สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงการออกแบบปรับปรุงอุปกรณ์ช่วยเหลือการเดินของคนพิการทางขา

DESIGNED PROJECT FOR IMPROVEMENET OF CRUTCH WALKING IN THE DISABLED

นายวัชระ ขันธปรีชา

A020599

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2534

เลขหมู่ 832
เลข 020599
วัน 21 ต.ค. 2535

วิทยานิพนธ์เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงอุปกรณ์ช่วยเหลือการเดินของคนพิการทางขา

DESIGN PROJECT FOR IMPROVEMENT OF CRUTCH WACLKING IN THE DISABLED.

ชื่อนักศึกษา นายวัชระ ขันธปรีชา

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ดร. ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (ด้านการจัดพิมพ์ข้อมูล)

อาจารย์ณอม จันทร์หมื่นไวย (ด้านการออกแบบ)

อาจารย์เกษม เชาว์ดี (ด้านการออกแบบ)

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ได้ตรวจพิจารณาและเห็นชอบแล้วจึงอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2534

.....

(รศ. ดร. ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร)

..... กรรมการ

(รศดร. ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

..... กรรมการ

(อาจารย์อัจฉรา สีบสินชุสกุลไชย)

..... กรรมการ

(อาจารย์ขวัญใจ สนั่นวานิช)

..... กรรมการ

(อาจารย์ณอม จันทร์หมื่นไวย)

..... กรรมการ

(อาจารย์เกษม เชาว์ดี)

บทคัดย่อ

ไม้ค้ำยันรักแร้ เป็นอุปกรณ์ช่วยเหลือการเดินของผู้พิการขา ทั้งความพิการชั่วคราว และพิการถาวร เพื่อให้เคลื่อนไหวและการประกอบอริยาบทในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าถึงลักษณะของไม้ค้ำยันรักแร้ พฤติกรรมของผู้พิการทางขา ตลอดจนการใช้งานโดยได้ทราบถึงลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้งาน ดังต่อไปนี้คือ

1. ปัญหาจากพฤติกรรมในการเดินทางหรือเคลื่อนที่โดยรถโดยสารหรือรถส่วนตัว ต้องหยุดใช้ไม้ค้ำยันรักแร้ในบางขณะซึ่งทำให้เกิดความยุ่งยากในการถือและเกะกะผู้อื่น เพราะภายในรถนั้นมีเนื้อที่จำกัด ซึ่งน่าจะมีการเก็บถือเพื่อความสะดวกสบายในการเดินทาง

2. มือจับนั้นการปรับใช้นั้นมีที่ปรับระดับเพียง 3 ช่องและตายตัว ทำให้ไม่ได้ขนาดสัดส่วนที่เหมาะสม ซึ่งตามหลักการหลังควรทำระดับให้ข้อศอกงอทำมุม 15 – 20 องศา

3. มือจับใช้วัสดุที่แข็งไม่มีการป้องกันการลื่นไหลที่ดี และน็อตยึดไม่มีการเก็บที่ปลอดภัยให้กับผู้พิการ ในขณะใช้งาน

4. คานค้ำรักแร้ ใช้วัสดุไม้หุ้มด้วยฟองน้ำแล้วคลุมด้วยหนังอีกที และไม่โค้งรับกับรักแร้ สามารถเกิดการกดทับเส้นประสาทได้ ควรจะใช้วัสดุที่นุ่มและโค้งรับกับรักแร้เพื่อป้องกันการลื่นหลุด

5. การปรับระดับสูง – ต่ำของขาค้ำยันน็อตล็อคไม่อยู่ในลักษณะที่ปลอดภัยและยางรองพื้นมีการลื่นไหลเพราะหน้าสัมผัสเล็กเกินไป ควรจะมีลักษณะที่ยึดเกาะกับพื้นที่ดีในขณะก้าวเดิน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษาวิจัยข้อมูล และออกแบบอุปกรณ์ช่วยเหลือการเดินของคนพิการทางขา
2. เพื่อให้ได้อุปกรณ์ค้ำยันที่เหมาะสมสำหรับผู้พิการทางขาชาย – หญิงไทย
3. เพื่อให้ได้อุปกรณ์ค้ำยันรักแร้ที่ช่วยเหลือในการเคลื่อนที่ได้โดยสะดวกสบาย ไม่ว่าอริยาบทใด
4. เพื่อให้ได้อุปกรณ์ค้ำยันรักแร้ที่มีราคาถูกและความปลอดภัยในการใช้งานที่สุด

ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์

1. ได้อุปกรณ์ค้ำยันที่ช่วยให้ผู้พิการทางขาเคลื่อนที่ได้สะดวกและเหมาะสมในการใช้งาน
2. ได้อุปกรณ์ที่ช่วยในการบริหารกายภาพบำบัดสาธารณะของโรงพยาบาล
3. ได้ทราบถึงลักษณะของประเภทและสาเหตุของผู้พิการทางขา
4. ได้ทราบถึงขนาดสัดส่วนชาย – หญิงไทย
5. เพื่อเป็นการพัฒนาอุปกรณ์ช่วยเหลือการเดินของผู้พิการทางขา ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
6. ได้ทราบถึงวัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่นำมาใช้ในการออกแบบ

ขอบเขตในการออกแบบ

1. เป็นอุปกรณ์ค้ำยันที่ใช้กับผู้พิการทางขาทั้งประเภทพิการชั่วคราว และพิการถาวร
2. เป็นอุปกรณ์ค้ำยันที่ใช้กับผู้พิการทางขาเพียงขาเดียวเท่านั้น
3. เป็นอุปกรณ์ค้ำยันที่ใช้กับผู้ใหญ่ชาย – หญิงไทย
4. เป็นอุปกรณ์ค้ำยันที่สามารถปรับระดับสูง – ต่ำตามความเหมาะสมของผู้ใช้งาน
5. เป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีระบบเกี่ยวกับตัวนำไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้องในการออกแบบ

สรุปผลการค้นคว้าและออกแบบ

ไม้ค้ำยันรักแร้ จากการค้นคว้าและศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการใช้งาน ไม้ค้ำยันรักแร้เดิม จึงได้ไม้ค้ำยันรักแร้ที่มีรูปทรง และประโยชน์ในการใช้งานของผู้พิการ ดังนี้

1. คานรองรับรักแร้ ได้มีการปรับปรุงจากไม้ให้เป็นพลาสติก ที่จะสามารถผลิตง่ายขึ้น และมีรูปทรงที่เหมาะสม รับกับรักแร้

2. โครงค้ำยันและขาค้ำยัน ใช้อลูมิเนียมแทนการใช้ไม้ หรืออลูมิเนียม ซึ่งจะง่ายต่อการผลิต และมีน้ำหนักเบา

3. ได้วิเคราะห์และศึกษาปัญหาในการพกพาไม้ค้ำยันรักแร้ ในขณะผู้พิการใช้เดินทาง ของผลิตภัณฑ์เดิม โดยใช้การพับเก็บให้ไม้ค้ำยันรักแร้มีขนาดเล็กลง เพื่อความสะดวกในการพกพาขณะเดินทาง

4. มือจับ ได้มีการออกแบบ ให้มีการปรับระดับให้ผู้พิการได้ปรับหาระดับได้เหมาะสม และถนัดได้มากขึ้น

5. วัสดุในการผลิต ได้พิจารณาวัสดุในการผลิตที่มีความเหมาะสมกับการผลิตภายในประเทศ ให้มีราคาถูกยิ่งขึ้น

6. สีของผลิตภัณฑ์ ได้นำเอาสีของวัสดุซึ่งมีความกลมกลืนกับเสื้อผ้าทุกสี เพื่อมิให้มีความเด่นชัดมากเกินไป จะเป็นปมด้อยของผู้พิการ

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงอุปกรณ์ช่วยเหลือการเดินของคนพิการทางขา ในการวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนและได้รับการช่วยเหลือในด้านการศึกษาค้นคว้าให้คำปรึกษาด้านข้อมูล และชี้แนวทางในการปฏิบัติงานให้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี ซึ่งข้าพเจ้าใคร่ขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

บิดา, มารดา, พี่, น้อง ..... กำลังใจ, กำลังกาย, กำลังทรัพย์ ข้าพเจ้ากราบขอบพระคุณอย่างสูง

ป้าสมหมาย แนบเนียน ..... กำลังใจ, กำลังทรัพย์, ขอบพระคุณอย่างสูง

คุณอดิพล ศิริกุล ..... นักกายภาพบำบัดโรงพยาบาลทหารผ่านศึก ช่วยแนะนำข้อมูลต่างๆ

รศ ดร. ปรียาพร วงค์อนุตรโรจน์ ที่ปรึกษาการจัดพิมพ์ข้อมูล

อ. อุดมศักดิ์ สาริบุตร ..... ที่ปรึกษาในด้านการออกแบบ

อ. ถนอม จันทร์หมื่นไวย ..... ที่ปรึกษาในด้านการออกแบบ

อ. เกษม เชาว์ดี ..... ที่ปรึกษาในด้านการออกแบบ (อย่างใกล้ชิด)

คุณกันยา วงค์ทอง ..... ช่วยพิมพ์ข้อมูล (จริงจัง, ห่วงใย)

คุณผดุง ภูบาลชื่น, คุณไพรวัลย์ สืบสิงห์ ผู้ทุ่มเทในการทำงานด้วยความมุ่งมั่นและจริงใจให้เพื่อนกับความสำเร็จในครั้งนี้

คุณธเนศ, พี่ปอ, คุณยุทธศักดิ์, คุณสกุลชาย, คุณสมัชชา, คุณเป๊ิล, คุณตู่ คุณวิโรจน์ ทุกคนคือพลังแห่งความสำเร็จที่เกิดขึ้น ซึ่งข้าพเจ้ารู้สึกประทับใจกับทุกสิ่งที่ทุกคนมอบให้และจะเก็บความรู้สึกนี้ไว้ตลอดกาล

จากก้นบึ้งของหัวใจ

นายวัชระ ชันชปรีชา

สารบัญ

หน้า

หน้าอนุมัติ..... ก

บทคัดย่อ..... ข

กิตติกรรมประกาศ..... จ

สารบัญ..... ฉ

รายการตารางประกอบ..... ญ

รายการภาพประกอบ..... ฏ

บทที่

1. บทนำ..... 1

1.1 คำนำ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำวิทยานิพนธ์..... 1

1.3 ปัญหาที่เกิดขึ้น/แนวทางการแก้ปัญหา..... 2

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย..... 7

1.5 ขอบเขตการออกแบบ..... 7

1.6 ขอบเขตการศึกษาข้อมูล..... 7

1.7 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์..... 8

2. เอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์..... 9

2.1 ความหมายของคนพิการ..... 9

2.2 สาเหตุของความพิการ..... 9

2.2.1 พิการมาแต่กำเนิด..... 9

2.2.2 พิการจากอุบัติเหตุ..... 10

2.3 หลักทั่วไปของการหักของกระดูก..... 12

2.4 ขั้นตอนการรักษาผู้ป่วยก่อนใช้อุปกรณ์ช่วยเหลือ..... 15

2.4.1 การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อ..... 15

2.4.2 วิธีการประเมินผลเพื่อการรักษา..... 15

2.4.3 การแบ่งผู้ป่วยตามหลักประสาทวิทยา..... 17

หน้า

2.5 อุปกรณ์ช่วยเหลือผู้พิการ..... 20
2.6 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิม..... 27
2.6.1 ไม้ค้ำยันรักแร้..... 27
2.6.2 ส่วนประกอบไม้ค้ำยันรักแร้..... 28
2.6.3 การเดินด้วยไม้ค้ำยันรักแร้..... 30
2.7 ข้อมูลสรีระศาสตร์..... 40
2.7.1 มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกายและการนำไปใช้ในการออกแบบ..... 40
2.7.2 มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกายชาย – หญิงไทย..... 44
2.7.3 ขนาดสัดส่วนมือของคนไทยชาย – หญิงไทย..... 45
2.8 อลูมิเนียมและอลูมิเนียมผสม..... 47
2.8.1 คุณสมบัติและลักษณะทั่วไปของอลูมิเนียม..... 47
2.8.2 กรรมวิธีการผลิตอลูมิเนียม..... 67
2.9 เหล็ก..... 71
2.10 พลาสติกและกรรมวิธีการผลิต..... 78
2.10.1 พลาสติก..... 78
2.10.2 กรรมวิธีการผลิตพลาสติก..... 79
2.10.3 ประเภทหล่อพลาสติกเหลว..... 88
2.10.4 ประเภทขึ้นรูปพลาสติกแผ่น..... 89
2.11 ยาง..... 96
2.11.1 ประเภทยาง..... 96
2.11.2 กรรมวิธีการผลิตยาง..... 97
2.12 ฟองน้ำ..... 99
2.12.1 ฟองน้ำยาง..... 99
2.12.2 การเลือกใช้ฟองน้ำวิทยาศาสตร์..... 100

หน้า

3. วิธีการดำเนินงานและรวบรวมข้อมูล..... 101
3.1 วิธีการดำเนินงานและรวบรวมข้อมูล..... 101
3.1.1 วิธีการดำเนินงาน..... 101
3.1.2 แหล่งที่มาของข้อมูล..... 101
3.1.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล..... 102
3.2 การศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ..... 102
3.2.1 ศึกษาลักษณะของผู้ป่วยที่สามารถใช้ไม้ค้ำยันรักแร้..... 102
3.2.2 การศึกษาขั้นตอนการรักษาผู้ป่วย..... 103
3.2.3 ศึกษาถึงการแบ่งประเภทของไม้ค้ำยัน..... 104
3.2.4 การแบ่งการใช้งานไม้ค้ำยันรักแร้..... 106
3.2.5 การศึกษาวิธีการจัดไม้ค้ำยันรักแร้ให้กับผู้ป่วย..... 107
3.2.6 การศึกษาการจัดไม้ค้ำยันเข้ากับร่างกาย..... 108
3.2.7 การศึกษาพฤติกรรมในการเก็บไม้ค้ำยันรักแร้ในขณะเดินทาง..... 109
3.2.8 ศึกษาสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เกี่ยวกับการออกแบบ..... 112
3.2.9 สัดส่วนความสูง น้ำหนัก ของชาย – หญิงไทย..... 114
3.2.10 ลักษณะการก้าวเดินของมนุษย์..... 116
3.2.11 การศึกษาการวางตำแหน่งของมือในขณะเดิน..... 118
3.2.12 ศึกษาการปรับระดับของไม้ค้ำยันรักแร้..... 121
3.3 การศึกษาวัสดุทำโครงค้ำยัน..... 124
3.4 กราฟฟิคสีสรรและการตกแต่ง..... 134
4. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ..... 142
4.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ..... 142
4.2 สรุปผลการวิเคราะห์เพื่อการออกแบบ..... 165

หน้า

5. การออกแบบไม้ค้ำยันรักแร้ 167
5.1 การพัฒนาแนวความคิดไม้ค้ำยันรักแร้ 167
5.2 การออกแบบร่างไม้ค้ำยันรักแร้ 170
5.3 การนำเสนอผลงาน 172
5.4 แบบ WORKING DRAWING 176
5.5 แบบ PRESENTATION 182
5.6 แบบไม้ค้ำยันตัวต้นแบบ 183
6. สรุปการวิจัย และข้อเสนอแนะ 184
6.1 สรุปผลการวิจัย 185
6.2 ข้อเสนอแนะ 186
บรรณานุกรม 187
ประวัติผู้วิจัย 188

รายการตารางประกอบ

ตารางที่ หน้า

1. สาเหตุของความพิการ..... 11
2. การเชื่อมยึดติดของกระดูกขา, กระดูกแขนของผู้ใหญ่..... 14
3. แสดงมิติที่มีความสำคัญต่อการออกแบบและนำไปใช้..... 42
4. แสดงตัวเลข มิติ ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย..... 44
5. คุณสมบัติบางอย่างของอลูมิเนียมที่ค่อนข้างบริสุทธิ์..... 50
6. คุณสมบัติของอลูมิเนียมเมื่อทำปฏิกิริยากับธาตุบางธาตุ..... 51
7. สัญลักษณ์ที่ใช้แทนอลูมิเนียมขึ้นรูป..... 52
8. สมบัติทางกลและตัวอย่างการใช้งานของโลหะอลูมิเนียม..... 62
9. แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กแผ่น..... 74
10. แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส..... 75
11. แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า..... 76
12. แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลมกลวง..... 77
13. ความหนาของชิ้นงานที่เหมาะสมกับพลาสติกประเภทเทอร์โมเซท..... 90
14. ความหนาของชิ้นงานที่เหมาะสมกับพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก..... 91
15. ประเภทและคุณสมบัติของพลาสติก..... 92
16. แสดงสัดส่วนที่ใช้ในการออกแบบ..... 113
17. ขนาดสัดส่วนความสูง น้ำหนัก ของชาย – หญิงไทย..... 114
18. การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงค้ำยัน..... 143
19. การวิเคราะห์รูปแบบโครงค้ำยัน..... 144
20. การวิเคราะห์รูปทรงตานรองรับรักแร้..... 146
21. วิเคราะห์วัสดุทำตานรองรับรักแร้..... 147
22. วิเคราะห์ประเภทของพลาสติกทำตานรองรับรักแร้..... 148
23. วิเคราะห์ชนิดของพลาสติกทำตานรองรับรักแร้..... 149
24. วิเคราะห์การยึดตานรองรับรักแร้กับโครงค้ำยัน..... 151

หน้า

25. การวิเคราะห์วัสดุส่วนรองรับรักแร้..... 152
26. วิเคราะห์ประเภทฟองน้ำที่จะใช้ทำส่วนรองรับรักแร้..... 153
27. การวิเคราะห์วัสดุทำมือจับไม้ค้ำยันรักแร้..... 154
28. วิเคราะห์ประเภทพลาสติกทำมือจับ..... 155
29. วิเคราะห์ชนิดของพลาสติกทำมือจับ..... 156
30. วิเคราะห์การปรับระดับมือจับ..... 157
31. วิเคราะห์รูปทรงของขาค้ำยัน..... 158
32. การวิเคราะห์วัสดุใช้ทำขาค้ำยัน..... 159
33. การวิเคราะห์การยึดโครงค้ำยันกับส่วนปรับระดับขาค้ำยัน..... 160
34. วิเคราะห์ระบบการปรับระดับของขาค้ำยัน..... 161
35. การวิเคราะห์รูปทรงของยางรองพื้น..... 162
36. วิเคราะห์ประเภทของยางที่ใช้ทำยางรองพื้น..... 163
37. วิเคราะห์การยึดยางรองพื้น..... 164

รายการภาพประกอบ

ภาพที่ หน้า

1. การขึ้นรถโดยสารและนั่งรถโดยสารของผู้พิการ..... 2
2. ส่วนปรับระดับสูง – ต่ำของมือจับไม้ค้ำยันรักแร้..... 3
3. ลักษณะของมือจับไม้ค้ำยันรักแร้..... 4
4. ลักษณะของคานค้ำยันรักแร้..... 5
5. ลักษณะของที่ปรับระดับความสูง – ต่ำและยางรองพื้น..... 6
6. ลักษณะของผู้พิการมาแต่กำเนิด..... 9
7. ลักษณะของผู้พิการจากอุบัติเหตุ..... 10
8. ลักษณะผู้ป่วยในระดับ HIGH CORD LESION..... 17
9. ลักษณะผู้ป่วยในระดับ HIGH CORD LESION..... 18
10. ลักษณะผู้ป่วยในระดับ LOW CORD LESION..... 19
11. ลักษณะผู้ป่วยในระดับ LOW CORD LESION..... 19
12. รถเข็นสำหรับผู้พิการทางขา..... 20
13. โครงสำหรับเดิน ชนิดไม่มีล้อ..... 22
14. โครงสำหรับเดิน ชนิดมีล้อ..... 22
15. ไม้ค้ำยันรักแร้ชนิดที่ทำด้วยไม้..... 23
16. ลักษณะของผู้ใช้ไม้ค้ำยันศอกและลักษณะของไม้ค้ำยันศอก..... 24
17. ไม้เท้าทำด้วยเหล็ก..... 26
18. รูปแบบไม้เท้าในลักษณะต่าง ๆ ตามความเหมาะสมของผู้ป่วย..... 26
19. รูปแบบไม้ค้ำยันรักแร้แบบต่าง ๆ ในปัจจุบัน..... 27
20. แสดงส่วนประกอบของไม้ค้ำยันรักแร้..... 28
21. ลักษณะของคานค้ำยันรักแร้..... 28
22. มือจับไม้ค้ำยันรักแร้..... 29
23. ยางหุ้มปลายไม้ค้ำยันรักแร้..... 29
24. การเดินแบบ FOUR - POINT GAIT..... 32

หน้า

25. การเดินแบบ TWO - POINT GAIT..... 33
26. การเดินแบบ SWING - TO GAIT..... 34
27. การเดินแบบ SWING - THROUEH GAIT..... 35
28. การเดินลงน้ำหนักบางส่วน..... 36
29. การเดินถูกวิธีเท้าแตะพื้นเบา ๆ..... 37
30. การเดินผิดวิธีขาลอยสูงเกินไป..... 37
31. แสดงขนาดสัดส่วนของมือชาย - หญิง..... 45
32. ขนาดของมือในการจับเครื่องมือต่าง ๆ..... 46
33. แสดงโลหะอลูมิเนียมในรูปของอินกอต(INGOT)..... 49
34. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ค่อนข้างบริสุทธิ์..... 53
35. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อลูมิเนียม กระทะล้อแม็ก..... 54
36. เครื่องถ่ายเทความร้อนทำจากอลูมิเนียม 3003..... 55
37. ลูกสูบรถยนต์..... 56
38. คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศรถยนต์..... 57
39. เรือทำด้วยอลูมิเนียม 5086 (4%ME)..... 58
40. เครื่องปรับอากาศทำจากอลูมิเนียม 3003 และ 7072..... 60
41. ชุดแบริ่งอลูมิเนียม..... 61
42. แบริ่งของเครื่องดีเซล..... 61
43. แสดงความหนาของอลูมิเนียม..... 67
44. กรรมวิธีการผลิตพลาสติกแบบรีด..... 81
45. แสดงส่วนประกอบในการผลิตแบบฉีด..... 84
46. แสดงการถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบ..... 84
47. ลักษณะแม่แบบมาตราฐานชนิดสองแผ่น..... 85
48. ลักษณะชิ้นงานที่ใช้กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด..... 86
49. ลักษณะชิ้นงานที่ไม่สมบูรณ์จากการฉีดพลาสติก..... 86

หน้า

50. ลักษณะของไม้ค้ำยันสอก..... 104
51. ลักษณะของไม้ค้ำยันรักแร้..... 105
52. การจัดไม้ค้ำยันรักแร้เข้ากับร่างกาย..... 108
53. การเก็บไม้ค้ำยันขณะนั่งรถโดยสาร..... 109
54. การเก็บไม้ค้ำยันรักแร้ในขณะเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์..... 110
55. การเก็บไม้ค้ำยันรักแร้ขณะนั่งรถโดยสาร..... 111
56. แสดงสัดส่วนของร่างกายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ..... 112
57. การวางมือในขณะก้าวเดิน..... 118
58. การวางมือในขณะก้าวเดินด้านข้าง..... 119
59. การวางมือในขณะก้าวเดินด้านหลัง..... 120
60. ลักษณะระบบสปริงปุ่มล็อค..... 121
61. ลักษณะระบบเดือยเสียบ..... 122
62. ลักษณะระบบสกรูอัด..... 122
63. ลักษณะระบบปรับระดับหมุนเกลียว..... 123
64. ลักษณะระบบปรับระดับบีบล็อค..... 123
65. รูปแบบการพัฒนารูปทรงของไม้ค้ำยันรักแร้..... 167
66. การพัฒนารูปทรงคานรองรักแร้..... 168
67. การพัฒนารูปทรงมือจับไม้ค้ำยันรักแร้..... 168
68. การพัฒนารูปทรงตัวปรับระดับขาค้ำยัน..... 169
69. การพัฒนารูปทรงยางรองพื้น..... 169
70 - 72. การออกแบบร่างครั้งที่ 1 - 3..... 170 -171
73 - 80. การนำเสนอผลงาน ..... 172 -175
81 - 92. WORKING DARWING..... 176 -181
93 - 94. แสดงการใช้งาน..... 182
95 - 96. แสดงไม้ค้ำยันตัวต้นแบบ..... 183

บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

อุบัติเหตุเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้แต่อาจป้องกันได้ ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีของโลกเราได้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ มนุษย์ได้คิดค้น เครื่องมือ เครื่องจักร ยานพาหนะ เพื่ออำนวยความสะดวกต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้เป็นส่งที่มีคุณประโยชน์มากมาย แต่สิ่งเหล่านี้ก็มีโทษมหันต์เช่นกัน ถ้าประมาทหรือ ความรู้เท่าไม่ถึงการทำให้เกิดความพิการแก่ร่างกายได้ เช่น ตา หู แขน ขา ซึ่งเมื่อเกิดความพิการแล้ว ยากที่จะทำให้ร่างกายได้ใช้อวัยวะในส่วนต่าง ๆ ได้ตามความต้องการเหมือนเช่นเดิม อย่างไรก็ตามวงการแพทย์ก็ได้ช่วยเหลือคนพิการเหล่านี้โดยการคิดค้น ทำอุปกรณ์ต่าง ๆ มากมายขึ้นเพื่อทดแทนอวัยวะที่สูญเสียไป อุปกรณ์เหล่านี้ช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกให้กับคนพิการได้เคลื่อนที่ เคลื่อนไหวได้ เพื่อให้เท่ากับคนปกติธรรมดา แต่อุปกรณ์บางอย่างก็สร้างความยุ่งยากและเกิดปัญหาแก่คนพิการได้ในบางครั้ง อุปกรณ์เหล่านี้ เช่น ไม้ค้ำยันรักแร้ แขน – ขาเทียม เข่าเทียม รถเข็น เป็นต้น โดยเฉพาะไม้ค้ำยันรักแร้ ต้องทำให้มือและแขนมีหน้าที่เพิ่มขึ้น ทำให้โอกาสที่จะใช้มือ และแขนอย่างมีอิสระน้อยลง ตลอดจนต้องนำติดตัวไปด้วยในการเดินทางและใช้ประกอบอริยาบทประจำวัน มีความเกะกะแก่ผู้พิการเป็นอย่างมาก

จากปัญหาเหล่านี้ ข้าพเจ้าคิดว่าจำเป็นอย่างยิ่งที่ข้าพเจ้าจะออกแบบและพัฒนาไม้ค้ำยันรักแร้ ที่ลดความเกะกะของอุปกรณ์เหล่านั้น ให้แก่ผู้พิการตลอดจนต้นทุน กรรมวิธีการผลิต ให้ดียิ่งขึ้นไป

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำวิทยานิพนธ์

เพื่อออกแบบให้ได้ไม้ค้ำยันรักแร้ สำหรับคนพิการทางขาผู้ใหญ่ชาย – หญิงไทย

เพื่อออกแบบให้ได้ไม้ค้ำยันรักแร้ ที่ช่วยเหลือในการเคลื่อนที่ได้โดยสะดวกสบาย ไม่ว่าอริยาบทใด

เพื่อออกแบบให้ได้วัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งานและปลอดภัย

เพื่อออกแบบให้ได้ไม้ค้ำยันรักแร้ที่มีราคาถูกและมีประสิทธิภาพในการใช้งาน

เพื่อออกแบบให้ได้ไม้ค้ำยันรักแร้ที่มีความเหมาะสมสำหรับคนพิการทางขามากที่สุด

1.3 ปัญหาที่เกิดขึ้น/แนวทางการแก้ปัญหา

ไม้ค้ำยันรักแร้ในปัจจุบัน ทำด้วยไม้และอลูมิเนียม ผู้พิการทางขาได้มีปัญหาเกิดขึ้นในการใช้งาน ดังนี้

ภาพที่ 1 แสดงลักษณะการขึ้นรถโดยสารของผู้พิการ

ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. จากพฤติกรรมของผู้ใช้ไม้ค้ำยันรักแร้ในปัจจุบัน เมื่อผู้ใช้จะต้องหยุดใช้ไม้ค้ำยันรักแร้บางขณะ เช่น การขึ้นลงรถโดยสารหรือรถส่วนตัวก็ตาม ภายในรถนั้นจะมีเนื้อที่จำกัด ซึ่งทำให้ผู้ใช้จะต้องยุ่งยากต่อการถือและทำให้เกะกะต่อผู้อื่นได้

แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้ได้ไม้ค้ำยันรักแร้ที่มีความสะดวกในการถือและวางโดยการพับ การถอดประกอบ หรือการเก็บที่เหมาะสมที่สุด

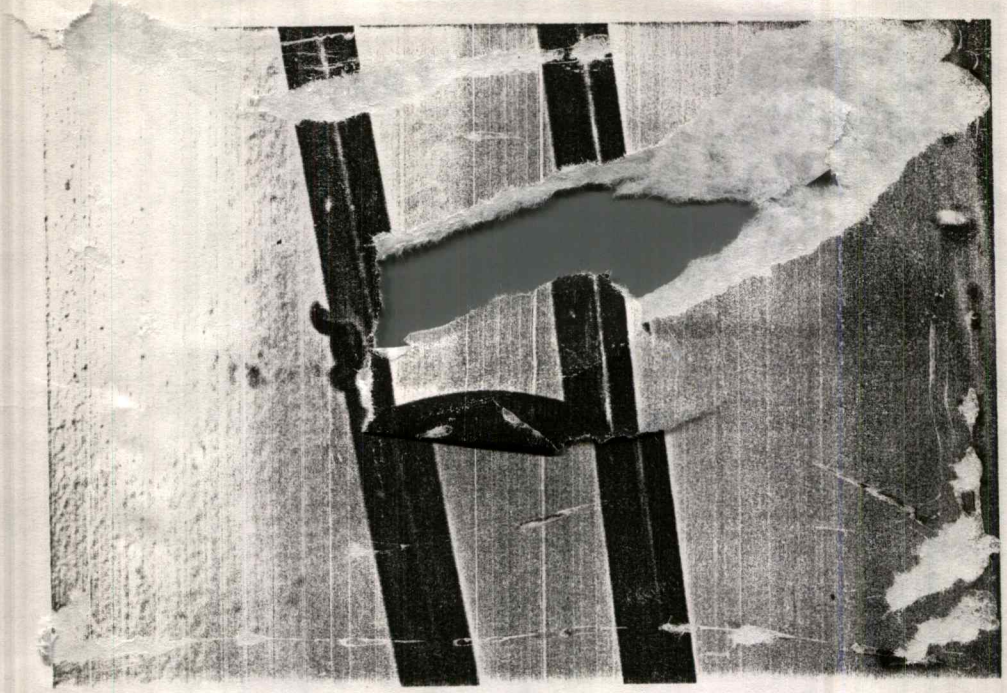
ภาพที่ 2 แสดงส่วนปรับระดับสูง – ต่ำของมือจับ

ปัญหาที่เกิดขึ้น

2. ช่องปรับระดับความสูง – ต่ำของมือจับนั้น มีช่องปรับระดับเพียง 3 ช่อง หรือเป็นลักษณะที่ตายตัว ไม่พอดีกับสัดส่วนของแขนผู้พิการ ซึ่งมือจับตามหลักของแพทย์แล้วควรที่จะทำระดับให้ข้อศอกงอ 15 – 20 องศา

แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้การปรับระดับของมือจับปรับระดับให้ได้หลายระดับ และเหมาะสมโดยข้อศอกงอ 15 – 20 องศา



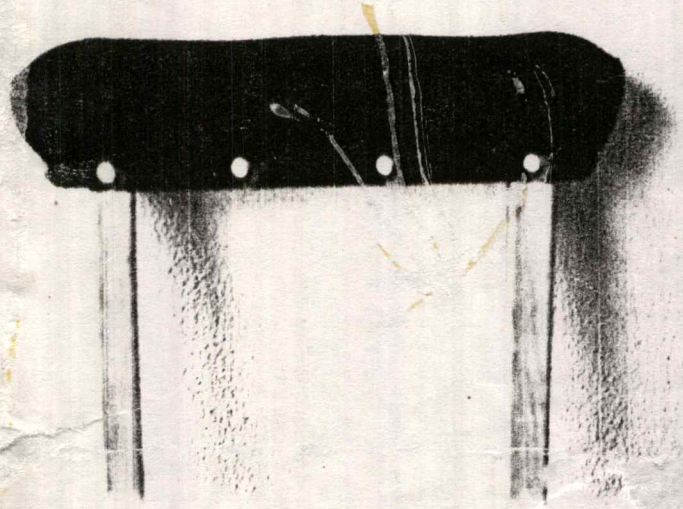
ภาพที่ 3 ลักษณะของมือจับไม้ด้ำยันรักแร้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

