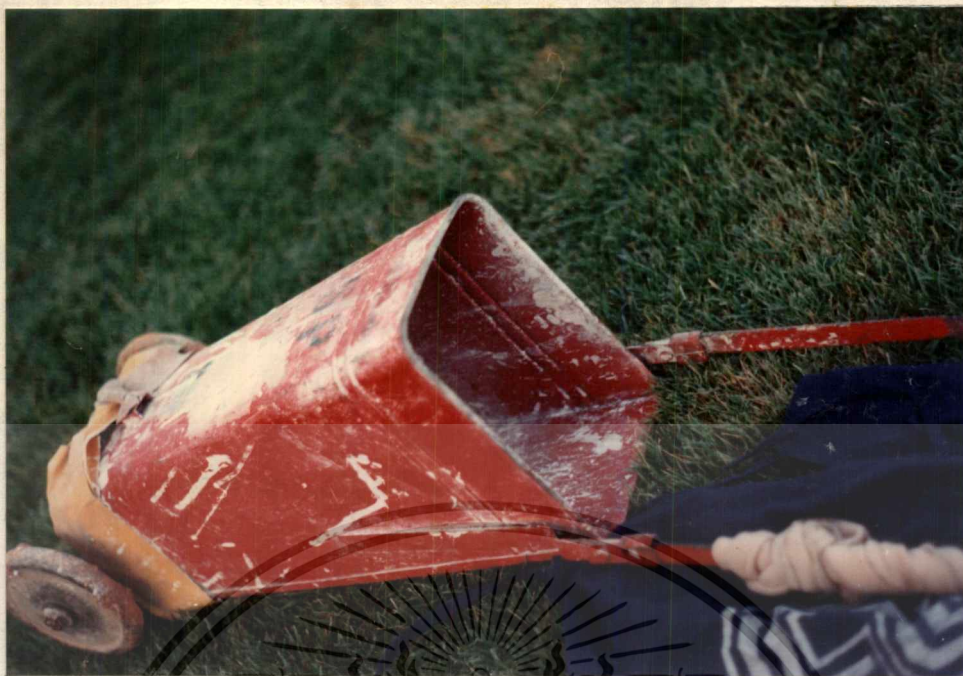
2. การไหลของบุนขาวนั้นยังไม่สม่ำเสมอ เพราะรูปแบบของระบบ Machanic ในรถตีเส้นบุนขาวนั้น มีลักษณะเป็นแกนใบพัด จึงบังคับให้บุนขาวไหลออกจาก ถังบรรจุบุนขาว ยังใช้งานไม่เต็มถังและไม่สามารถทำความสะอาดได้



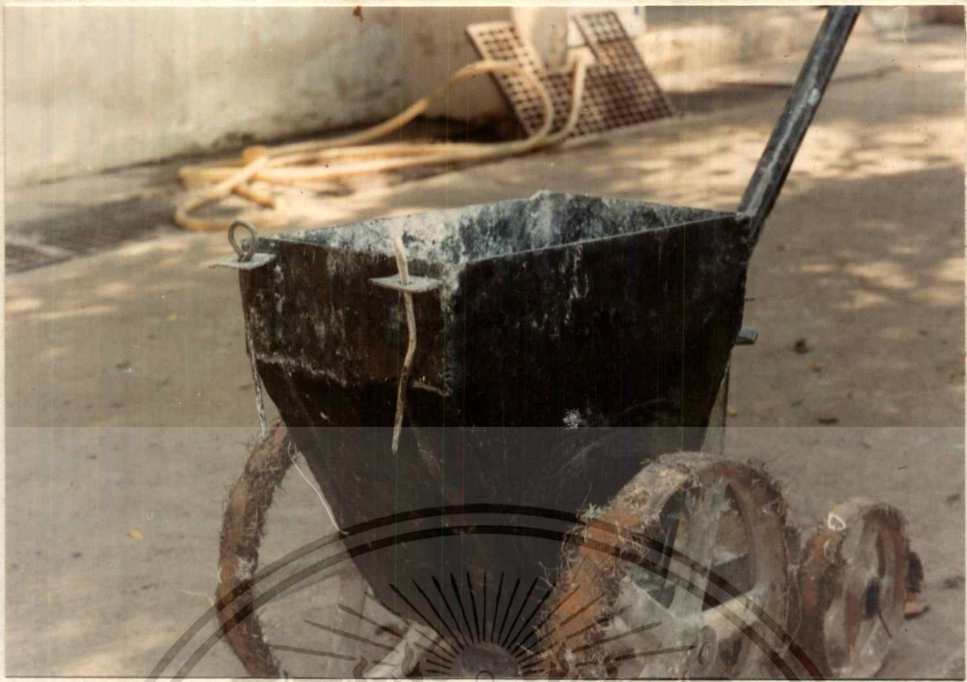
ภาพที่ 2 แสดงปัญหาเกี่ยวกับรูปแบบของระบบ Machanic ที่ไม่
 แนวทางแก้ปัญหา

นำรูปแบบของ Machanic ที่ช่วยให้ปูนขาวไหลได้สม่ำเสมอ และสามารถถอด
 ล้างทำความสะอาดได้มาใช้

3. ขนาดของถังบรรจุปูนขาวของรถบางชนิด มีขนาดเล็กเกินไป ซึ่งไม่
 เหมาะสม ทำให้ผู้ใช้ต้องเติมปูนขาวบ่อย ๆ



- ภาพที่ 3 แสดงปัญหาขนาดของถังบรรจุปูนขาวของรถชนิด 2 ล้อมีขนาดเล็กเกินไป
 แนวทางแก้ปัญหา
 ศึกษาและออกแบบถังใส่ปูนขาวให้มีปริมาตรการบรรจุที่ใกล้เคียงกับความยาวของ
 สนาม
- ปัญหาด้าน โครงสร้าง
1. โครงสร้างของรถทำจากวัสดุที่เป็นเหล็ก เช่น เหล็กฉาก อาจก่อให้เกิด
 อันตรายในขณะทำงานและ ไม่ได้ออกแบบโครงสร้างให้เหมาะสม

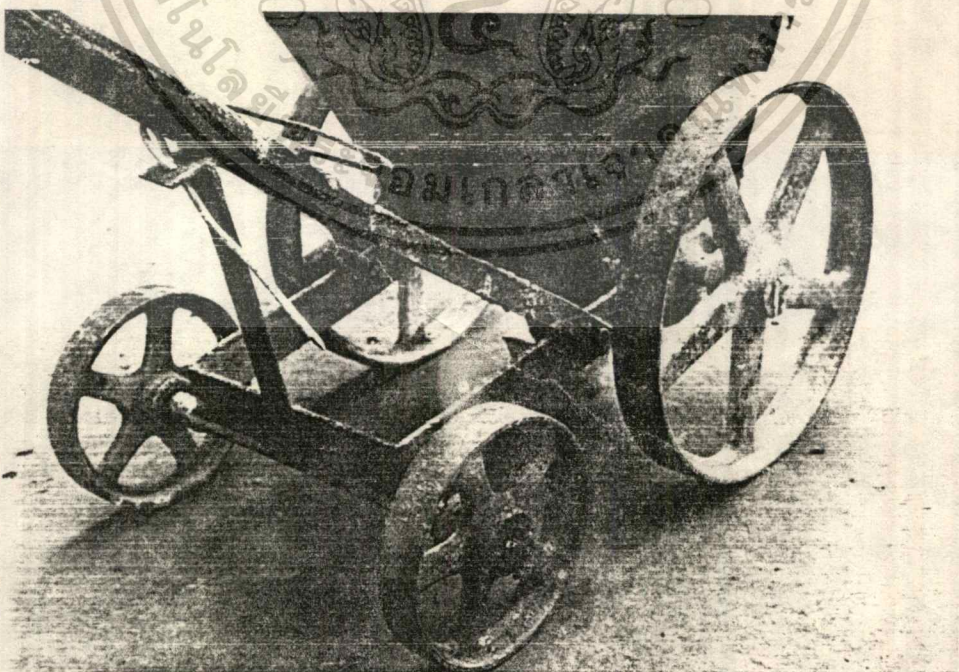


ภาพที่ 4 แสดง โครงสร้างของ รถที่ทำจากวัสดุที่เป็นเหล็ก
 แนวทางแก้ไข

ออกแบบโครงสร้างให้เหมาะสมกับการใช้งานและลดต้นทุนการผลิต

2. โครงสร้างของล้อยังไม่ได้รับการศึกษาถึงรูปแบบในการใช้งาน เมื่อต้อง

การบรรจุขน



ภาพที่ 5 แสดง โครงสร้างของล้อที่ยังไม่ได้รับการศึกษาถึงรูปแบบ

แนวทางแก้ปัญหา

ออกแบบให้ล้อเบาขึ้น มีหน้าล้อที่กว้างขึ้น เพื่อช่วยถ่ายเทน้ำหนักของรถ

ปัญหาด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

1. ตัวถังบรรจุปูนขาวทำด้วยเหล็กแผ่นพับขึ้นรูป มักจะถูกปูนขาวที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง ทำให้เกิดสนิมต่อตัวถังบรรจุปูนได้



ภาพที่ 6 แสดงตัวถังบรรจุปูนขาวทำด้วยเหล็กแผ่นพับขึ้นรูป สามารถเกิดสนิมได้ง่าย

แนวทางแก้ปัญหา

เลือกใช้วัสดุที่มีความคงทนและสามารถทนต่อการเกิดสนิมได้

2. วัสดุที่ใช้ทำรถเข็นดีเส้นปูนขาวเป็นเหล็กล้วน ๆ ทำให้มีน้ำหนักมากขึ้น เปลืองและ เป็นปัญหาในการผลิตครั้งละมาก ๆ



ภาพที่ 7 แสดงวัสดุที่ใช้ทำรถเข็นดีเส้นปูนขาวเป็นเหล็กล้วน ๆ
 แนวทางแก้ปัญหา

วิเคราะห์เลือกวัสดุโดยทำใหม่จากเหล็กเบาขึ้น คงทน และสามารถผลิตได้ใน

ระบบอุตสาหกรรม

ปัญหาด้านรูปทรงและความสวยงาม

รถเข็นดีเส้นปูนขาวผลิตมาเพื่อการใช้งานเป็นสำคัญ จึงขาดการพัฒนาทางด้าน

รูปแบบและสีสรร



ภาพที่ 8 แสดงรถเข็นดีเซลปั่นขาวที่ขึงขาดการพัฒนาทางด้านรูปแบบและสีสรร
 แนวทางแก้ปัญหา
 ออกแบบรถเข็นและอุปกรณ์ให้มีประโยชน์ใช้สอยที่สมบูรณ์และรูปทรงที่ทันสมัย

ขอบเขตของการออกแบบ

1. เป็นการออกแบบรถเข็นดีเซลปั่นขาวที่ใช้กับสนามดิน (ลู่วิ่ง) เท่านั้น
2. เป็นการออกแบบสำหรับผู้ใช้ 1 คน โดยใช้แรงงานคน
3. ใช้ได้กับปูนขาวเท่านั้น

ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษาถึงผลิตภัณฑ์เดิมและผลิตภัณฑ์ข้างเคียง
2. ศึกษาถึงพฤติกรรมในการดีเซลปั่นขาว
3. ศึกษาถึงขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมกับผู้ใช้
4. ศึกษาถึงขนาดสัดส่วนของอุปกรณ์ที่กำหนด
5. ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของการใช้งานกับอุปกรณ์

6. ศึกษาถึงขนาดวัสดุ และกรรมวิธีการผลิต
7. ศึกษาถึงขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมของผู้ใช้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รูปแบบที่เหมาะสมกับการใช้งานและสัมพันธ์กับหน้าที่การใช้งาน
2. สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม
3. มีความปลอดภัยกับผู้ใช้งาน
4. ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ
5. ได้รูปทรงที่ทันสมัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ชั้นศึกษาและรวบรวมข้อมูล
2. ชั้นวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการนำสู่การออกแบบ
3. ชั้นดำเนินการออกแบบ
4. ชั้นเสนอผลการออกแบบ
5. ชั้นรายงานผลงานวิจัย

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับรถดีเซลเบนชาวที่ใช้ในปัจจุบัน

2.1.1 รูปแบบของรถดีเซลเบนชาวที่มีอยู่ในปัจจุบัน

1. รถดีเซลเบนชาว ชนิด 4 ล้อ



ภาพที่ 9 แสดงรถดีเซลเบนชาว ชนิด 4 ล้อ

ข้อดี

ข้อเสีย

1. จุเบนชาวได้ครั้งละมาก ๆ
2. มีโครงสร้างที่แข็งแรง

1. บังคับทิศทางหรือเลี้ยวยาก
2. โรยเบนชาวลงบน เชือกมักไม่ตรง
3. ไม่มีที่เก็บอุปกรณ์ประกอบ
4. มือจับใหญ่ไปจับลำบาก
5. ระบบการบังคับการไหลของเบน
เปิด-ปิดบังคับยาก
6. น้ำหนักของรถมีน้ำหนักมาก
7. ล้อยัง ไม่มีมีการนำระบบล้ออื่นมาใช้

2. รถดีไล่นุ่นขาว ชนิด 3 ล้อ



ภาพที่ 10 แสดงรถดีไล่นุ่นขาว ชนิด 3 ล้อ

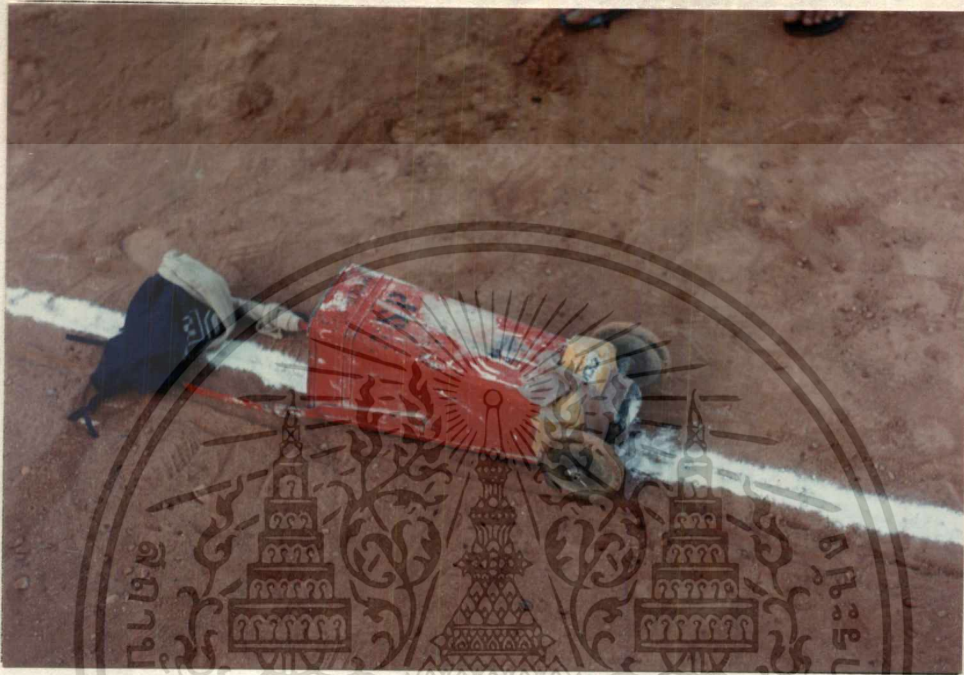
ข้อดี

1. มีน้ำหนักของรถเบากว่าชนิด 4 ล้อ
2. บังคับทิศทาง ได้ง่ายกว่าชนิด 4 ล้อ
3. จุุ่นขาวได้ครั้งละมาก ๆ

ข้อเสีย

1. ไม่มีที่เก็บอุปกรณ์ประกอบ
2. ล้อยังไม่นำระบบหล่อลื่นมาใช้
3. ล้อหน้าที่แกนยาวมากทำให้เกะกะ
4. ระบบการบังคับการไหลของปุ๋นเปิด-เปิด
บังคับยาก

3. รถดีเซลเบนซาว ชนิด 2 ล้อ



ภาพที่ 11 แสดงรถดีเซลเบนซาว ชนิด 2 ล้อ

ข้อดี

1. น้ำหนักของรถมีน้ำหนักเบา
2. บังคับทิศทางง่าย
3. ระบบ Machanic ช่วยให้เบนซาวไหลได้คล่องกว่าชนิด 3 ล้อ และ 4 ล้อ

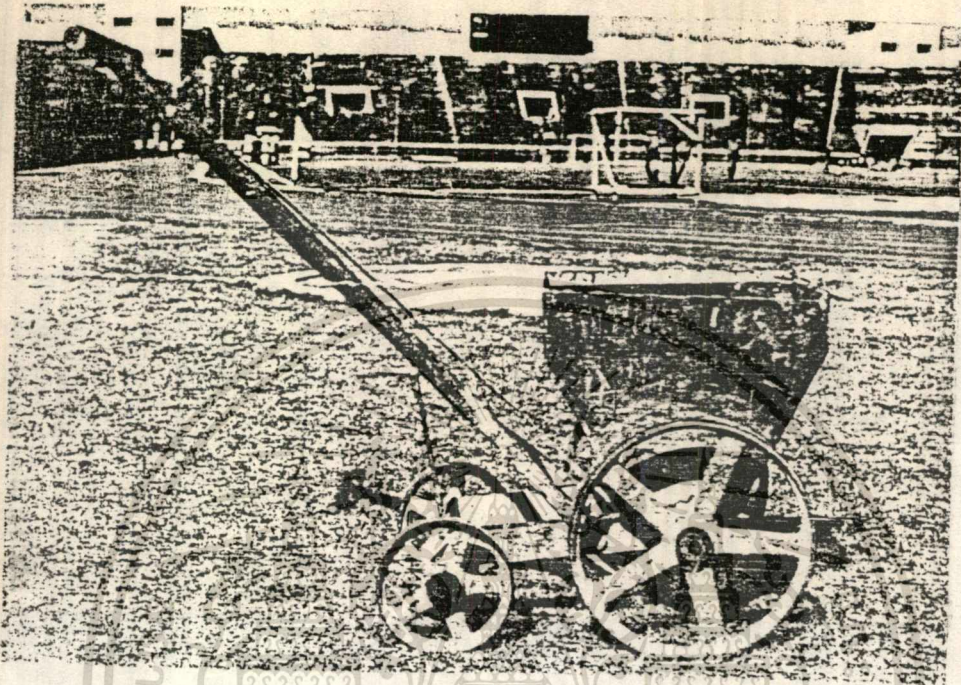
ข้อเสีย

1. จุ่มซาวได้ครั้งหนึ่ง ๆ ได้ไม่นานน้อยมาก
2. ไม่มีระบบบังคับเบ็ด-ปิดการไหล
3. ไม่มีที่เก็บอุปกรณ์ประกอบ
4. มีขนาดรถเล็กเกินไป
5. ฐานด้านล่างของรถช่วงระบบ Machanic เป็นยาง อายุการใช้งานน้อย

ห้องสมุด
คณะกรรมการรถจักรยานยนต์ สจ.๒

2.1.2 ขนาดล้อส่วนของรถดีเซลปั่นขาวที่มีใช้ในปัจจุบัน

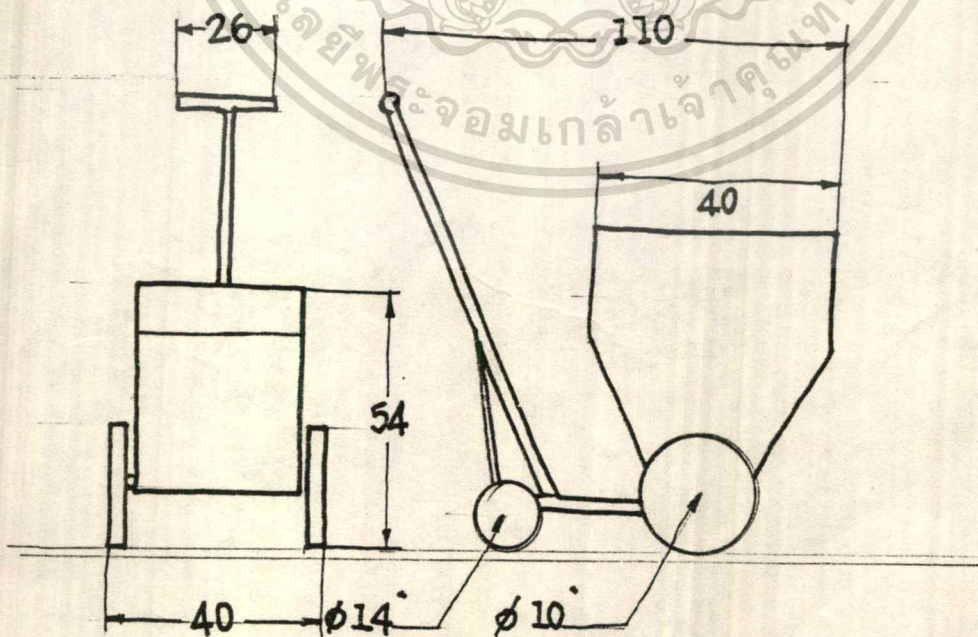
- 1. รถดีเซลปั่นขาว ชนิด 4 ล้อ



ภาพที่ 12 แสดงรถดีเซลปั่นขาว ชนิด 4 ล้อ

ด้านหน้า

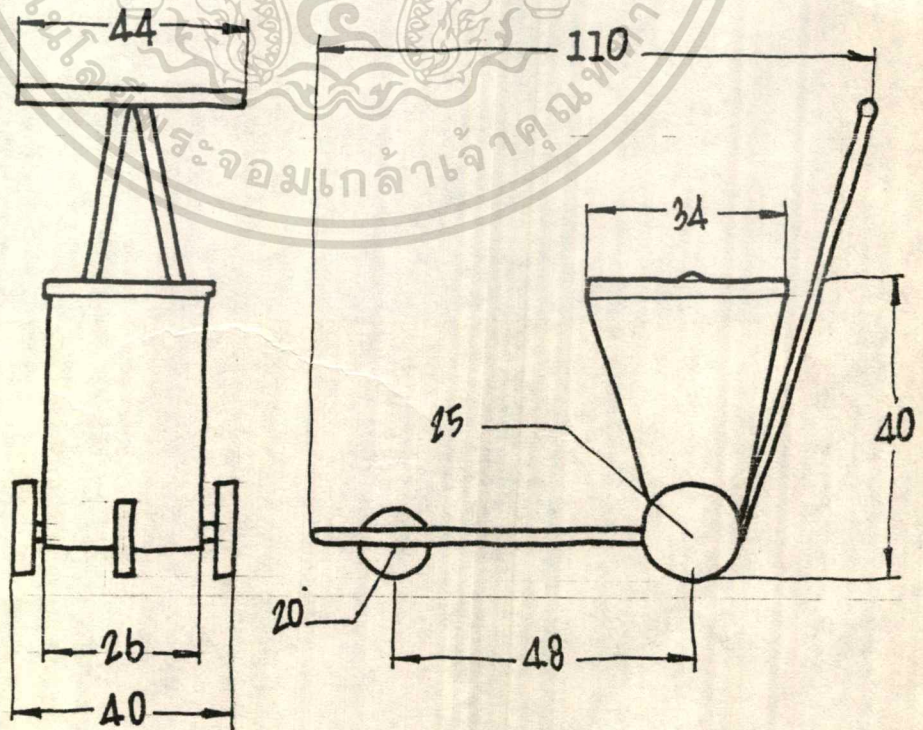
ด้านข้าง



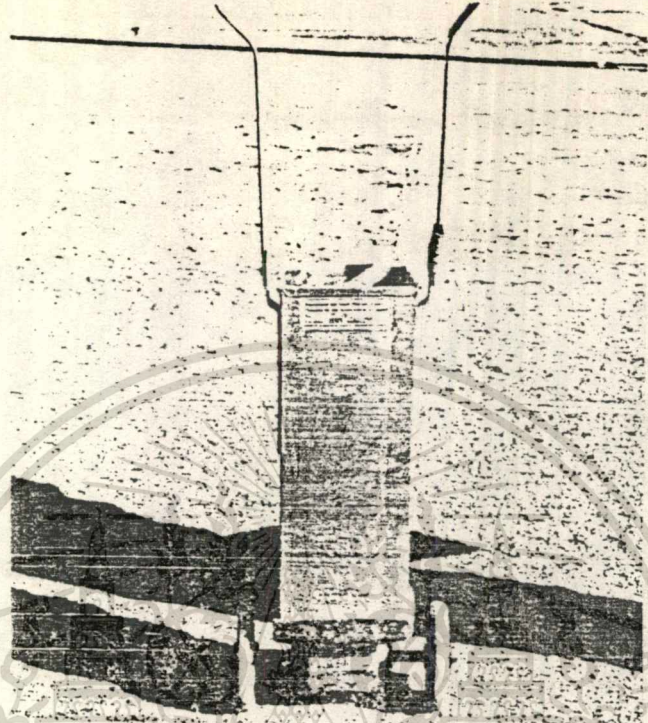
2. รถดีเส้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ



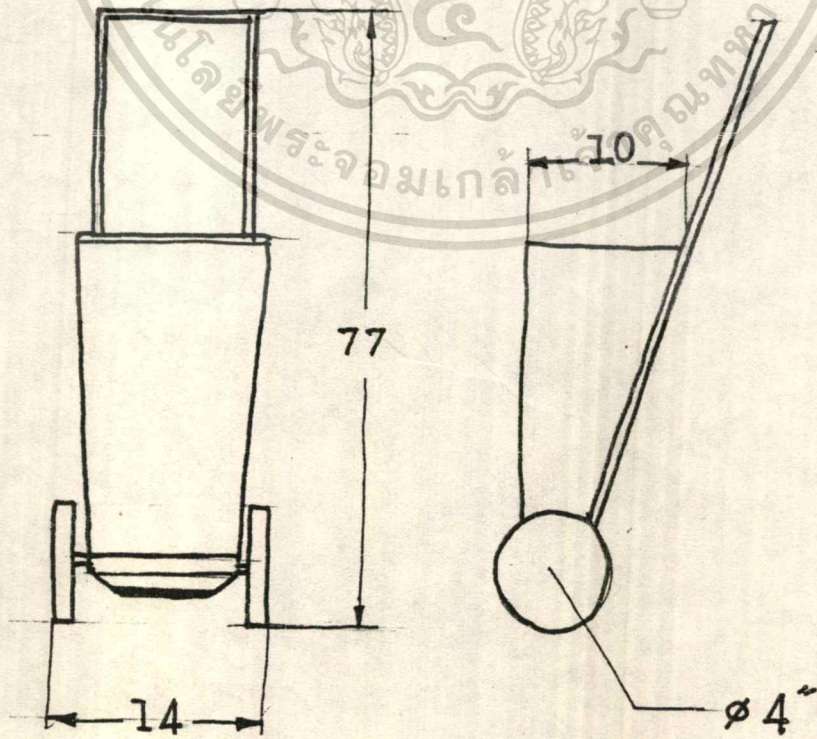
ภาพที่ 13 แสดงรถดีเส้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ
ด้านหน้า ด้านข้าง



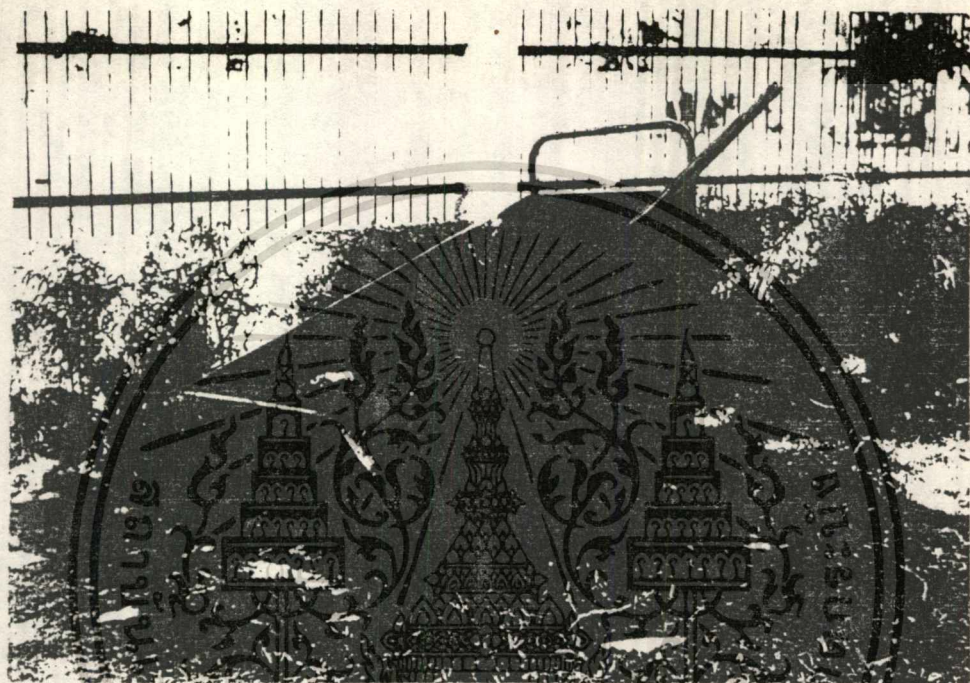
3. รถตีเส้นปูนขาว ชนิด 2 ล้อ



ภาพที่ 14 แสดงรถตีเส้นปูนขาว ชนิด 2 ล้อ
ด้านหน้า ด้านข้าง



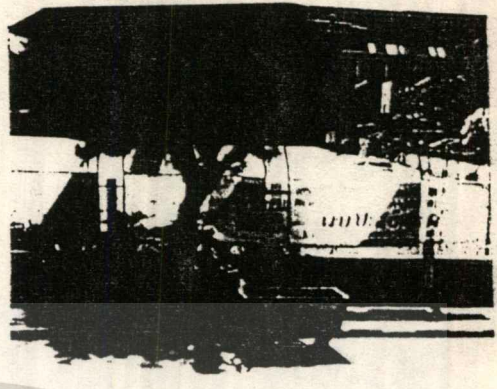
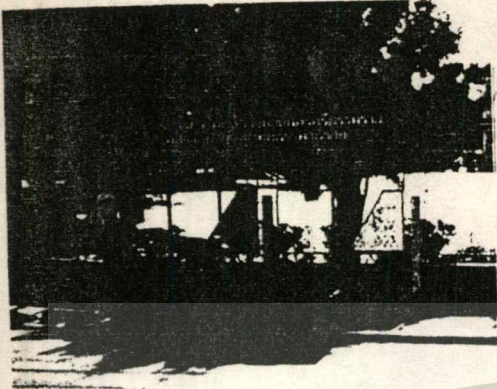
รูปแบบรถเข็นประเภทอื่น ๆ



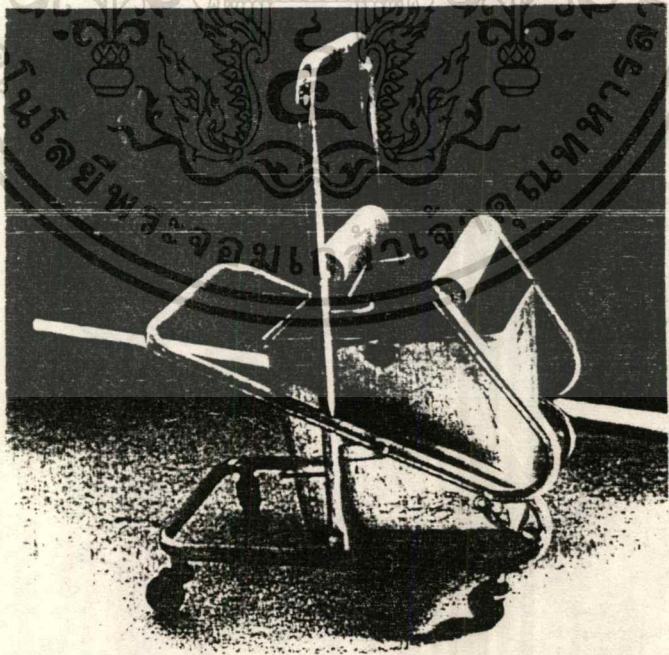
ภาพที่ 15 รถเข็นสำหรับขนถ่ายขยะและใช้งานกวาดภายใน

นิคมภัณฑ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช โครงสร้างเป็นเหล็กแผ่นजूได้มากมี 2 ล้อ

เป็นล้อยางตัน



ภาพที่ 16 รถเข็นสำหรับพนักงานกวาดถนนเทศบาลเมือง
จังหวัดนครศรีธรรมราช โครงสร้างเป็นเหล็กแผ่นเจ็ได้มากมี 3 ล้อ เป็นล้อ
รถจักรยาน 2 ล้อ ล้อยางตันด้านหน้าอีก 1 ล้อ



ภาพที่ 17 รถเข็นทำความสะอาดพื้นภายในอาคารมี 4 ล้อ
เป็นล้ออิสระเคลื่อนที่ได้สะดวก



ภาพที่ 18 รถเข็นขนปูนขนาดใหญ่สามารถยกกระบะเทได้
มีตัวล้อกระบะไม่ให้กระดกอยู่ด้านข้าง

2.1.3 การซ่อมบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

การซ่อมบำรุงรักษาและการทำความสะอาดนั้น แบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ

1. การซ่อมบำรุงรักษาและการทำความสะอาด หลังจากการใช้งานเสร็จเป็นครั้งคราว เมื่อผู้ใช้ใช้รถดีเซลปูนขาวดีเซลน้ำมันต่าง ๆ แล้วก็นำรถมาทำความสะอาด ชีดิน ชีโคลนที่ติดตามล้อ และบริเวณตัวรถ แต่ถ้ามีปูนขาวเหลืออยู่ภายในถังบรรจุปูน ผู้ใช้มักจะปล่อยทิ้งไว้เนิ่นๆ เพราะไม่สามารถจะทำความสะอาดภายในถังได้สะดวก เนื่องจากมีระบบ Mechanic อยู่ภายในซึ่งเมื่อทิ้งไว้จะเป็นผลเสียต่อระบบ Mechanic เพราะเมื่อปูนขาวถูกทิ้งไว้นาน ๆ จะจับตัวเป็นก้อนและอุดตันต่อระบบ Mechanic นั้น

2. การซ่อมบำรุงรักษาและการทำความสะอาด หลังจากมีส่วนหนึ่งส่วนใดชำรุด เมื่อผู้ใช้พบวารถดีเซลปูนขาวนี้ เกิดการชำรุดไม่มากก็จะต้องซ่อมแซมเอง แต่ถ้าชำรุดมากจะต้องส่งโรงซ่อมของศูนย์ก็ฟ้านั้น ๆ

2.1.4 ราคา

รถดีเส้นปูนขาวที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน มีราคาประมาณคันละ 2,300 - 3,800 บาท

2.1.5 การใช้รถดีเส้นปูนขาวกับอุปกรณ์ประกอบในการทำงาน

ในการใช้งานดีเส้นสนามกีฬาต่าง ๆ ในแต่ละประเภทสนาม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ประกอบการใช้งาน เช่น เชือกสมอบก ฯลฯ ดังนั้น ในการปฏิบัติงานจริงของผู้ใช้จึงจำเป็นต้องออกแบบให้ใช้งานให้สะดวกรวดเร็วต่อผู้ใช้มากที่สุด และควรออกแบบให้อุปกรณ์ประกอบเหล่านี้ สามารถใช้งานในการตัดเส้นตรงและเส้นโค้งในผลิตภัณฑ์เดียวกัน

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ที่ใช้รถดีเส้นปูนขาว

2.2.1 ประเภทและรูปแบบของสนามที่ใช้รถดีเส้นปูนขาว ดีเส้นสนาม

การทำผิวลู่วิ่งและผิวลานกรีฑา

ตามมาตรฐานสนามกีฬาเขต

1. การทำลู่วิ่งกรีฑาและลานหัวท้ายสนามฟุตบอล

การทำลู่วิ่งกรีฑาลานหัวท้ายสนามฟุตบอล ขอบคอนกรีตรางและท่อระบายน้ำ

รอบลู่วิ่งกรีฑาให้ถูกต้องเรียบร้อยตามที่แสดงในแบบ เลขที่ 31-E, 32-S, 34-S, 35

2. การทำขอบคอนกรีต ราง และท่อระบายน้ำรอบลู่วิ่งกรีฑา

2.1 การทำขอบคอนกรีตและท่อระบายน้ำรอบลู่วิ่งกรีฑาให้ถูกต้องตามรูปรายการและแบบแปลน อนึ่งที่ขอบลู่วิ่งกรีฑาที่แนวทางวิ่งพุ่งแหลนต้องทำขอบไม้สำหรับถอดเก็บ และเมื่อต้องการใช้ก็นำมาสวมลงได้ ขนาดไม้กว้างเท่ากับขอบคันคอนกรีตลู่วิ่งด้านใน ความสูงจากผิวลู่วิ่งกรีฑาความยาว 4.00 เมตร ขอบคอนกรีตทั้งด้านนอกและด้านในให้ทำสีขาวยุโรป ให้ทารองพื้น 1 ครั้ง และทับหน้า 2 ครั้ง

2.2 ต้องทำแผ่นทองเหลือง ขนาดหนา 3/16 นิ้ว กว้าง 2 นิ้ว

ยาว 3 นิ้ว จำนวน 18 แผ่น นำมายึดติดกับขอบคอนกรีตตามจุดกำหนดกึ่งกลางสนามด้าน

กว้างและด้านยาว รวม 10 จุด และจุดระยะ 84.389 เมตร อีก 8 จุด ติดตั้งที่ขอบคอนกรีตลู่วิ่ง

2.3 ให้ตัดคันคอนกรีตขอบลู่วิ่งด้านใน เพื่อให้ น้ำจากผิวลู่วางลงรางด้านในกว้าง 1 เซนติเมตร ลึก 5 เซนติเมตร ทุกระยะ 5.00 เมตร โดยรอบ

3. การทำลู่วิ่งกรีทาและลานกรีทา

3.1 ต้องปรับเกลี่ยดินส่วนที่เป็นลู่วิ่งกรีทาและลานกรีทา ให้ได้ระดับสม่ำเสมอด้วยรถเกลี่ยดิน แล้วบดอัดให้แน่นด้วยรถบดขนาดไม่ต่ำกว่า 6 ตัน จนมีความแน่นไม่น้อยกว่า 95 %

3.2 เมื่อบดอัดดินเดิมเสร็จแล้ว ให้ทำการเสริมวัสดุรองผิวด้วยทรายผสมหินเกล็ด และดินลูกรังอย่างละเอียดในอัตราส่วน 1:1:2 โดยปริมาตร ผสมให้เข้ากัน นำมารองพื้นแล้วบดอัดจนแน่นและมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.10 เมตร ก่อนทำการบดอัดน้ำให้มีความชื้นทั่ว ๆ กัน ความแน่นของผิวชั้นรองพื้นจะต้องไม่น้อยกว่า 95 %

4. การทำผิวลู่วิ่งกรีทาและผิวลานกรีทาด้านเหนือ-ใต้สนามฟุตบอล

4.1 ระดับผิวลู่วิ่ง ระหว่างขอบลู่วิ่งภายนอกและภายใน ให้มีความลาดเอียงเข้าลู่วิ่งได้อย่างมากไม่เกิน 3 เซนติเมตร และระดับด้านยาวของลู่วิ่งกรีทาตามทิศทางวิ่งให้ระดับแตกต่างกันได้อย่างมากไม่เกิน 1 เซนติเมตร

4.2 ลานห้วยท้ายสนามฟุตบอล มีระดับเสมอสนามฟุตบอล โดยมีคันคอนกรีตเสริมเหล็ก ความหนา 7 เซนติเมตรกั้นตลอดแนว

4.3 ส่วนผสมของวัสดุผิวลู่วิ่งกรีทาและลานกรีทา วัสดุที่ใช้ลู่วิ่งกรีทาและลานกรีทาประกอบด้วย ดินลูกรังร่อนละเอียด ปูนขาว ปูนซีเมนต์ และเกลือแกง มีอัตราส่วนผสมดังนี้

4.3.1 วัสดุผสม 1 ลูกบาศก์เมตร ใช้ดินลูกรังโดยผ่านตะแกรง # 0.5 เซนติเมตร จำนวน 4/5 ลูกบาศก์เมตร ปูนขาวร่อนแล้ว 20 กิโลกรัม ปูนซีเมนต์ 50 กิโลกรัม เกลือแกง 40 กิโลกรัม นำมาผสมแห้งให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมคอนกรีตแล้วนำมาเกลี่ยพื้นลู่วิ่งและลานกรีทา พรมน้ำให้พอเหมาะ ๆ แล้วบดอัดด้วยรถบดน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 6 ตัน

จนแน่นและมีความหนาเสมอกันตลอดไม่น้อยกว่า 7 เซนติเมตร

4.3.2 การบดอัดผิวลู่วิ่งและลานกรีฑา เมื่อทำการผสมและนำไปปูแล้วจะต้องทำการพรมน้ำและบดอัดภายใน 1/2 เซนติเมตร มิให้ทิ้งไว้นานกว่านี้จะทำให้ปูนซีเมนต์เสื่อมคุณภาพ

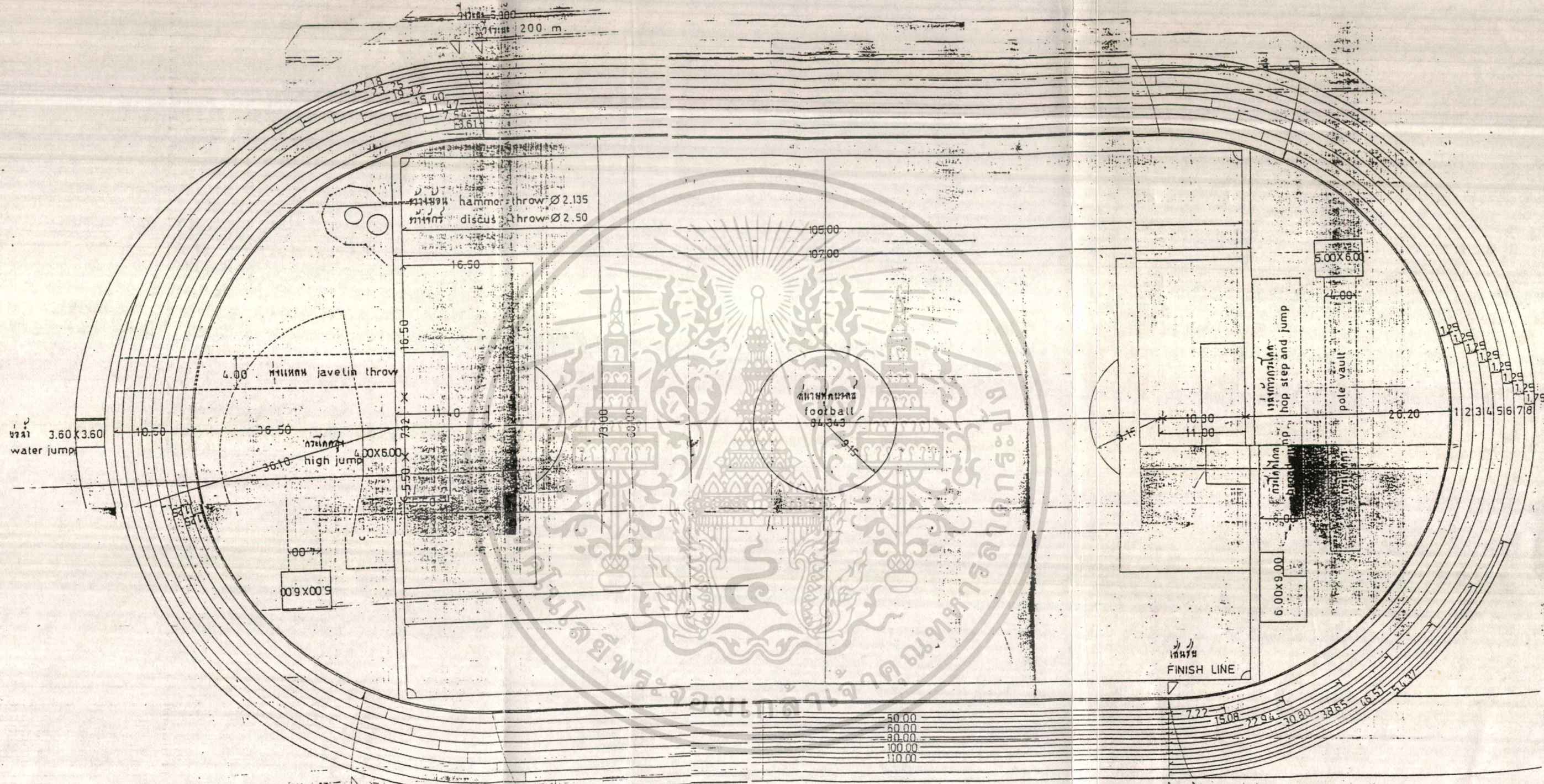
5. การทำที่กุ่มน้ำหนัก ข้างจักร ข้างซ้อน

5.1 ให้ทำพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งเป็นวงกลมโค้ง จำนวน 3 วง มีวงโค้งกุ่มน้ำหนัก วงโค้งข้างซ้อน วงโค้งข้างจักร ตำแหน่งที่จัดทำตามแบบ 31-E แบบขยายการจัดทำตามแบบเลขที่ 35

5.2 การทำบ่อทรายกระโดดไกลและเข่งก้าวกระโดดจัดทำ จำนวน 1 บ่อ ให้ถูกต้องตามที่แสดงไว้ในแบบเลขที่ 31-E บ่อลึก 0.50 เมตร ภายในใส่ทรายละเอียดผสมซีเมนต์ละเอียด ส่วนผสม 9:1 จนเต็มขอบไม้ ขอบไม้โดยรอบไม้เนื้อแข็ง 5x5 นิ้ว ส่วนที่มองเห็นทาสีขาว ไม้รินในบ่อทรายโดยรอบให้ลบเหลี่ยม ระดับไม้เสมอกับผิวลานกรีฑา

5.3 ให้จัดทำบ่อวิ่งวิบาก 1 บ่อ ตำแหน่งที่จัดทำตามแบบที่ 34-3 แบบขยายการจัดทำตามแบบเลขที่ 35

5.4 ประตูฟุตบอลประจำสนามเป็นประตูสำเร็จเคลื่อนย้ายได้โดยสร้างด้วยท่อเหล็กคลาสไลท์เกรด 4 นิ้ว เป็นเสาและคาน ส่วนค้ำยันหลังใช้ท่อประปาเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 1/2 นิ้ว รายละเอียดดูในแบบเลขที่ 35



น้ำพุ 3.60 x 3.60
water jump

4.00 ทิ้งขว่ง javelin throw

36.10 ทิ้งขว่ง high jump

ทิ้งขว่ง hammer throw Ø 2.135
ทิ้งขว่ง discus throw Ø 2.50

ทิ้งขว่ง football
Ø 84.343

ทิ้งขว่ง hop step and jump

ทิ้งขว่ง pole vault

เส้นชัย
FINISH LINE

พื้นที่ 1500 m

พื้นที่ 3000 m steeplechase

- พื้นที่ 10,000 m
- พื้นที่ 400 m
- พื้นที่ 800 m
- พื้นที่ 400 m hurdles
- พื้นที่ 4x100 m relay
- พื้นที่ 4x400 m relay
- พื้นที่ 8x50 m relay
- พื้นที่ 4x200 m relay
- พื้นที่ 5x80 m relay

- 50.00
- 50.00
- 80.00
- 100.00
- 110.00

- 7.22
- 15.08
- 22.94
- 30.80
- 38.65
- 46.51
- 54.37

2.2.2 สรุปการคำนวณขนาดความยาวของเส้นต่าง ๆ ในสนามดิน

สนามฟุตบอล กว้าง 80 หลา

ยาว 120 หลา

สมการ 1

สูตรคำนวณเส้นรอบวง $2\pi r$

$$2\pi r_1 = 2 \times 3.14 \times 40 = 251$$

$$2\pi r_2 = 2 \times 3.14 \times (40 + 1.22) = 259$$

$$2\pi r_3 = 2 \times 3.14 \times (40 + 2.44) = 267$$

$$2\pi r_4 = 2 \times 3.14 \times (40 + 3.66) = 274$$

$$2\pi r_5 = 2 \times 3.14 \times (40 + 4.88) = 282$$

$$2\pi r_6 = 2 \times 3.14 \times (40 + 6.1) = 290$$

$$2\pi r_7 = 2 \times 3.14 \times (40 + 7.32) = 297$$

$$2\pi r_8 = 2 \times 3.14 \times (40 + 8.54) = 305$$

$$2\pi r_9 = 2 \times 3.14 \times (40 + 9.76) = 313$$

$$\text{รวมเส้นรอบวงทั้งหมด} = 2,538 \text{ หลา}$$

สมการ 2

$$120 \times 8 \times 2 = 1,920 \text{ หลา}$$

สมการ 1+2

$$1,920 + 2,538 = 4,458 \text{ หลา}$$

$$1 \text{ หลา มี } 90 \text{ ซม. } (4,458 \times 0.90) = 2,539 \text{ เมตร}$$

สมการ 3

$$\text{เส้นเริ่ม start} = 10 \text{ เมตร}$$

$$\text{เส้นวิ่ง } 400 \text{ เมตร} = 20 \text{ เมตร}$$

$$= 30 \text{ เมตร}$$

$$\text{รวมระยะทางทั้งหมด } (2,539 + 30) = 2,569 \text{ เมตร}$$

ความยาวของสนามแต่ละวง

$$\text{วงที่ 1} = 251 + 140 = 391$$

$$\text{วงที่ 2} = 259 + 140 = 399$$

$$\text{วงที่ 3} = 267 + 140 = 407$$

$$\text{วงที่ 4} = 274 + 140 = 414$$

$$\text{วงที่ 5} = 282 + 140 = 422$$

$$\text{วงที่ 6} = 290 + 140 = 430$$

$$\text{วงที่ 7} = 297 + 140 = 437$$

$$\text{วงที่ 8} = 305 + 140 = 445$$

$$\text{วงที่ 9} = 313 + 140 = 453$$

2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้

2.3.1 การแบ่งประเภทของผู้ใช้ โดยทั่วไปผู้ใช้รถดีเส้นปูนขาวนี้จะแบ่งได้เป็น

1. พนักงานประจำสนามต่าง ๆ โดยมากอยู่ประจำตามศูนย์กีฬาอื่น ๆ

ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีเกณฑ์อายุอยู่ในระหว่าง 20-40 ปี

2. อาจารย์พลศึกษาของโรงเรียนต่าง ๆ ผู้ใช้ประเภทนี้มีเกณฑ์ที่จะใช้

น้อยมาก โดยทั่วไปมักจะให้นักการหรือการน้อย อาจารย์พลศึกษาของโรงเรียนนั้นก็จะเป็น

ผู้ดีเส้นสนามเอง ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีเกณฑ์อายุระหว่าง 23-30 ปี

2.3.2 ภาระและหน้าที่ในส่วนของผู้ใช้

หน้าที่ความรับผิดชอบของพนักงานดีเส้นสนาม มักจะใช้งานรถดีเส้นปูนขาวนี้ ดี

เส้นสนามกีฬาต่าง ๆ เพื่อเตรียมพร้อมสนามกีฬาประเภทต่าง ๆ ก่อนการแข่งขันหรือการ

ซ้อมกีฬาประเภทนั้น ๆ ประมาณ 2-3 เซนติเมตร

พฤติกรรมในการใช้งานของรถดีเส้นปูนขาว

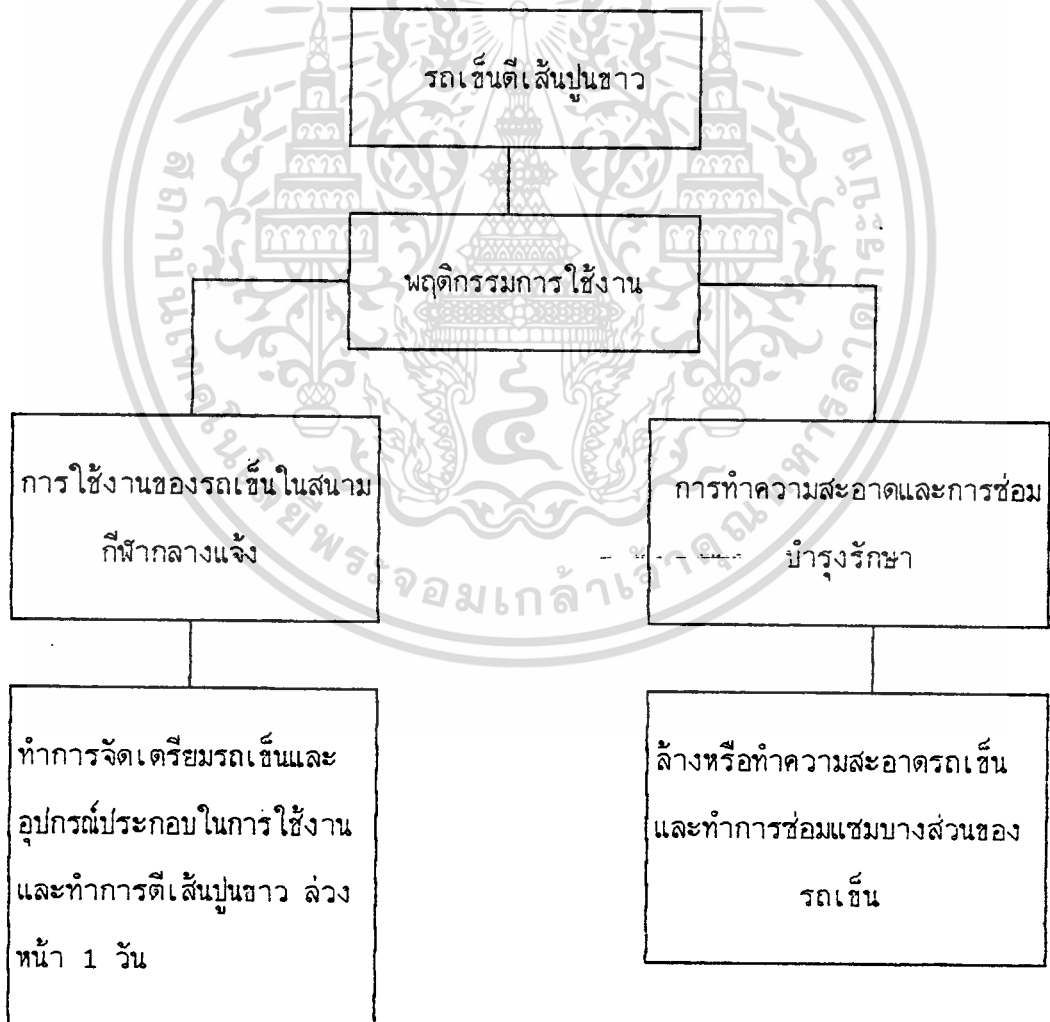
สนามกลางแจ้ง โดยทั่วไปก่อนที่จะทำการเล่นหรือการแข่งขัน จะต้องมีการใช้รถ

เข็นดีเส้นปูนขาว เพื่อทำการตีเส้นปูนขาว ให้ได้ตามกติกาและมาตรฐานที่มีอยู่บุคคลที่จะใช้รถเข็นดีเส้นปูนขาว ได้แก่ พวกลูกจ้างผู้ดูแลสนาม และพวกภารโรง

การใช้งานของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ในสนามกีฬากลางแจ้ง ได้แบ่งลักษณะการใช้ ออกเป็นหลักใหญ่ ๆ คือ

1. การใช้งานของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ในสนามกีฬากลางแจ้ง
2. การทำความสะอาดและซ่อมบำรุง

โดยสามารถจัดทำเป็นตารางดังนี้



ตาราง 1 แสดงพฤติกรรมในการใช้งานของรถเข็น

2.3.3 Force and Power Capacity of Human

1. กำลังแข็งแรงของมนุษย์มีมากน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ หลายประการ เช่น อุณหภูมิภายนอก ร่างกาย สภาพทางจิตใจ และความแข็งแรงของร่างกายเอง เป็นต้น ดังนั้น การที่จะกำหนดให้แน่ชัดลงไปถึงค่าเฉลี่ยว่ากำลังแข็งแรงของมนุษย์เรามีมากน้อยเพียงใดนั้นย่อมทำได้ง่าย

การกำหนดโดยอาศัยจากค่าเฉลี่ยแสดงความแข็งแรงและกำลังของมนุษย์มีประโยชน์มากในการออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้ที่ต้องใช้แรงมนุษย์ จากการทดลองได้ข้อมูลเฉลี่ยคือ มนุษย์สามารถทำงานปกติได้ด้วยแรงประมาณ 75 วัตต์ หรือ 0.10 กำลังม้า ทั้งนี้ ต้องประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด

ในการออกแรงทำงาน เช่น ยกน้ำหนัก หรือจุดลากของ ถ้าวัตถุนั้นมีขนาดใหญ่ก็ต้องใช้พลังงานมาก มนุษย์สามารถใช้พลังงานของตนในการบังคับจุดลาก หรือออกแรงกระทำใด ๆ ก็ตาม โดยอาศัยการสังเกตจากประสาททั้งห้า แล้วประมาณการว่าจะต้องใช้กำลังแรงเท่าไรจึงจะสามารถทำงานนั้น ๆ ให้เสร็จสิ้นไปได้ มนุษย์สามารถออกกำลังใช้งานได้มากในช่วงเวลาสั้น ๆ หรือออกกำลังแต่น้อยในช่วงเวลายาวก็ได้ ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดของงานและการตัดสินใจของบุคคล แต่ถึงกระนั้นก็จะยังมีขอบเขตขีดค้น งานหนักเกินกำลังมนุษย์ก็ไม่อาจทำได้โดยตรง

ภายใต้สภาพที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิพอเหมาะ บรรยากาศที่มีเพียงพอ มีความดันปกติภายใต้แสงสว่างที่พอเหมาะ และภายในสภาพทั้งจิตใจ ร่างกายที่ปกติมนุษย์สามารถรวบรวมกำลังที่ออกแรงทำงานได้สูงสุดถึง 2 กำลังม้า ภายในเวลา 10 วินาที หรือภายใต้สภาพที่เหมาะสมแบบเช่นเดียวกันนี้ มนุษย์สามารถออกแรงทำงานได้ 350 วัตต์ ติดต่อกันไปได้เป็นเวลา 1 นาที

โดยปกติทั่วไป มีการแบ่งสภาพการทำงานออกแรงของมนุษย์ได้เป็น 4 ลักษณะด้วยกันคือ

- ยก
- ดึง
- ผลัก

- หมุน

ในท่าทางจากลักษณะที่ออกแรงทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ใน 5 ลักษณะที่กล่าวมานี้ ความสามารถและแรงงานที่ได้จะไม่เท่ากันบางคนอาจสามารถยกของหนักได้มาก ในขณะที่อีกคนสามารถออกแรงผลักของหนักได้ดีกว่า แต่ไม่สามารถแบกยกของนั้นได้ อย่างนี้เป็นต้น

2. ความสามารถในการควบคุมหรือบังคับเครื่องยนต์กลไกของมนุษย์ เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่นักออกแบบจะต้องเข้าใจ โดยปกติความว่องไวของมนุษย์ (ซึ่งหมายถึง ความไวในการมองกดปุ่มบังคับ หรือหมุนพวงมาลัยในเวลาขับรถ) นั้นขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกับในเรื่องของความสามารถในการออกกำลังทำงาน และขึ้นอยู่กับความเอาใจใส่ของแต่ละบุคคล ทั้งนี้ ขึ้นถึงสภาพทางจิตใจด้วย (ถ้าหากว่าจิตคิดอย่างมือทำอีกอย่าง ความผิดก็จะเกิดขึ้นได้ง่าย) นอกจากสภาพสิ่งแวดล้อม และสภาพทางจิตใจแล้ว สิ่งสำคัญอีกอันหนึ่งคือ ความเหมาะสมและความถนัดตัวของตัวเครื่องมือ หรือปุ่มบังคับการ หรือหน้าปัดบอกข้อมูลต่าง ๆ ฯลฯ อีกด้วย

ปุ่มบังคับที่จับถนัดเหมาะมือ ย่อมทำให้การบังคับควบคุมรวดเร็วขึ้น เข็มหน้าปัดไฟสัญญาณ แสงสี ตัวเลข ที่ชัดเจนมองเห็นง่าย ดูเข้าใจง่ายก็ย่อมให้ความสะดวกและบอกข้อมูลต่าง ๆ ให้แก่ผู้บังคับได้รวดเร็ว และการจัดระเบียบวางตำแหน่งอุปกรณ์ปุ่มบังคับ สวิตซ์ต่าง ๆ แผงหน้าปัดบอกข้อมูล และไฟสัญญาณตัวเลข เหล่านี้มีผลต่อการปฏิบัติงานที่คล่องตัว สะดวกสบาย การจัดที่เป็นสัดส่วนมีจังหวะขั้นตอนกับการทำงานมีตำแหน่งที่เหมาะสม ตลอดจนการใช้แสงสี ตัวเลขบนหน้าปัดหรือบนแผงสวิตซ์เหล่านี้ล้วนแล้วแต่มีผลโดยตรงกับการควบคุมและปฏิบัติการของผู้ควบคุมทั้งสิ้น

ความสามารถของคนในการออกกำลังกาย ⁽¹⁾

ความสามารถของคนสมบูรณ์อายุระหว่าง 19 ถึง 45 ปี ในการเข็นน้ำหนักมากที่สุดในพื้นที่ราบอย่างสบาย ๆ ได้ไม่เกิน 550 ปอนด์ หรือ 250 กิโลกรัม

ตามปกติคนมีแรง 75 วัตต์ หรือ 0.10 กำลังม้า

แรงงานสูงสุด 2 กำลังม้า ใน 10 นาที

เพราะฉะนั้น น้ำหนักของสัมภาระไม่ควรเกิน 200 กิโลกรัม

กำหนดให้รับน้ำหนักเพื่อการเข็นที่มีคุณภาพ 160 กิโลกรัม เนื่องจาก

- เป็นน้ำหนักที่เหมาะสมกับความสามารถ
- เป็นการเพื่อการรับน้ำหนักเพิ่ม โดยมีได้คาด
- เพื่อส่วนหนึ่งเป็นน้ำหนักรถเข็น

สรุป รถเข็นไม่ควรรับน้ำหนักเกิน 200 กิโลกรัม และถ้าให้การเข็นมีประสิทธิภาพควรจะรับน้ำหนักไม่เกิน 160 กิโลกรัม

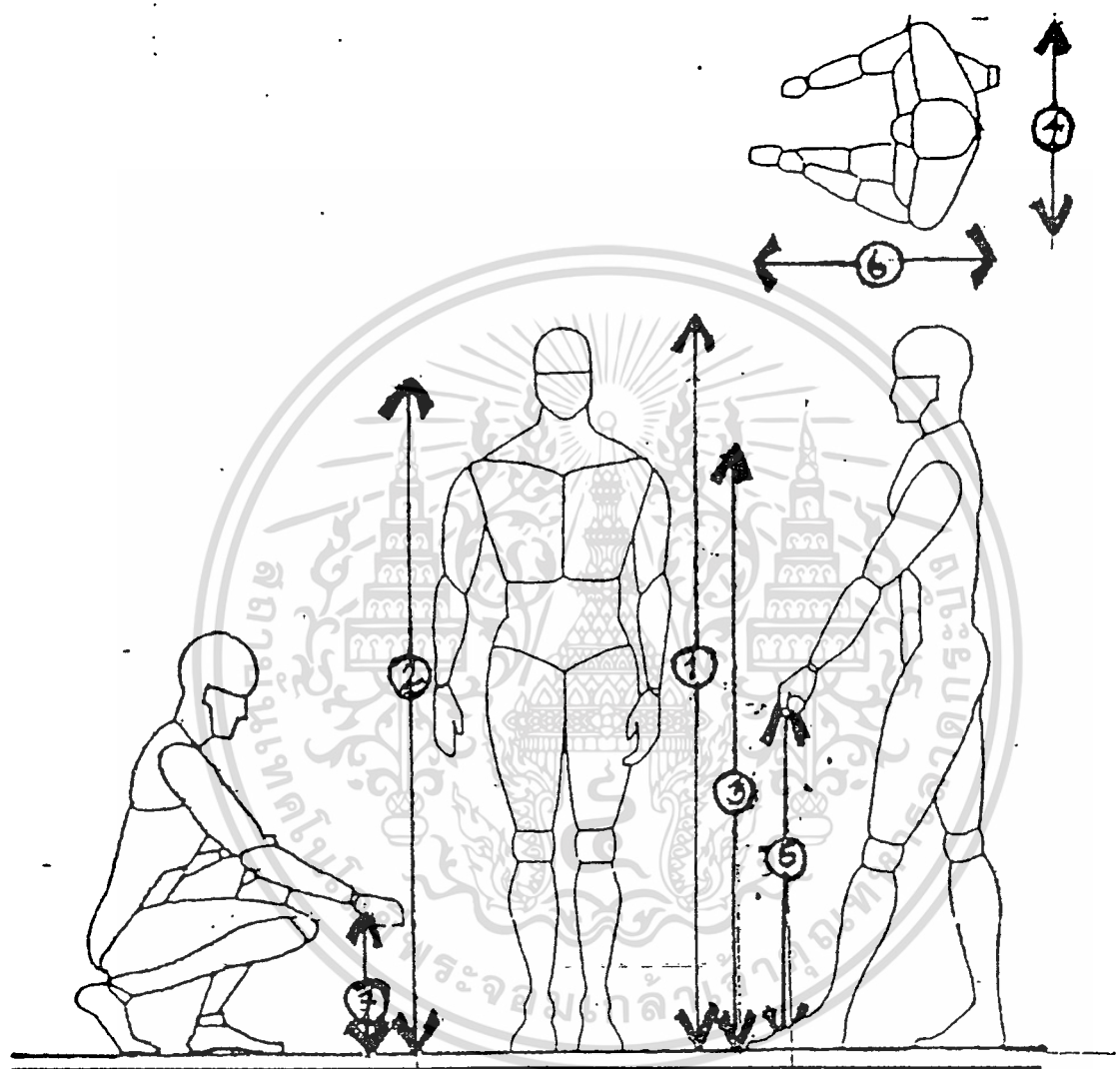
(1) ที่มา - D.R.I. INDUSTRIES, INC., 11100 HAMPSHIRE AVENUE, SO.,
BLOOMINGTON, MN 55438.