3. มือจับใช้วัสดุที่แข็ง และผิวสัมผัสเป็นไม้ไม่สามารถลดแรงกดที่ฝ่ามือและการลื่นไหลได้ดี ในส่วนของน็อตยึดนั้นไม่มีการเก็บในลักษณะที่ปลอดภัยในขณะใช้งาน

แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้มือจับเป็นวัสดุที่นุ่มโดยใช้ฟองน้ำ หรือวัสดุที่สามารถลดแรงกดที่ฝ่ามือและมีการซึมซับเหงื่อจากฝ่ามือในขณะใช้งาน ในส่วนของน็อตยึดให้มีการเก็บน็อตในลักษณะที่ปลอดภัยในการใช้งาน



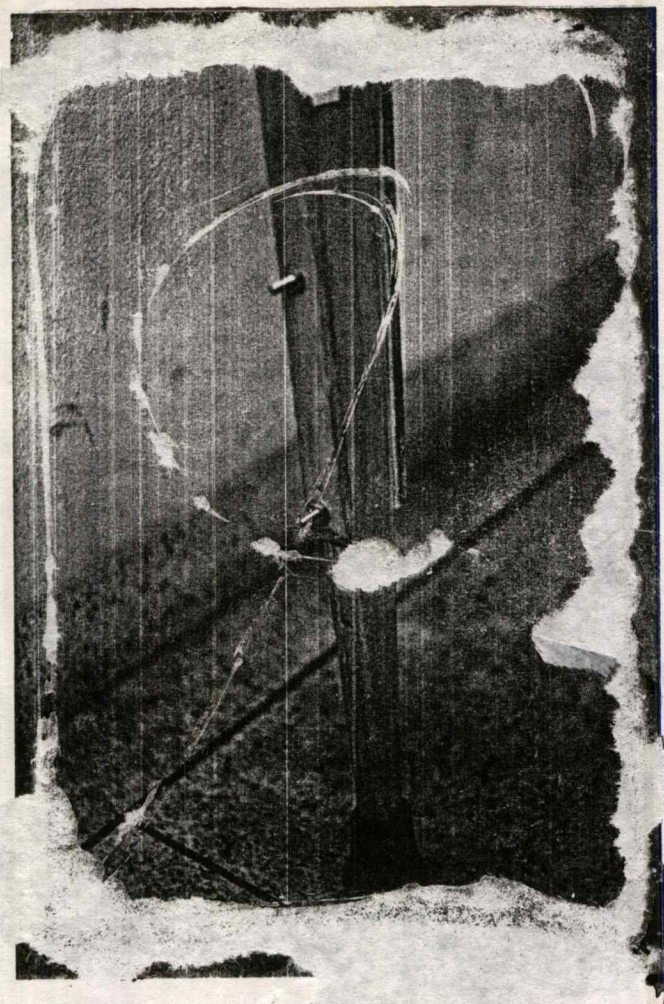
ภาพที่ 4 ลักษณะของคานค้ำรักแร้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

4. ไม้ค้ำยันรักแร้ ในส่วนคานค้ำรักแร้ทำด้วยไม้หุ้มฟองน้ำ และหุ้มหนัง ทำให้ไม่มีความยืดหยุ่นที่ดี และไม่มีความโค้งรับกับรักแร้ ไม่ปลอดภัยในขณะใช้งาน สามารถทำให้เกิดการกดเส้นประสาทได้

แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้ส่วนคานค้ำรักแร้ มีความยืดหยุ่น โดยใช้วัสดุที่นุ่มและยืดหยุ่นได้ดี และมีความโค้งรับกับขนาดของรักแร้ เพื่อป้องกันการกดเส้นประสาทและเส้นเลือด



ภาพที่ 5 ลักษณะของที่ปรับระดับความสูง – ต่ำและยางรองพื้น

ปัญหาที่เกิดขึ้น

5. ในส่วนที่ปรับระดับสูง – ต่ำของขาค้ำยัน น็อตที่ใช้ล็อคไม่อยู่ในลักษณะที่ปลอดภัยกับผู้ใช้งาน และยางรองพื้น เพื่อป้องกันการลื่นไหลนั้นพื้นผิวที่สัมผัสเล็กเกินไป ไม่ยึดเกาะพื้นในขณะก้าวเดิน

แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้ใช้วัสดุที่ยึดพื้นได้ดี ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ϕ 1.5 – 2 นิ้ว เพื่อป้องกันการลื่นไหล และในส่วนของการปรับระดับใช้วัสดุที่ไม่เป็นอันตรายกับผู้พิการ

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. กำหนดปัญหาโดย
   - การสังเกต
   - การสอบถาม
   - การสัมภาษณ์ พร้อมแนวทางการแก้ปัญหา
2. วางแผนการวิจัย
   ศึกษา ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลจากภาคสนาม
3. รวบรวมข้อมูล
4. วิเคราะห์ข้อมูล
5. สรุปข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ
6. ออกแบบ เขียนแบบร่าง เขียนแบบ
7. สร้างหุ่นจำลอง POTOTYPE

1.5 ขอบเขตการออกแบบ

1. เป็นอุปกรณ์ค้ำยันที่ใช้กับผู้พิการทางขาทั้งประเภทพิการชั่วคราว และพิการอย่างถาวร
2. เป็นอุปกรณ์ค้ำยันที่ใช้กับผู้พิการทางขาเพียงขาเดียว (ซ้ายหรือขวา) เท่านั้น
3. เป็นอุปกรณ์ค้ำยันที่ใช้กับผู้ใหญ่ทั้งเพศชาย – หญิงไทย
4. เป็นอุปกรณ์ค้ำยันที่สามารถปรับระดับสูง – ต่ำตามความเหมาะสมของผู้ใช้งาน
5. เป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีระบบเกี่ยวกับตัวนำไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้องในการออกแบบ

1.6 ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษาถึงประเภทของผู้พิการทางขา
2. ศึกษาถึงสาเหตุของความพิการ
3. ศึกษาพฤติกรรมในการใช้งานของผู้พิการทางขา
4. ศึกษาขนาดสัดส่วนของผู้ใช้งานงาน – หญิงไทย
5. ศึกษาถึงกรรมวิธีการผลิตและวัสดุที่นำมาใช้ในการออกแบบ

1.7 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์

1. ได้อุปกรณ์ค้ำยันที่ช่วยให้ผู้พิการทางขาเคลื่อนที่ได้สะดวก เหมาะสมและปลอดภัยในการใช้งาน

2. ได้อุปกรณ์ที่ช่วยในการบริหารกายภาพบำบัดสาธารณะของโรงพยาบาล

3. ได้ทราบถึงลักษณะของประเภท และสาเหตุของผู้พิการทางขา

4. ได้ทราบถึงขนาดสัดส่วนของชาย – หญิงไทย

5. เพื่อเป็นการพัฒนาอุปกรณ์ช่วยเหลือผู้พิการทางขาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

6. ได้ทราบถึงวัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่นำมาใช้ในการออกแบบ

บทที่ 2

เอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์

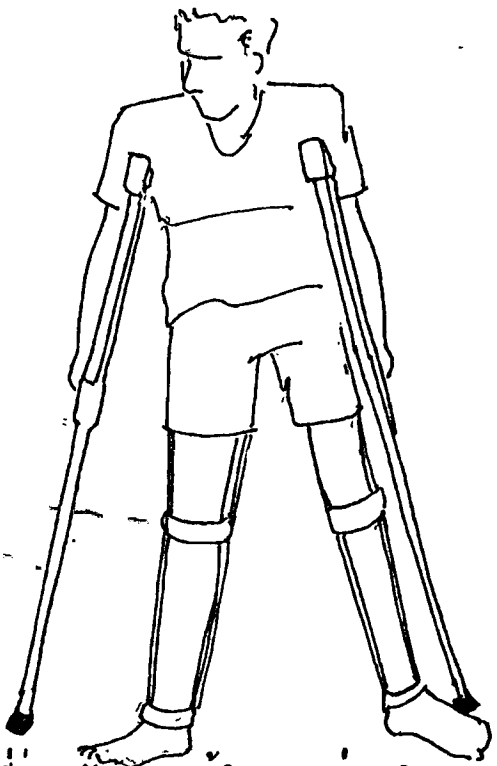
2.1 ความหมายของคนพิการ

คนพิการหมายถึง ผู้ที่มีร่างกายไม่สมประกอบ ซึ่งอาจจะเกิดจากการสูญเสียอวัยวะบางส่วนของร่างกาย เช่น แขนขาด ขาขาด หรือ กระดูกหัก ร่างกายผิดปกติจากบุคคลทั่วไป เช่น ตาบอด หูหนวก เป็นต้น รวมทั้งพิการทางสมอง เช่น ปัญญาอ่อน วิกลจริต

2.2 สาเหตุของความพิการ

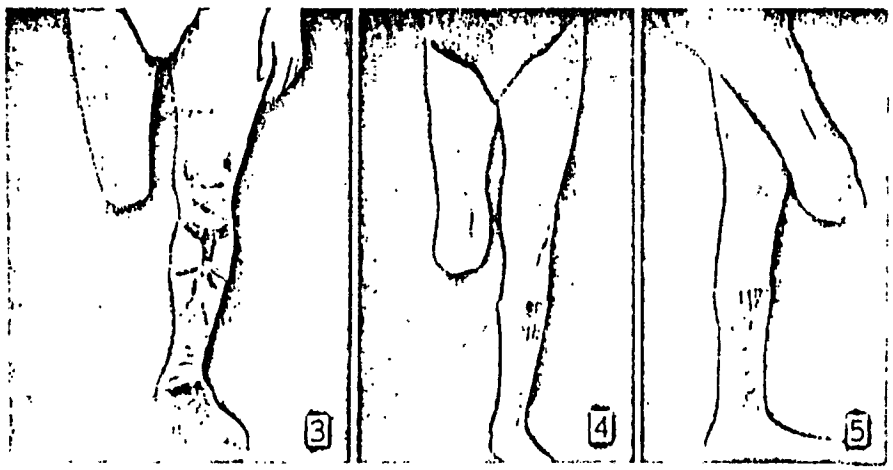
สาเหตุของความพิการ อาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ ตั้งแต่ ความพิการตั้งแต่กำเนิด โรคโปลิโอ พิการจากอุบัติเหตุ สาเหตุของผู้พิการอาจแบ่งได้ตามลักษณะ ดังนี้

2.2.1 พิการมาแต่กำเนิด การพิการมาแต่กำเนิดหรือเป็นมาตั้งแต่เกิด หมายถึงอวัยวะไม่ครบถ้วน เมื่อเกิดมาจากครรภ์มารดา เช่น นิ้วขาดหาย ไม่ครบ 32 และมีโรคต่าง ๆ มาด้วย เช่น โรคโปลิโอ โรคไขสันหลังอักเสบ สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ เป็นต้น



ภาพที่ 6 ลักษณะของผู้พิการมาแต่กำเนิด

2.2.2 พิการจากอุบัติเหตุ ความพิการที่เกิดจากอุบัติเหตุ ซึ่งเป็นสิ่งที่เราไม่สามารถคาดเดาได้ ซึ่งเกิดจากความประมาท เลินเล่อ ตลอดจนความรู้เท่าไม่ถึงการ เช่นอุบัติเหตุจากเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องจักรโรงงาน ไฟไหม้ พลัดตกหกล้ม การเล่นกีฬา ฯลฯ



ภาพที่ 7 ลักษณะผู้พิการจากอุบัติเหตุ

ลักษณะความพิการทางด้านร่างกาย

ลักษณะของความพิการทางด้านร่างกายนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. อวัยวะขาดหาย การที่อวัยวะขาดหายไปจากร่างกายที่เกิดจากอุบัติเหตุ ถูกตัดขาดด้วยความป่วยต่าง ๆ จะนิยมใช้แขน-ขาเทียม เป็นต้น

2. อวัยวะเปลี่ยนแปลงไปจากรูปเดิม จะต้องใช้ไม้เท้า ไม้ค้ำยันรักแร้ ซึ่งแล้วแต่แพทย์เป็นผู้พิจารณาในการใช้อุปกรณ์เพื่อใช้ในการเดิน

ตารางที่ 1 แสดงสถิติถึงสาเหตุของความพิการ

สาเหตุแห่งความพิการ	จำนวน	ร้อยละ
โรคโปลิโอ	2,208	47.24
พิการเนื่องจากสมอง	760	16.26
ขา แขนขาด (อุบัติเหตุ)	657	14.06
อัมพาต	306	6.55
กล้ามเนื้อสลายตัว	39	0.83
วัณโรคกระดูก	42	0.90
จากกำเนิด	68	1.45
สาเหตุอื่น	594	12.71

จากตารางที่ 1 สาเหตุของความพิการซึ่งทำให้ผู้ป่วยต้องใช้อุปกรณ์เพื่อช่วยเหลืออำนวยความสะดวกแก่ผู้ป่วยนั้น โรคโปลิโอ แขน – ขาขาดจากอุบัติเหตุนั้นอยู่ในอันดับที่สูงมาก ซึ่งจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ช่วยเหลือในการเดินที่จำเป็นอย่างยิ่ง

"ข้อมูลสถิติสาเหตุของความพิการ" (จากโรงพยาบาลศิริราช)

2.3 หลักทั่วไปของการหักของกระดูก

การหักของกระดูก เกิดจากสาเหตุต่าง ๆ ซึ่งทำให้มีความผิดปกติที่บริเวณกระดูก และความรุนแรงของการหักของกระดูกขึ้นอยู่กับสาเหตุนั้น ๆ .

สาเหตุ

1. แรงกระแทกโดยตรง (DIRECT VIOLENCE) เกิดมีแรงกดกระแทกโดยตรงกับกระดูกที่บริเวณนั้น เช่น เกิดจากอุบัติเหตุบนท้องถนน จากการเล่นกีฬา ฯลฯ

2. แรงกระแทกโดยอ้อม (INDIRECT VIOLENCE) เกิดมีแรงกระแทกจุดหนึ่งแล้วทำให้เกิดการหักของกระดูกอีกจุดหนึ่งซึ่งเกิดที่กระดูกส่วนแขนมากกว่ากระดูกส่วนขา เช่น หกล้มเอามือยันพื้นเกิดการหักของกระดูกต้นแขน

3. โรคของกระดูก (DISEASES OF BONE) เกิดมีโรคไปทำลายกระดูกหรือทำให้กระดูกเกิดการหักได้ง่ายขึ้นเมื่อได้รับอุบัติเหตุเล็กน้อย เช่น เนื้องอกของกระดูก

ฯลฯ

4. REPEATED STRESSES (FATIGUE) เกิดขึ้นโดยไม่มีโรคของกระดูกมาก่อน พบได้บริเวณกระดูก METATARSALS กระดูกต้นขาส่วนคอและกระดูกหน้าแข้ง

พยาธิสภาพ สัมพันธ์กับความรุนแรงของอุบัติเหตุและบริเวณส่วนที่กระดูกหัก แบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. CLOSED (SIMPLE) FRACTURE กระดูกหักที่ไม่มีบาดแผลออกสู่ภายนอกร่างกาย

2. OPEN (COMPOUND) FRACTUREกระดูกหักร่วมกับมีบาดแผลออกสู่ภายนอกร่างกาย ทำให้เกิดการติดเชื้อได้ง่าย

ลักษณะของการหัก อาการหักของกระดูกขึ้นอยู่กับสาเหตุและความรุนแรง นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น ลักษณะเนื้อเยื่อของกระดูก แบ่งได้หลายลักษณะ คือ TRANSVERSE FRACTURE, OBLIQUE FRACTURE, SPIRAL FRACTURE, GREENSTICK FRACTURE, COMPRESSION FRACTURE, COMMINUTED FRACTURE, IMPACTED FRACTURE, AVULSION FRACTURE, FRACTURE DISLOCATION

การเคลื่อนหลุด (DISPLACEMENT) ของชิ้นกระดูกที่หัก (FRAGMENTS) มีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับแรงกระแทกและกำลังของกล้ามเนื้อที่ดึงชิ้นกระดูกที่หัก

1. การเคลื่อนหลุดด้านข้าง (LATERAL DISPLACEMENT)
2. การเคลื่อนหลุดออกจากแนวเดิมทำเป็นมุมซึ่งกันและกัน (ANGULATION)
3. การเคลื่อนหลุดเกยกันทำให้เกิดการสั้นของกระดูก (OVERLAPPING)
4. การเคลื่อนหลุดมีการหมุนของชิ้นกระดูกหักส่วนล่าง (ROTATION)

อาการและอาการแสดง

1. การเกิดการเจ็บปวดและมีการเกร็งตัวหดสั้นของกล้ามเนื้อบริเวณที่มีการหักของกระดูก

2. การเกิดการบวม บริเวณโดยรอบของอวัยวะส่วนที่ได้รับอันตราย

3. การเกิดมีลักษณะผิดปกติของกระดูก ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนหลุดของชิ้นกระดูกและบริเวณที่หักของกระดูกของผู้ป่วยแต่ละราย ๆ ไป

4. การเกิดการจำกัดการเคลื่อนไหว เนื่องจากความเจ็บปวดและกล้ามเนื้อเกร็งตัวซึ่งเป็นรีเฟลกซ์ของการปกป้อง

5. การเกิดเสียง (CREPITUS) จากการเสียดสีของปลายที่หักของสองชิ้นกระดูก ทำให้มีเสียงเกิดขึ้น

ขั้นตอนของการซ่อมแซมกระดูก

1. ระยะ HEMATOMA เมื่อมีการหักของกระดูกจะมีการฉีกขาดของหลอดเลือดอยู่รอบ ๆ และระหว่างปลายของชิ้นกระดูกหัก

2. ระยะ SUBPERIOSTEAL PROLIFERATION มีเซลล์เกิดจาก OSTEOBLASTS ในรูปของเนื้อเยื่อฟอร์มตัวเป็น COLLAR อยู่รอบนอกและข้างในระหว่างรอยหักของกระดูก

3. ระยะ CALLUS FORMATION มีการเปลี่ยนแปลงของ OSTEOBLASTS เป็นเกลือแคลเซี่ยมอยู่ในรูปของ WOVEN BONE ซึ่งระยะนี้สามารถมองเห็นได้จากเอกซเรย์ แต่กระดูกยังไม่แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักร่างกายได้เต็มที่

4. ระยะ CONSOLIDATION WOVEN BONE ค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงทำให้การเชื่อมยึดติดของกระดูกมีความแข็งแรกมากขึ้นในรูปของ LAMELLAR BONE ซึ่งระยะนี้แข็งแรงมากพอที่จะรับน้ำหนักร่างกายได้แล้ว

5. ระยะ REMODELLING เมื่อการเชื่อมยึดติดของกระดูกสมบูรณ์ดีแล้ว ในระยะต่อ ๆ มาจะมีการตกแต่งกระดูกเข้าสู่สภาพปกติ

ระยะเวลาของการเชื่อมยึดติดของกระดูก (RATE OF UION)

องค์ประกอบที่ทำให้การเชื่อมยึดติดของกระดูกแตกต่างกันออกไป มีหลายองค์ประกอบด้วยกัน เช่น

1. อายุของผู้ป่วยในวัยเด็กการเชื่อมยึดติดของกระดูกเร็วกว่าผู้ใหญ่

2. ลักษณะการหัก SPIRAL หรือ OBLIQUE FRACTURES การเชื่อมยึดติดเร็วกว่า TRANSUESE FRACTURES

3. ตำแหน่งที่หัก กระดูกแขนเชื่อมยึดติดเร็วกว่ากระดูกขา กระดูกส่วนที่เลือดมาเลี้ยงมากเชื่อมยึดติดเร็วกว่ากระดูกที่เลือดมาเลี้ยงน้อย

4. สภาพหลังการรักษา กระดูกที่จำกัดการเคลื่อนไหวที่ดีย่อมเชื่อมยึดติดเร็วกว่ากระดูกที่จำกัดการเคลื่อนไหวไม่ดี

ตารางที่ 2 การเชื่อมยึดติดของกระดูกขา กระดูกแขนของผู้ใหญ่

ลักษณะการหัก	ส่วนแขน		ส่วนขา	
	รวมกันเริ่มต้น UNION	การยึดติดสนิท CONSOLIDATION	รวมเข้าด้วยกัน UNION	ยึดติดกันสนิท CONSOLIDATION
การหักหรือหลุด (SPIRAL FRACTURE)	3 สัปดาห์	6 สัปดาห์	6 สัปดาห์	12 สัปดาห์
การหักตามขวาง (TRANSUERSE FRACTURE)	6 สัปดาห์	12 สัปดาห์	12 สัปดาห์	24 สัปดาห์

สรุป จากตารางที่ 2 ลักษณะของการหักของกระดูกในส่วนขาจะต้องใช้ระยะเวลานานกว่าแขน สามารถใช้ไม้ค้ำยันรักแร้ได้ในส่วนของกระดูกหักนานที่สุดคือ 24 สัปดาห์หรือ 6 เดือน แล้วเมื่อร่างกายสู่สภาพปกติก็หยุดใช้ไม้ค้ำยันรักแร้

ปพ
๑๓๘๑
๒๕๓๔

2.4 ขั้นตอนการรักษาผู้ป่วยก่อนใช้อุปกรณ์ช่วยเหลือ

2.4.1 การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อ (MUSCLE TESTING)

การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อทางคลินิกนั้น มีวิธีการต่าง ๆ หลายวิธี อาจโดยใช้วิธีประมาณค่าจากการแบ่งเกรดกำลังกล้ามเนื้อ ซึ่งนักกายภาพบำบัดเป็นผู้ทดสอบด้วยตนเอง (MANUAL MUSCLE TESTING) สังเกตความสามารถในการเคลื่อนไหวร่างกายแต่ละส่วนของผู้ป่วย ใช้อุปกรณ์ง่าย ๆ เช่น ไดนาโมมิเตอร์ (DYNAMOMETER) ซึ่งใช้หลักของสปริงสมดุล ผลการวัดมีค่าเป็นกิโลกรัมหรือปอนด์ ไมโอมิเตอร์ (MYOMETER) ซึ่งเป็นเครื่องไฟฟ้าวัดกำลังกล้ามเนื้อราคาไม่แพงนัก ผลการวัดมีค่าเป็น กิโลกรัม – ฟุต และตลอดจนกระทั่งใช้เครื่องมืออิเลกโทรนิกส์ราคาแพง เช่น ไซเบกซ์สอง (CYBEX II) ซึ่งเป็น ISOKINETIC DYNAMOMETER ผลการวัดมีค่าเป็น ฟุต – ปอนด์ หรือ E.M.G. (ELECTROMYOGRAPHY) ซึ่งผลการวัดมีค่าเป็นร้อยละของค่าปกติโดยไม่มีหน่วยเป็นกิโลกรัมหรือปอนด์

ในที่นี้จะกล่าวรายละเอียดเฉพาะการทดสอบกำลังกล้ามเนื้อด้วยมือของนักกายภาพบำบัดซึ่งเป็นวิธีการที่ง่ายและรวดเร็วโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ใด ๆ ร่วม

ประโยชน์ของการทดสอบกำลังกล้ามเนื้อ

1. เพื่อช่วยในการวินิจฉัยโรค
2. เพื่อประเมินผลในการวางแผนการรักษาและกำหนดขั้นตอนในการรักษา
3. เพื่อการพยากรณ์โรค
4. เพื่อพิจารณาในการนำอุปกรณ์เครื่องช่วยมาใช้กับผู้ป่วย
5. เพื่อนำมาประเมินผลในผู้ป่วยที่จำเป็นต้องผ่าตัดแก้ไขเกี่ยวกับกล้ามเนื้อ

2.4.2 วิธีการประเมินผลเพื่อการวางแผนรักษา นั้นอาจแบ่งได้ 3 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

1. การประเมินผลของโรค โดยทั่วไปแล้วผู้ป่วยที่ได้รับอุบัติเหตุนั้น หลังจากได้รับการปฐมพยาบาลเบื้องต้นแล้วก็จะให้แพทย์รักษา โดยมีการทดสอบกล้ามเนื้อแล้วก็ปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไป

~~832~~ 020599

<u>การประเมินผลเฉพาะส่วน</u> ตรวจดูสภาวะร่างกายเฉพาะส่วนที่ได้รับอันตรายว่ามีความผิดปกติมากน้อยเพียงใด โดยสังเกตจากสิ่งเหล่านี้

1. ช่วงระยะการเคลื่อนไหว ตรวจดูว่ามีการจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อต่อมาจากสาเหตุใด เช่น เกิดจากอาการเจ็บปวดกล้ามเนื้อเกร็งหัวปกป้องไม่ให้มีการเคลื่อนไหว เกิดจากเนื้อเยื่อพังผืดยึดข้อต่อ ฯลฯ หลักการวัดองศาของการเคลื่อนไหวควรวัดทั้งแบบ ACTIVEและ PASSIVE เพื่อนำมาเปรียบเทียบกันดูว่า การยึดติดของข้อต่อนั้นเนื่องจากการติดแข็งของข้อต่อเองหรือจากความอ่อนกำลังของกล้ามเนื้อร่วมด้วย

2. ความผิดปกติของระบบหมุนเวียนของโลหิต มีการบวมมากน้อยเพียงใด

3. ความผิดปกติของระบบ NEUROVASCULAR และ VASOMOTOR เช่น VOLKMANN'S ISCHAEMIC CONTRACTURE และ SUDECK'S ATROPHYทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีผิวหนังเพราะขาดเลือดไปเลี้ยง

4. การเกิดอันตรายต่อเส้นประสาท มีหรือไม่กับอวัยวะส่วนนั้น ๆ โดยสังเกตจากบริเวณของเนื้อเยื่อที่ได้รับอันตรายว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับเส้นประสาทหรือไม่ หรือสังเกตจากการอ่อนกำลังของกล้ามเนื้อซึ่งค่อนข้างอ่อนแรงมาก

5. การลีบเล็กและอ่อนกำลังของกล้ามเนื้อ เนื่องจากการไม่ได้ถูกใช้งานมาเป็นระยะเวลายาวนาน

6. ภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ

7. ความผิดปกติหรือโรคที่ผู้ป่วยเคยเป็นอยู่ก่อน เช่นโรคเบาหวาน โรครูมาตอยส์ การอักเสบและการเสื่อมสภาพของข้อต่อ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความผิดปกติหรือความพิการที่ถาวรกับอวัยวะส่วนนั้น ๆ ได้

2. <u>การพยากรณ์โรค</u> การทำนายโรคของผู้ป่วยนั้นขึ้นอยู่กับ

1. จากการประเมินผลผู้ป่วยข้างต้น ซึ่งต้องนำเอาปัญหาที่ได้พบมารวบรวมและพิจารณาดูว่าผู้ป่วยอยู่ในสภาพที่ร้ายแรงหรือไม่ร้ายแรงเพียงใด นอกจากนี้แล้วต้องสังเกตถึงความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในขณะที่ทำการฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายผู้ป่วย

2. ควรรู้การคาดหมายประมาณผลการฟื้นคืนตัวของโรคหรือจากความผิดปกติ เช่น การหักของกระดูกตำแหน่งต่าง ๆ กัน ระยะเวลาในการเชื่อมยึดติดของกระดูกก็แตกต่างกันไปด้วย

3. <u>การวางแผนการรักษา</u> ควรประกอบด้วยบุคลากรทางสาธารณสุขหลาย ๆ ฝ่ายร่วมมือกัน อาทิเช่น แพทย์ นักกายภาพบำบัด นักอาชีวบำบัด นักสังคมสงเคราะห์ และนักจิตวิทยา ปรึกษาหารือวางขั้นตอนและวิธีการรักษาเพื่อให้ผู้ป่วยกลับเข้าสู่สภาวะปกติให้เร็วที่สุด

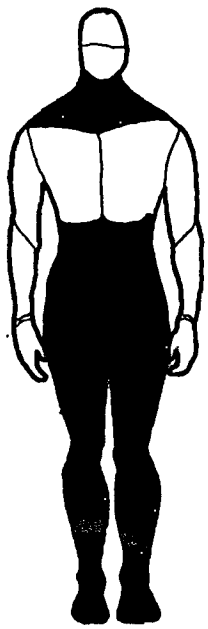
2.4.3 <u>การแบ่งลักษณะผู้ป่วยตามหลักประสาทวิทยา</u>

การแบ่งลักษณะของผู้ป่วยนี้จะสามารถช่วยบ่งบอกว่าผู้ป่วยจะอยู่ในระดับใดและเหมาะสมกับอุปกรณ์ช่วยเหลือประเภทใด อาจแบ่งได้ดังนี้

1. HIGH CORD LESION กระดูกคอหักแล้วกดเส้นประสาทสันหลังและกล้ามเนื้อแขน–ขาอ่อนแอ ผู้ป่วยประเภทนี้จะต้องนอนบนเตียงหรือลักษณะเหมือนกับเป็นอัมพาต (นอนบนเตียง)

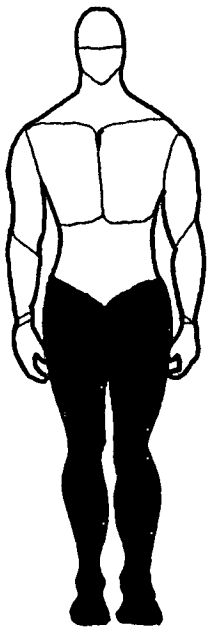
ภาพที่ 8 ลักษณะผู้ป่วยในระดับ HIGH CORD LESION

2. HIGH CORD LESION กระดูกคอหักระดับต่ำหรือกระดูกสันหลังระดับอก ระดับสูง แขนใช้งานได้ ขาไม่มีแรงและลำตัวอ่อนแรง ผู้ป่วยประเภทนี้อุปกรณ์ช่วยคือ รถเข็น เพราะลำตัวไม่มีแรงช่วยในการเดิน (รถเข็น)



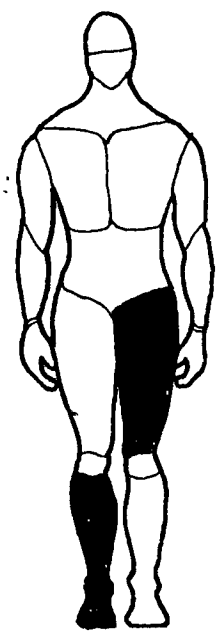
ภาพที่ 9 ลักษณะผู้ป่วยในระดับ HIGH CORD LESION

3. LOW CORD LESION ลักษณะของผู้ป่วย กระดูกสันหลังระดับอก ระดับต่ำหักกดเส้นประสาท แล้วแขนใช้งานได้ดี ลำตัวมีกำลังพอสมควร ขาไม่มีแรงใช้ร่วมกับอุปกรณ์เสริม เพื่อช่วยในการเดิน อุปกรณ์ช่วยก็คือ ไม้ค้ำยันรักแร้ เพราะเส้นประสาทของกระดูกสันหลัง คอ สามารถใช้งานได้และแขนใช้งานได้ดี (สามารถเดินด้วยไม้ค้ำยันรักแร้ได้)



ภาพที่ 10 ลักษณะผู้ป่วยในระดับ LOW CORD LESION

4. LOW CORD LESION กระดูกสันหลังระดับบั้นเอวหัก กดเส้นประสาทแล้ว แขนใช้งานได้ดี ลำตัวมีกำลังมากพอสมควร ขามีแรงบ้างอาจมีกายอุปกรณ์เสริมได้ (เดินด้วยไม้ค้ำยันรักแร้ได้)



ภาพที่ 11 ลักษณะผู้ป่วยในระดับ LOW CORD LESION

สรุป ขั้นตอนการรักษาผู้ป่วยโดยเริ่มจากการทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและแยกผู้ป่วยตามหลักประสาทวิทยา จะช่วยให้แพทย์สามารถบอกว่าผู้ป่วยควรใช้อุปกรณ์ช่วยเหลือใดสำหรับผู้ป่วยที่สามารถใช้ไม้ค้ำยันได้จะอยู่ในระดับ LOW CORD LESION และการเกิดอุบัติเหตุแล้วกระดูกหักเล็กน้อย