2.3.4 ขนาดสัดส่วนที่ใช้ในการออกแบบ

หมายเลข	มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูงยืน	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับสายตา	138.36	149.63	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	122.64	132.81	143.29
4	ความกว้างของไหล่	37.51	40.63	43.83
5	ความสูงระดับพื้นถึงมือ	80.40	95.60	110.80
6	ระยะกว้างของขาในขณะเดิน	55.9	73.2	91.4
7	ความสูงระดับพื้นถึงมือในขณะนั่งคุกเข่า	29.7	30.60	31.5

ตารางที่ 2 แสดงตัวเลขมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และมิติวิถีชีวิตของร่างกายชาย เฉลี่ยอายุระหว่าง 20-40 ปี

หมายเหตุ ค่าตัวเลขที่ขีดเส้นใต้ เป็นค่าวิถีชีวิตที่นำมาใช้ในการออกแบบ



ภาพที่ 20 แสดงสัดส่วนของคนไทย

"ข้อมูลสัดส่วนคนไทย" ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง สถาบันวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่ง

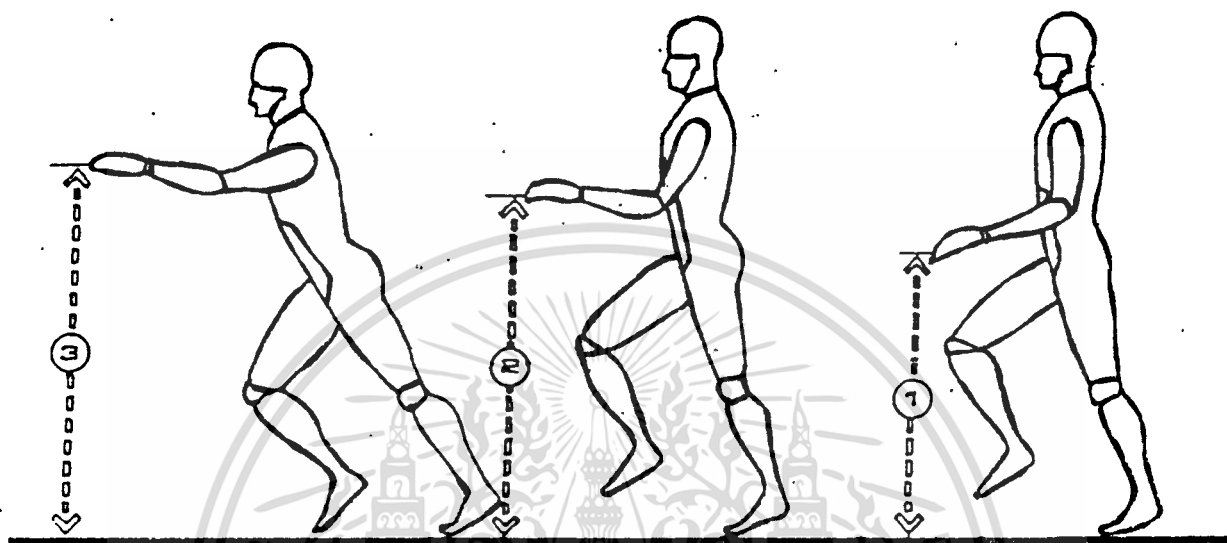
ประเทศไทย

มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ค่าวิกฤติ	การนำไปใช้ในการออกแบบ
1. ความสูงยืน	160.60	คำนึงถึงขนาดสัดส่วนของรถเข็น โดยเฉลี่ย
2. ความสูงระดับสายตา	149.63	คำนึงถึงทัศนวิสัยในการมอง ไปข้าง หน้าขณะเข็นรถเข็น
3. ความสูงระดับไหล่	122.64	คำนึงถึงขนาดสัดส่วนของรถเข็น โดยเฉลี่ย
4. ความกว้างของไหล่	40.63	คำนึงถึงระยะความกว้างของตัวรถ และระยะมือจับสำหรับเข็น
5. ความสูงระดับพื้นถึงมือในขณะที่จับเข็น	80.40	คำนึงถึงความสูงระดับพื้นถึงที่จับ สำหรับเข็น
6. ระยะก้าวของขาในขณะเดิน	73.20	คำนึงถึงระยะก้าวที่เดินเพื่อให้พ้นตัวรถเข็น
7. ความสูงระดับพื้นถึงมือในขณะนั่งคุกเข่า	30.60	คำนึงถึงระยะความสูงของช่องเก็บของของรถเข็น

ตารางที่ 3 วิกฤติต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการออกแบบ

การวิเคราะห์หาระยะที่เหมาะสมสำหรับการเข็น

ค่าที่นำมาพิจารณาคือ ระยะความสูงจากพื้นถึงมือจับ สำหรับการเข็นในช่วง 80 ถึง 100 เซนติเมตร ซึ่งเป็นช่วงที่ใช้กันอยู่ในรถเข็นทั่วไป โดยจะนำมาพิจารณาเลือกใช้เพียงค่าเดียว

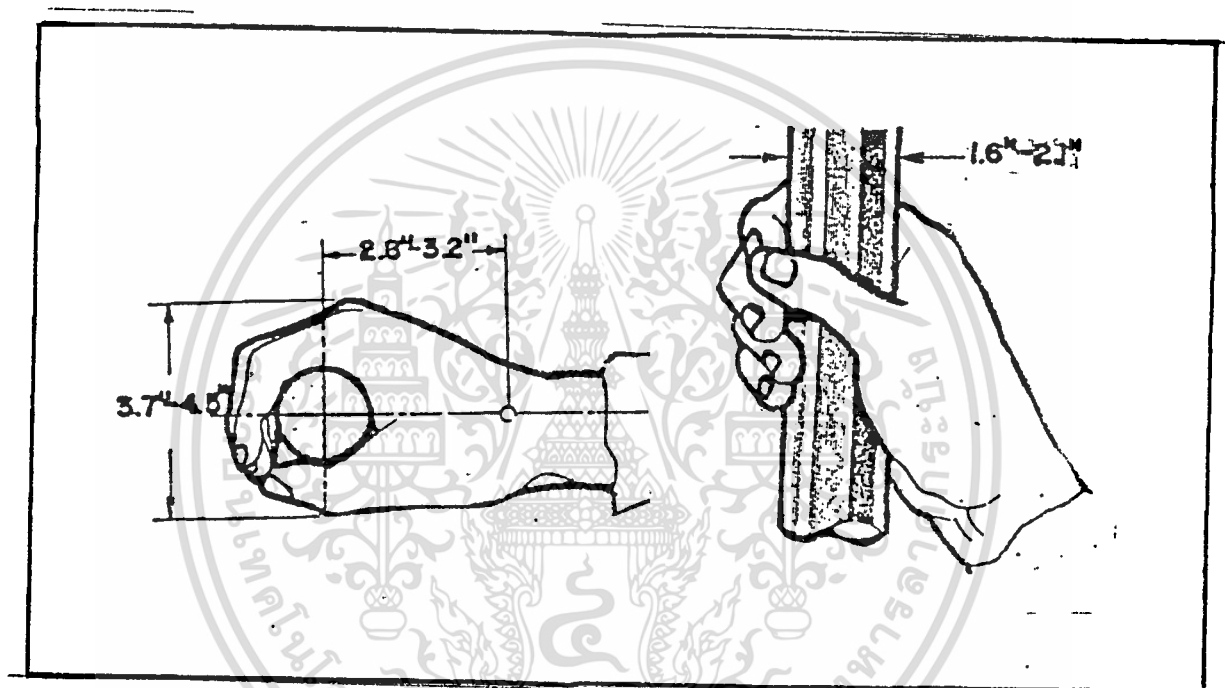


ภาพที่ 21 การวิเคราะห์ท่าระยะที่เหมาะสมสำหรับการเดิน

- จากภาพหมายเลข 1 ที่จับสูงจากพื้น 80 ซม. เหมาะสำหรับรถเข็นขนาดเล็ก
รับน้ำหนักไม่มากเช่น รถเข็นเด็ก รถเข็นในซูเปอร์-
มาร์เก็ต ฯลฯ
- จากภาพหมายเลข 2 ที่จับสูงจากพื้น 95 ซม. เหมาะสำหรับรถเข็นขนาด
กลาง เช่น รถเข็นกระเป๋าในโรงแรม ฯลฯ
- จากภาพหมายเลข 3 ที่จับสูงจากพื้น 110 ซม. เหมาะสำหรับรถเข็นที่มี
น้ำหนักมากกว่า 200 กิโลกรัม เนื่องจากต้องออกแรง
ดันมาก

สรุปการวิเคราะห์ เลือกที่จับสูงจากพื้น 80 ซม. (หมายเลข 1) เนื่องจาก
 รดติเส้นปุ่นขาวเป็นรถเข็นที่จัดอยู่ในขนาดเล็ก บรรทุก
 น้ำหนักไม่มาก

ขนาดวัตถุที่มือจับได้ถนัด

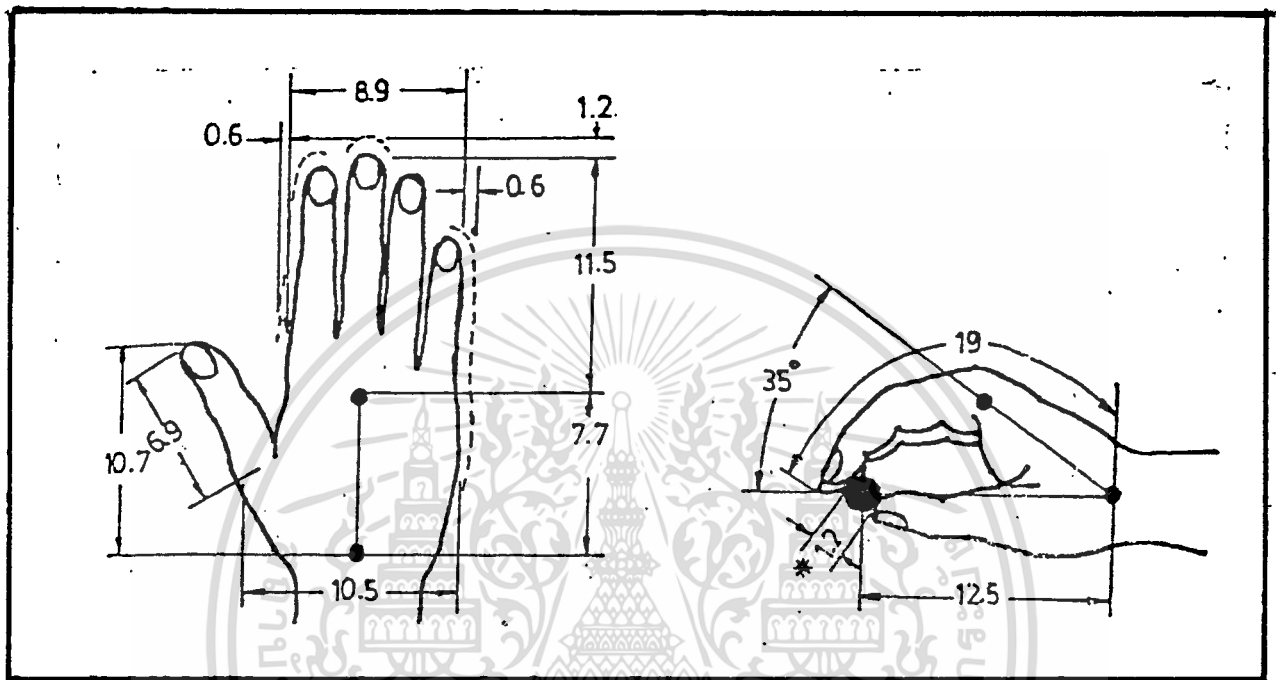


ภาพที่ 22 แสดงขนาดวัตถุที่มือจับได้ถนัด

ขนาดสัดส่วนของมือในการกำรอบวัตถุกลม
 ใช้ในการคำนึงถึงการออกแบบส่วนจับ เช่น

ขนาดสัดส่วนของมือชาย

ขนาดวัตถุที่มือจับได้ถนัด



มือขวาของชาย (เฉลี่ย)

จับวัตถุด้วยปลายนิ้ว

ภาพที่ 23 แสดงขนาดสัดส่วนของมือและวัตถุในการจับเช่น

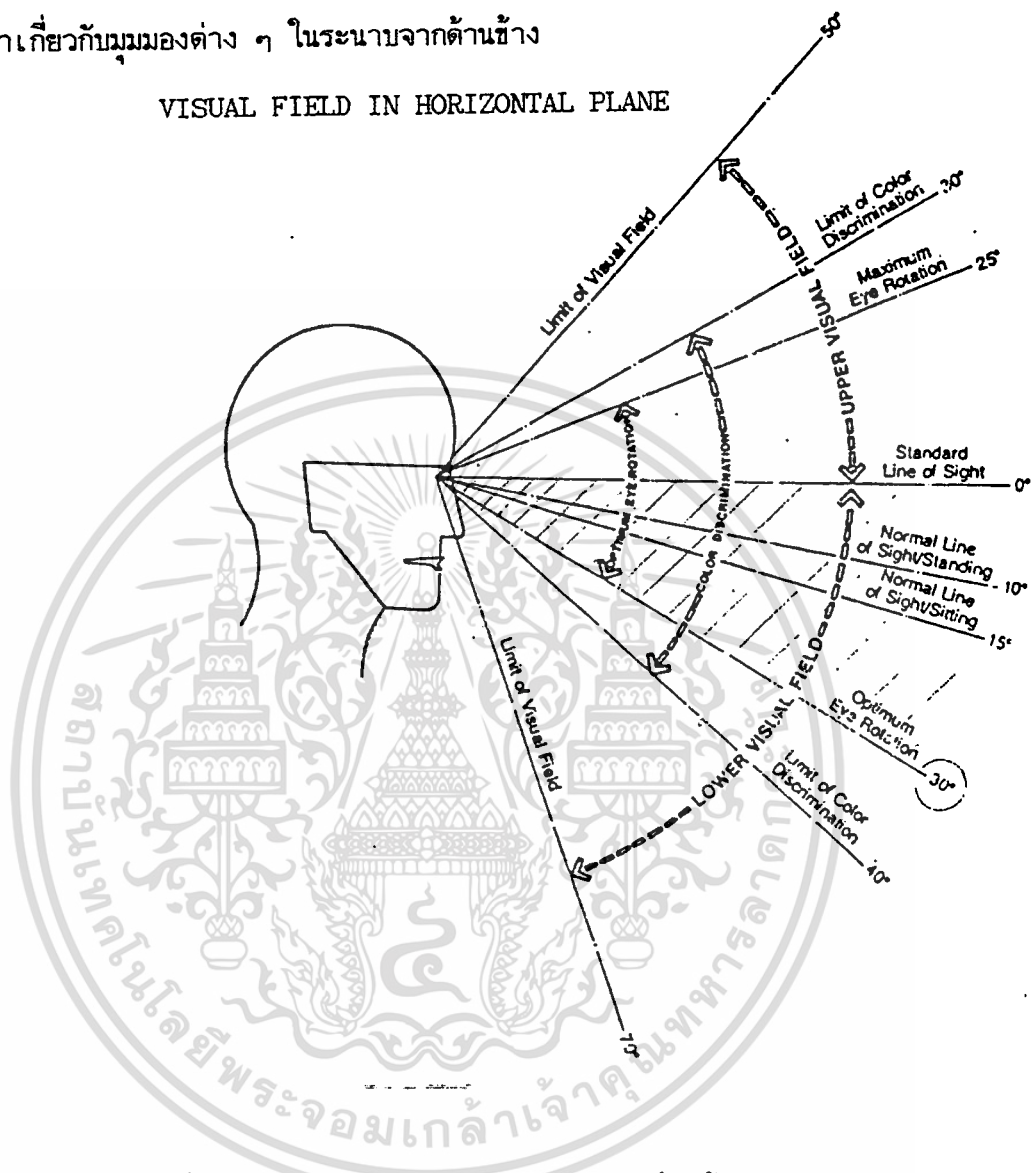
มมมมมม

ในการออกแบบชุดอุปกรณ์สำหรับหน่วยงานสายกระจายนี้ ส่วนสำคัญที่แฝงอยู่ในการออกแบบคือ เรื่องมมมมมม ซึ่งไม่ว่าจะเป็นลักษณะการจัดวางตำแหน่งของเครื่องมือต่าง ๆ หรือส่วนส่องสว่าง โดยเฉพาะส่วนของ KEYBOARD ซึ่งต้องสัมพันธ์กับสายเป็นอย่างมากไม่ว่าจะเป็นลักษณะการมอง หรือแม้กระทั่งขนาดของตัวอักษรที่ SWITCH ก็ตาม

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงมมมมมมต่าง ๆ จากระนาบด้านข้าง และด้านบน รวมทั้งความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ระหว่างสายตากับคีย์ระ ทั้งนี้เพราะมมมมมมต่าง ๆ จะเปลี่ยนไปเมื่อมนุษย์มีการเคลื่อนไหวคีย์ระ เป็นต้น

การศึกษาเกี่ยวกับมุมมองต่าง ๆ ในระนาบจากด้านข้าง

VISUAL FIELD IN HORIZONTAL PLANE



ภาพที่ 24 แสดงมุมมองต่าง ๆ ในระนาบจากด้านข้าง

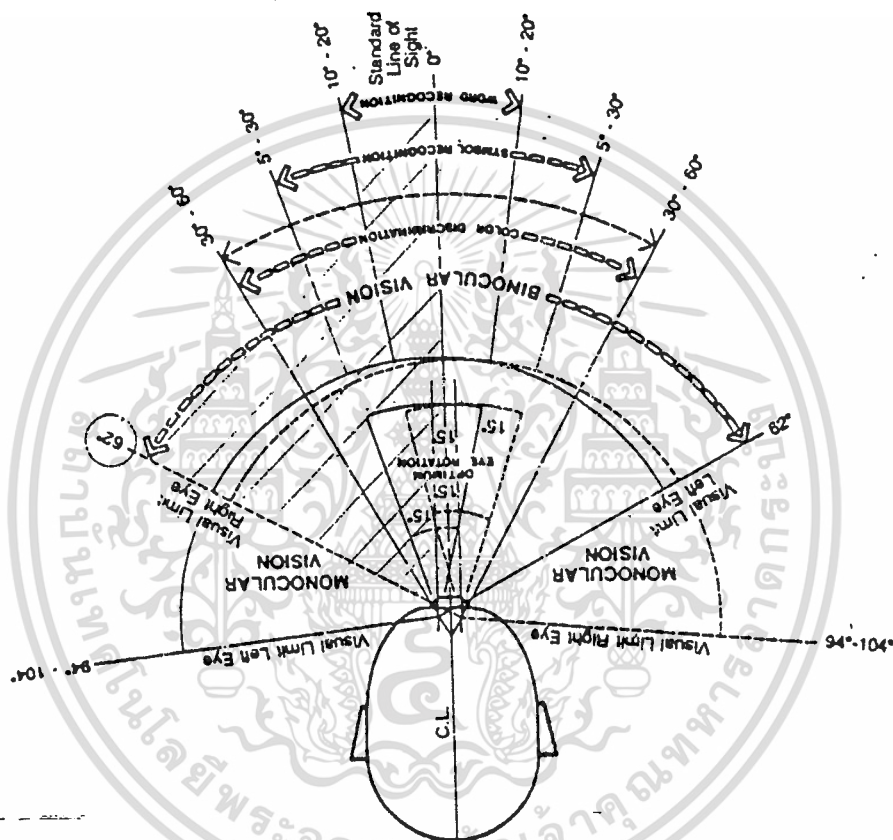
จากการศึกษามุมมองด้านข้าง สามารถสรุปตัวเลขต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานและ

แนวทางในการออกแบบปมกตให้เหมาะสมต่อไป

มุมเงยสูงสุด	50 องศา
มุมมองที่ตของสีมากที่สุด ขึ้นบน	30 องศา
มุมมองที่ตของสีมากที่สุด ลงล่าง	40 องศา
มุมมอง เหลือบตาชันมากที่สุด	25 องศา
มุมมอง เหลือบตาลงมากที่สุด	30 องศา

มุมสายตาทดสอบระยะขึ้น	10 องศา
มุมสายตาทดสอบระยะนั่ง	15 องศา
มุมก้มสูงสุด	70 องศา

การศึกษาเกี่ยวกับมุมมองต่าง ๆ ในระนาบจากด้านบน

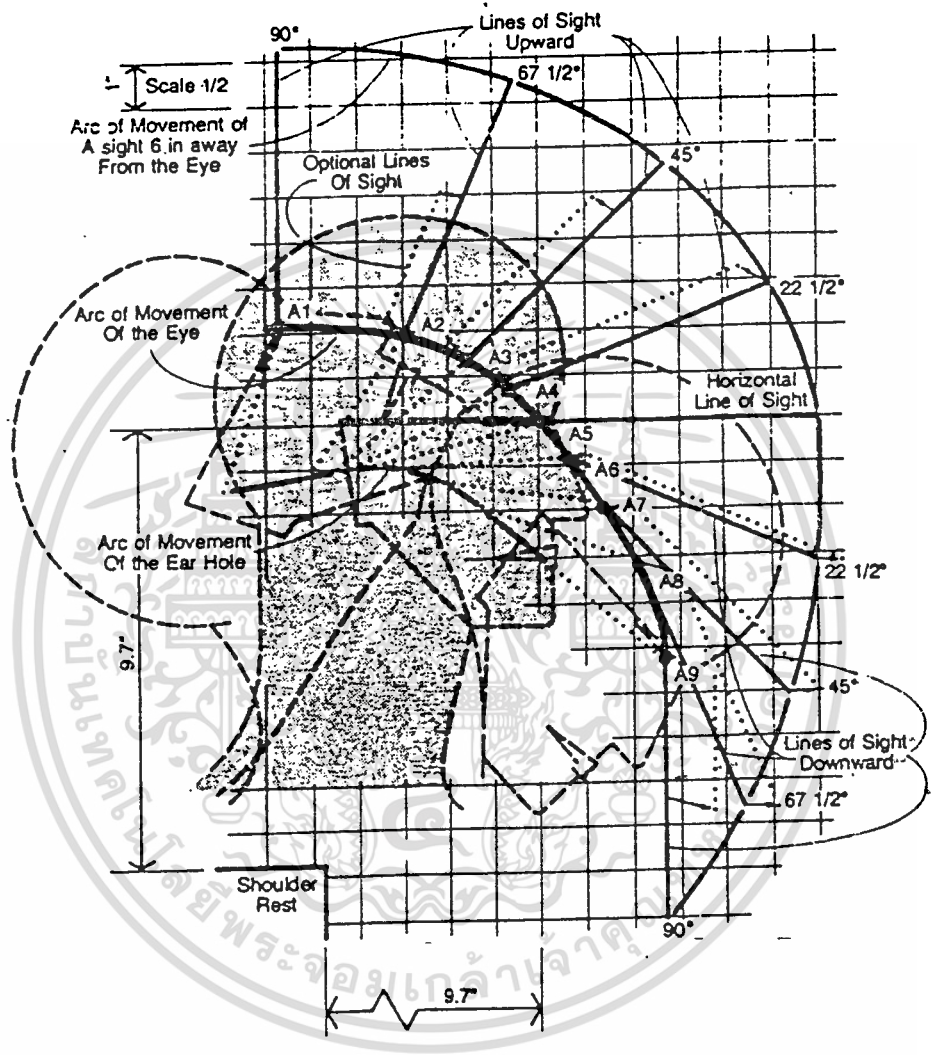


ภาพที่ 25 แสดงมุมมองต่าง ๆ ในระนาบจากด้านบน

จากการศึกษามุมมองจากด้านบน สามารถสรุปตัวเลขต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐาน และแนวทางในการออกแบบปุ่มกด (SWITSH) ให้เหมาะสมต่อไป

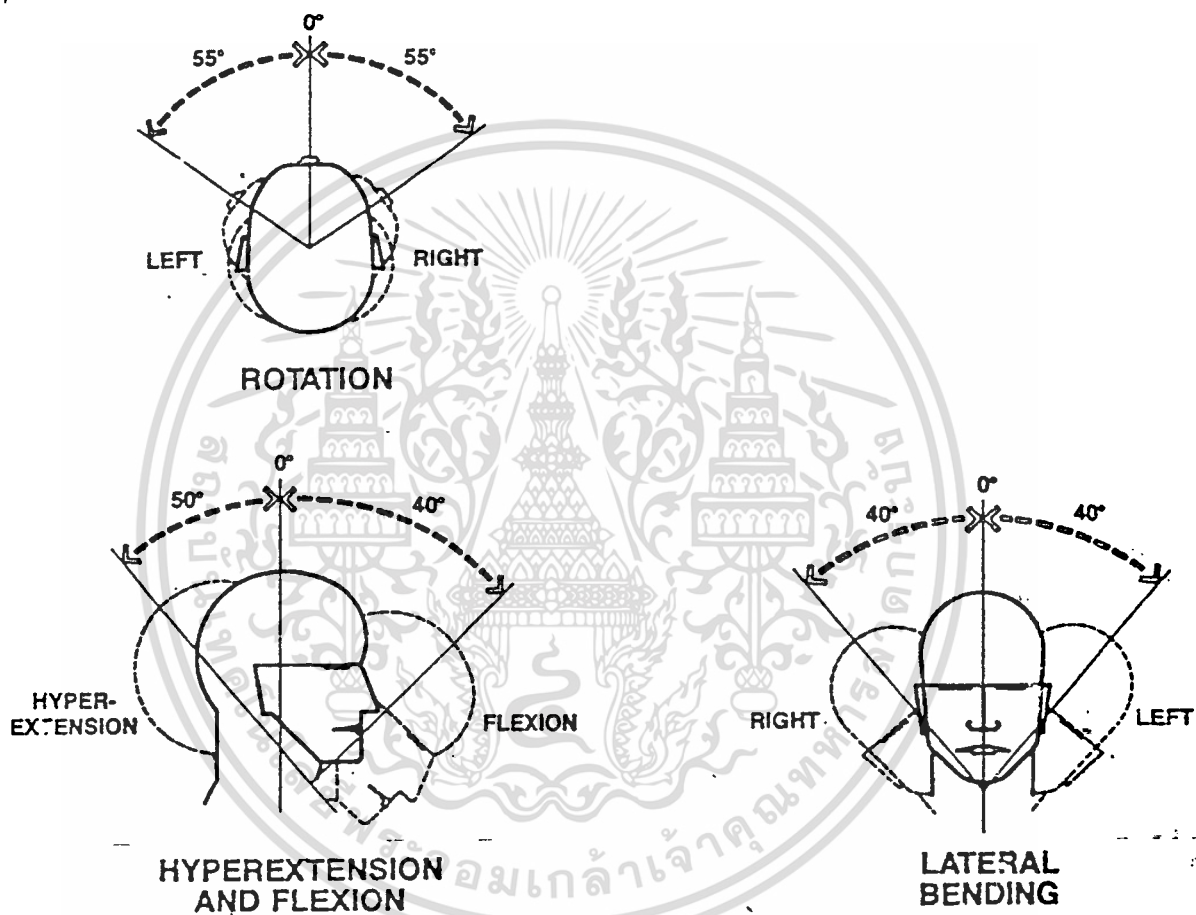
มุมมองตัวหนังสือ	10-20 องศา
มุมมองของสัญลักษณ์	5-30 องศา
มุมมองที่ชัดที่สุดของสี	30-60 องศา
มุมมองกว้างที่สุด	94-104 องศา
มุมมองกวาดสายตามาอีกข้างหนึ่ง	62 องศา

ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ระหว่างสายตาและศีรษะ

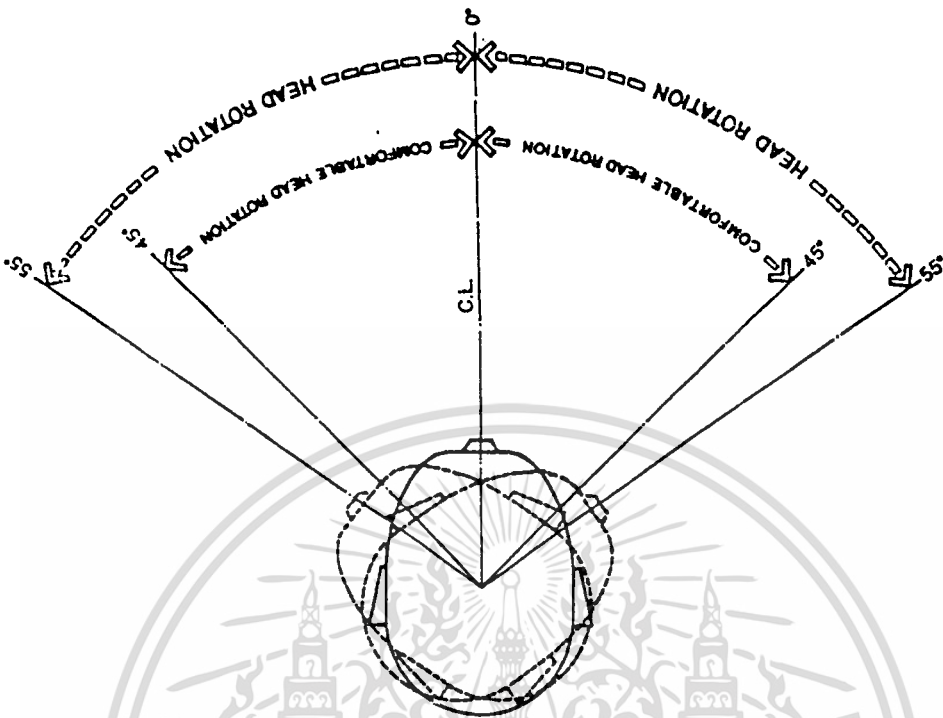


ภาพที่ 26 แสดงความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ระหว่างสายตาและศีรษะ

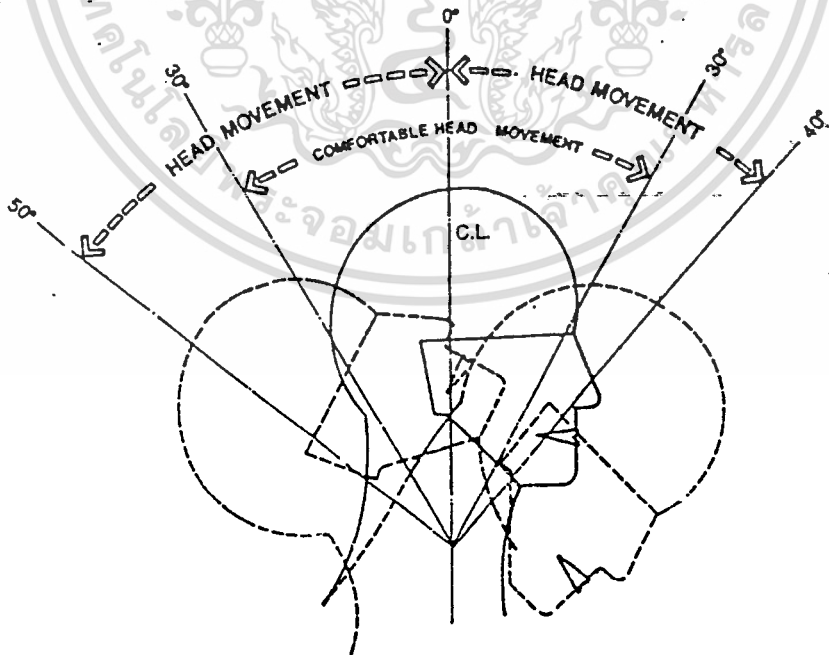
ลักษณะการเคลื่อนไหวของศีรษะ



ภาพที่ 27 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของศีรษะ



ภาพที่ 28 มุมที่ศีรษะเคลื่อนที่สบายที่สุด 45 องศา



ภาพที่ 29 มุมที่ศีรษะเคลื่อนที่สบายที่สุด 30 องศา

ลักษณะการเคลื่อนไหวของลำตัว

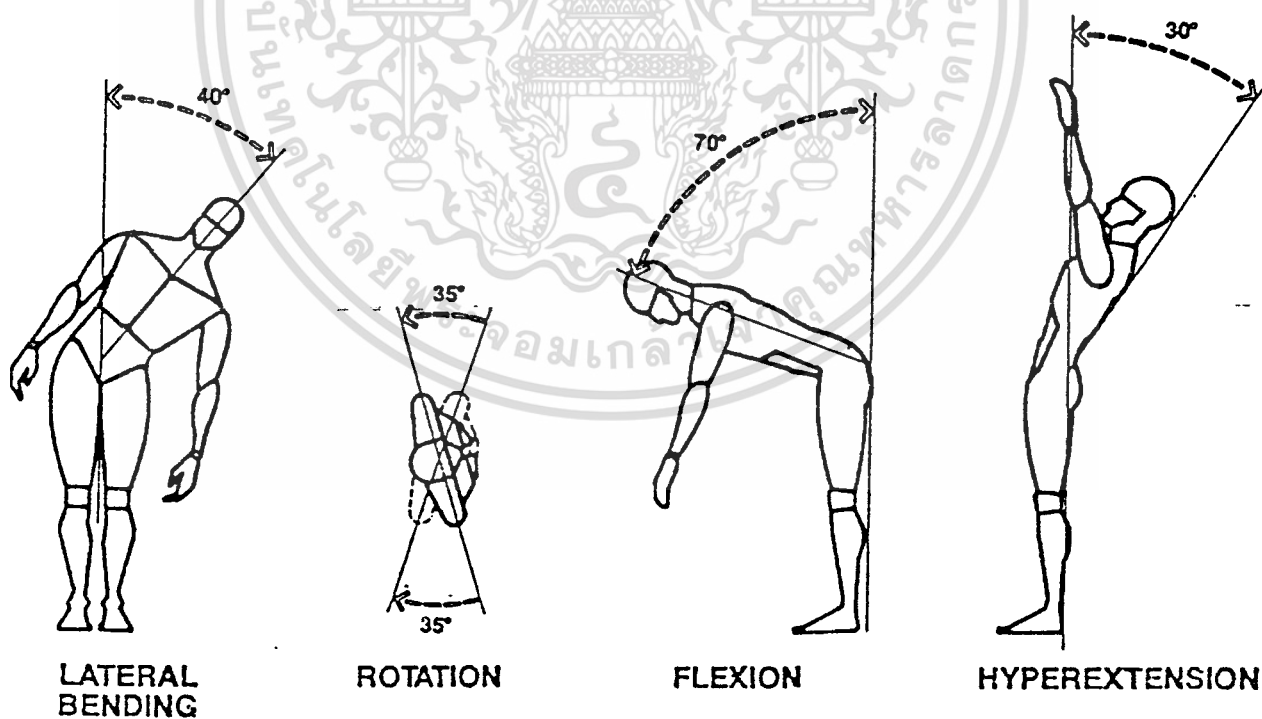
ในการออกแบบชุดอุปกรณ์สำหรับหน่วยงานสายกระจายนี้ อุปกรณ์ต่าง ๆ นั้นจะเกี่ยวข้องกับลักษณะการเคลื่อนไหวของลำตัวทั้งสิ้น เพราะอุปกรณ์ทุกชิ้นนั้นจะเก็บรวมเป็นชุดกันที่เอวหรือที่อกขาบนทั้งหมด ดังนั้น จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงลักษณะการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ของลำตัว กล่าวคือ

- LATERAL BENDING
- ROTATION
- FLEXION
- HYPEREXTENSION

ทั้งนี้เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการออกแบบหรือการจัดวางให้เหมาะสมกับ

สรีระของมนุษย์ และการใช้งาน (FUNCTION)

ลักษณะการเคลื่อนไหวของลำตัว



ภาพที่ 30 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของลำตัว

ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อศอก, ท่อนแขน และหัวไหล่

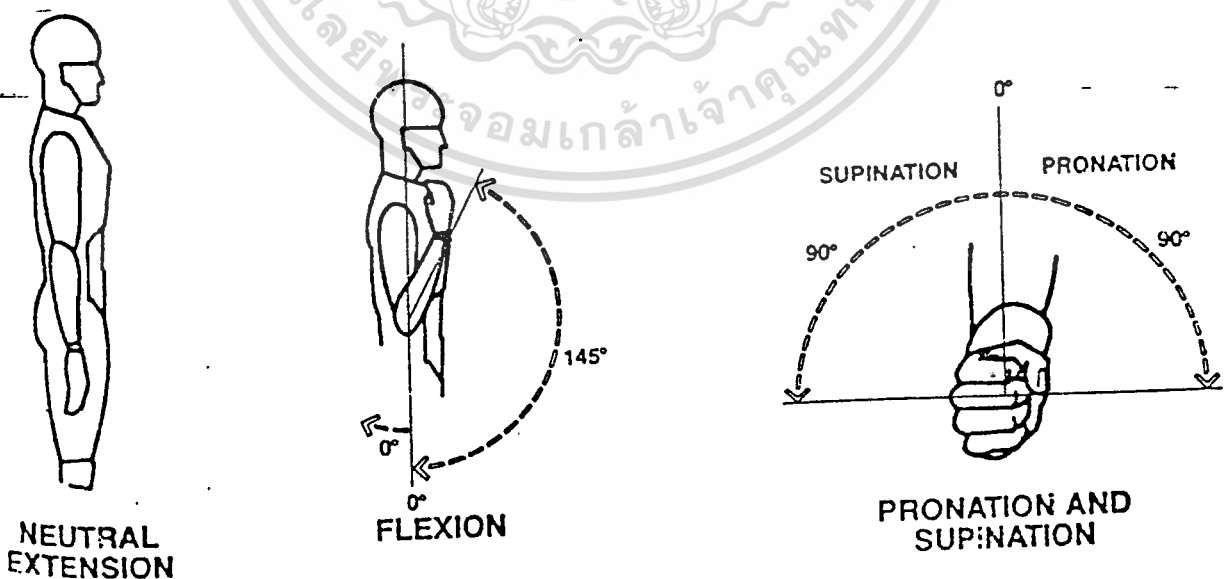
ในการออกแบบชุดอุปกรณ์สำหรับหน่วยงานสายกระจายนี้ ตำแหน่งวางของเครื่องมือต่าง ๆ นั้น จำเป็นต้องอยู่ในระยะและตำแหน่งที่สามารถหยิบ, เก็บได้สะดวก รวมไปถึงการใช้เครื่องมือด้วย ซึ่งทั้งหมดนี้จำเป็นต้องอาศัยระยะการเคลื่อนไหวของข้อศอก, ท่อนแขน รวมทั้งหัวไหล่ด้วย ดังนั้น จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงลักษณะการเคลื่อนไหวต่าง ๆ กล่าวคือ

- NEUTRAL EXTENSION
- FLEXION
- PRONATION AND SUPINATION
- ABDUCTION
- HYPEREXTENSION
- ROTATION

ทั้งนี้เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการออกแบบหรือการจัดวางให้เหมาะสมกับ

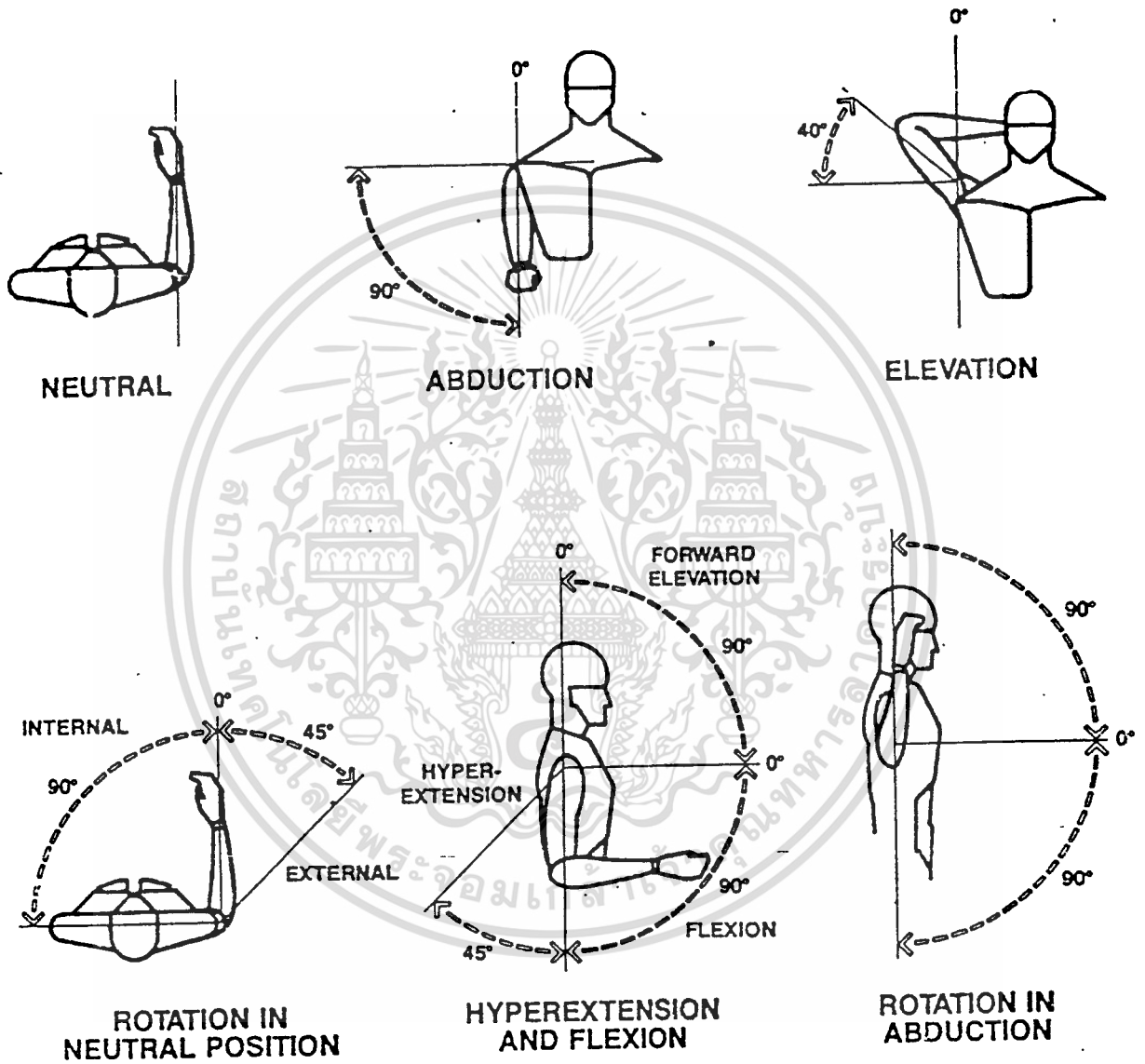
สรีระร่างกายของมนุษย์และการใช้งาน (FUNCTION)

ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อศอก และท่อนแขน



ภาพที่ 31 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อศอกและท่อนแขน

ลักษณะการเคลื่อนไหวของ ไหล่



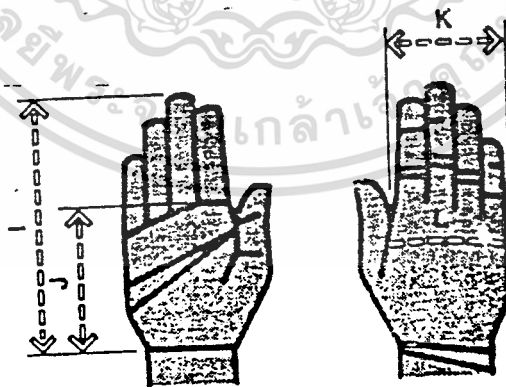
ภาพที่ 32 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของไหล่

ขนาดของมือและนิ้วรวมทั้งการเคลื่อนไหวต่าง ๆ

ในการออกแบบชุดอุปกรณ์สำหรับหน่วยงานสายกระจายนี้ อุปกรณ์ต่าง ๆ ทุกชิ้น จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับมือและนิ้วของมนุษย์ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นการหยิบจับเครื่องมือ การใช้ SWITCH ทั้งแบบกดหรือแบบเลื่อน ฯลฯ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงขนาดและลักษณะการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ทั้งของมือและนิ้ว กล่าวคือ

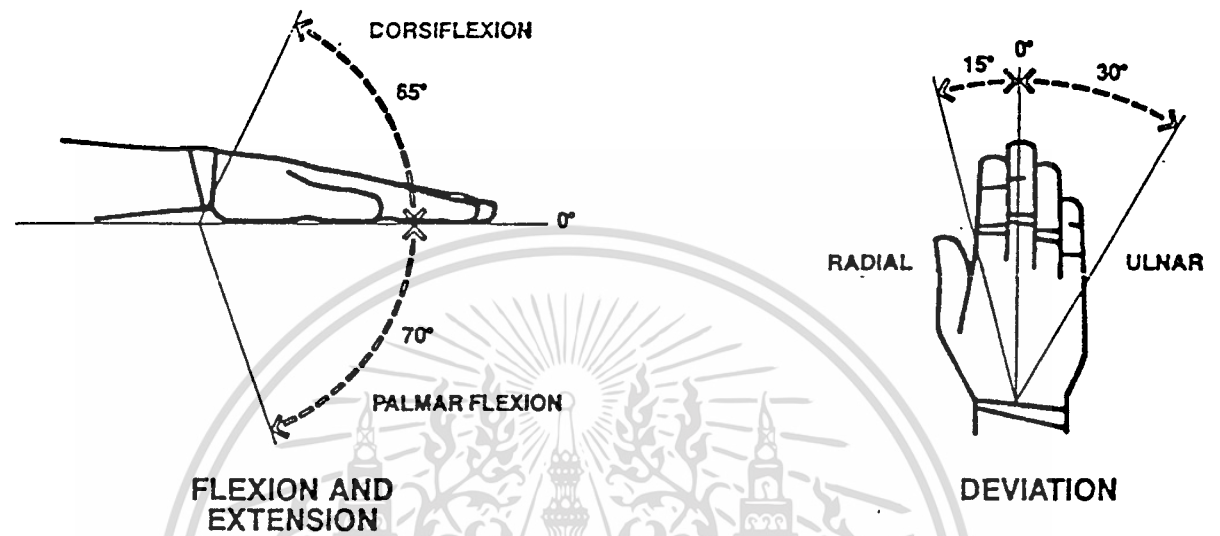
- FLEXION AND EXTENSION
- DEVIATION
- ABDUCTION
- OPPOSITION
- NEUTRAL

ทั้งนี้เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทาง ในการออกแบบ หรือการเลือกใช้ให้เหมาะสม
การใช้งาน และสรีระร่างกายของมนุษย์

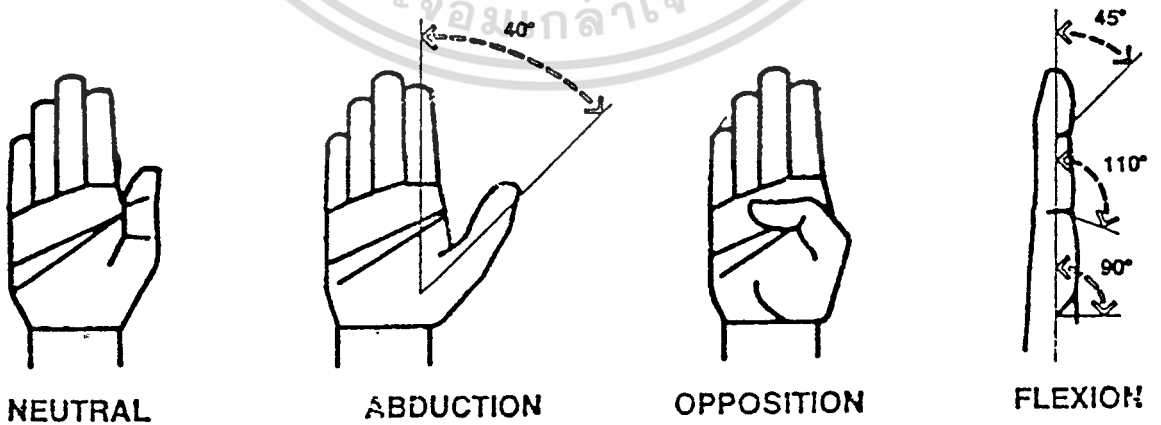


ภาพที่ 33 แสดงขนาดของมือและนิ้ว

ลักษณะการเคลื่อนที่ของมือ



ลักษณะการเคลื่อนไหวของนิ้ว



ภาพที่ 34 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของมือและเคลื่อนไหวของนิ้ว

2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับปูนขาวที่มีอยู่ในปัจจุบัน

2.4.1 บทนำ

ปูนขาว (Lime) เป็นวัสดุเชื่อมประสานอีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กัน โดยทั่วไปกับงานก่ออิฐถือปูน ด้วยการใส่ปูนขาวผสมกับทรายทำเป็นปูนก่อหรือปูนฉาบ แต่ถ้าเป็นงานก่ออิฐถือปูนที่ต้องการรับน้ำหนักมาก ๆ ก็จะต้องใช้ปูนซีเมนต์ผสมลงไปด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า สามารถนำปูนขาวไปใช้ผสมทำสีน้ำปูน (white wash) สำหรับใช้ทากำแพงหรืออาคารได้ใช้โรยได้ อาคารเพื่อป้องกันปลวกในด้านการเกษตรนิยมใช้ปูนขาวผสมดิน เพื่อแก้ความเป็นกรดของดิน เป็นต้น

2.4.2 ชนิดของปูนขาว

ปูนขาวโดยทั่วไปได้มาจากการเผาหินปูน (Limestone) โดยใช้อุณหภูมิตั้งแต่ประมาณ 760 °ซ (1,400 °ฟ) ถึง 1,093 °ซ (2,000 °ฟ) การเผาให้ใช้วิธีค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิ เมื่อเผาสุกดีแล้วจึงนำไปบดให้เป็นผง ปูนขาวที่ดีจะต้องเผาสุก แห้งสนิทและมีสีขาวละลายน้ำได้ดี

ปูนขาวที่นิยมใช้กัน ในปัจจุบันมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ที่ใช้และกรรมวิธีในการผลิต ปูนขาวที่จำแนกออกตามชื่อทางการค้า สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. ปูนขาวสุก (Quick Lime)
2. ปูนขาวอึมน้ำ (Slaked or Hydrated Lime)

2.4.2.1 ปูนขาวสุก

ปูนขาวชนิดนี้อาจจะยังเป็นก้อนอยู่หรือบดเป็นผงแล้วก็ได้ ปูนขาวชนิดนี้ยังจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิดย่อย ๆ ด้วยกันคือ

ชนิดธรรมดา (Common Lime) : เป็นปูนขาวสุกชนิดที่ไม่ได้คัดเกรด ปูนขาวชนิดนี้มีคุณสมบัติในการยึดเหนี่ยวดีพอควร จึงนิยมใช้กับงานก่ออิฐที่กำแพงรับน้ำหนักไม่มากนัก และเนื่องจากมีการหดตัวมาก เวลาใช้จึงต้องใช้ทรายผสม

ชนิดตกแต่ง (Finishing Lime) : เป็นปูนขาวสุกบดละเอียดชนิดคัดเกรด
ดังนั้น ปูนขาวชนิดนี้จึงมีคุณสมบัติในการยึดเหนี่ยวดีมาก จึงนิยมใช้กับงานก่ออิฐถือปูนชั้นดี

2.4.2.2 ปูนขาวอิมน้ำ

ปูนขาวชนิดนี้ได้จากการนำเอาปูนขาวสุกที่เผาเสร็จใหม่ ๆ มาผสมกับน้ำ ด้วยวิธีการพ่นน้ำให้เป็นฝอยลง ไปบนปูนขาว ซึ่งเมื่อปูนขาวถูกน้ำแล้วจะเกิด การแตกตัวเป็นผงทันที จากนั้นปล่อยให้แห้งแล้วจึงนำมาร่อนเอาแต่ผงที่ละเอียด ปูนขาวชนิดนี้เมื่อจะใช้ก็ผสมน้ำใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องหมักก่อน

2.4.3 ปูนขาวในประเทศไทย

ปูนขาวที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยเป็นปูนขาวชนิดอิมน้ำ แต่เนื่องจากกรรมวิธีการผลิตไม่ค่อยแน่นอนจึงมีคุณภาพไม่ค่อยดี และจะพบอยู่เสมอว่าปูนขาวที่ผลิตขึ้นภายในประเทศนั้น ความละเอียดของเนื้อปูนตลอดจนสีสรรแตกต่างกัน บางทีก็อาจจะมีสิ่งสกปรกปะปนอยู่ด้วย ดังนั้นก่อนนำไปใช้งานจะต้องมีการหมักเพื่อทำให้ปูนขาวดูดน้ำจนอิมตัวเสียก่อน และเมื่อบุณละลาย ก็จะทำให้ปูนขาวเกิดมีกำลังยึดเหนี่ยวดีขึ้นและผสมได้ง่าย