2.5 อุปกรณ์เครื่องช่วยผู้พิการ

ผู้ป่วยถ้าได้รับอุบัติเหตุบางรายอาจจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เครื่องช่วยบางชนิด เพื่อให้มีการเคลื่อนไหวหรือการทำงานของอวัยวะส่วนนั้นเป็นไปได้ตามความเหมาะสมเพื่อช่วยป้องกันความผิดปกติที่เกิดขึ้นในภายหลัง อุปกรณ์เครื่องช่วยมีอาทิ เช่น

อุปกรณ์ช่วยเหลือการเดิน ซึ่งมีหลายประเภทซึ่งผู้ป่วยจะได้ใช้ตามความเหมาะสมและแพทย์เป็นผู้กำหนดให้

1. รถเข็นนั้นจะใช้กับผู้ป่วยที่มีความสามารถของร่างกายน้อยในระดับที่นอนเตียง

ภาพที่ 12 รถเข็นสำหรับผู้พิการทางขา

2. เครื่องช่วยหัดเดิน (WALKER)

เครื่องช่วยหัดเดินเป็นอุปกรณ์ที่ใช่วยในการพยุงได้มากที่สุด เมื่อเทียบกับไม้เท้า (CANES) และไม้ค้ำรักแร้ (CURTCHES) แต่มีข้อเสียคือ เดินได้ช้า ไม่ทันใจ และมีการเดินที่งุ่มง่าม เทอะทะ เครื่องช่วยหัดเดินมักใช้กันกับผู้ป่วยที่เริ่มหัดเดินและพยุงตัวได้ใหม่ ๆ ถ้าสามารถพยุงตัวได้ดี และมีความมั่นใจมากขึ้นก็เปลี่ยนจากเครื่องช่วยหัดเดิน WALKER เป็นพวกไม้เท้า และไม้ค้ำแทน

เครื่องช่วยหัดเดินยังเหมาะกับผู้ป่วยที่มีอาการมึนงง สับสน หรือพยุงตัวไม่ดี เพราะมีการเรียนรู้ที่ง่ายมากกว่าพวกไม้เท้า ไม้ค้ำ

เครื่องช่วยหัดเดินควรอยู่หน้าผู้ป่วย 10 – 12 นิ้ว ความสูงของผู้ป่วยควรอยู่ในระดับที่ผู้ป่วยจับแล้วข้อศอกงอ 15 – 20 องศา เมื่อผู้ป่วยยืนตรง ไม่เกร็งไหล่

การที่ผู้ป่วยต้องใช้เครื่องช่วยหัดเดินเป็นเวลานาน ทำให้มีลักษณะร่างกายที่ไม่ดี ดังนั้นจึงไม่ควรใช้เครื่องช่วยหัดเดินตลอด เมื่อมีการทรงตัวที่ดีควรเปลี่ยนไปใช้อุปกรณ์ช่วยเดินแบบอื่นแทน

อุปกรณ์ช่วยเดินแบบ WALKER เป็นอุปกรณ์ที่เหมาะสำหรับผู้ป่วยทุกประเภทที่เกิดอุบัติเหตุเกี่ยวกับทางขา เช่น กระดูกหัก กล้ามเนื้ออักเสบ รวมถึงอาจใช้สำหรับคนชราที่ร่างกายอ่อนแอ ไม่มีแรง จึงจำเป็นที่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยหัดเดินแบบ WALKER เพราะจากการที่มีลักษณะ 4 ขาจึงช่วยในการพยุงได้มากที่สุด

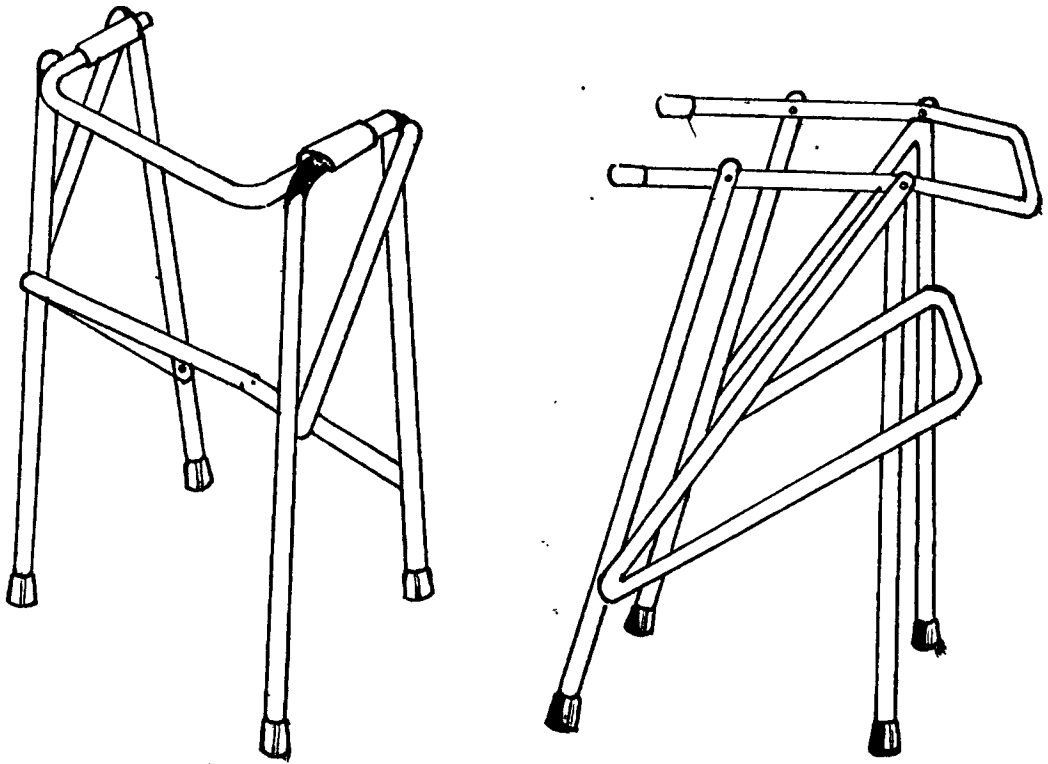
อุปกรณ์เครื่องช่วยเดิน (WALKER) เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นมากในแผนกเวชศาสตร์ฟื้นฟูกายบำบัด ซึ่งเป็นแผนกหนึ่งในการที่ช่วยฟื้นฟูสภาพของผู้ป่วย ให้มีร่างกายที่แข็งแรง รวมทั้งมีจิตใจที่ดี และมีการหัดใช้ได้ง่ายกว่าเครื่องช่วยหัดเดินประเภทอื่น

จุดประสงค์ในการที่พัฒนาเครื่องช่วยเดินแบบนี้เพราะต้องการช่วยให้ผู้ป่วยมีอุปกรณ์ที่ดีในการช่วยพยุงเวลาเดินเป็นจุดประสงค์หลัก และจุดประสงค์รองคือ สามารถใช้กับคนชราได้ โดยอาจจะซื้อไปใช้ที่บ้านได้

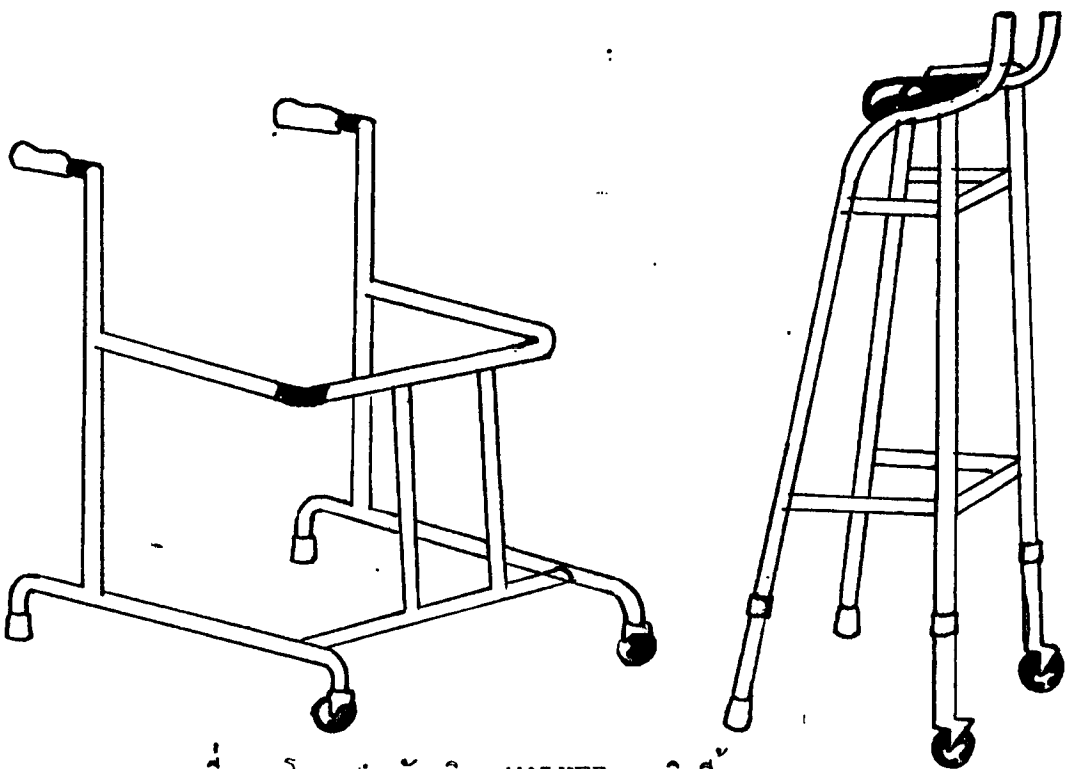
ลักษณะการใช้

อุปกรณ์เครื่องช่วยเดินแบบ WALKER แบบเก่าใช้โดยการยก WALKER และวางไปข้างหน้าจึงจะก้าวเท้าตามไปที่ละข้างหรือไปพร้อมกันแล้วแต่จะถนัด น้ำหนักที่กดลงตรงบริเวณมือจับทั้ง 2 ข้างมากที่สุด จึงต้องมีความแข็งแรงทั้งมือจับ และแขนทั้ง 2 ข้าง

แต่อย่างไรก็ดี WALKER ก็ช่วยในการพยุงและปลอดภัยที่สุด ช่วยให้มีการเดินที่ดี ลักษณะการใช้แบบยกและก้าวตามไปทำให้เกิดข้อเสียที่สำคัญ ต่อร่างกายของผู้ใช้คือจะมีร่างกายที่มีท่าทางที่ไม่ดี เพราะสาเหตุจากการที่ใช้ WALKER มาเป็นเวลานาน



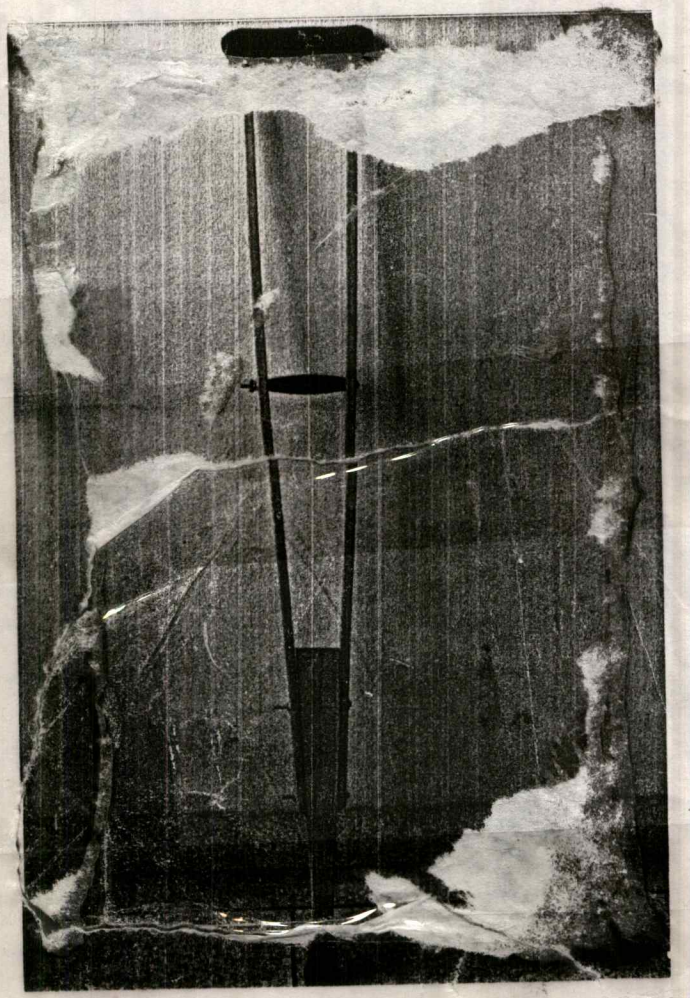
ภาพที่ 13 โครงสำหรับเดิน(WALKER) , ชนิดไม่มีล้อ



ภาพที่ 14 โครงสำหรับเดิน (WALKER) ชนิดมีล้อ

3. ไม้ค้ำยัน (CURTCHE) มีจุดสัมผัสกับร่างกาย 2 จุด ซึ่งให้ความมั่นคงกว่าไม้เท้าในปัจจุบันมี 2 ชนิดด้วยกัน

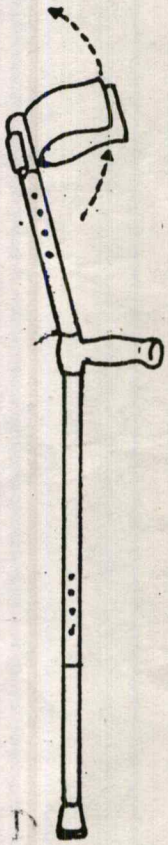
3.1 ไม้ค้ำยันรักแร้ (^XILL^RY CURTCHES) มีคานพยุงบ่า และมือจับ ประเภทนี้สามารถทานน้ำหนักได้ถึง 80% และพยุงตัวได้ดี



ภาพที่ 15 ไม้ค้ำยันรักแร้ที่ทำด้วยไม้

3.2 ไม้ค้ำยันศอก เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่มีอาการทรงตัวดี และมีความเชื่อมั่นในการเดินได้ดี และแขนมีกำลังในการพยุงตัวได้ดี เช่น นักกีฬา ที่ได้รับอุบัติเหตุในการเล่นกีฬา เป็นต้น

ไม้ค้ำยันศอก จะมีน้ำหนักเบาแต่การให้ความแข็งแรงมั่นคงจะสู้ไม้ค้ำยันรักแร้ไม่ได้



ภาพที่ 16 ลักษณะของผู้ใช้ไม้ค้ำยันศอกและลักษณะของไม้ค้ำยันศอก

4. ไม้เท้า (CANES)

ไม้เท้าสามารถช่วยขาถ่ายเทน้ำหนักตัวได้ 20–25% ไม้เท้ามีจุดสัมผัสกับร่างกายเพียงจุดเดียว ดังนั้นจึงช่วยทรงตัวได้ไม่ค่อยดีเมื่อเทียบกับอุปกรณ์ช่วยเดินชนิดอื่น ถ้าต้องการให้พยุงตัวหรือรับน้ำหนักได้มากขึ้น ไม้เท้าจะช่วยไม่ได้มากนัก

ขณะเดินจะถือไม้เท้าในมือข้างตรงข้ามกับขาที่ผิดปกติซึ่งจะเป็นไปตามสรีรวิทยาในการเดิน เพราะปกติเวลาเดิน ขาด้านตรงข้ามกับแขนจะขยับไปด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าขาข้างหนึ่งขาใดเสีย การถือไม้เท้าในลักษณะนี้ จะทำให้เพิ่มฐานการพยุงตัวและลดแรงดึงเครียดในข้อตะโพกด้านตรงข้าม เนื่องจากมีการเลื่อนของจุดศูนย์ถ่วงซึ่งเกิดจากการพยุงจากแขนด้านตรงข้าม ไม้เท้าที่ทำจากอลูมิเนียมสามารถปรับความยาวได้ แต่ไม้เท้าที่ทำจากไม้ปรับความยาวไม่ได้

ไม้เท้าโดยทั่วไปจะมีที่จับเป็นแบบตัว " T " หรือโค้งคล้ายด้ามร่ม หรือมีรูปร่างอย่างอื่นมากมาย ไม้เท้าที่มีขา 4 ขา หรือ QUNAD CANES ช่วยเพิ่มความมั่นคงในการพยุงตัวได้ดีขึ้น ซึ่งจะมีประโยชน์สำหรับคนไข้ที่เป็นอัมพาตแบบครึ่งซีกซ้ายหรือขวา ถึงแม้มันจะทำให้เดินได้ช้าลง

ควรปรับความยาวของไม้เท้าให้จุดสูงสุดของไม้เท้าอยู่ระดับปุ่มกระดูกโคนขาใกล้ตะโพก(GREATER TROCHAUTER) ซึ่งจะทำให้ข้อศอกงอประมาณ 20–30 ซึ่งพบว่าเหมาะสมที่สุดในการพยุงตัวขณะเดิน

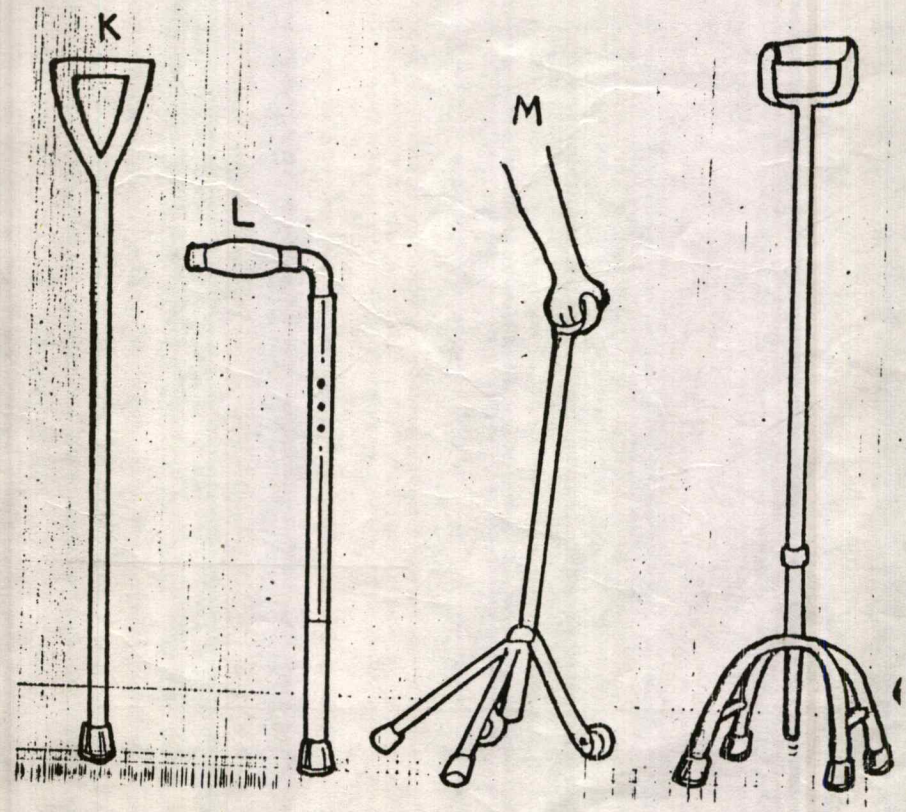
การใช้ไม้เท้าอันเดียวควรถือไม้เท้าด้านตรงข้ามกับขาที่ออนแรงหรือพิการ โดยให้ไม้เท้าและขาที่พิการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าพร้อม ๆ กัน โดยให้น้ำหนักผ่านขาตามต้องการ

การใช้ไม้เท้า 2 อัน จะมีลักษณะการเดินเหมือนไม้ค้ำ (CURTCHES)

การขึ้นบันไดโดยใช้ CANES หรือ CURTCHES ควรใช้ราวบันได วิธีที่ปลอดภัยที่สุดคือ เคลื่อนขาข้างที่เดินก่อน ตอนขึ้นบันได แต่เวลาลงบันไดให้เคลื่อนขาข้างที่พิการก่อน

การฝึกเดินจะไม่สมบูรณ์ ถ้าผู้ป่วยหัดเดินเฉพาะบนพื้นราบ ควรหัดเดินขึ้นและลงบันไดด้วย

ภาพที่ 17 ไม้เท้าทำด้วยเหล็ก

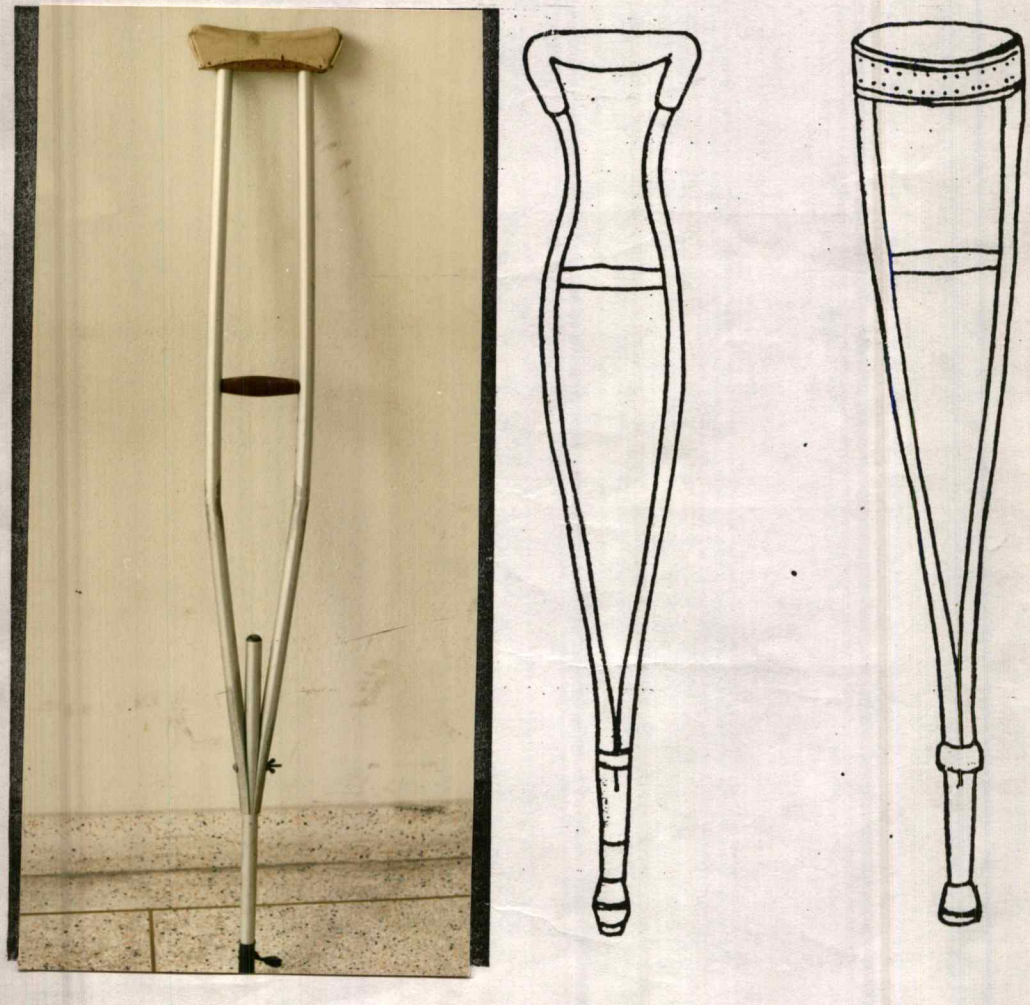


ภาพที่ 18 รูปแบบของไม้เท้าในลักษณะต่าง ๆ แล้วแต่ความเหมาะสมของผู้ป่วย

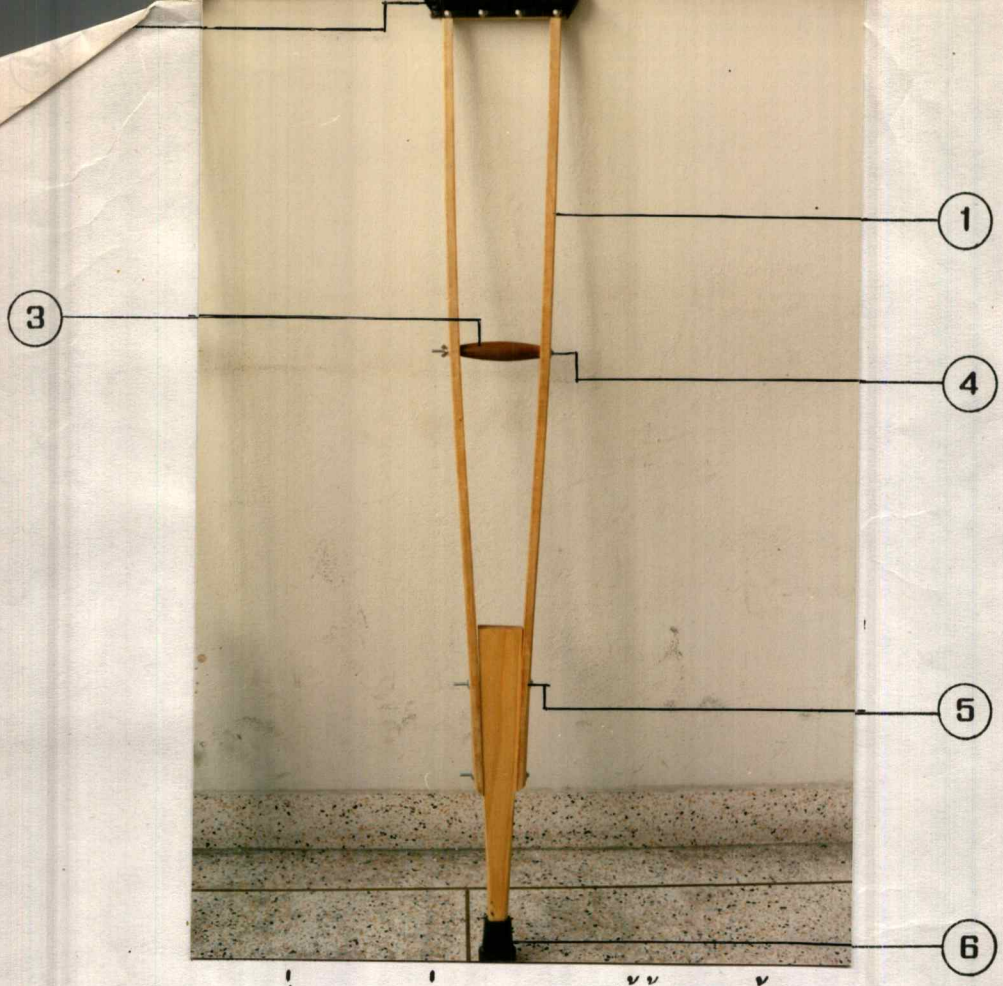
2.6 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิม

2.6.1 ไม้ค้ำยันรักแร้ ในปัจจุบันจะมีการผลิตด้วยไม้ เหล็ก อลูมิเนียม ซึ่งจะมีราคาแตกต่างกันโดยไม้ค้ำยันรักแร้ที่ทำด้วยอลูมิเนียมจะมีราคาถูกที่สุด

การใช้งาน แพทย์จะเป็นผู้เลือกให้แก่ผู้ป่วยตามความเหมาะสมของขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ป่วย ไม้ค้ำยันรักแร้ (AXILLARY CRUTCHES) จะสามารถถ่ายเทน้ำหนักของผู้ป่วยได้ถึง 80% ของน้ำหนักตัวทั้งหมด



ภาพที่ 19 รูปแบบของไม้ค้ำยันรักแร้แบบต่าง ๆ ในปัจจุบัน



ภาพที่ 20 แสดงส่วนประกอบของไม้ค้ำยันรักแร้

2.6.2 ส่วนประกอบของไม้ค้ำยันรักแร้

1. โครงสร้างค้ำยัน เป็นส่วนรองรับคานค้ำรักแร้ ทำด้วยไม้ อลูมิเนียม เหล็ก ตามแต่ราคาของไม้ค้ำยัน

2. คานยันรักแร้ (AXILLARY BAR) มักทำด้วยไม้ แล้วหุ้มด้วยฟองน้ำ และหนังอีกที เพื่อป้องกันการกดทับเส้นประสาทและเส้นเลือดใต้รักแร้ของผู้ป่วย

ภาพที่ 21 ลักษณะของคานยันรักแร้

3. มือจับ(HAND BAR) ทำด้วยไม้กลึงให้กลมเพื่อจับได้โดยถนัดและกระชับมือ

ภาพที่ 22 มือจับที่ทำด้วยไม้

4. ร่องสำหรับปรับระดับมือจับ เจาะเป็นรูปแล้วยึดด้วยสกรู หรือน็อตหางปลา เพื่อปรับระดับความเหมาะสมของมือจับของผู้ป่วย

5. ร่องสำหรับปรับระดับของโครงสร้างเพื่อให้เหมาะสมกับส่วนสูงของแต่ละคน ตามความต้องการ ยึดด้วยสกรูและน็อตหางปลา

6. ยางหุ้มปลาย ทำด้วยยางสังเคราะห์ เพื่อป้องกันการลื่นไหล ไม้ค้ำยันทุกอันควรมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว จะช่วยป้องกันการลื่นไหลในขณะเดินได้ดี

ภาพที่ 23 ลักษณะของยางหุ้มปลายไม้ค้ำยันรักแร้

2.6.3 การเดินด้วยไม้ค้ำยัน (CRUTCHES WALKING)

ผู้ป่วยเกือบทุกวัยอาจมีความจำเป็นต้องใช้ไม้ค้ำยันช่วยเดิน ขึ้นอยู่กับอันตรายที่ได้รับหรือโรคที่เป็น เช่น กระดูกขาหัก มีความเจ็บปวดของข้อต่อต่าง ๆ ของขาหรือขาอ่อนกำลัง เป็นต้น ดังนั้นนักกายภาพบำบัดจำต้องสังเกตและพิจารณาในการใช้ไม้ค้ำยันของผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด เพื่อให้ผู้ป่วยมีความสามารถใช้ไม้ค้ำยันได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

หลักการใช้ไม้ค้ำยัน

1. ไม้ค้ำยันรักแร้ (AXILLARY CRUTCHES) ควรมีความยาวที่พอเหมาะผู้ป่วยเป็นราย ๆ ไป โดยส่วนบนสุดของไม้ (AXILLARY BAR) อยู่ต่ำกว่าซอกรักแร้เล็กน้อย และที่มือจับ (HAND BAR) อยู่ในระดับที่ทำให้มีการงอข้อศอกเล็กน้อยประมาณ 15 องศา

วิธีวัด

ท่ายืนหรือท่านอน วัดต่ำจากรักแร้ลงมาประมาณ 2 นิ้ว ไปยังด้านนอกของเท้าห่างจากด้านข้างเท้าประมาณ 4–6 นิ้ว ถือว่าเป็นความยาวของไม้ค้ำยันรักแร้ทั้งหมด ส่วนการวัดที่มือจับ ให้ผู้ป่วยกำหมัดปล่อยแขนห้องแขนลำตัวในลักษณะข้อศอกงอเล็กน้อย ระดับที่มือกำหมัดอยู่ถือว่าเป็นระดับที่มือจับของไม้ค้ำยัน

นั่ง ผู้ป่วยนั่งกางแขนระดับไหล่ทั้งสองข้าง แขนข้างหนึ่งเหยียดตรงและนิ้วเหยียดตรงด้วย ส่วนแขนอีกข้างหนึ่งงอข้อศอกเป็นมุมฉากปลายมือชี้ขึ้นข้างบน วัดจากปลายนิ้วกลางของแขนเหยียดไปยังปลายสุดของ OLECRANON PROCESS ของแขนที่งอข้อศอกถือว่าเป็นความยาวของไม้ค้ำยันรักแร้ทั้งหมด การวัดระดับที่มือจับ ให้ผู้ป่วยกำหมัดงอข้อศอกเป็นมุมฉาก วัดจากส่วนบนสุดของหมัดมายังส่วนล่างสุดของข้อศอกเป็นระยะที่มือจับอยู่ห่างจากของล่างของ AXILLARY BAR

ไม้ค้ำยันข้อศอก (ELBOW OR FOREARM CRUTCHES) วัดจากข้อศอกไปยังพื้นและที่มือจับมีการงอศอกเล็กน้อยเช่นกัน

2. การรับน้ำหนักร่างกายในขณะใช้ไม้ค้ำยัน ถ้าเป็นแบบไม้ค้ำยันรักแร้รับน้ำหนักโดยกำลังของกล้ามเนื้อหนีบข้อไหล่ กล้ามเนื้อเหยียดข้อศอก กล้ามเนื้อข้อมือและมือ ส่วนไม้ค้ำยันข้อศอกรับน้ำหนักโดยกำลังของกล้ามเนื้อปลายแขน (FOREARM) และมือ ดังนั้นผู้ป่วยควรออกกำลังให้กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องในการใช้แขนแข็งแรงอยู่เสมอ การเลือกไม้ค้ำยันชนิดใด ขึ้นอยู่กับสภาพของความแข็งแรงของผู้ป่วย เนื่องจากไม้ค้ำยันรักแร้ให้ความแข็งแรงมั่นคงมากกว่าไม้ค้ำยันข้อศอก แต่ไม้ค้ำยันข้อศอกมีน้ำหนักเบาใช้ง่ายสะดวกสบายกว่าไม้ค้ำยันรักแร้

3. ก่อนจะใช้ไม้ค้ำยัน ควรหัดลุกขึ้นยืนข้างเตียงก่อน โดยอาจใช้เก้าอี้ 2 ตัว หรือใช้ราวขนานคู่ทำหน้าที่แทนไม้ค้ำยัน หัดยืนทรงตัวในลักษณะที่ผู้ป่วยตัวตรง คือ ศรีษะตรง ลำตัวตรง ตะโพกและเข่าตรง หัดยืนจนกว่าผู้ป่วยสามารถทรงตัวได้ดีพอสมควร นั่นคือถ้าผู้ป่วยในรายกระดูกหัก ขาข้างดีต้องมีความแข็งแรง โดยเฉพาะกล้ามเนื้อกางขา กล้ามเนื้อเหยียดข้อตะโพกและกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่า โดยสังเกตผู้ป่วยมีความสามารถยืนบนขาข้างดีข้างเดียว ทรงตัวอยู่ได้ด้วยการไม่ใช้มือจับสิ่งใด

4. ในขณะที่ผู้ป่วยยืนถือไม้ค้ำยัน ปลายไม้ค้ำยันควรอยู่ห่างจากด้านข้างเท้าประมาณ 4–6 นิ้ว ถ้าเป็นไม้ค้ำยันรักแร้แขนต้องพยายามหนีบไม้ไว้ด้วยแรงของกล้ามเนื้อหนีบต้นแขนของข้อไหล่ เพื่อป้องกันมิให้ไม้เลื่อนไหลหลุดมาข้างหน้าและห้ามใช้รักแร้กดลงไม้ค้ำยันรักแร้เป็นอันขาด เพราะจะทำให้เกิดอันตรายต่อเส้นประสาท RADIAL เรียกว่า "CRUTCH PALSY" ฉะนั้นกล้ามเนื้อหนีบต้นแขนของข้อไหล่และกล้ามเนื้อเหยียดข้อศอกต้องมีความแข็งแรงดีพอ

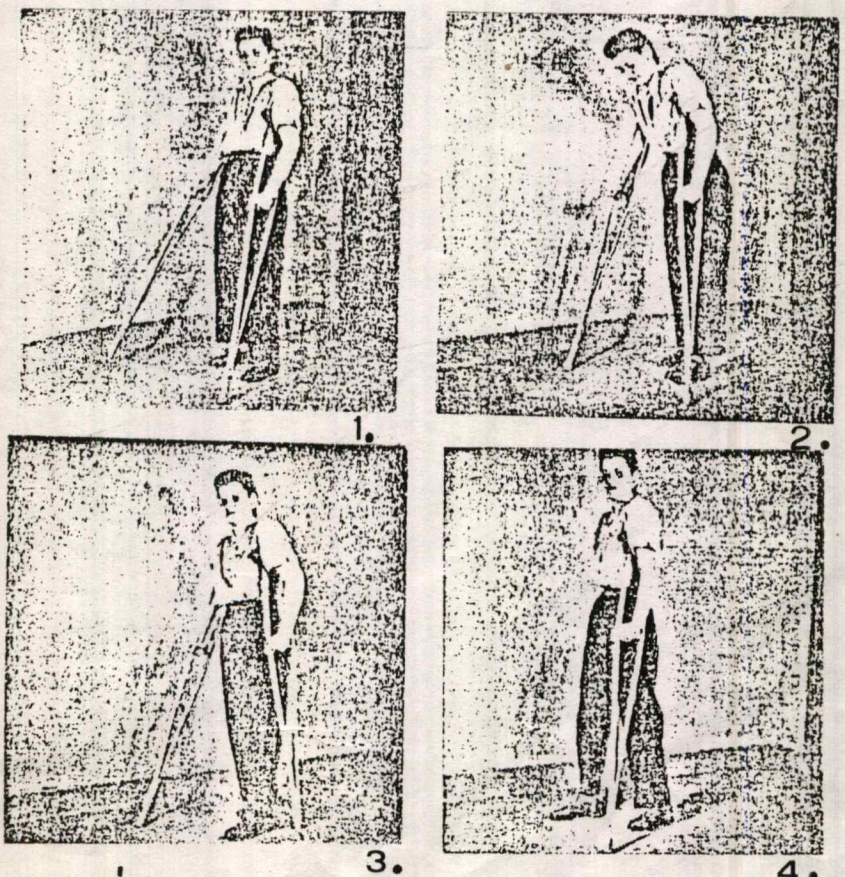
5. ก่อนผู้ป่วยจะเดินให้หัดการทรงตัวด้วยไม้ค้ำยัน (CRUTCHES BALANCE) ก่อน โดยกดน้ำหนักตัวลงบนแขนและมือไปยังไม้ค้ำยัน สังเกตดูความมั่งคง ไม่มีการลื่นไถลตลอดจนการหัดยกไม้ค้ำยันทีละข้างหรือสองข้างพร้อมกันไปข้างหน้า ข้างหลังและด้านข้าง เพื่อตรวจสอบว่าผู้ป่วยมีความพร้อมในการใช้ไม้ค้ำยันเดินโดยไม่มีการหกล้ม

6. ในขณะกำลังเดิน การก้าวขากับการยกไม้ค้ำยัน ต้องสัมพันธ์กันอย่างถูกต้อง และผู้ป่วยควรมีความสามารถใช้ไม้ค้ำยันขึ้นลงที่ต่ำ บันได ฯลฯ ซึ่งตามปกติแล้วผู้ป่วยที่มีความแข็งแรงของร่างกายดี ลักษณะการเดินจะถูกต้องมีความสัมพันธ์ของการก้าวขากับการยกไม้ค้ำยันได้ดี ส่วนในผู้ป่วยสูงอายุร่างกายไม่ค่อยแข็งแรง นักกายภาพบำบัดต้องเข้าไปแนะนำในการยกไม้ค้ำยันและการก้าวขาให้ใกล้ชิดมากยิ่งขึ้น

2.6.4 วิธีการเดินด้วยไม้ค้ำยัน ผู้ป่วยในรายที่เกี่ยวกับการหักของกระดูกขา ซึ่งแพทย์ยังไม่อนุญาตให้เดินลงน้ำหนักหรือลงน้ำหนักได้พอสมควรและในรายที่มีการหักของกระดูกสันหลัง ทำให้เกิดการอ่อนแรงของขาข้างหนึ่งหรือสองข้าง ผู้ป่วยจำเป็นต้องใช้ไม้ค้ำยันช่วยในการเดินไปไหนมาไหนเพื่อในการทำกิจวัตรประจำวันของตนเองนั้น มีอยู่ 3 วิธีการ คือ ลงน้ำหนักร่างกายเต็มที่ (RULL WEIGHT BEARING - FWB) ลงน้ำหนักเป็นบางส่วน (PARTIAL WEIGHT BEARING -PWB) และไม่ลงน้ำหนัก (NON WEIGHT BEARING-NWB)

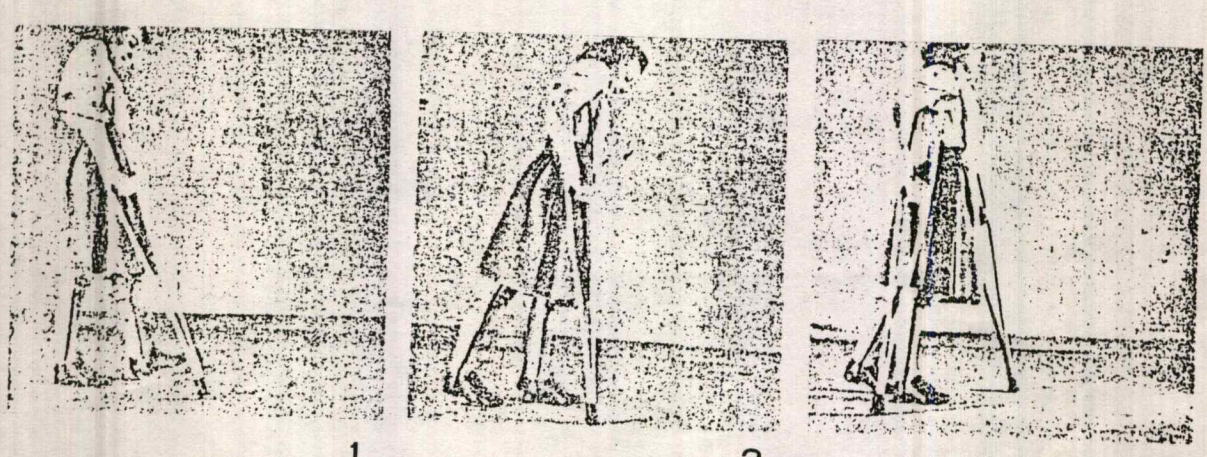
วิธีการเดินลงน้ำหนักเต็มที่ ใช้ในผู้ป่วยรายที่มีการอ่อนแรงขาข้างเดียวหรือสองข้างจากสาเหตุใดก็ตาม ซึ่งไม่เกี่ยวกับการหักของกระดูกขาหรือผู้ป่วยที่มีความเจ็บปวดของข้อต่อของขา วิธีการเดินแบบนี้ ไม้ค้ำยันทำหน้าที่ช่วยพยุงร่างกายผู้ป่วยให้มีความมั่นคงเพิ่มขึ้นซึ่งมีวิธีการเดินหลายแบบ เช่น

1. FOUR POINT GAIT ใช้ในผู้ป่วยรายที่มีกำลังขาอ่อนแรงไม่มากนัก โดยเคลื่อนไม้ค้ำยันข้างหนึ่งไปข้างหน้าประมาณหนึ่งขาก้าว แล้วก้าวขาข้างตรงข้ามตามไปทีหลัง ให้ปลายเท้าอยู่ในระดับเดียวกันกับปลายไม้ค้ำยัน เช่น ไม้ค้ำยันขวาตามด้วยขาซ้ายและไม้ค้ำยันซ้ายตามด้วยขาขวา



ภาพที่ 24 การเดินแบบ FOUR - POINT GAIT

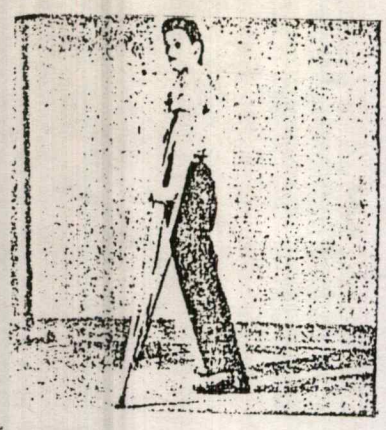
2. TWO POINT GAIT ใช้ในผู้ป่วยรายเช่นเดียวกับข้อ 1. แต่ผู้ป่วยมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น มีความคล่องตัวในการเดินมากขึ้น โดยเคลื่อนไม้ค้ำยันข้างหนึ่งพร้อมกันกับก้าวขาข้างตรงข้าม เช่น ไม้ค้ำยันขวา ขาซ้าย ไม้ค้ำยันซ้าย ขาขวา การเดินในลักษณะนี้ทำให้การเดินเร็วขึ้นกว่าการเดินในข้อ 1.

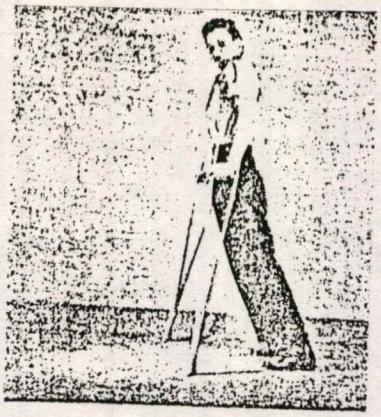


1 2 3

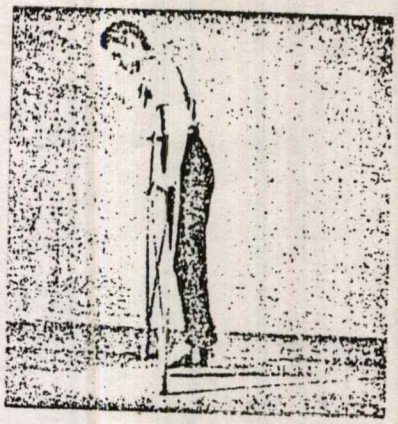
ภาพที่ 25 การเดินแบบ TWO - POINT GAIT

3. SWING TO GAIT หรือ SWING THROUGH GAIT ใช้ในรายที่ผู้ป่วยไม่สามารถเคลื่อนไหวขาได้ ต้องใช้กำลังของลำตัวช่วยเหวี่ยง เช่น เคลื่อนไม้ค้ำยันไปข้างหน้าสองข้างพร้อมกันหรือทีละข้าง (ALTERNATELY) แล้วเหวี่ยงลำตัวนำขาสองข้างไปอยู่ระดับเดียวกันกับปลายไม้ค้ำยัน (SWING TO GAIT) หรือขาสองข้างเหวี่ยงผ่านไม้ค้ำยัน (SWING THROUGH GAIT) การเดินด้วยไม้ค้ำยันในลักษณะนี้ ผู้ป่วยต้องมีกำลังกล้ามเนื้อของแขนทั้งสองข้างและกล้ามเนื้อลำตัวแข็งแรงมาก มิฉะนั้นแล้วโอกาสในการหกล้มย่อมมีได้สูง ผู้ป่วยที่เดินไม้ค้ำยันในลักษณะ SWING THROUGH GAIT ได้ แสดงว่ามีกำลังของร่างกายแข็งแรงกว่าผู้ป่วยที่เดินลักษณะ SWING TO GAIT

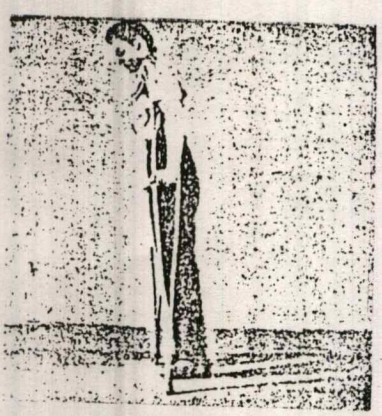




1



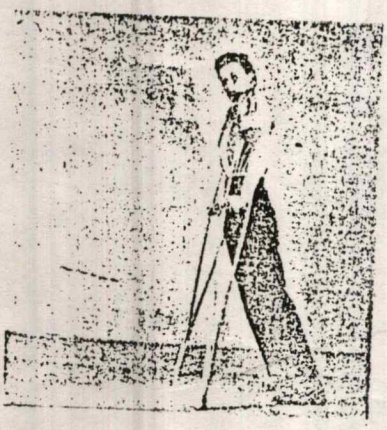
2



3

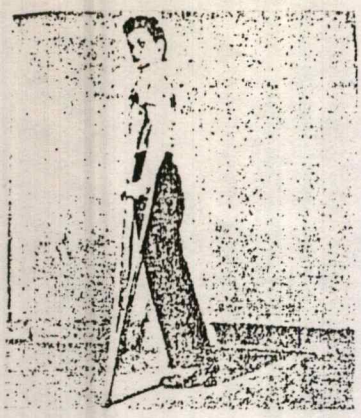
4

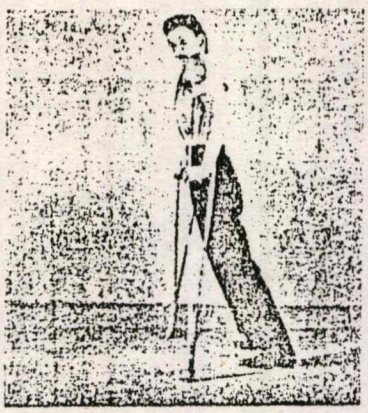
5



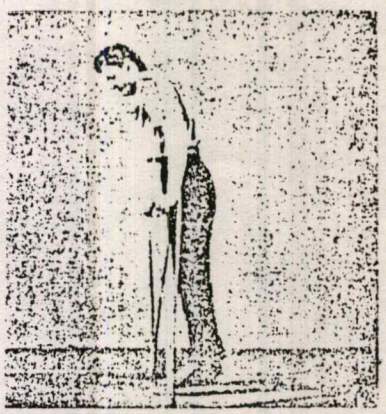
6

ภาพที่ 26 การเดินแบบ SWING - TO GAIT

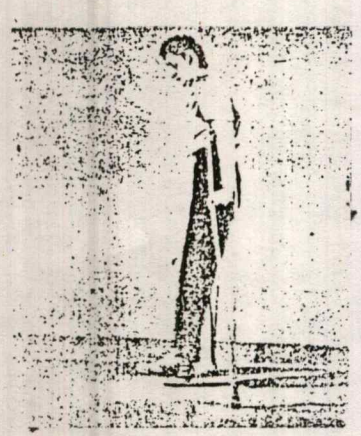




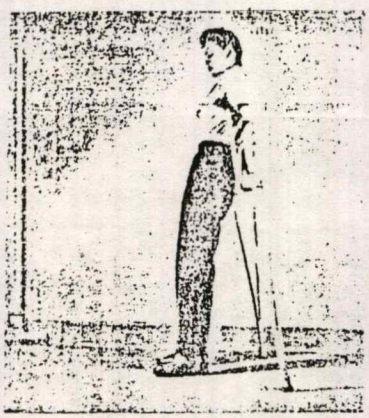
1



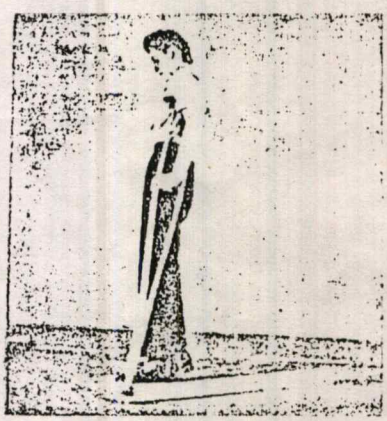
2



3

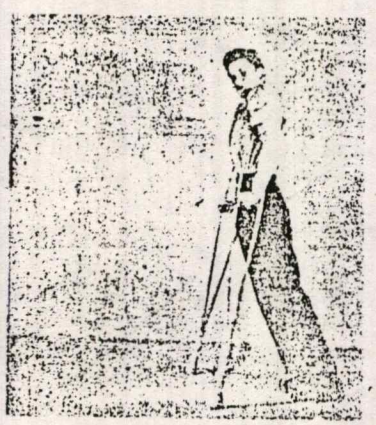


4



5

6



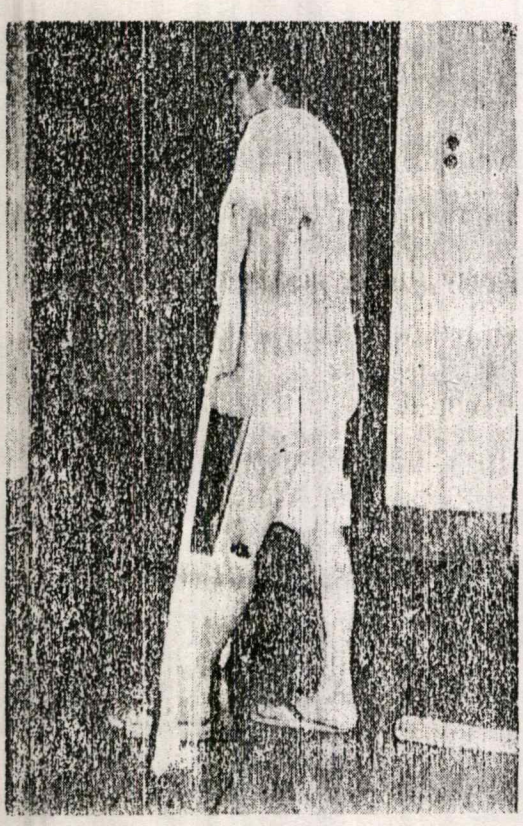
7

ภาพที่ 27 การเดินแบบ SWING - THROUGH GAIT

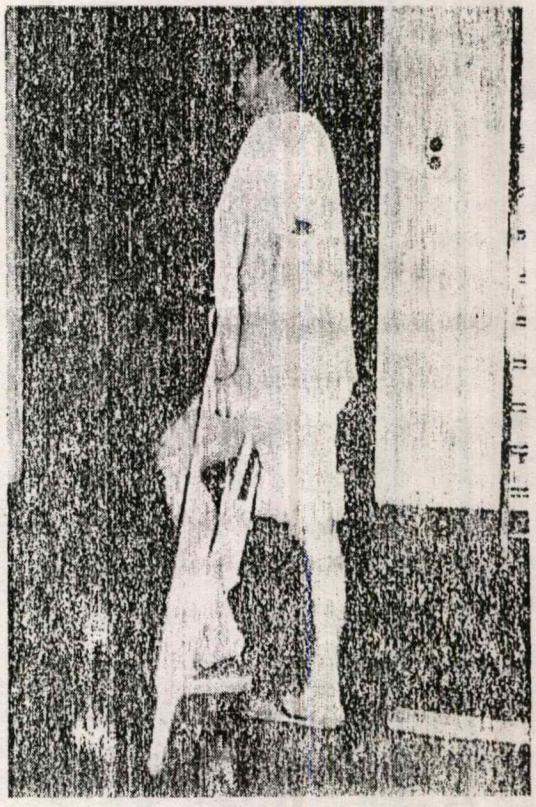
<u>วิธีการเดินลงน้ำหนักบางส่วน</u> (PWB) ใช้ในผู้ป่วยรายมีกระดูกขาหักที่มีการเชื่อมยึดติดของกระดูกบางส่วน หรือมีปัญหาเกี่ยวกับกระดูกขาหรือข้อต่อกระดูกขาที่แพทย์อนุญาตลงน้ำหนักบางส่วน วิธีเดินนี้เรียกว่า THREE POINT GAIT โดยเคลื่อนไม้ค้ำยันสองข้างพร้อมกันไปข้างหน้าประมาณหนึ่งขาก้าว น้ำหนักร่างกายอยู่บนไม้ค้ำยันด้วยการออกแรงของแขนทั้งสองจับไม้ค้ำยันให้มีความมั่นคงไม่ลื่นไถลไปตามพื้น ก้าวขาข้างที่หักเหยียบพื้นลงน้ำหนักบางส่วน เช่น 50 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักร่างกายไปในระดับเดียวกันกับปลายไม้ค้ำยัน แล้วก้าวขาข้างดีผ่านไม้ค้ำยันไปข้างหน้า ขณะที่กำลังก้าวขาข้างดีต้องใช้แรงแขนสองข้างที่จับไม้ค้ำยันรับน้ำหนักร่างกายบางส่วนด้วย บางครั้งแพทย์อนุญาตให้ลงน้ำหนักได้เกือบเต็มที่ เช่น 75 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักร่างกาย อาจเปลี่ยนจากไม้ค้ำยันมาใช้ไม้เท้าแทนได้

ภาพที่ 28 การเดินลงน้ำหนักบางส่วน

<u>วิธีการเดินไม่ลงน้ำหนัก</u> (NWB) คล้ายกันกับ PWB แต่ขาข้างที่หักเพียงก้าวแตะพื้นเบา ๆ ไม่ลงน้ำหนักและขณะที่ก้าวขาข้างดี ต้องใช้แรงแขนสองข้างที่จับไม้ค้ำยันรับน้ำหนักร่างกายทั้งหมด (ภาพที่ 29 และ 30) ใช้กับผู้ป่วยในรายกระดูกขาหักใหม่ ๆ ที่ยังไม่มีการเชื่อมยึดติดของกระดูกเลย



ภาพที่ 29 เดินถูกวิธีเท้าแตะพื้นเบา ๆ



ภาพที่ 30 เดินผิดวิธีขาลอยสูงเกินไป

ข้อผิดพลาดบางประการในการเดินไม้ค้ำยัน ซึ่งต้องแนะนำแก้ไขให้ผู้ป่วย

1. ระยะก้าวขาไม่สม่ำเสมอกัน
2. การก้าวขาไม่สัมพันธ์กับการเคลื่อนไม้ค้ำยัน

3. ใช้รักแร้กดลงบน AXILLARY BAR แทนการใช้การออกแรงของแขนและมือ

4. มีลักษณะท่าทางในการเดินที่ผิดปกติ เช่น งอสะโพกหรือแอ่นสะโพก ซึ่งอาจเกิดจากไม้ค้ำยันสั้นเกินไปหรือยาวเกินไป หรือผู้ป่วยเกร็งกล้ามเนื้อขาในขณะเดิน

5. มีความล้มเหลวในการใช้ขาก้าวเดินที่ถูกต้อง เช่น ผู้ป่วยข้อตะโพกยึดติดแข็ง ข้อเข่ายึดติดแข็ง หรือข้อเท้ากระดกไม่ขึ้นเดินลากพื้น

<u>สรุป</u> การเดินด้วยไม้ค้ำยัน มีอยู่ 3 วิธี คือ

1. วิธีการเดินลงน้ำหนักเต็มที่

   1.1 FOUR POINT GAIT

   1.2 TWO POINT GAIT

   1.3 SWING TO GAIT, SWING THROUGH GAIT

2. วิธีการเดินลงน้ำหนักบางส่วน

3. วิธีการเดินไม่ลงน้ำหนัก

การเดินแบบใดที่ผู้ป่วยจะใช้แล้วแต่แพทย์เป็นผู้กำหนดให้เพราะฉะนั้น การออกแบบจะต้องสามารถเดินได้ทั้ง 3 วิธี

2.6.5 <u>ข้อมูลด้านพฤติกรรมของผู้ใช้ไม้ค้ำยัน</u>

การดำรงชีวิตประจำวันของผู้พิการ หรือทำกิจวัตรประจำวันและประกอบอาชีพย่อมเป็นสิ่งสำคัญกับการเคลื่อนไหวของผู้พิการนี้ แบ่งออกเป็นการเคลื่อนไหวที่ดำรงชีวิตภายในบ้าน และการเคลื่อนที่เพื่อดำรงชีวิตนอกบ้าน

<u>การเคลื่อนไหวภายในบ้าน</u>

- การเคลื่อนไหวบนที่นอน
- การเคลื่อนไหวในห้องสุขภัณฑ์
- การแต่งตัว
- การรับประทานอาหาร

<u>การเคลื่อนไหวภายนอกบ้าน</u>

- การออกจากบ้าน
- การขึ้นรถโดยสาร

<u>อริยบทต่าง ๆ ที่มีการเคลื่อนที่</u>

อริยบทที่เดินไปข้างหน้า
เดินไปข้างหน้า 30 ฟุต
การเดินถอยหลัง 30 ฟุต
การเปิดและปิดประตูด้วยการเดินท่าตรงและหมุนตัว
อริยบทการเดิน
การเดินแบบ 4 จังหวะ
การเดินแบบสวิง
การเดินแบบสวิงระยะยาว
การเดินแบบ 2 จังหวะ
อริยบทเปลี่ยนระดับพื้น
ขึ้นที่ลาด 15 3 ฟุต
ลงที่ลาด 15 3 ฟุต
ขึ้นบันไดใช้ราวบันไดช่วย
ลงบันไดใช้ราวบันไดช่วย
ขึ้นบันไดไม่ใช้ราวบันได
ลงบันไดไม่ใช้ราวบันได
การขึ้นและลงหนึ่งขั้นด้วยการใช้ราวบันได
การขึ้นและลงหนึ่งขั้นไม่ใช้ราวบันได
การขึ้นจากพื้นถนน
การลงพื้นถนน
การขึ้นบันไดรถ
การลงบันไดรถ

<u>สรุป</u> การดำรงชีวิตประจำวันของผู้พิการ

1. การเคลื่อนที่โดยลำพังนั้น จะต้องใช้ไม้ค้ำยันช่วย
2. การเดินทาง ผู้พิการต้องการอุปกรณ์ที่มีความรู้สึกเกะกะน้อยที่สุดคือ ไม้ค้ำยัน
3. ไม้ค้ำยันนั่นสามารถนำติดตัวได้ง่ายและติดตัวตลอดเวลา

2.7 ข้อมูลด้านสรีระศาสตร์

2.7.1 มิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และการนำไปใช้ในงานออกแบบ

(BODY DIMENSION AND THEIR APPLICATION)

ในการหามิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่มีความสำคัญต่องานออกแบบ เช่น ความสูงยืน ความสูงในระดับสายตา ความกว้างของช่วงไหล่ ฯลฯ ตามวิธีการทำบันทึกในทางสถิติแล้วควรจะได้ทำการสำรวจและบันทึกมิติโดยละเอียดด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่าง (SAMPLING) ในทั่วทุกพื้นที่ของประเทศจากตัวอย่างที่มาจากหลายอาชีพ เพื่อให้ได้ข้อมูลตัวเลขที่มีความถูกต้องและมั่นใจได้ แต่การสำรวจข้อมูลดังกล่าวจะต้องทำการสำรวจในพื้นที่กว้าง และมีจำนวนตัวอย่างที่มากพอสมควร ซึ่งเป็นเรื่องทำทำได้ยาก และสิ้นเปลืองเวลามาก

เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า มิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่วัดได้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความสูงยืน (STANDING HEIGHT) จะได้อัตราส่วน (RATIO) ที่คงตัวหรือใกล้เคียงกัน ดังนั้น การทำการสำรวจของฝ่ายฯ จึงมุ่งสำรวจเฉพาะตัวเลขความสูงและน้ำหนัก และนำมาจัดทำเป็นมาตรฐานสัมพันธ์ของความสูงและน้ำหนักทุกระดับอายุ เพื่อใช้เลือกตัวอย่างมาทำการวัดและบันทึกมิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ที่พอจะให้ความถูกต้องและมั่นใจได้ มิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่มีความสำคัญต่องานออกแบบ การนำไปใช้ มิติวิกฤต และมิติปรับปรุง การนำไปใช้นั้น เป็นเพียงให้แนวทางกว้าง ๆ เท่านั้น สถาปนิก และนักออกแบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานออกแบบได้อีกหลายกรณีตามความเหมาะสม

มิติวิกฤต (CRITICAL BODY DIMENSION)

มิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่นเดียวกับความสูงยืน คือค่าที่วัดได้ จะมีทั้งค่าสูงสุด (MAX.) ค่าต่ำสุด (MIN.) และค่าเฉลี่ย (MEAN) การที่จะกำหนดค่าใดเป็นมิติวิกฤตขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ ซึ่งแต่ละกรณีจะไม่เหมือนกัน ยกตัวอย่าง เช่น การนำมิติความสูงยืนไปใช้ในการกำหนดความสูง (ที่ต่ำที่สุด) สำหรับช่องประตู ค่าที่นำไปกำหนดเป็นมิติวิกฤต เป็นค่า MAX., หรือการนำมิติความสูงที่เอื้อมมือขึ้นบน ไปใช้ในการกำหนดความสูงของชั้นวางของ ค่าที่ถูกกำหนดเป็นมิติวิกฤต คือ ค่า MIN., ซึ่งใน 2 กรณีนี้หรือในทุกกรณี การพิจารณาเลือกกำหนดมิติวิกฤตถือหลักว่า มิติวิกฤตที่เลือกจะต้องไปช่วยให้งานออกแบบนำไปใช้ได้ดี, สะดวกสบายกับผู้ใช้ทุกขนาด หรือใช้ได้กว้างขวางที่สุด มิติวิกฤตของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ในตารางได้แสดงไว้ด้วยพื้นที่ที่ลงสีพื้น

มิติปรับปรุง (ADJUSTED DODY DIMENSION)

มิติที่แสดงไว้ในตารางเป็นมิติที่วัดจากตัวอย่างที่ไม่สวมรองเท้า ความสูงยืนวัดแนบกับศรีษะตอนบนสุด ในขั้นการนำตัวเลขไปใช้งาน จะต้องปรับปรุงมิติเพื่อให้ได้ค่าที่มีความถูกต้องยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มิติในทางตั้ง (VERTICAL DIMENSION) สิ่งที่จะต้องพิจารณาประกอบมิติวิกฤต คือ

1. ความหนาของรองเท้า (FOOTWEAR) : กำหนดค่า VARIES จาก 2.5 ซม. ถึง 10 ซม.