ปูนขาวที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยจะจำหน่ายออกสู่ท้องตลาดด้วยการบรรจุลงพลาสติก โดยมีเนื้อปูนหนักประมาณ 10 กิโลกรัม แหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ในจังหวัดสระบุรี

2.4.4 การเก็บรักษาปูนขาว

การเก็บรักษาปูนขาวก็เช่นเดียวกับการเก็บรักษาปูนซีเมนต์คือ จะต้องเก็บรักษาไว้เป็นอย่างดี ในสภาพที่ซึ่งสามารถป้องกันความชื้นและน้ำได้ เพราะถ้าเก็บไว้ไม่ดีก็จะทำให้ปูนขาวเสียเร็วเช่นเดียวกับปูนซีเมนต์ ดังนั้น จึงต้องเก็บไว้ในโรงเรือนหรืออาคารที่ปิดมิดชิด พื้นที่วางควรรยกกระดานให้อยู่เหนือพื้นดินเพื่อให้ลมพัดผ่านได้ และจะต้องไม่ให้สิ่งสกปรกโสโครกต่าง ๆ ปะปนได้ง่าย

2.4.5 การหมักปูนขาว

ปูนขาวที่ผลิตขึ้นในประเทศไทย ถึงแม้ว่าจะเป็นปูนขาวชนิดอิมน้ำก็ตามแต่เนื่องจากคุณภาพไม่ค่อยคงที่ ก่อนนำไปใช้จึงต้องมีการหมักเพื่อให้ปูนขาวดูดน้ำจนอิมตัวเสียก่อน และเมื่อดูปูนละลาย ก็จะทำให้เกิดความเหนียวและผสมง่ายขึ้น ก่อนทำการหมักจะต้องผสมปูนขาวกับทรายตามอัตราส่วนที่ต้องการเสียก่อน จากนั้นจึงร่อนเอาส่วนที่เป็นก้อนแข็งและสิ่งสกปรกที่ติดมาออกเสียก่อน แล้วจึงนำไปหมัก สำหรับวิธีการหมักนั้นก็อาจจะหมักในกะบะหมักปูน บ่อหมักปูน หรือกองบนพื้นที่ได้ โดยหลังจากคลุกเคล้าส่วนผสมระหว่างปูนขาวกับทรายจนเข้ากันดีแล้ว ให้กองขึ้นเป็นรูปกรวยแล้วแวกตอนปลายให้เป็นแอ่ง จากนั้นเทน้ำลงไป ในแอ่งพอประมาณ ทั้งไว้ไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำซึมไปทั่วกอง ปูนขาวก็จะดูดน้ำเข้าไว้แล้วค่อย ๆ ละลาย ทำให้มีความเหนียวอันเป็นผลโดยตรงต่อกำลังการยึดเหนียวที่ต้องการ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ปูน ไลม์

บทนิยามเกี่ยวกับปูน ไลม์และหินปูน

1. คัลเซีย (calcia) หมายถึง สารประกอบคัลเซียออกไซด์
2. โดโลไมต์ซึ่งถูกเผาที่อุณหภูมิสูงมาก (dead burned dolomite) หมายถึง หินปูนโดโลไมต์ซึ่งถูกเผาที่อุณหภูมิสูงและเป็นระยะเวลาานพอ โดยใช้หรือไม่ใช้สารผสมเพิ่ม (additives) จนทำให้โครงสร้างคาร์บอเนตสลายออกเป็นรูปของคัลเซียออกไซด์ และเพริเคลส (periclase ซึ่งเป็นแร่มีแกนเซียออกไซด์) ที่ฝังอยู่และไม่รวมตัวกับน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์
3. น้ำปูนไลม์ (milk of lime) หมายถึง สารแขวนลอย (suspension) ของปูนขาว (หรือปูนสุกที่ผสมกับน้ำแล้ว) ในน้ำโดยสัดส่วนหนึ่ง และมีลักษณะคล้ายน้ำนม

4. ปูนขาว (hydrated lime) หมายถึง ผงแห้งที่ได้จากการผสมปูนสุกกับน้ำพอที่จะให้รวมกันทางปฏิกิริยาเคมี ผงแห้งนี้ส่วนใหญ่ประกอบด้วย
 - (1) คัลเซียมไฮดรอกไซด์ หรือ
 - (2) คัลเซียมไฮดรอกไซด์ และแมกเนเซียมออกไซด์ หรือ
 - (3) คัลเซียมไฮดรอกไซด์ และแมกเนเซียมไฮดรอกไซด์ หรือ
 - (4) คัลเซียมไฮดรอกไซด์ แมกเนเซียมออกไซด์ และแมกเนเซียมไฮดรอกไซด์
5. ปูนขาวฉาบผิว (finishing hydrated lime) หมายถึง ปูนขาวที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับเป็นส่วนผสมของปูนฉาบผิว
6. ปูนขาวเพื่อการก่อ (masons hydrated lime) หมายถึง ปูนขาวที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับใช้เป็นส่วนผสมในงานก่อ
7. ปูนฉาบ (plaster) หมายถึง ของผสมที่ได้จากการผสมทรายปูนซีเมนต์และปูนขาวกับน้ำเข้าด้วยกัน เหมาะสมสำหรับใช้ฉาบ
8. ปูนไลม์ (lime) หมายถึง ปูนสุก ปูนขาว และปูนไลม์ไฮดรอกไซด์ซึ่งอยู่ในรูปลักษณะต่างๆ ทั้งทางเคมีและกายภาพ
9. ปูนไลม์ทนไฟ (refractor lime) หมายถึง ปูนไลม์ (โดยทั่วไปเป็นชนิดโดโลไมต์) ซึ่งถูกเผาที่อุณหภูมิสูงมาก ดังนั้นออกไซด์ที่เกิดขึ้นจึงไม่มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนไปเป็นไฮดรอกไซด์
10. ปูนไลม์ที่ใช้ช่วยหลอม (fluxing lime) หมายถึง ปูนสุกที่ใช้เป็นตัวช่วยในการทำเหล็กกล้าหรือแก้ว
11. ปูนไลม์ที่ถูกความชื้นในอากาศ (air-slaked lime) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบเป็นออกไซด์ ไฮดรอกไซด์และคาร์บอเนตของคัลเซียมและแมกเนเซียมในส่วนสัดส่วนต่างๆกัน ซึ่งเกิดจากการที่ปล่อยให้ปูนสุกสัมผัสกับอากาศในปริมาณมากพอที่จะแสดงให้เห็นผลของการรวมตัวกับน้ำ (ปรากฏการณ์นี้สังเกตได้ยากในปูนสุกปน)
12. ปูนไลม์ที่ทำปฏิกิริยาได้ (available lime) หมายถึง ส่วนของปูนไลม์ซึ่งจะทำปฏิกิริยาที่ต้องการ ในภาวะของกรรมวิธีเฉพาะแต่ละกรรมวิธี

13. ปูนไลม์เพื่อก่อสร้าง (building or construction lime) หมายถึง ปูนไลม์ซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ และกรรมวิธีการทำเหมาะสมเพื่อ
14. ปูนไลม์เพื่อการเกษตร (agricultural lime) หมายถึง ปูนสุกป่นหรือ ปูนขาวซึ่งมีคัลเซียมและแมกเนเซียมที่จะใช้ปรับปรุงดินที่มีภาวะเป็นกรดได้
15. ปูนไลม์เพื่อการอุตสาหกรรม (industrial lime) หมายถึง ปูนสุกหรือ ปูนขาวซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ รวมทั้งกรรมวิธีการทำเหมาะสม สำหรับใช้ในทางอุตสาหกรรมทั่วไป ยกเว้นอุตสาหกรรมก่อสร้างและเคมี
16. ปูนไลม์เพื่อการอุตสาหกรรมเคมี (chemical lime) หมายถึง ปูนสุก หรือปูนขาวซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ รวมทั้งกรรมวิธีการทำ เหมาะสมสำหรับใช้ในทางอุตสาหกรรมเคมี
17. ปูนไลม์ฝุ่น (spray lime) หมายถึง ปูนขาวที่มีความละเอียดสามารถ ผ่านร่อนขนาด 45 ไมโครเมตร ได้อย่างน้อยร้อยละ 95
18. ปูนไลม์สอ (lime mortar) หมายถึง ของผสมที่ได้จากการผสม ไลม์พัคตี กับทราย เหมาะสมสำหรับใช้ในงานก่อ
19. ปูนไลม์ไฮดรอลิก (hydraulic lime) หมายถึง ปูนไลม์ซึ่งมีซิลิกา (silica) อะลูมินา (alumina) และ/หรือ ไอร์ออนออกไซด์ (iron oxide) ในปริมาณน้อย ซึ่งเมื่อรวมกันกับคัลเซียมออกไซด์บางส่วน ในปูนไลม์ ไฮดรอลิก เป็นสารประกอบเคมี ปูนไลม์ไฮดรอลิกรวมกับน้ำ ได้พัคตีซึ่งคุณสมบัติก่อตัวและแข็งตัวปูนไลม์ไฮดรอลิกจัดแบ่งได้เป็น ปูนไลม์ไฮดรอลิกจัดแบ่งได้เป็น ปูนไลม์ไฮดรอลิกล้วนๆและกึ่งไฮดรอลิก (semi-hydraulic)
20. ปูนสอ (mortar) หมายถึง ของผสมที่ได้จากการผสม ทรายปูนซีเมนต์ และ/หรือ ปูนขาวกับน้ำเข้าด้วยกัน เหมาะสมสำหรับใช้ในงานก่อ
21. ปูนสุก (quicklime) หมายถึง วัสดุที่ได้จากการเผาหินปูน วัสดุนี้จะ ประกอบขึ้นด้วยคัลเซียมออกไซด์ วัสดุนี้อาจเป็นประเภทปูนสุกคัลเซียม หรือปูนสุกแมกเนเซียม

- 21.1 ขนาดของปูนสุก หมายถึง ปูนสุกขนาดต่างๆขึ้นอยู่กับประเภทของ หินปูน ชนิดของเตาที่ใช้ หรือวิธีการปฏิบัติต่อจากการเผาโดยทั่วไป ขนาดของปูนสุก แบ่งออกได้ดังนี้
- (1) ก้อนใหญ่ (lump) ขนาดไม่เกิน 200 มิลลิเมตร แต่เกิน 63 มิลลิเมตร
 - (2) ก้อนเล็ก (pebble or crushed) ขนาดไม่เกิน 63 มิลลิเมตร แต่เกินกว่า 6.3 มิลลิเมตร
 - (3) เม็ด (ground, screened or granular) ขนาดไม่เกิน 6.3 มิลลิเมตร แต่เกิน 850 ไมโครเมตร
 - (4) ผง (pulverized) ขนาดผ่านร่อนขนาด 850 ไมโครเมตร ได้ เกือบหมด
22. ปูนสุกฉาบผิว (finishing quicklime) หมายถึง ปูนสุก (หลังจาก การผสมของปูนฉาบผิว
23. ปูนสุกเพื่อการก่อ (masons quicklime) หมายถึง ปูนสุก (หลังจาก การผสมกับน้ำจน ได้ เป็น ไลม์พัตตีแล้ว) ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับใช้เป็น ส่วนผสมในงานก่อ
24. ปูนสุกใหม่ (run-of-kiln quicklime) หมายถึง ปูนสุกที่นำออกมา จากเตาใหม่ ๆ
25. ไลม์พัตตี (lime putty) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผสมปูนสุกกับน้ำ ตามคำแนะนำของผู้ทำหรือโดยการผสมปูนขาวกับน้ำจน ได้ความข้นเหลว ตามต้องการ
26. วัสดุจำพวกปูนไลม์ (liming material) หมายถึง ปูนไลม์ หินปูน เปลือกหอย ดินมาร์ล (marl) และตะกรัน (slag) ในลักษณะทางกาย ภาพและทางเคมีต่างกัน ซึ่งมีสารประกอบของแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ สามารถเปลี่ยนภาวะที่เป็นกรดให้เป็นกลางได้

27. สีน้ำปูน (white wash) หมายถึง ส่วนผสมของปูนขาว (หรือปูนสุกที่ผสมกับน้ำแล้ว) น้ำและวัสดุอื่นๆเหมาะสมสำหรับใช้ทาเหมือนสี
28. หินที่ใช้ช่วยหลอม (fluxstone) หมายถึง หินปูนที่ใช้เป็นตัวช่วยในการทำเหล็กกล้าหรือแก้ว
29. หินปูน หมายถึง หินที่อยู่ในพวกหินชั้น (sedimentary rock) ที่มีส่วนประกอบของแร่แคลไซต์ (calcite, CaCO_3) หรือรวมอยู่กับแร่โดโลไมต์ (dolomite, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) เกินร้อยละ 50 ของส่วนประกอบทั้งหมด และจะต้องมีแร่แคลไซต์มากกว่าแร่โดโลไมต์
30. หินปูนเพื่อการเกษตร (agricultural limestone) หมายถึง หินปูนบดหรือผงซึ่งมีแคลเซียมและแมกนีเซียม ที่จะใช้ปรับปรุงดินที่มีภาวะเป็นกรดได้

2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างและวัสดุ และกรรมวิธีการผลิต

2.5.1 โครงสร้างของรถดีเซลปูนขาว

โครงสร้าง คือ สิ่งที่จัดขึ้น โดยการต่อรวมหน่วยต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ให้ทำหน้าที่อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ซึ่งต้องการความมั่นคงบางประการ

โครงสร้าง เปรียบเสมือนกระดูกโครงหลัก โดยมีส่วนประกอบอื่น ๆ เป็นต้นว่า ส่วนปิดหุ้มทับตบแต่ง เพื่อช่วยให้มีการใช้เนื้อที่ภายในรถดีเซลปูนขาว ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นการตกแต่ง เพื่อให้รถดีเซลปูนขาวมีความสวยงามอีกด้วย

สิ่งที่ต้องคำนึงถึง ในงานออกแบบทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างนั้น มีการใช้เป็นจุดสำคัญในการรับน้ำหนักในงานออกแบบรถดีเซลปูนขาวนี้ จะนำโครงสร้างแบบต่าง ๆ มาใช้ หรือออกแบบชิ้นใหม่ให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการใช้งาน จะต้องมีการหาข้อมูลในทุกด้านที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างมาประกอบ เพื่อช่วยในการตัดสินใจออกแบบ โดยมีข้อที่ควรคำนึงถึงดังนี้

- 1) ความแข็งแรงทนทาน โครงสร้างที่ออกแบบต้องมีความแข็งแรงทนทานเพียงพอต่อการใช้งานตามหน้าที่ที่ต้องการ และมีอายุการใช้งานนาน
- 2) น้ำหนักโครงสร้าง ก็มีผลสำคัญที่เชื่อมต่อไปยังน้ำหนักทั้งหมดของตัวรถ ถ้าโครงสร้างมีน้ำหนักมาก จะทำให้ลำบากแก่การเคลื่อนย้าย
- 3) รูปแบบของโครงสร้าง ส่วนนี้ก็เป็นส่วนสำคัญในการออกแบบ การจะได้รูปแบบโครงสร้างที่สวยงามและเหมาะสมกับงานต้องศึกษาถึงคุณสมบัติเฉพาะตัวของวัสดุด้วย
- 4) การขึ้นโครง โครงสร้างบางอย่างขึ้นโครงง่าย สะดวกรวดเร็ว ประหยัดเวลา แรงงาน ค่าใช้จ่าย แต่บางอย่างต้องอาศัยกรรมวิธีต่าง ๆ มากมายทำให้สิ้นเปลือง ดังนั้นการออกแบบจึงต้องคำนึงถึงการขึ้นโครงด้วย
- 5) การบำรุงรักษา เป็นอีกประการที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบ รวมทั้งการซ่อมแซมด้วย

สำหรับการพิจารณาเลือกประเภทของ โครงสร้างที่จะทำการออกแบบนั้น นอกจากพิจารณาถึงลักษณะการออกแบบโครงสร้างที่ดี 5 ประการที่กล่าวไว้แล้ว ยังคำนึงถึงสภาพการใช้งานโดยทั่วไปของ โครงสร้างรถดีเซลปั่นขาว ได้แก่

- หน้าที่ใช้สอยหลักคือ รับน้ำหนักทั้งหมดของรถดีเซลปั่นขาว
 - หน้าที่ใช้สอยรองคือ การจัดเก็บอุปกรณ์ประกอบในการใช้งาน การเคลื่อนย้าย
 - เงื่อนไขประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ความยากง่ายต่อการผลิต การบำรุงรักษา
- เงื่อนไขทั้งหมดที่จะนำไปพิจารณา ดังนี้

- 1) การรับน้ำหนัก เนื่องจากโครงสร้างต้องรับน้ำหนักจากสัมภาระและจากส่วนประกอบต่าง ๆ ของรถดีเซลปั่นขาว โครงสร้างจึงควรรับน้ำหนักได้มาก ทั้งยังเป็นการรับน้ำหนักตลอดเวลา แม้ในขณะเก็บ
- 2) ความแข็งแรงของโครงสร้าง รถดีเซลปั่นขาว การรับแรงที่เกิดขึ้นมี 3 ลักษณะ ดังนี้

- ก. รับแรงแนวตั้งที่เกิดจากน้ำหนักของ
สัณนิภา
- ข. รับแรงบิดกรณีที่มีการเข็นรถมีการสะกด
- ค. รับน้ำหนักโดยรวมของ โครงสร้าง
และกระจายน้ำหนักไปยังส่วนต่าง ๆ
กรณีที่มีการเลี้ยว ดังนั้น โครงสร้าง
จะต้องรับน้ำหนักเหล่านี้ได้ดีและ
เหมาะสมพอสสำหรับน้ำหนักสัณนิภา

- 3) อายุการใช้งาน มีผลต่อการใช้งาน เนื่องจากกรณีเส้นบ่
ขาวโดยเฉลี่ยมีการใช้สัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง
- 4) ความสะดวกในการเก็บ ส่งผลต่อการใช้งานในด้านการจัดเก็บ
ภายหลังการใช้งานในหนึ่งวัน
- 5) น้ำหนักโครงสร้าง ถ้าโครงสร้างมีน้ำหนักมา จะมีผลต่อน้ำหนัก
รวม ซึ่งส่งผลต่อการใช้งานทางด้านการเข็น
- 6) กรรมวิธีการผลิต ความยากง่ายของการผลิต ช่วยลดค่าแรง
และวัสดุในการผลิต
- 7) การบำรุงรักษา พิจารณาความสะดวกในการซ่อมแซมและ
การดูแลทำความสะอาด

โครงสร้างของรถดีเส้นบ่ขาว

คุณสมบัติของ โครงสร้าง

1. รับแรงในทิศทางต่าง ๆ ได้ดี
2. ทนต่อแรงกระแทก
3. ง่ายในการผลิต
4. น้ำหนักเบา
5. ความเหมาะสมในงาน

ลักษณะของ โครงสร้างที่คำนึงถึง ในการทำ โครงสร้างของรถดีเซลปั่นขาว

1. โครงสร้างรูปจัตุรัส รับแรง โกงเดาะ ได้ดีเท่ากันทั้ง 2 แบน
2. โครงสร้างรูปผืนผ้า จะเกิดแรง โกงเดาะ ในแนวทิศทางตั้งฉากกับแกนยาว
3. โครงสร้างรูปฉาก ตรงมุมไม่ โกงเดาะ ตรงปลายฉากกำลังด้อย
4. โครงสร้างรูปกลวงต่าง ๆ เช่น รูปสี่เหลี่ยมกลวง รูปสามเหลี่ยมกลวง
รับแรง ได้ดีมาก ทำให้เพิ่มความยาวของท่อนรับแรงอัด ได้ดี โดยไม่เกิด
โกงเดาะเสียหาย ดังนั้น มุมมีส่วนช่วยให้ไม่ โกงเดาะง่าย

2.5.2 ประเภทของ โครงสร้าง

ประเภทของ โครงสร้างแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ โครงสร้างแบบถอดประกอบได้
และ โครงสร้างติดตายตัว

1. โครงสร้างถอดประกอบได้ เป็น โครงสร้างที่สามารถแยกเป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้
 - ข้อดี - สามารถประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง
 - ประหยัดเนื้อที่ในการเก็บ
 - ข้อเสีย - โครงสร้างจะลดความแข็งแรงลง
 - อายุการใช้งานสั้น ถ้ามีการถอดประกอบบ่อย
 - รับน้ำหนักได้ไม่มาก
 - ไม่สะดวกต่อการบำรุงรักษา
2. โครงสร้างติดตายตัว ไม่สามารถแยกเป็นชิ้นส่วนได้
 - ข้อดี - โครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน อายุการใช้งานนาน
 - สะดวกต่อการบำรุงรักษา
 - สามารถรับน้ำหนักได้มาก
 - ข้อเสีย - ไม่ประหยัดเนื้อที่ในการเก็บ
 - ไม่สะดวกในการขนส่ง

สำหรับการพิจารณาเลือกประเภทของ โครงสร้างที่จะทำการออกแบบนั้น นอก
จากพิจารณาถึงลักษณะการออกแบบ โครงสร้างที่ดี 5 ประการที่กล่าวไว้แล้ว ยังคำนึงถึง

สภาพการใช้งานโดยทั่วไปของ โครงสร้างรถเข็นดีเส้นปูนขาวนี้ ได้แก่

- หน้าที่ใช้สอยหลัก คือ รับน้ำหนักทั้งหมดของรถเข็น
- หน้าที่ใช้สอยรอง คือ การเก็บปูนขาว, การเข็นเคลื่อนย้าย
- เงื่อนไขประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ความยากง่ายต่อการผลิต การบำรุงรักษา
ได้เงื่อนไขทั้งหมดที่จะนำไปพิจารณา ดังนี้

- 1) การรับน้ำหนัก เนื่องจากโครงสร้างต้องรับน้ำหนักจากสัมภาระ และจากส่วนประกอบต่าง ๆ ของรถเข็น โครงสร้างจึงควรรับน้ำหนักได้มาก ทั้งยังเป็นการรับน้ำหนักตลอดเวลาแม้ในขณะที่เก็บ

ความรู้เกี่ยวกับ โครงสร้าง

โครงสร้างคือ สิ่งที่จัดสร้างขึ้นโดยการต่อรวมหน่วยต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้ทำหน้าที่อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ซึ่งต้องการมาตรการความมั่นคงบางประการ หน้าที่ของ โครงสร้าง อาคารที่ก่อสร้างขึ้นมาจะมีโครงสร้าง เปรียบเสมือนกระดูก โครงหลัก และมีส่วนประกอบอื่น ๆ (Members) ซึ่งทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เช่น ปิดหุ้มทับ ตกแต่ง เพื่อให้การใช้เนื้อที่ภายในอาคารนั้นสะดวกและเหมาะสมกับประเภทของอาคาร

โครงสร้างอาจแยกออกเป็นหลายส่วนหลายตอนประกอบรวมกันจนสำเร็จเป็นตัวอาคารขึ้นมา โครงสร้างย่อยนี้อาจแยกออกเป็นหลายจุดหลายตอน เช่น ตัวอย่าง โครงสร้างรับเครื่องมุงหลังคา โครงสร้างพื้น โครงเสา โครงสร้างบันได โครงคานต่อ โครงสร้างฐานราก ดังนี้ เป็นโครงย่อยต่าง ๆ ดังกล่าว เมื่อประกอบกันเข้าทั้งหมดก็เป็นตัวอาคารในที่สุด จะเห็นว่ารูปร่าง โครงสร้างแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะ เนื่องจากมีแรงหรือน้ำหนักบรรทุกเป็นตัวการจัดระเบียนหรือบังคับให้เกิดเป็นรูปร่างต่าง ๆ กันไป เมื่อแรงที่ถ่ายทอดต่อเนื่องถูกต้องตามกฎเกณฑ์แล้ว โครงสร้างนี้จะตั้งอยู่ได้โดยมั่นคง และก่อให้เกิดความรู้สึกพึงพอใจเมื่อมองดู ฉะนั้น เมื่อต้องใช้วัสดุต่าง ๆ ก็ต้องใช้ให้เหมาะสมกับความสามารถของการรับแรงนั้น ๆ ด้วยอย่างดี

แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุประกอบเป็น โครงสร้าง

แรงต้านทานภายใน (RESISTANCE FORCES) ที่ได้กล่าวนี้อาจแยกเป็น 5 ชนิดด้วยกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันดังนี้

(1) แรงดึง (TENSION OR PULL OR SUCTION) ด้านความพยายามที่จะ ทำให้วัสดุนั้นยืดออก ยาวออกหรือขาดจากกัน

(2) แรงอัด (COMPRESSION OR PUSH OR PRESSURE) ด้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุสั้นเข้า บีบเข้าหรือแตก

(3) แรงเฉือน (SHEAR) กระทำกับวัสดุในแนวสัมผัส TANGENTIAL กับพื้นผิวที่ต้องรับแรงนี้ วัสดุไม่จำเป็นต้องต่อดัดกันเป็นเนื้อเดียวทางกายภาพ เพื่อต้านแรงเฉือนนี้ได้ แต่ต้องมีแรงอัดไว้ให้พื้นผิวดังกล่าวชนกันแน่นอยู่ เมื่อแรงเฉือนมีขนาดเพียงพอต้านแรงเฉือนดังกล่าวมิให้วัสดุเลื่อนจากกันก็ใช้ได้

(4) แรงบิด (WENDING) เมื่อโครงสร้างรับแรงดัดแล้ว ผิวบนจากแกนสะเทิน (NEUTAL AXIS) ขึ้นไปรับแรงอัดและผิวล่างของแกนสะเทินรับแรงดึงด้วย หรือบางกรณีเกิดตรงกันข้ามกัน แรงดัดก่อให้เกิดแรงต้านทางแรงดัดมีขนาดเท่ากันขึ้นภายในเนื้อวัสดุด้วย

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

ในแรงทั้ง 5 ประการนี้ แรงใน 2 ประเภทหลังคือ แรงดัด สามารถแยกออกเป็นแรงดึงและแรงอัดได้ แรงบิดแยกเป็นแรงเฉือนได้ ดังนั้นถ้าพิจารณาแต่ละส่วนเล็ก ๆ ในเนื้อวัสดุโครงสร้าง จะมีแรงให้พิจารณาอยู่เพียงแรงดึง แรงอัด และแรงเฉือนเท่านั้น ซึ่งเมื่อเราสามารถรู้ขนาดของแรงที่เกิดและผลเนื่องจากการกระทำของแรงก็สามารถกะขนาดหน้าตัดวัสดุ โครงสร้างและรูปร่างได้ โดยหาขนาดของแรงและความเข้มของแรง ซึ่งมีค่าเท่ากับแรงที่เกิดขึ้นหารด้วยเนื้อที่หน้าตัดของวัสดุที่ใช้รับความเข้มของแรงนี้ เรียกว่า STRESS มีหน่วยเป็นน้ำหนักต่อพื้นที่

รูปทรงเบื้องต้น โครงสร้าง

เพื่อศึกษาคคุณสมบัติทาง โครงสร้างของรูปทรงเบื้องต้นต่าง ๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันเด่นชัด เพื่อพิจารณาคุณสมบัติในการรับแรงเฉพาะของรูปนั้น ๆ อาจจัดแบ่งรูปทรงเบื้องต้นได้เป็นประเภทต่าง ๆ ได้ ดังแสดงในตารางดังนี้

รูปทรงเบื้องต้นที่เห็น	มิติทางเรขาคณิต	ประเภทที่มีความหลวม หย่อนได้	ประเภทที่มีความแข็ง เคร่งตึงก้ำกึ่ง
จุด	0	เม็ด	ก้อน
ขีดยาว	1	เส้นเอ็น	ท่อน
พื้นที่	2	แผ่น	แผ่น
เนื้อที่	3	กล่อง	กล่องตัน

ตารางที่ 4 แสดงประเภทของรูปทรงเบื้องต้น

เม็ด PARTICLE ไม่มีคุณสมบัติในการรับแรง

เส้นเอ็น TENDOW มีคุณสมบัติในการรับแรงได้ดังนี้

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

ความยาวได้โดยยกท้องข้าง SAG น้อยลง

ในทางปฏิบัติเมื่อซึ่งเส้นเอ็นพาดช่วงจะบรรทุกน้ำหนัก ตลอดความยาวโดยวัสดุไม่เปลี่ยนรูป โดยทำตัวเส้นเอ็นดังกล่าวให้มีความแข็งตัวที่กลางความยาวช่วง โดยเพิ่มความโตให้มากกว่าความโตตอนปลายเส้น หรือทำการห้อยแขวนด้วยคาน STIFFENING BEAM ให้เส้นเอ็นมีความแข็งตัวตลอดความยาวของเส้น เมื่อใช้เส้นเอ็นจำนวนมากเส้น

ด้วยกันมัดรวมกัน จะทำให้มีความสามารถรับแรงซึ่ง เกิดกลับทั้งแรงดัดและแรงดึง ได้ดีทั้งสองชนิด

แผ่น SHEET มีคุณสมบัติในการรับแรง ดังนี้

แผ่นสามารถรับแรงดึง ได้ดีในแนวขนานกับระนาบของแผ่นหรือเมื่อยึดรอบพื้นที่แผ่น หรือเมื่อยึดหลายทั้งสองแผ่น หรือยึดปลายหนึ่งของแผ่นไว้ แผ่นควรมีคุณสมบัติทางมีกำลังดี มีความเหนียว (TOUGHNESS) แผ่นทำโค้งตามแนวเดียวได้ แต่ทำโค้ง 2 ทิศไม่ได้ ถ้าไม่ตัดประกอบใหม่ แผ่นมีโครงกรอบ FRAMB SHEET จะรับแรงดึง แรงเฉือน และแรงอัดทะแยงได้ จะหักเสียหายเมื่อแรงอัดทะแยง ไปทำให้เกิดการ โกงเตาะตัวกรอบ

ก้อน BRICK มีคุณสมบัติต่างกัน ไปแล้วแต่คุณสมบัติที่วัสดุที่นำมา ใช้ประกอบ เป็นก้อน ก้อนรับแรงประเภทต่าง ๆ ได้ดี พวกกล่อ่งตันคือ ก้อนขนาดโตขึ้น มีกำลังและความแข็งแรงมาก

ท่อน ROD คือ เส้นเอ็นขนาดใหญ่ขึ้นรับแรงดึง อัด ดัด และรับแรงบิดได้ดีมาก ถ้าใช้เป็นเสาสั้นรับแรงอัดได้ดีมาก ถ้ายาวมากขึ้นอาจ โกงเตาะได้ ต้องแก้ไขให้มีความแข็งแรงมากขึ้นเช่น ใช้ตัวตั้งพันเป็นเกลียวรอบความยาว เมื่อใช้วัสดุรับแรงดึงดีเป็นท่อน จะรับแรงได้ทุกประเภท เมื่อใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงจะรับแรงเฉือนกับแรงบิด เมื่อใช้ท่อนทำหน้าที่เป็นคานได้

แผ่น PLATE คือ แผ่นมีความหนาเพิ่มขึ้น เพื่อยึดเป็นระยะในทิศตั้งฉากกับระนาบของตัวแผ่นแล้วจะบรรทุกแรงอัด รับแรงเฉือน และรับแรงดัดขนานกับระนาบของตัวแผ่นได้

ในทางปฏิบัติทำได้โดยการเสริมครีบทึ่เป็นระยะ ๆ ขนานกับทิศที่รับแรงอัด โดยการเสริมกรอบรอบและกรอบตั้งขนานกับทิศรับแรงเฉือน หรือเสริมแผ่นหนาเป็นปีกรับแรงอัดผิวบนของตัวแผ่น (คาน) เพื่อรับแรงดัด

กล่อ่งตัน BLOCK คือก้อนซึ่งมีขนาดโตมากในทางปฏิบัติอาจไม่มีการสร้างให้ได้รูปตันดังต้องการ เพราะต้องการประหยัดวัสดุแต่ต้องการให้คง ได้ความแข็งแรง และความแข็งแรงให้พอเท่านั้น จึงทำเป็นกล่อ่งกลวง เปิดภายใน หรือประกอบรูปทรงพอให้ได้คุณสมบัติกล่อ่งตัน

คานและแผ่นพาด BEAM AND PLANKS พวกคานใช้ผิวของด้านแคบรับน้ำหนักบรรทุกทุก คานรับแรงดัดในแนวตั้งกับระนาบคาน ได้ดีที่ผิวบนรับแรงอัดนั้น อาจเสริมเนื้อให้แข็งตัว STIFFENER ให้มีหน้าตัดมากขึ้นได้ และอาจเสริมปล่องตันเป็นระยะ เพื่อช่วยรับแรงอัดแนวทะแยง ซึ่งเกิดจากแรงเฉือน หรือทำการเสริมที่ผิวล่างให้หนาขึ้น เพื่อรับแรงดัดก็ได้ เมื่อพิจารณาตู้คานปีกยื่น PANCE จะเห็นว่าปีกบนปีกล่างและตัวแผ่นแกนตั้ง เดิมรับแรงเฉือน ซึ่งเกิดทั้งแรงอัดแนวทะแยง และแรงดัดด้วย

ส่วนแผ่นพาด มีความแตกต่างกับคานตรงที่ใช้ด้านแบนนอนรับน้ำหนักบรรทุกทุก ในทิศตั้งฉากกับแนวระนาบของตัวแผ่นพาด

เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงอัดของรูปหน้าตัด จะเห็นว่าในกรณีที่ใช้พื้นที่หน้าตัดเท่า ๆ กัน เมื่อพิจารณาแกนทั้ง 2 ในระนาบที่ตั้งฉากกับแรงอัดที่แล้ว

รูปจตุรัส	รับแรง โกงเดาะ ได้ดีเท่ากันทั้ง 2 แกน
รูปผืนผ้า	จะเกิดแรง โกงเดาะในแนวทิศตั้งฉากกับแกนนยาว
รูปฉาก	ตรงมุมไม่โกงเดาะ ตรงปลายฉากกำลังน้อย
รูปกลวงต่าง ๆ เช่น รูปสี่เหลี่ยมกลวง รูปสามเหลี่ยมกลวง รูปกลมกลวงรับแรงอัดได้ดีมาก ทำให้เพิ่มความยาวของท่อนรับแรงอัดได้ โดยยังไม่เกิดโกงเดาะเสียหาย ดังนั้น มุมมีส่วนช่วยให้ไม่โกงเดาะง่าย	

พอสรุปหลักการได้ว่า สำหรับรูปหน้าตัดและรูปด้านนั้น ควรพิจารณาจากกรรับแรงต่าง ๆ คือ

เมื่อต้องรับแรงดัด ระวังอย่าให้รูปด้านตกท้องช้างมากนัก แก้โดยเพิ่มความลึกมากขึ้น เลือกรูปด้านทางแนวนอนที่มีความแข็งแรงแรงดัดมาก

เมื่อต้องรับแรงอัด ต้องเลือกรูปหน้าตัดที่รับแรง โกงเดาะได้ดี ทำการกระจายพื้นที่ของรูปหน้าตัดให้เพิ่มความแข็งแรงแรงดัดในแนวนั้น ๆ ผนังบาง ๆ ของรูปหน้าตัดจะมีกำลังมากขึ้นโดยการทำรูปมุมฉาก ทำรูปสอนลูกฟูก ทำความโค้งเพื่อเพิ่มกำลังขจัดไม่ให้อ่อนแอที่ปลายชาย (FREE EDGES) ซึ่งต้องยกกำลังการรับแรง โกงเดาะ การทำรูปหน้าตัดแบบเปิด (OPEN SECTION) ทำได้โดยต้องมีระยะระหว่างตัวมุมของหน้าตัดแบบ

เปิดดังกล่าว ให้นำตัดทั้งหมดทำงานร่วมกันได้อย่างดี

เมื่อต้องรับแรงดัด และแรงเฉือน จะเห็นว่าแรงดัดมีความสัมพันธ์กับแรงเฉือน ผิวบนสุดและล่างสุดของหน้าตัดมีประสิทธิภาพพอที่จะรับแรงดัดมากกว่าแนวแกนสะเทิน ดังนั้นรูปหน้าตัดที่มีหน้าลึกลงมากแข็งแรงดีกว่าหน้าตื้น ปีกที่รับแรงอัดต้องค้ำยันกันแรงโก่งเดาะให้ส่วนที่โก่งตัว จะรับแรงเฉือนและแรงดัดตลอดความยาว ดังนั้น ส่วนที่โก่งของคานต้องมีไว้รับแรงดัด มีแผ่นแฉกตั้งระหว่างปีกบนปีกล่างไว้ยึดให้ทำงานร่วมกัน ได้คุณสมบัติของความแข็งแรงเป็นแผ่นให้แก่ท่อน โครงตลอดความยาว

2.5.3 การศึกษาเกี่ยวกับวัสดุ

โลหะแผ่น (SHEET METAL)

โลหะแผ่น (SHEET METAL) ในงานช่างทั่วไปหมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว

โลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการทำงานแต่ละประเภทจำเป็น จะต้องศึกษาและเลือกใช้วัสดุหรือโลหะ ให้เหมาะสมกับคุณภาพของงานและคุณสมบัติของงานด้วย จึงจะทำให้ผลของงานที่ได้เป็นที่น่าพอใจ และมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมากได้แก่ เหล็ก ซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่น ๆ มีขนาดความหนาหลายขนาดต่าง ๆ กัน และยังมีเคลือบผิวด้วยโลหะต่าง ๆ อาทิเช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสีหรือดีบุก เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังมีการนำเอาโลหะผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้คือ

1. โลหะแผ่นเปลือย (BARE METAL OR UNVOATED METAL)
2. โลหะเคลือบผิว (COATED METAL)

โลหะแผ่นเปลือย ส่วนมากจะเป็นโลหะแผ่นประเภทไม่ใช่เหล็ก (NON FERROUS METAL) เช่น แผ่นทองแดง แผ่นอลูมิเนียม แผ่นทองเหลือง เป็นต้น

โลหะแผ่นเคลือบ จะเป็นโลหะประเภทเหล็ก (FERROUS METAL) เสียก่อน แล้วจึงนำไปเคลือบผิวด้วยโลหะตามที่ต้องการ เช่น เหล็กอาบสังกะสีหรือดีบุก เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิว เพื่อป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อน ซึ่งจะทำให้โลหะนั้นมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น

ดังนั้น การใช้งานโลหะแผ่นเคลือบกับโลหะแผ่นเปลือย จึงต่างกันมากการนำโลหะแผ่นเปลือยไปใช้กับงานอื่น ๆ เช่น นำไปเชื่อมขัดผิว ตะไบหรือกระบวนการอื่น ๆ ที่ต้องเสียผิวหน้าของงานไม่ควรได้รับอันตรายใด ๆ เลย เพราะถ้าผิวหน้าของโลหะเสียหาย โลหะที่เคลือบผิวหลุดออกไปแล้ว จะเป็นเหตุให้โลหะนั้นสูญเสียคุณสมบัติในด้านการทนต่อการกัดกร่อนได้ง่ายขึ้น

1. โลหะแผ่นเปลือย

1.1 อลูมิเนียม (ALUMINIUM)

อลูมิเนียม เป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท (NON FERROUS METAL) โดยปกติจะเป็นแผ่นอลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่ถึง 100% แต่จะเป็นอลูมิเนียมผสมโลหะหรือธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย เพื่อให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติบางประการดีขึ้นอลูมิเนียมบริสุทธิ์จะอ่อนมาก ในลักษณะที่เป็นแผ่นจะไม่ค่อยพบใช้งานบ่อยนัก

อลูมิเนียมแผ่นจะมีส่วนผสมของทองแดง ซิลิคอน เหล็กและแมงกานีส ส่วนอลูมิเนียมชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในลักษณะที่เป็นแผ่นจะผสมนิเกิล แมกนีเซียมและโครเมียม อย่างไรก็ตามอลูมิเนียมผสมทุกชนิด จะต้องมีส่วนอลูมิเนียมผสมอยู่ไม่น้อยกว่า 90% เสมอ

อลูมิเนียมผสมมีอยู่หลายชนิด ชนิดต่าง ๆ เหล่านี้มีคุณสมบัติต่างกันและมีค่าความแข็งที่แตกต่างกันออกไปอีกประมาณ 40 เกรด (GRADE) ดังนั้นควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน

อลูมิเนียมผสมจะถูกกำหนดคุณสมบัติตามแบบต่าง ๆ กัน สำหรับในงานโลหะแผ่นจะใช้ NUMBER 3003 แต่ในทางการค้าจะนิยมเรียกเป็นตัวอักษร เช่น O.H. เป็นต้น

"O" หมายถึง อลูมิเนียมอ่อน (SOFT) ใช้งานได้ดีเหมือนกับสังกะสี

"H" หมายถึง อลูมิเนียมแข็ง (HARD) บางชนิดตัดโค้งได้ แต่บางชนิดไม่สามารถที่จะตัดโค้งได้

"T" หมายถึง อลูมิเนียมที่จะต้องใช้งานเกี่ยวกับความร้อน (HEAT TREATED) อยู่เสมอ

ตัวเลขตามหลังอักษร H หรือ T จะบอกความแข็ง เช่น NUMBER 3003 ที่ใช้งานโลหะแผ่นทั่วไปจะเขียนเป็น H14 เป็นต้น ซึ่งอลูมิเนียม NUMBER ดังกล่าวนี้มีความแข็งแรงไม่มากนัก สามารถตัดโค้งหรือขึ้นรูปได้ดี

อลูมิเนียมจะสังเกตรายง่ายเพราะ มีสีขาว น้ำหนักเบา บางชนิดจะมีสีใกล้เคียงกับสแตนเลส (STAINLESS STEEL) สามารถนำไปเชื่อมได้และจะต้องใช้น้ำประสาน (FLUX) ชนิดพิเศษ สำหรับการบัดกรีก็สามารถทำได้เช่นกัน แต่ทั้งนี้จะต้องใช้น้ำประสานตะกั่วบัดกรีและความร้อนของหัวแร้งให้ถูกต้อง มิฉะนั้น จะทำให้การบัดกรีไม่ได้ผล

อลูมิเนียมเป็น โลหะที่มีผิวเป็นมัน และทนต่อการกัดกร่อนให้ได้ดีในบรรยากาศปกติ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการความสวยงาม

ลักษณะทางกายภาพของอลูมิเนียม

ทนแรงดึง	15,500-70,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว
ทนแรงอัด	11,200-58,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว
ความยืดหยุ่น	68,900 ปอนด์/ตารางนิ้ว
ความแข็ง	25,500 ปอนด์/ตารางนิ้ว
จุดหลอมตัว	660
ทนต่อแรงกระแทก	ไม่ดี
ทนต่อการรูด	ดีมาก
ความหนาแน่น	2.7 กิโลกรัม/เดซิเมตร ³

ตารางที่ 5 แสดงลักษณะทางกายภาพของอลูมิเนียม

1.2 เหล็กดำ (BLACK IRON)

เหล็กในรูปของ โลหะแผ่นเปลือยไม่ค่อยนิยมใช้งานมากนัก เพราะเกิดสนิมได้ง่าย เกิดการกร่อนตัวได้รวดเร็วและบดกรียาก เหล็กชนิดนี้จึง ใช้งานที่ต้องการพ่นสีเท่านั้น การผลิตเหล็กแผ่น หลังจากได้เอาแผ่นแร่ไปถลุงเป็น Ingot ให้เป็นเหล็ก โครงสร้างรูปต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ต่อจากนั้นจะนำ Ingot ไปอบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เพื่อจะนำไปรีดให้เป็นเหล็กชนิดต่าง ๆ และรูปร่างต่าง ๆ กัน โดยใช้ลูกกลิ้ง (MILLS) แบบต่าง ๆ กัน เช่น

1. PLOOMING MILLS จะเปลี่ยนรูปร่างของ Ingot ให้เป็นเหล็กโครงสร้างรูปต่าง ๆ เช่น รางรถไฟ เหล็กกลม เหล็กรูปตัวไอ (I beam) เป็นต้น
2. BILLRT MILLS จะเปลี่ยนแท่ง Ingot ให้เป็นเส้นลวดและท่อชนิดต่าง ๆ
3. STABING MILLS จะเปลี่ยนแท่ง Ingot ให้เป็นเหล็กแผ่นที่มีความหนาต่างกัน ซึ่งสามารถจะรีดให้เหล็กมีความหนาได้น้อยกว่า $1/8$ นิ้ว การรีดเหล็กให้มีความหนาลดน้อยลง สามารถจะรีดได้ในขณะที่ยังร้อนแดง (Hot rolled) และในขณะที่เย็นตัวลงแล้ว (Cold rolled)

เหล็กที่รีดร้อนจะปรากฏเป็นสีเทาหรือสีน้ำตาล ตลอดแผ่นจะมีสีดำ ซึ่งเนื่องมาจากผลของความร้อน เหล็กชนิดนี้จะใช้ทำงานก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่ เช่น เรือ หม้อน้ำ โครงสร้างเหล็ก เป็นต้น เพราะเหล็กที่รีดร้อนมีราคาถูกกว่าเหล็กที่รีดเย็น การนำไปใช้งาน ก็จะต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนโดยการทาสี เป็นต้น

เหล็กที่รีดเย็นจะปรากฏเป็นสีน้ำตาลเทาบนผิวหน้าทั่ว ๆ ไป ใช้กับงานที่ต้องการผิวหน้าที่เรียบร้อยเช่นเดียวกับเหล็กที่รีดร้อน

เนื่องจากเหล็กเป็นโลหะแผ่นที่มีราคาถูก จึงนิยมมาเคลือบกับโลหะอื่น เพื่อให้เหล็กทนต่อการกัดกร่อนได้ดี มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ดังนั้น เหล็กแผ่นจึงเป็นโลหะหลักในการผลิตเหล็กเคลือบสังกะสี ดีบุก และตะกั่ว ดังจะได้กล่าวต่อไป

2. โลหะแผ่นเคลือบ

2.1 เหล็กอาบสังกะสี (CAVANIZER STEEL)

ในสภาพบรรยากาศปกติสังกะสีเป็นโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก ดังนั้น จึงนิยมไปเคลือบแผ่นเหล็ก เพื่อช่วยให้แผ่นเหล็กมีอายุใช้งานที่ยาวนานถ้าสังกะสีที่ใช้เคลือบเหล็กลอกหรือหลุดไปก็จะทำให้เกิดสนิมขึ้นกับแผ่นเหล็กได้

การผลิตเหล็กอาบสังกะสีสามารถกระทำได้ 2 วิธีดังนี้คือ

1. โดยวิธีจุ่ม (HOT DIPPED) นำเอาแผ่นเหล็กอ่อนที่ได้จากการรีดเย็นไปล้างไขมันในอ่างกรดแล้วนำไปล้างน้ำสะอาด จากนั้นจึงนำไปจุ่มลงในถังสังกะสีที่กำลังหลอมละลาย สังกะสีก็จะเกาะติดผิวหน้าของแผ่นเหล็ก แล้วจึงนำไปรีดให้เรียบร้อยอีกครั้งหนึ่ง

2. โดยวิธีเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า อาศัยหลักการเกี่ยวกับการชุบโครเมียมด้วยไฟฟ้า สังกะสีชนิดนี้มีชื่อเรียกทางการค้า โดยเฉพาะว่า Zinegrip หรือ Paint grip เหล็กอาบสังกะสีที่ได้จากการเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า ผิวที่เคลือบจะติดแน่นเรียบสม่ำเสมอ มีลักษณะเป็นดอกสีเทาเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับงานที่จะต้องพ่นสี

เหล็กอาบสังกะสีสามารถสังเกตได้โดยง่าย จากลวดลายดอกที่ปรากฏอยู่บนผิว จะมีประกายแวววาวเห็นได้ชัดเจน ลวดลายนี้เกิดจากการเย็นตัวของสังกะสีบนผิวเหล็ก

ความทนต่อการกัดกร่อนของเหล็กอาบสังกะสี จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของสังกะสีที่เคลือบเกาะผิวอยู่ ถ้ามีคุณภาพดีจะสามารถดัดโค้งงอและพับให้เกิดความแข็งแรงได้ โดยที่สังกะสีไม่กระเทาะหรือร่อนออกจากผิวเหล็กได้ง่าย และไม่เกิดการฉีกขาดเมื่อพับหลาย ๆ ครั้ง

เหล็กอาบแผ่นสังกะสีสามารถบัดกรีได้ง่าย แต่ถ้าจะนำไปเชื่อมจะเกิดปัญหายุ่งยาก เนื่องจากสังกะสีเมื่อถูกเผาจะเกิดก๊าซและควันพิษขึ้น ผลของการเผาไหม้จะทำให้การเชื่อมติดได้ยาก นอกจากนี้การเชื่อมยังเป็นการทำลายสังกะสีที่เคลือบผิวเหล็กอีกด้วย

การนำแผ่นเหล็กอาบสังกะสีไปทำการเคลือบผิวด้วยการพ่นสีก็ยังสามารถทำได้ แต่ถ้าจะให้เกิดผลคุ้มครว้างด้วยน้ำกรดอ่อน ๆ ก่อนที่จะพ่นสีนั้น การล้างตัวน้ำกรดจะช่วยทำให้สีเกาะติดผิวงานได้ดีขึ้น

การใช้งานในบรรยากาศปกติจะมีอายุการใช้งานอย่างน้อย 5-10 ปี โดยไม่ต้องทาสีหรือป้องกันการกัดกร่อนแต่อย่างใด แต่ถ้านำไปใช้ในบรรยากาศที่มีการกัดกร่อน เช่น ใต้น้ำ กรดที่มีความเข้มข้นมาก ๆ ควรจะต้องทาสี

2.2 เหล็กเคลือบดีบุก (LEAD)

ตะกั่วเป็นโลหะที่ใช้เคลือบผิวอีกชนิดหนึ่งในงานโลหะแผ่น เป็นโลหะเก่าแก่ที่นิยมใช้กันมานานแล้ว เช่น ตามโบสถ์คาทอลิกของยุโรปสมัยกลาง ซึ่งทำเป็นโลหะมุงหลังคาหรือกันสาด เป็นต้น ตะกั่วสามารถบัดกรีหรือเชื่อมได้ง่าย โดยให้ความร้อนอย่างถูกต้องเหมาะสม

ตะกั่วเป็นโลหะที่อ่อนมาก ยืดได้ง่าย จนสามารถจะรีดได้โดยเครื่องที่ใช้มือหมุน ความอ่อนตัวของตะกั่วมีการดัดงอ การขึ้นรูปจึงสามารถทำได้ด้วยมือ โดยไม่ยากนักและไม่มีกรีกกัดด้วย การวัดขนาดความหนาของตะกั่ว จะวัดเป็นหน่วยน้ำหนักปอนด์ต่อตารางฟุต

2.3 เหล็กเคลือบดีบุก (TIN)

เป็นโลหะแผ่นเคลือบที่เกิดจากการนำเอาเหล็กรีดเย็นมาเคลือบผิวด้วยดีบุก ผิวหน้าของดีบุกจะชุ่มฉ่ำ ไม่สะท้อนแสงหรือเป็นเหล็กรีดเหมือนกับโลหะชนิดอื่นมีความคงทนต่อไอน้ำหรือความชื้นได้ดี

ขนาดความหนาของดีบุกจะกำหนดเป็นเลขและตัวอักษร เช่น 1C (อ่านว่า One C) 1X (อ่านว่า One Cross) หรือจะกำหนดเป็นขนาดน้ำหนักต่อกล่อง (Base Box) ก็ได้ เช่น 1 Base box จะหมายถึง แผ่นดีบุกขนาด 14x20 นิ้ว จำนวน 112 แผ่น เช่นเดียวกันแต่มีขนาดเป็น 28x20 นิ้ว น้ำหนักของนี้เรียกว่า Base weight ซึ่งมีน้ำหนักต่าง ๆ ขึ้นกับความหนาของแผ่นดีบุก

นอกจากบอกขนาดดังกล่าวแล้ว ยังมีชื่อเรียกทางการค้าอีก 2 ชื่อคือ Coke plate และ Charcoal plate ซึ่งทั้ง 2 ชนิดนี้ขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของดีบุกที่เคลือบผิวอยู่ ได้แก่

ชนิดที่เคลือบบางจนถึง 1 ปอนด์ขึ้นไป จนถึง 7 ปอนด์ต่อ Base box เรียกว่า Charcoat tin plate

ชนิดที่เคลือบบางจนถึง 1 ปอนด์ต่อ Base box เรียกว่า Coke tin plate
ชนิดที่เคลือบผิวหนากว่า 7 ปอนด์ขึ้นไปจนถึง 14 ปอนด์ต่อ Base box เรียกว่า Dirty plate นอกจากนี้ยังมีอีกชื่อหนึ่งที่ควรรู้จักคือ Terne plate เป็นแผ่นเหล็กดำที่เคลือบด้วยตะกั่วและดีบุกอยู่ระหว่าง 8-40 ปอนด์ต่อ Base box

แต่ก่อนนี้แผ่นดีบุกใช้สำหรับมุงหลังคา ภาชนะบรรจุอาหารและเครื่องมือใช้ประจำบ้าน ครึ่งพอล STAINLESS STEEL ได้รับการปรับปรุงให้นำมาใช้อย่างกว้างขวางแล้ว จึงทำให้แผ่นดีบุกมีที่ใช้งานลดลง แต่ในปัจจุบันก็ยังคงใช้ทำกระป๋องบรรจุอาหาร กระป๋องเครื่องดื่ม ถึงแม้จะใช้โลหะอื่นแทนแล้วก็ตาม

ขนาดมาตรฐานของโลหะแผ่น (Standard Size Sheet)

โลหะแผ่นมีขนาดต่าง ๆ กัน ขนาดมาตรฐานของอเมริกา มีดังนี้คือ

30 - 96 นิ้ว, 36 - 96 นิ้ว

30 - 120 นิ้ว, 36 - 120 นิ้ว

ขนาดที่นิยมใช้กันมากคือ 36 - 96 นิ้ว

ในท้องตลาดเมืองไทยจะใช้กันมากเพียง 2 ขนาดคือ 36 - 96 นิ้ว และ 48 - 96 นิ้ว ซึ่งเรียกกันจนเคยชินว่า โลหะแผ่นขนาด 3 - 8 ฟุต และ 4 - 8 ฟุต ตามลำดับ

ในกรณีที่ต้องการขนาดพิเศษ สามารถจะสั่งทำจากโรงงานที่ผลิตได้ GAGE. (or GAUAE)

การกำหนดความหนาของโลหะแผ่น กำหนดเป็นตัวเลข (Number) ทั้งนี้เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการวัด อ่านค่าความหนาของโลหะแผ่นได้อย่างละเอียดถูกต้อง ตัวเลขต่าง ๆ บน Gage จะบอกความหนาเป็น ทศนิยม หรือเศษส่วนของนิ้ว

Gage ที่ใช้เป็นมาตรฐานสำหรับความหนาของโลหะแผ่นมีอยู่ 2 ชนิดคือ

1. United States Standard Gage or Manufacturer's Gage ใช้สำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่นที่ไม่ใช่เหล็ก (Ferrous Metal) เช่น เหล็กดัด เหล็กอาบสังกะสี เป็นต้น

2. American Standard Wire Gage and Brown and Sharp Gage ใช้สำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่นที่ไม่ใช่เหล็ก (Non-Ferrous Metal) เช่น อลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง ดีบุก สแตนเลส ฯลฯ เป็นต้น

ความหนาของโลหะแผ่นที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 0.0070 นิ้ว (36 Gage) ถึง 0.1876 นิ้ว (7 Gage) ถ้า Number ที่แสดงความหนาของโลหะเพิ่มขึ้น ความหนาของแผ่นโลหะก็จะลดน้อยลง เช่น โลหะแผ่นเบอร์ 16 ก็จะมีความหนามากกว่าโลหะแผ่นเบอร์ 22 เป็นต้น



ภาพที่ 35 Gage ที่ใช้วัดความหนาของโลหะแผ่น

(United States Standard Gage).