2. ที่วางเหนือศรีษะ (HEADGEAR) : กำหนดประมาณ 10 ซม.

3. ความหนาของเครื่องแต่งกาย เสื้อผ้า (CLOTHING) กำหนดประมาณ 2.5 ซม.

ดังนั้น การนำค่าข้อมูลสัดส่วนคนไทยซึ่งจะนำมาใช้ในการออกแบบเก้าอี้ล้อ จึงควรที่จะต้องนำค่ามิติวิกฤต และมิติปรับปรุงมาใช้ประโยชน์ในการออกแบบ

ตารางที่ 3 แสดงมิติที่มีความสำคัญต่องานออกแบบ การนำไปใช้และมิติวิกฤต

หมายเลข	มิติที่มีความสำคัญต่องานออกแบบ	การนำไปใช้	มิติวิกฤต	มิติปรับปรุงเพื่อนำไปใช้ในงาน
	มิตินั่ง			
1	ความสูงนั่ง	กำหนดความสูงต่ำสุด (MIN) จากระดับที่นั่งถึงเพดาน	MAX.	MAX+C+H
2	ความสูงระดับสายตา	กำหนดความสูงของ VISUAL DEVICES	MEAN	MEAN+F
3	ความสูงจากระดับที่นั่ง ถึงระดับไหล่	กำหนดความสูงเหนือที่นั่งสำหรับการเอื้อมมือไปข้างหน้าไกลที่สุด	MIN	MIN
4	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	กำหนดความสูงของที่วางแขน หรือระดับของ DESK TOPS จากระดับที่นั่ง	MEAN	MEAN
5	ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบนของขาอ่อน	กำหนดระยะเว้นว่างทางตั้ง (VERTICAL CLEARANCE) ใต้โต๊ะ	MEAN	MEAN+C
6	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	กำหนดระยะเว้นว่างจากพื้นหรือที่วางเท้าถึงระดับ DESK TOPS ผิวล่าง	MAX.	MAX.+F
7	ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	กำหนดความสูงของที่นั่งเหนือพื้น หรือที่วางเท้า	MEAN	MEAN+F
8	ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	กำหนดระยะเว้นว่างทางนอนน้อยที่สุด (MIN CLEARANCE) ที่ระดับขา	MAX.	MAX.
9	ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน	กำหนดความยาวของที่นั่ง (SEAT) จากพนักพิงถึงขอบหน้า	MIN	MIN

ตารางที่ 3 (ต่อ) แสดงมิติที่มีความสำคัญต่องานออกแบบการนำไปใช้และมิติวิกฤต

หมายเลข	มิติที่มีความสำคัญต่องานออกแบบ	การนำไปใช้	มิติวิกฤตใช้ค่า	มิติปรับปรุงเพื่อนำไปใช้ในงาน
10	ระยะจากก้นถึงเข่า	กำหนดระยะเว้นว่างทางนอนน้อยที่สุด SEAT BACK สำหรับที่นั่งที่อยู่ในระดับสูงกว่าปกติ	MAX	MAX+C
11	ความยาวของขาเหยียดตรง	กำหนดระยะไกลสุด (MAX,DISTANCE)ของ FOOT CONTROL หรือ FOOT REST วัดจาก SEAT BACK	LESS THAN MIN	LESS THAN MIN
12	ความกว้างของที่นั่ง	กำหนดความกว้างของที่นั่งและระยะห่างน้อยที่สุดของที่วางแขน (ARM REST)	MAX	MAX+C
13	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	กำหนดระยะเอื้อมไปข้างหน้ามากที่สุดที่ระดับไหล่	MIN	MIN+F
14	ความกว้างระหว่างศอก	กำหนดเว้นระยะว่างตามนอน (LATERAL CLEARANCE) สำหรับ WORK SPACE	MAX	MAX+C
15	ความกว้างของไหล่	กำหนดระยะเว้นว่างตามนอนน้อยที่สุด สำหรับWORK SPACEเหนือเอว	MAX	MAX+C

สัญลักษณ์

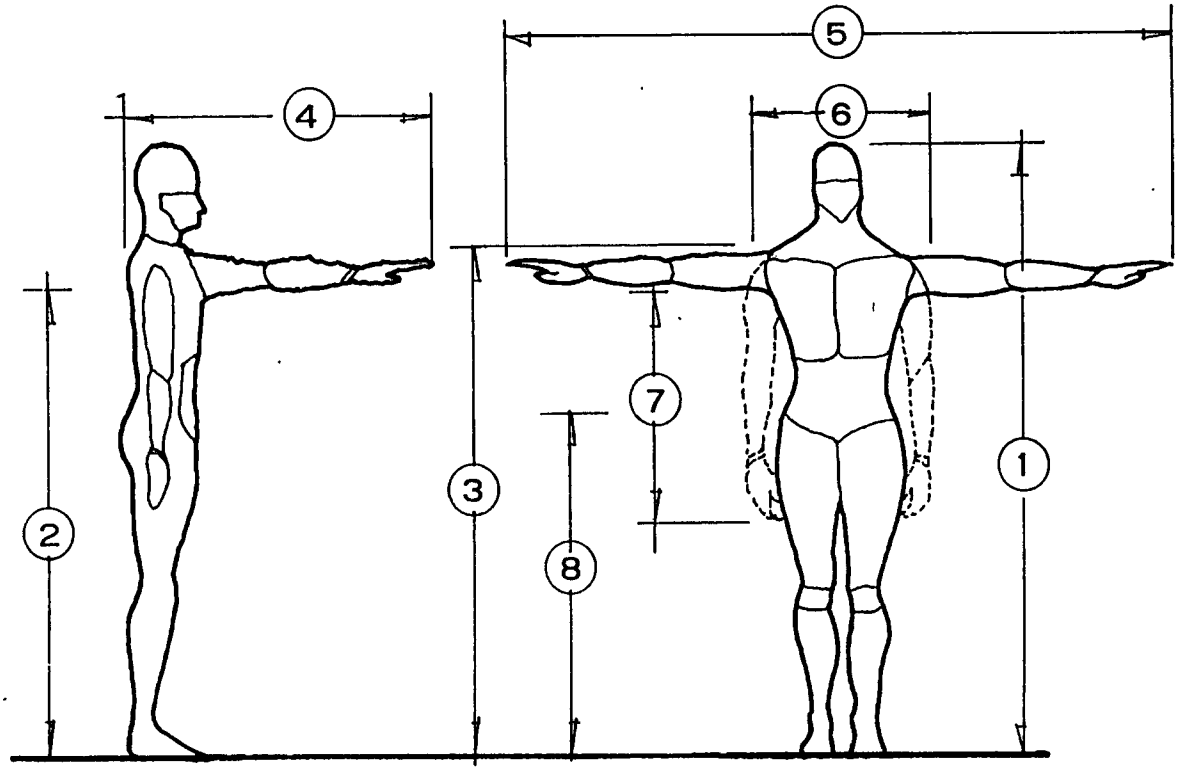
F = FOOTWEAR
C = CLOTHING
H = HEADGEAR

"ค่า F.H.C. ดูในหัวข้อมิติปรับปรุง"

2.7.2 มิติและสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกายชาย – หญิงไทย

ตารางที่ 4 ตารางแสดง ตัวเลข มิติ ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

หมายเลข	มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูงยืน	148.30	160.60	173.27
2.	ความสูงระดับรักแร้	110.64	119. 50	127.29
3.	ความสูงระดับไหล่	122.64	132.81	143.29
4.	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	72.81	78.85	85.07
5.	ความกว้างกางแขน	151.56	164.13	177.08
6.	ความกว้างของไหล่	37.51	40.63	43.83
7.	ความยาวของแขนจากรักแร้ถึงปลายมือ	60.10	65.33	70.55
8.	ความยาวของขาจากพื้นถึงโคนขา	75.42	82.72	90.01

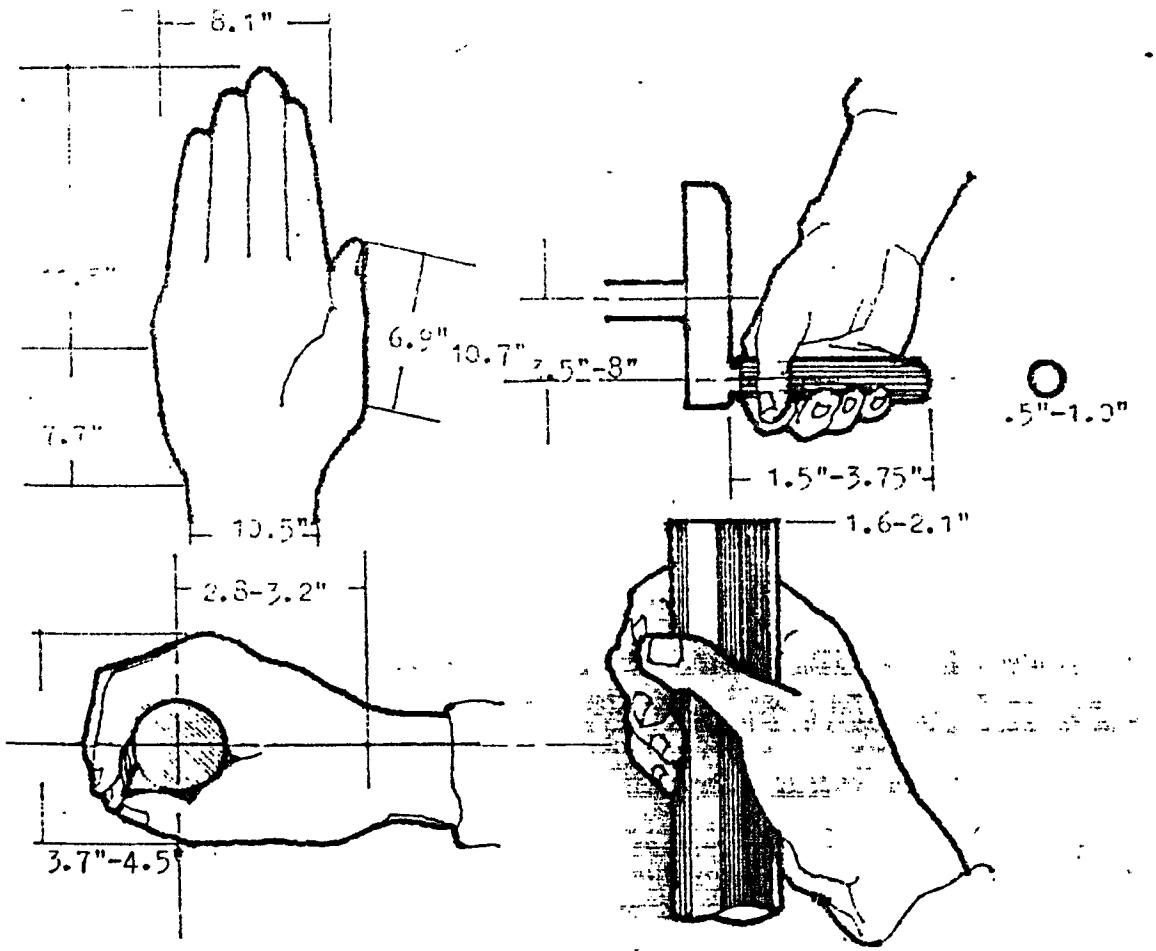


"ข้อมูลสัดส่วนคนไทย" ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ แห่งประเทศไทย

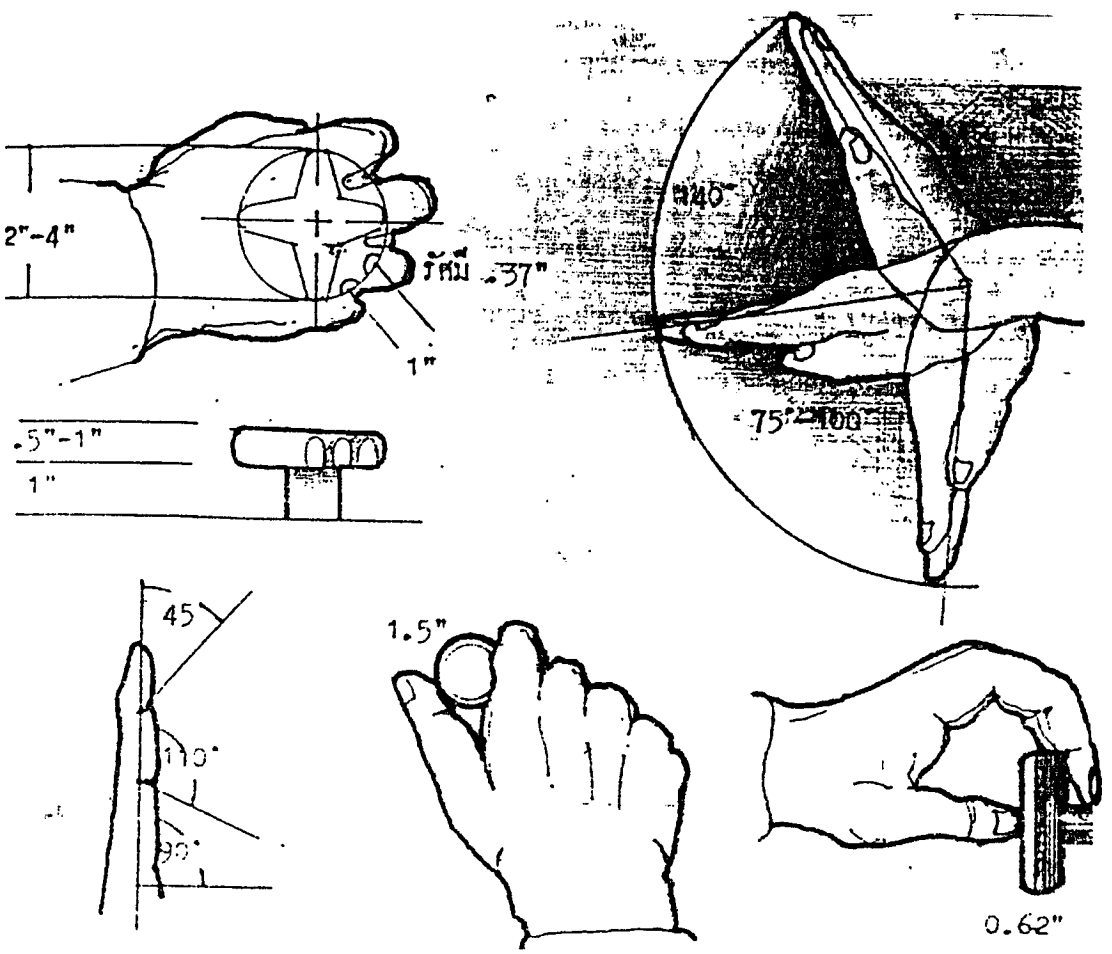
2.7.3 ขนาดสัดส่วนของมือคนไทยชาย – หญิงไทย

จากพฤติกรรมของผู้บริโภค จะพบว่าการใช้มือจับทุกขั้นตอนจะเกี่ยวข้องกับขนาดสัดส่วนของมือมากที่สุด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ

ขนาดสัดส่วนที่สำคัญต่อการออกแบบ	การนำไปใช้
1. ระยะความกว้างของมือ 2. ขนาดความกว้างของวัตถุที่มือกำได้ถนัด 3. ขนาดของการจับด้วยปลายนิ้ว 4. มุมและความยาวของนิ้วมือ 5. มุมการทำงานของมือ 6. ระยะความยาวของมือ	1. ความยาวของมือจับ 2. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของมือจับ 3. ขนาดสัดส่วนของปุ่มบนมือจับ 4. ตำแหน่งการจัดวางปุ่มต่าง ๆ 5. การวางตำแหน่งของมือจับ 6. การวางตำแหน่งมือจับ



ภาพที่ 31 แสดงขนาดสัดส่วนของมือ



ภาพที่ 32 ขนาดของมือในการจับเครื่องมือต่างๆ

เนื่องจากช่วงอายุของผู้บริโภคอยู่ระหว่าง 20–25 ปี และมีเพศชายเพศหญิง ดังนั้นขนาดสัดส่วนจะมีความแตกต่างกันออกไป การนำค่าสัดส่วนของมือไปใช้ ต้องเป็นค่าที่สอดคล้องต่อพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีอายุตั้งแต่ 20–25 ปี และทั้ง 2 เพศด้วย

1. ความกว้างของมือ จะนำค่ามากที่สุดของความกว้างของมือเพศชายที่มีอายุ 25 ปี เพราะผู้บริโภคที่มีอายุน้อยกว่าจะสามารถจับได้ด้วย ค่าที่ใช้คือ ความกว้าง 8.9 ซม.

2. ความยาวของมือ จะนำค่ามากที่สุดของความยาวของมือเพศชายที่มีอายุ 25 ปี มาใช้เพราะ ผู้บริโภคที่มีอายุน้อยกว่าจะสามารถจับได้ด้วยและถนัดในการใช้งาน ค่าที่ใช้คือ ความยาว 7.7 ซม.

3. ขนาดความกว้างของวัตถุที่มือสามารถกำได้ถนัด จะนำค่านี้น้อยสุด การกำรอบวัตถุของมือเพศชายที่มีอายุในช่วง 16 ปีมาใช้ เพราะผู้บริโภคที่มีอายุมากกว่าสามารถกำได้ถนัดแม้ว่าจะใช้ค่าของผู้บริโภคที่มีอายุน้อยกว่า ค่าที่ใช้คือ 1.6" – 2.1"

4. ขนาดของการจับด้วยปลายนิ้ว นำค่าน้อยที่สุด ที่มือของผู้หญิงที่มีอายุ 16 ปีมาใช้ เพราะผู้บริโภคที่มีอายุมากกว่าจะสามารถจับได้ถนัดเช่นเดียวกับผู้ที่มีอายุน้อยกว่า ค่าที่ใช้คือ 1.2"

5. มุมการทำงานของมือ อยู่ในช่วงระหว่าง 75̊ – 140̊

6. มุมการทำงานของนิ้วมือ ค่าที่ใช้คือ 45̊ – 110̊ – 90̊

2.8 อลูมิเนียมและอลูมิเนียมผสม

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา โลหะผสมของอลูมิเนียมบางอย่างมีความแข็งแรงเช่นเหล็กเหนียวธรรมดา และมีคุณสมบัติในการดัดโค้ง บิดงอเป็นอย่างดี ถึงจะอยู่ในอุณหภูมิ 0 องศา ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่าง ๆ ในสถานะตามปกติไม่มีสีของเกลือและสารเป็นพิษปรากฏอยู่ อลูมิเนียมบริสุทธิ์เป็นสารละลายที่นำไฟฟ้า และความร้อนที่ดี นอกจากนั้นอลูมิเนียมยังเป็นโลหะที่ไม่มีประกายไฟ และ ไม่เป็นสื่อแม่เหล็กเช่นกัน

อลูมิเนียมสามารถทำเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ เช่น เป็นแผ่น เส้น ฟรอยด์ ได้ โดยวิธีการหล่อ รีด ขึ้นรูป ปั๊ม ดึง นอกจากนี้ยังสามารถตีขึ้นรูปด้วยค้อน ตีด้วยความค้อน มีคุณสมบัติในการกลึงตกแต่งได้ง่าย แต่การใช้ความเร็วในการกลึงแต่งเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่ง ของการทำชิ้นส่วนอลูมิเนียม ฉะนั้นต้องเลือกความเร็วในการกลึงแต่งให้ถูกต้อง

อลูมิเนียมบริสุทธิ์หลอมละลายที่อุณหภูมิ 1220 องศาฟาเรนไฮต์

อลูมิเนียมผสมมีจุดหลอมละลายระหว่าง 900 – 1220 องศาฟาเรนไฮต์ (แล้วแต่ส่วนผสมของแต่ละชนิดที่ผสมอยู่

2.8.1 คุณสมบัติและลักษณะทั่วไปของอลูมิเนียม

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่สำคัญได้รับการใช้งานมากที่สุดในกลุ่มโลหะที่มีน้ำหนักเบา (LIGHT METALS) ทั้งนี้เพราะอลูมิเนียมมีสมบัติที่ดีเด่นหลายประการ คือ

1. มีความหนาแน่นน้อย น้ำหนักเบา และมีกำลังวัสดุต่อหน่วยน้ำหนักสูง (STAENGH - TO - WEIGHT RATY) จึงนิยมใช้ทำเครื่องใช้ไม้สอยตลอดจนชิ้นส่วนบางอย่างในเครื่องบิน จรวด ขีปนาวุธ และอุปกรณ์ในรถยนต์ เพื่อลดน้ำหนักของรถให้น้อยลง จะได้ประหยัดเชื้อเพลิง

2. มีความเหนียวมาก สามารถขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ได้ง่ายและรุนแรงโดยไม่เสี่ยงต่อการแตกหัก

3. จุดหลอมเหลวต่ำ หล่อหลอมง่าย

4. ค่าการนำไฟฟ้าคิดเป็น 64.94% IACS ซึ่งไม่สูงนัก แต่เนื่องจากมีน้ำหนักเบา ดังนั้นจึงใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าในกรณีที่คำนึงถึงเรื่องน้ำหนักเบาเป็นส่วนสำคัญ

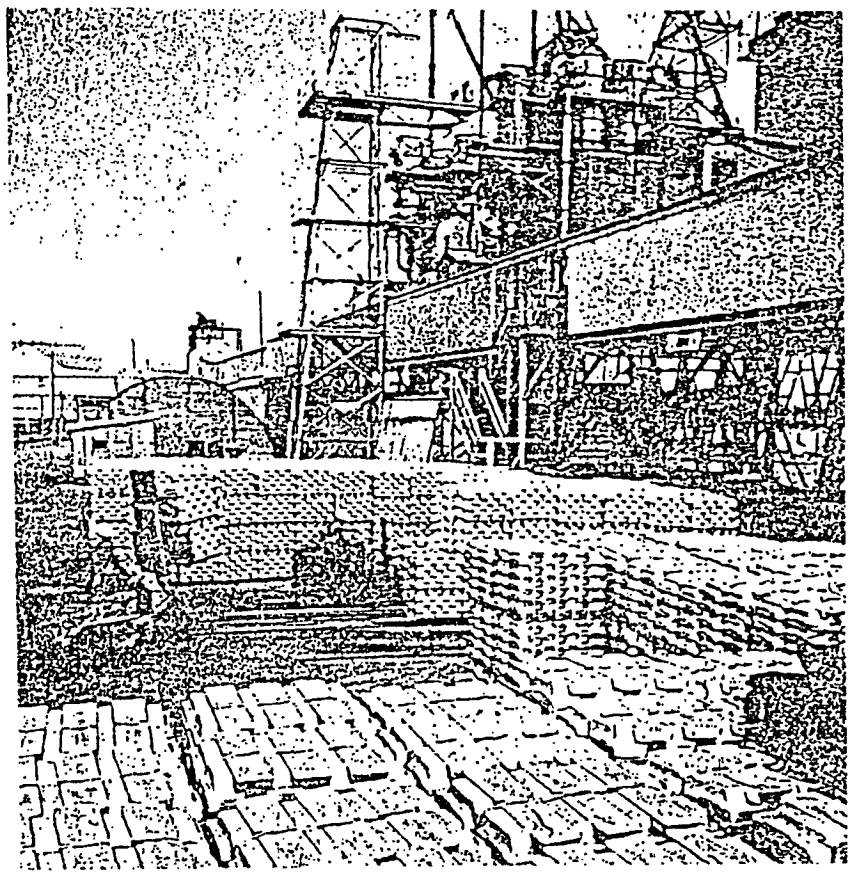
5. เป็นโลหะไม่เป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์ (NONTOXIC) และมีค่าการนำความร้อนสูง ใช้ทำภาชนะหุงต้มอาหาร และห่อรองรับอาหาร

6. ผิวหน้าของอลูมิเนียมบริสุทธิ์ มีดัชนีการสะท้อนกลับของแสงสูงมาก จึงให้ทำแผ่นสะท้อนในแฟลชถ่ายรูป จานสะท้อนแสงในโคมไฟฟ้า ไฟหน้ารถยนต์

7. ทนทานต่อการเกิดสนิมและการผุกร่อนในบรรยากาศที่ใช้งานโดยทั่วไปได้ดีมาก แต่ไม่ทนทานการกัดกร่อนของกรดแก่และด่างทั่วไป

8. ซื้อหาได้ง่ายในท้องตลาด และราคาไม่แพงนัก

ในเรื่องนี้จะกล่าวถึงชนิด และสมบัติของอลูมิเนียมชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในงานวิศวกรรม



ภาพที่ 33 โลหะอลูมิเนียมในรูปของอินกอต (INGOT)
ซึ่งเป็นโลหะต้นแบบลักษณะหนึ่งภายหลังจากการสกัดมาจากแร่

ตารางที่ 5 คุณสมบัติบางอย่างของอลูมิเนียมที่ค่อนข้างบริสุทธิ์

คุณสมบัติของอลูมิเนียม	มีค่า
หมายเลขอะตอม (ATOMIC NUMBER)	13
น้ำหนักอะตอม (ATOMIC WEIGHT)	26.97
วาเลนซี่	3
โครงสร้างของผลึก	FCC
มิติของแลตทิส (LATTICE DIMENSION) A°	4.049
ความหนาแน่นที่ 20°C (G/CM^3)	2.6989
จุดหลอมเหลว (°C)	660.2
จุดเดือด (°C)	2450
การหดขณะแข็งตัว(SOLIDIFICATION SHRINKAGE) (%)	6.6
ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว (CAL/G)	94.5
ความร้อนแฝงของการเป็นไอ (CAL/G)	2260
ความร้อนจำเพาะที่ 100°C (CAL/G)	0.224
การนำความร้อนที่ 20°C ($CAL/SEC\ CM^2\ °C/CM$)	0.57
การต้านทานไฟฟ้าที่ 20°C - CM	2.6548
การขยายตัวที่ 20–100°C (ต่อ°C)	0.00002386
20–200°C (ต่อ°C)	0.00002458
20–300°C (ต่อ°C)	0.00002545
20–400°C (ต่อ°C)	0.00002649
20–500°C (ต่อ°C)	0.00002768
การนำไฟฟ้า (%IACS)	64.94
การสะท้อนแสง (%)	
แสงจากหลอดทังสเตน	90
แสง 2000–2500 °A	86–87
แสง 10000 °A	96
สี	ขาวเงิน

ตารางที่ 6 คุณสมบัติของอลูมิเนียมเมื่อทำปฏิกิริยากับธาตุบางธาตุ

เมื่อปฏิกิริยาเคมีกับ	รายละเอียดและผลของปฏิกิริยา
ออกซิเจน (O_2)	เกิดชั้นฟิล์มบาง ๆ ที่ผิวกันไม่ให้เกิดปฏิกิริยาต่อไป
ไนโตรเจน (N_2)	เกิดไนไตรด์ที่อุณหภูมิสูง
กำมะถัน (S)	ไม่มีปฏิกิริยา
ไฮโดรเจน (H_2)	ละลายแทรกซึมเข้าในอลูมิเนียมได้
กรดอนินทรีย์ (เข้มข้น)	ทนได้บ้าง
กรดอนินทรีย์ (เจือจาง)	เกิดปฏิกิริยากันทันที
ด่าง	ละลายอลูมิเนียมได้
เกลือ	กัดกร่อนอลูมิเนียมได้บ้าง
กรมอินทรีย์	สามารถละลายในอลูมิเนียมได้ทันที (ยกเว้นกรดน้ำส้ม)
กรดอินทรีย์ + น้ำ	ไม่เกิดปฏิกิริยากับอลูมิเนียม
ฮาโลเจน (HALOGENS)	ทำปฏิกิริยากันทันที

<u>การกำกับชื่อชิ้นงานขึ้นรูปของอลูมิเนียมผสม</u> (DESIGNATION FOR WROUGHT ALUMINUM ALLOY)

ในปี พ.ศ. 2497 สมาคมอลูมิเนียมแห่งอเมริกา (THE ALUMINUM ASSOCIATION OF AMERICA) ได้จัดโลหะผสมของอลูมิเนียมขึ้นรูปเป็นหมวดหมู่ตามส่วนผสม และใช้เลข 4 หลักเป็นสัญลักษณ์ในการกำกับชื่อโลหะ ในปัจจุบันนี้การกำกับชื่อตามนี้เป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลายจนเป็นสากลนิยม

ความหมายของระบบเลข 4 หลัก มีดังนี้

เลขหลักที่หนึ่งเป็นสัญลักษณะที่สำคัญที่สุดในการแสดงกลุ่มของโลหะผสม ซึ่งมีอยู่ 8 กลุ่ม ตามตารางที่ 5 เช่น 1 XXX แทนโลหะที่มีอลูมิเนียมไม่น้อยกว่า 99.0% โดยน้ำหนัก เป็นต้น

เลขหลักที่สอง ใช้สำหรับกำกับเมื่อมีการดัดแปลงส่วนผสมของโลหะให้ผิดไปจากโลหะผสมดั้งเดิม ตัวเลข 0 แสดงว่าเป็นโลหะผสมดั้งเดิม ตัวเลข –9 แสดงว่าเป็นส่วนที่ได้จากการดัดแปลงให้ผิดไปจากเดิม เช่น 6024(4.5CU, 1.5MG, 0.5SI, 0.1CR) เทียบกับ 2218 (4.0CU, 2.0NI, 1.5MG, 0.2SI) ซึ่งสังเกตได้ว่าโลหะ 2218 มีนิกเกิลผสมเพิ่มเติมเข้าไป

ตัวเลขหลักที่สาม และหลักที่สี่ ใช้แสดงชนิดย่อย ๆ ของโลหะผสมที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ความแตกต่างนี้มักจะเป็นส่วนผสมที่แตกต่างกัน เช่น 2014 (4.4 CU, 0.8SI, 0.8MN, 0.4MG) และ 2017 (4.0CU, 0.8SI, 0.5MN, 0.1MG) เป็นต้น

เฉพาะอลูมิเนียมในกลุ่ม 1 XXXตัวเลขหลักที่สามและหลักที่สี่ จะแสดงปริมาณของอลูมิเนียมที่เป็นจุดทศนิยม 2 ตำแหน่ง ที่ปรากฏภายหลัง 99 เปอร์เซนต์ เช่น 1060 และ 1080 หมายถึงอลูมิเนียมขึ้นรูปที่มีอลูมิเนียมอยู่ 99.60% และ 99.80% ตามลำดับ

ตารางที่ 7 สัญลักษณ์ที่ใช้แทนอลูมิเนียมขึ้นรูป

สัญลักษณ์	ธาตุที่เป็นส่วนผสมหลักในอลูมิเนียม
1XXX	อลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.0%
2XXX	ทองแดง
3XXX	แมงกานีส
4XXX	ซิลิคอน
5XXX	แมกนีเซียม
6XXX	แมกนีเซียม กับ ซิลิคอน
7XXX	สังกะสี
8XXX	ธาตุอื่น ๆ
9XXX	ยังไม่มีที่ใช้

หมายเหตุ สัญลักษณ์ตัวเลข 4 หลักนี้ ไม่มีความเกี่ยวข้องกับสัญลักษณ์ตัวเลข 4 หลักที่ใช้ในโลหะผสมของเหล็กโดยสิ้นเชิง

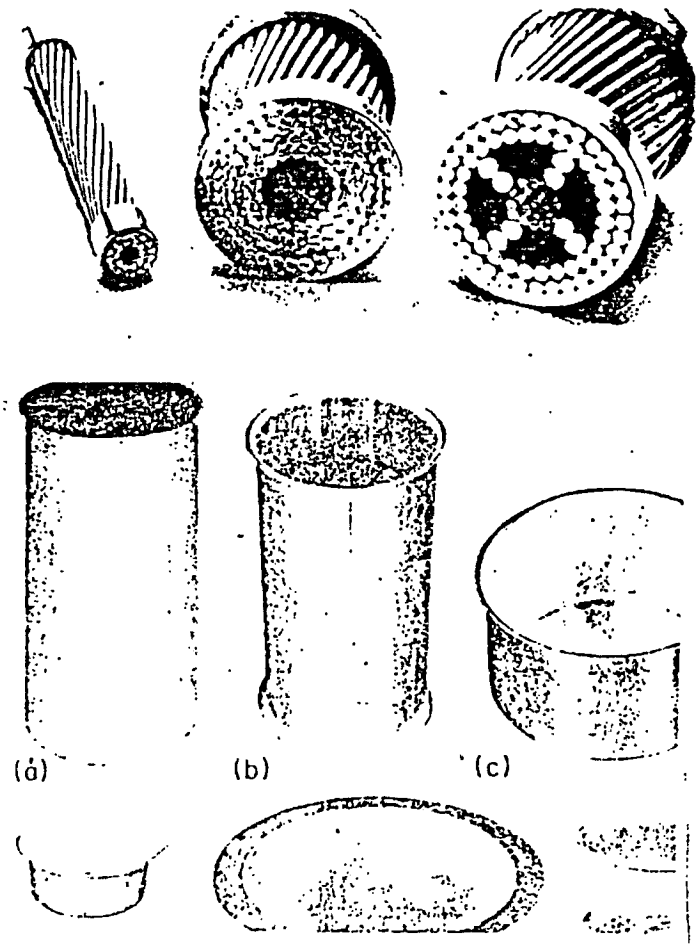
<u>อลูมิเนียมบริสุทธิ์ทางการค้า</u>

อลูมิเนียมบริสุทธิ์ทางการค้า ได้แก่โลหะที่มีปริมาณอลูมิเนียมไม่น้อยกว่า 99.0% โดยน้ำหนัก มีสิ่งแปลกปนต่าง ๆ อย่างละเล็กละน้อย ที่สำคัญได้แก่ ทองแดง ซิลิคอน เหล็ก และแมกนีเซียม

อลูมิเนียมนี้ มีกำลังวัสดุไม่สูงนักแต่มีความเหนียวมาก ซึ่งเหมาะสำหรับใช้งานทำภาชนะเครื่องครัว เครื่องใช้ไม้สอยต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการกำลังวัสดุมากนัก เช่น ทำภาชนะใส่อาหาร หม้อ กระทะ กาน้ำ แผ่นอลูมิเนียมห่ออาหาร ห่อบุหรี่ เป็นต้น

อลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์มากเช่น เกรด EC (ELECTRICAL CONDUCTION GRADE) ใช้ทำสายไฟฟ้าและบัสบาร์ (BUS BARX ฯลฯ

โลหะผสมชนิดนี้มีที่ใช้เฉพาะผลิตภัณฑ์ขึ้นรูปที่มีกำลังวัสดุไม่สูงนัก ชิ้นงานขึ้นรูปของโลหะนี้จัดอยู่ในกลุ่ม 1XXX



ภาพที่ 34 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ค่อนข้างบริสุทธิ์

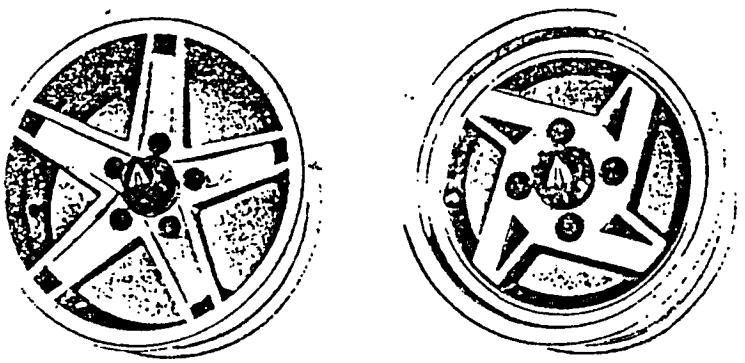
โลหะอลูมิเนียมผสมทองแดง

โลหะผสมกลุ่มนี้ถ้าเป็นชิ้นงานขึ้นรูปจะจัดอยู่ในกลุ่ม

การละลายของทองแดงในเนื้ออลูมิเนียมทำให้โลหะแข็งขึ้น อลูมิเนียมผสมที่มีทองแดงตั้งแต่ 2.5 – 5.5% เป็นโลหะที่สามารถเพิ่มกำลังวัสดุให้แข็งแรงขึ้น โดยการทำกรรมวิธีทางความร้อนเพื่อให้เกิดการแยกเฟสใหม่ได้

นอกจากนี้ทองแดงยังช่วยให้สมบัติการไหลของโลหะดีขึ้น ดังนั้นในผลิตภัณฑ์ หล่อมักจะผสมทองแดงด้วยปริมาณมากกว่าในชิ้นงานขึ้นรูป

ธาตุอื่นที่นิยมผสมรวมอยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ แมกนีเซียม ทั้งนี้เพื่อเพิ่มกำลังวัสดุให้สูงขึ้น ช่วยให้โลหะเกิดการแยกเฟสแข็งขึ้นได้โดยไม่ต้องทำกรรมวิธีทางความร้อน เช่น 2024 (2.5 , 1.5) นิยมใช้ทำกระทะล้อรถยนต์ เป็นต้น



ภาพที่ 35 กระทะล้อแม็ก

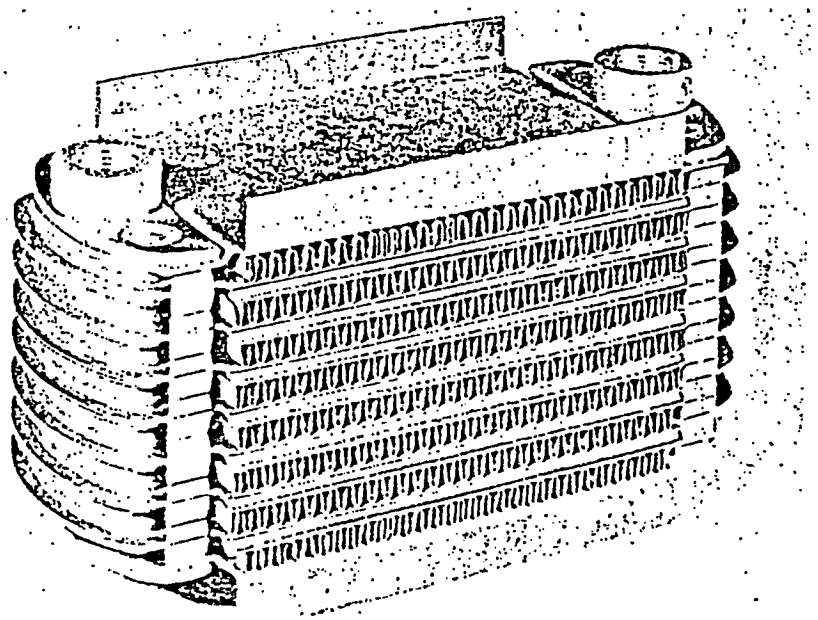
นอกจากนี้อาจผสมนิกเกิลเพื่อให้เหมาะสมสำหรับการใช้งานในที่มีอุณหภูมิสูง เช่น ใช้ทำหัวลูกสูบและกระบอกสูบ เช่น 2218 (4 , 1.5 , 2) เป็นต้น

สำหรับชิ้นงานหล่อมักจะมีซิลิคอนเล็กน้อยผสมอยู่เพื่อช่วยให้สมบัติการไหลของโลหะขณะหล่อหลอมดีขึ้น ช่วยให้โลหะหล่อได้ง่ายขึ้นและยังช่วยเพิ่มกำลังวัสดุอีกด้วย เช่น โลหะ 195 (4.5 , 0.8) เป็นต้น

โลหะอลูมิเนียมผสมแมงกานิส

โลหะชนิดนี้ใช้มากในงานทำชิ้นงานขึ้นรูป ไม่นิยมทำชิ้นงานหล่อ เพราะมีกำลังวัสดุไม่สูงนัก ชิ้นงานขึ้นรูปของโลหะนี้จัดอยู่ในกลุ่ม

แมงกานิสช่วยทำให้โลหะมีกำลังวัสดุสูงขึ้นและทนทานต่อการผุกร่อนได้ดีมากขึ้น ใช้แทนอลูมิเนียมในกลุ่ม ในกรณีที่ต้องการข้อดีดังกล่าว โลหะที่นิยมมาก ได้แก่ โลหะ 3003 (1.2) ตัวอย่างได้แก่ผลิตภัณฑ์เครื่องครัว ภาชนะอลูมิเนียมในอุตสาหกรรมอาหาร ถังรถยนต์ ฯลฯ



ภาพที่ 36 เครื่องถ่ายเทความร้อนทำจากอลูมิเนียม 3003

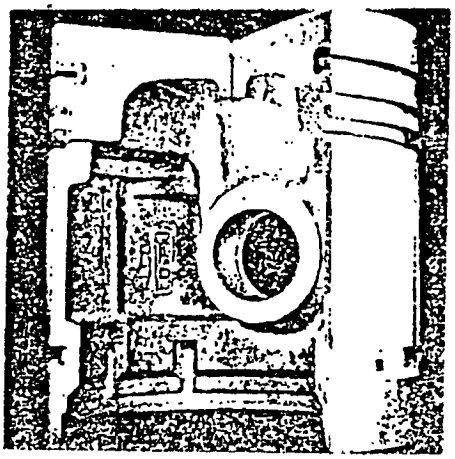
โลหะอลูมิเนียมผสมซิลิคอน

โลหะกลุ่มนี้ถ้าเป็นชิ้นงานขึ้นรูปจะจัดอยู่ในกลุ่ม

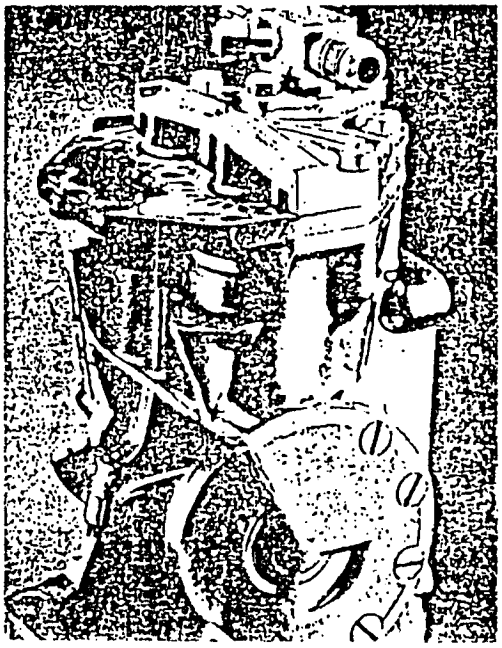
ซิลิคอนในอลูมิเนียมจะช่วยทำให้โลหะมีน้ำหนักเบาขึ้น สมบัติการไหลของโลหะขณะหล่อหลอมดีขึ้น หล่อชิ้นส่วนที่ซับซ้อนได้คมชัดกว่า การหดตัวของโลหะภายหลังการแข็งตัว (SOLIDIFICATION SHRINKAGE)เกิดขึ้นเล็กน้อย กำลังวัสดุสูงมากขึ้นและทนต่อการผุกร่อนได้ดีมาก ข้อดีเหล่านี้ทำให้โลหะนี้เหมาะสำหรับทำชิ้นงานหล่อต่าง ๆ สำหรับงานหล่อจิปาถะทั่วไป มักจะมีทองแดงผสมอยู่ด้วย ซึ่งจะผสมเสานกันและให้สมบัติการหล่อหลอมดีขึ้น ทั้งยังมีสมบัติทางกลสูงพอใช้งานได้ดี

ผลิตภัณฑ์ขึ้นรูปที่เด่นมากสำหรับอลูมิเนียมกลุ่มนี้ได้แก่ อลูมิเนียม 4032 (12 , 1 , 1 , 1) ซึ่งนิยมใช้ดี (FORGE) ให้เป็นลูกสูบรถยนต์ (แทนที่จะใช้วิธีหล่อเหมือนทั่ว ๆ ไป)

ถ้าเป็นโลหะผสมระหว่างอลูมิเนียมกับซิลิคอนเท่านั้น มักจะมีปริมาณซิลิคอนสูงประมาณ 12% โดยน้ำหนัก เช่น โลหะ 13 (12%) ซึ่งเหมาะสำหรับทำหัวลูกสูบรถยนต์ต่าง ๆ และหล่องานที่มีผนังบาง ๆ และมีรูปร่างซับซ้อนได้ดี



ภาพที่ 37 ลูกสูบรถยนต์



ภาพที่ 38 คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศรถยนต์

แต่ถ้ามีธาตุอื่นผสมอยู่ด้วย เช่น ทองแดง ปริมาณซิลิคอนที่ใช้จะลดน้อยลง เช่น โลหะ 85 (5 , 4) การผสมทองแดงเข้าไปในโลหะช่วยให้สมบัติด้านการกลึงไสของโลหะดีขึ้น แต่จะทำให้กำลังวัสดุและความทนทานต่อการผุกร่อนลดลง

อลูมิเนียมบางชนิดผสมนิกเกิลจำนวนเล็กน้อยด้วยเพื่อช่วยให้ใช้งานในที่มีอุณหภูมิสูง และลดการขยายตัวของโลหะ โลหะนี้เหมาะสำหรับทำลูกสูบรถยนต์

<u>โลหะอลูมิเนียมผสมแมกนีเซียม</u>

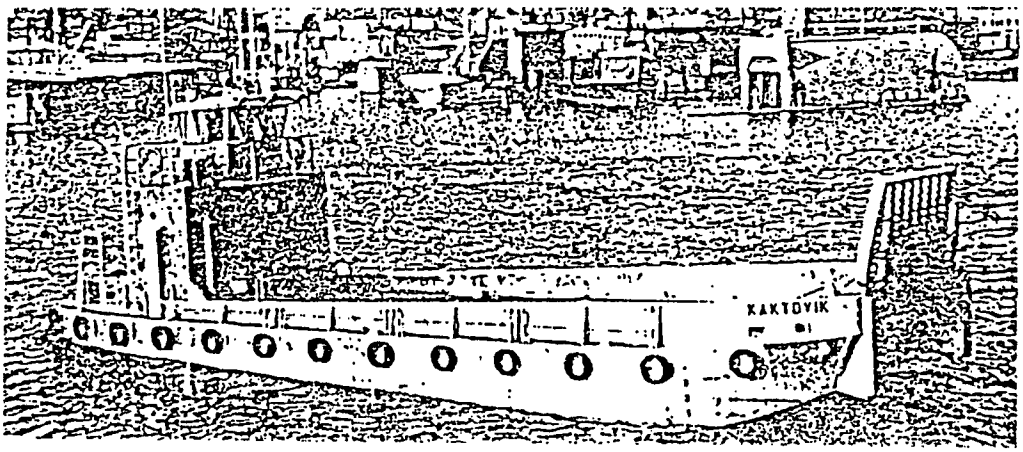
ขึ้นงานขึ้นรูปของโลหะนี้จะจัดอยู่ในกลุ่ม 5XXX ตัวที่ใช้มากได้แก่ 5052 (2.5MG, 0.5CR) 5056 (5.2 MG, 0.5 CR, 0.1MN) และ 5186 (4.5 MG, 0.5CR , 0.8 MN)

โลหะผสมนี้มีน้ำหนักเบา กำลังวัสดุสูงปานกลาง และทนทานต่อการผุกร่อนภายใต้บรรยากาศทั่วไปได้ดีเลิศ

กำลังวัสดุจะสูงขึ้นเมื่อปริมาณแมกนีเซียมที่ผสมอยู่สูงมากขึ้น จนมีแมกนีเซียมถึง 15% แต่ปกติมักมีแมกนีเซียมไม่เกิน 10% เพราะถ้ามีมากจะทำให้โลหะแข็งและเปราะมาก

อลูมิเนียมบางชนิดผสมด้วยสังกะสีและซิลิคอน เพื่อช่วยเพิ่มสมบัติการหล่อหลอม (CASTING CHARACTORISTIC) ให้ง่ายยิ่งขึ้นเช่น โลหะ A 214 (4%MG , 1.8ZN) เป็นต้น โครเมียมช่วยให้เนื้อแกรนของอลูมิเนียมละเอียดทำให้โลหะแข็งแรงและเหนียวมากขึ้น แมงกานีสช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับอลูมิเนียม

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สำคัญในกลุ่มนี้คือ หมุดย้ำ (RIVETS) ปลอกหุ้มสายไฟฟ้า (CABLE SHEATH) ล้อแม็ก และโครงต่าง ๆ ที่ทำด้วยอลูมิเนียม (ALUMMINUM FRAME)



ภาพที่ 39 เรือล่าเสียงในน่านน้ำแถบอะลาสก้า (ALASKA)
ทำจากอลูมิเนียม 5086 (4% MG)

<u>โลหะอลูมิเนียมผสมแมกนีเซียมและซิลิคอน</u>

ชิ้นงานขึ้นรูปของโลหะกลุ่มนี้จะจัดอยู่ในกลุ่ม 6XXX

เนื่องจากแมกนีเซียมเป็นธาตุที่ถูกออกซิไดซ์ได้ง่ายมาก โดยเฉพาะขณะหล่อหลอม ดังนั้น การผสมแมกนีเซียมลงในอลูมิเนียมหลอมเหลวจึงมีปัญหามากและมีข้อควรระวังเป็นพิเศษมากมาย ปัญหาเหล่านี้จะเกิดมากขึ้นเมื่อยิ่งต้องใช้ปริมาณแมกนีเซียมมาก

ถ้าเสมซิลิคอนเข้าไปในโลหะอลูมิเนียมผสมแมกนีเซียมด้วยจำนวนพอเหมาะ จะสามารถลดปริมาณแมกนีเซียมในโลหะนี้ลงได้มาก โดยยังให้กำลังวัสดุที่ไม่ต่างไปจากกลุ่ม 4XXX มากนัก เช่น โลหะ 6061 (0.6 SI , 1MG) เป็นต้น

สมบัติเด่นอีกประการหนึ่งคือ ขึ้นรูปได้ง่าย ไม่ว่าจะเป็นแบบตี (FORGE) หรือแบบรีดอัด (EXTRUDE) ผลิตภัณฑ์เด่น ๆ ได้แก่ กรอบประตูหน้าต่างกระจกที่ใช้ตามสำนักงานต่าง ๆ

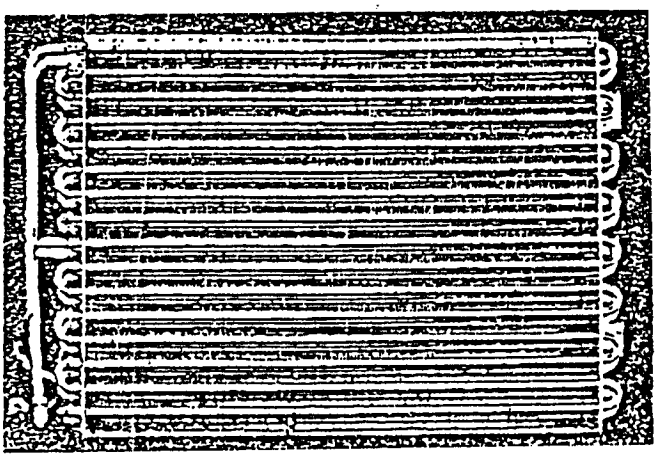
<u>โลหะอลูมิเนียมผสมสังกะสี</u>

โลหะนี้ถ้าเป็นชิ้นงานขึ้นรูปจะจัดอยู่ในกลุ่ม 7XXX

นอกจากสังกะสีแล้วมักจะผสมแมกนีเซียมและทองแดงร่วมในโลหะนี้ด้วย โลหะผสมนี้กำลังวัสดุสูงที่สุดในบรรดาโลหะผสมของอลูมิเนียม ที่นิยมมากที่สุดได้แก่ 7075 – T6 (5.5ZN , 2.5MG , 1.5 CU) และ 7178 – T6 (6.8ZN , 2.7 MG, 2.0 CU) ซึ่งมีเทนไซล์สเตร้งสูงถึง 58 และ 62 กก./มม. ตามลำดับและเหมาะสำหรับใช้ทำโครงสร้างในอากาศยาน

จุดอ่อนของโลหะผสมนี้ คือ โลหะนี้ผุกร่อนแตกร้าว (STRESS CORROSION) ได้ง่ายกว่าอลูมิเนียมในส่วนผสมอื่น ๆ ดังนั้นจะเห็นว่าโลหะพวกนี้ มักจะผสมธาตุโครเมียมจำนวนเล็กน้อย ทั้งนี้เพื่อเพิ่มสมบัติการต้านทานต่อการผุกร่อนให้สูงขึ้น

ที่นิยมอีกวิธีหนึ่งสำหรับชิ้นงานขึ้นรูปที่เป็นแผ่น (SHEET) คือใช้อลูมิเนียมในกลุ่ม 1XXX หรือ กลุ่ม 3XXX หรือ กลุ่ม 5XXX ซึ่งมีความต้านทานต่อการผุกร่อนดีมากประกบอยู่ 2 ข้างด้านนอก แล้วรีดให้แนบติดกับเนื้อของโลหะนี้ โลหะพวกนี้มีชื่อเรียกพิเศษว่า ผลิตภัณฑ์แอลแคด (ALCLAD PRODUCTS) ดังนั้นที่ผิวนอก (CASE) จะเป็นโลหะที่มีความทนทานต่อการผุกร่อน ส่วนแกนกลาง (CORE) จะเป็นโลหะที่มีความทนทานต่อการผุกร่อน ส่วนแกนกลาง (CORE) จะเป็นโลหะที่มีกำลังวัสดุสูงทำหน้าที่รับแรงกระทำ



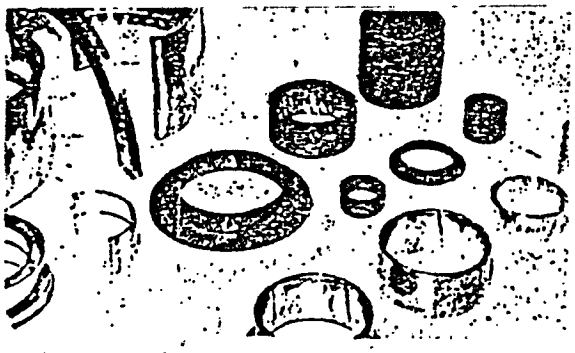
ภาพที่ 40 คอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศรถยนต์ทำจากอลูมิเนียม 3003 ร่วมกับอลูมิเนียม 7072

โลหะผสมอื่น ๆ ของอลูมิเนียม

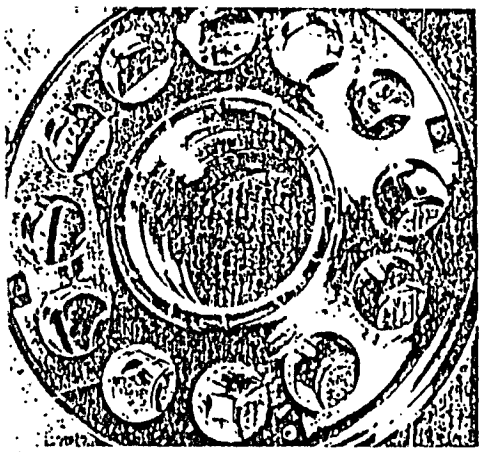
ธาตุที่ผสมเข้าไปในอลูมิเนียมในกลุ่มนี้ เป็นธาตุที่นอกเหนือจากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ถ้าเป็นชิ้นงานขึ้นรูปจะจัดอยู่ในกลุ่ม 8XXX แต่โลหะผสมในกลุ่มนี้นิยมทำชิ้นงานหล่อมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ จึงอยู่ในกลุ่ม 7XX มากกว่าจะจัดเป็นพวก 8XXX

ธาตุผสมที่สำคัญได้แก่ ทะกั่ว บิสมัท และดีบุก ทะกั่วและบิสมัทในอลูมิเนียมช่วยทำให้สมบัติการกลึงไสของโลหะดีขึ้น เช่น โลหะ 5.5% CU , 0.5PB , 0.5 BI มีคุณสมบัติด้านการกลึงไสดีมาก

ดีบุกในอลูมิเนียมช่วยลดความเสียดทานที่ผิวของโลหะ จึงเหมาะสำหรับใช้หล่อทำแบริ่งและบูชที่ต้องรับน้ำหนักมาก ๆ และทนทานต่อการล้า แบริ่ง และบูชที่ทำด้วยอลูมิเนียมนี้ทนทานต่อการกัดกร่อนจากน้ำมันหล่อลื่นที่เสื่อมคุณภาพต่าง ๆ ได้ดีมาก แต่ดีบุกมิได้เพิ่มกำลังวัสดุให้กับโลหะ ดังนั้น จึงมักผสมทองแดง แมกนีเซียม ซิลิคอนและหรือนิกเกิลอยู่ด้วย เพื่อช่วยเพิ่มกำลังวัสดุของโลหะให้สูงขึ้น เช่น โลหะ 750 (6.3ZN, 1CU , 1 NI) และ B750 (6.3SN , 2CU , 1.2NI , 0.8 MG) เหมาะสำหรับหล่อทำข้อเสือ (CONNECT RODS) และแบริ่งของเพลาข้อเสือ และโลหะ A750 (6.3 SN , 2.5SI , 1 CU , 0.5NI) เหมาะสำหรับหล่อทำแบริ่งสำหรับโรงรีดขนาดใหญ่



ภาพที่ 41. ชุดของแบริ่งอลูมิเนียมที่ใช้ในแต่ละลูกสูบของเครื่องยนต์ดีเซล



ภาพที่ 42 แบริ่งของเครื่องดีเซล 12 สูบ

รายการ	ชื่อสามัญ	ส่วนผสมระบุ (%)						ภาวะ	สมบัติทางกล			BHN (500 กก.)	ตัวอย่างการใช้งาน
									เทนไซล์สเตรังกก./มม.²	0.2 ออฟเซตยีลด์กก./มม.²	ความยืด % เกณฑ์ 50มม.		
1	EC Alloy	99.45+Al						0	8.5	3			ทำเส้นลวดตัวนำไฟฟ้า
								H14	11	10			
2	1060	99.60+Al						0	7	3	43	19	ใช้กับงานที่ต้องการความง่ายในการขึ้นรูป
								H14	10	9	12	26	และความทนทานต่อการผุกร่อนดี โดยไม่
													ต้องการกำลังวัสดุมาก ทำอุปกรณ์ใน
													อุตสาหกรรมและชิ้นส่วนในเรือเดินสมุทร
3	1100	99.0+Al						0	9	3.5	45	23	ภาชนะในครัว หม้อ กระทะ ภาชนะเก็บ
								H14	13	12	20	105	อาหารแผ่นอะลูมิเนียมห่ออาหาร
	ชิ้นงานหล่อ	Si	Cu	Mg	Mn	Zn	อื่น ๆ						
4	2014	0.8	4.4	0.4	0.8			0	19	10	18	45	ชิ้นส่วนงานหนัก บอลล์สำหรับพัน บุ้งกี๋
								T4	43	29	20	105	รถดัก ข้อต่อท่อ คิ้วรถยนต์
								T6	49	42	13	135	
5	2017	0.8	4.0	0.5	0.5		0.1Cr	0	18	7	22	45	คล้ายรายการ 4
								T4	43	28	22	103	
6	2024	0.5	4.5	1.5	0.6	—	0.1Cr	0	19	8	22	47	โครงเครื่องบิน หมุดย้ำ กระทะล้อรถยนต์
								T4	48	33	19	120	ชิ้นส่วนสกรู และชิ้นส่วนทางโครงสร้าง
													อื่น ๆ
7	2218	0.2	4.0	1.5	—	—	2Ni	T61	41	31	13	—	ชิ้นงานเหมาะที่จะใช้ในที่มีอุณหภูมิสูงกว่า
													อุณหภูมิห้อง ทำกระบอกสูบและลูกสูบ-
													รถยนต์

รายการ	ชื่อสามัญ	ส่วนผสมระบุ (%)						ภาวะ	สมบัติทางกล			BHN (500 กก.)	ตัวอย่างการใช้งาน
	ชิ้นงานขึ้นรูป	Si	Cu	Mg.	Mn	Zn	อื่น ๆ		เทนไซล์สเตรังกก./มม.²	0.2% ออฟเซตยีลด์กก./มม.²	ความยืด % เกณฑ์ 50มม.		
8	3003	—	—	—	1.2	—	—	0	11	4	40	28	ใช้แทนโลหะ 2218 ในกรณีที่ต้องการกำลังวัสดุสูงขึ้น ทนทานต่อการผุกร่อนได้ดีขึ้น และเชื่อมต่อกันได้ง่ายขึ้น ทำถังเก็บน้ำมัน ความดันและแป๊บน้ำ
9	4032	12.5	0.9	1.0	—	—	0.9Ni	T6	38	32	9	120	ชิ้นงานที่ง่ายต่อการตีขึ้นรูป (forging) และมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวเทียบกับอุณหภูมิต่ำ ใช้ทำลูกสูบ
10	5005	0.4	—	0.8	—	—	—	0	13	4	30	28	คล้ายกับโลหะ 3003 มากแต่ให้สภาพผิวเมื่อทำ anodizing ได้สวยงามกว่า
								H34	16	14	8	41	
11	5050	0.4	—	1.2	—	—	—	0	15	6	24	36	มือจับที่เปิดตู้เย็น ท่อแก๊ส ท่อน้ำมันในรถยนต์
								H34	20	17	8	53	
12	5052	—	—	2.5	—	—	0.25 Cr	0	20	9	30	47	ตัวเก็บน้ำมันท่อลำเลียงน้ำมันในเครื่องบิน ชิ้นส่วนในเรือเดินสมุทร
								H34	27	22	14	68	
13	5056	—	—	5.2	0.1	—	0.1Cr	0	29	15	35	65	ลวดอะลูมิเนียม หมุดย้ำที่ใช้กับโลหะแมกนีเซียมผสม ปลอกโลหะหุ้มรอยเชื่อมสายไฟ มุ้งลวด
								H18	44	41	10	105	
14	5083	—	—	4.5	0.7	—	—	0	29	15	22	—	ชิ้นส่วนโครงสร้าง ที่ต้องการสมบัติการเชื่อมตัวง่ายและกำลังวัสดุปานกลาง
15	6061	0.6	0.25	1.0	0.25	—	—	0	13	6	30	30	aircraft landing mats เรือพาย เฟอร์นิเจอร์ ท่อ แป๊บ
								T6	31	28	17	95	

ตารางที่ 8 (ต่อ) สมบัติทางกลและการใช้งานของอลูมิเนียมผสม

16	6063	0.4	0.1	0.7	0.1	0.1	0.1Cr	0	9	5	—	25	เครื่องตกแต่งทางสถาปัตยกรรม ท่อชล-ประทาน
								T6	24	22	12	73	
17	6151	1.0	—	0.6	—	—	0.25 Cr	T6	34	30	17	—	ห้องเพลาข้อเหวี่ยง (crankcases) ชิ้นส่วนในฟิวส์ ชิ้นส่วนในเครื่องยนต์
18	7075	0.5	1.5	2.5	—	5.5	0.3Cr	0	23	10	16	60	ชิ้นส่วนทางทางโครงสร้างที่ต้องการกำลังวัสดุสูง เช่น โครงเครื่องบิน และชิ้นส่วนโครงสร้างอื่น ๆ
								T6	58	51	11	150	
19	7178	0.5	2.0	2.7	—	6.8	0.3Cr	0	23	11	16	—	เหมือนโลหะ 7075 แต่ชิ้นงานให้กำลังวัสดุสูงกว่า
									62	55	11	—	
	ชิ้นงานหล่อ												
20	A13	12.0	—	—	—	—	—	DC	21	15	2	—	หล่อชิ้นงานที่ยาวและรูปร่างซับซ้อนหล่อลูกสูบรถ
21	43	5.0	—	—	—	—	—	SC	13	6	8	40	ภาชนะในครัว ข้อต่อท่อในเรือเดินสมุทร งานหล่อชิ้นส่วนขาว ๆ ทั่วไปที่ไม่ต้องการกำลังวัสดุสูงเหมือนโลหะ 13
								PM	16	6	10	45	
								DC	21	11	9	—	
22	108	3.0	4.0	—	—	—		SC	15	10	2.5	55	ท่อแก๊ส (manifolds) วาล์ว และชิ้นงานรูปพรรณที่มีความแน่นอัด (pressure tightness)
												—	
23	A108	5.5	4.5					PM	20	11	2	70	คล้ายกับโลหะ 108 แต่มีกำลังวัสดุสูงกว่า
24	A132	12.0	0.8	1.2	—	2.5		-T65	33	30	0.5	125	ลูกสูบรถยนต์มู่เล่ย์และชิ้นงานรูปพรรณที่ต้องการกำลังวัสดุที่อุณหภูมิสูง และสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำ
25	D132	9.0	3.5	0.8	—	0.8		-T5	25	20	1	105	เหมือนกับโลหะ A132 แต่กำลังวัสดุต่ำกว่า

ตารางที่ 8 (ต่อ) สมบัติทางกลและการใช้งานของโลหะผสมอลูมิเนียม

รายการ	ชื่อสามัญ	ส่วนผสมระบุ (%)						ภาวะ	สมบัติทางกล			BHN (500 กก.)	ตัวอย่างการใช้งาน
	ชิ้นงานขึ้นรูป	Si	Cu	Mg	Mn	Zn	อื่น ๆ		เทนไซล์สเตร้ง กก./มม.^{2}	0.2% ออฟเซต ยีลด์กก./มม.^{2}	ความยืด % เกณฑ์ 50มม.		
26	142	–	4.0	1.5	–	2.0		SC-T571	22	21	0.5	–	ลูกสูบในจักรยานยนต์ ในรถยนต์ดีเซล
								PM-T57	28	24	1	–	ในเครื่องบินหัวสูบที่เป็นครีบในรถจักรยานยนต์ ฝาครอบเครื่องเยนเนอเรเตอร์ในเครื่องบิน
27	195	0.8	4.5	–	–	–		SC-T4	22	11	8.5	60	ฝาครอบล้อ ฝาครอบเพลาท้ายรถยนต์
								T6	25	17	5	75	กระทะล้อรถยนต์รถโดยสาร กระทะล้อเครื่องบิน ข้อต่อห้องเพลา
28	B195	2.5	4.5	–	–	–		PM-T4	26	13	9	75	ข้อต่อในเครื่องบิน ชิ้นส่วนในเครื่องควบคุมปีนติดเครื่องบิน กระทะล้อเครื่องบิน โครงเก้าอี้นั่ง เพลาข้อเสือในเครื่องคอมเพรสเซอร์ เครื่องปั๊มน้ำมัน
								-T6	28	18	5	90	
29	214	–	–	3.8	–	–		SC	17	8	9	50	ภาชนะและเครื่องใช้ไม้สอยในครัว ข้อต่อสำหรับงานเคมี
30	220	–	–	10				SC-T4	32	17	14	75	กำลังวัสดุสูง และความเหนียวสูงกว่าอะลูมิเนียมรูปพรรณอื่น ๆ ทำข้อต่อต่าง ๆ ในเครื่องบิน โครงเก้าอี้ในรถไฟชิ้นงานขึ้นรูปพรรณอื่น ๆ ที่มีกำลังวัสดุสูง และทนทานต่อแรงกระทำกะทันหัน (shock load)
31	319	6.3	3.5	–	–	–		SC-F	19	13	2	70	หัวลูกสูบรถยนต์ ห้องเพลา โครงเครื่องพิมพ์ดีด ชิ้นส่วนในเปียโน
								-T6	25	17	2	80	

ตารางที่ 8 (ต่อ) สมบัติทางกลและตัวอย่างการใช้งานของโลหะอลูมิเนียมผสม

32	355	5.0	1.3	0.5	—	—	SC-T6	25	17	3	80	ฝาครอบซูเปอร์ชาร์จเจอร์ (super charger) ในเครื่องบิน หัวลูกสูบแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ปลอกลูกสูบ (jacket) ฝาครอบโมเลเวอร์
							PM-T6	30	19	4	90	
33	356	7.0	—	0.3	—	—	SC-T6	25	17	3	80	ชิ้นส่วนของปั๊มในเครื่องบินฝาครอบเพลา ส่งกำลังในรถยนต์ข้อต่อในเครื่องบิน ลูกสูบ ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ
							PM-T6	30	20	4	90	
34	360	9.5	—	0.5	—	—	DC	33	17	3	—	หล่อชิ้นงานรูปทรงที่มีรูปร่างซับซ้อน และชิ้นส่วนบาง ๆ
35	380	8.5	3.5	—	—	—	DC	34	17	3	—	เหมือนกับโลหะ A108 แต่มีกำลังวัสดุสูงกว่า และหล่อได้ง่ายกว่า
						Sn						
36	750		1.0	—	—	1.0	PM-T5	16	8	10	45	ทำแบริ่งที่คุณภาพสูง

DC = die casting ; SC = sound casting ; PM = permanent mold casting.