รูปร่าง Gage สำหรับวัดความหนาของแผ่นโลหะ จะเป็นแผ่นกลมทำด้วยเหล็กแข็งอย่างดี มีเส้นผ่าศูนย์กลาง $3 \frac{3}{4}$ นิ้ว และหนา $\frac{1}{8}$ นิ้ว ด้านหน้าของ Gage จะบอกความหนาเป็นตัวเลขจาก 0, 1, 3..... ถึง 36 เมื่อต้องการที่จะดูจำนวนความหนาเป็นทศนิยม ก็ดูได้จากด้านหลังที่ตรงช่องเดียวกับตัวเลขของ Gage ด้านหน้า เช่น

ความหนาของ โลหะแผ่นเบอร์ 16 จะหนาเท่ากับ 0.0624 หรือประมาณ 1/16 นิ้ว
 ความหนาของ โลหะแผ่นเบอร์ 22 จะหนาเท่ากับ 0.0312 หรือประมาณ 1/32 นิ้ว
 ความหนาของ โลหะแผ่นเบอร์ 28 จะหนาเท่ากับ 0.0156 หรือประมาณ

การใช้ Gage วัดความหนาของ โลหะแผ่นที่ไม่เคลือบผิว การอ่านค่าความหนาจะสามารถ
 อ่านเป็นตัวเลขได้เลย โดยความหนาจะไม่ผิดพลาด แต่สำหรับโลหะที่มีการเคลือบผิวนั้นจะ
 ต้องอ่านตัวเลขของ Gage (Gage Number) ลดลงมา 1 Gage เสมอเช่น เมื่อวัดความ
 หนาได้เท่า Gage เบอร์ 42 ความหนาจริงจะเท่ากับ Gage เบอร์ 23 เป็นต้น

ขนาดน้ำหนักของ โลหะแผ่น

น้ำหนักของ โลหะแผ่น โดยทั่วไปจะมีหน่วยวัดเป็น ปอนด์ต่อตารางฟุต โลหะแผ่น
 แต่ละชนิด ก็จะมีน้ำหนักแตกต่างกันออกไปตามความถ่วงจำเพาะของ โลหะนั้น ดังตาราง
 ข้างล่างนี้

ขนาด	เหล็กกรีดเย็น	สแตนเลส	เหล็กเคลือบ	อลูมิเนียม	ทองแดง
30	.500	.525	.656	.141	-
28	.625	.656	.781	.177	-
26	.750	.788	.906	.224	14
24	1.000	1.050	1.156	.282	16
22	1.250	1.313	1.406	.352	20
20	1.500	1.575	1.656	.451	28
18	2.000	2.100	2.156	.563	36
16	2.500	2.625	2.656	.718	48

ตารางที่ 6 แสดงน้ำหนัก (ออนซ์/ตารางฟุต) ของ โลหะแผ่นชนิดต่าง ๆ

ลักษณะทางกายภาพของเหล็กแผ่น

จุดหลอมตัว			1539° ซ.
ความหนาแน่น			7.87 กรัม/ซม. ³
ทนต่อแรงดึง	ชนิดธรรมดา	10	28-50 กก./มม. ²
	ชนิดเหนียว	12	28-42 กก./มม. ²
	ชนิดเหนียวมาก	13	28-40 กก./มม. ²
	ชนิดเหนียวพิเศษ	14	28-38 กก./มม. ²
หนา			ตั้งแต่ 0.1-0.3 มม.
กว้าง			ตั้งแต่ 530-1250 มม.
ยาว			ตั้งแต่ 760-2500 มม.
ทนต่อแรงกระทบ			ดีมาก

ตารางที่ 7 แสดงลักษณะทางกายภาพของเหล็กแผ่น

2.5.4 เหล็ก

เหล็กบริสุทธิ์มีความเหนียว อ่อนตัวสูง มีความแน่นที่อุณหภูมิ 20° ซ. เท่ากับ 7.87 กรัม/ลบ.ซม. หลอมเหลวที่ 1539° ซ. และจะเดือดเป็นไอที่ 2450° ซ. ความร้อนแฝงของการหลอมละลาย 65 แคลอรี/กรัม ถ้าอุณหภูมิเหล็กสูง 768° ซ. แม่เหล็กจะดูดไม่ติด

แต่เหล็กมีข้อเสียอยู่อย่างหนึ่งคือ สามารถรวมกับออกซิเจนได้ดี จึงไม่มีคุณสมบัติด้านการเป็นสนิม

ชนิดของเหล็กที่ผลิตออกสู่ตลาด

(1) เหล็กหล่อ ได้แก่ เหล็กดิบ มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เหล็กหล่อสีขาว สีเทา คุณสมบัติทั่วไปของเหล็กมีความแข็งสูงมาก จนเปราะแตกง่าย และเหล็กหล่อเหนียว

มาก เหล็กหล่อพิเศษ จะมีความเหนียว สามารถรับแรงได้สูง

(2) เหล็กอ่อน สามารถตีเป็นรูปได้ง่าย

(3) เหล็กกล้า มี 3 ชนิด คือ

(3.1) เหล็กกล้าชนิดอ่อน ได้แก่เหล็กเส้นก่อสร้าง ตะปู ตัวถังรถยนต์

(3.2) เหล็กกล้าปกติ ใช้ทำเครื่องมือช่างไม้ เครื่องจักรรถแทรกเตอร์

(3.3) เหล็กกล้าแข็ง ใช้ทำมีดกล้า ตะไบ เหล็กสกัด ฯลฯ

(4) เหล็กคาร์บอน และเหล็กผสม มีความแข็งแรงมากน้อยแล้วแต่ส่วนผสมในเนื้อ

เหล็ก เช่น ผสม

คาร์บอน ทำให้แข็งแรง

นิเกิล ทำให้เหนียว แข็ง ทนความร้อน

โครเนียม ช่วยป้องกันสนิม

แมงกานีส ช่วยทำให้แข็งแรง ทนแรงกระแทก ลึกหรือ

ทั้งสแตน ช่วยให้แข็ง ในอุณหภูมิ

รูปแบบของเหล็กที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบัน

(1) เหล็กเส้นกลมตัน เส้นผ่าศูนย์กลาง 3/16 - 9 นิ้ว ยาว 6 เมตร

(2) เหล็กแผ่นหนา 1/32 - 4 นิ้ว ขนาด 1.2 - 2.4 เมตร

(3) เหล็กกลวง รูปสี่เหลี่ยมกว้าง 1/4 - 4 นิ้ว ยาว 6 เมตร

(4) ท่อเหล็กกลมกลวง เส้นผ่าศูนย์กลาง - 6 นิ้ว ยาว 6 เมตร

(5) เหล็กพื่อหนา - นิ้ว กว้าง - 4 นิ้ว ยาว 6 เมตร

(6) เหล็กรูปตัว "ยู" และ "ซี"

กรรมวิธีการตัดต่อเหล็ก

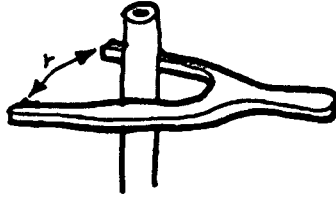
การตัดต่อเหล็ก ท่อที่ทำด้วยเหล็กทองแดง ทองเหลืองและโลหะเบาที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจนถึง 10 มม. และความหนาของผนังอย่างน้อย 1 มม. สามารถตัดได้ในสภาพเย็น โดยไม่ต้องบรรจุไส้กลางในการตัดจะไม่เกิดรอยขุ่นและไม่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่หน้าตัดของท่อ แต่ก่อนการตัดเราจะต้องเผาท่อให้ร้อนตัวเสียก่อน ความยาวของท่อก่อนตัดเท่ากับความยาวตามแนวยึดบวกกับความยาวที่เผื่อไว้เป็นจำนวน 50 ถึง 150 มม.

ท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางนอกเกินกว่า 10 มม. ขึ้นไป ส่วนมากจะถูกสอดไว้ก่อนตัดท่อที่ทำขึ้น โดยการตัดยึดและถูกเผาให้อ่อนตัวแล้ว ชนิดที่ทำด้วยเหล็กทองแดง และทองเหลือง ตลอดจนท่อที่ทำด้วยโลหะผสมของโลหะเบา ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจนถึง 16 มม. เวลาตัดมักใช้ชดลวดสปริงสอด เพื่อป้องกันไม่ให้ท่อถูกบีบตรงรอยตัดจนแบน ชดลวดสปริงนี้ใช้พันด้วยลวดซึ่งหนา 1 ถึง 1.5 มม. ขนาดของลวดก็ต้องให้เหมาะกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ ก่อนบรรจุเข้าไปในท่อต้องใช้น้ำมันจาระบีทาชดลวดเสียก่อน หลังจากการตัดของสปริงจะถูกดึงออก โดยการหมุนไปตามทิศทางที่ตัด ท่อตะกั่ว หรืออะลูมิเนียมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจนถึง 40 มม. สามารถตัดได้แล้วแต่ความหนาของผนังท่อ ในสภาพที่เย็น โดยใช้ชดลวดสปริงช่วย และจะไม่เกิดรอยย่นตรงผิวท่อด้วย



ภาพที่ 36 การตัดโดยใช้สอดด้วยชดลวดสปริง

ท่อเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกินกว่า 16 มม. ขึ้นไป จะถูกบรรจุด้วยทรายก่อนการตัด ทรายที่ใช้ต้องแห้ง และมีเมล็ดละเอียด คือ โดประมาณ 0.5 มม. ขณะที่บรรจุจะต้องคอยใช้ไม้จิ้มหรือด้ามค้อน เคาะตรงผนังด้านนอก เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดโพรงขึ้นในท่อ ในการนี้ทรายจะต้องเข้าไปอุดอยู่ในท่อจนเต็มแน่น หลังจากนั้นจึงถอดปลายท่อทั้งสองด้วยจุกไม้, โดยการบีบตรงปลายท่อเข้าหากัน, โดยการเชื่อม, หรือใช้ฝาเกลียวปิด (สำหรับท่อแกส) ท่อที่บรรจุทรายส่วนมากจะถูกตัดในสภาพที่ร้อน ท่อที่ได้จากการเชื่อมเวลาตัด จะถูกจับตรึงให้รอยเชื่อมอยู่ตรงแนวกลาง เพื่อป้องกันไม่ให้รอยเชื่อมถลอกหรือย่น ซึ่งอาจทำให้เกิดรอยฉีกขาดตรงบริเวณนั้นขึ้นได้



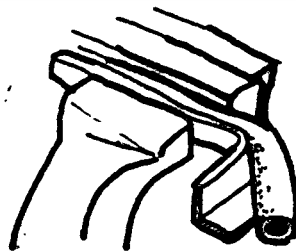
ภาพที่ 37 ภาพแสดงไม้ง่ามใช้สำหรับเคาะทราย

การบรรจุท่อด้วยทราย ไม้ง่ามเหมาะสำหรับใช้เคาะให้ทรายไหลลงท่อได้สะดวกเพื่อไม่ให้มีโพรง เวลาแกว่งตามไม้ไปมา ท่อจะถูกเคาะถี่เป็นสองเท่าของการ



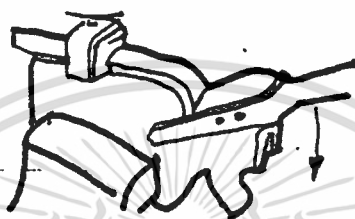
ภาพที่ 38 แสดงรัศมีขอบโค้ง สำหรับท่อที่ได้จากการดัดยึด

เพื่อป้องกันไม่ให้ผิวของท่อตอนส่วนโค้งนอกต้องรับแรงดึงมากเกินไป ซึ่งอาจทำให้แตกบริเวณดัดท่อ เราจะต้องเลือกใช้รัศมีขอบโค้งให้ถูกกับขนาดผ่านศูนย์กลางของท่อ และชนิดวัสดุที่ใช้ทำท่อ ท่อที่ทำด้วยเหล็กอ่อน ทองแดง และทองเหลือง จะมีรัศมีขอบโค้งที่เล็กที่สุดเป็นเท่าหนึ่ง หรือเท่าครึ่งถึงสี่เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อเหล็กที่ใช้ในงานลวกๆ จะใช้ตัดตามแบบที่ทำด้วยลวด



ภาพที่ 39 แสดงการตัดท่อโดยใช้แบบตัด

ท่อโค้งที่จะต้องมีรัศมี โค้งตัดหรือรูปร่างตามที่กำหนดไว้ จะถูกตัดโดยใช้แบบตัด หรือใช้เครื่องตัด ท่อที่ตัดจะ ได้รูปร่างถูกต้องแค่นั้น จะใช้ตรวจวัดได้โดยใช้แผ่น โลหะที่ตัด เป็นรูปโค้งทาบดู



ภาพที่ 40 การตัดท่อ โดยใช้ เครื่องตัด

เวลาตัดท่อ ถ้าผนังส่วนนอกเกิดบวมขึ้นมา อาจแก้ไขได้โดยการใช้ลูกเหล็ก ซึ่งมีขนาดเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อใส่ลงไปในท่อ และดันให้ผ่านส่วนที่บวม สำหรับท่อที่ตรงเราจะใช้แกนกระทุ้ง ให้ลูกเหล็กผ่านส่วนที่บวม ถ้าท่อจะตัดต้องใช้ลูกเหล็กที่มีขนาดเล็กกว่าสองลูกหรือมากกว่านั้น ใส่ลงในท่อแล้วเขย่า น้ำหนักของลูกเหล็กเล็ก ๆ เหล่านี้ จะช่วยกระทุ้ง ให้ลูกเหล็กใหญ่ผ่านบริเวณที่บวม

เครื่องตัด

สามารถตัดท่อแกสที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจนถึง 2" ในสภาพที่เย็นได้ โดยไม่ต้องมีการหล่อลื่น ท่อที่มีผนังบางก็ตัดได้เช่นกัน ในการนี้เรา ใช้แบบตัดที่ทำด้วยไม้หรือเหล็ก

ในการตัด จะใช้แกนซึ่งมีขนาดพอดีกับความกว้างของท่อ และยาวประมาณ 50 มม. เลื่อนไปมาในท่อ เพื่อใช้กันบริเวณที่จะตัดไว้ไม่ให้ยุบ แกนนี้จะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดรอยย่นหรือทำให้ขนาดของท่อเปลี่ยนแปลง

ที่จะใช้เคาะด้วยไม้ธรรมดา

ถ้าใช้ทรายที่เปียกชื้นบรรจุ เวลาเผาให้ร้อนอาจเกิดอุบัตเหตุได้ ท่อจะถูกเผา

ตรงบริเวณที่จะตัดไฟจากเตาตีเหล็ก หรือไฟเชื่อม ภายในท่อจะเกิดไอน้ำ ซึ่งไม่สามารถจะผ่านชั้นทรายหรือฝาที่ปิดท่อออกได้ ความดันของไอน้ำอาจสูงถึงขนาดดันเอาฝาที่ปิดท่อออกกระเด็นไปไกลและอาจไปถูกผู้ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงบาดเจ็บได้

ท่อที่มีผนังบาง ที่ทำด้วยทองแดง ทองเหลือง และอะลูมิเนียม ก่อนการตัดจะถูกเผาให้อ่อนตัวเสียก่อน ส่วนในของท่อจะถูกทำความสะอาด และบรรจุด้วยโคลโลไฟเนียม ถ้าเติมน้ำมันหล่อลื่นลงไป 1 ถึง 2% จะทำให้เหนียวขึ้นตรงปลายท่อจะต้องปิดเช่นเดียวกับการบรรจุด้วยทราย

ท่อที่บรรจุด้วยโคลโลไฟเนียม จะต้องถูกตัดในสภาพที่เย็นเท่านั้น หลังจากการตัดผนังภายนอกของท่อจะถูกเผาให้ร้อนเล็กน้อย เพื่อให้โคลโลไฟเนียมไหลออกมา ส่วนที่ยังเหลือติดอยู่ในท่อจะถูกล้างออก โดยใช้น้ำมันเบนซิน ในการตัดท่อโดยใช้บรรจุด้วยโคลโลไฟเนียม จะได้รอยตัดที่สะอาดเรียบร้อย

โคลโลไฟเนียม : คือชั้นสนิมที่ล้าคัญที่สุด เป็นส่วนที่เหลือจากการกลั่นน้ำมันสน

ตารางข้าง ใต้จะกำหนดค่ารัศมีขอบโค้งที่เล็กที่สุดที่จะ ใช้ได้ในการตัดท่อสำหรับ
ท่อที่มีผนังบางกว่า 1 มม. จะต้องเลือกใช้ค่าถัดไป ค่าที่กำหนดไว้ในตารางจะบอกถึงรัศมี
ส่วนโค้งภายในท่อ

เส้นผ่านศูนย์กลาง ของท่อ d เป็น มม.	วัสดุ				
	เหล็ก เป็น มม.	ทองแดง เป็น มม.	ทองเหลือง เป็น มม.	อลูมิเนียม เป็น มม.	โลหะผสม เป็น มม.
6	5	5	15	10	15
8	10	10	15	15	20
10	10	10	15	20	25
12	15	10	20	20	25
14	15	15	20	25	30
15	15	15	20	30	35
16	15	15	20	30	40
--	--	--	--	--	--
18	20	15	25	35	50
20	20	15	25	40	60
22	25	20	30	45	70
25	25	20	35	60	80
30	30	30	40	75	110
35	45	40	50	90	135
40	60	40	50	105	160

ตารางที่ 8 แสดงรัศมีส่วนโค้งภายในท่อ โลหะชนิดต่าง ๆ

การพิจารณา (*)

ข้อผิดพลาด	สาเหตุ
ผิวนอกของบริเวพื้นที่ตัดเป็น รีวหรือฉีก	การยึดตัวของวัสดุไม่มากพอที่จะทนต่อแรง ที่ใช้ตัดได้ขอบตัดตั้งขนานกับทิศทางการรีดของ แผ่นโลหะตรงมุมไม่ได้เจาะรูไว้
พื้นที่หน้าตัดตรงรอยตัดเปลี่ยน ไปมาก	ใช้รัศมีขอบโค้งไม่ถูก
เวลาดัดเหล็กฉากให้งอเป็น มุมฉากตัดไม่เข้า	ตัดบากไม่ถูก จุดตัดของขอบตัดไม่อยู่ตรง ศูนย์กลาง
เวลาดัด ท่อจะถูกบีบจนแบน ติดกัน	ท่อไม่ถูกสอดไส้ก่อนตัด หรือสอดไส้โดยไม่ ถูกวิธี ใช้รัศมีขอบโค้งเล็กเกินไป

ตารางที่ 9 แสดงข้อผิดพลาดและสาเหตุของการตัดโค้ง

ขนาดรัศมีของจุดตัดที่จะใช้ตัดเหล็ก

ขนาดเหล็ก	ขนาดรัศมี (วัดวงใน)
เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 1/4	3 3/8
1	3 1/8
7/8	2 5/8
3/4	2 1/4
5/8	1 7/8
1/2	1 1/2

ตารางที่ 10 แสดงขนาดรัศมีของการตัดเหล็ก

* Wiecek-Leben "ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการช่างโลหะ"

2.5.5 พลาสติก

คือสารสังเคราะห์ที่มีมนุษย์คิดขึ้นมาประกอบด้วย ธาตุออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ลักษณะอ่อนตัว ขณะทำการผลิต ซึ่ง โดยมากใช้กรรมวิธีการผลิตด้วยความร้อนหรือแรงอัดหรือทั้งสองอย่าง

พลาสติก แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. เทอร์โมเซตติง คือ พลาสติกที่มีรูปทรงถาวร เมื่อผ่านการผลิตโดยใช้ความร้อนและแรงอัด และจะนำกลับไปหลอมละลายอีกไม่ได้ มีหลายชนิด
2. เทอร์โมพลาสติก คือ พลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก หลังจากนำไปหล่อทำเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว

จะขอกล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับชนิดของพลาสติกที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ประกอบที่ใช้ร่วมกับรถเข็น ได้แก่

- ก. เอ.บี.เอส.
- ข. โพลียูรีเทน (POLYURETHANE)
- ค. โพลีคาร์บอเนต
- ง. STYRENE ACRYLNITRILE COPOLYMERISAT (SAN)

ก. เอ.บี.เอส. (A.B.S.) (ACRYLONITRILE-BUTADIENE-STYRENE)

คุณสมบัติ รับแรงกระแทกได้ดีมาก ทนความร้อนได้ถึง 212 ํฟ. ทนกรดต่างได้ดีพอสมควร เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี มีคุณสมบัติพิเศษคือ ชุบโครเมียมได้ดี จึงนิยมนำไปทำเป็น ปุ่มหมุนวิทยุ โทรทัศน์

การใช้ประโยชน์ ใช้ทำหมวกกันน็อค ฉนังในตู้เย็น เครื่องรับโทรทัศน์ วิทยุ เครื่องรับโทรทัศน์ แผงเครื่องปรับอากาศ ปุ่มหมุนวิทยุ โทรทัศน์ ถาดอาหาร ชิ้นส่วนในรถยนต์ ชิ้นส่วนพัดลม ฯลฯ

ลักษณะทางกายภาพ

ชื่อ	ACRYLNITRILE-BUTADIEN-STYRENE (ABS)
ลักษณะของวัสดุ	เป็นเม็ด เหลืองออกน้ำตาล ย้อมสีได้
คุณสมบัติทางกายภาพ	เหนียวรับแรง ได้ดีมากเป็นฉนวน ไฟฟ้าดี ชุบโครเมียมได้
ลักษณะการใช้งาน	หมวกกันน็อค ผนังในตู้เย็น แผงเครื่องปรับอากาศ ปุ่มหมุนวิทยุ โทรทัศน์ ส่วนประกอบภายในรถยนต์
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	380 - 550 °F
อัตราการหดตัว	0.003 - 0.008 (0.4 - 0.61)
ความถ่วงจำเพาะ	1.02 - 1.08
ทนแรงดึง	4,000 - 9,000 (lbd/inch ²)
ทนแรงอัด	7,000 - 12,000 (lbs/inch ²)
ทนแรงกระทบ	2.8 ที่ 20 °F 0.8 - 3.5 ที่ 40 °F
ทนความร้อน, ความเย็น	212 °F

ชื่อ	ACRYLNITRILE-BUTADIEN-STYRENE (ABS)
การดูดซึมน้ำ	140 - 230 ° F
อัตราการเผาไหม้	เหมือน PS ₁ , PS ₃
ความทนกรด	ไม่ทนกรดแก่
ความทนด่าง	ดีมาก
ทนแสงแดด	ดีมาก
ทนสารละลาย	ดี แต่ยกเว้น KETONES, ESTERS, CHLORINATED HYDROCARBONS
กรรมวิธีการผลิต	INJECTION, EXTRUSION, ELECTROSTATIC

ตารางที่ 11 แสดงลักษณะทางกายภาพของพลาสติกชนิด ABS

ข้อดีของเอบีเอส

1. เอบีเอส สามารถใช้แทนโลหะได้ (die casting) เช่น พวกเหล็ก อลูมิเนียม และสังกะสีหล่อ เป็นต้น โดยการเคลือบผิวด้วยโลหะ (metal-plated) ทำให้มีคุณสมบัติแข็งและเป็นเงา มีน้ำหนักเบา ขึ้นรูปเป็นชิ้นงานได้ง่ายและราคาถูกกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโลหะ ไม่เป็นสนิมมีอายุการใช้งานนาน

เอบีเอส ที่จะนำมาชุบหรือเคลือบผิวด้วยโลหะนั้น ถ้าจะให้มีความหนาดี ควรใช้เอบีเอส ที่มีส่วนผสมของบิวตะ ไดอิน อยู่ประมาณ 20-25 เปอร์เซ็นต์

2. สามารถปรับปรุงคุณภาพของเอบีเอสให้ดีขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยผสมกับโพลีเมอร์ตัวอื่น เช่น ผสมกับโพลีไวนิลคลอไรด์ เพื่อให้มีคุณสมบัติทนต่อการติดไฟ ผสมกับโพลีคาร์บอเนตหรือโพลียูรีเทนทำเป็นอัลลอยด์ เอบีเอส (ABS-Alloys) เป็นต้น

ข้อเสียของเอบีเอส

จากคุณสมบัติที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าเอบีเอสมีข้อเสียน้อยมาก จะเกิดขึ้นเฉพาะในกรณีที่ความเสียหายไป ทำให้ไม่หนอตอริงสีอุลตราไวโอเล็ต (เมื่อใช้งานในที่แจ้ง) ต้องป้องกันโดยใช้ผงสีหรือเคลือบด้วยแลคเกอร์

ข. โพลียูรีเทน (POLYURETHANE)

มีทั้งในรูปแข็งตัว ฟองน้ำ และของเหลว

คุณสมบัติ มีความถ่วงจำเพาะ 1.15-1.20 ในรูปโฟม มีน้ำหนักเบาเพียง 1.5 ปอนด์/ลบ.ฟุต. โพลียูรีเทนในรูปแข็งตัวทนการสึกกร่อนได้ดี เหนียว ทนทาน ทานสารเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ทั้งยังอมให้คลื่นวิทยุ เรดาร์ และเอ็กซ์เรย์ผ่านได้ด้วย ทนความร้อน ไม่ติดไฟง่าย โพลียูรีเทนในรูปโฟมเก็บเสียง และรับแรงสั่นสะเทือนได้ดี เหนียว ทนทานต่อความร้อนและความเย็นได้ดี ใช้ได้ในอุณหภูมิระหว่าง -50°F . ถึง 250°F .

การใช้ประโยชน์ ในปัจจุบันถูกนำมาใช้ในรูปโฟมหรือฟองน้ำมาก โฟมหรือฟองน้ำชนิดอ่อนตัว (flexible poam) ใช้ทำฟองน้ำชนิดต่าง ๆ เช่น เบาะรถยนต์ เบาะเฟอร์นิเจอร์ เบาะที่นอน ยางรองพรม แผ่นกันเสียงและความร้อน ฯลฯ โฟมชนิดแข็งตัว (rigid poam) นิยมใช้ฉีด (foam-in-place) เข้าไปในปีกเครื่องบิน ท้องเรือ ผนังห้องเย็น ฯลฯ เพื่อให้ความแข็งแรงและเป็นฉนวนความร้อน นอกจากนี้ยังนิยมใช้ทำน้ำยาเคลือบผิววัสดุต่าง ๆ เช่น ไม้ โลหะ ยาง ผ้า คอนกรีต กระจาข ผนัง และอื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวางอีกด้วย ยังสามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้ เช่น กาว ชิ้นส่วนในรถยนต์ ขนแปรง โครงสร้างในเครื่องบิน ผนังเทียม ฯลฯ

ค. โพลีคาร์บอเนต (POLYCARBONATE)

คุณสมบัติ แข็งแรง ทนทานดีมาก ทนความร้อนขณะใช้งานได้ถึง 240 °ฟ. หากนำไปใช้กับใยแก้วเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส จะทนทานมากยิ่งขึ้น เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ทนกรด ทนด่าง

การใช้ประโยชน์ ที่เห็นกันทั่วไปคือ ขวดนมชนิดดี โคมไฟฟ้าสาธารณะ ช่องมองหน้าหมวกนักบินอวกาศ นอกจากนั้นยังใช้ทำเครื่องปรับอากาศ (ตู้) ด้ามเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ แวนกันแดด ฝาครอบไฟ ฯลฯ

ลักษณะทางกายภาพของ POLYCARBONATE

ความถ่วงจำเพาะ	1.2
ปริมาตร ลบ.นิ้ว/ปอนด์	23
ทนแรงดึง	9,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	18,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงกระแทก	15
ทนความร้อน	250 °ฟ.
ความใส	ใสที่สุด
ทนแสงแดด	เหลืองเล็กน้อย
ทนกรด	กรดอ่อนทนได้ ไม่ทนกรดแก่
ทนด่าง	ด่างอ่อนเกิดปฏิกิริยาอย่างช้า ๆ ด่างแก่เกิดปฏิกิริยาแรงขึ้น
ทนสารละลาย	ละลายใน Chlorinated Hydrocarbons และ Aromatics

ง. STYRENE ACRYLNITRILE COPOLYMERISAT (SAN)

ลักษณะทางกายภาพ

ชื่อ	STYRENE ACRYLNITRILE COPOLYMERISAT (SAN)
ลักษณะของวัสดุ	เป็นเม็ดเหมือนแก้ว ย้อมสีชนิดโปร่งแสงและทึบ
คุณสมบัติทางกายภาพ	แข็งเหนียว ทนต่อการขีดข่วนเสียดสี ทนดินฟ้าอากาศ
ลักษณะการใช้งาน	เครื่องใช้ในบ้าน และเครื่องครัวที่มีคุณภาพสูง
อัตราการหดตัว	0.4 - 0.6 %
ความถ่วงจำเพาะ	1.04- 1.10
ปริมาตร	25.2 - 28 (inch ³ /lbs)
ทนแรงดึง	1,500 - 12,000 (lbs/inch ²)
ทนแรงอัด	4,000 - 16,000 (lbs/inch ²)
ทนแรงกระแทก	0.25 - 1.10
ทนความร้อน, ความเย็น	150 - 180 °F
อัตราการเผาไหม้	เหมือน PS ₁
ความทนกรด	ไม่ทนกรดแก่
ความทนด่าง	ไม่ทนด่าง
ทนแสงแดด	ดี

ตารางที่ 12 แสดงลักษณะทางกายภาพของพลาสติก ชนิด SAN

2.5.6 ไฟเบอร์กลาส (FIBER CLASS)

คือพลาสติกที่ได้รับการปรับปรุงโดยใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติที่มาเสริมกำลังคือ ไยแก้ว (CLASS FIBER) จึงมีลักษณะนุ่ม อ่อนเหนียว ทนถูกร่อนดี ทนความร้อนสูงเป็นฉนวนไฟฟ้าและทนสารเคมี ส่วนพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติงซึ่งที่นิยม คือ โปลีเอสเตอ์ อีพอกซี โปลียูรีเทน ซึ่งพลาสติกประเภทนี้มีผสมตัวทำปฏิกิริยาแล้วจะเกิดปฏิกิริยา เรียก Polymerisation มีความร้อนเกิดขึ้นสูง 200 องศาเซ็นต์เซียลเมื่อแข็งตัวแล้วจะไม่คืนรูปอีก

วัตถุดิบที่เกี่ยวกับการทำไฟเบอร์กลาส

1. โปลีเอสเตอ์เรซิน (Polyester resin) เป็นพลาสติกเหลวที่นิยมนำมาใช้มากที่สุด เพราะมีความแข็งเป็นพิเศษ ง่ายต่อการนำมาหล่อเมื่ออยู่ในสภาพยังไม่ได้หล่อจะมีสภาพเป็นของเหลวข้น เมื่อทำปฏิกิริยาทางเคมีแล้ว จะเปลี่ยนสภาพเป็นพลาสติกแข็งใสอมเหลืองหรือแดง โปลีเอสเตอ์มีหลายชนิด แล้วแต่การใช้งานเช่น ใสและทนความร้อนเป็นพิเศษ ทนกรดต่ำ
2. โมโนสไตรีน (Monostyrene) เป็นตัว Monomer ซึ่งผสมอยู่ใน Unsaturated Polyester Resin โดยทั่วไปใช้ Styrene ที่ทำมาจาก Benzol และ Ethylene ทำให้เป็นส่วนผสมหรือตัวทำให้เหลว และขณะเดียวกันยังเป็นตัวที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาแบบที่เรียกว่า Copolymerization
3. ตัวทำปฏิกิริยา (Catalyst หรือ Hardener) ในการทำปฏิกิริยาเปลี่ยนสภาพจากพลาสติกเหลวเป็นพลาสติกแข็งของ Unsaturated resin ต้องมีตัว Activator ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยเปลี่ยนสภาพโมเลกุลของ Unsaturated polyester และ Styrene monomer ในรูปของ Copolymerization ทำให้เปลี่ยนจากสภาพเหลวเป็นของแข็ง ซึ่งในระหว่างเกิดปฏิกิริยาเคมีนั้นจะเกิดความร้อนสูงประมาณ 200 องศาเซ็นต์เซียล แล้วแต่อัตราส่วนของ โปลีเอสเตอ์และตัวทำปฏิกิริยาโดยปกติใช้ Organic peroxide ที่นิยมคือ MEKP (Metal Ethyl Ketone Peroxide) ซึ่งเป็นของเหลวใสไม่มีสี

4. ตัวเร่งปฏิกิริยา (Accelerter) ในการทำให้เกิดปฏิกิริยาจากการเปลี่ยนแปลงรูปจากพลาสติกเหลว เป็นแข็งนั้น สามารถทำได้ในอุณหภูมิปกติ 20-30 °ซ แต่ในทางปฏิบัติใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยปรับสภาพเวลาการแข็งตัวของพลาสติกให้เร็วขึ้น ฉะนั้นตัวเร่งปฏิกิริยาถ้าผสมโดยตรงกับตัวทำปฏิกิริยาแล้ว จะเกิดความร้อนรุนแรงและเกิดความร้อนโดยฉับพลัน อาจทำให้เกิดเพลิงไหม้หรือระเบิดได้ ดังนั้นเขาจึงผสมให้เข้ากันดี ตัวเร่งปฏิกิริยาที่นิยมกันคือ Cobalt Accelerator ซึ่งเป็นของเหลวสีม่วงอ่อน โดยปกติแล้วส่วนที่เกิดเป็นโลหะคือโคบอลท์ จะมีอยู่ไม่เกิน 1%

5. โยแก้ว (Glass Fiber) เป็นตัวเพิ่มความแข็งแรงให้กับโพลีเอสเตอร์เรซิน ในทางรับแรง (Mechanical Strength) โดยมีรูปแบบคือ

- เป็นเส้นยาว (Continuous Strand)
- เป็นเส้นสั้น (Chopped Strand)
- ถักเป็นแผ่น (Mat)

โยเหล่านี้จะต้องมีน้ำยาอาบผิวก่อนคือ Silan Finish มีคุณสมบัติในการทำให้ปฏิกิริยาแข็งตัวของ โพลีเอสเตอร์เรซิน เกิดขึ้นช้าหรือเร็วแตกต่างกัน

6. เจลโค้ต (Gel Coat) คือ ส่วนที่เคลือบผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ซึ่งสามารถผสมแม่สี (Pigment) เป็นสีต่าง ๆ ได้ ความสำคัญของเจลโค้ตคือ ทำให้มีผิวเรียบมันและปกปิดไม่ให้เห็นรอยเส้นใยและฟองอากาศ เจลโค้ตก็คือ โพลีเอสเตอร์เรซินที่มีส่วนผสมพิเศษคือ ผงไตรโคทรอปิค (Tricotropic) ทำให้มีลักษณะชั้นและเหนียวกว่า โพลีเอสเตอร์ธรรมดา มีคุณสมบัติในการยึดเข้ากับผิวของแบบ (Mould) เมื่อเวลาพ่นหรือทาบาง ๆ จะไม่ไหลออกมากองส่วนล่าง ๆ

7. ผงเบา (Tricotropic Powder) มีไว้ผสมกับโพลีเอสเตอร์เรซินเพื่อให้ชั้น โดยไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางปฏิกิริยาเคมีใด ๆ กับโพลีเอสเตอร์เรซิน แต่จะดูดตัวเร่งเข้าตัวมัน จึงทำให้ปฏิกิริยาของ โพลีเอสเตอร์ช้าลง

8. แม่สี (pigment) มีความสำคัญต่อการทำปฏิกิริยาของ โพลีเอสเตอร์ เพราะจะควบคุมปฏิกิริยาให้เกิดเร็วขึ้น (Accelerate) หรือช้าลง (Decelerate) ได้

9. ตัวทำละลาย คือ สารซึ่งทำให้โพลีเอสเตอร์เรซินละลาย ซึ่งอาจจะเป็น

ทั้งล้างออกและทำให้เหลว ตัวทำละลาย ซึ่งมีคุณสมบัติทำลายหรือป้องกันการแข็งตัวของ ปฏิกิริยาคลอไรด์ ซึ่งที่นิยมมากคือ อาซิเดน ส่วนตัวทำลายที่มีคุณสมบัติทำให้เหลวคือ โมโนสไตรีน

10. ตัวถอดแบบ (Release Agent) ให้ออกหรือไม่ให้เกิดแรงเกาะติดที่ผิวของแม่แบบ (Surface Adhesion) เพราะแม่แบบผิวเรียบ ๆ จะมีแรงเกาะตัวหรือติดผิวสูง ทำให้ยากต่อการถอดแบบ หรืออาจทำไม่ได้เลย ตัวถอดแบบที่มีลักษณะของเหลวใช้ทำแม่แบบบาง ๆ ซึ่งระเหยไปกลายเป็นฟิล์มบาง ๆ แต่เมื่อถูกน้ำจะละลายทันที แต่จะไม่ละลายในโพลีเอสเตอร์เรซิน หรือ Solvent ตัวถอดแบบนี้คือ Polyvinyl Alcohol (PVA) อีกแบบหนึ่งก็เป็นแบบแข็ง ซึ่งใช้ทาบาง ๆ กับแม่แบบ จะทำให้ถอดแบบง่ายขึ้น วัสดุอีกแบบที่นิยมใช้คือ แผ่นไมลาร์ (Mylar)

หรือแผ่นใสพวกโพลีไวนิลฟลูออไรด์ (Polyvinyl Fluoride) หรือเซลโลเฟน โยแก้ว

โรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตโยแก้ว ได้ผลิตออกมาหลายคุณภาพด้วยกัน มีลักษณะคุณสมบัติแตกต่างกันไปตามความต้องการของท้องตลาด

ชนิดของโยแก้ว

โยแก้วที่ผลิตออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นหลายชนิดคือ

- ชนิด อี (Glass E)

เป็นโยแก้วที่ผลิตแพร่หลายที่สุดในปัจจุบัน เพราะมีกำลังดี มีความคงทนถาวรต่อสภาพดินฟ้าอากาศ คุณภาพไม่เสื่อมต่อการนำานาน ๆ เมื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แล้วจะสามารถทนกับแรงอัด แรงเฉื่อย และแรงกดได้ดีกว่าโยแก้วที่ผลิตจากโยแก้วชนิดอื่น ๆ ในจำพวกโยแก้วธรรมดาด้วยกัน

- ชนิด เอ (Glass A)

เป็นโยแก้วที่ผลิตจากแก้วธรรมดา โยแก้วชนิดนี้มักจะมีกำลังและคุณสมบัติอื่น ๆ ดีกว่าชนิด อี โยแก้วชนิด เอ เป็นโยแก้วที่ผลิตขึ้นมาเพื่อทำกระจกธรรมดา

- ชนิด ซี (Glass C)

เป็นโยแก้วที่ผลิตขึ้นใช้เฉพาะในการผลิตภาชนะบรรจุน้ำยาเท่านั้น เพราะมี

ความคงทนถาวร ทนทานต่อการกัดกร่อน ส่วนมากใช้ในวงการแพทย์ โรงพยาบาลและ
เกี่ยวกับงานวิทยาศาสตร์

- ชนิด เอส (Glass S)

เป็นใยแก้วที่ผลิตขึ้นเฉพาะ เพื่อให้ต้านทานกับแรงดึง แรงปะทะ แรงกด มีคุณสมบัติสูงกว่าใยแก้วชนิดอื่น ๆ ดีกว่าชนิด เอ และ ซี

ลักษณะของใยแก้ว

ใยแก้วที่จำหน่ายในท้องตลาดมีดังนี้

- แบบ ROVING มีลักษณะเป็นเส้นใยอย่างเหมาะสำหรับโรงงานที่ใช้เครื่องมือตัดและเครื่องพ่น ส่วนมากใช้ในการต่อเรือบด

- แบบ CHOPPED STRAND MAT มีลักษณะสานขัดกัน ความหนาแล้วแต่จะต้องการใช้หนักขึ้นก็ได้ เหมาะสำหรับทำงานที่ทำด้วยลูกกลิ้งหรือแปรง

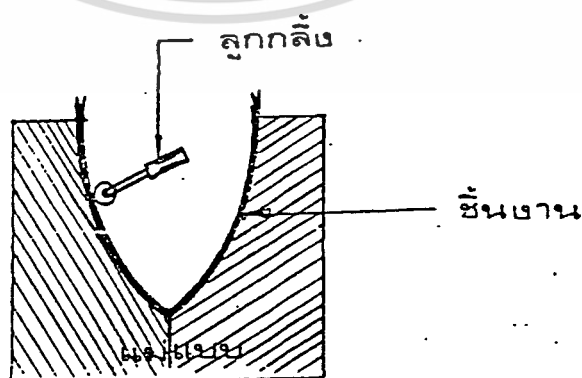
- แบบ WOVEN ROVING มีลักษณะแบบเสื่อคือ สานกันแบบสานเสื่อ ทำให้เกิดกำลังแข็งแรงติดแน่นกับภาชนะที่จะทำการหุ้ม

- แบบ FIBERGLASS CLOTH มีลักษณะเป็นผ้าใช้ง่าย ตัดเป็นรูปร่างใด ๆ ก็ได้ มีประโยชน์มากสำหรับวัตถุผิวเรียบ

กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑไฟเบอร์กลาสมีหลายวิธี ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ละเอียดต่อไปนี้

1. แบบใช้มือทา (Hand Lay-Up)



ภาพที่ 41 แสดงการผลิตไฟเบอร์กลาสแบบใช้มือทา (Hand Lay-Up)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ง่าย ลงทุนน้อยและนิยมใช้มากที่สุด เหมาะสำหรับผู้เริ่มทำและกิจการขนาดเล็ก แต่อย่างไรก็ตามกรรมวิธีการผลิตแบบนี้ สามารถกระทำได้ในกิจการขนาดใหญ่ และขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของชิ้นงานด้วย

โยแก้วที่ใช้เป็นชนิดผืน เครื่องมือที่ใช้อาจเป็นแปรงหรือลูกกลิ้งหรือทั้งสองอย่าง (โดยปกติจะใช้ทั้งสองอย่าง มือสมัครเล่นใช้แปรงอย่างเดียวก็พอแล้ว)

ขั้นตอนการผลิต

รายละเอียดมีอยู่ในขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสในบทต่อไปแล้ว

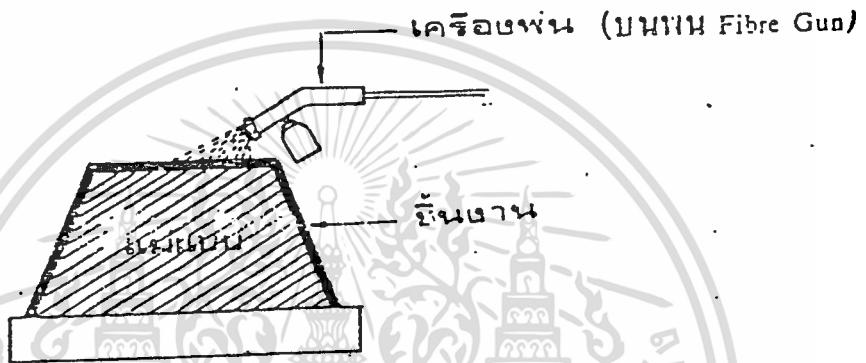
1. เตรียมแม่แบบโดยการล้างทำความสะอาดผิวหน้าด้วยน้ำหรือใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดก็ได้ แล้วปล่อยให้แห้ง
2. ขัดผิวหน้าด้วยขี้ผึ้งขัดผิว (Rubbing Compound) เพื่อให้ผิวหน้าเป็นมันเรียบ
3. ทาและขัดแวคคีน่า เพื่อให้ผิวหน้าเรียบเป็นมันยิ่งขึ้น และทำหน้าที่เป็นตัวถอดแบบ (Release agent) ขึ้นต้นด้วย (ขั้นตอนนี้ไม่นิยมทำแล้วในขณะนี้)
4. ทาหรือพ่นตัวถอดแบบ พี.วี.เอ. (PVA) แล้วทิ้งไว้ให้แห้งหรือขัดด้วยขี้ผึ้งถอดแบบ (Mold Release Wax)
5. ทาหรือพ่นสีผิวหน้าเจลโค้ต (Gel Coat) แล้วทิ้งให้แข็งตัว
6. วางแผ่นโยแก้วทับลงไป
7. ใช้แปรงหรือลูกกลิ้งจุ่ม โปลิเอสเตอ์เรซินที่ผสมตัวเร่งปฏิกิริยา และตัวทำปฏิกิริยาแล้ว ทาหรือกลิ้ง ไปบนแผ่นโยแก้วให้ทั่ว ทิ้งให้ โปลิเอสเตอ์เรซินแข็งตัว จึงตัดขอบ แล้วใช้ผ้าทรายลูบผิวให้เรียบ
8. หากต้องการให้ชิ้นงานมีความหนาและมีความแข็งแรงมากขึ้น ให้วางแผ่นโยแก้วทับลงไปอีก และทาหรือกลิ้ง โปลิเอสเตอ์เรซินจนทั่ว สลับกันไปจนได้ความหนาตามที่ต้องการ จึงปล่อยให้แห้ง
9. ตัดขอบโยแก้วที่ขึ้นออกมาจากแม่แบบ
10. เมื่อชิ้นงานแข็งตัวได้ที่แล้ว จึงถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบ โดยใช้ลิ้มไม้

อัดหรือลมอัด

11. ชัดตบแต่งขอบชิ้นงานให้เรียบแล้วนำไปประกอบหรือต่อเติมติดตั้งชิ้นส่วนอื่น ๆ

หมายเหตุ : หากแม่แบบใช้ซีเมนต์ก๊อตแบบ (Mold Release Wax) แทน พี.วี.เอ. ก็
ไม่ต้องดำเนินการในข้อ 1-3

2. แบบใช้เครื่องพ่น (Spray-Up)



ภาพที่ 42 แสดงการผลิตไฟเบอร์กลาส แบบใช้เครื่องพ่น

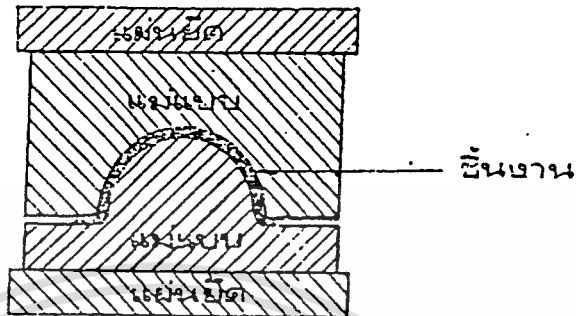
กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตเหมือนกับแบบใช้มือทำผัดกันตรงที่กรรมวิธีแบบนี้ โยแก้วจะไม่ใช้ชนิดผัด แต่ใช้โยแก้วชนิดเส้นยาวเป็นม้วนแล้วตัดให้เป็นท่อนสั้น ๆ พ่นมาพร้อมกับโพลีเอสเตอ์เรชันลงไปบนผิวหน้าของแม่แบบเลย และใช้ลูกกลิ้งและแปรงรีดทับช่วยอีกครั้ง แรงอัดจากเครื่องพ่นจะทำให้เส้น โยแก้วกับ โพลีเอสเตอ์เรชันเกาะผิวหน้าอย่างสนิท กรรมวิธีแบบนี้ใช้กับการผลิตชิ้นงานที่มีจำนวนมาก ทำงานได้รวดเร็ว

ขั้นตอนการผลิต

เหมือนกับแบบใช้มือทำ คือ หลังจากเตรียมแม่แบบตามขั้นตอนเสร็จแล้วแทนที่จะเอาโยแก้วชนิดผัดวางและใช้แปรงหรือลูกกลิ้งจุ่มโพลีเอสเตอ์เรชันทาหรือกลิ้งทับ แต่ใช้ปืนพ่น (Resin fibre gun) พ่นโพลีเอสเตอ์เรชันและเส้นโยแก้วท่อนสั้นออกมาพร้อมกันไปลงบนผิวหน้าของแม่แบบ หากต้องการชิ้นงานหนักก็พ่นทับมาก ๆ เมื่อชิ้นงานแข็งตัวแล้ว จึงถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบโดยใช้ลิ้มไม้ น้ำอัดหรือลมอัดเช่นเดียวกัน

3. แบบใช้แม่แบบอัด (Matched Molding)



ภาพที่ 43 แสดงการผลิตไฟเบอร์กลาสแบบใช้แม่แบบอัด (Matched Molding)

กรรมวิธีการผลิตแบบใช้แม่แบบอัด แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

ก. แบบใช้แม่แบบอัดร้อน (Hot press molding)

ข. แบบใช้แม่แบบอัดเย็น (Cold press molding)

กรรมวิธีการผลิต

แบบใช้แม่แบบอัดร้อน เป็นกรรมวิธีการผลิตชิ้นงานที่ต้องการความแข็งแรงสูง ต้องใช้แรงอัดสูงและความร้อนประกอบการผลิตแม่แบบเป็น โลหะที่มีผิวเรียบเป็นมัน (Hardchrome) หรืออีพอกซีผสมผง โลหะก็ได้

แบบใช้แม่แบบอัดเย็น เป็นกรรมวิธีการผลิตสำหรับชิ้นงานขนาดเล็ก ลงทุนต่ำ เครื่องกวดใช้แบบเกลียวอัด นี้อัตชันยึดหรือใช้น้ำหนักกดแม่แบบเป็น ไฟเบอร์กลาส

ขั้นตอนการผลิต

แบบใช้แม่แบบอัดร้อน

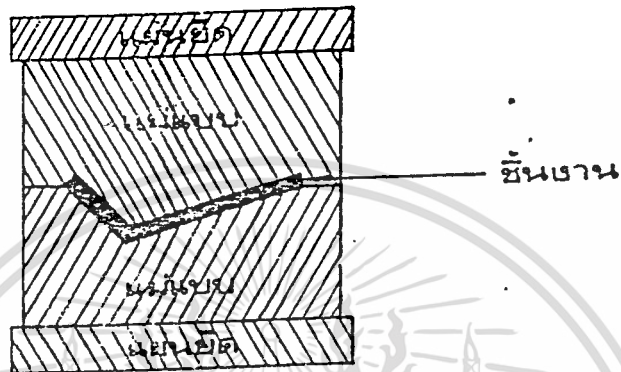
1. พ่นตัวถอดแบบ (Release agent) ลงบนแม่แบบทั้งสอง (โพลีเอสเตอร์ เรซินชนิดพิเศษ ไม่ต้องใช้ตัวถอดแบบพ่นลงไปบนแม่แบบ ทั้งนี้เพราะใน โพลีเอสเตอร์เรซินชนิดนี้ผสมตัวถอดแบบพิเศษ (Internal release agent) ไว้แล้ว)
2. วางผืนใยแก้วหรือผืนใยแก้วชนิดเส้นสั้นที่ผสมกาว (Resin binder) ลงบนแม่แบบตัวล่าง

3. เทปโบลีเอสเตอร์เรซินที่ผสมตัวเร่งปฏิกิริยาและทำตัวปฏิกิริยาแล้วนย
แก้วให้ทั่ว ๆ
4. กดแม่แบบด้านบนลงซ้ำ ๆ พร้อมทั้งเปิดความร้อนระหว่าง 90 องศาเซล
เซียส ถึง 150 องศาเซลเซียส เพื่อเร่งให้ชิ้นงานแข็งตัวเร็วยิ่งขึ้น
5. ยกแม่แบบด้านบนขึ้น
6. ถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบ แล้วนำไปขัดตบแต่งขอบ

เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในขั้นตอนที่ 2 และ 3 อาจทำได้โดยใช้โบลีเอส
เตอร์เรซินทาลงบนแผ่นใยแก้ว ซึ่งวางแบบบนโต๊ะเรียบ (หาซื้อผงกอดแบบแล้ว) ทิ้งให้โบลี
เอสเตอร์เรซิน ซึ่งเริ่มแข็งตัวเป็นวงไม่เหนียวตัวแล้วจึงใช้มีดคมตัดได้ ซึ่งตัดออกเป็นชิ้น
ขนาดที่เหมาะสมแล้วยกไปวางลงบนแม่แบบที่เตรียมไว้แล้วดำเนินการในข้อที่ 4-6 ต่อไป
แบบใช้แม่แบบอัดเย็น

1. พันตัวกอดแบบ พี.วี.เอ. (หรือขัดด้วยขี้ผึ้งกอดแบบ) ลงบนแม่แบบทั้งสอง
2. พันหรือทาเจล ใค้ดทับลงไป
3. วางแผ่นใยแก้วชนิดผืนที่ตัดขนาดวางบนแม่แบบตัวล่าง
4. ใช้ลูกกลิ้งหรือแปรงทาโบลีเอสเตอร์เรซิน ทั่วใยแก้ว
5. กดแม่แบบด้านบนลงมาปล่อยทิ้งจนชิ้นงานแข็งตัว ซึ่งต้องใช้เวลาประมาณ
1-3 ชม. หรือกว่านั้น
6. ถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบแล้วนำไปขัดตบแต่งขอบ

4. แบบอัดเหลว (Premix Molding)



แสดงที่ 44 แสดงการผลิตไฟเบอร์กลาสแบบอัดเหลว (Premix Molding)

กรรมวิธีการผลิต

เหมือนกับแม่แบบใช้แม่แบบอัด (Matched Molding) แต่ใช้ใยแก้วชนิดเส้นสั้น (Chopped Strand) ผสมกับ โปลียเอสเตอร์เรซินคลุกกันเป็นก้อนแล้ววางลงบนแม่แบบในปริมาณที่พอดี กดแม่แบบให้ความร้อนทั้งให้แข็งตัว จึงถอดออกจากแม่แบบ

กรรมวิธีแบบนี้จะผลิตชิ้นงานได้รวดเร็ว เหมาะสำหรับการผลิตชิ้นงานที่ต้องผลิตปริมาณมาก ๆ ชิ้นงานมีความแข็งแรงพอควร

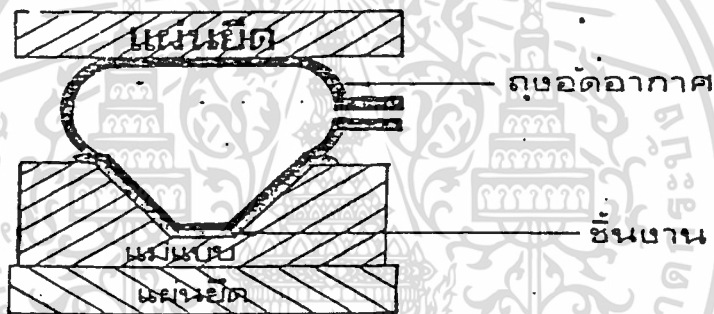
ขั้นตอนการผลิต

1. พ่นหรือทาตัวถอดแบบ (Release Agent) ลงบนแม่แบบทั้งสองหากแม่แบบเป็นโลหะผิวเรียบมัน และ โปลียเอสเตอร์เรซินเป็นชนิดพิเศษผสมตัวถอดแบบในเนื้อแล้ว ไม่ต้องใช้ตัวถอดแบบพ่นหรือทาอีก
2. ผสมใยแก้วเส้นสั้น (Chopped Strands) กับ โปลียเอสเตอร์เรซิน และ เติมน้ำมันหล่อลื่น (Lubricant) สี ตัวทำปฏิกิริยา และอื่น ๆ คลุกให้เข้ากันจนมีลักษณะชื้นเป็นก้อนเรียก Premix หรือ Gunk
3. ตักส่วนผสม Gunk ในปริมาณที่พอดีกับชิ้นงานวางลงบนแม่แบบตัวล่าง

4. กดแม่แบบตัวบนลงเปิดความร้อนทั้งวไว้จนชิ้นงานแข็งตัว (ระยะเวลาแข็งตัวขึ้นอยู่กับขนาดชิ้นงาน ส่วนผสมและความร้อน)
5. ยกแม่แบบตัวบนขึ้นแล้วนำไปขัดตบแต่งขอบจะได้ชิ้นงานผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสที่มีผิวเรียบทั้งสองด้าน

หมายเหตุ - แม่แบบ เป็น โลหะหรืออีพอกซีผสมผง โลหะ
 - กรรมวิธีชนิดนี้เป็นกรรมวิธีการผลิตแบบใช้แม่แบบอัดร้อน (Hot Press Molding) ชนิดหนึ่ง แต่ใช้ใยแก้วชนิดเส้นสั้น

5. แบบถุงอัดอากาศ (Pressure-Bag Molding)



ภาพที่ 45 แสดงการผลิตไฟเบอร์กลาสแบบถุงอัดอากาศ (Pressure-Bag Molding) กรรมวิธีการผลิต

คล้ายกับกรรมวิธีแบบใช้มือทาและแบบใช้เครื่องพ่นคือ วางแผ่นใยแก้วหรือแผ่นเส้นใยแก้ว พร้อมโพลีเอสเตอร์เรซินลงบนแม่แบบ วางถุงยางทับลงไปกดแผ่นยึด (Platen) ตอนบนลงวห่างจากแม่แบบพอสมควรอัดอากาศเข้าไปในถุงยาง ถุงยางจะขยายตัวอัดใยแก้วผสม โพลีเอสเตอร์เรซินแบบสนิทกับแม่แบบตอนล่าง ทั้งไว้จนแข็งตัวจึงปล่อยอากาศออกจากถุงถอดชิ้นงานออก

กรรมวิธีแบบนี้ใช้ผลิตชิ้นงานที่มีลักษณะพิเศษเท่านั้น ไม่นิยมใช้มากนัก

ขั้นตอนการผลิต

1. ทาหรือพ่นตัวถอดแบบ (Release Agent) ลงบนแม่แบบซึ่งโดยปกติจะเป็นแม่แบบตัวเมีย แม่แบบอาจทำด้วยโลหะหรือไฟเบอร์กลาสก็ได้

2. วางแผ่นใยแก้วลงไปบนแม่แบบ พร้อมกับทา โปลิเอสเตอร์เรซินตามกรรมวิธีแบบใช้มือทา หรือจะพ่นเส้นใยแก้วผสมกับ โปลิเอสเตอร์เรซินพ่นลงไปบนแม่แบบตามกรรมวิธีแบบใช้เครื่องพ่น
3. วางถุงยางทึบลงไปพร้อมกับกดแผ่นยึดตอนบนลงมา
4. อัดอากาศเข้าในถุงด้วยแรงอัดประมาณ 20-50 ปอนด์/ตารางนิ้ว ถุงยางจะอัดให้ใยแก้วผสม โปลิเอสเตอร์เรซินแนบกับแม่แบบ
5. ทิ้งไว้จนชิ้นงานแข็งตัว
6. ปล่อยอากาศออกจากถุงยาง ยกแผ่นยึดตอนบนขึ้น จึงถอดชิ้นงานออก

6. แบบถุงสุญญากาศ (Vacuum-Bag Molding)



ภาพที่ 46 แสดงการผลิตไฟเบอร์กลาสแบบถุงสุญญากาศ (Vacuum-Bag Molding)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นแบบตรงข้ามกับแบบถุงอัดอากาศ (Pressure-Bag Molding) คือ แม่แบบเป็นแบบตัวผู้ แทนที่จะอัดอากาศเข้าในถุงยางกลับดูดอากาศออก ทำให้เกิดระบบสุญญากาศ

ภายใน ถุงยางจะรัดตัวลงตามส่วนโค้งเว้าของแม่แบบกดใยแก้วผสม โปลิเอสเตอร์เรซินให้แนบกับแม่แบบ

กรรมวิธีแบบนี้ ใช้ผลิตชิ้นงานเฉพาะอย่างเท่านั้น

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้เป็นชนิดที่กำลังได้รับการพัฒนานำมาใช้ผลิตในปัจจุบันการลงทุเรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ไม่สูงมากนัก สามารถจะฝังชิ้นส่วนที่เป็นโลหะ ไม้ หรือ โฟมแข็งไว้ในชิ้นงานได้ กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ใช้ลมอัดต่ำประมาณไม่เกิน 10 ซม.² โย แก้วชนิดฉีกเส้นสั้น (Chopped Strands Mat) เหมาะที่สุดสำหรับการใช้งาน แต่น้ำยาประสานของใยแก้วควรเป็นชนิดละลายใน โปลีสเตออร์เรซินง่าย (Low Soluble Binder) และ โปลีสเตออร์เรซินที่ใช้ควรเป็นชนิดใส (Low Viscosity) หากจะใช้ ชนิดธรรมดาควรเติมโมโนสไตรีนลงไปประมาณ 10 ถึง 20%

กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้สามารถทำชิ้นงานที่มีรูปร่างกว้างขวางกว่าชนิดอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ยกเว้นแบบใช้มือทาและแบบใช้เครื่องพ่น

ขั้นตอนการผลิต

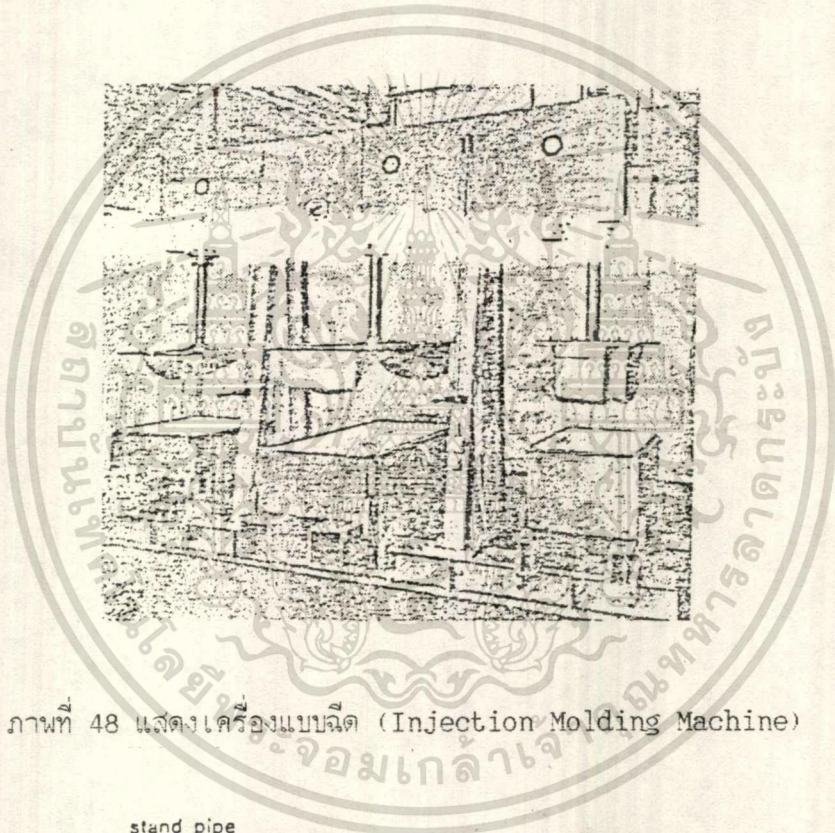
1. พันตัวถอดแบบลงบนแม่แบบ (ไฟเบอร์กลาส)
2. วางใยแก้วบนแม่แบบชั้นล่าง โดยตัดใยแก้วให้เข้ารูปแนวรอยต่อที่ทับกันควรดึงปลายให้เป็นฝอยแล้วซ้อนทับ การวางใยแก้วในแนวตั้งใช้ เทปในแก้ว (Glasscloth Tape) ติด (ดูภาพประกอบหมายเลข 1)
3. กัดแม่แบบชั้นบนลงยึดขอบให้แน่น (ดูภาพประกอบหมายเลข 2)
4. ฉีด โปลีสเตออร์เรซินที่ผสมตัวเร่งปฏิกิริยา และตัวทำปฏิกิริยาแล้ว โดยใช้ลมอัดช่วยตามท่อฉีด (Intade Pipe) (ดูภาพประกอบหมายเลข 3)
5. ปลดยกทั้งไว้ให้ชิ้นงานแข็งตัว ดึงแม่แบบตัวบนขึ้น โดยใช้เครื่องทุ่นแรงช่วย เช่น ไฮดรอลิค หรือรอก (ดูภาพประกอบหมายเลข 4)
6. ชัดตบแต่งขอบให้เรียบ