2.8.2 <u>กรรมวิธีการผลิตอลูมิเนียม</u>

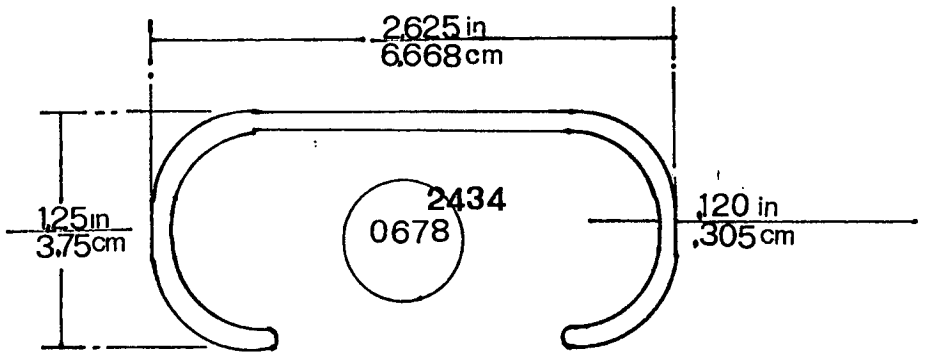
<u>กรรมวิธีการรีดอลูมิเนียม</u>

อลูมิเนียมที่เป็นวัตถุดิบที่นำมาใช้รีดเป็นอลูมิเนียมเส้นนั้น มีลักษณะเป็นเส้นตันรูปทรงกระบอก มีขนาดมาตรฐานอยู่ 2 แบบคือ

1. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 7/8 นิ้ว ยาว 25 นิ้ว
2. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว ยาว 26 นิ้ว

ก่อนจะรีดต้องมีการคำนวณจำนวนวัตถุดิบที่จะใช้เสียก่อน เพื่อจะได้ไม่เหลือเศษมากจะได้ทราบจำนวนวัตถุดิบที่ใช้เพื่อเป็นประโยชน์ในการคิดราคากับลูกค้า การคำนวณจำนวนวัตถุดิบที่จะใช้มี 2 วิธี ตามขนาดของวัตถุดิบที่มีอยู่ คือ

1. สำหรับวัตถุดิบขนาดแรก สูตรที่ใช้คำนวณคือ $\frac{3.16 \times 23}{\text{ค่าน้ำหนักที่ใช้/ฟุต}}$



ภาพที่ 43 แสดงความหนาของอลูมิเนียม

ค่าน้ำหนักที่ใช้/ฟุต สำหรับอลูมิเนียม ที่มีภาคตัดแบบนี้คือ 0.687 สูตรที่ใช้คำนวณสำหรับกรณีนี้คือ

ความยาวที่รีดออกมาได้ $= \frac{3.16 \times 23}{0.687} = 105.8$ ฟุต

สำหรับวัตถุดิบแบบหลัง สูตรที่ใช้คำนวณคือ $\frac{4.9 \times 24}{\text{ค่าน้ำหนักที่ใช้/ฟุต}}$

ความยาวที่รีดออกมาได้ $= \frac{4.9 \times 24}{0.687} = 171.179$

เทคนิคการรีดทั่ว ๆ ไป

1. เอาอลูมิเนียมที่ได้ผ่านการคำนวณมาตัดให้ได้ขนาดพอดีรีด
2. เอาเข้าเตาเผา HEATER FURNACE เพื่อทำให้มีความอ่อนตัว
3. อบแม่แบบ DIE ที่ต้องการรีด ไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมง แล้วนำมาตั้งไว้บนเครื่อง
4. อลูมิเนียมที่ถูกทำให้อ่อนตัวแล้ว จะถูกนำมาใส่ไว้ใน CONTAINER ที่อยู่บนเครื่อง
5. ใช้แรงดัน 1,800 ตัน ดันอลูมิเนียมผ่าน DIE
6. อลูมิเนียมที่รีดออกมา จะผ่านไปที่รางเรื่อนยาวประมาณ 150 ฟุต ผ่านเข้าเครื่องยืดเพื่อยืดอลูมิเนียมให้เข้ารูป
7. แล้วนำไปเข้าเครื่องตัด ตัดให้ได้ความยาว 6 เมตร
8. แล้วจึงนำเข้าเตาอบเพื่ออบให้แข็ง
9. ผ่านเข้าแผนกเก็บสินค้า STORAGE เพื่อจัดการมัด บรรจุหีบห่อ ส่งต่อไปยังลูกค้า

การชุบผิวอลูมิเนียม

เนื่องจากอลูมิเนียมเป็นวัสดุที่เป็นรอยขูดขีด ได้ง่ายจึงจำเป็นจะต้องมีการผ่านขบวนการอีกขั้นตอนหนึ่งที่เรียกว่าการชุบผิวอลูมิเนียม เพื่อเป็นการเพิ่มความสวยงาม และให้มีความคงทนต่อการ ขีดข่วน

การชุบผิวอลูมิเนียม แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. การชุบขาว (CLEAR ANODIZED) สำหรับอัลลอยด์ 6051
2. การชุบสี (สีที่ชุบมากได้แก่ สีชา สีดำ สีเทา สีทอง)

สีชา สำหรับ อัลลอยด์ 6863

สีดำ สำหรับ อัลลอยด์ 6063 (แพงที่สุด)

สีเทา สำหรับ อัลลอยด์ เคอี 50

กรรมวิธีการชุบขาว

กรรมวิธีการชุบขาวมีขั้นตอนดังนี้คือ

1. DEGRESING การล้างสิ่งสกปรก ฝุ่น น้ำมัน สารละลายในบ่อนี้คือ โซเดียมไฮโดรฟอตเฟต ($NA\ HPO_4$) เข้มข้น 1.67% และ โซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้น 1.5% ใช้เวลา 1 นาที
2. RINSE การล้างน้ำ ใช้เวลา 1/2 นาที

3. ETCH การขัดผิว สารละลายในบ่อนี้ คือ คอสติกโซดา (NA OH) ใช้เวลา 2 – 4 นาที

4. RINSE การล้างน้ำ ใช้เวลา 1/2 นาที

5. DEMUTTING การกำจัดออกไซด์ ที่เกิดขึ้นโดยสารละลายกรดไนตริก ใช้เวลา 1 นาที

6. RINSE การล้างน้ำ ใช้เวลา 1/2 นาที

7. ANODIZING การกัดผิวเป็นรูเล็ก ๆ 0.0002 ไมครอน โดยสารละลายกรดซัลฟุริค (H_2SO_4) เข้มข้น 15% ใช้เวลา 3 นาที

8. RINSE การล้างน้ำ ใช้เวลา 1/2 นาที

9. SEALING การปิดรู (CLOSE THE PEROUS) โดยน้ำกลั่นบริสุทธิ์อุณหภูมิ 95 – 98 องศาเซนติเกรด

กรรมวิธีการชุบสี ก็เหมือการชุบขาว แต่เปลี่ยนสารละลายในขั้นที่ 7 เป็น SULFUSAL CYCLIC ACID เข้มข้น 67% การเปลี่ยนสีจะเกิดขึ้นในบ่อนี้คือ การปรับ VOLT CONTROL THE COLOR สีก็จะเปลี่ยนไปตามเข็มที่ชี้

อลูมิเนียมที่ผ่านการชุบสีจะมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปคือ

1. มีความแข็งแรง เพิ่มขึ้น
2. ทนต่อการขีดข่วนไม่เป็นรอยได้ง่าย
3. ราคาจะแพงขึ้น
4. อลูมิเนียมที่ชุบสี สีจะไม่หลุดลอกง่าย อยู่ได้นาน
5. อลูมิเนียมที่ผ่านการชุบขาว ชุบสี จะไม่นำไฟฟ้า

"คำบรรยาย" ของนักเคมีโรงงานยอลแคนไทย และโรงงานยูเนียนมีทอล.

การยึดประกอบอลูมิเนียม

การยึดประกอบอลูมิเนียม มีลักษณะการยึดที่พอจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. การยึดแบบน็อคดาว (KNOCK DOWN) เป็นการยึดโดยอาศัยตัวล็อคประกอบ โดยใช้วิธีสแนปป์ (SNAPPED) การยึดแบบนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่นำไปใช้ ผู้ออกแบบต้องมีความรู้ ความชำนาญในการออกแบบ SECTION ของอลูมิเนียมเป็นอย่างดี ตัวอย่างการยึดแบบนี้ จะพบเห็นได้ชัดในงานประกอบวงกบหน้าต่างอลูมิเนียม ตามอาคาร ห้างร้านค้าต่าง ๆ

2. การยึดแบบตัดต่อ ลักษณะการยึดแบบนี้แบ่งออกได้เป็น 2 อย่างคือ

2.1 การใช้สกรู การยิงรีเว็ท การตอกทะมุย้ำ การยึดแบบนี้จะมีความแข็งแรงมากที่สุดถ้ามีการทำฉากรองรับสกรู หรือรีเว็ท วิธีนี้ไม่จำเป็นต้องใช้คนที่มีความชำนาญสูง ทำได้สะดวก รวดเร็ว ต้นทุนไม่สูง ตัวอย่างเช่น การทำบันได โต๊ะรีดผ้า เป็นต้น

2.2 การเชื่อม การเชื่อมเป็นการยึดอลูมิเนียมแบบที่แข็งแรงมากที่สุด แต่ต้นทุนการผลิตสูงที่สุด เพราะต้องเสียเวลาในการเชื่อม และคนที่เชื่อมต้องมีความชำนาญสูง การเชื่อมนิยมใช้ในงานฝีมือ เช่น การทำหน้ากากแอร์ ล้อแมกซ์ เป็นต้น

"คำบรรยาย" ของคุณ มีชัย ออสุวรรณา อจก.บริษัทลอกเลย์ อลูมิเนียมจำกัด.

2.9 เหล็ก

เหล็กเป็นโลหะประเภท FERROUS METAL ซึ่งนำเอามาใช้ในงานต่าง ๆ มากโดยปกติเหล็กบริสุทธิ์จะมีความเหนียวและอ่อนตัวสูง เหล็กสามารถรวมตัวกับออกซิเจนได้ดี จึงเป็นสนิมได้ง่าย ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเหล็กจึงต้องเคลือบผิว เพื่อป้องกันการผุกร่อน

ประเภทของเหล็ก

1. เหล็กหล่อ คือ เหล็กดิบโดยตรง มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เหล็กหล่อสีขาวเทา มีความแข็งสูงมาก แต่เปราะง่าย เหล็กหล่อเหนียวและเหล็กพิเศษมีความเหนียว สามารถรับแรงได้สูง เหล็กหล่อถึงแม้ว่าจะมีน้ำหนักมาก แต่ข้อดีคือราคาถูก รับแรงได้มากตรงส่วนที่มีความหนามาก

2. เหล็กกล้า เหล็กกล้าเข้ามามีบทบาทแทนเหล็กหล่อ และเป็นที่นิยมใช้ประมาณ 150 ปีมาแล้ว ภายหลังมีผู้คิดวิธีการผลิตทางอุตสาหกรรม นำมาใช้ทำอาวุธและเครื่องมือที่มีความละเอียด เหล็กกล้าแผ่นบางใช้เป็นชิ้นส่วน ของผลิตภัณฑ์ แผ่นหนาใช้เป็นของเครื่องจักร แบบหล่อเหล็ก เหล็กกล้ามีคุณสมบัติหลายอย่าง และมีประเภทต่าง ๆ กัน เช่น ไม่ควรออกแบบชิ้นส่วนที่ทำด้วยสแตนเลส สตีล โดยการขึ้นรูป เพราะทำได้ยาก จะต้องใช้เทคนิคบางอย่างทำชิ้นส่วนและมีราคาแพง ถ้านำมาใช้ให้ถูกต้องความจำเป็นและคุณค่าจะทำให้งานดีมาก เพราะเป็นเหล็กกล้าที่มีความแข็งแรง ทนทานและไร้สนิม

3. เหล็กผสม มีความแข็งแรงมากน้อยแล้วแต่ส่วนผสมในเนื้อเหล็ก เช่น เนื้อผสมคาร์บอน ทำให้แข็งแรงและเปราะง่าย ผสมกับโครเมี่ยม ช่วยป้องกันสนิมเป็นต้น

รูปแบบของเหล็ก

รูปแบบของเหล็กที่ใช้ทั่วไปจะผลิตออกมาเป็นมาตรฐาน ไม่ว่าจะเป็นเหล็กโครงสร้างที่ใช้กับงานก่อสร้าง หรือเหล็กที่ใช้กับงานช่าง เหล็กรูปต่าง ๆ แผ่นเหล็กที่เหล็กและลวดเหล็ก วัสดุเหล่านี้ทำขึ้นจากการรีด ดึง อัด ดี โดยมากทำขึ้นในสภาพแผ่นเหล็ก

1. โลหะแผ่น (SHEET METAL)

โลหะแผ่น ใช้ในงานช่างทั่วไป หมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว

โลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการทำงานแต่ละประเภท จำเป็นจะต้องศึกษาและเลือกใช้วัสดุหรือโลหะให้เหมาะสมกับคุณภาพของงาน และคุณสมบัติของโลหะด้วยจึงจะทำให้ผลของงานได้เป็นที่น่าพอใจ และมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมาก ได้แก่ เหล็ก ซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่น ๆ มีขนาดความหนาหลายขนาดต่าง ๆ และยังมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่าง ๆ เช่น เคลือบผิวด้วยทะกั่ว สังกะสี หรือดีบุก นอกจากนี้แล้ว ยังมีการเอาโลหะผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- โลหะแผ่นเปลือย (BARE METAL - UNCOATED METAL)
- โลหะแผ่นเคลือบผิว (COATED METAL)

โลหะแผ่นเปลือย (UNCOATED METAL)

โดยมากจะเป็นประเภทที่ไม่ใช่เหล็ก (FERROUS METAL) เช่น แผ่นทองแดง แผ่นอลูมิเนียม แต่ก็มีประเภทเหล็ก เช่น สแตนเลส เป็น แต่ในที่นี้จะขอกล่าวรายละเอียดเฉพาะสแตนเลสและอลูมิเนียมเท่านั้น

โลหะแผ่นเคลือบผิว (COATE METAL)

โลหะที่ทำด้วยเหล็กเป็นส่วนใหญ่ (FERROUS METAL) ซึ่งจะเป็นเหล็กแผ่นแล้วนำไปเคลือบผิวด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ แล้วแต่การใช้งาน เช่น การเคลือบดีบุก เคลือบสังกะสี เป็นต้น การเคลือบผิว ทำให้เนื้อเหล็กไม่ถูกกัดกร่อนจากสภาพแวดล้อม ซึ่งจะทำให้มีอายุการใช้งานได้นานมากขึ้น

การนำโลหะแผ่นเปลือย และโลหะแผ่นเคลือบ มาใช้งานจะแตกต่างกันมาก การนำมาขึ้นรูปด้วยการเชื่อม ตะไบ ตัด ขัดผิว จะไม่มีผลเสียเกิดขึ้นกับโลหะแผ่นเปลือย แต่สำหรับแผ่นเคลือบผิว ต้องไม่ควรให้ผิวหน้าที่เคลือบไว้ได้รับการชุดขีด เพราะจะทำให้สูญเสียคุณสมบัติในด้านการคงทนต่อการกัดกร่อน

2. เหล็กแท่งหรือเหล็กโครงสร้าง มีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันไปตามมาตรฐาน ซึ่งได้จากการรีด เหล็กแท่งอีกประเภทหนึ่งได้จากการยืดเหล็ก โดยแท่งเหล็กที่ถูกรีดมาก่อนจะถูกดึงผ่านรูของเครื่องยืดเหล็ก จะทำให้เนื้อเหล็กอัดตัวแน่น และมีผิวเรียบ เรียกว่า เหล็กยืดผิวเรียบ

3. ท่อเหล็ก ได้จากการรีด ดัดเหล็กแผ่นให้เป็นรูปท่อ และเชื่อมให้ติดกัน แล้วผ่านการรีดอีกครั้ง ให้ได้ขนาดตามต้องการ ท่อที่ไม่มีรอยต่อ สำหรับใช้งานที่มีความทนทานสูง

เช่น ท่อรถจักรยานยนต์ ซึ่งจะมีการรีด การอัดหรือยืดเหล็กที่มีการผสมพิเศษ สำหรับท่อน้ำเรา ใช้ท่อที่ทำจากการเชื่อมได้ เพราะต้องการแรงต้านทานด้วยความดันเล็กน้อย

คุณสมบัติโดยทั่วไปของเหล็กมีดังนี้

1. มีความแข็งแรงต่อการรับแรงกระแทกสูง และทนต่อการรับแรงดึงได้ดี
2. สามารถเป็นแม่เหล็กได้
3. นำไฟฟ้าและนำความร้อนได้ดี
4. ทำปฏิกิริยาได้ดีกับออกซเเจนในอากาศ ทำให้เป็นสนิมง่าย
5. สามารถทำเป็นรูปได้โดยการหล่อ รีด ดัดโค้ง ขึ้นรูป
6. สามารถตกแต่งผิวได้หลายวิธี ทั้งพ่นสี ชุบสี เคลือบด้วยโลหะ ฯลฯ
7. จุดหลอมเหลวสูง
8. ไม่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่าง ๆ
9. ราคาถูกกว่าโลหะอื่น ๆ เมื่อเทียบคุณสมบัติ

การตกแต่งผิว

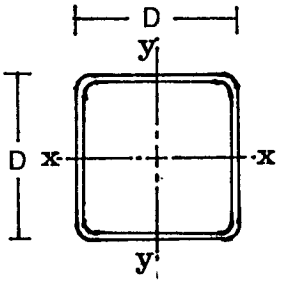
เนื่องจากเหล็กแผ่นโดยปกติแล้วจะเป็นสนิมง่าย และไม่ทนต่อการกัดกร่อนในสภาพอากาศปกติ ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดการเสียหายต่อแผ่นเหล็กประกอบกับเพื่อ ความสวยงาม กรรมวิธีที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไป ได้แก่

1. การชุบด้วยไฟฟ้า
2. การพ่นหรือทา
3. การเคลือบด้วยความร้อน ซึ่งแบ่งเป็น
   - อบเคลือบด้วยแสง
   - อบเคลือบด้วยสีผง
4. การชุบพลาสติก

กรรมวิธีตกแต่งนั้น จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาพของการใช้งาน โดยมากแล้วในงานเฟอร์นิเจอร์มักจะใช้วิธีการพ่นสีและการอบเคลือบด้วยสีผง ซึ่งวิธีหลังนี้ให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าต่อการใช้งาน ทนต่อการกระแทก ทนต่อการขีดข่วนไม่แตกกร่อน แต่ราคาใช้จ่ายค่อนข้างสูง

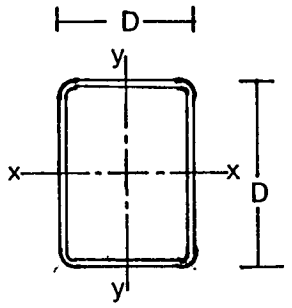
Thickness	Unit Weight	Width × Length ft²										
		Width × Length mm²										
		2.5×8	2.5×10	3×6	3×8	4×8	4×10	5×10	5×12	6×8	6×10	6×12
mm.	Kg/m²	762×2438	762×3048	914×1829	914×2438	1219×2438	1219×3048	1524×3048	1524×3658	1829×2438	1829×3048	1829×3658
0.15	1.178	2.19	2.74	1.97	2.62	3.50	4.38	5.47	6.57	5.25	6.57	7.88
0.157	1.193	2.22	2.77	1.99	2.66	3.55	4.43	5.54	6.65	5.32	6.65	7.98
0.169	1.327	2.47	3.08	2.22	2.96	3.94	4.93	6.16	7.40	5.92	7.40	8.88
0.179	1.405	2.61	3.26	2.35	3.13	4.18	5.22	6.53	7.83	6.26	7.83	9.40
0.19	1.492	2.77	3.47	2.49	3.32	4.43	5.54	6.93	8.32	6.65	8.32	9.98
0.198	1.554	2.89	3.61	2.60	3.46	4.62	5.77	7.22	8.66	6.93	8.66	10.4
0.20	1.570	2.92	3.65	2.63	3.50	4.67	5.83	7.29	8.75	7.00	8.75	10.5
0.22	1.727	3.21	4.01	2.89	3.85	5.13	6.42	8.02	9.63	7.70	9.63	11.6
0.23	1.806	3.36	4.20	3.02	4.02	5.37	6.71	8.39	10.1	8.05	10.1	12.1
0.24	1.884	3.50	4.38	3.15	4.20	5.60	7.00	8.75	10.5	8.40	10.5	12.6
0.25	1.962	3.65	4.56	3.28	4.37	5.83	7.29	9.11	10.9	8.75	10.9	13.1
0.26	2.041	3.79	4.74	3.41	4.55	6.07	7.58	9.48	11.4	9.10	11.4	13.7
0.27	2.120	3.94	4.92	3.54	4.72	6.30	7.88	9.85	11.8	9.45	11.8	14.2
0.28	2.198	4.08	5.11	3.68	4.90	6.53	8.17	10.2	12.3	9.80	12.3	14.7
0.29	2.276	4.23	5.29	3.81	5.07	6.76	8.46	10.6	12.7	10.1	12.7	15.2
0.30	2.355	4.38	5.47	3.94	5.25	7.00	8.75	10.9	13.1	10.5	13.1	15.6
0.32	2.512	4.67	5.84	4.20	5.60	7.47	9.33	11.7	14.0	11.2	14.0	16.8
0.35	2.748	5.11	6.38	4.59	6.12	8.17	10.2	12.8	15.3	12.3	15.3	18.4
0.40	3.140	5.83	7.29	5.25	7.00	9.30	11.7	14.6	17.5	14.0	17.5	21.0
0.45	3.532	6.56	8.20	5.91	7.87	10.5	13.1	16.4	19.7	15.7	19.7	23.6
0.50	3.925	7.29	9.12	6.56	8.74	11.7	14.6	18.2	21.9	17.5	21.9	26.3
0.55	4.318	8.02	10.0	7.22	9.62	12.8	16.0	20.1	24.1	19.3	24.1	28.9
0.60	4.710	8.75	10.9	7.88	10.5	14.0	17.5	21.9	26.3	21.0	26.3	31.5
0.65	5.102	9.48	11.9	8.53	11.4	15.2	19.0	23.7	28.4	22.8	28.4	34.1
0.70	5.495	10.2	12.8	9.19	12.2	16.3	20.4	25.5	30.6	24.5	30.6	36.8
0.75	5.888	10.9	13.7	9.84	13.1	17.5	21.9	27.3	32.8	26.3	32.8	39.4
0.80	6.280	11.7	14.6	10.5	14.0	18.7	23.3	29.2	35.0	28.0	35.0	42.0
0.85	6.672	12.4	15.5	11.2	14.9	19.9	24.8	31.0	37.2	29.8	37.2	44.6
0.90	7.065	13.1	16.4	11.8	15.7	21.0	26.3	32.8	39.4	31.5	39.4	47.3
0.95	7.458	13.9	17.3	12.5	16.6	22.2	27.7	34.6	41.6	33.3	41.6	49.9
1.0	7.850	14.6	18.2	13.1	17.5	23.3	29.2	36.5	43.8	35.0	43.8	52.5
1.2	9.420	17.5	21.9	15.8	21.0	28.0	35.0	43.8	52.5	42.0	52.5	63.0
1.4	10.99	20.4	25.5	18.4	24.5	32.7	40.8	51.0	61.3	49.0	61.3	73.5
1.6	12.56	23.3	29.2	21.0	28.0	37.3	46.7	58.3	70.0	56.0	70.0	84.0
1.8	14.13	26.3	32.8	23.6	31.5	42.0	52.5	65.6	78.8	63.0	78.8	94.5
2.0	15.70	29.2	36.5	26.3	35.0	46.7	58.3	72.8	87.5	70.0	87.5	105
2.3	18.06	33.6	42.0	30.2	40.2	53.7	67.1	83.9	101	80.5	101	121
2.5	19.62	36.5	45.6	32.8	43.7	58.3	73.8	91.1	109	87.5	109	131
2.6	20.41	37.9	47.4	34.1	45.5	60.9	75.8	94.8	114	91.0	114	137
2.8	21.98	40.8	51.1	36.8	49.0	65.3	81.7	102	123	98.0	123	147
2.9	22.76	42.3	52.9	38.1	50.7	67.6	84.6	106	127	101	127	152
3.0	23.55	43.8	54.7	39.4	52.5	70.0	87.5	109	131	105	131	158
3.2	25.12	46.7	58.4	42.0	56.0	74.7	93.3	117	140	112	140	168

ตารางที่ 9 แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กแผ่น



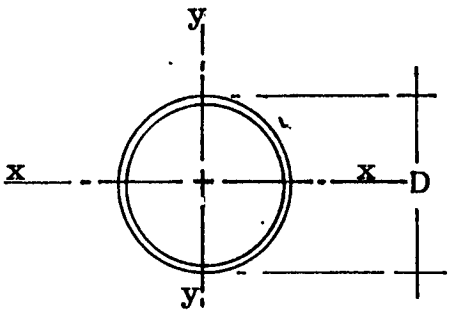
ขนาด (D x D) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ภาคตัดขวาง (A) ตร.ซม.
25 x 25	1.6	1.12	1.432
38 x 38	1.6	1.78	2.264
50 x 50	1.6	2.38	3.032
	2.3	3.34	4.252
60 x 60	1.6	2.88	3.672
	2.3	4.06	5.172
75 x 75	2.3	5.14	6.552
	3.2	7.01	8.927
90 x 90	2.3	6.23	7.932
	3.2	8.51	10.847
100 x 100	2.3	6.95	8.852
	3.2	9.52	12.127
125 x 125	3.2	12.03	15.327
	4.0	14.87	18.948
150 x 150	5.0	22.26	28.356
	6.0	26.40	33.633
175 x 175	6.0	26.18	33.356
	6.0	31.11	39.633
200 x 200	6.0	35.82	45.633
	8.0	46.94	59.793
250 x 250	6.0	45.24	57.633
	8.0	59.50	75.793
300 x 300	6.0	54.66	69.633
	8.0	72.06	91.793

ตารางที่ 10 แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส



ขนาด (D x B) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ภาพตัดขวาง (A) ตร.ซม.
50 x 25	1.6	1.75	2.232
	2.3	2.44	3.102
60 x 30	1.6	2.13	2.712
	2.3	2.98	3.792
75 x 45	2.3	4.06	5.172
	3.2	5.50	7.007
90 x 45	2.3	4.60	5.862
	3.2	6.25	7.967
100 x 50	2.3	5.14	6.552
	3.2	7.01	8.927
125 x 40	2.3	5.69	7.242
	3.2	7.76	9.887
125 x 75	3.2	9.52	12.127
	4.0	11.73	14.948
150 x 80	4.5	15.20	19.369
	6.0	19.81	25.233
150 x 100	4.5	16.62	21.169
	6.0	21.69	27.633
200 x 100	4.5	20.15	25.669
	6.0	26.40	33.633

ตารางที่ 11 แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า



ขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (D) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W)กก./ม.	พื้นที่ภาคตัดขวาง (A)ตร.ซม.
15	21.3	2.0	0.95	1.21
20	26.9	2.3	1.40	1.78
25	33.7	2.6	1.99	2.94
32	42.4	2.6	2.55	3.25
40	48.3	2.9	3.25	4.14
50	60.3	2.9	4.11	5.23
65	76.1	3.2	5.75	7.33
80	88.9	3.2	8.76	8.62
100	114.3	3.6	9.83	12.52
		4.5	12.19	15.52
125	139.7	4.0	13.39	17.05
		5.0	17.30	21.19
150	165.1	4.5	17.82	22.70
		6.0	25.05	30.00
175	193.7	5.0	23.27	29.64
		6.0	27.77	35.38
200	219.1	5.0	26.40	33.63
		6.1	31.53	40.17
225	244.5	6.0	35.29	44.96
		8.0	40.66	59.44