หมายเหตุ : ช่องว่างภายในแม่แบบไฟเบอร์กลาส อาจใช้ปูนซีเมนต์ทะเลริมเข้าให้เต็ม เพื่อเสริมความแข็งแรงและลดความหนาของแม่แบบได้

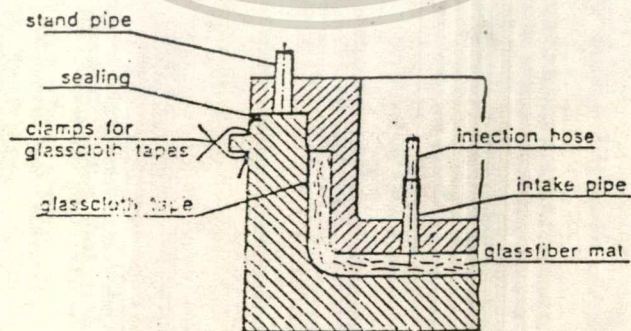
ขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตแบบฉีด

1. วาง ใยแก้วบนแม่แบบตัวล่างที่เตรียมผิวเรียบร้อยแล้ว

2. วางแม่แบบตัวบนลงทับไป
3. ยึดขอบแม่แบบทั้งสอง
4. ฉีดโพลีเอสเตอร์เรซินที่ผสมตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวทำปฏิกิริยาแล้วเข้าไป
5. ปลดอxygen ให้โพลีเอสเตอร์เรซินแข็งตัว
6. ยกแม่แบบตัวบนออก
7. ยกชิ้นงานออกนำไปขัดตบแต่งขอบ



ภาพที่ 48 แสดงเครื่องแบบฉีด (Injection Molding Machine)



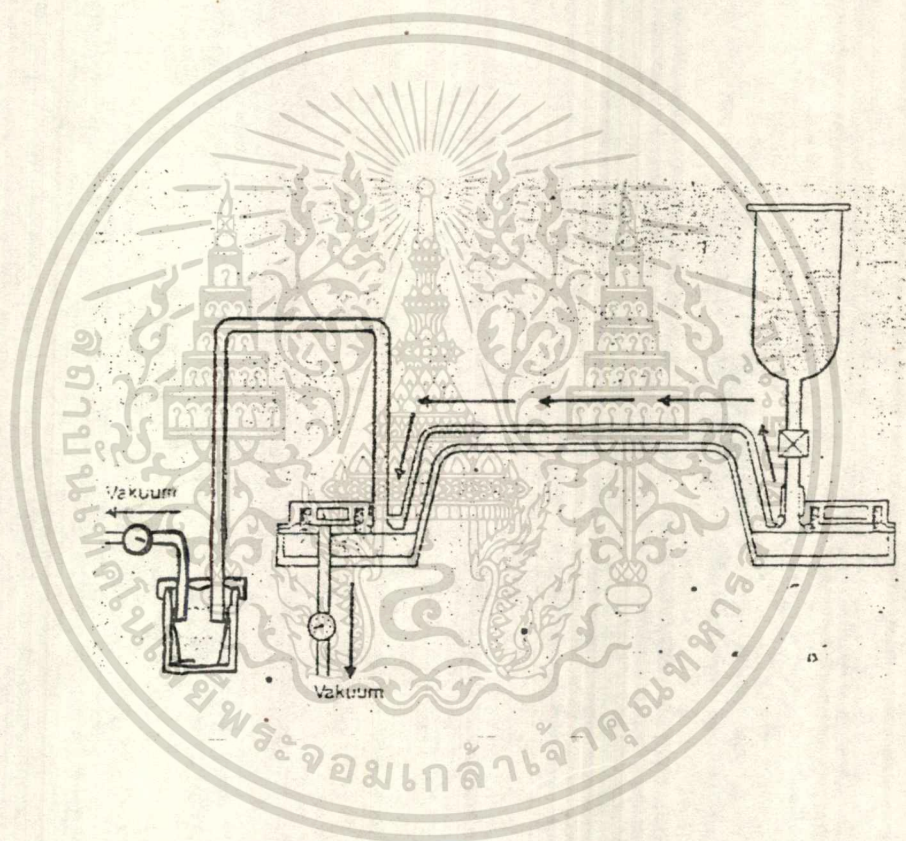
ภาพที่ 49 แสดงแบบขยายการวางฉนวนใยแก้วในแม่แบบฉีด

กรรมวิธีแบบฉีดที่ปรับปรุงใหม่

โดยประกอบท่อดูดอากาศ Vacuum) เพื่อช่วยกำจัดฟองอากาศ และเร่งให้โพลีเอสเตอร์เรซินเข้าแผ่นใยแก้วได้เร็วยิ่งขึ้น

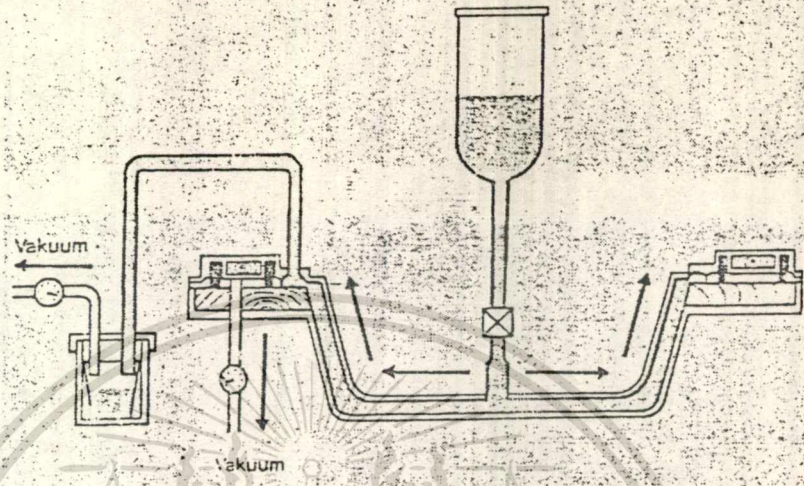
มีหลายวิธีดังนี้

1. แบบฉีดตรงกลางและมีท่อดูดอากาศด้านข้าง



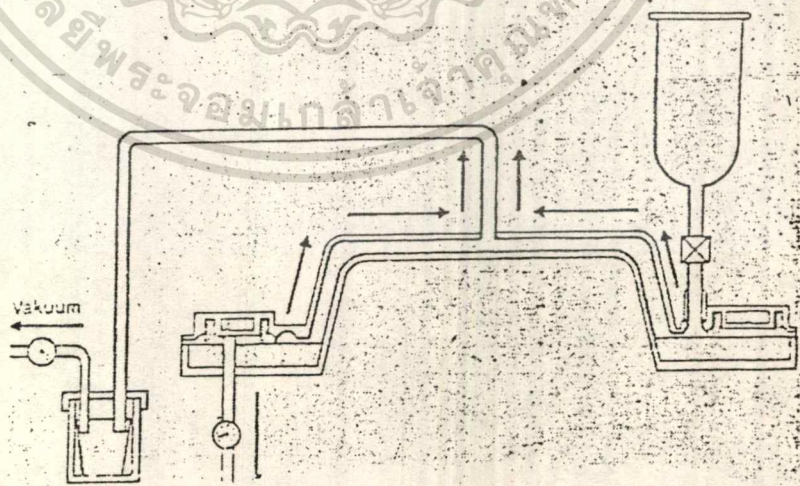
ภาพที่ 50 แบบฉีดตรงกลางและมีท่อดูดอากาศด้านข้าง

2. แบบฉีดด้านข้างขวา ท่อดูดอากาศอยู่ด้านซ้าย

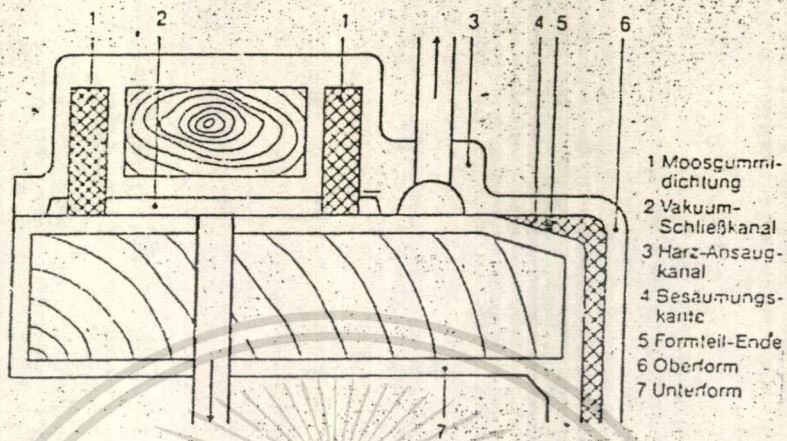


ภาพที่ 51 แบบฉีดด้านข้างขวา ท่อดูดอากาศอยู่ด้านซ้าย

3. แบบฉีดด้านขวา ท่อดูดอากาศอยู่ตรงกลาง



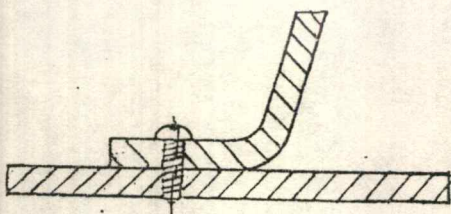
ภาพที่ 52 แบบฉีดด้านขวา ท่อดูดอากาศอยู่ตรงกลาง



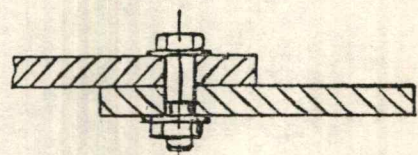
ภาพที่ 53 แสดงภาพขยายขอบแม่แบบและเส้นทางของท่อดูดอากาศ

- | | |
|-----------------------------|-----------------|
| 1. แผ่นยางประกอบ | 5. ขอบชิ้นงาน |
| 2. ช่องดูดอากาศ | 6. แม่แบบบน |
| 3. ช่องดูดโพลีเอสเตอร์เรซิน | 7. แม่แบบบนล่าง |
| 4. ครอบ | |

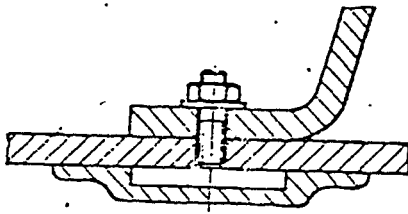
การเชื่อมด้วยสกรู (SCREW JOINTS)



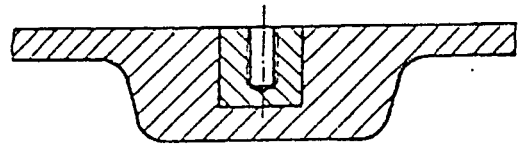
ภาพที่ 54 แสดงการเชื่อมด้วยสกรู
ชนิดเชื่อมด้วยตะปูเกลียว



ภาพที่ 55 แสดงการเชื่อมด้วยสกรู
ชนิดเชื่อมด้วยนอต



ภาพที่ 56 แสดงการเชื่อมด้วยสกรู
ชนิดน็อตเกี่ยวฝังภายใน



ภาพที่ 57 การเชื่อมด้วยสกรูชนิดแผ่นมี
รูเกลียวฝังภายใน



ภาพที่ 58 แสดงการเชื่อมด้วยสกรูชนิดฝังชั้นรูมีเกลียว

ชนิดของการเชื่อม (KINDS OF BONDINGS)



ภาพที่ 59 แสดงการเชื่อมแบบ

OVERLAPPING



ภาพที่ 60 แสดงการเชื่อมแบบ

STRAP JOINT



ภาพที่ 61 แสดงการเชื่อมแบบ SPLICE

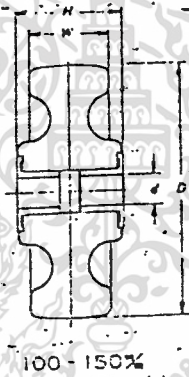
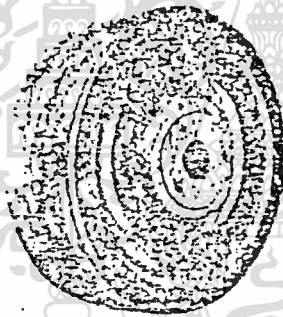
2.5.7 ล้อ

ล้อเป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของรถเข็น โดยล้อ จะทำหน้าที่รับน้ำหนักทั้งหมดจากรถเข็น ล้อนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. ล้อยางสับลม
2. ล้อยางตัน

ในที่นี้เราจะศึกษาเฉพาะล้อยางตัน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ

1. ล้อชนิดหมุนได้
2. ล้อชนิดตายตัว



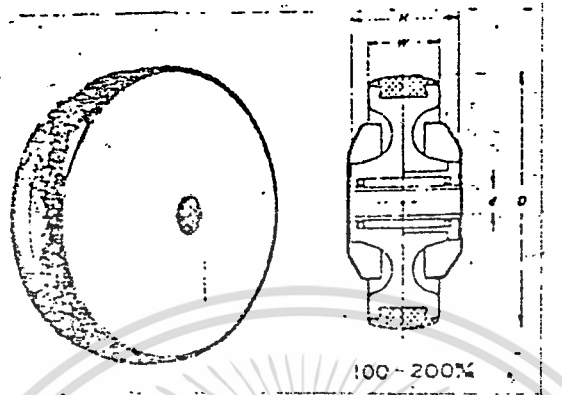
ภาพที่ 62 แสดงล้อพีโนลิก

wheel Dia D^m	Tread Width W^m	Hud Length H^m	Axle Dia d^m
75	27	30	8.3
100	32	43	12.4
125	39	54	12.4
150	43	54	12.4

ตารางที่ 13 แสดงขนาดของล้อพีโนลิก

ล้อพีโนลิก

ขนาดของล้อมีเส้นผ่าศูนย์กลาง ตั้งแต่ 75-150 มม. หน้าล้อกว้าง 27-43 มม.



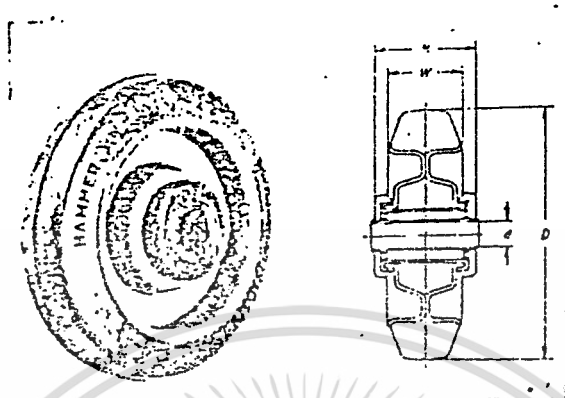
ภาพที่ 63 แสดงล้อไพลียูเรเทน

wheel Dia D^m	Tread Width W^m	Hud Length H^m	Axle Dia d^m
100	20	44	10.2
125	35	54	12.3
150	35	54	12.3
200	44	62	12.3

ตารางที่ 14 แสดงขนาดของล้อไพลียูเรเทน

ล้อไพลียูเรเทน

เป็นล้อยูเรเทนหุ้มรอบไนลอน แกนกลางมีตลับลูกปืน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11-200 มม. หน้าล้อกว้าง 29-44 มม.



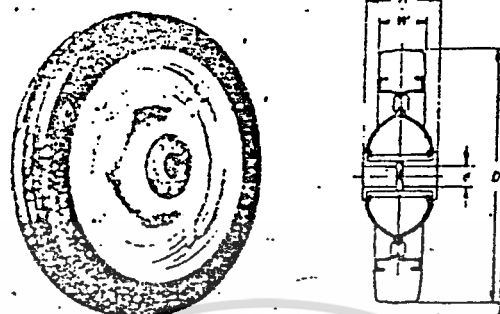
ภาพที่ 64 แสดงล้อยางอ่อน

wheel Dia D^m	Tread Width W^m	Hud Length H^m	Axle Dia d^m
100	32	44	12.2
125	38	54	12.3
150	43	54	12.3
200	46	62	12.3

ตารางที่ 15 แสดงขนาดของล้อยางอ่อน

ล้อยางอ่อน

เป็นล้อยางอ่อนสวมอยู่รอบแกนเหล็กที่แกนล้อมีตัลบลูกปืน มีขนาดตั้งแต่เส้นผ่าศูนย์กลาง 100-200 มม. หน้ายางกว้าง 32-46 มม.



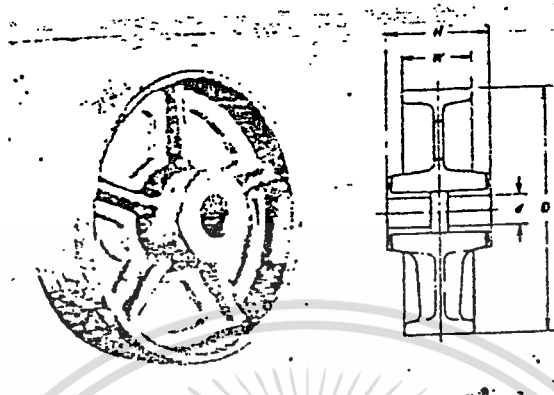
ภาพที่ 65 แสดงล้อยาง

wheel Dia D^m	Tread Width W^m	Hud Length H^m	Axle Dia d^m
100	22	30	8.3
125	22	30	8.3
150	22	30	8.3
200	30	35	12.4
(195)	45	33	12.4

ตารางที่ 16 แสดงขนาดของล้อยาง

ล้อยาง

เป็นล้อยางอีกแบบหนึ่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100-200 มม. หน้ายางกว้าง 22-35 มม.



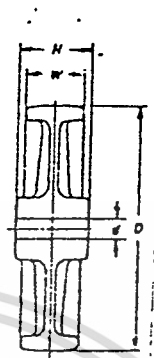
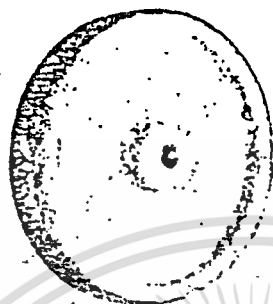
ภาพที่ 66 แสดงล้อเหล็ก

wheel Dia D ^m	Tread Width W ^m	Hud Length H ^m	Axle Dia d ^m
100	30	44	12.4
125	33	54	12.4
150	35	54	12.4

ตารางที่ 17 แสดงขนาดของล้อเหล็ก

ล้อเหล็ก

เป็นล้อเหล็กแบบแกนล้อไม่มีดัลลบลูกปืน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 100-150 มม. หน้าล้อกว้าง ตั้งแต่ 30-35 มม.



ภาพที่ 67 แสดงล้อไถล่อน

wheel Dia D^m	Tread Width W^m	Hud Length H^m	Axle Dia d^m
65	20	24	6.8
75	20	24	6.8
100	24	30	8.3
125	24	30	8.3

ตารางที่ 18 แสดงขนาดของล้อไถล่อน

ล้อไถล่อน

เป็นล้อที่ขึ้นรูปโดยการฉีดไถล่อนเข้ายังแม่แบบแกนกลางมีดล้นลูกรับ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65-125 มม. หน้าล้อกว้าง 20-24 มม.

ตารางที่ 19 แสดงคุณลักษณะของล้อชนิดหมุนได้

SWIVET

WHEEL DIA	CODE SIZE	PLATE SIZE	OVERALL HEIGHT	BEARING	LOAD CAPACITY PER PIECE	PRICE PRE PIECED
3"	80/25-50	3 1/4" 4"	4"	ROLLER	100 Kg	
4"	100/30-50	3 1/4" 4"	5"	ROLLER	130 Kg	
5"	125/37.5-50	3 1/4" 4"	6"	ROLLER	150 Kg	
6"	160/40-80	4 1/4" 5 1/2"	7 1/2"	ROLLER	175 Kg	
7"	180/45-90	4 1/4" 5 1/2"	8 1/2"	ROLLER	200 Kg	
8"	200/50-100	4 1/4" 5 1/2"	9 1/2"	ROLLER	200 Kg	
10"	250/60-130	6 1/2" 8"	12"	ROLLER	250 Kg	
11"	280/70-150	6 1/2" 8"	14 1/2"	ROLLER	300 Kg	

ตารางที่ 20 แสดงคุณลักษณะของล้อชนิดตายตัว

STATIONARY (FIXED)

WHEEL DIA	CODE SIZE	PLATE SIZE	OVERALL HEIGHT	BEARING	LOAD CAPACITY PER PIECE	PRICE PRE PIECED
3"	80/25-50	2 3/4" 4"	4"	ROLLER	100 Kg	
4"	100/30-50	2 3/4" 4"	5"	ROLLER	130 Kg	
5"	125/37.5-50	2 3/4" 4"	6"	ROLLER	150 Kg	
6"	160/40-80	4" 5 1/2"	7 1/2"	ROLLER	175 Kg	
7"	180/45-90	4" 5 1/2"	8 1/2"	ROLLER	200 Kg	
8"	200/50-100	4" 5 1/2"	9 1/2"	ROLLER	200 Kg	
10"	250/60-130	5" 8"	12"	ROLLER	250 Kg	
11"	280/70-150	5" 8"	14 1/2"	ROLLER	300 Kg	

หมายเหตุ ทั้ง 2 ตารางเป็นคุณลักษณะของล้อชนิดยางตัน เครื่องหมายการค้า CONTINENTAL COSTORS (ตราม้า) ผลิตในประเทศเยอรมันนี

2.5.8 ยาง

ปัจจุบันจัดว่ายางเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในงานอุตสาหกรรมทุกประเภทไม่โดยทางตรงก็ทางอ้อม โดยตรงได้แก่ อุตสาหกรรมประเภทยางรถยนต์ ยางในเครื่องบิน ยางในรองเท้า ท่อน้ำ สายพาน ลูกยางต่าง ๆ เป็นต้น โดยทางอ้อมก็เป็นชิ้นส่วนประกอบของเครื่องจักร เครื่องมือต่าง ๆ และมันเป็นส่วนที่สำคัญยิ่งในอุตสาหกรรมประเภทนั้นด้วยประเภทของยาง

ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ยางจึงแบ่งออกเป็นหลายประเภทหลายชนิด ซึ่งพอจะแบ่งออกได้ดังนี้คือ

1. ยางธรรมชาติ (NATURAL RUBBER) เป็นยางที่ได้มาจากยางพารา วัตถุดิบชนิดนี้มีมากในประเทศไทย มีคุณสมบัติที่พอสรุปได้ดังนี้คือ

- ค่าความทนต่อแรงดึง (TENSILE STRENGTH) ดีมาก
- ความสามารถในการยืดหดดี (ULTIMATE ELONGATION) ดี
- การทนต่อการขีดข่วน (ABRASION) ดี
- เพอร์เซ็นต์ในการรับน้ำ (ดูดซับ) (WATER ABSORPTION) มีค่าน้อย

ค่าต่าง ๆ ที่กล่าวมาจะดีมากเมื่ออยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ถ้าเกินกว่านี้ คุณสมบัติจะลดลงอย่างรวดเร็วคือ ไม่สามารถทนต่อความร้อนสูงได้ และ ข้อเสียอีกอย่างของยางประเภทนี้คือ ไม่สามารถทนน้ำมันได้ เพราะฉะนั้นจึงไม่นิยมเอายางชนิดนี้ไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตอะไหล่ที่ต้องรับความร้อนหรือต้องเกี่ยวข้องกับน้ำมัน

2. ยางสังเคราะห์ (SYNTHETIC RUBBER) เนื่องจากความไม่สามารถทนต่อความร้อน และน้ำมัน จึงทำให้มีผู้คิดประดิษฐ์ยางเทียม หรือยางสังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อชดเชยข้อเสียของยางธรรมชาติ โดยให้มีคุณสมบัติทนความร้อนได้สูงขึ้น ทนน้ำมัน ทนกรด ทนด่าง เป็นต้น ดังนั้น ราคาของยางจึงแพงกว่ายางธรรมชาติมาก

ยางสังเคราะห์มีอยู่มากมายหลายประเภท แต่ประเภทใหญ่ ๆ ที่นิยมใช้ในบ้านเรามีดังนี้คือ

2.1 SBR STYRENE BUTADIENE RUBBER ใช้ทำ MECHANICAL PARTS ทั่ว ๆ ไป เพราะทนต่อการเสียดสีดี ทนความร้อนดีกว่า

ยางธรรมชาติ แต่ทนน้ำมันไม่ได้

2.2 NBR NITRILE BUTADIENE RUBBER เป็นยางสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันมาก เพราะกันน้ำมันได้ดี ทนความร้อนได้ประมาณ 125 องศาเซลเซียส

2.3 CR CHLOROPRENE RUBBER ทนความร้อนได้ดีพอ ๆ กับ NBR แต่กันน้ำมันไม่ได้ดีนัก มีความทนต่อแรงดึง ความสามารถในการยืดหดตัวมีค่าสูงกว่าแบบ NBR

2.4 SR SILICONE RUBBER เป็นยางที่มีคุณสมบัติทนความร้อนสูง ประมาณ 250 องศาเซลเซียส

การผสมยาง

การผสมยางคือ การใช้ยางดิบจะเป็นยางธรรมชาติ หรือยางสังเคราะห์ก็ตาม มาตีจนอ่อนตัว แล้วเอาสารแอกทีฟ ฟิลเลอร์, นอน แอกทีฟ ฟิลเลอร์, แอกติเวเตอร์, แอคซีลีเรเตอร์ สัดส่วนที่ผสมแล้วแต่ต้องการ แล้วแต่ความเหมาะสมผสมลงไปให้เข้ากับยางดิบ จนเป็นเนื้อเดียวกันแล้วจึงนำมาเข้าแบบพิมพ์เป็นรูปร่างต่าง ๆ ตามที่ต้องการ

การผสมยางอะไรก็ตาม ผู้ผลิตต้องคำนึงถึงการใช้งานเป็นหลักใหญ่ แล้วจึงเลือกประเภทของยาง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงจะสนองความต้องการในด้านประโยชน์ใช้สอยได้ดี เหมาะสมทั้งนี้ต้องคำนึงถึงต้นทุนการวิจัย

คุณสมบัติของสารเคมีหลักต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการผสมยาง

1. ACTIVE FILLER เพิ่มแรงดึง
2. NON ACTIVE FILLER ใส่ไปเพื่อเพิ่มปริมาณเท่านั้น
3. ACTIVATOR ใส่ไปเพื่อกระตุ้นให้ยางสุก
4. ACCELERATOR ใส่ไปเพื่อทำให้ยางสุก

กรรมวิธีการผลิตยาง แบ่งออกได้เป็นหลายประเภทคือ

1. การรีด (EXTRUSING)
2. การอัด (COMPRESSING MOLDING)
3. การฉีด (INJECTION)

การรีด

การรีดเป็นกรรมวิธีการผลิตยางที่มีลักษณะเป็นท่อ เส้นยาว ๆ ขั้นตอนคล้ายกับการรีดโลหะเส้นแบบต่าง ๆ กล่าวคือนำยางที่ผสมไว้แล้ว มาเพิ่มอุณหภูมิให้อ่อนตัวแล้วอัดผ่านแบบที่เตรียมไว้

การอัด

การอัดเป็นกรรมวิธีการผลิตยางที่มีลักษณะต่าง ๆ เช่น ยางสวมขาโต๊ะ เก้าอี้ ลูกกลิ้ง ยางรถยนต์ วงแหวน ส่วนประกอบของเครื่องจักร กรรมวิธีการผลิตคล้ายการผลิตพลาสติกแบบ (COMPRESSING MOLDING) คือนำยางที่ผสมเตรียมไว้แล้วในรูปลักษณะเป็นแผ่น แท่ง (แล้วแต่ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ) ใส่ลงในแบบที่เตรียมไว้แล้วอัดด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิกที่มีความร้อนสูง ความร้อนจะทำให้ยางละลายเข้าด้วยกัน จะได้ผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ (ยางที่ผ่านการอัดด้วยความร้อนหรือการอบ เรียกว่า ยางสุก)

การฉีด

การฉีดเป็นกรรมวิธีการผลิตยางที่มีลักษณะของผลิตภัณฑ์คล้ายกับการอัด กรรมวิธีการฉีดก็คล้ายกับการฉีดพลาสติก แต่เนื่องจากเป็นกรรมวิธีที่ต้องลงทุนสูงผลิตเป็นจำนวนมาก ๆ ดังนั้น ในเมืองไทยจึงยังไม่มีการผลิตในวิธีนี้ จะใช้กรรมวิธีการอัดแทน เพราะลงทุนต่ำกว่า แต่ได้ผลใกล้เคียงกัน

2.5.9 สี

ทางทฤษฎีจะแบ่งแม่สีออกเป็นแม่สี 3 สีคือ

1. สีแดง (RED)
2. สีน้ำเงิน (BLUE)
3. สีเหลือง (YELLOW)

เมื่อผสมแม่สีทั้ง 3 จะให้สีใหม่เกิดขึ้นเมื่อนำมาเรียงเป็นวงจร โดยอาศัยหลักทฤษฎีสีของ สามารถแบ่งสีเป็น 2 ประเภทคือ สีร้อน และ สีเย็น

สีร้อน คือสีที่ดึงดูดความรู้สึก (Advancing color) มีความรู้สึกสะดุดตาเมื่อมองไกลเป็นสีที่ให้ความกระชุ่มกระชวย

สีเย็น เป็นสีที่ไม่ดึงดูดความรู้สึกไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสบายตา สามารถมองได้นาน ๆ โดยไม่ระคายเคือง การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์

นอกจากต้องการความสวยงามแล้ว สียังมีอิทธิพลในการทำให้เกิดความรู้สึกทางด้านอื่น ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อย่างมาก

1. อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

ต่อไปนี้เป็นลักษณะของสีเกี่ยวกับความรู้สึก โดยแบ่งสีออกเป็นสกุลใหญ่ ๆ คือ

สีแดง จัดอยู่ในพวกสีร้อนไม่เพียงแต่ให้ความรู้สึกตื่นเต้น เร้าใจ ในทางโรงงานถือว่าเป็นสีที่เกี่ยวข้องกับอันตราย เป็นสีต้องห้าม การระมัดระวัง การใช้สีพวกสกุลสีแดงสำหรับผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อย อาจทำให้ผลิตภัณฑ์เด่นขึ้นมาได้แต่ถ้าใช้มากเกินไป อีกทั้งใช้สีสดก็จะมีผลทางจิตวิทยาได้เช่นกัน

สีส้ม เป็นสีสดใส มองเห็นได้ไกล แสดงความรู้สึกเตือนอยู่ตลอดเวลาเมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดความรู้สึกสะอาดดูเบาขึ้น

สีเหลือง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะคือ สามารถเป็นได้ทั้งสีร้อนและสีเย็น แต่ขึ้นอยู่กับความเข้มและความแรง (Chome) ของสี สีเหลืองโดยทั่วไปทำให้เกิดความรู้สึกสดชื่น ร่าเริง สดใส สีเหลืองอ่อนทำให้เกิดความรู้สึกสะอาดมีความสว่าง แต่ถ้ามีความเข้มของสีมากเกินไป จะทำให้สมองเกิดหงุดหงิดได้ สีเหลืองที่

- ไกลไปทางสีส้มจะคล้ายกับของเล่นทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่และคล้ายกับของเทียม สีเหลืองเนย (Butter Yellow) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูสว่างขึ้น
- สีเหลืองเขียว (Yellow Green) ช่วยในด้านความเย็น อย่างไรก็ตามสีเหลือง ทำให้ดูสกปรกง่าย แต่ถ้าผสมสีเล็กน้อยก็ทำให้ช่วยได้บ้างและขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้
- สีม่วง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะเหมือนกับสีเหลือง โดยทั่วไปให้ความรู้สึกเศร้า ทำให้ง่วง บางครั้งอาจแสดงว่าเป็นสีแห่งความเศร้า สีกลับ แต่สีม่วงก็มีลักษณะของความสว่างทำให้ดูมีค่า เช่น สีม่วงอ่อน
- สีน้ำเงิน จัดอยู่พวกสีเขียว สีน้ำเงินเข้มทำให้ความรู้สึกสดสงบลึกซึ้งทำให้เกิดสมาธิ เป็นสีที่บอกถึงคุณภาพ ความหนักแน่น สีน้ำเงินอ่อนเช่น สีน้ำทะเล หรือฟ้า จะมี ความสดใส ถ้าอมเขียวเล็กน้อยสามารถให้ความรู้สึกตื่นตัวได้
- สีเขียว ให้ความรู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวย ใช้พิกสายตาได้ สีเขียวใบไม้หรือเขียวเข้ม ใช้ได้ดีในการเน้นส่วนพื้นหรือฐาน แสดงถึงความสงบเยือกเย็นได้
- สีน้ำตาล จัดอยู่ในพวกสีอ่อน เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแห้งแล้ง ไม่ให้ความหนักแน่นถ้าใช้โดด เดี่ยว จะทำให้งานเกิดความรู้สึกสลดหดหู่ใจ
- สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เซ่งขรึม สุภาพเรียบร้อย เป็นจุดใช้ได้ดีในเนื้อที่กว้างลด ความจ้าของสีขาวและความลึกของสีดำ สามารถใช้เป็นสีกลางได้กับทุกสี เพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอื่น ๆ ดูสบายตา
- สีดำ โดยปกติสีดำเป็นสีที่ให้ความรู้สึกหดหู่ ลึกลับ แต่ให้ความรู้สึกหนักแน่นมั่นคง การใช้สีดำสลับกับสีขาวในพื้นที่รวมกับสีอื่น จะทำให้เกิดความกระปรี้กระเปร่ามีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำกับผลิตภัณฑ์ จะแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง และไม่สกปรกง่าย
- สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดดเดี่ยวให้ความรู้สึกเย็นสามารถใช้เป็นสีของฐานหรือส่วนที่อยู่ต่ำกว่าเพื่อเน้นในเด่น

สีที่กล่าวไปแล้วนี้เป็นสีทางด้านความงามที่เราตกแต่งลงบนผิววัสดุแต่ยังมีสีที่ควร รู้สึกลึกลับคือ สีของวัสดุต่าง ๆ ในการให้ความรู้สึกของมันออกมาเช่น สีของอลูมิเนียม จะ

ออกเป็นสีเทาจัดเป็น

2. คุณลักษณะของสี

สีมีคุณลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

HUE	คือตัวสีของแต่ละสี (เป็นเนื้อแท้ของสี) เช่น สีแดง, สีเขียว
VALUE	คือความเข้มของสี ถ้าความเข้มน้อย ก็เป็นสีอ่อน ถ้าความเข้มของสีมากขึ้นก็เป็นสีแก่ เช่น สีแดงเข้ม, สีเขียวอ่อน
CHROMA	คือความแรงของสีเช่น สีแดงสดมีความแรงสูง
TINT	คือพวกสีจาง หรือสีที่ผสมสีขาวลงไปทำให้ดูอ่อนลง
SHADE	คือพวกสีเข้มหนัก เป็นสีที่ผสมสีอื่นให้คล้ำลง
COMPLEMENTARY	คือสีที่อยู่ตรงข้ามกัน เช่น สีแดง, สีเขียว

3. ลักษณะของสีกับการใช้งาน

3.1 สีจะช่วยให้ทัศนวิสัยที่แจ่มใสที่สุด เมื่อนำมาใช้ดังนี้

- สีอ่อนตัดกับสีแก่ (ค่าแปรเปลี่ยนของสี)
- สีสด ใสตัดกับสีสด ใส
- สีอ่อนตัดกับสีสด ใส
- สีอ่อนตัดกับสีเย็น

3.2 สีที่ตัดกันเองอยู่แล้วตามปกติ เช่น

- สีดำบนพื้นสีเหลือง
- สีเหลืองบนพื้นดำ
- สีแดงบนพื้นขาว
- สีเหลืองบนพื้นน้ำเงิน
- สีชมพูบนพื้นดำ

เทคนิคการใช้สี

1. COLOR AND FORM หากรูปร่างของวัสดุมีลักษณะเป็นเหลี่ยม เช่น กล้องสีเหลี่ยม ถ้าต้องการให้มีลักษณะเด่น ในด้านความแข็งแรงดูเป็นกล่องทึบหนักและแข็งแรง เราก็ควรเลือกสีมืด ๆ เช่น เทาแก่ น้ำเงิน หรือดำ หากเป็นวัตถุไม่มีเหลี่ยม เช่น ลูก

ทรงกลม ถ้าต้องการให้ดูหนัก แข็งแรง เราก็คควรเลือกสีดำ น้ำตาลแก่หรือสีบรอนซ์

2. COLOR AND TEXTURE บางครั้งสีกับลักษณะผิวไม่เรียบของวัตถุที่ทา ก็ให้ความรู้สึกต่ออารมณ์ที่ต่างกันเช่น วัสดุกลมเกลี้ยงเหมือนลูกบิตเลียด กับวัสดุกลมผิวขรุขระเหมือนผิวมะกรูด ถ้าทาสีดำก็จะทำให้เกิดความรู้สึกแตกต่าง ลูกบิตเลียดจะดูน่าจับต้องมากกว่าลูกมะกรูด

3. สีของเนื้อวัสดุเอง การปรากฏของสีของเนื้อวัสดุเอง ก็ให้ความรู้สึกต่อความคิดของมนุษย์ถึงตัววัสดุนั้น ๆ หากเราผสมสีให้เหมือนกับสีของอลูมิเนียมแล้ว นำไปทากล่องกระดาษก็สามารถเบนความรู้สึก ทำให้เห็นวากล่องกระดาษนั้นเป็นกล่องอลูมิเนียมได้เช่นกัน

4. สีสามารถทำให้เห็นเป็นว่าเข้ามาใกล้หรือห่างออกไปได้ ตามปกติสีอ่อนได้แก่ สีเหลือง สีเหลืองนี้ดูแล้วคล้ายกับว่าเข้ามาอยู่ใกล้ตัวผู้สี ในเมื่อสีเย็นคือ สีน้ำเงิน น้ำเงินเขียว และม่วงถอยห่างจากผู้ดูออกไป

5. สีที่เมื่อเราใช้ในเนื้อที่มาก ๆ แล้วไม่น่าดูนั้น แต่ถ้าใช้เพียงเล็กน้อย อาจจะทำให้หน้าสนใจขึ้นและอาจเสริมความน่าดูให้แก่สีอื่นได้

6. เมื่อใช้สีเข้มจับคู่กับสีอ่อนจัด จะทำให้แลเห็นเด่น และมีชีวิตชีวาว่าใช้สีที่มีค่าของความเข้มหรือจากใกล้เคียงกันมาก

7. สีที่มีความสดใสพอ ๆ กัน เมื่อใช้ด้วยกันจะช่วยดึงดูดความสนใจได้เร็ว มักใช้ในการออกแบบป้ายหรือภาพโฆษณา

8. หลักในเรื่องความเด่นของสี มีอยู่ว่าควรจะต้องมีสีชนิดใดชนิดหนึ่งปรากฏเด่นออกมามากกว่าเพื่อน จะเป็นสีอ่อนหรือสีเย็นก็แล้วแต่ การใช้สีที่ไม่น่าดูอย่างหนึ่งก็คือแต่ละสีที่ใช้ปริมาณเท่ากันไปหมด ถ้าให้ปริมาณหรือเนื้อที่ของสีเปลี่ยนไปสีที่กินที่มากย่อมเด่นกว่า นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับค่าแปรเปลี่ยนและความสดใสของสีอีกด้วย

การใช้สี นอกจากจะให้ผลทางด้านความงามแล้ว จะต้องคำนึงถึงด้านจิตวิทยาของสีด้วย เช่น

กระดานดำ สีเขียวแก่ เพื่อให้สบายตา

ในห้องคนใช้เปื้อโลก	สีเหลืองเขียว	เพื่อให้เร็ว
คนโกรธง่าย	สีน้ำเงิน	เพื่อให้เงียบสงบ
คนหมดกำลังใจท้อถอย	สีชมพู, สีส้ม	เพื่อกระตุ้นจิตใจให้อีกเต็ม

อิทธิพลสีกับความรู้สึก

สีให้ความรู้สึกจากการมองเห็นแตกต่างกัน โดยที่สมองจะแปรให้เป็นอารมณ์ต่าง ๆ กัน อาจกล่าวย่อ ๆ ได้คือ

1. ให้ความรู้สึกในเรื่องขนาด (size) เป็นที่รู้กันว่าการมองวัตถุที่มีสีอ่อน ๆ จะทำให้เกิดความรู้สึกหลอกหลอนขึ้นว่า วัตถุนั้นมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุที่มีสีเข้ม เช่น สีดำ สีเทาแก่ ซึ่งทั้ง ๆ ที่วัตถุทั้งสองก็มีขนาดจริง ๆ เท่ากัน ความรู้สึกนี้จะเหมือนกันทั้งนั้นไม่ว่าจะเป็นวัตถุรูปทรงใด ๆ เพราะฉะนั้น ถ้าจะทำให้ผลิตภัณฑ์ใหญ่ต้อง ใช้สีอ่อน ๆ ถ้าจะให้ดูเล็กลงต้อง ใช้สีเข้ม ดำ เครื่องจักรเครื่องยนต์ อาจทำให้มองเห็นไม่น่าดูน่าเกลียด น่ากลัว และไม่แลเห็นชัด โดยใช้สีกลมกลืนไปกับเงา เช่น สีเทา เข้มชนิดด้านหรือขุ่น เพราะสีดำมันจะมีเงามากจากการสะท้อนแสง ทำให้ไม่ได้ผลตามต้องการในกรณีเดียวกันนี้ สีอ่อนจะทำให้วัตถุอยู่ใกล้ และสีเข้มจะมองดูไกล สี warm และ cool มีอิทธิพลในเรื่องระยะเกี่ยวข้องด้วยเช่นกัน สี warm ดูใกล้ สี cool ดูไกล

2. น้ำหนัก สัมผัสเกี่ยวกับ ความรู้เรื่องน้ำหนัก สีอ่อน ๆ จะทำให้ดูเบา ส่วนสีเข้มจะทำให้ดูหนัก

3. ความแข็งแรง น้ำหนักและความแข็งแรง จะมีความเกี่ยวข้องกันและให้หลักเดียวกัน สี kues (สีเย็น) เช่น น้ำเงินอ่อน เขียวอมฟ้า ฟ้าอมม่วง จะทำให้เกิดความอ่อนแรง หนึ่งสงบ ส่วนสีที่เป็น chrome (ร้อนแรง) เช่น แดง แสด เหลือง เข้ม มักจะทำให้เกิดความรู้สึกแข็งแรงมากกว่าสีหนัก เช่น สีเทา สีดำ สีน้ำตาลแก่ ที่พิเศษคือ สีพวกสปีรอนซ์ (metatic) และสีน้ำเงินปนเทาจะทำให้เกิดความรู้สึกเหมือนเหล็ก จึงทำให้ดูแข็งแรงและแกร่งขึ้น

4. อุณหภูมิ ในกรณีความรู้สึกถึงอุณหภูมินี้ จะเห็นได้ชัดเจนมาก เช่น สีแดง แสด เหลือง ที่เป็น chrome จะทำให้เกิดความร้อนในจิตใจได้แก่ สีน้ำเงินอ่อน เขียว

อ่อน ฟ้ำอ่อน ม่วงปนขาว กลับทำให้เกิดความรู้สึกเย็นสีชาว สีอ่อน (Pale Tints) จะไม่ดูดความร้อนมากเท่าสีเข้ม แก้อัสนามชนิดที่ทำด้วยเหล็ก ที่ทำสีชาว จะเย็นกว่าทาสีแดงหรือน้ำตาล เมื่อนำตั้งไว้กลางแดด เมื่อทาสีน้ำเงินในคาน้ำที่เรียกที่ติดเครื่องทำความ

เย็น จะทำให้ผู้ที่ทำงานอยู่ในนั้นต้องใส่เสื้อหนาว แต่ถ้าเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแสด เขาจะไม่ใส่เสื้อหนาว ทั้ง ๆ ที่อุณหภูมิเท่ากัน เรื่องนมการทดลองกันมาแล้ว

5. ความสะอาด สีให้ความรู้สึกในเรื่องความสะอาด สีชาวเป็นสีที่เหมาะสมที่สุด (แต่สีชาวแท้ที่จริงก็คือ สีที่มีส่วนผสมของแมงกานีสเขียวที่บริสุทธิ์ ไม่มีสีใดที่ปัจจุบันจะทำได้ขาวไปกว่าสีที่ผสมด้วยออกไซด์ของแมงกานีสเขียว) สีงาช้าง (เหลืองอ่อนมาก) จัดว่าเป็นสีที่แสดงถึงความสะอาด และสุขลักษณะ ได้เพราะว่าเป็นสีที่ใกล้เคียงกับสีของนํานมครีม ดังนั้นสีชาวจึงนิยมนำมาใช้กับสิ่งของที่ต้องการให้ดูสะอาด เช่น ส้วม กระโถน โรงพยาบาล แม้แต่ชุดนางพยาบาลก็มีสีชาว ปัจจุบันตั้เย็นเริ่มเปลี่ยนไปใช้สีอื่น ๆ แต่ก็ยังเป็นสีอ่อน ๆ ซึ่งผสมสีชาวไว้ด้วยเสมอ เราจะไม่เคยเห็นตู้เย็นสีแดงหรือแสดวาววาวขายในท้องตลาดเลย

6. ความภูมิใจ สง่างาม (Dignity) ถ้าต้องการให้สิ่งของออกมาในลักษณะนี้ต้องหลีกเลี่ยงสีที่ร้อนที่มี chrome แร่ง ๆ ยกเว้นที่จะใช้ประกอบเป็นส่วนน้อยเพื่อความสะดุดตา ดึงดูดความสนใจ สีเทาเป็นสีที่แสดงได้ดีที่สุด สีที่เลือกใช้ได้คือ เทาอม น้ำเงินเทาอมม่วง เทาอมน้ำเงินเข้ม อาจมีสีสดตัดเล็กน้อยได้ก็ยิ่งแสดงออกถึง Dignity

2.6 ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ประกอบในการทำงาน

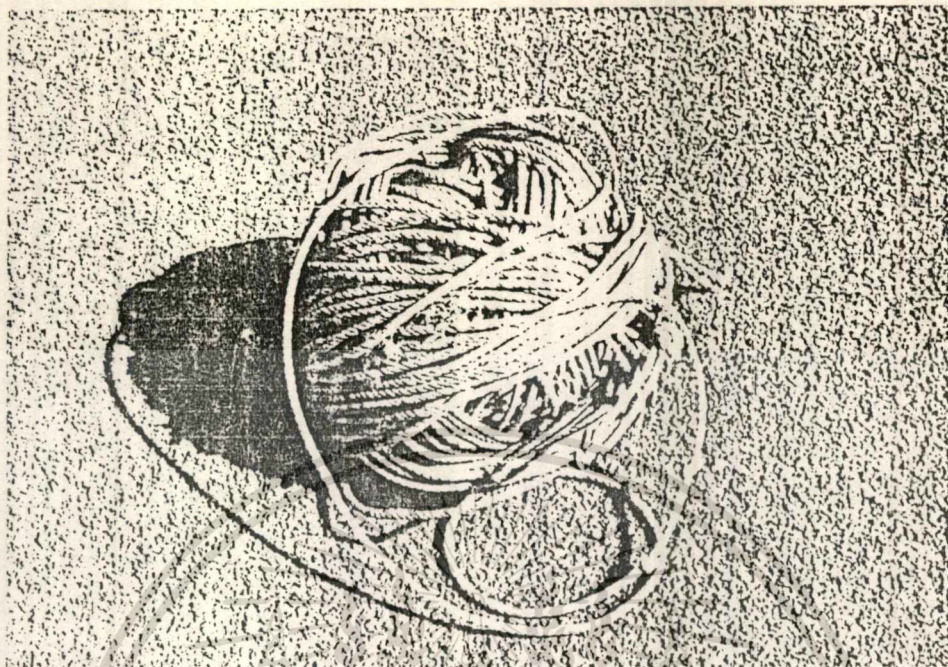
2.6.1 ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ประกอบในการทำงานที่ใช้ร่วมกับรถดีเซลี่นุ่นขาว

อุปกรณ์ที่ใช้งานร่วมกับรถดีเซลี่นุ่นขาว มีดังนี้

1. เส้นเชือก ขนาด 1-2 หุน โดยปกติทั่วไปมักจะใช้เป็นเชือกพลาสติก

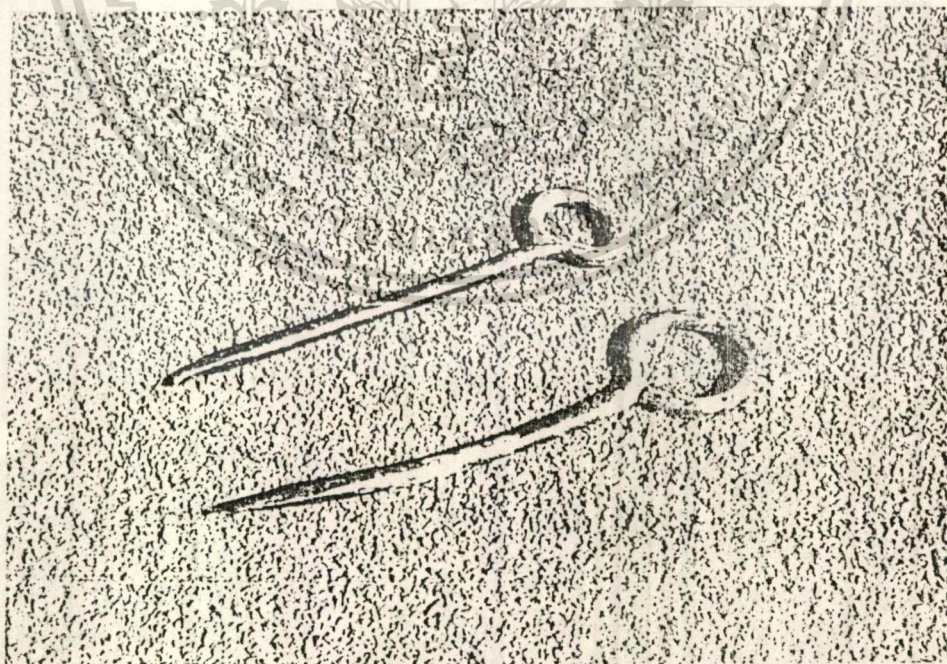
สังเคราะห์เพราะ

- มีความคงทนใช้ได้นานกว่าเชือกประเภทอื่น
- ราคาถูกกว่าเชือกประเภทอื่น ๆ



ภาพที่ 68 แสดงลักษณะของเส้นเชือกที่ใช้ร่วมกับรถเข็นตีเส้นปั่นชาว

2. สมอบก โดยปกติทั่วไปใช้เป็นสมอบกที่ทำด้วยเหล็ก มีลักษณะเป็นลิ่มปลายเรียวมน เพื่อช่วยในการฝังดิน



ภาพที่ 69 แสดงลักษณะของสมอบกที่ใช้ร่วมกับรถเข็นตีเส้นปั่นชาว

ส่วนใหญ่เส้นเชือกมักจะถูกม้วนกันเป็นกลุ่มก้อน ซึ่งมักจะอ่อนให้เกิดปัญหาการพันกันเองเป็นการที่ไม่สะดวกสบายในการใช้งาน อีกทั้งยังไม่สามารถอำนวยความสะดวกในการใช้ตีเส้นตรง และเส้นโค้งได้ดี

การจัดเก็บก็มักจะวางเก็บไว้ภายในห้องเก็บอุปกรณ์ โดยขาดการเก็บไว้อย่างมีระเบียบและการนำไปใช้งานค่อนข้างยุ่งยากในการใช้งาน

จึงเป็นการสมควรที่จะมีการออกแบบชุดอุปกรณ์ เพื่อให้เห็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกสบาย อีกทั้งรูปแบบที่ทันสมัยเหมาะสมกับรสนิยมคนรุ่นใหม่ด้วย

2.6.2 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำชุดอุปกรณ์ประกอบ

1. ชุดดัลบ์ เชือก

2.6.3 กราฟฟิก สีสรร และการตกแต่ง

นอกเหนือจากงานออกแบบที่เน้นหนักไปทางด้าน (พิจารณาจากปัญหาเบื้องต้น) อันมีประสิทธิภาพทางการใช้งานของตัวผลิตภัณฑ์แนวทางการออกแบบยังเน้นทางด้านของอารมณ์ และความรู้สึกในลักษณะอันเป็นนามธรรม โดยอาศัยหลักเกณฑ์ทางด้านศิลปะ เพื่อบรรลุตามจุดมุ่งหมาย

จากความสำคัญและจุดมุ่งหมายดังกล่าวสามารถแยกแยะประเด็น เพื่อที่จะหาแนวทางการออกแบบในส่วนนี้ ได้ว่า

1. ผลิตภัณฑ์จะต้องมีส่วนในการโปรโมทสินค้าในอีกทางหนึ่ง นอกเหนือจากการใช้งานปกติคือ การนำเสนอสินค้าอยู่แล้ว ได้แก่ มีลักษณะของการดึงดูด เชิญชวนต่อผู้พบเห็น สนับสนุนสินค้าให้เด่นชัด สร้างความน่าสนใจ

2. มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับข้อจำกัดทางด้านสถานที่ใช้งานตามที่กำหนด เพื่อให้เกิดประสิทธิผลดังจุดมุ่งหมายเต็มที่

เมื่อทราบถึงแนวทางการออกแบบที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ก็สามารถกำหนด

เป็นลักษณะงานออกแบบที่ต้องการใน 3 ส่วนนี้ (กราฟิก สีสรรและการตกแต่ง) ได้ดังนี้

- ทางด้านกราฟิก นอกเหนือจากความกลมกลืนในการใช้สีกับส่วนของงานออกแบบแล้ว ต้องการลักษณะที่สะอาด ชัดเจน เพื่อการสังเกตและสื่อความหมายได้ง่าย
- ทางด้านสีสรร สีควรสับส่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเด่นชัด ซึ่งอาจใช้สีเข้มเน้นให้สินค้าชัดเจน แต่ต้องคำนึงถึงว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้อยู่ในสนามกีฬาต่าง ๆ ดังนั้น ควรใช้สีที่บ่งบอกถึงความเป็นกีฬาด้วย เช่น ให้กลมกลืนกับบรรยากาศของสนามกีฬา
- ทางด้านการตกแต่ง ลักษณะของการตกแต่งทางด้านรูปฟอร์มของงานออกแบบ ควรมีความทันสมัย

สรุป

ลักษณะของงานออกแบบทั้ง 3 ส่วนที่กล่าวในตอนท้ายจะเป็นตัวกำหนดงานออกแบบตามแนวทางที่วางไว้ในขั้นต้น ส่วนการที่จะกำหนดแน่นอนว่างานออกแบบ จะเป็นเช่นไรในส่วนนั้น ๆ ยังไม่สามารถชี้ชัดได้ เนื่องจากสามารถสร้างตัวเลือกที่เข้าประเด็นตามข้อกำหนดได้หลายตัวเลือก ซึ่งจะต้องพิจารณาประกอบกับการทดลองออกแบบ (SKETCH DESIGN) เพื่อหาความเหมาะสมที่สุดจากในทุก ๆ ส่วนของงานออกแบบอีกครั้ง ในขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาแบบ

บทที่ 3

3.1 การรวบรวมและการศึกษาข้อมูล

3.1.1 วิธีการสำรวจข้อมูล การสำรวจข้อมูลและการเลือกข้อมูลนั้น ได้ทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งเป็นภาคเอกสาร การสัมภาษณ์

3.1.1.1 การศึกษาจากภาคเอกสาร ได้ทำการจากหนังสือที่เกี่ยวข้องกับชนิดและประเภทของกีฬาทั้งลูกและลาน โครงสร้าง วัสดุ และกรรมวิธีการผลิต กราฟฟิค สีสรร และการตกแต่งและอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหนังสือ ขนาด สัดส่วน สรีระของผู้ใหญ่

3.1.1.2 จากการสัมภาษณ์ มีการสัมภาษณ์จากบุคคลที่เกี่ยวข้องกับสนามกีฬาโดยตรงและบุคคลซึ่งใช้รถเข็นดีเส้นปูนขาวโดยตรง พร้อมทั้งสอบถามจากบุคคลทั่ว ๆ ไป ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับรถเข็นดีเส้นปูนขาว และพฤติกรรมในการทำงาน

3.1.1.3 ศึกษาจากอุปกรณ์ของจริง การดำเนินงานจากการศึกษาของจริงนั้น ได้ทำการศึกษาถึงลักษณะของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ซึ่งมีอยู่หลาย ๆ รูปแบบด้วยกัน

3.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

3.2.1 ข้อมูลจากบุคคลทั่วไป

3.2.2 ข้อมูลจากบุคคลที่มีความรู้เกี่ยวกับรถดีเส้นปูนขาว

- ข้อมูลจากศูนย์เยาวชนชนไทย-ญี่ปุ่น ดินแดง
- ข้อมูลจากการกีฬาแห่งประเทศไทย (กกท.)
- ข้อมูลจากสนามกีฬาสุขลาศัย
- ข้อมูลจากหนังสืออ้างอิง ได้แก่ วิทยานิพนธ์ นิตยสารการกีฬา ตำรา

เกี่ยวกับการกีฬาต่าง ๆ เอกสาร วารสาร หนังสือพิมพ์

3.3 ขั้นตอนการออกแบบ

ที่มาของความคิดในการออกแบบ ได้ศึกษาจากรูปแบบของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ตลอดจนถึงรถเข็นชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้วหลาย ๆ แบบ นำมาเปรียบเทียบวิเคราะห์ เพื่อที่

จะได้รูปแบบที่ดีที่สุดสำหรับการออกแบบ

การเลือกใช้วัสดุ วัสดุที่นำมาใช้ต้องมีความแข็งแรง ทนทานต่อแรงกด แรงบิด ได้ดี เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเบา วัสดุที่ได้นำมาเปรียบเทียบคือ วัสดุที่ใช้อยู่ทั่วไปได้แก่ เหล็ก อลูมิเนียม และพลาสติก

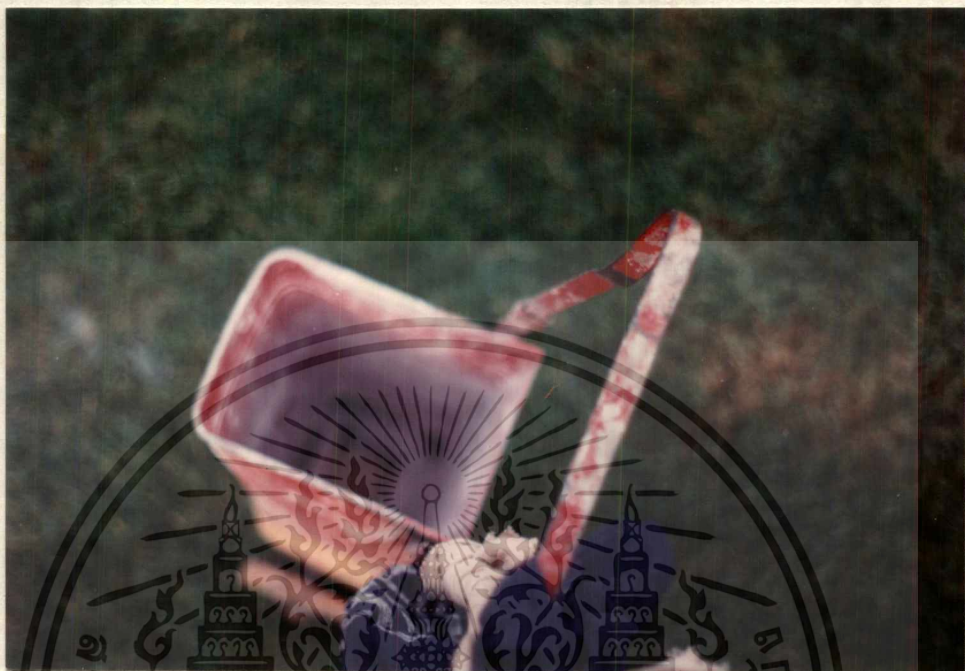
โครงสร้าง ที่ใช้สำหรับการออกแบบรถเข็นดีเส้นปูนขาว นั่นคือ โครงสร้างจะขึ้นอยู่กับโครงภายนอกของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ดังนั้น ในการออกแบบรถเข็นดีเส้นปูนขาว นั้นต้องคำนึงถึงส่วนนี้ด้วย

3.4 วิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการแยกแยะข้อมูลจัดลำดับความสำคัญ เพื่อเป็นการนำประเมินค่าและการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป ในบางครั้งอาจจะตัดสินใจในการใช้เทคนิคและวิธีการ แต่บางครั้งไม่อาจจะตัดสินใจในวิชาการนั้น ๆ ได้ ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์หลาย ๆ ระบบและเกี่ยวข้องตามแต่มุมมองนั้นไปตามมากน้อย การเปรียบเทียบจะเปรียบเทียบตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป

3.5 ข้อมูลเกี่ยวกับส่วนประกอบอื่นของรถเข็นดีเส้นปูนขาว

3.5.1 มีอจิบ สำหรับรถเข็นดีเส้นปูนขาวแต่ละแบบขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งานตามสภาพและประโยชน์ใช้สอย หลักของรถเข็นดีเส้นปูนขาวชนิดนั้น ๆ สามารถแจกแจงได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 70 แสดงมือจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 2 ล้อ

วัสดุ 1. มือจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 2 ล้อ เป็นเหล็กแบบขนาด 1 ซม. หน้า 2 มม. ใช้วิธีการตัดโค้งเป็นรูปตัว U แล้วพ่นสีทับด้วยสีแดง มีความสูงจากตัว BODY อยู่ 1 ซม. สำหรับตัวมือจับมีความยาว 1 ซม.

ข้อดี

1. กรรรมวิธีสะดวก รวดเร็ว
2. มีต้นทุนต่ำ
3. มีน้ำหนักเบา
4. สามารถที่จะพบเก็บได้

ข้อเสีย

1. ไม่มีความคล่องตัวในการจับ
2. มือจับไม่มีวัสดุหุ้ม เพื่อป้องกันการเจ็บมือเวลาใช้งาน
3. ไม่สามารถที่จะรับน้ำหนักได้มาก

4. การบังคับทิศทางไม่ค่อยสะดวก
5. ไม่มี texture เพื่อป้องกันการลื่นเวลาใช้งาน
6. เมื่อเทียบกับ ergonomic แล้ว ความสูงของมือจับมีขนาดต่ำเกินไป



ภาพที่ 71 แสดงมือจับรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ

2. มือจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ

วัสดุ เป็นท่อเหล็กกลมกลวง 2 เส้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ซม. ตัดโค้ง

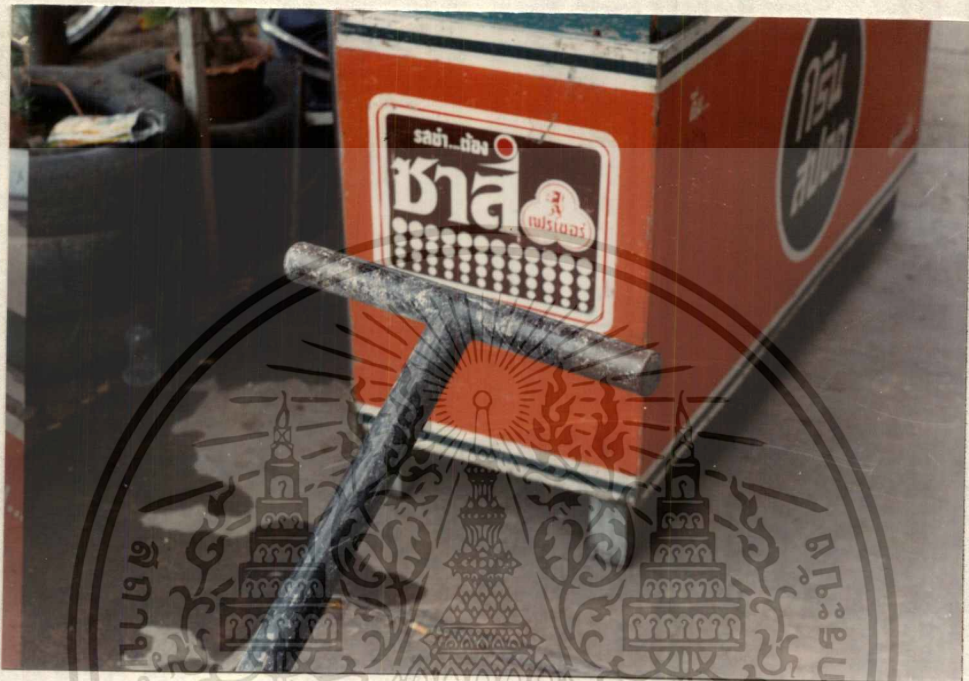
เป็นรูปตัว L ปลายสุดมียางหุ้มกันกระแทก สูงจากพื้น 80 ซม. มือจับมีขนาด 16 ซม. แล้วนำท่อเหล็กมาเชื่อมให้ติดกัน ต่อจากนั้นพ่นสีทับด้วยสีเขียว

ข้อดี

1. กรรมวิธีการผลิตไม่ยุ่งยาก
2. มีความคล่องตัวในการจับ
3. เป็นท่อเหล็กกลมกลวง ไม่เกิดการเจ็บมือเมื่อเวลาใช้งาน
4. มียางหุ้มกันการกระแทกของปลายมือจับ

ข้อเสีย

1. ไม่มี texture เพื่อป้องกันการลื่นเวลาใช้งาน
2. มีต้นทุนและกรรมวิธีการผลิตสูง



ภาพที่ 72 แสดงมือจับรถเข็นเตเส้นปูนขาว ชนิด 4 ล้อ

3. รถเข็นเตเส้นปูนขาว ชนิด 4 ล้อ

วัสดุ เป็นเหล็กกลมกลวง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ซม. ใช้วิธีการตัดและ

เชื่อมเป็นตัว T ใช้แผ่นเหล็กเชื่อมบิดด้านปลายของมือจับแล้วพินลึกับ มือจับมีขนาด 22 ซม.

มือจับ มีความสูงจากพื้น 86 ซม.

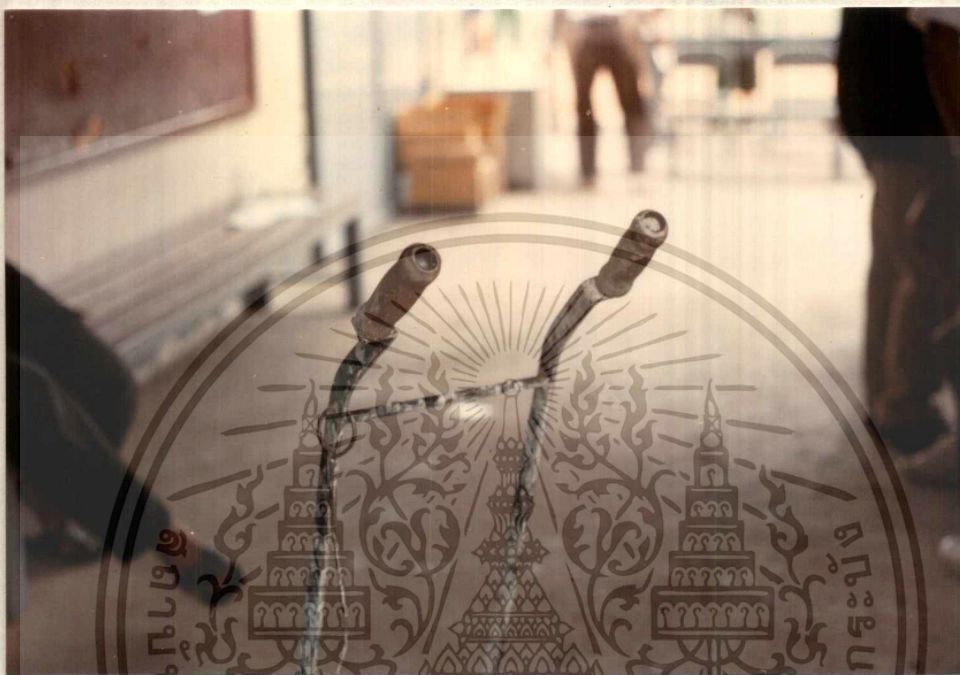
ข้อดี

1. กรรมวิธีการผลิตสะดวก รวดเร็ว
2. มีความคงทนและสามารถรับน้ำหนักได้มากกว่า
3. สามารถบังคับทิศทางได้สะดวก รวดเร็ว
4. มีความเหมาะสมในการใช้งาน

ข้อเสีย

1. ไม่มี texture ช่วยในการจับเพื่อป้องกันการลื่น

2. ไม่มีความสะดวกสบายในการเซ็น



ภาพที่ 73 แสดงมือจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิดน้ำ

4. รถเข็นดีเส้นปูนขาวชนิดน้ำ

วัสดุ เป็นเหล็กกลมกลวง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. 2 เส้น ใช้วิธีการวัดจากส่วนล่างให้แบน ส่วนตรงมือจับให้เป็นเหล็กกลมกลวง มีขนาด 10 ซม. มีเหล็กเชื่อมเป็นคานเพื่อรับแรงขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ซม. แล้วพันสีทับด้วยสีขาว มือจับมีความสูงจากพื้น 90 ซม.

ข้อดี

1. มีความคงทน และสามารถรับน้ำหนักได้ดี
2. สามารถบังคับทิศทางได้สะดวก

ข้อเสีย

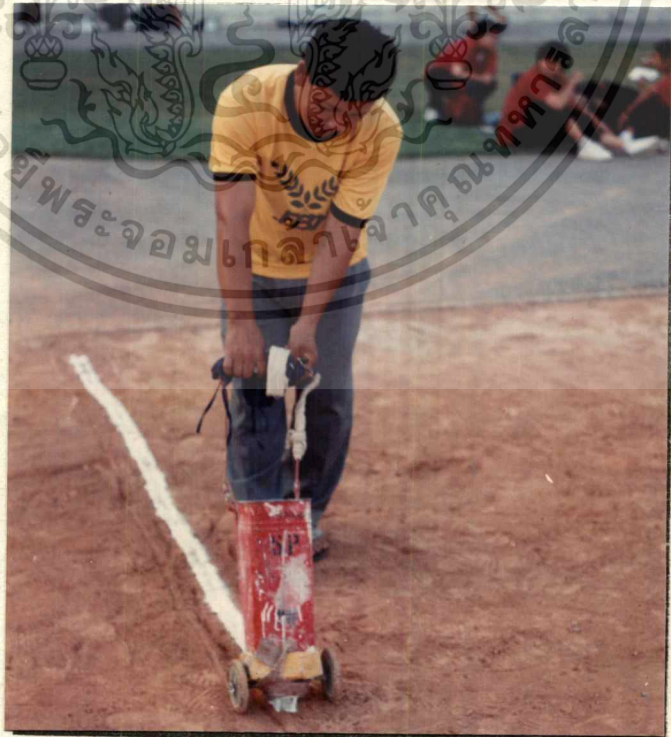
1. ไม่มีความสะดวกสบายในการเซ็น

2. กรรมวิธีการผลิตยุ่งยากกว่ารถเข็นชนิดอื่น ๆ
 3. ไม่มี texture เพื่อป้องกันการลื่นในขณะใช้งาน
- สรุป มือจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาวมีทั้งหมด 4 ชนิดคือ
1. รถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 2 ล้อ
 2. รถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ
 3. รถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 4 ล้อ
 4. รถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิดน้ำ

3.5.2 ลักษณะการจับเข็น

ลักษณะการจับเข็นของรถดีเส้นปูนขาวแต่ละลักษณะขึ้นอยู่กับความเหมาะสม และสอดคล้องกับพฤติกรรมในการใช้งาน และประโยชน์ใช้สอย หลักของรถเข็นดีเส้นปูนขาวชนิดนั้น ๆ สามารถแจกแจงได้ดังนี้คือ

1. ลักษณะการจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาวชนิดแห้ง เป็นลักษณะการจับแบบคว่ำมือ แล้วออกแรงเข็นรถไปข้างหน้า



ภาพที่ 74. แสดงลักษณะการจับเข็นของรถเข็นชนิดแห้ง

ข้อดี

1. มีความสะดวกสบายในการเข็น
2. สอดคล้องกับพฤติกรรมในการเข็น
3. สามารถบังคับทิศทางได้ง่าย
4. สามารถผ่อนแรงในการเข็นได้

ข้อเสีย

1. ลักษณะการยก จะต้องใช้แรงมากกว่า
2. ลักษณะการจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาวชนิดน้ำ ลักษณะการจับเป็นการจับ

แบบหงายมือจับในด้านข้าง



ภาพที่ 75 แสดงลักษณะการจับของรถเข็นชนิดน้ำ

ข้อดี

1. ลักษณะในการยกจะใช้แรงน้อยกว่า
2. สามารถผ่อนแรงในการเข็นได้
3. สามารถบังคับทิศทางได้ง่าย
4. สอดคล้องกับพฤติกรรมในการเข็น

ข้อเสีย

1. ในการเข็นจะใช้แรงมากกว่า

สรุป ลักษณะการจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาว มีอยู่ 2 ลักษณะ

1. ลักษณะการจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิดแห้ง
2. ลักษณะการจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิดน้ำ

3.5.3 ลักษณะของล้อ

ล้อเป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของรถเข็น โดยล้อจะทำหน้าที่รับน้ำหนักทั้งหมดจากตัวรถเข็น ทั้งน้ำหนักและน้ำหนักสัมภาระ ล้อแต่ละแบบขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งาน ตามสภาพและประโยชน์ใช้สอยหลักของรถเข็นดีเส้นปูนขาวชนิดนั้น ๆ สามารถที่จะแจกแจงได้ดังต่อไปนี้

1. ล้อเหล็ก

แบบแกนล้อ ไม่มีดลับลูกปืน ใช้สำหรับล้อของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ และ 4 ล้อ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 มม. หน้ากว้าง 5.7 มม. ความหนาของขอบล้อ 3 มม. มี texture ของหน้าล้อเป็นลายขีดยาวตามล้อความห่างระหว่างเส้น 0.5 มม. เส้นมีขนาด 1 มม. ชีของล้อเป็นลักษณะลายกงจักรมี 4 ชีด้วยกัน การประกอบเข้ากับแกนล้อ โดยการยึดสกรูขนาด 6 หน้เข้ากับแกนล้อ



ภาพที่ 76 แสดงลักษณะของล้อรถเข็นชนิด 4 ล้อ

ข้อดี

1. ราคาถูก
2. กรรมวิธีการผลิตง่าย
3. อายุการใช้งานมากกว่า

ข้อเสีย

1. ไม่มีความคล่องตัวในการเข็น
2. การบังคับทิศทางไม่สะดวก
3. การผ่อนแรงในขณะเข็นมีน้อย
4. ล้อสามารถติดหล่มได้ขณะเข็น
5. โคลนสามารถติดหน้าล้อได้ง่าย ทำให้ประสิทธิภาพในการเคลื่อนตัวน้อยลง
6. การบำรุงรักษายาก

2. ล้อยางของรถเข็น ชนิด 2 ล้อ

เป็นล้อยางตัน ยางจะสวมอยู่รอบแกนเหล็กที่แกนล้อจะมีตลับลูกปืนใช้กับรถเข็น

ชนิด 2 ล้อ ล้อชนิดนี้จะไม่มีซี่ล้อเป็นแผ่นเหล็กฟันสีดำทับ เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. หน้าล้อกว้าง 1.2 ซม. ขอบยางหนา 1.3 มม. ยางไม่มี texture การประกอบเข้ากับแกนล้อ โดยการใช้นอตหมุนเข้ากับแกนล้อ โดยมีแหวนรองอีกที่



ภาพที่ 77 แสดงลักษณะของล้อรถเข็น ชนิด 2 ล้อ

ข้อดี

1. กรรมวิธีการผลิตง่าย รวดเร็ว
2. การติดหล่มของล้อไม่ค่อยมี
3. สามารถรับแรงสั่นสะเทือนได้ดีกว่า
4. มีความคล่องตัวในการเลี้ยวมากกว่า
5. โคลนไม่สามารถติดล้อได้
6. การบำรุงรักษาง่ายกว่า

ข้อเสี่ย

1. กรรมวิธีการผลิตต้นทุนสูง
2. อายุการใช้งานน้อยกว่า

3. ล้อยางของรถเข็น ชนิด 3 ล้อ

เป็นล้อยางตัน ยางจะสวมอยู่รอบแกนเหล็ก ที่แกนล้อจะมีตลับลูกปืน ใช้กับรถเข็น ชนิด 3 ล้อ ล้อชนิดนี้จะไม่มีซี่ล้อเป็นแผ่นเหล็กเจาะให้เป็นรู มีทั้งหมด 5 รูด้วยกัน แล้วพ่นสีดำทับ เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อ 24 ซม. หน้าล้อกว้าง 5 ซม. ขอบยางหนา 4 ซม. ยางมี texture เป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสทั้งสองข้าง ดอกยางมีความลึก 8 มม. การประกอบเข้ากับแกนล้อ โดยการใช้นอตหมุนเข้ากับแกนล้อ โดยมีแหวนรองอีกที่เช่นเดียวกับรถเข็น 2 ล้อ



ภาพที่ 78 แสดงลักษณะของล้อชนิด 3 ล้อ

ข้อดี

1. กรรมวิธีการผลิตง่าย รวดเร็ว
2. การติดหล่มของล้อไม่มี
3. สามารถรับแรงสะเทือนได้ดีกว่า
4. มีความคล่องตัวในการเลี้ยวมากกว่า
5. โคลนไม่สามารถติดล้อได้
6. มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการเข็นบนพื้นผิวเรียบทั้งที่เป็นหญ้าและดิน
7. การบำรุงรักษาง่าย

ข้อเสีย

1. กรรมวิธีการผลิตต้นทุนสูง
2. การบำรุงรักษาง่ายกว่าล้อเหล็ก

สรุป ลักษณะของล้อมีอยู่ 3 ชนิดดังนี้

1. ล้อเหล็ก
2. ล้อยางของรถเข็น ชนิด 2 ล้อ
3. ล้อยางของรถเข็น ชนิด 3 ล้อ

3.5.4 ถังบรรจุปูนขาว

ถังบรรจุปูนขาวจัดเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุด สำหรับรถเข็นตีเส้นปูนขาว

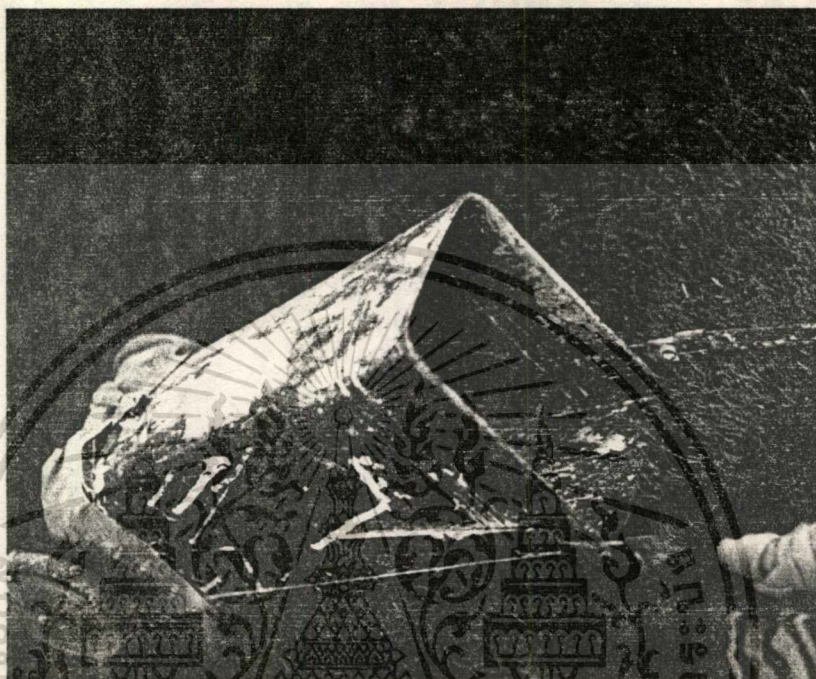
โดยจะทำหน้าที่บรรจุปูนขาว สำหรับตั้งแต่แบบนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งานตามสภาพและประโยชน์ใช้สอยของรถเข็นตีเส้นปูนขาวชนิดนั้น ๆ สามารถแจกแจงได้ดังต่อไปนี้

1. ถังบรรจุปูนขาวของรถเข็นตีเส้นปูนขาว ชนิด 2 ล้อ

วัสดุ เป็นวัสดุแผ่นเหล็กหนา 2 มม. ใช้วิธีการพับขึ้นรูปใช้วิธีการเชื่อมบ่ม

ปลายถังด้านบนจะพับขอบไว้ เพื่อความแข็งแรงและป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ รูปทรงของถังจะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม ขนาดกว้าง 9 ซม. ยาว 13 ซม. สูง 40 ซม. ส่วนด้านล่างมีความกว้าง 4.5 ซม. ซึ่งมีปริมาตร 3,500 ลบ.ซม. แล้วทำการพ่นสีแดงทับ สำหรับแผ่น

เหล็กที่ใช้ประกอบมีแผ่นเหล็กอยู่ 2 แผ่น สามารถบรรจุปูนขาวได้ 1 ถุง มีความสูงจากพื้นถึงขอบ 43 ซม.



ภาพที่ 79 แสดงลักษณะของตมบรรจุปูนขาว ชนิด 2 ลือ

ข้อดี

1. กรรมวิธีการผลิตง่าย
2. มีความแข็งแรงทนทาน
3. ไม่เป็นมันวาว
4. น้ำหนักเบา
5. ราคาถูก
6. สามารถใช้หลักแรงโน้มถ่วงตีกว่า

ข้อเสีย

1. ไม่ทนกรดและด่าง
2. มีขนาดเล็ก ซึ่งปริมาตรการบรรจุปูนไม่เหมาะสม

2. ถังบรรจุปูนขาวของรถเข็นดีแล้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ

วัสดุ เป็นเหล็กแผ่นหนา 3 มม. แล้วพับขึ้นรูปใช้วิธีการเชื่อมเป็นจุดปลายถึงจะนำเหล็กแผ่นที่มีความหนา 3 มม. ขนาด 3 ซม. มาเชื่อมไว้ทั้ง 2 ด้าน เพื่อเป็นการสร้างความแข็งแรง รูปทรงของตัวถังจะเป็นทรงสี่เหลี่ยมมีด้านล่างแคบลง ขนาดกว้าง 26 ซม. ยาว 42 ซม. สูง 34 ซม. ส่วนด้านล่างมีความกว้าง 22 ซม. ซึ่งมีปริมาตร 23,000 ลบ.ซม.แล้วทำการพ่นสีเขียวทึบ สำหรับแผ่นเหล็กที่ใช้ประกอบมีแผ่นเหล็กอยู่ 4 แผ่น สามารถบรรจุปูนขาวได้ 3 ถุง มีความสูงจากพื้นถึงขอบ 52 ซม.



ภาพที่ 80 แสดงลักษณะของถังบรรจุปูนขาวชนิด 3 ล้อ

ข้อดี

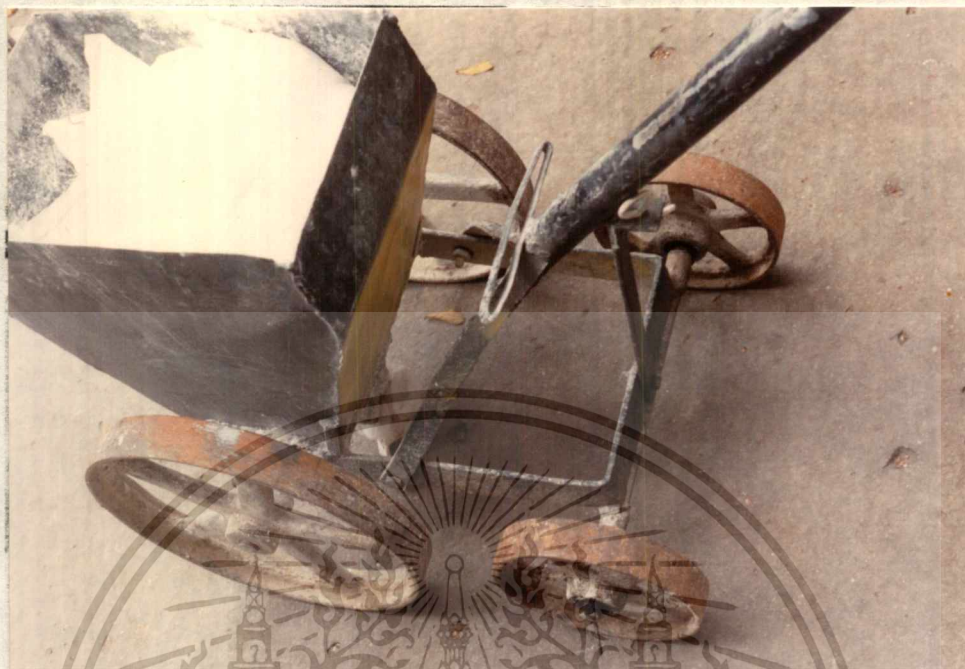
1. กรรมวิธีการผลิตง่าย
2. มีความแข็งแรงทนทาน
3. ไม่เป็นมันวาว
4. ราคาถูก
5. มีขนาดที่เหมาะสม

ข้อเสีย

1. ไม่ทนกรดและด่าง
2. การบำรุงรักษามาก
3. มีเหลี่ยมมุมที่แหลมคม
4. ใช้หลักแรงโน้มถ่วงโลกบังคับให้ปูนขาวไหลลงได้น้อยกว่า

3. ถังบรรจุปูนขาวของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 4 ล้อ

วัสดุ เป็นเหล็กแผ่นหนา 3 มม. แล้วพับขึ้นรูป ใช้วิธีการเชื่อมเป็นจุดปลายถึงจะนำเหล็กแผ่นที่มีความหนา 3 มม. ขนาด 3 ซม. มาเชื่อมไว้ทั้ง 4 ด้าน เพื่อสร้างความแข็งแรง รูปทรงของตัวถังจะเป็นทรงสี่เหลี่ยม ขนาดกว้าง 26 ซม. ยาว 40 ซม. สูง 40 ซม. ส่วนด้านล่างมีความกว้าง 24 ซม. ซึ่งมีปริมาตร 33,000 ลบ.ซม. แล้งทำการพ่นสีเขียวทับ สำหรับแผ่นเหล็กที่ประกอบกันมี 4 แผ่น สามารถบรรจุปูนขาวได้ 3 ถุง มีความสูงจากพื้นถึงขอบ 34 ซม.



ภาพที่ 81 แสดงลักษณะของถึงบรรจุนชาวของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 4 ล้อ

ข้อดี

1. กรรมวิธีการผลิตง่าย
2. มีความแข็งแรงทนทาน
3. ไม่เป็นมันวาว
4. นำหนักเบา
5. ราคาถูก
6. มีขนาดที่เหมาะสม

ข้อเสีย

1. มีความทนกรด ทนด่างน้อยกว่า
2. การบำรุงรักษามากกว่า
3. มีเหลี่ยมมุมที่แหลมคม
4. ใช้หลักแรงโน้มถ่วง โลกบังคับให้ปูนขาวไหลลงได้น้อยกว่า

สรุป ลักษณะถึงบรรจุนชาว มี 3 ลักษณะดังนี้คือ

1. ถึงบรรจุนชาวของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 2 ล้อ

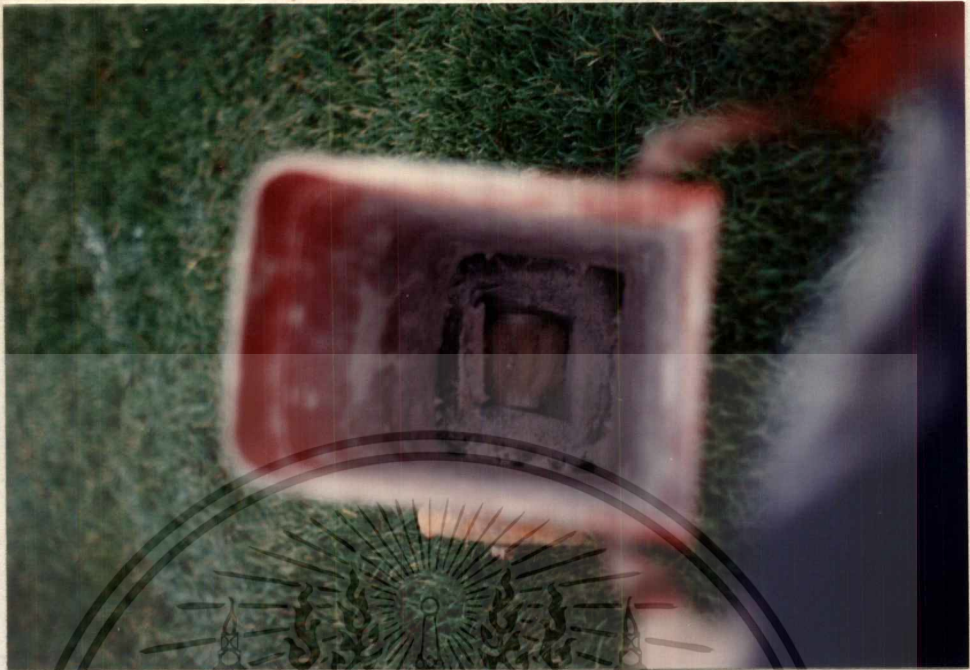
2. ถังบรรจุปูนขาวของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ
3. ถังบรรจุปูนขาวของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 4 ล้อ

3.5.5 รูปแบบระบบ MACHANIC

ลักษณะระบบ MACHANIC ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญส่วนหนึ่งของรถดีเส้นปูนขาว โดยจะทำหน้าที่ขับปูนขาวออกจากถังบรรจุปูนขาว ซึ่งลักษณะแต่ละแบบขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งาน ตามสภาพและประโยชน์ใช้สอยหลักของรถเข็นดีเส้นปูนขาวชนิดนั้น ๆ สามารถแจกแจงได้ดังนี้

1. รูปแบบระบบ MACHANIC รถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 2 ล้อ

วัสดุ เป็นแกเหล็กมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 ซม. ยาว 22 ซม. ตรงปลายเป็นเกลียวสำหรับหมอนนอตตอนประกอบล้อตอนท้าย เกลียวมีความยาว 2 ซม. ตรงกลางมีเส้นลวด ขนาด 0.5 มม. ยาว 5 ซม. กรรมวิธีการผลิตถูกยทหารฝังเส้นลวดเข้าไปในแกนเหล็ก ความยาวของแกนเส้นลวดมีความยาว 15 ซม. การไหลของปูนขาวใน 1 ตารางนิ้ว มีปริมาตร 4 ลบ.ซม.



ภาพที่ 82 แสดงลักษณะของ MACHANIC ชนิด 2 ล้อ

ข้อดี

1. สามารถบังคับให้ปูนขาวไหลได้โดยละเอียด มีความสม่ำเสมอ
2. สามารถผ่อนแรงในการเข็นได้
3. สามารถที่จะตีแม่ปูนขาวที่จับตัวกันเป็นก้อนให้กระจายได้
4. ตัวแกนหมุนมีน้ำหนักเบา

ข้อเสีย

1. กรรมวิธีในการผลิตยุ่งยากกว่า
2. มีราคาที่สูงกว่า

2. รูปแบบระบบ MACHANIC รถเข็นตีเส้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ และ 4 ล้อ

วัสดุ เป็นแกนเหล็ก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. ลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 2.5 ซม. ยาว 20 ซม. หนา 5 มม. นำแผ่นเหล็ก จำนวน 3 ชิ้น มาเชื่อมติดเข้ากับแกนเหล็กเป็นใบพัด เพื่อที่จะได้หมุนแล้วบังคับให้ปูนขาวไหลออกจากถัง การประกอบเข้ากับแกนล้อ ด้วยการใช้นอต 6 ทุน จากแกน MACHANIC ไปหาแกนล้อ จำนวน 2 ตัว



ภาพที่ 83 แสดงลักษณะ MACHANIC รถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ และ 4 ล้อ

ชนิด

1. กรรมวิธีที่สร้างล้อ
2. กรรมวิธีที่สร้างล้อที่มีราคาถูกลง

ชนิดอื่น

1. ไม่สามารถบังคับให้ปูนขาวไหลลงได้โดยสะดวกและสม่ำเสมอ
2. ไม่ลดแรงในการเข็น
3. ไม่สามารถที่จะดีเส้นปูนขาวที่ติดเป็นก้อน ให้กระจายได้
4. ตัวไปพัดจะมีน้ำหนักเบา

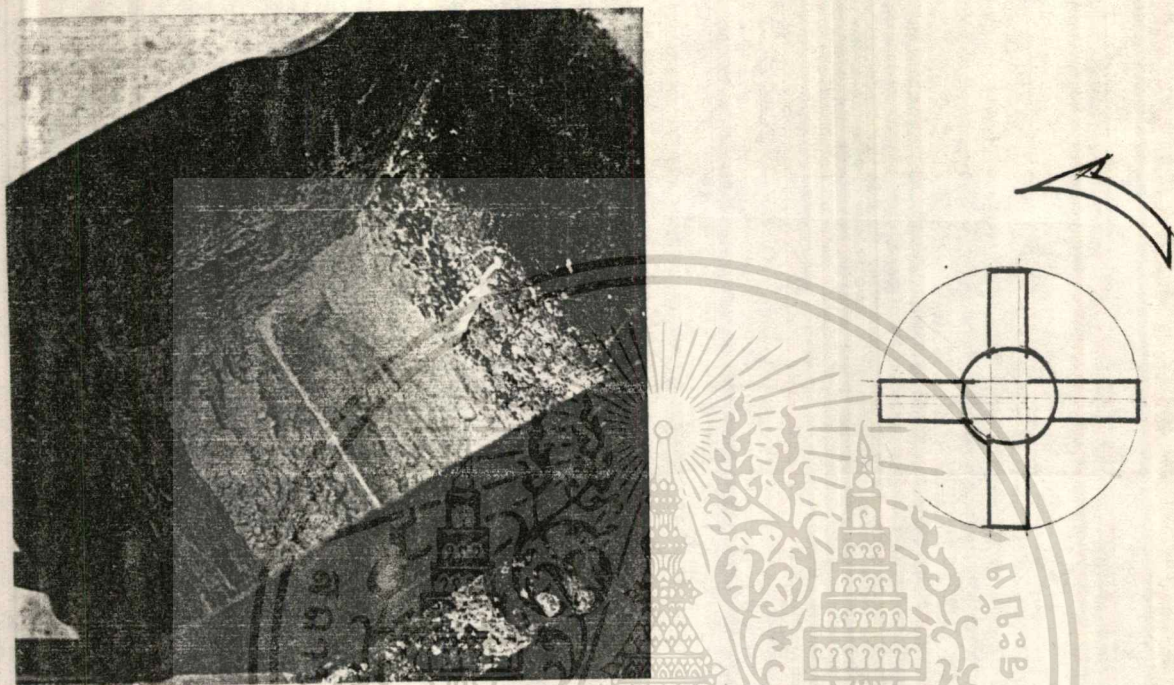
สรุป รูปแบบระบบ MACHANIC มี 2 รูปแบบดังนี้คือ

1. รูปแบบระบบ MACHANIC รถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 2 ล้อ
2. รูปแบบระบบ MACHANIC รถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ และ 4 ล้อ

3.5.6 ลักษณะของการทำงาน MACHANIC

ลักษณะของการทำงาน MACHANIC สำหรับรถเข็นดีเส้นปูนขาวนั้น มีความสำคัญมากสำหรับรถเข็นดีเส้นปูนขาว ดังนั้นลักษณะของการทำงาน MACHANIC มีดังนี้

การหมุนของ ใบพัดจะหมุน ไปในแนวทางขนานกับแนวการหมุนของแกนล้อ ซึ่งผู้
 เข็นจะเดินไปข้าง จะ เป็นการหมุนทวนเข็มนาฬิกา



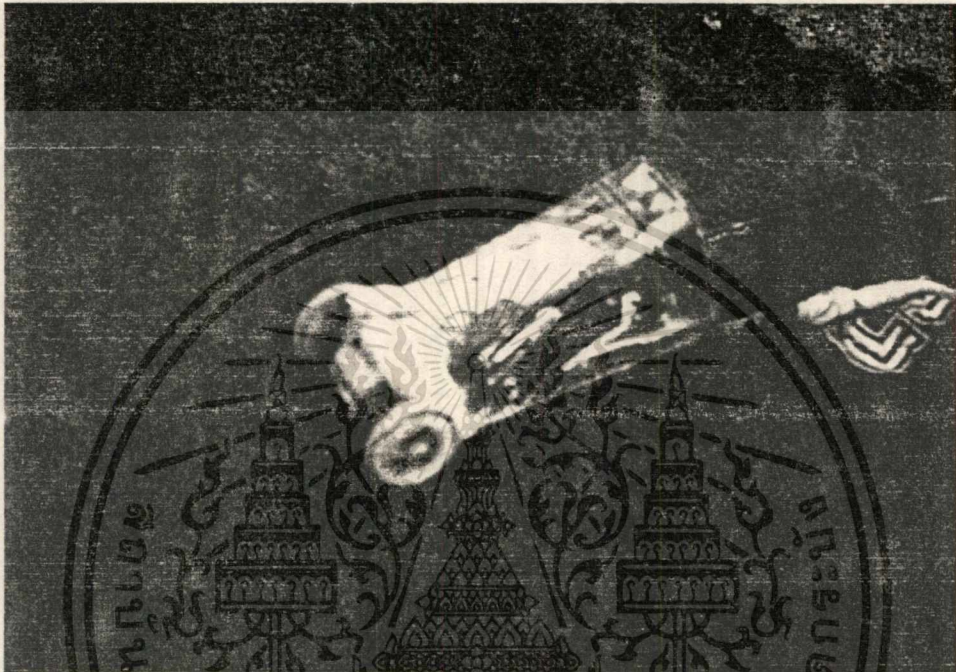
ภาพที่ 84 แสดงลักษณะของการทำงาน MACHANIC

3.5.7 รูปแบบโครงสร้าง

โครงสร้างเปรียบเสมือนกระดูก โครงสร้างหลัก โดยมีส่วนประกอบอื่น ๆ เป็น
 ตันว่า ส่วนปิดหุ้มทับตักแต่ง เพื่อให้การใช้เนื้อที่ภายในรถ. ชั้นนั้นสะดวกและความเหมาะสม
 ในการใช้งานตามสภาพและประโยชน์ใช้สอยหลักของรถ. ชั้นดีเส้นปูนขาวชนิดนั้น ๆ สามารถ
 ที่จะแจกแจงได้ดังนี้

1. โครงสร้างของรถเข็นดีเส้นพานขาว ชนิด 2 ล้อ

โครงสร้างของรถจะใช้ถังบรรจุปูนขาวเป็นโครงสร้างโดยตรง



ภาพที่ 85 แสดงลักษณะรูปแบบโครงสร้าง

ข้อดี

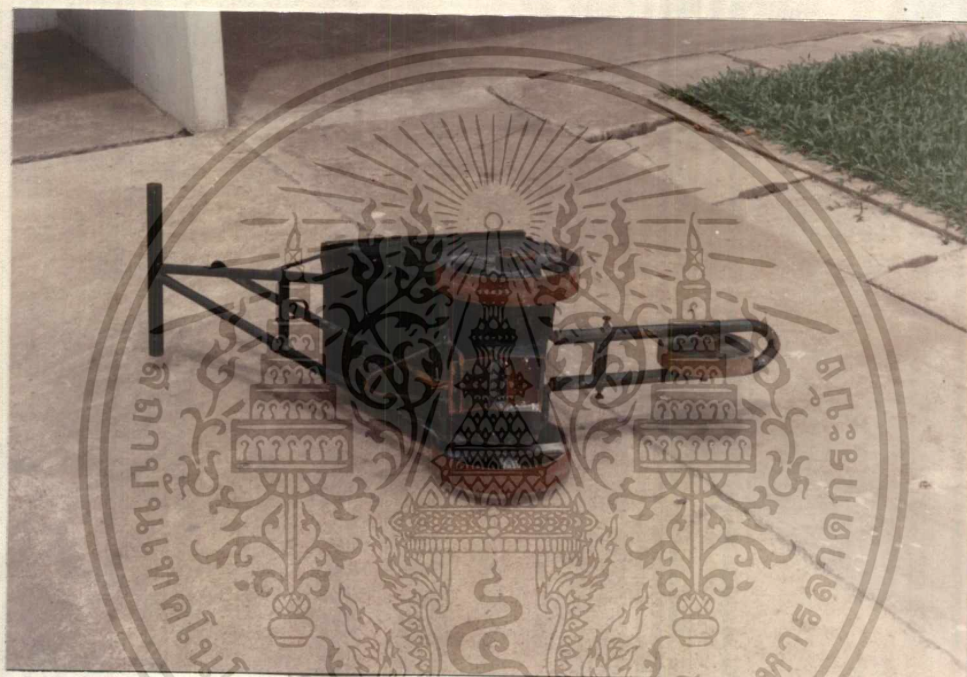
1. บำรุงรักษาง่าย
2. กรรมวิธีการผลิตสะดวกรวดเร็ว
3. มีน้ำหนักน้อย

ข้อเสีย

1. ไม่มีความแข็งแรง
2. โครงสร้างมีขนาดเล็กเกินไปไม่เหมาะสม

2. โครงสร้างของรถเข็นตีเส้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ

โครงสร้างจะใช้เหล็กกลมกลวงขนาด 6 หุน เป็นโครงสร้าง และใช้เหล็กตันขนาด 4 หุน ตัดโค้ง แล้วเชื่อมกับถังบรรจุปูนขาวในส่วนล้อเล็กที่ยื่นออกมาด้านหน้าสามารถที่จะพับเก็บได้



ภาพที่ 86 แสดงลักษณะ โครงสร้างของรถเข็นตีเส้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ

ข้อดี

1. ใช้เหล็กกลมกลวงมีราคาถูก
2. มีความแข็งแรง
3. ราคาถูก

ข้อเสีย

1. กรรมวิธีการผลิตยุ่งยาก
2. ต้องใช้เวลามากในการผลิต
3. มีน้ำหนักมาก

3. โครงสร้างของรถเข็นตีเส้นปูนขาว ชนิด 4 ล้อ

โครงสร้างจะใช้เหล็กแผ่นขนาด 4 ซม. เป็นโครงสร้างรับน้ำหนักด้านล่าง



ภาพที่ 87 แสดงลักษณะ โครงสร้างของรถเข็นตีเส้นปูนขาว ชนิด 4 ล้อ

ข้อดี

1. มีความแข็งแรง

ข้อเสีย

1. สิ้นเปลืองวัสดุมาก
2. กระบวนการผลิตยุ่งยาก
3. มีน้ำหนักมาก

สรุป รูปแบบโครงสร้างของรถเข็นตีเส้นปูนขาว มี 3 รูปแบบดังนี้

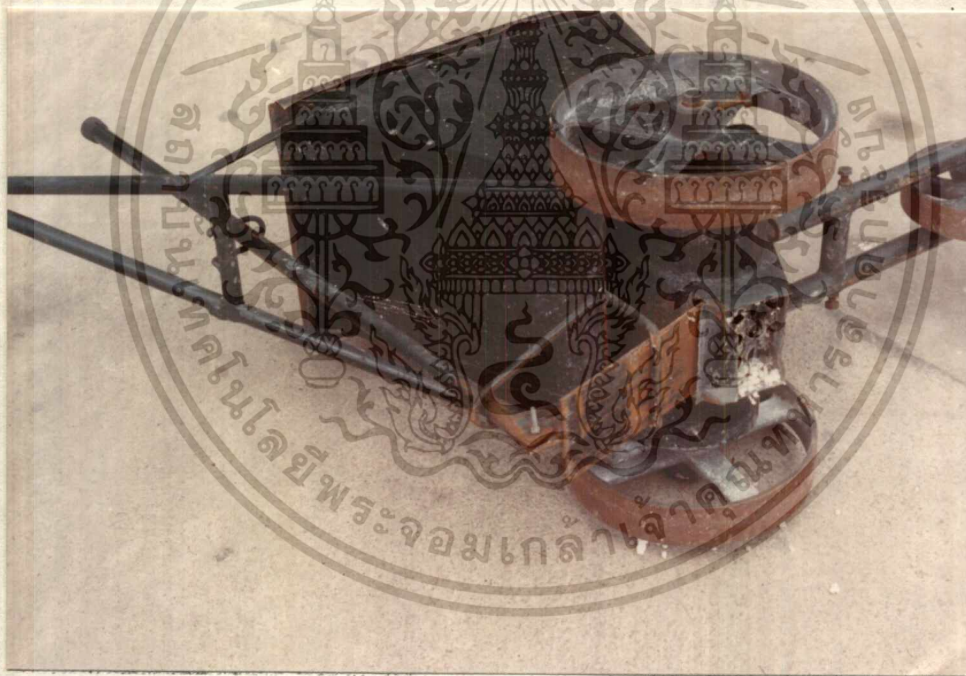
1. โครงสร้างของรถเข็นตีเส้นปูนขาว ชนิด 2 ล้อ
2. โครงสร้างของรถเข็นตีเส้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ
3. โครงสร้างของรถเข็นตีเส้นปูนขาว ชนิด 4 ล้อ

3.5.8 ตัวบิดการไหลของปูน

ตัวบิดการไหลของปูนขาวแต่ละแบบนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งานตามสภาพและประโยชน์ใช้สอยหลักของรถเข็นที่เส้นปูนขาว ชนิดนั้น ๆ สามารถแจกแจงได้ดังต่อไปนี้

1. ตัวบิดการไหลของปูนในรถเข็น 3 ล้อ และ 4 ล้อ

เป็นเหล็กแผ่นหนา 2 มม. เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด กว้าง 10 ซม. ยาว 20 ซม. เชื่อมกับเหล็กกลมกลวง ขนาด 2 มม. มีความยาว 65 ซม. การประกอบจะใช้เหล็กเส้นเชื่อมกับโครงสร้างเป็นตัวยึดให้อยู่



ภาพที่ 88 แสดงลักษณะตัวบิดการไหลของปูนขาวในรถเข็น 3 ล้อ และ 4 ล้อ

3.5.9 ฝาปิดของรถเข็นดีเส้นปูนขาว

ฝาปิดของรถเข็นดีเส้นปูนขาว จะทำหน้าที่ปิดถังบรรจุปูนขาว เพื่อไม่ให้ปูนโดน ความชื้น และเวลาใช้งานจะให้ปูนกระเด็นออกจากถังบรรจุปูนขาว สำหรับฝาดังนั้นจะมี ในรถเข็นชนิด 2 ล้อ กับ 4 ล้อ ฝาปิดจะเป็นแผ่นเหล็กมีความหนา 1 มม. ขนาดกว้าง 26.5 ซม. ยาว 4.5 ซม. สูง 1 ซม. ฝาปิดจะเป็นแผ่นเหล็กขึ้นเตี้ยวนับตามขอบ 1 ซม. ให้วิธีการเชื่อมส่วนมือจับของฝาปิดทำด้วยแผ่นเหล็กขนาดเดียวกันนับเป็นตัว U แล้วเชื่อม ติดกันเมื่อจับมีขนาด กว้าง 4 ซม. ยาว 10 ซม. สูง 5 ซม.



ภาพที่ 89 แสดงลักษณะฝาปิดของรถเข็นดีเส้นปูนขาว

ข้อดี

1. สะดวกในการผลิต
2. สามารถที่จะแยกออกจากตัวรถได้สะดวก
3. มีความเหมาะสมในพฤติกรรมการใช้งาน

ข้อเสีย

1. สามารถทำให้ฝาปิดเกิดการชำรุดเสียหายได้ ถ้าฝาปิดหลุดออกจากถัง

บรรจุปูนขาว

3.6 ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ประกอบในการทำงานที่ใช้ร่วมกับรถดีเซลปั่นขาว

อุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับรถ ดีเซลปั่นขาว มีดังนี้

1. เส้นเชือก ขนาด 1-2 หุน โดยทั่วไปจะเป็นเชือกพลาสติกสังเคราะห์

เพราะ

- มีความคงทนใช้ได้นานกว่าเชือกประเภทอื่น
- มีราคาที่ถูกกว่าเชือกประเภทอื่น ๆ

2. สมอบก โดยปกติทั่วไปใช้เป็นสมอบกที่ทำด้วยเหล็กมีลักษณะเป็นลิ่มปลายเรียวมน เพื่อสะดวกในการฝังดิน

ส่วนใหญ่เส้นเชือกมักจะถูกม้วนกันเป็นกลุ่มก้อน ซึ่งมักจะก่อให้เกิดปัญหาการพันกันเองเป็นการที่ไม่สะดวกสบายในการใช้งาน อีกทั้งยังไม่สามารถอำนวยความสะดวกในการดีเส้นตรง และเส้นโค้งได้ดี

การจัดเก็บก็มักจะวางเก็บไว้ในห้องเก็บอุปกรณ์ โดยขาดการเก็บไว้อย่างมีระเบียบ และการนำออกไปใช้งานค่อนข้างยุ่งยากในการใช้งาน

จึงเป็นการสมควรที่จะมีการออกแบบชุดอุปกรณ์ เพื่อให้ เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกสบาย อีกทั้งรูปแบบที่ทันสมัย เหมาะสมกับรถดีเซลปั่นขาว อีกด้วย

3.7 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้

การแบ่งประเภทของผู้ใช้ โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น

1. พนักงานประจำสนามต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะอยู่ในเกณฑ์ 20-40 ปี
2. อาจารย์พลศึกษาของ โรงเรียนต่าง ๆ ผู้ใช้ประเภทนี้มีเกณฑ์ที่จะใช้น้อยมาก โดยทั่วไปมักจะเป็นนักการ มีอายุระหว่าง 23-30 ปี

ภาระและหน้าที่ในส่วนของผู้ใช้

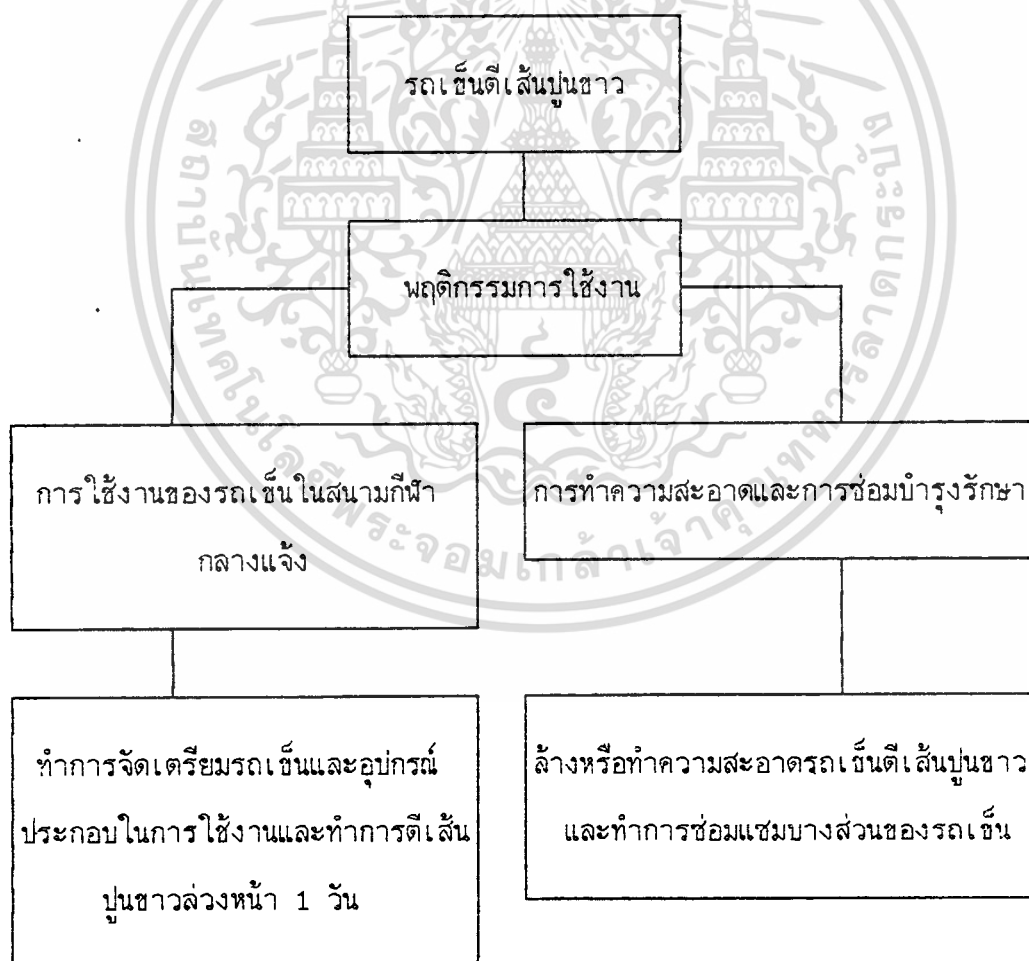
หน้าที่ความรับผิดชอบของพนักงานดีเซลปั่นขาวสนาม มักจะใช้งานดีเซลสนามกีฬาต่าง ๆ เพื่อเตรียมพร้อมสนามกีฬาประเภทต่าง ๆ ก่อนการแข่งขันหรือการซ้อมกีฬาประเภทนั้น ๆ ประมาณ 5-10 ชั่วโมง

3.7.1 พฤติกรรมในการใช้งานของรถเข็นดีเส้นปูนขาว

สนามกลางแจ้ง โดยทั่วไปก่อนที่จะทำการเล่นหรือการแข่งขัน จะต้องมีการใช้รถเข็นดีเส้นปูนขาว เพื่อทำการตีเส้นปูนขาวให้ได้ตามกติกาและมาตรฐานที่มีอยู่ บุคคลผู้จะใช้รถปูนขาว ได้แก่ พวกพนักงาน ผู้ดูแลสนาม และพวกภารโรง

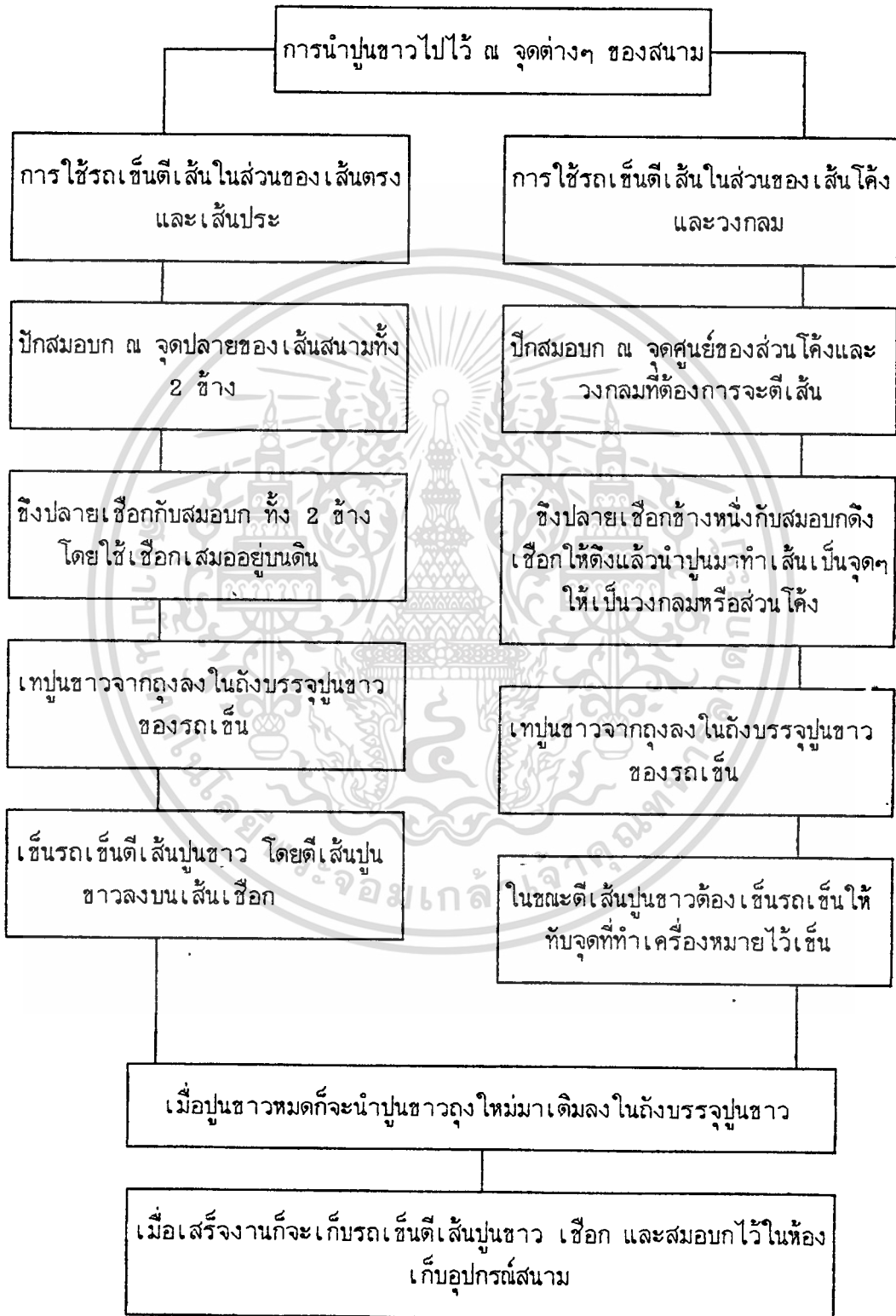
การใช้งานของรถเข็นดีเส้นปูนขาวในสนามกีฬากลางแจ้ง ได้แบ่งลักษณะการใช้งานออกเป็นหลักใหญ่ ๆ ดังนี้

1. การใช้งานของรถเข็นดีเส้นปูนขาวในสนามกีฬากลางแจ้ง
 2. การทำความสะอาดและการซ่อมบำรุงรักษา
- โดยสามารถจัดทำเป็นตารางดังนี้



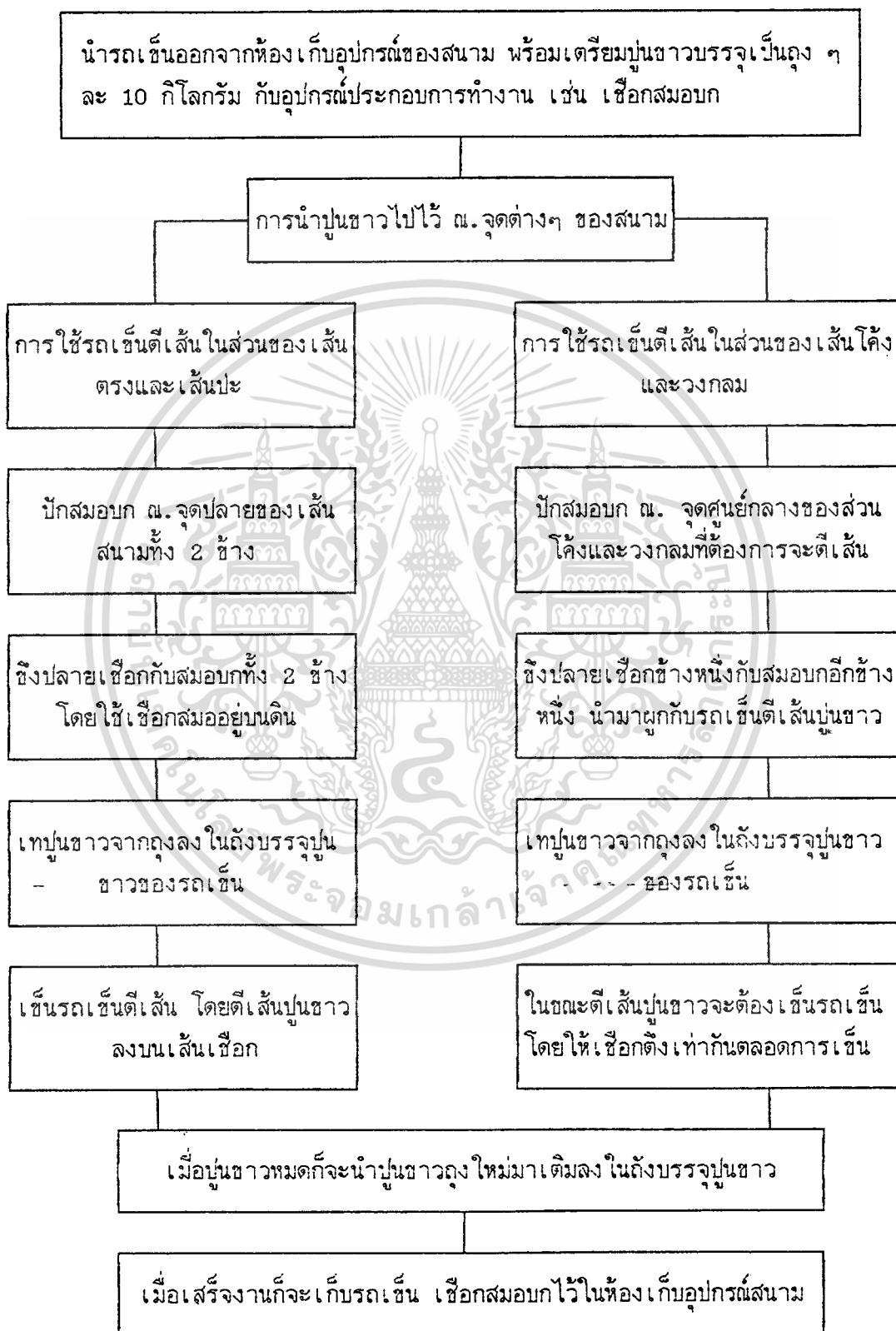
ตารางที่ 21 แสดงพฤติกรรมในการใช้งานของรถเข็นดีเส้นปูนขาว

3.7.2 พฤติกรรมการใช้งานของรถเข็นดีเส้นปูนขาวในสนามกีฬากลางแจ้ง
นำรถเข็นดีเส้นปูนขาวออกจากห้องเก็บอุปกรณ์ของสนามพร้อมเตรียมปูนขาวบรรจุ
เป็นถุง ๆ ละ 10 กก. กับอุปกรณ์ประกอบการทำงาน เช่น เชือก สมอบก



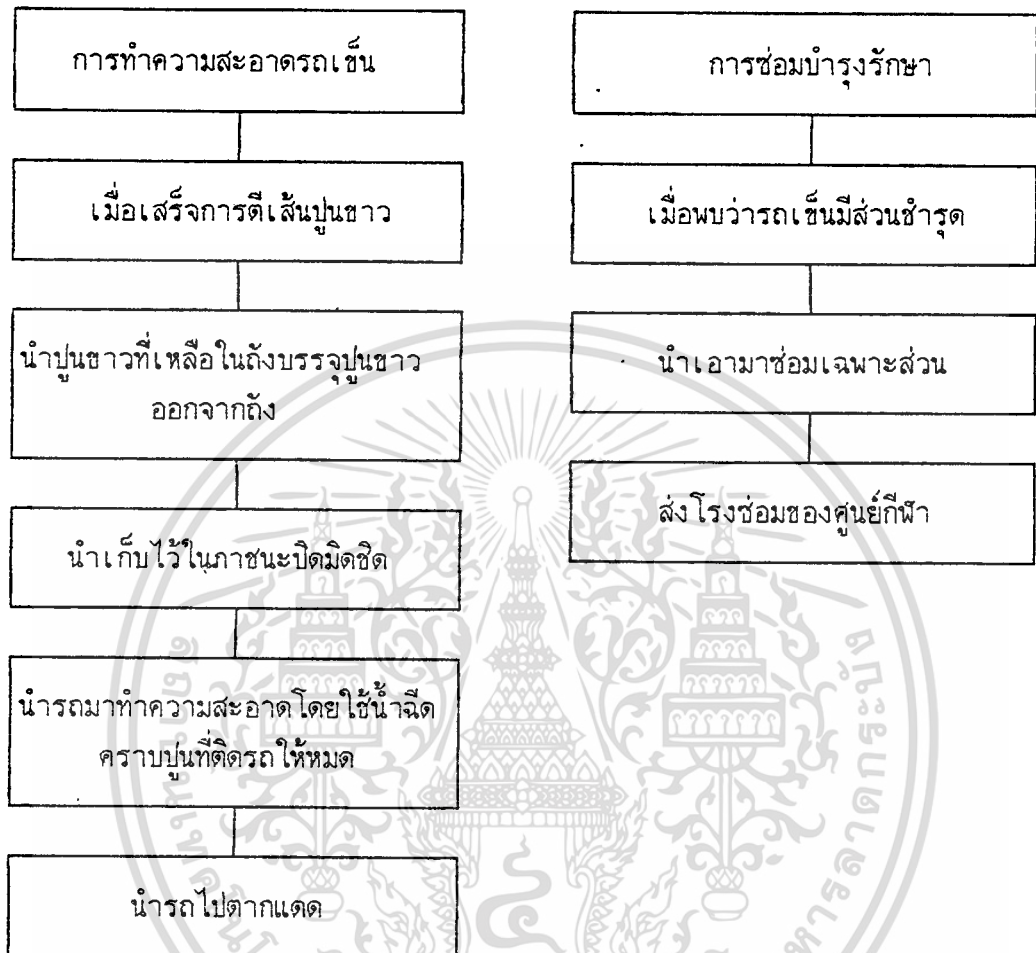
ตารางที่ 22 แสดงพฤติกรรมการใช้งานรถเข็นดีเส้นปูนขาวในสนามกีฬากลางแจ้ง

พฤติกรรมการใช้งานของรถเข็นดีเส้นปูนขาวในสนามกีฬากลางแจ้ง



ตารางที่ 23 แสดงพฤติกรรมการใช้งานของรถเข็นดีเส้นปูนขาวในสนามกีฬากลางแจ้ง

การทำความสะอาดและการซ่อมบำรุงรักษา



ตารางที่ 24 แสดงถึงการทำความสะอาดและการซ่อมบำรุงรักษา

3.7.3 การทำความสะอาดและการซ่อมบำรุงรักษา

การซ่อมบำรุงรักษาและการทำความสะอาด นั้นแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ

1. การซ่อมบำรุงรักษาและการทำความสะอาด หลังจากการใช้งานเสร็จเป็นครั้งแรก เมื่อผู้ใช้ใช้รถเข็นดีเส้นปูนขาวเสร็จแล้ว ก็นำมาล้างสิ่งสกปรกออก ถ้าปูนเหลืออยู่ในถังผู้ใช้มักปล่อยทิ้งไว้ เมื่อปูนขาวถูกทิ้งไว้นาน ๆ จะจับตัวเป็นก้อนและอุดตันต่อระบบ MACHANIC

2. การซ่อมบำรุงรักษาและการทำความสะอาด หลังจากมีส่วนหนึ่งส่วนใดชำรุด เมื่อผู้ใช้พบว่า รถเข็นดีเส้นปูนขาวนี้เกิดการชำรุดไม่มากก็จะต้องซ่อมแซมเอง แต่ถ้าชำรุดมากจะต้องส่ง โรงซ่อมของศูนย์กีฬานี้ ๆ

3.7.4 ราคาของรถเข็นดีเส้นปูนขาว

รถเข็นดีเส้นปูนขาวที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน มีราคาคันละ 2,300 - 3,850 บาท

3.7.5 การใช้รถเข็นดีเส้นปูนขาวกับอุปกรณ์ประกอบในการทำงาน

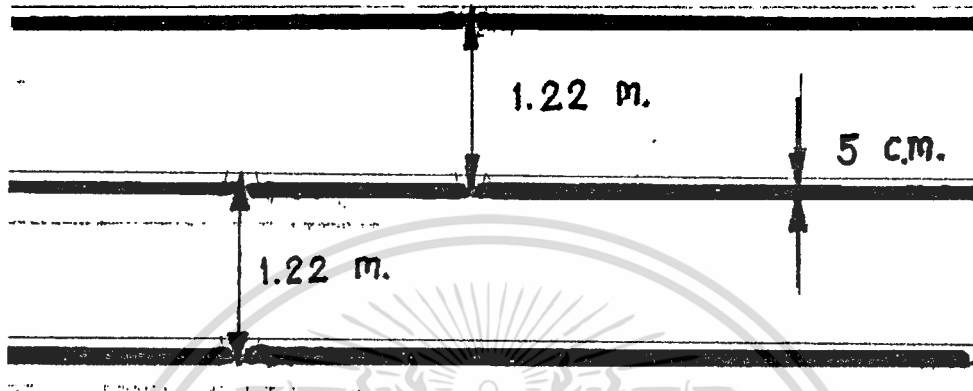
ในงานดีเส้นปูนขาวของสนามกีฬาต่าง ๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อประกอบการใช้งาน เช่น เชือก, สมอบก

3.8 ทางวิ่งและช่องวิ่ง

1. ทางยาวของทางวิ่งไม่ควรน้อยกว่า 400 เมตร (440 หลา) ความกว้างของทางวิ่งไม่ควรน้อยกว่า 7.32 เมตร (24 ฟุต) และถ้าเป็นไปได้ควรมีขอบทางวิ่งด้านในสุดทำด้วยซีเมนต์ ไม้ หรือวัสดุอื่น ๆ ที่เหมาะสมซึ่งมีขนาดสูง 50 มม. (2 นิ้ว) และกว้างไม่เกินกว่า 50 มม. (2 นิ้ว) ในกรณีที่ไม่สามารถจะทำขอบทางวิ่งด้านในสุดดังกล่าวได้ให้ทำเครื่องหมายเป็นเส้นที่มีความกว้าง 50 มม. (2 นิ้ว) ก็ได้

2. การวัดระยะความยาวของทางวิ่งโดยรอบ ต้องวัดห่างจากขอบทางวิ่งด้านใน ซึ่งทำด้วยวัสดุตามที่กล่าวมาแล้วเข้ามาในทางวิ่ง 0.30 เมตร (1 ฟุต) หากว่าไม่มีขอบทางวิ่งซึ่งทำด้วยวัสดุให้วัดห่างจากขอบเส้น ซึ่งทำเป็นขอบทางวิ่งด้านในเข้ามาในทางวิ่ง 0.20 เมตร (8 นิ้ว)

ความกว้างของเส้นแบ่งช่อง
ทางวิ่ง 50 มม.



ภาพที่ ๑๑ แสดงความกว้างของเส้นแบ่งช่องทางวิ่ง

3. ในการแข่งขัน ตั้งแต่ระยะทาง 400 เมตร (440 หลา) ลงมา ผู้เข้าแข่งขันแต่ละคนจะต้องวิ่ง ในช่องวิ่งของตนเอง ซึ่งมีความกว้างของช่องวิ่งอย่างน้อยที่สุด 1.22 เมตร (4 ฟุต) และอย่างมากที่สุดไม่เกิน 1.25 เมตร (4 ฟุต 1 1/4 นิ้ว) และมีความกว้างของเส้นแบ่งช่องทางวิ่งแต่ละเส้น 50 มม. (2 นิ้ว)
4. ทิศทางการวิ่ง ต้องวิ่ง โดยให้แขนซ้ายอยู่ด้านในลู่วิ่ง
5. ในการแข่งขันระหว่างประเทศทางวิ่งควรมีช่องทางวิ่งอย่างน้อยห้าช่องวิ่ง และถ้าเป็นไปได้ควรมีถึงแปดช่องวิ่ง เพื่อให้การแข่งขันสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
6. ความลาดของทางวิ่งทางด้านข้างจะมีได้ไม่เกิน 1:100 และความลาดของทิศทางการวิ่งจะมีได้ไม่เกิน 1:1000

การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ใช้งานของรถเข็นดีเส้นปูนขาว

3.8.1 ลักษณะทั่วไป

สถานที่ใช้งานสำหรับรถเข็นดีเส้นปูนขาว จะใช้สำหรับสนามกีฬากลางแจ้งเท่านั้น คือ ส่วนที่เป็นลู่วิ่ง จะเป็นลักษณะที่ราบ เป็นวงรี ล้อมรอบสนามฟุตบอล จะเป็นดินแดง ซึ่งผ่านการหมักกับเกลือแมกนีเซียมและผ่านการบดโดยรถบดมาแล้วให้แน่น

สภาพพื้นผิว

พื้นของสนามดินเป็นปัจจัยที่ควรคำนึงถึง เพราะพื้นเหล่านี้มีความสัมพันธ์โดยตรงต่อการใช้งาน ซึ่งจะมีผลต่อการออกแบบ การเลือกใช้ล้อที่เหมาะสมสำหรับพื้นในส่วนของดินนั้น ลักษณะทั่วไปจะเป็นผิวเรียบตามมาตรฐานกำหนดไว้ สนามดินให้ดินมีความยืดหยุ่น 5 เปอร์เซ็นต์ จากจำนวนหน้าดินทั้งหมด สนามอาจจะมีส่วนที่ขรุขระอยู่บ้าง ในกรณีที่หญ้ายังไม่ขึ้นสมบูรณ์และในส่วนที่เสียหาย ซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เนื่องจากสนามเป็นส่วนสาธารณะมีผู้มาใช้จำนวนมาก

สรุป

สภาพพื้นผิวของเส้นการใช้งานของรถเข็นส่วนใหญ่มีความราบเรียบตลอด ไม่มีส่วนยกกระดืบ แต่มีความลาดเอียงเล็กน้อย ส่วนในของสนามดินบางครั้งเมื่อฝนตกหรือรดน้ำมากเกินไป ทำให้สนามมีการขึ้น และได้ แต่อาจจะมีสภาพขรุขระบ้างจากการเสียหาย

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

12. การวิเคราะห์โครงสร้างของรถเข็น

โครงสร้างคือ สิ่งที่จัดสร้างขึ้นโดยการต่อรวมหน่วยต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้ทำหน้าที่อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง โดยมีการแบ่งเป็น

1. โครงสร้างแบบถอดประกอบได้
2. โครงสร้างแบบถอดประกอบไม่ได้

1. โครงสร้างแบบถอดประกอบได้	2. โครงสร้างแบบถอดประกอบไม่ได้
<p>ข้อดี</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง 2. ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ <p>ข้อเสีย</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. โครงสร้างลดความแข็งแรงลง 2. อายุการใช้งานลดลง 3. รับน้ำหนักได้ไม่มากนัก 4. กรรมวิธีการผลิตประกอบยุ่งยาก เสียเวลา 5. ราคาผลิตภัณฑ์จะสูงขึ้น 6. ต้องใช้วัสดุมากขึ้น เพิ่มความแข็งแรง น้ำหนักจึงเพิ่มขึ้น 	<p>ข้อดี</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. แข็งแรงทนทาน อายุการใช้งานนาน 2. สามารถรับน้ำหนักได้มากกว่า 3. การบำรุงรักษา ซ่อมแซมได้ง่าย 4. กรรมวิธีการผลิตประกอบง่าย 5. ราคาสูงกว่า 6. สามารถลดวัสดุให้น้อยลงแต่คงความแข็งแรง 7. เหมาะสมกับงานสมบุกสมบัน ไม่เหมาะสมและประหยัดเนื้อที่ในการขนส่งและการเก็บ <p>ข้อเสีย</p> <p>ไม่เหมาะสมและประหยัดเนื้อที่ในการขนส่งและการเก็บ</p>

สรุป การวิเคราะห์โครงสร้างของรถเข็น เป็นแบบโครงสร้างแบบถอดประกอบไม่ได้

13. การวิเคราะห์ขนาดของมือจับสำหรับรถเข็นดีเส้นปูนขาว

จากข้อมูลมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ระยะความกว้างของไหล่จะมีความกว้างโดยเฉลี่ยสูงสุด 43.83 ซม. ดังนั้นในการออกแบบ จึงควรให้มือจับสำหรับการเข็น มีความกว้างไม่น้อยกว่า 43.83 ซม. เพื่อให้สามารถทำการเข็นได้โดยสะดวก ส่วนความกว้างที่แท้จริงนั้น จะต้องขึ้นอยู่กับความกว้างของถึงบรรจุนุ่นขาวและลักษณะของ โครงสร้างของรถเข็นดีเส้นปูนขาว

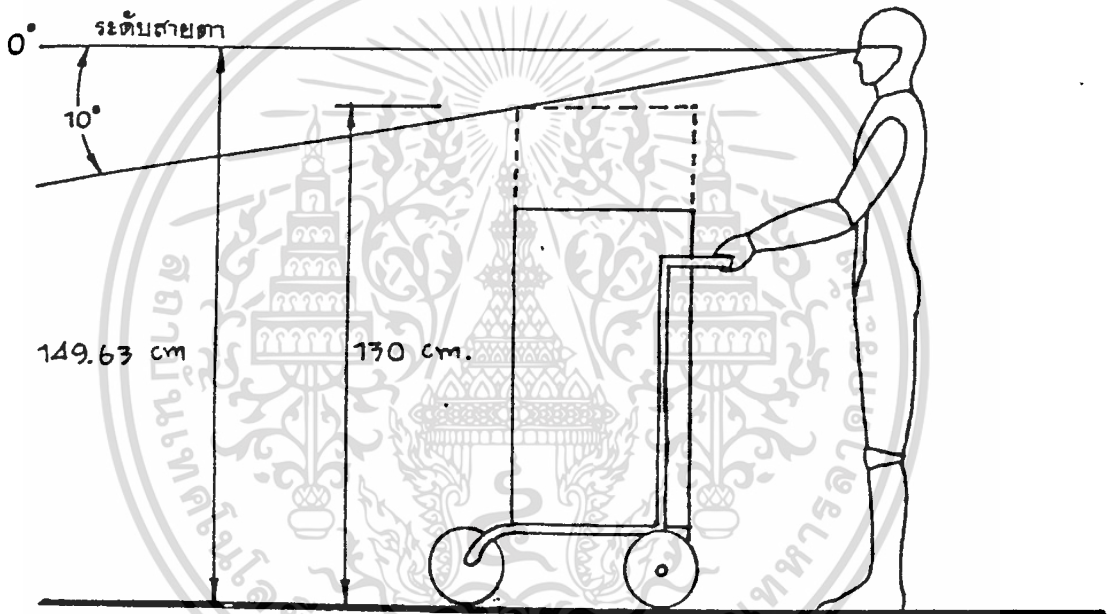
สรุปการวิเคราะห์ความกว้างของมือจับสำหรับเข็น

ควรออกแบบให้ที่จับสำหรับเข็นมีความกว้างไม่น้อยกว่า 43.83 ซม. ส่วนความกว้างที่แท้จริง จะขึ้นอยู่กับความกว้างของถึงบรรจุนุ่นขาว และลักษณะของ โครงสร้างของรถเข็นดีเส้นปูนขาว

14. การวิเคราะห์ความสูงของรถเข็นดีเส้นขนาน

การกำหนดความสูงของรถเข็นนั้นเป็นสิ่งสำคัญเพราะจะเป็นตัวกำหนดความยาวของรถเข็น ความสูงของตัวบรรจุน้ำ และความสูงของช่องปล่อยขนานให้ไหล แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับลักษณะของ โครงสร้างของรถเข็นด้วย

จากข้อมูลมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ระยะความสูงจากพื้นถึงระดับสายตามีความสูง โดยเฉลี่ย 149.13 ซม. หรือ 150 ซม.



ภาพที่ 91 แสดงลักษณะทำยื่นเข็นรถปกติและทัศนวิสัยในการมอง

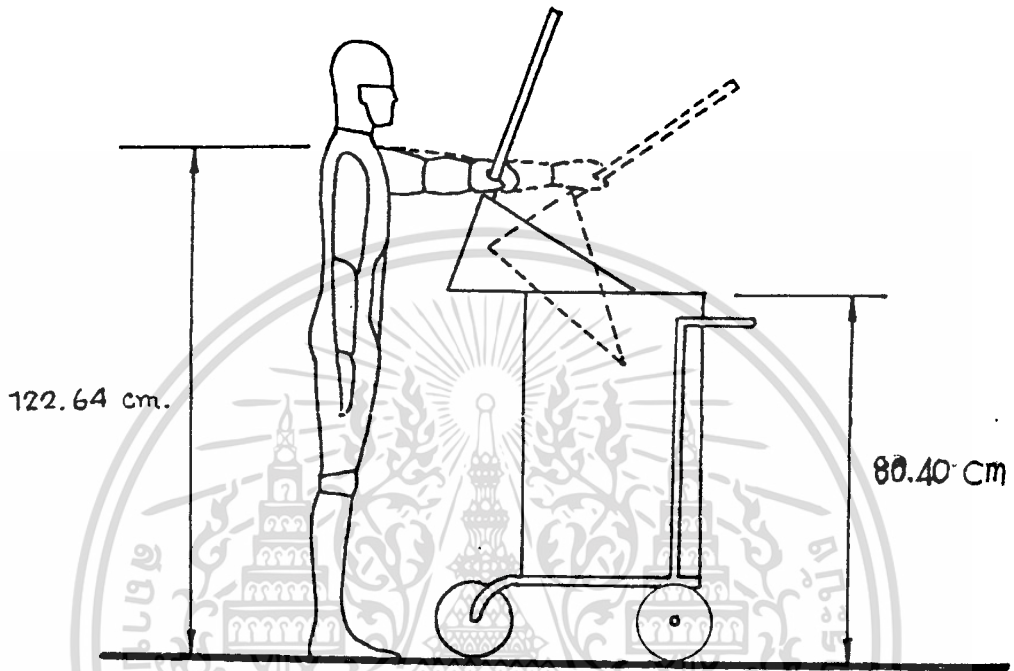
จากข้อมูลความสามารถในการมอง มุมมองระดับต่ายื่นปกติจะมีระดับต่ำกว่าระดับสายตาประมาณ 10 องศา จากรูปแสดงลักษณะทำยื่นเข็นรถปกติ จะเห็นว่าส่วนสูงของรถเข็นไม่ควรมีน้อยเกินกว่า 130 ซม. เพราะรถเข็นอาจจะบังสายตาทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นรถน้อยลง

สรุปการวิเคราะห์ความสูงของรถเข็น

ความสูงของรถเข็นควรมีความสูงไม่เกิน 130 ซม.

15. การวิเคราะห์ความสูงของถังบรรจุปูนขาว

การกำหนดความสูงของถังบรรจุปูนขาว เพื่อให้สามารถทำการเทปูนขาวและทำการตักปูนขาวที่เหลือนักันถัง ได้โดยสะดวก ซึ่งจากลักษณะพฤติกรรมของพนักงาน จะจับปากถุงและยกกันถุง เเทลง ในถังบรรจุปูน



ภาพที่ 92 แสดงลักษณะยื่นเทปูนขาวลงสู่รถเข็นดีเส้นปูนขาว จากข้อมูลมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ระยะความสูงจากพื้นถึงระดับมือ มีความสูงโดยเฉลี่ย 80.40 ซม. จากลักษณะการจับถุงบรรจุปูนขาวดังกล่าว จะเห็นได้ว่าระยะความสูงของถังบรรจุปูนขาว ควรมีความสูงไม่เกิน 80.40 ซม. เพื่อสะดวกในการเทถุงบรรจุปูนขาว

สรุปการวิเคราะห์ความสูงของถังบรรจุปูนขาว

ความสูงของถังบรรจุปูนขาว เมื่อตั้งอยู่บนรถเข็นควรมีความสูงไม่เกิน 80 ซม.

16. การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้สิ่งานารถเข็นดีเส้นปูนขาว

การใช้สื่กับรถเข็นดีเส้นปูนขาวนี้เป็นสื่ที่ดีแล้วปลอดภัย สะอาด สบายตา, ควบคุมความรู้สึกได้ดี ได้แก่ สีเทา, เทาดำ, ดำ, เขียว, ฟ้า, น้ำเงิน

17. การวิเคราะห์ถังบรรจุปูนขาว

ถังบรรจุปูนขาวคือ ตัวใช้บรรจุปูนขาวที่ใช้สำหรับการปล่อยให้ปูนไหลออกเป็นจังหวะตามระบบ MACHANIC สามารถแบ่งเป็น 2 ชนิดด้วยกันคือ

1. ถังบรรจุปูนขาวที่แยกจากโครงสร้าง
2. ถังบรรจุปูนขาวที่อยู่ติดกับโครงสร้าง

1. ถังบรรจุปูนขาวที่แยกจากโครงสร้าง

ข้อดี

1. ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง
2. ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ
3. แข็งแรงทนทาน อายุการใช้งานนาน
4. การบำรุงรักษา ซ่อมแซมได้ง่าย
5. กรรมวิธีการผลิตประกอบง่าย

ข้อเสีย

1. ราคาผลิตภัณฑ์จะสูงขึ้น
2. การรับน้ำหนักได้ไม่มาก

2. ถังบรรจุปูนขาวที่อยู่ติดกับโครงสร้าง

ข้อดี

1. ราคาของผลิตภัณฑ์จะมีราคาถูกลง
2. สามารถรับน้ำหนักได้มากกว่า

ข้อเสีย

1. ลื่นเป็ลื่องเนื้อที่ในการขนส่ง
2. ลื่นเป็ลื่องเนื้อที่ในการจัดเก็บ
3. อายุการใช้งานลดลง
4. ยากต่อการบำรุงรักษา
5. กรรมวิธีการผลิตประกอบยุ่งยากเสียเวลา

สรุปการวิเคราะห์ ถังบรรจุปูนขาวจะแยกจากโครงสร้างของรถเข็น

18. การวิเคราะห์การปรับส่วนของล้อหน้าและมือจับ

ล้อหน้าจะเป็น guide line ในการเข็นของรถเข็น

มือจับ จะเป็นส่วนที่ใช้ในการเข็นของรถเข็น

ทั้งล้อหน้าและมือจับ เป็นส่วนที่สามารถปรับได้และปรับไม่ได้

1. ล้อหน้าและมือจับที่สามารถปรับและถอดประกอบได้

ข้อดี

1. ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่งและการเก็บ
2. การบำรุงรักษา ซ่อมแซมได้ง่าย
3. เหมาะสมกับพฤติกรรมในการใช้งาน

ข้อเสีย

1. อายุการใช้งานลดลง
2. ราคาผลิตภัณฑ์จะมีราคาสูงขึ้น

2. ล้อหน้าและมือจับที่ไม่สามารถปรับและถอดประกอบได้

ข้อดี

1. มีความแข็งแรงทนทาน
2. ราคาผลิตภัณฑ์จะมีราคาถูก

ข้อเสีย

1. การขนส่งและการเก็บจะต้องเสียพื้นที่มาก
2. การบำรุงรักษาดีกว่า
3. ไม่มีความเหมาะสมกับพฤติกรรมในการใช้งาน

สรุปการวิเคราะห์ ในส่วนของล้อหน้าและมือจับ สามารถที่จะปรับและถอดประกอบได้

การวิเคราะห์ รูปแบบของที่จับ

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 4 รูปแบบ ดังนี้

1. มือจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 2 ล้อ
2. มือจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 3 ล้อ
3. มือจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 4 ล้อ
4. มือจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิดน้ำ

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์รูปแบบของที่จับ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความคล่องตัวในการเข็น	4	4	4	3
2	ความเหมาะสม	5	4	4	3
3	การตอบสนองพฤติกรรม	5	5	5	4
4	รับน้ำหนักกดได้ดี	5	5	5	4
5	ความสัมพันธ์ทางกายวิภาค	4	4	4	4
6	ทนต่อสภาพแวดล้อม	5	4	4	4
รวม		28	26	26	22

คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด

4 หมายถึง มาก

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง น้อย

1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกมือจับของรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 2 ล้อ เพราะมีความเหมาะสมกับเกณฑ์พิจารณา

การวิเคราะห์ รูปแบบของฝาปิด

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 2 รูปแบบด้วยกัน ดังนี้

- | | |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 1. รูปแบบที่แยกจากตัวถังบรรจุปูนขาว | |
| 2. รูปแบบที่ติดอยู่กับตัวถังบรรจุปูนขาว | |

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์รูปแบบของฝาปิด

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความเหมาะสม	5	4
2	ความแข็งแรงทนทาน	5	5
3	การตอบสนองพฤติกรรม	5	4
4	ความสะดวกในการผลิต	4	5
5	ความสะดวกในการดูแลรักษา	5	5
รวม		24	23

คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด
 4 หมายถึง มาก
 3 หมายถึง ปานกลาง
 2 หมายถึง น้อย
 1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกรูปที่ 2 เพราะมีคุณสมบัติตามเกณฑ์พิจารณา

การวิเคราะห์ รูปแบบของฝาปิด

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 2 รูปแบบด้วยกัน ดังนี้



1

2

1. รูปแบบที่แยกจากตัวถังบรรจุขนขาว
2. รูปแบบที่ติดอยู่กับตัวถังบรรจุขนขาว

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์รูปแบบของฝาปิด

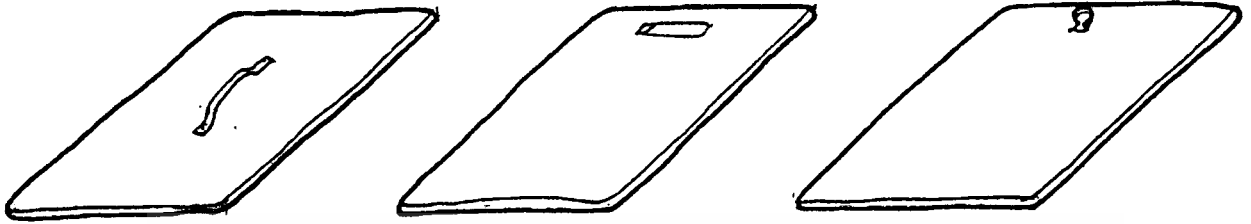
ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความเหมาะสม	5	4
2	ความแข็งแรงทนทาน	5	5
3	การตอบสนองพฤติกรรม	5	4
4	ความสะดวกในการผลิต	4	5
5	ความสะดวกในการดูแลรักษา	5	5
รวม		24	23

- คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด
 4 หมายถึง มาก
 3 หมายถึง ปานกลาง
 2 หมายถึง น้อย
 1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกรูปที่ 2 เพราะมีคุณสมบัติตามเกณฑ์พิจารณา

การวิเคราะห์ รูปแบบที่จับของฝาปิด

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 3 รูปแบบด้วยกัน ดังนี้



1

2

3

1. มีลักษณะเป็นห่วง
2. ลักษณะเป็นหลุมลึกลงไป
3. ลักษณะเป็นหมุด

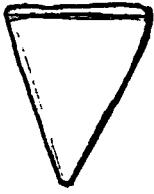
ตารางที่ 3 การวิเคราะห์รูปแบบที่จับของฝาปิด

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความสะดวกในการผลิต	3	5	5
2	ความแข็งแรงทนทาน	4	4	4
3	การตอบสนองพฤติกรรม	4	5	4
4	ความเหมาะสมกับรูปแบบ	4	5	3
5	ประสิทธิภาพในการทำงาน	4	4	3
6	สัมพันธ์กับส่วนอื่น	3	5	3
รวม		22	24	22

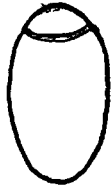
- คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด
 4 หมายถึง มาก
 3 หมายถึง ปานกลาง
 2 หมายถึง น้อย
 1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกรูปแบบที่ 2 เป็นรูปแบบที่จับของฝาปิด เพราะมีความเหมาะสมตามคุณสมบัติที่พิจารณา

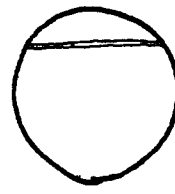
การวิเคราะห์ รูปทรงของถังบรรจุปูนขาว
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 3 รูปทรง ดังนี้



1



2



3

1. รูปทรงสามเหลี่ยม
2. รูปทรงวงรี
3. รูปทรงวงกลม

ตารางที่ 4 วิเคราะห์รูปทรงของถังบรรจุปูนขาว

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความเหมาะสม	5	4	4
2	ความสะดวกในการผลิต	5	4	4
3	ความแข็งแรงทนทาน	5	5	5
4	การตอบสนองพฤติกรรม	5	4	4
5	น้ำหนักเบา	4	5	4
6	ความสะดวกในการดูแลรักษา	4	5	4
รวม		28	27	25

- คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด
4 หมายถึง มาก
3 หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง น้อย
1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกรูปทรงสามเหลี่ยมเป็นรูปทรงของถังบรรจุปูนขาว เพราะมีความเหมาะสมตามคุณสมบัติที่พิจารณา

การวิเคราะห์ รูปแบบของที่จับถึงบรรจุปูนขาว

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 3 แบบ ดังนี้

1. แบบที่ยื่นออกมาจากตัวถึง เป็นรูปตัวยู
2. แบบที่ยื่นออกมาจากตัวถึง เป็นรูปตัวโอ
3. แบบที่ลึกลง ไปในถึงบรรจุปูนขาว

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์รูปแบบของที่จับถึงบรรจุปูนขาว

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความสะดวกในการผลิต	3	5	5
2	ความแข็งแรงทนทาน	4	4	4
3	การตอบสนองพฤติกรรม	4	4	5
4	ประสิทธิภาพในการทำงาน	4	4	5
5	ความเหมาะสมกับรูปแบบ	3	3	4
	รวม	18	20	23

คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด

4 หมายถึง มาก

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง น้อย

1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกในแบบที่ 3 เพราะมีความเหมาะสมตามคุณสมบัติที่พิจารณา

การวิเคราะห์ รูปแบบโครงสร้างของรถเข็นดีเส้นปูนขาว
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 3 รูปแบบ ดังนี้

1. แบบรถเข็นปูนขาวชนิด 2 ล้อ
2. แบบรถเข็นปูนขาวชนิด 3 ล้อ
3. แบบรถเข็นปูนขาวชนิด 4 ล้อ

ตารางที่ 6 วิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างของรถเข็นดีเส้นปูนขาว

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	มีความแข็งแรงทนทาน	3	5	5
2	ความสะดวกในการผลิต	5	5	4
3	รับแรงในทิศต่าง ๆ ได้ดี	4	5	4
4	อายุการใช้งานนาน	4	5	4
5	ราคาถูก	5	5	3
6	น้ำหนักเบา	5	4	3
	รวม	26	29	23

คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด
4 หมายถึง มาก
3 หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง น้อย
1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกในแบบที่ 2 เพราะมีคุณสมบัติตามหลักเกณฑ์การพิจารณา

การวิเคราะห์ รูปแบบของลัทธิเซ็นตีเส้นปูนขาว
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 3 รูปแบบ ดังนี้

1. ล้อเหล็ก
2. ยางตัน
3. ยางสลับลม

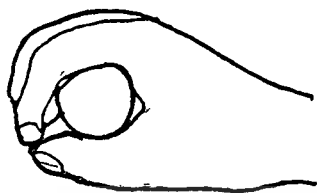
ตารางที่ 7 วิเคราะห์รูปแบบของลัทธิเซ็นตีเส้นปูนขาว

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความคล่องตัวในการเซ็น	2	4	5
2	ไม่ติดหล่มง่าย	3	4	4
3	ความสะดวกในการบำรุงรักษา	4	4	1
4	ราคาถูก	4	3	2
5	น้ำหนักเบา	1	5	4
6	มีความเหมาะสมในการผลิต	2	5	2
	รวม	16	29	18

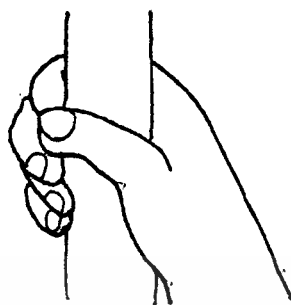
- คำชี้แจง
- 5 หมายถึง มากที่สุด
 - 4 หมายถึง มาก
 - 3 หมายถึง ปานกลาง
 - 2 หมายถึง น้อย
 - 1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกรูปแบบของล้อเป็นยางตัน เพราะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมตามเกณฑ์พิจารณา

การวิเคราะห์ ลักษณะของการจับเซ็น
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มืออยู่ 2 รูปแบบ ดังนี้



แบบที่ 1 คว่ามือ



แบบที่ 2 หงายมือตะแคงด้านข้าง

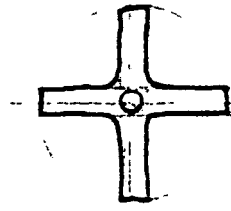
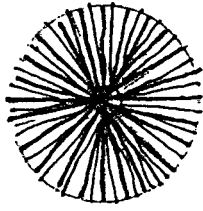
ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ลักษณะของการจับเซ็น

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความสะดวกสบายในการจับเซ็น	5	4
2	สอดคล้องกับพฤติกรรมในการจับเซ็น	5	4
3	การผ่อนคลายในการเซ็นทางตรง	5	4
4	การผ่อนคลายในการเซ็นทางโค้ง	5	5
5	ความคล่องตัวในการเซ็น	5	5
6	ประสิทธิภาพในการทำงาน	5	5
รวม		30	27

- คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด
4 หมายถึง มาก
3 หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง น้อย
1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกลักษณะการจับเซ็นในรูปที่ 1 เพราะมีคุณสมบัติตามเกณฑ์พิจารณา

การวิเคราะห์ ลักษณะ Mechanic ของรถเข็นดีเส้นปูนขาว
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 2 ลักษณะ ดังนี้



1. ลักษณะที่ใช้ในรถเข็นชนิด 2 ล้อ 2. ลักษณะที่ใช้ในรถเข็นชนิด 3 ล้อ

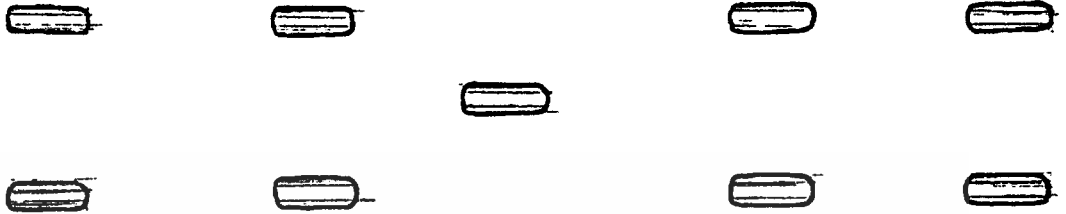
ตารางที่ 9 วิเคราะห์ลักษณะ Mechanic ของรถเข็นดีเส้นปูนขาว

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความสะดวกในการผลิต	5	5
2	การตอบสนองพฤติกรรม	5	4
3	ความสะดวกในการดูแลรักษา	5	4
4	ประหยัดเนื้อที่	5	3
5	อายุการใช้งานนาน	4	3
6	ให้เส้นปูนขาวที่สมบูรณ์	5	3
รวม		29	25

- คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด
 4 หมายถึง มาก
 3 หมายถึง ปานกลาง
 2 หมายถึง น้อย
 1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกลักษณะ ในแบบที่ 1 เพราะมีคุณสมบัติตามหลักเกณฑ์ที่ต้องการ

การวิเคราะห์ จำนวนล้อของรถเข็นดีเส้นปูนขาว
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 3 แบบ ดังนี้



1. จำนวน 2 ล้อ

2. จำนวน 3 ล้อ

3. จำนวน 4 ล้อ

ตารางที่ 10 วิเคราะห์จำนวนล้อของรถเข็นดีเส้นปูนขาว

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	บังคับทิศทางได้ง่าย	4	3	2
2	เป็น guide line ดีเส้นตรงได้ดี	3	5	4
3	ดีเส้นโค้งวงกลมได้ดี	3	5	3
4	ผ่านแรงในขณะเข็น	4	4	2
5	รับน้ำหนักของรถได้	2	4	4
	รวม	16	21	15

คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด
4 หมายถึง มาก
3 หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง น้อย
1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกรูปแบบชนิด 3 ล้อ เพราะมีคุณสมบัติตามหลักเกณฑ์ที่ต้องการ

การวิเคราะห์ ตัวปิดการไหลของปูน
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 3 รูปแบบ ดังนี้

1. เป็นบานเลื่อนซ้ายขวา
2. เป็นบานเปิด-ปิดด้านเดียว
3. เป็นบานเปิด-ปิด 2 ด้าน

ตารางที่ 11 วิเคราะห์ตัวปิดการไหลของปูน

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความสัมพันธ์กับระบบ	5	3	3
2	ความสะดวกในการผลิต	5	4	3
3	ประหยัดเนื้อที่	4	5	5
4	เหมาะสมกับพฤติกรรม	5	3	3
5	ความแข็งแรงทนทาน	4	4	4
6	ความสะดวกในการดูแลรักษา	5	5	5
	รวม	28	24	20

- คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด
4 หมายถึง มาก
3 หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง น้อย
1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกรูปแบบที่ 1 เพราะมีความเหมาะสมกับเกณฑ์พิจารณา

การวิเคราะห์ ตำแหน่งของที่จับฝาเปิด-ปิด

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 3 ตำแหน่ง ดังนี้

1. วางตำแหน่งกลางของฝาปิด
2. วางตำแหน่งด้านข้างของฝาปิด
3. วางตำแหน่งด้านท้ายของฝาปิด

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์ตำแหน่งที่จับฝาเปิด-ปิด

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความเหมาะสม	4	4	5
2	ความสะดวกในการผลิต	4	4	5
3	ประสิทธิภาพการทำงาน	4	4	5
4	การตอบสนองพฤติกรรม	3	3	5
	รวม	15	15	20

- คำชี้แจง
- 5 หมายถึง มากที่สุด
 - 4 หมายถึง มาก
 - 3 หมายถึง ปานกลาง
 - 2 หมายถึง น้อย
 - 1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกวางตำแหน่งของที่จับฝาเปิด-ปิด ในรูปแบบที่ 3 เพราะมีความเหมาะสมตามเกณฑ์การพิจารณา

การวิเคราะห์ ตำแหน่งที่จับถ้งปูน
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 3 แบบ ดังนี้

1. อยู่ด้านหน้าและด้านหลังของถ้ง
2. อยู่ด้านข้างส่วนล่างของถ้ง
3. อยู่ด้านข้างส่วนบนของถ้ง

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์ตำแหน่งของที่จับถ้งปูน

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความเหมาะสม	4	4	5
2	ความสะดวกในการผลิต	4	4	5
3	ประสิทธิภาพการทำงาน	4	4	5
4	การตอบสนองพฤติกรรม	4	4	5
	รวม	16	16	20

คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด
4 หมายถึง มาก
3 หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง น้อย
1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกรูปแบบที่ 3 เพราะมีความเหมาะสมตามคุณสมบัติที่พิจารณา

การวิเคราะห์ ตำแหน่งของปุ่มปรับระดับของมือจับ

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 3 แบบ ดังนี้

1. อยู่ตอนล่างของถังบรรจุปูนขาว
2. อยู่ตอนกลางของถังบรรจุปูนขาว
3. อยู่ตอนบนสุดของถังบรรจุปูนขาว

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์ตำแหน่งของปุ่มปรับระดับของมือจับ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อนำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความเหมาะสมกับพฤติกรรม	3	4	5
2	มีความคงทนแข็งแรง	5	3	5
3	มีความคล่องตัวในการขึ้น	4	3	5
4	ความสัมพันธ์กับกายวิภาค	3	3	5
5	ความสะดวกในการดูแลรักษา	4	4	5
รวม		19	15	25

- คำชี้แจง
- 5 หมายถึง มากที่สุด
 - 4 หมายถึง มาก
 - 3 หมายถึง ปานกลาง
 - 2 หมายถึง น้อย
 - 1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกในข้อที่ 3 อยู่ตอนบนสุดของถังบรรจุปูนขาว เพราะมีความเหมาะสมตามเกณฑ์การพิจารณา

การวิเคราะห์ วัสดุที่ใช้ทำมือจับ

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 4 ชนิด ดังนี้

1. ท่อเหล็ก ขนาด 4 นิ้ว
2. พลาสติก
3. เหล็กฉาก
4. เหล็กเหลี่ยมกลวง

ตารางที่ 22 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำมือจับ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความเหมาะสม	4	2	4	4
2	ความสะดวกในการผลิต	5	4	3	4
3	ความแข็งแรงทนทาน	5	4	4	4
4	ทนต่อสภาพแวดล้อม	5	3	4	4
5	ความสะดวกในการดูแลรักษา	4	3	4	4
6	รับน้ำหนักได้ดี	5	3	4	3
	รวม	28	19	23	23

- คำชี้แจง
- 5 หมายถึง มากที่สุด
 - 4 หมายถึง มาก
 - 3 หมายถึง ปานกลาง
 - 2 หมายถึง น้อย
 - 1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกท่อเหล็กขนาด 4 นิ้ว , เพราะมีความเหมาะสมตามคุณสมบัติที่พิจารณา

การวิเคราะห์ วัสดุส่วนกันกระแทกของมือจับ
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มี 3 ชนิด ดังนี้

1. โฟม
2. ยาง
3. พลาสติก

ตารางที่ 23 การวิเคราะห์วัสดุส่วนกันกระแทกของมือจับ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความเหมาะสม	3	3	5
2	ความสะดวกในการผลิต	4	4	5
3	ราคาถูก	4	5	4
4	มีความแข็งแรงทนทาน	3	5	5
5	น้ำหนักเบา	5	4	5
6	ทนต่อสภาพแวดล้อม	3	4	5
	รวม	20	25	29

- คำชี้แจง
- 5 หมายถึง มากที่สุด
 - 4 หมายถึง มาก
 - 3 หมายถึง ปานกลาง
 - 2 หมายถึง น้อย
 - 1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกพลาสติกเป็นวัสดุส่วนกันกระแทกมือจับ เพราะมีความเหมาะสมตามคุณสมบัติที่พิจารณา

การวิเคราะห์ วัสดุที่ใช้ทำฝาปิดรถเข็นดีเส้นปูนขาว
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 4 ชนิด ดังนี้

1. เหล็กแผ่น
2. อลูมิเนียม
3. สแตนเลส
4. ไฟเบอร์กลาส

ตารางที่ 24 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำฝาปิดรถเข็นดีเส้นปูนขาว

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความสะอาดในการผลิต	4	3	4	5
2	ความแข็งแรงทนทาน	5	3	5	4
3	ทนต่อสภาพแวดล้อม	4	3	5	5
4	ราคาถูก	4	3	3	4
5	น้ำหนักเบา	3	4	3	5
6	อายุการใช้งาน	4	4	5	4
	รวม	24	20	25	27

- คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด
4 หมายถึง มาก
3 หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง น้อย
1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกไฟเบอร์กลาสใช้เป็นวัสดุทำฝาปิดรถเข็นบรรจุปูนขาว เพราะมีคุณสมบัติตามเกณฑ์พิจารณา

การวิเคราะห์ วัสดุที่ใช้ผลิตถังบรรจุปูนขาว
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 4 ชนิด ดังนี้

1. เหล็กแผ่น
2. ไฟเบอร์กลาส
3. อลูมิเนียม
4. สแตนเลส

ตารางที่ 25 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ผลิตถังบรรจุปูนขาว

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความสะดวกในการผลิต	4	5	3	4
2	ความแข็งแรงทนทาน	4	4	3	4
3	รับน้ำหนักได้ดี	4	4	3	4
4	น้ำหนักเบา	3	4	4	3
5	ราคาถูก	4	4	3	3
6	ไม่เป็นมันขาว	4	5	3	2
	รวม	23	26	19	20

- คำชี้แจง
- 5 หมายถึง มากที่สุด
 - 4 หมายถึง มาก
 - 3 หมายถึง ปานกลาง
 - 2 หมายถึง น้อย
 - 1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกไฟเบอร์กลาสเป็นวัสดุที่ใช้ผลิตถังบรรจุปูนขาว เพราะมีคุณสมบัติตามเกณฑ์
พิจารณา

การวิเคราะห์ วัสดุที่ใช้ทำปมหมุนปรับ
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 2 ชนิด ดังนี้

1. เหล็กแผ่นปั๊มขึ้นรูป
2. พลาสติก
3. อลูมิเนียม

ตารางที่ 26 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำปมหมุนปรับ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรงทนทาน	4	5	4
2	อายุการใช้งานนาน	4	5	2
3	ความสะดวกในการผลิต	4	4	3
4	น้ำหนักเบา	3	5	2
5	ราคาถูก	4	5	4
6	การตอบสนองพฤติกรรม	4	5	4
รวม		23	29	19

- คำชี้แจง
- 5 หมายถึง มากที่สุด
 - 4 หมายถึง มาก
 - 3 หมายถึง ปานกลาง
 - 2 หมายถึง น้อย
 - 1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกใช้พลาสติก เพราะมีคุณสมบัติตามเกณฑ์การพิจารณา

การวิเคราะห์ วัสดุที่ใช้ทำตัว Machanic

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 3 ชนิด ดังนี้

1. เป็นเหล็กเส้นไร้สนิม ขนาด 0.5 มม.
2. เป็นพลาสติก ขนาด 0.5 มม.
3. เป็นอลูมิเนียม ขนาด 0.5 มม.

ตารางที่ 27 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำตัว Machanic

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความสัมพันธ์กับระบบ	5	4	4
2	ความสะดวกในการผลิต	5	5	4
3	ประหยัดเนื้อที่	5	5	5
4	ความแข็งแรงทนทาน	5	4	4
5	ความสะดวกในการดูแลรักษา	4	4	4
6	ราคาถูก	5	3	3
รวม		29	25	22

คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด
 4 หมายถึง มาก
 3 หมายถึง ปานกลาง
 2 หมายถึง น้อย
 1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกรูปแบบที่ 1 เพราะมีคุณสมบัติตามเกณฑ์การพิจารณา

การวิเคราะห์ วัสดุที่ใช้ระบบเปิด-ปิดของถังบรรจุปูนขาว
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 4 ชนิด ดังนี้

1. เหล็กแผ่น
2. พลาสติก
3. อลูมิเนียม
4. สแตนเลส

ตารางที่ 28 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำตัวปิดการไหลของปูน

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความเหมาะสม	3	5	4	4
2	การคุ้มครอง Machanic	3	5	4	4
3	ความแข็งแรงทนทาน	3	5	3	5
4	ราคาถูก	4	4	3	3
5	น้ำหนักเบา	5	3	4	3
6	อายุการใช้งานนาน	3	4	3	4
	รวม	21	26	19	23

- คำชี้แจง
- 5 หมายถึง มากที่สุด
 - 4 หมายถึง มาก
 - 3 หมายถึง ปานกลาง
 - 2 หมายถึง น้อย
 - 1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกพลาสติกเป็นวัสดุที่ใช้ทำตัวปิดของการไหลของปูน

การวิเคราะห์ วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างของรถเข็นดีเส้นปูนขาว
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 3 ชนิด ดังนี้

1. อลูมิเนียม
2. เหล็กไลท์เกรดชุบสี
3. เหล็กไร้สนิม

ตารางที่ 29 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างของรถเข็นดีเส้นปูนขาว

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรงทนทาน	2	5	5
2	รับแรงกระแทกได้ดี	2	5	5
3	เหมาะสมในการผลิต	3	5	4
4	น้ำหนักเบา	5	4	3
5	ราคาถูก	3	5	3
6	ทนต่อการผุกร่อน	5	4	4
รวม		20	28	24

- คำชี้แจง
- 5 หมายถึง มากที่สุด
 - 4 หมายถึง มาก
 - 3 หมายถึง ปานกลาง
 - 2 หมายถึง น้อย
 - 1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกเหล็กไลท์เกรดชุบสี เป็นวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างของรถเข็นดีเส้นปูนขาว
เพราะมีคุณสมบัติตามหลักการพิจารณา

การวิเคราะห์ วัสดุที่ใช้ทำล้อของรถเข็นดีเส้นปูนขาว
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 3 ชนิด ดังนี้

1. ล้อไนลอน
2. ล้ออะคริลิก
3. ล้อโพลียูเรเทน

ตารางที่ 30 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำล้อของรถเข็นดีเส้นปูนขาว

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความคล่องตัวในการเข็น	4	4	4
2	มีความนิ่มในห้องตลาด	4	3	5
3	ง่ายต่อการบำรุงรักษา	3	3	5
4	ราคาถูก	2	2	4
5	ความแข็งแรงทนทาน	3	3	4
6	สามารถรับน้ำหนักได้ดี	3	3	4
	รวม	19	18	26

- คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด
4 หมายถึง มาก
3 หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง น้อย
1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกล้อโพลียูเรเทน เพราะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมตามเกณฑ์การพิจารณา

การวิเคราะห์ กรรมวิธีการผลิตส่วนกันกระแทกมือจับ
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 3 รูปแบบ ดังนี้

1. กรรมวิธีการผลิตแบบอัด
2. กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด
3. กรรมวิธีการผลิตแบบปั๊มขึ้นรูป

ตารางที่ 31 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตส่วนกันกระแทกมือจับ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความเหมาะสม	4	5	4
2	ความสะดวกในการผลิต	4	5	4
3	ประสิทธิภาพ	4	5	4
4	การตอบสนองพฤติกรรม	4	5	4
	รวม	16	20	16

- คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด
4 หมายถึง มาก
3 หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง น้อย
1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกรูปแบบที่ 2 เพราะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมตามเกณฑ์การพิจารณา

การวิเคราะห์ กรรมวิธีการผลิตฝาเปิด-ปิดถังบรรจุปูนขาว
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 3 รูปแบบ ดังนี้

1. กรรมวิธีการผลิตแบบอัด
2. กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด
3. กรรมวิธีการผลิตแบบปั๊มขึ้นรูป

ตารางที่ 32 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตฝาเปิด-ปิดถังบรรจุปูนขาว

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความเหมาะสม	4	5	4
2	ความสะดวกในการผลิต	4	5	4
3	ประสิทธิภาพ	4	5	4
4	การตอบสนองพฤติกรรม	4	5	4
	รวม	16	20	16

- คำชี้แจง
- 5 หมายถึง มากที่สุด
 - 4 หมายถึง มาก
 - 3 หมายถึง ปานกลาง
 - 2 หมายถึง น้อย
 - 1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกรูปแบบที่ 2 เพราะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมตามเกณฑ์การพิจารณา

การวิเคราะห์ กรรมวิธีการผลิตถังบรรจุปูนขาว
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 3 รูปแบบ ดังนี้

1. กรรมวิธีการผลิตแบบอัด
2. กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด
3. กรรมวิธีการผลิตแบบปั๊มขึ้นรูป

ตารางที่ 33 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตถังบรรจุปูนขาว

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความเหมาะสม	4	5	4
2	ความสะดวกในการผลิต	4	5	4
3	ประสิทธิภาพ	4	5	4
4	การตอบสนองพฤติกรรม	4	5	4
	รวม	16	20	16

- คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด
4 หมายถึง มาก
3 หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง น้อย
1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกรูปแบบที่ 2 เพราะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมตามเกณฑ์การพิจารณา

การวิเคราะห์ กรรมวิธีการผลิตโครงสร้างของรถเข็น
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 3 รูปแบบ ดังนี้

1. กรรมวิธีการผลิตแบบหล่อ
2. กรรมวิธีการผลิตแบบเชื่อม
3. กรรมวิธีการผลิตแบบ Spot

ตารางที่ 34 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตโครงสร้างของรถเข็น

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความเหมาะสม	4	5	4
2	ความสะดวกในการผลิต	4	4	4
3	ประสิทธิภาพ	4	5	4
4	การตอบสนองพฤติกรรม	4	5	4
	รวม	16	19	16

- คำชี้แจง 5 หมายถึง มากที่สุด
4 หมายถึง มาก
3 หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง น้อย
1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกกรรมวิธีการผลิตแบบเชื่อม เพราะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมตามเกณฑ์การพิจารณา

การวิเคราะห์ กรรมวิธีตัวบีดการไหลของปูน
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ มีอยู่ 3 รูปแบบ ดังนี้

1. กรรมวิธีการผลิตแบบอัด
2. กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด
3. กรรมวิธีการผลิตแบบหล่อ

ตารางที่ 35 การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตส่วนกันกระแทกมือจับ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความเหมาะสม	4	5	4
2	ความสะดวกในการผลิต	4	5	4
3	ประสิทธิภาพ	4	5	4
4	การตอบสนองพฤติกรรม	4	5	4
	รวม	16	20	16

- คำชี้แจง
- 5 หมายถึง มากที่สุด
 - 4 หมายถึง มาก
 - 3 หมายถึง ปานกลาง
 - 2 หมายถึง น้อย
 - 1 หมายถึง น้อยมาก

สรุป เลือกรูปแบบที่ 2 เพราะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมตามเกณฑ์การพิจารณา

บทที่ 4

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สรุปการวิเคราะห์ชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับประโยชน์ใช้สอยพื้นฐาน

1. รูปแบบของที่จับ เลือกมือจับแบบรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 2 ล้อ
2. รูปแบบของฝาเปิด-ปิดเป็นรูปแบบที่
3. รูปแบบของที่จับฝาเปิด-ปิด จะมีลักษณะเป็นหลุมลึกลงไป
4. รูปทรงของถังบรรจุปูนขาว เลือกรูปทรงสามเหลี่ยม
5. รูปแบบของที่จับถังบรรจุปูนขาวเป็นแบบที่ลึกลงในถังบรรจุปูนขาว
6. รูปแบบโครงสร้างของรถเข็นเป็นแบบรถเข็นปูนขาวชนิด 3 ล้อ
7. รูปแบบของล้อเข็น เป็นแบบยางตัน

สรุปลักษณะการใช้งาน

1. ลักษณะของการจับเข็นคือ แบบที่ 1 แบบคว่ำมือ
2. ลักษณะ Mechanic เป็นแบบรถเข็นดีเส้นปูนขาว ชนิด 2 ล้อ
3. จำนวนล้อของรถเข็นเป็นแบบรถเข็นดีเส้นปูนขาวชนิด 3 ล้อ
4. ลักษณะตัวเปิด-ปิดการไหลของปูนขาว จะเป็นแบบบานสไลด์ซ้าย-ขวา
5. ลักษณะของโครงสร้างรถเข็นดีเส้นปูนขาวเป็นแบบถอดประกอบไม่ได้
6. ความกว้างของมือจับ สำหรับการเข็นควรมีความกว้างไม่น้อยกว่า 43.83 ซม.
7. ความสูงของรถเข็น ควรมีความสูงไม่เกิน 130 ซม.
8. ความสูงของถังบรรจุปูนขาว ควรมีความสูงไม่เกิน 80.40 ซม.
9. การใช้สีงานรถเข็นดีเส้นปูนขาวคือ สีเทา, เทาดำ, เขียว, น้ำ, น้ำเงิน
10. ตัวถังบรรจุปูนขาวจะแยกออกจากโครงสร้าง
11. ส่วนของล้อหน้าและมือจับสามารถที่จะปรับและถอดประกอบได้

สรุปลักษณะการวางตำแหน่ง

1. ตำแหน่งของที่จับฝาเปิด-ปิดจะอยู่ด้านบนส่วนหลังของรถ
2. ตำแหน่งของที่จับถังบรรจุปูนขาว อยู่ในตำแหน่งด้านข้างส่วนบนของถังบรรจุปูนขาว
3. ตำแหน่งของปุ่มปรับระดับของมือจับอยู่ในตำแหน่งตอนบนของขอบถังบรรจุปูนขาว

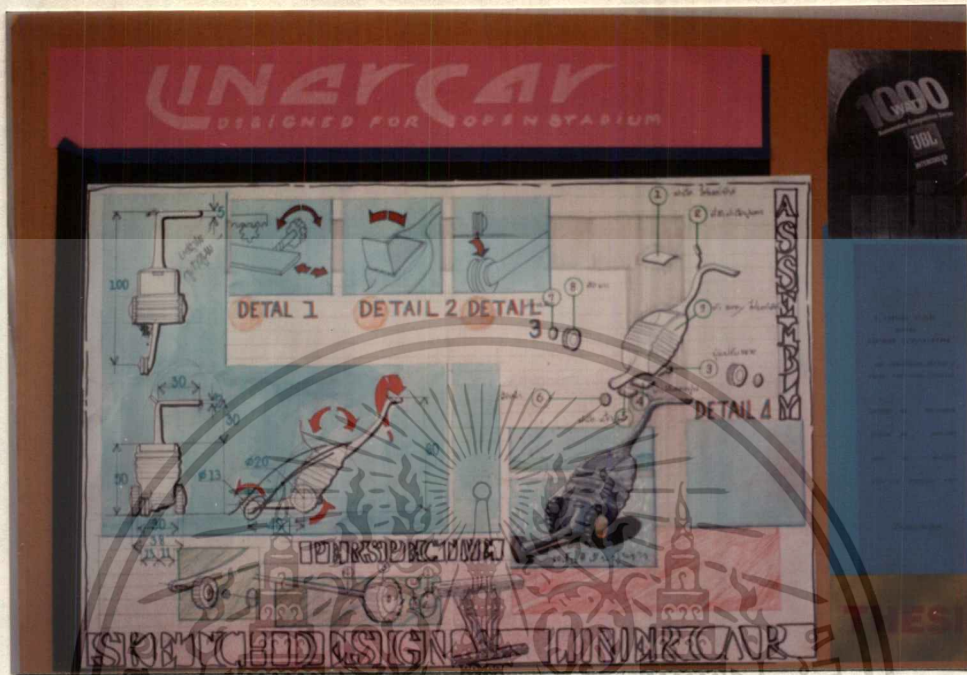
สรุปวัสดุเพื่อใช้ในการผลิต

1. วัสดุที่ใช้ทำมือจับ คือ ท่อเหล็กขนาด 4 หุน
2. วัสดุที่ใช้ทำส่วนกันกระแทกมือจับคือ พลาสติก
3. วัสดุที่ใช้ทำฝาเปิด-ปิดคือ ไฟเบอร์กลาส
4. วัสดุที่ใช้ทำตัวถังบรรจุปูนขาวคือ ไฟเบอร์กลาส
5. วัสดุที่ใช้ทำปุ่มหมุนปรับคือ พลาสติก
6. วัสดุที่ใช้ทำระบบ Machanic คือ เหล็กเส้นไร้สนิม ขนาด 0.5 ซม.
7. วัสดุที่ใช้ทำระบบเปิด-ปิดของถังบรรจุปูนขาว
8. วัสดุที่ใช้ทำ โครงสร้างของรถเข็นดีเส้นปูนขาวคือ เหล็กไลท์เกรดชุบสี
9. วัสดุที่ใช้ทำล้อของรถเข็นดีเส้นปูนขาวคือ โพลียูเรเทน

สรุปกรรมวิธีการผลิตที่ใช้ในการผลิต

1. กรรมวิธีการผลิตส่วนกันกระแทก มือจับคือ กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด
2. กรรมวิธีการผลิตฝาเปิด-ปิดคือ กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด
3. กรรมวิธีการผลิตถังบรรจุปูนขาวคือ กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด
4. กรรมวิธีการผลิตโครงสร้างของรถเข็นคือ กรรมวิธีการผลิตแบบตัดโค้งแล้วเชื่อม
5. กรรมวิธีการผลิตตัวปิดการไหลของปูนคือ กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด

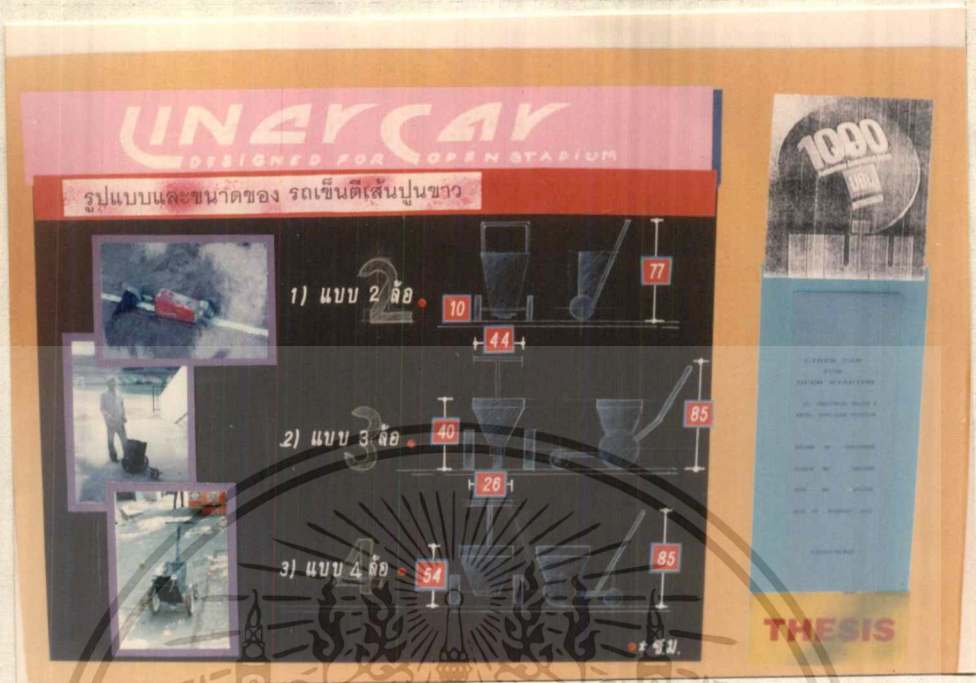
4.2 แนวทางการออกแบบ



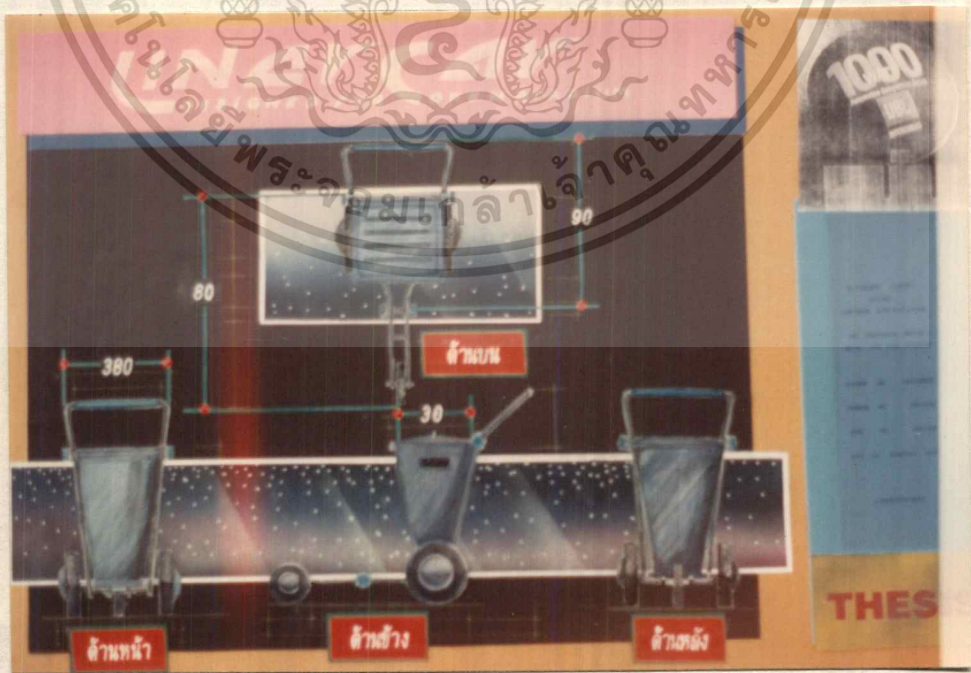
ภาพที่ 93 แสดงภาพ SKETCH 1



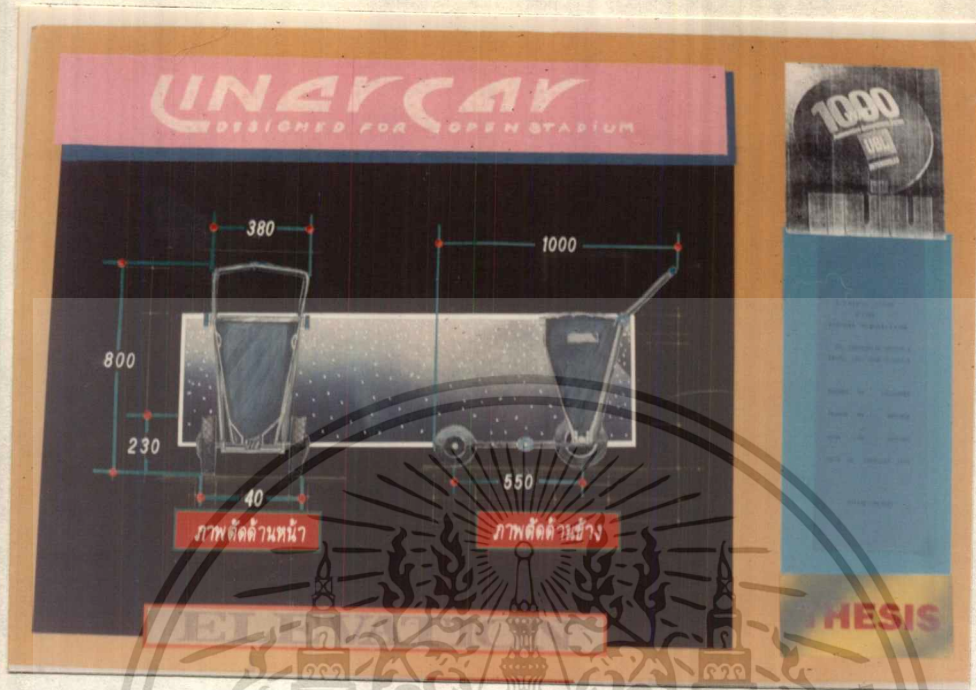
ภาพที่ 94 แสดงภาพ SKETCH 2



ภาพที่ 95 แสดงภาพ DEVELOPMENT



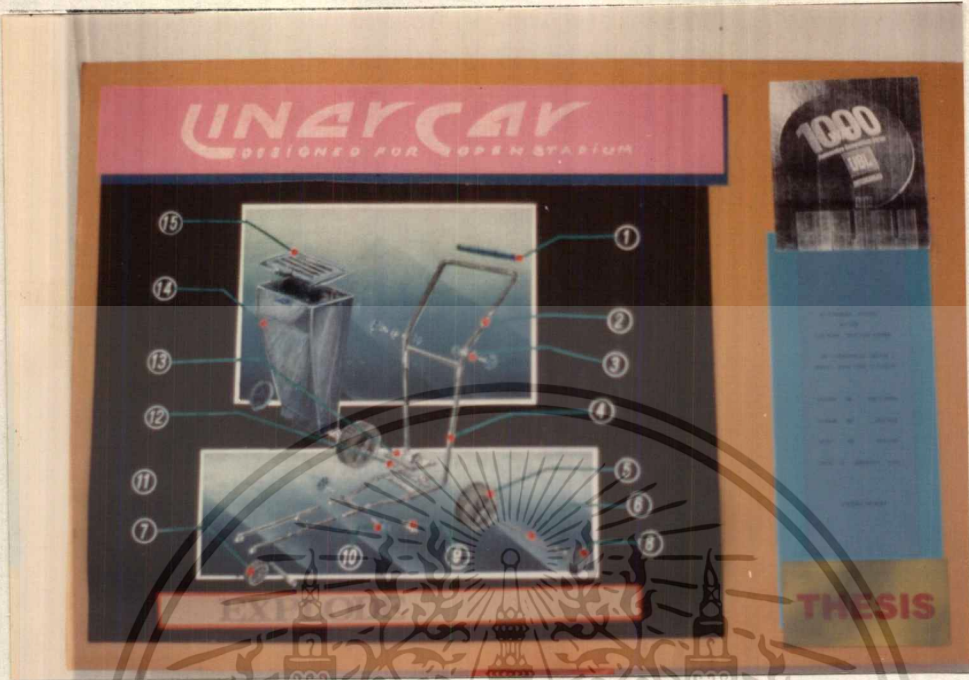
ภาพที่ 96 แสดงภาพ ELEVATION 1



ภาพที่ 97 แสดงภาพ ELEVATION 2 ด้าน



ภาพที่ 98 แสดงภาพ PERSPECTIVE



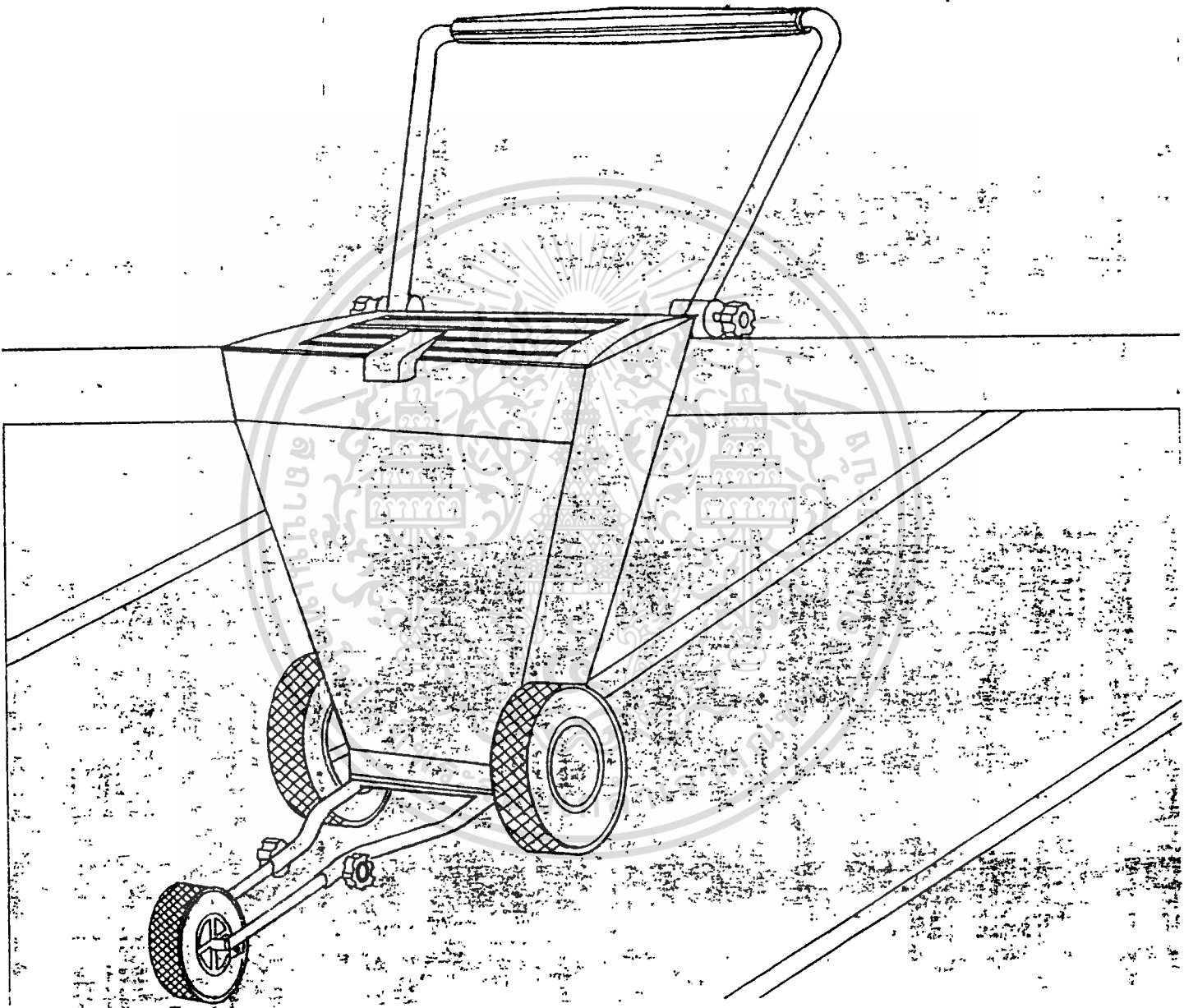
ภาพที่ 99 แสดงภาพ ASSEMBLY

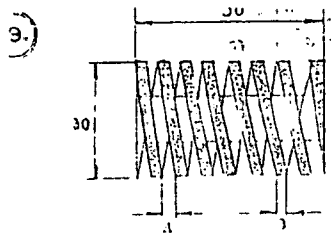


ภาพที่ 100 แสดงภาพ MODEL 1:1

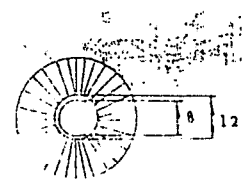
ต า ร า ง ป ร ะ ก ด บ แ บ บ น . .

เลขที่	ชื่อ	ขนาด	จำนวน	วัสดุ
1	ยางหุ้มกันกระแทก	32	1	ยาง
2	มือจับ	38×30	1	เหล็ก
3	ฝาครอบ	๘5	2	เหล็ก
4	โครงสร้าง	38×56	1	เหล็ก
5	เพลลา	40	2	เหล็ก
6	ล้อหลัง	๘23	2	ยาง, พลาสติก
7	ล้อหลัง	๘15	1	ยาง, พลาสติก
8	ฝาครอบล้อหลัง	๘11	2	พลาสติก
9	หัว machanic	๘3	1	เหล็ก
10	ปั๊มปรับ	๘5	2	เหล็ก
11	โครง	6×35	1	เหล็ก
12	ตุ๊กตา	10×58 ๘7	2	เหล็ก
13	ช่องรอยปูน	10×23×6	1	เหล็ก
14	ถังบรรจุปูน	30×35×52	1	พลาสติก
15	ฝาปิด	30×35	1	พลาสติก



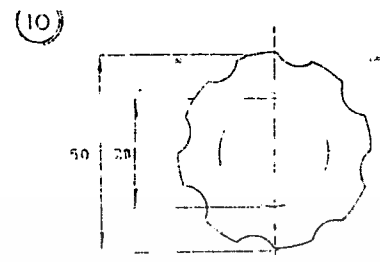


FRONT VIEW

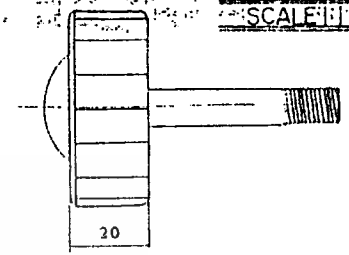


SIDE VIEW

SCALE 1:1 UNIT M M

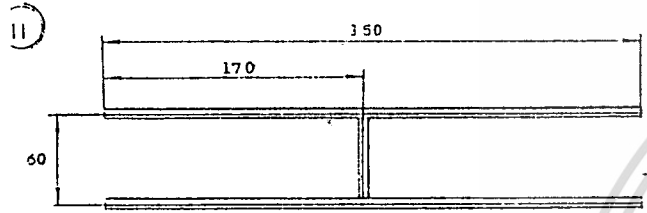


FRONT VIEW



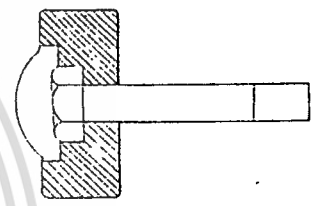
SIDE VIEW

SCALE 1:1 UNIT M:M

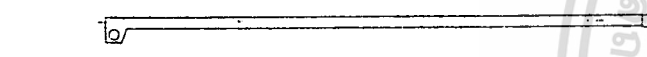


FRONT VIEW

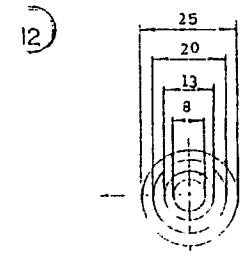
SCALE 1:25 UNIT M M



SECTION



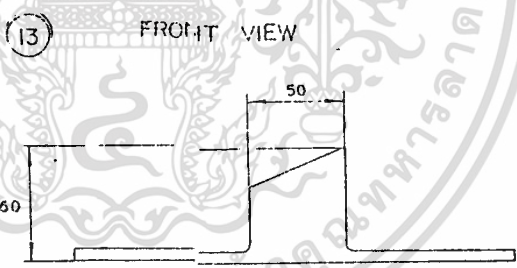
TOP VIEW



FRONT VIEW

TOP VIEW

SCALE 1:1 UNIT M M



FRONT VIEW

TOP VIEW

100

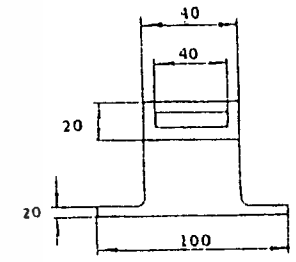
WRITE
CHECK

DATE 28/2/94
NAME CHEN MR. TANOM
MR. ANAN

NAME OF W.O.R K

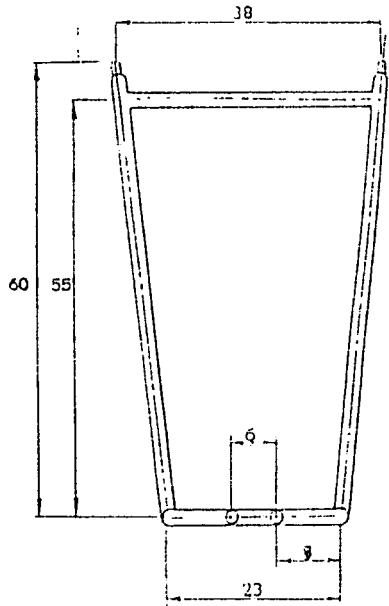
LINER CAR FOR
ORNSTADT

SCALE 1:20 U

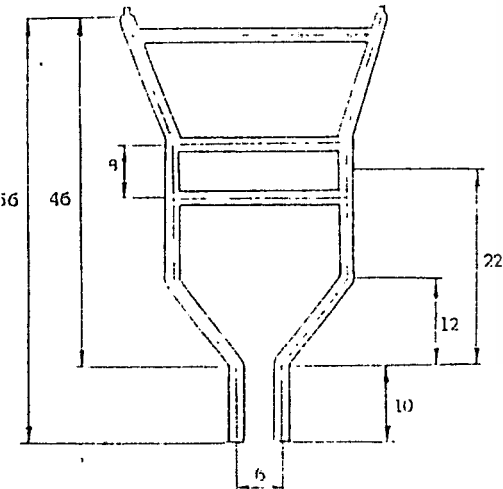


SIDE VIEW

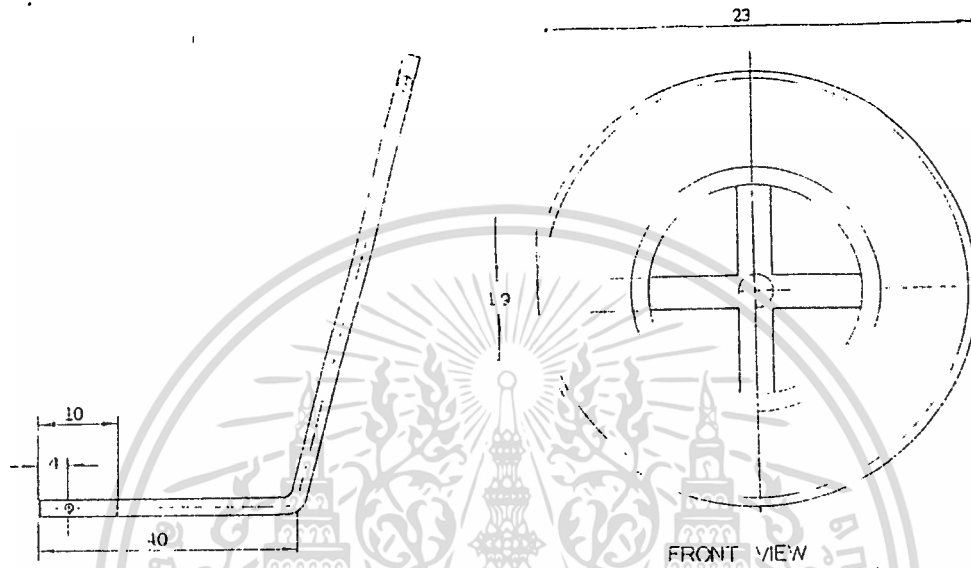
SCALE 1:50 UNIT M M



FRONT VIEW

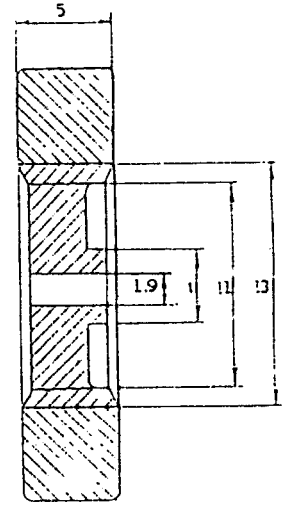


SCALE 1:20 UNIT M M

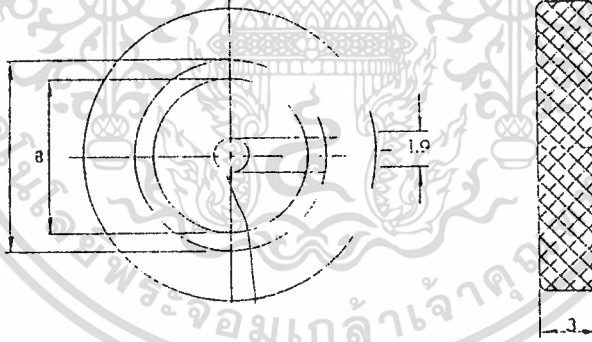


SIDE VIEW

FRONT VIEW

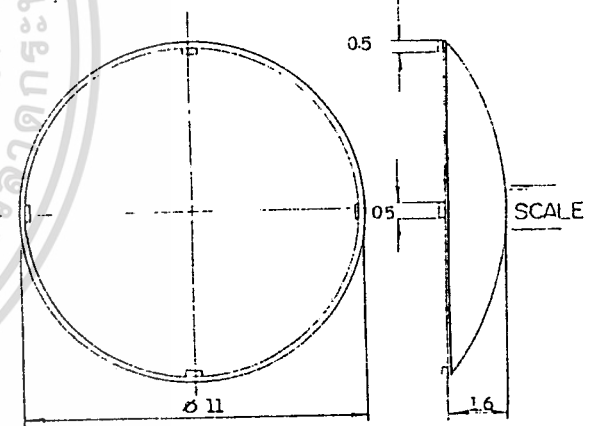


SECTION



FRONT VIEW

SCALE 1:20 UNIT M M



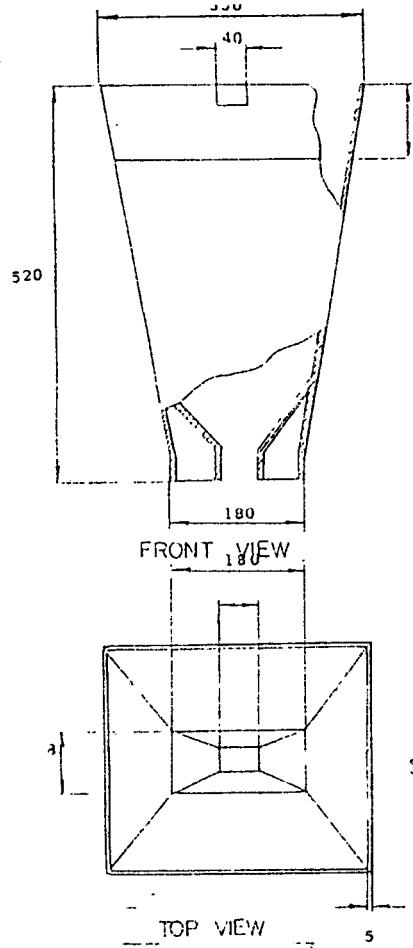
FRONT VIEW

SIDE VIEW

SCALE

DATE	NAME	NAME OF W.O.R.K
WRITE 28/2/94	CHEN	
CHECK MR TANOM		

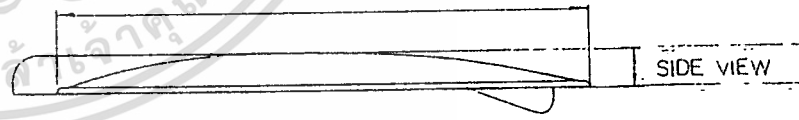
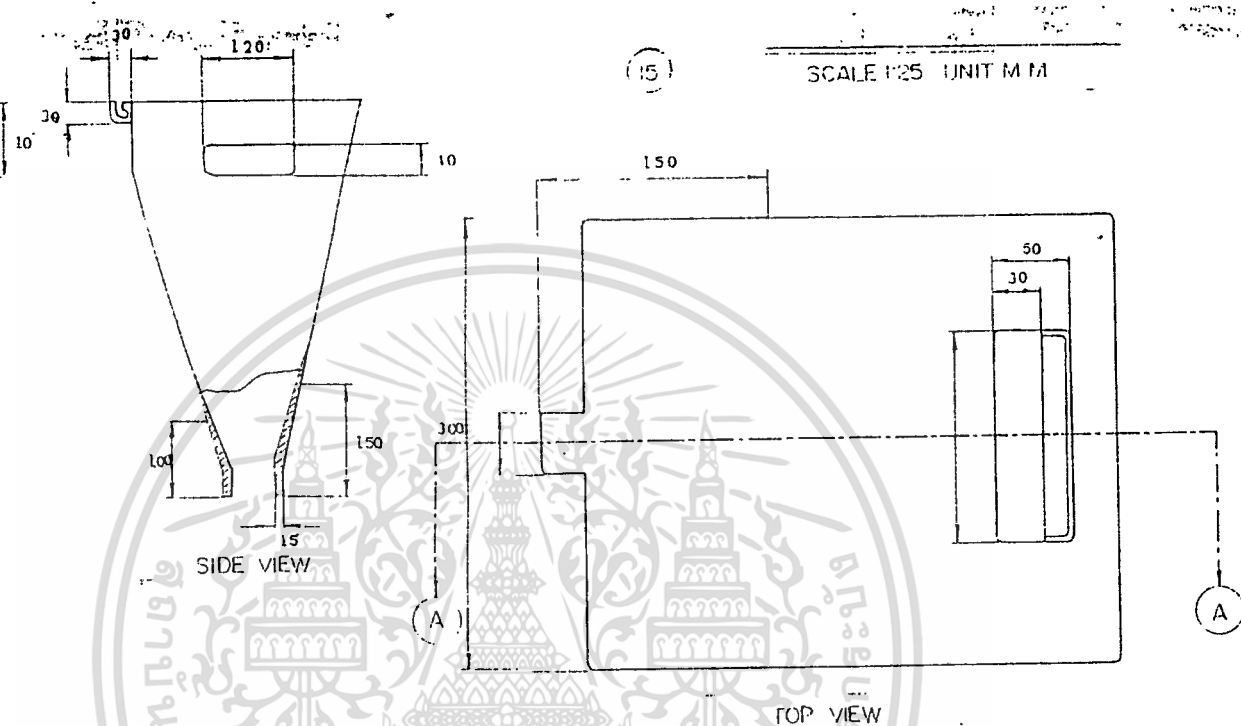
(14)



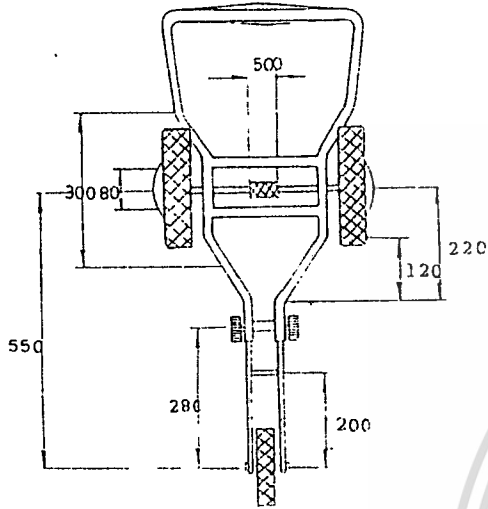
SCALE 1:50 UNIT M M

(15)

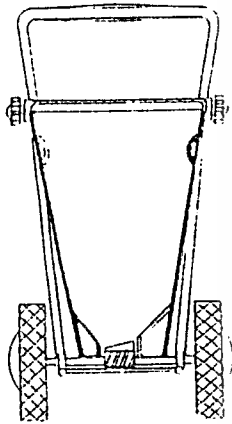
SCALE 1:25 UNIT M M



WRITE	DATE	NAME	NAME OF WORK
	28/2/94	CHEN	



BOTTOM VIEW



SECTION FRONT A-A

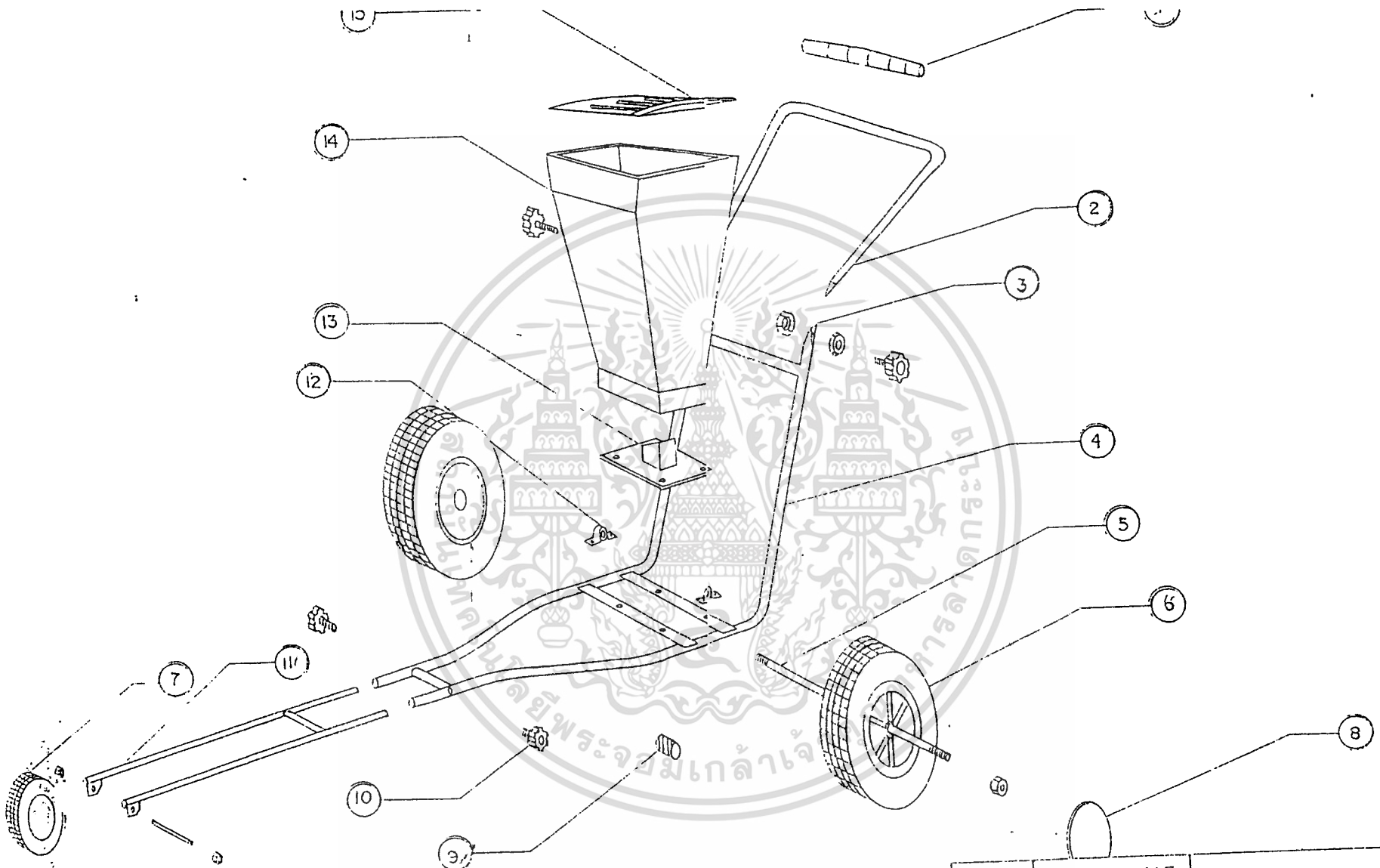


SECTION SIDE VIEW B-B

SCALE 1:75 UNIT MM

SECTION FRONT VIEW

DATE	NAME	NAME OF WORK
WRITE 28/2/94	CHEN	
CHECK MR TANOM		LIBR. CAP. FOR OFFICIAL USE
MR ANAN		

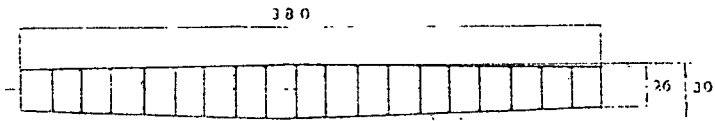


ASSEMBLY

WRITE	DATE	NAME	NAME OF W.O.R
CHECK	28/2/94	CHEN MR. TANOM	

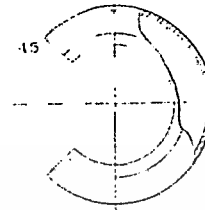
LINEAR CAR FOR
SPENS 1 2 10

①

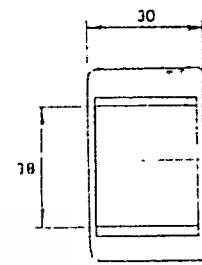


FRONT VIEW

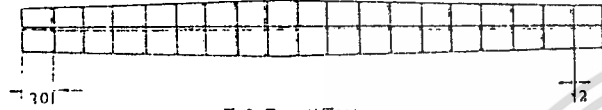
SIDE VIEW



FRONT VIEW



SIDE VIEW

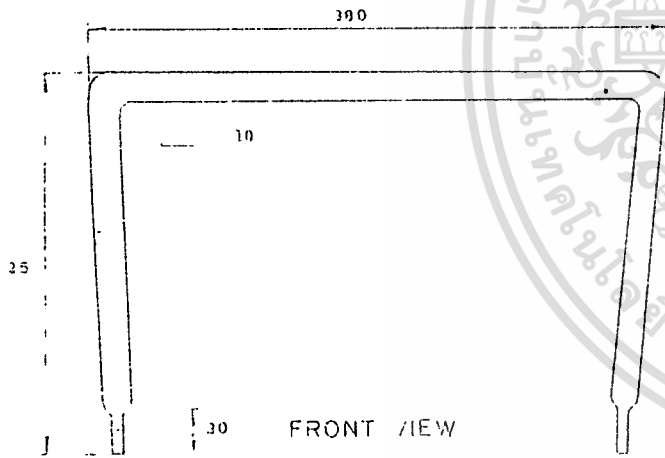


TOP VIEW

SCALE 1:20 UNIT MM

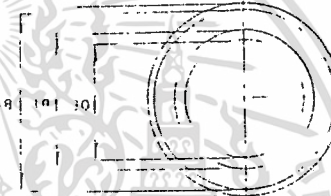
SCALE 1:1 UNIT MM

②

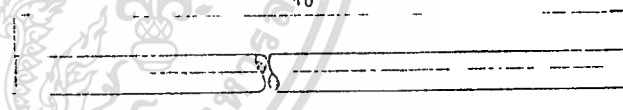


FRONT VIEW

SIDE VIEW

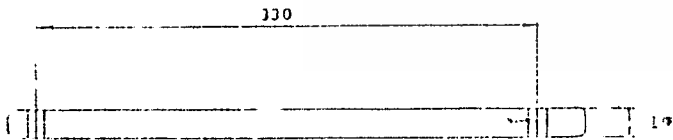


TOP VIEW



FRONT VIEW

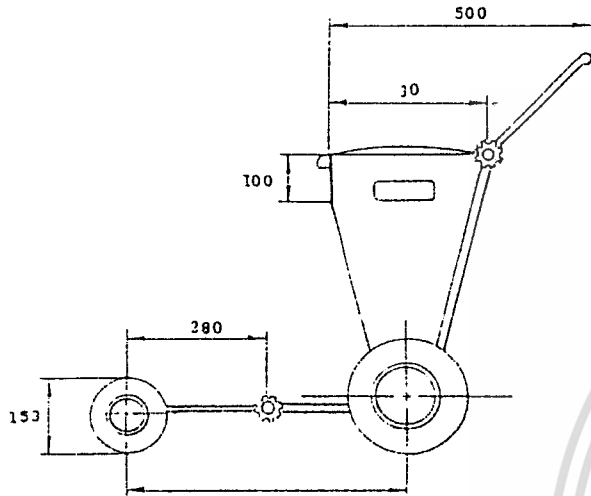
SIDE VIEW



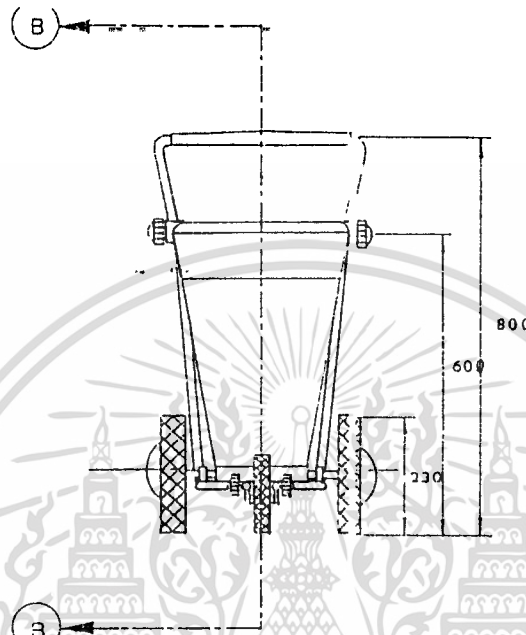
TOP VIEW

SCALE 1:25 UNIT MM

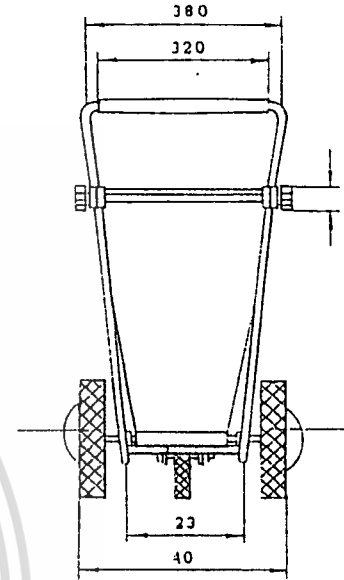
WRITE	DATE	NAME	NAME OF WORK
CHECK	28/2/94	CHEN	
	MR TANOM		
	MR ANAN		LIBER CAR FOR RESPONSIBILITY



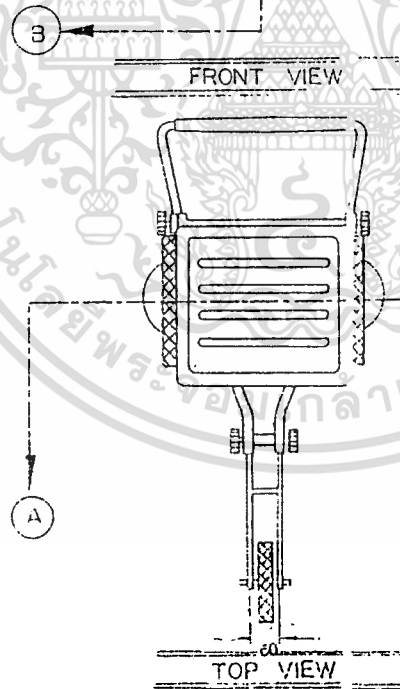
SIDE VIEW



FRONT VIEW



BACK VIEW



TOP VIEW

DATE	NAME	NAME OF W.O.R.K
WRITE	28/2/94 CHEN	
CHECK	MR TANOM	
	MR ANAN	LINER CAR FOR OPENSTADIUM

บทที่ 5

สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการวิจัยและพัฒนาการออกแบบปรับปรุงของโครงการนี้ จนถึงขั้นการเสนองานแบบจริง และการทำหุ่นต้นแบบ (PROTO TYPE) ได้สรุปการวิจัยดังนี้ โครงการออกแบบปรับปรุง "รถเข็นดีเส้นปูนขาวสำหรับสนามกีฬาากลางแจ้ง" (LINER CAR) ในการทำสำเร็จลุล่วงไปด้วย ก็ได้รับความช่วยเหลือจากหลาย ๆ ท่านด้วยกัน ซึ่งข้าพเจ้าก็ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

กีฬาเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับชนทุกเพศ ทุกวัย เพื่อประชาชนของประเทศมีการออกกำลังกายแล้ว สุขภาพและประสิทธิภาพของชนในชาติก็จะดีตาม ในการเล่นกีฬาประเภทต่าง ๆ จำเป็นต้องมีสนามกีฬาที่ดีและมีอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน "รถเข็นดีเส้นปูนขาว" ก็เป็นสิ่งที่จะสนองความต้องการได้

โดยมีวัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ คือ เพื่อการออกแบบปรับปรุงรถเข็นดีเส้นปูนขาว สำหรับสนามกีฬาากลางแจ้ง

สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นของตัวรถเข็นดีเส้นปูนขาวนั้น แบ่ง เป็น

1. ปัญหาด้านการใช้ของรถเข็นดีเส้นปูนขาว
2. ปัญหาด้านโครงสร้าง
3. ปัญหาด้านรูปทรงและความสวยงาม

และขอบเขตการออกแบบของรถเข็นดีเส้นปูนขาวนั้น

1. เป็นการออกแบบรถเข็นดีเส้นปูนขาวที่ใช้กับสนามดิน (ลู่วิ่ง) เท่านั้น
2. เป็นการออกแบบสำหรับผู้ใช้ 1 คน โดยใช้แรงงานคน
3. ใช้ได้กับปูนขาวเท่านั้น

สำหรับงานเอกสารวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- การแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- การทำแม่พิมพ์อัดโลหะ
- พลาสติก
- ข้อมูลสถิติส่วนคนไทย
- การขัดทางออร์โธปิดิกส์
- ขนาดและอุปกรณ์สนาม

การศึกษาข้อมูล แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

1. ศึกษาเกี่ยวกับสนามดิน โดยการค้นคว้าข้อมูลจากหนังสือ และจากการสัมภาษณ์โดยตรง
2. ศึกษาเกี่ยวกับตัวรถเข็นดีเส้นปูนขาว โดยทำการศึกษาจากของจริง และจากการสัมภาษณ์โดยตรง
3. ศึกษาเกี่ยวกับตัวผู้ใช้ โดยการสัมภาษณ์โดยตรง

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ทำงานวิจัย

โครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นดีเส้นปูนขาว สำหรับสนามกีฬากลางแจ้งนั้นจะเป็นประโยชน์ สำหรับนักศึกษารุ่นน้องและผู้ที่เกี่ยวข้องทั่วไป ข้าพเจ้าขอเสนอข้อเสนอแนะต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเสนอหัวข้อ (TOPIC) ควรจะหาหัวข้อที่เราน่าสนใจ มีความถนัดเป็นหัวข้อที่น่าสนใจสำหรับยุคโลกาภิวัตน์ สำหรับข้าพเจ้าเองได้สนใจในการเสนอหัวข้อเป็นอย่างมาก โดยการไป RESERCH ตามเอกสาร, นิตยสารต่าง ๆ และตามสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ซึ่งเป็นหัวข้อที่น่าสนใจ ซึ่งข้าพเจ้าต้องการนำมาออกแบบปรับปรุง สถาบันเหล่านั้น ซึ่งได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

มหาวิทยาลัยศิลปากร มหาวิทยาลัยรังสิต ซึ่งหัวข้อต่าง ๆ ที่ข้าพเจ้าได้พยายามเสาะหามา นั้นก็เป็นที่ไม่พึงประสงค์ของคณะกรรมการ อาจเป็นเพราะว่าหัวข้อของข้าพเจ้านั้นใหญ่เกินไปที่จะทำลุล่วงสำเร็จได้ หรืออาจจะเล็กมากเกินไปจนไม่มีเนื้อหาสาระอะไร ดังนั้น ข้าพเจ้าจึงเสาะหาหัวข้อใหม่ ซึ่งเป็นหัวข้อโดยไว้จุดหมาย.... จนกระทั่งหัวข้อโครงการ ออกแบบปรับปรุงรถเข็นดีเส้นปูนขาวนี้ผ่านมา โดยมีความรู้สึกว่าเป็นหัวข้อที่ข้าพเจ้าไม่อยากจะทำเลย

ขั้นที่ 2 ขั้นตอนการทำงาน (STEP OF WORKING) ขั้นนี้มีความสำคัญมาก ในการทำ THESIS ซึ่งเราจะต้องนำ PLAN ให้ลงตัวกับภาระกิจของแต่ละคนนั้นก็แตกต่างกันไป ข้าพเจ้าจะขอยกตัวอย่างภาระกิจของข้าพเจ้า อาทิเช่น ข้าพเจ้ามีความตั้งใจที่จะศึกษาต่อในระดับปริญญาโท แต่ในระดับปริญญาตรีที่ผ่านมา ผลการเรียนของข้าพเจ้านั้นอยู่ในชั้นปานกลางค่อนข้างต่ำ ข้าพเจ้าจึงขอพยายาม ACTIVE ตัวเองขึ้นมา โดยในภาคเรียนที่ 2 นั้น ข้าพเจ้าได้ลงทะเบียนเพิ่มเป็นการ UPGRADE ขึ้นมา โดยลงเพิ่ม 2 วิชาต่าง ควบกัน และอีกประการหนึ่งข้าพเจ้าได้ใช้เวลาในการเรียนภาษาอังกฤษเพิ่มเติมไปด้วย และที่สำคัญข้าพเจ้าต้องเตรียมตัวในการสอบเรียนปริญญาโท ลักษณะนี้เรียกว่า การจับปลา 4 ตัว ขณะที่เรามีอยู่ 2 มือ ผลการทำ THESIS ออกมาแล้วยังไม่เป็นที่พึงพอใจแก่ข้าพเจ้ามากนักประสบการณ์ในครั้งนี้ ข้าพเจ้าคิดว่ามันเป็นประสบการณ์แรกที่มีค่ามาก ก่อนจะเริ่มดำเนินสู่โลกภายนอก

ขั้นที่ 3 การเสนอผลงานต่อคณะกรรมการ (PRESENT) การ PRESENT นั้น เราจะต้องมีการเตรียมตัวล่วงหน้าพอสมควร การกล่าวนำเสนอควรจะมี ความกระฉับกระชวยขั้นสรุปสั้นๆ DESIGN นั้นก็มีความสำคัญอย่างยิ่ง และเราควรมีสมาธิในการ PRESENT งาน สำหรับข้อเสนอแนะของคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. มือจับ การที่มือจับสามารถปรับระดับสูง-ต่ำได้ เป็นการดีในส่วนของขนาดมนุษย์ แต่สำหรับรถเข็นแล้วไม่เหมาะสม เพราะว่าจะยากในการเข็นนั้นจะลื่นลง

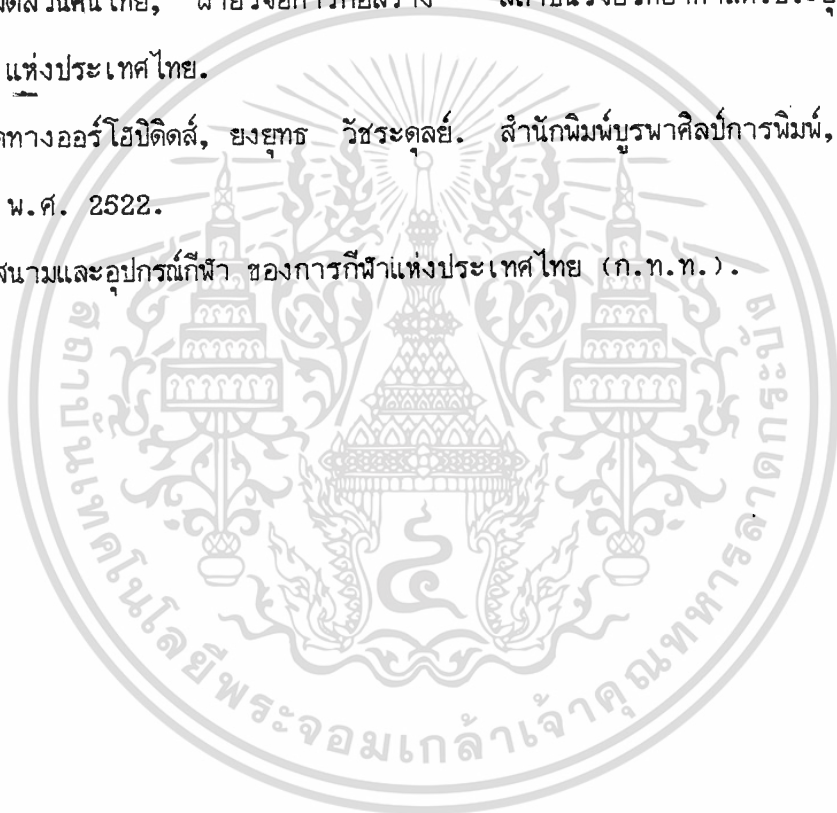
2. การเปิดฝาปิดถังของรถเข็นนั้น เราควรจะทำเปิดด้านที่อยู่กับมือจับ เพราะเหมาะสมกับพฤติกรรม

3. ระบบ MACHANIC นั้น เราควรจะทำการศึกษาวิเคราะห์โดยละเอียดอีกครั้ง ก่อนจะนำระบบที่มีอยู่แล้วในรถเข็นดีเส้นปูนขาวหลาย ๆ ชนิด เช่น การเข็นรถแล้ว วัดความหนาของเส้นว่ามีขนาดเส้นความหนาเหมาะสมหรือไม่ และเวลาเข็นจะถ่วงแรงหรือไม่



บรรณานุกรม

1. การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กองบริการอุตสาหกรรม กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.
2. การทำแม่พิมพ์อัดโลหะ, เกษม เลิศรัตน์, มัทลีโอะ มียะกวง.
3. พลาสติก, นิชิต เลี่ยมพันธ์. กองบริการอุตสาหกรรม กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.
4. ข้อมูลสถิติส่วนบุคคลไทย, ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์
แห่งประเทศไทย.
5. การวัดทางออร์โธปิดิกส์, ชงยุทธ วัชรเดชะ. สำนักพิมพ์บูรพาศิลป์การพิมพ์,
พ.ศ. 2522.
6. ขนาดสนามและอุปกรณ์กีฬา ของการกีฬาแห่งประเทศไทย (ก.ท.ท.).



ประวัติผู้วิจัย



ว่าที่ ร.ต.ราเชนทร์ เมืองแก้ว รหัส 35302219
 เกิด วันเสาร์ที่ 30 เดือนตุลาคม พ.ศ. 2514 อายุ 22 ปี
 ภูมิลำเนา จังหวัดเชียงใหม่
 ชื่อบิดา นายนิคม เมืองแก้ว อาชีพ ประกอบธุรกิจส่วนตัว
 ชื่อมารดา นางบัวเงา เมืองแก้ว อาชีพ ประกอบธุรกิจส่วนตัว
 พี่น้องในครอบครัว มีจำนวน 1 คน
 ที่อยู่ 30/1 หมู่ 4 ต.ห้วยทราย อ.สันกำแพง จ. เชียงใหม่ 50130
 โทร. 246132 (02)

ประวัติการศึกษา

2519-2525 ประถมศึกษา โรงเรียนวัดล้านตอง

2526-2528 มัธยมศึกษาต้น โรงเรียนสันกำแพง

2529 มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสันกำแพง

2530-2532 ปวช. คณะวิชาออกแบบ แผนกวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
 วิทยาเขตภาคพายัพ

2533-2534 ปวส. คณะวิชาออกแบบ แผนกวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
 วิทยาเขตภาคพายัพ

2535-2536 ปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ศิลป์
 อุตสาหกรรม สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี-
 พระจอมเกล้า จากมหาวิทยาลัยพระจอม