ตารางที่ 12 แสดงขนาด ขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลวงกลม

2.10 พลาสติกและกรรมวิธีการผลิตอุตสาหกรรม

2.10.1 พลาสติก

พลาสติกเป็นสารทั้งสังเคราะห์ และอนินทรีย์ การขึ้นรูปอาจทำได้หลายวิธี เช่น การหล่อ (MOLDING) ขึ้นรูปโดยกำลังอัด หรือการหล่อแบบอาศัยแรงดึงดูด (CASTING) หรือการขึ้นรูปโดยกำลังอัด (EXTRUDING) ซึ่งกระบวนการทั้งหมดอาศัยความร้อนเป็นตัวช่วยทุกวิธี พลาสติกบางชนิดอาจทำให้เป็นชิ้นได้บางมาก เป็นฟองน้ำ หรือเป็นสารเคลือบผิว COATINGLAMINATES หรือทำเป็นเส้นใยเพื่อทำการทอวัตถุดิบจากธรรมชาติที่เป็นรากฐานของพลาสติกนั้น ส่วนใหญ่ได้มาจากน้ำมันและพืชบางชนิด การเจริญเติบโตและความก้าวหน้าของพลาสติกนั้นเป็นผลมาจาก การค้นคว้าและวิเคราะห์กระบวนการเคมีเป็นส่วนใหญ่

การขึ้นรูปพลาสติกทำได้เกือบจะทุกรูป ไม่ว่าจะยากหรือง่าย แต่ก็ราคานั้นถูกอย่างไม่น่าเชื่อ และวิธีการขึ้นรูปอาจทำได้จากแบบทุกชนิด ไม่ว่าไม้ แก้ว หรือโลหะงานซึ่งขึ้นรูปแล้วจะมีผิวที่เรียบ นุ่มนวล น้ำหนักเบา มีผลต่อการทำลายผิวพื้นน้อย แต่ทั้งหมดก็ขึ้นอยู่กับความเรียบร้อยของผิวแบบหล่อด้วย การเป็นสื่อไฟฟ้าก็น้อย แต่ปฏิกิริยาทางเคมีพลาสติกบางตัวจะไม่มีผลเลย รวมถึงความสามารถที่จะทำให้ใสหรือมัว และทำสีก็อยู่ในขอบเขตที่ไม่จำกัดเลย ความประหยัดของแบบหล่อโลหะนั้นก็ทำงานได้กว่าจำนวน นับพันครั้ง แต่ในขณะเดียวกันพลาสติกบางตัวก็ให้ผลด้านความแข็งแรงและมั่นคงน้อย (LOW STRENGHT AND PIGDITY) ความทนทานความร้อนต่ำ หรือแม้บางครั้งก็รักษาขนาดของตัวมันเองได้เลวมากด้วย แต่บางครั้งและบางชนิดการผลิตในอุณหภูมิห้องกลับให้ความแข็งแรงและมั่นคงมากกว่า ซึ่งบางครั้งมากเป็น 5 – 10 เท่าของโลหะ ราคาต้นทุนของพลาสติกอาจสูง แต่ราคาการผลิตกลับต่ำในขณะที่วัสดุอื่นราคาผันผวนในการผลิตสูงขึ้น

ชนิดของพลาสติก

พลาสติกอาจแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้เป็น

1. พลาสติกเปลี่ยนรูป (THERMOPASTICS)
2. พลาสติกคงรูป (THERMOSETING OR THERMESETS PASTING)

พลาสติกเปลี่ยนรูป เมื่อนำพลาสติกกลุ่มนี้ไปขึ้นรูปหรือหล่อ คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพไม่เปลี่ยนแปลงและจะแข็งตัวในอุณหภูมิห้อง การให้ความร้อนเพื่อกระบวนการหล่อเล็กน้อยจะเหลว และนำมาทำการผลิตได้ใหม่อีกหลายครั้ง

พลาสติกคงรูป ในทางตรงกันข้าม เมื่อนำพลาสติกกลุ่มนี้ไปเป็นกระบวนการผลิตโครงสร้างทางเคมีจะเปลี่ยนไปโดยความร้อน และเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ คงรูปตลอดไป นำมาผลิตใหม่อีกไม่ได้ แม้ว่าจะโดยวิธีการใด ๆ ก็ตาม พลาสติกกลุ่มนี้ไม่สามารถทำการผลิตโดยวิธีอัดขึ้นรูป

คุณสมบัติทางเคมีและขอบเขตการใช้งานของพลาสติกมีมากและกว้างขวางตามชนิดและกลุ่มความเหมาะสมในการที่จะเลือกใช้งานนั้น ๆ โดยสรุปเป็นตารางและชื่อสินค้าจากตลาด (TRADE NAME) ชื่อเฉพาะและชนิด ความเหมาะสมในการใช้งาน

คุณสมบัติทางด้านวิศวะ การที่จะเพิ่มคุณสมบัติพลาสติกให้เหมาะสมกับการใช้งานนั้น อาจทำได้โดยการนำไปใช้ร่วมกัน หรือผสมกับสารหรือวัสดุบางอย่างได้เพื่อเพิ่มความแข็งแรง เช่น ไม้ ไมก้า ไฟเบอร์กลาส อเบสตอส หรือเส้นใยอื่นได้อีกหลายชนิดอาจโดยเป็นเปอร์เซนต์หรือโดยเทคนิคก็ได้ อาจโดยการหล่อแบบอัด หรือกดก็ได้ ส่วนใหญ่พลาสติกพวกนี้จะเป็นพวกของเหลวผสม (RESIN) ซึ่งเหมาะจะนำไปใช้ร่วมกับวัสดุอื่น

2.10.2 กรรมวิธีการผลิตพลาสติก

การขึ้นรูปพลาสติก

แบบอัด (COMPRSSION MOLDING)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้เป็นแบบที่ง่ายและธรรมดาที่สุด ผลิตได้ไม่รวดเร็วนัก พลาสติกที่ใช้ส่วนมากเป็นเทอร์โมเซตติ้งชนิดผง ไม่นิยมใช้ชนิดเม็ดเพราะหลอมละลายช้ากว่า

ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

1. นำผงพลาสติกไปเข้าเครื่องอบแห้ง (PREHEATING) ในปริมาณที่ต้องการเพื่ออบให้ผงพลาสติกแห้ง และเป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้ใกล้เคียงจุดหลอดละลาย เพื่อช่วยลดเวลาในเครื่องอัด

2. เทผงพลาสติกที่อบแล้วเข้าแม่แบบในเครื่องอัด ซึ่งมีอุณหภูมิ 300-400° งาเรนท์ไฮท์ หรือแล้วแต่ชนิดของพลาสติก

3. กดแม่แบบตัวผู้ซึ่งอยู่ตอนบนลงช้า ๆ แต่ไม่สุด ความร้อนและแรงอัดจะทำให้เม็ดพลาสติกหลอมละลายและไหลไปตามแม่แบบ

4. กดแม่แบบลงสุด ทิ้งไว้สักครู่ประมาณ 1 – 2 นาที แล้วแต่ขนาดของชิ้นงานและชนิดของพลาสติก

5. เปิดแม่แบบ แล้วนำเอาชิ้นงานไปขัดตกแต่งขอบให้เรียบต่อไป

1. แบบอัดส่ง (TRANSFER MODLING)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ดัดแปลงมาจากแบบอัดแต่ยุ่งยากกว่า ใช้หล่อชิ้นงานที่มีชิ้นส่วนโลหะแทรกอยู่ เช่น หัวครอบจานจ่ายในรถยนต์ หากใช้กรรมวิธีแบบอัด ชิ้นโลหะที่สอดแทรกอยู่กับแม่แบบจะถูกอัดโดยตรงจากผงพลาสติกที่กำลังจะหลอมละลาย อาจทำให้ชิ้นโลหะบิดงอได้ แต่กรรมวิธีแบบอัดส่งนี้ผงพลาสติกจะถูกหลอมละลายในห้องหลอมละลาย (TRANSFER CHAMBER) ก่อนแล้วจึงถูกอัดผ่านรู (SPRUE) เข้าไปในแม่แบบตอนล่าง ชิ้นส่วนโลหะที่สอดแทรกอยู่จะไม่ถูกรบกวนจากพลาสติกเหลวมากนัก พลาสติกที่ใช้เป็นพวกเทอร์โมเซตติ้งชนิดผง

ขั้นการผลิต

1. เทผงพลาสติกในห้องหลอมละลายในปริมาณที่ต้องการ ส่วนทำความร้อนรอบ ๆ ห้องจะทำให้ผงพลาสติกละลาย

2. กดแม่แบบตัวบนลง พลาสติกเหลวจะไหลผ่านรูเข้าไปในแม่แบบตอนล่าง

3. ปล่อยทิ้งไว้ในแม่แบบตอนล่างเพื่ออบให้สุกประมาณ 1 – 2 นาที

4. เปิดแม่แบบ ถอดชิ้นงานออกไปขัดตกแต่ง

5. กระเทาะเศษพลาสติกอยู่ที่รูปละตอนล่างของห้องหลอมละลายออกก่อนจะเทพลาสติกใหม่ลงไป

2. แบบรีด (EXTRUSION)

กรรมวิธีการผลิต

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

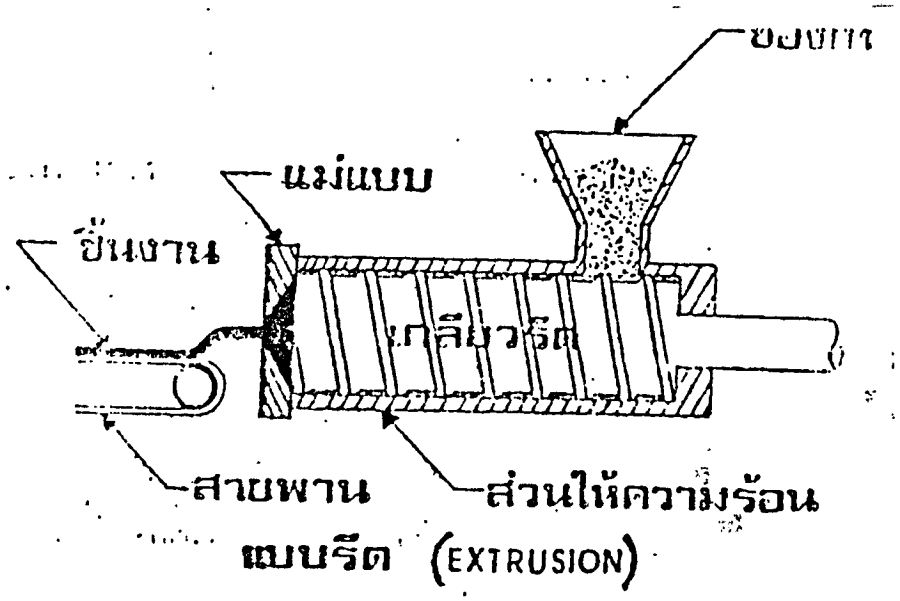
ขั้นการผลิต มีดังนี้

1. เทเทอร์โมพลาสติกชนิดผงหรือเม็ดลงในช่องเท

2. เกลียวรีดหมุนอัดเม็ดพลาสติกผ่านส่วนให้ความร้อนซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 300–500 ฟ; เม็ดพลาสติกจะหลอมละลาย

3. พลาสติกเหลวจะถูกอัดผ่านแม่แบบ (DIE) ด้วยแรงอัดประมาณ 500 ถึง 6,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว

4. ชิ้นงานที่รีดออกมาจะถูกทำให้เย็นโดยผ่านลงไปในน้ำ แล้วเคลื่อนต่อไปโดยระบบสายพาน หรือล้อหมุน



ภาพที่ 44 กรรมวิธีการผลิตแบบรีด

ชนิดของพลาสติก ใช้พวกเทอร์โมพลาสติก เช่น อาคริลิค เซลลูโลซิค ฟลูออโรคาร์บอน ไนล่อน สไตรีย โปลีเอททิลีน และไวนีล

ชนิดของผลิตภัณฑ์ สายไฟฟ้า ท่อพลาสติก สายเบ็ดตกปลาไนล่อน ถุงพลาสติก พลาสติกแผ่น ฯลฯ

3. แบบเป่า (BLOW MOLDGING)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้ผิดไปจากแบบอื่นในประเภทเดียวกัน คือไม่หล่อชิ้นงานจากพลาสติกหลอมละลายในแม่แบบปิด แต่ได้ดัดแปลงจากแบบรีด โดยรีดพลาสติกหลอดละลายให้ย้อยลงมาเป็นท่อ (PARISON) เข้าในแม่แบบตอนล่าง แม่แบบจะปิดพร้อมทั้งบีบปลายท่อให้ติดกัน ปลายท่ออีกด้านหนึ่งที่เปิดอยู่จะถูกอัดอากาศเข้าไปท่อพลาสติกซึ่งยังอ่อนตัวอยู่จะถูกอากาศอัดไปแนบกับแม่แบบ ได้รูปร่างของชิ้นงานตามต้องการ

ขั้นการผลิต ขั้นแรกเหมือนกับแบบรีดแต่เพิ่มเติมส่วนเป่าลมอีก ดังนี้

1. ท่อพลาสติกหลอมละลายถูกรีดย้อยลงมาตามขนาดและความหนาที่กำหนด
2. แม่แบบเปิดตอนล่างเข้าหากัน ทำให้ปลายข้างหนึ่งของท่อถูกบีบติดกัน
3. อัดอากาศเข้าไปในปลายท่อด้านเปิด จะทำให้ท่อพลาสติกที่ซึ่งยังอ่อนตัวอยู่ถูกอัดเข้าไปแนบกับแม่แบบ
4. ทำให้แม่แบบเย็นโดยระบบให้น้ำเย็นไหลผ่านเข้าช่องในแม่แบบ ทิ้งไว้ให้เย็น
5. แม่แบบเปิด พร้อมทั้งตัดปลายท่อออกจากท่อเดิม

4. แบบลูกกลิ้ง (CALENDERING)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้ได้ดัดแปลงมาจากกรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมผลิตแผ่นยางธรรมชาติ อุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่ได้ดัดแปลงไปใช้ก็มี เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ เสื่อน้ำมัน และโลหะแผ่น

ขั้นการผลิต ดังนี้

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

5. <u>แบบฉีด</u> (INJECTION MOLDING)

<u>กรรมวิธีการผลิต</u>

กรรมวิธีแบบฉีดเป็นกรรมวิธีออกแบบเพื่อใช้กับเทอร์โมพลาสติกโดยเฉพาะ (ใช้กับเทอร์โมเซตติ้งพลาสติกก็ได้ แต่มีการนำมาใช้น้อยมากลงทุนสูง) ผลิตได้ปริมาณมากและรวมเร็ว มีลักษณะคล้ายแบบอัดส่ง (TRANSFER MOLDING) แต่ยุ่งยากและลงทุนมากกว่า ทำได้รวดเร็วกว่ามาก

กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด แบ่งออกได้หลายชนิดคือ

1. แบบฉีดชนิด FLOW MOLDING เป็นชนิดธรรมดาที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ใช้ทำชิ้นงานทั่ว ๆ ไป เช่น ถังน้ำ ตะกร้า กล่อง ฯลฯ รายละเอียดจะได้กล่าวในตอนต่อไป

2. แบบฉีดชนิด INJECTION BLOW MOLDING เป็นชนิดที่ดัดแปลงแก้ไขจากกรรมวิธีการผลิตแบบเป่า (BLOW MOLDING) ซึ่งผลิตชิ้นงานรูปขวดคือชิ้นงานกลวง แต่มีปัญหาเรื่องความหนาของส่วนต่าง ๆ ไม่เท่ากัน กรรมวิธีนี้จะผลิตชิ้นงานรูปขวดที่มีขนาดเล็กเท่านั้น เนื้อของชิ้นงานทั่ว ๆ ไปจะมีความหนาใกล้เคียงกัน รายละเอียดจะกล่าวในตอนต่อไป

3. แบบฉีดชนิด REACTIVE INJECTION MOLDING (RIM) กรรมวิธีชนิดนี้กำลังได้รับการพัฒนาอยู่ในขณะนี้ เป็นกรรมวิธีที่ใช้ฉีดพลาสติกเหลวโมโนเมอร์ (MONOMER) เข้าไปในแม่แบบแทนการฉีดพลาสติกเหลวที่ร้อนหลอมละลายเข้าในแม่แบบ กรรมวิธีชนิดนี้ยังไม่สามารถใช้ได้กับพลาสติกทั่ว ๆ ไป ที่ใช้ได้ผลแล้วคือ POLYURETHANE, UNSATURED POLYESTER RESIN และ NYLON

ชิ้นงานที่ผลิตโดยกรรมวิธีชนิดนี้เป็นชิ้นงานขนาดใหญ่ เช่นชิ้นส่วนในรถยนต์ เครื่องปรับอากาศและฝาครอบผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ฯลฯ

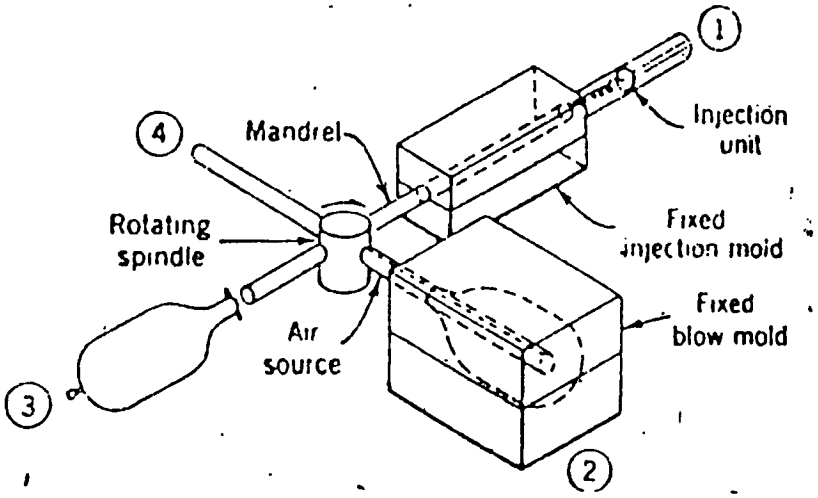
4. แบบฉีดชนิด INJECTION STAMPING เป็นกรรมวิธีการผลิตพิเศษที่ทำงานละเอียดแม่แบบ (MOLD) สามารถปรับขนาดได้ป้องกันการหดตัวหรือบิดงอของชิ้นงานมีใช้น้อยมาก ซึ่งส่วนมากใช้กับงานผลิตเลนซ์ (OPTICAL LENSES)

ขั้นการผลิตแบบฉีดชนิด FLOW MOLDING ระบบ PLUNGER TYPE มีดังนี้

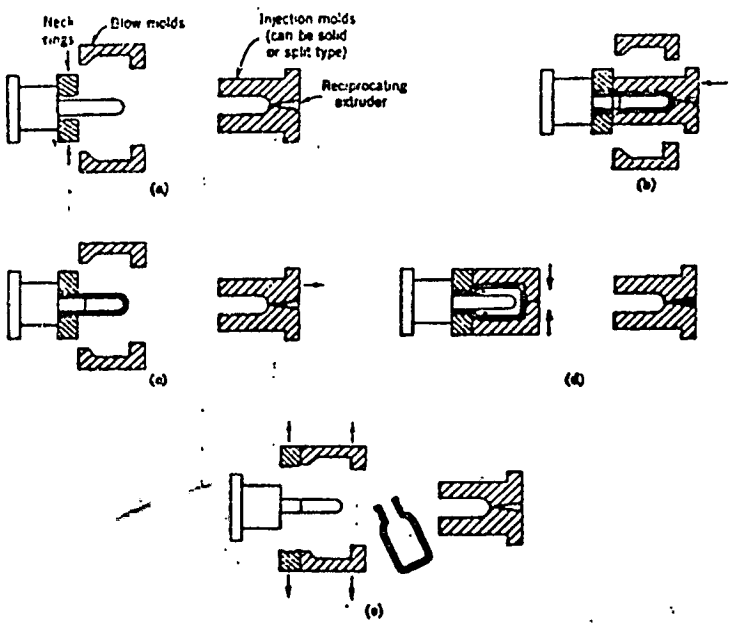
1. เทพลาสติกผงหรือเม็ดลงในช่องเท (HOPPER)

2. ลูกสูบจะอัดเม็ดพลาสติกให้ผ่านไปที่ส่วนทำความร้อน (HEATING CYLINDER) ซึ่งมีรูปร่างผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเข้าประกบแทน พร้อมทั้งเป่าลมออกจากรูแกนกลาง ทำให้พลาสติกเหลวที่ฉีดไว้ในขั้นตอนที่หนึ่งขยายตัวแนบกับผิวแม่แบบชุดที่สองแล้ว ทำให้เย็นลง

3. แม่แบบชุดที่สองเปิดออกพร้อมทั้งปล่อยชิ้นงานล่วงลงมา
4. แกนกลาง (MANDREL) ที่ว่างเปล่าพร้อมจะทำงานต่อไป



ภาพที่ 45 แสดงส่วนประกอบในการผลิตแบบฉีด



ภาพที่ 46 การถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบ

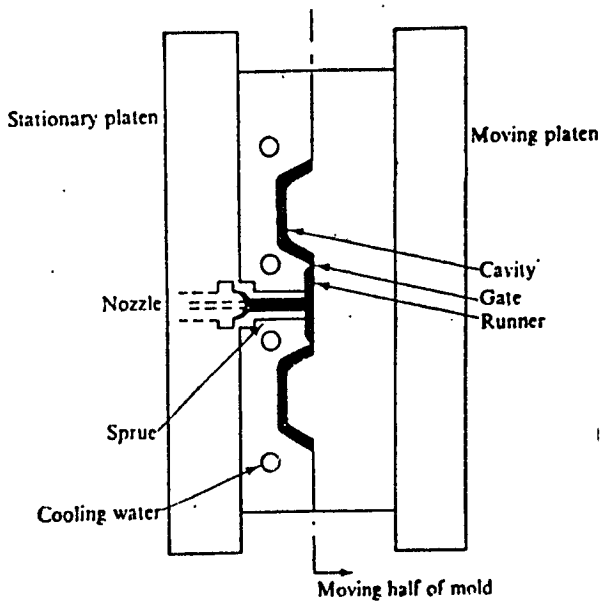
ข้อดีของการผลิตแบบฉีดชนิด INJECTION BLOW MOLDING

1. ไม่มีครีบหรือส่วนเกินที่ต้องทำการตัดออกหรือตบแต่งต่อ
2. ไม่มีเศษวัสดุเหลือ
3. ผนังหรือคอขวดของชิ้นงานจะมีความหนาเท่า ๆ กัน เพราะเราสามารถคำนวณความหนาเผื่อการยืดตัวของส่วนต่าง ๆ ไว้แล้ว
4. ขนาดของเกลียวที่ตอขวดมีขนาดความผิดพลาดน้อยมาก
5. เนื้อชิ้นงานใสกว่าและผิวเป็นมันมากกว่า

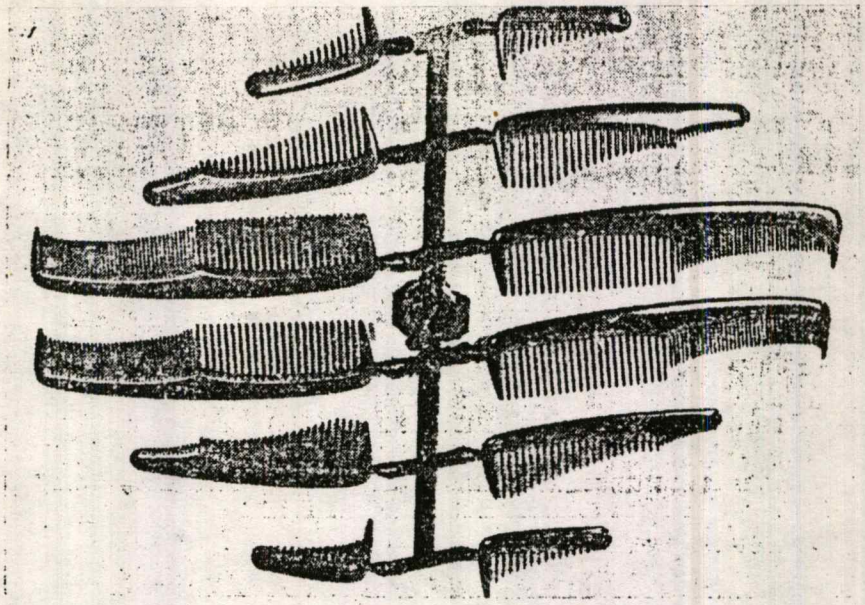
ข้อเสีย

1. ต้องมีแม่แบบหลายชุดโดยปกติจะมีสอง บางแบบจะมีสามชุดซึ่งจะต้องลงทุนเพิ่มขึ้น
2. ลงทุนค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์สูง
3. การเกิดแรงเครียด (INJECTION STRAIN) จึงทำให้ขั้นตอนต่าง ๆ ต้องใช้เวลาที่สอดคล้องกัน จึงอาจทำให้เสียเวลาในช่วงการผลิตมากขึ้น

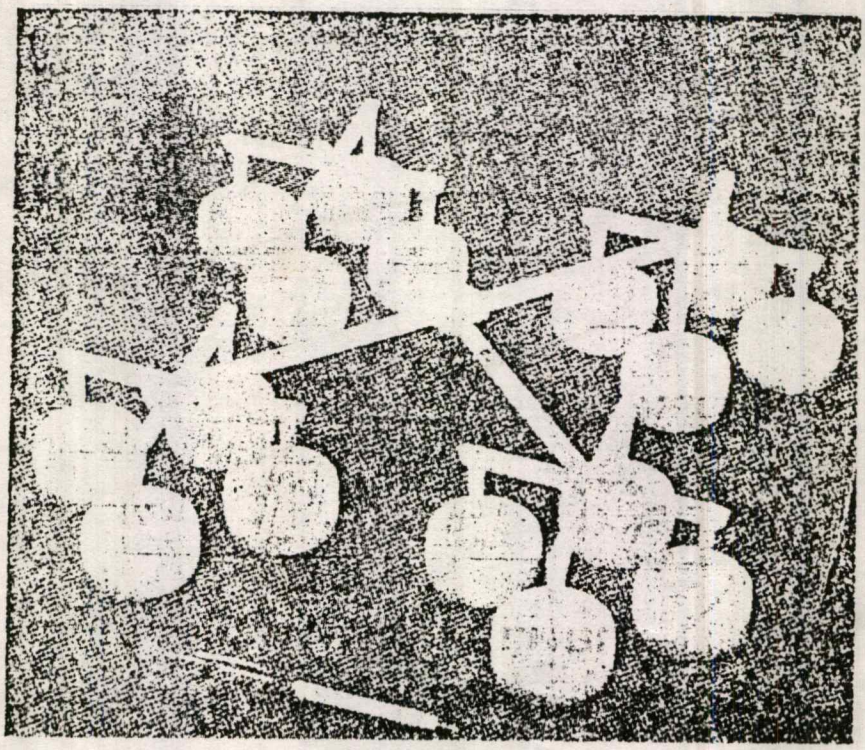
ข้อมูลอื่น ๆ ที่ควรทราบในกรรมวิธีการผลิตแบบฉีด (INJECTION MOLDING)



ภาพที่ 47 ลักษณะแม่แบบมาตรฐานชนิดสองแผ่น (STANDARD TWO-PLATE MOLD)



ภาพที่ 48 ลักษณะชิ้นงานที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตแบบฉีด (INJECTION MOLDING)



ภาพที่ 49 ภาพบนชิ้นงานไม่สมบูรณ์ เพราะปรับระบบยังไม่ดีพอ

6. แบบอัดแผ่น (LAMIATING)

กรรมวิธีการผลิต

โดยทั่วไป แบบอัดแผ่น หมายถึง การยึดติดวัสดุแผ่นสองแผ่น หรือมากกว่าเข้าด้วยกัน เช่น ไม้อัด สำหรับกรรมวิธีการผลิตของพลาสติก หมายถึงการยึดติดชั้นของวัสดุผสมหรือวัสดุเสริมกำลัง (PESIN - IMPREGNATED หรือ RESIN - COATED หรือ RESINFORING) เข้าด้วยกัน โดยใช้ความร้อนและแรงอัด ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตแบบนี้แบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ เช่น

1. ชนิดอัดแรงต่ำ (LOW - PRESSURE)

2. ชนิดอัดแรงสูง (HIGH - PRESSURE)

ซึ่งแล้วแต่ขนาดของแรงอัดที่ใช้ระหว่างการผลิต

ขั้นการผลิต

นำแผ่นชั้นวัสดุผสมหรือวัสดุเสริมกำลัง เช่น กระดาษ ผ้า ใยหิน ในแก้ว วางซ้อนกันตามชนิดและความหนาที่ต้องการ โดยใช้พลาสติกเหลวพวกเทพร์โมเซตติ้งเป็นตัวประสานในเครื่องอัด (PRESS) ซึ่งใช้แรงอัดประมาณ 1,000 – 1,500 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว และมีความร้อนประมาณ 300 – 350 ฟ. อัดเครื่องลงตามเวลาที่กำหนดไว้ ความร้อนและแรงอัดจะทำให้ได้แผ่นชิ้นงานที่เรียบและแข็งแรง ผิวหน้าของแผ่นชิ้นงานอาจทำให้มีลวดลาย หรือลายนูนอย่างไรก็ได้

7. แบบอัดเย็น (COLD MOLDING)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ดัดแปลงมาจากกรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรม เครื่องปั้นดินเผา ใช้เพียงแรงอัดอย่างเดียว ไม่ใช้ความร้อนทำให้หลอมละลาย กรรมวิธีโดยทั่วไปเหมือกับแบบอัดแต่ทำได้รวดเร็วกว่า เพราะไม่ต้องรอให้หลอมละลายก่อน เมื่ออัดเป็นก้อนแล้วจึงนำไปเข้าเตาอบในประมาณมากพร้อม ๆ กันอีกครั้ง

ขั้นการผลิต

1. นำเอาส่วนผสมของพลาสติกเหลวกับวัสดุผสมอื่น เช่น ใยหินที่มีลักษณะอ่อนตัวใส่ในแม่แบบเครื่องอัด

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

3. นำชิ้นงานออกจากแม่แบบ

4. นำชิ้นงานไปเข้าเตาอบซึ่งมีอุณหภูมิ 450 ฟ. ปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของเตา ใช้เวลานาน 72 ชั่วโมง จะทำให้พลาสติกสุกและแข็งตัว

5. นำชิ้นงานที่อบแล้วออก

2.10.3 ประเภทหล่อพลาสติกเหลว

แบบหล่อเย็น (SIMPLE CASTING)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ง่าย ไม่ต้องใช้แรงอัดและความร้อน สามารถทดลองทำเองได้ การลงทุนต่ำ โดยปกติกรรมวิธีแบบนี้ใช้พลาสติกเหลวหล่อลงในแม่แบบ สำหรับพลาสติกเม็ดก็สามารถนำมาหล่อได้ แต่ต้องทำให้หลอมละลายเสียก่อน แล้วเติมวัสดุกกผลึก (CATALYST) เพื่อช่วยให้พลาสติกเหลวแข็งตัวเร็วขึ้น

ขั้นการผลิต

1. เทพลาสติกเหลวลงในแม่แบบ แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้แข็งตัว บางชนิดต้องนำไปอบในเตาที่มีความร้อนต่ำ

2. นำพลาสติกที่แข็งตัวออกจากแม่แบบแล้วนำไปใช้ได้เลย

ข้อดีของกรรมวิธีการผลิตแบบนี้ทำให้ได้เนื้อพลาสติกที่ใสกว่า และผิวที่เป็นมันเรียบกว่า เช่น แผ่นอาคริลิค

แบบหล่อร้อน (PLASTISOL CASTING)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ใช้กับผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานที่มีลักษณะภายในกลวง เช่น ลูกฟุตบอลยาง และถุงมือพลาสติก หลักการของกรรมวิธีแบบนี้ คือ เทพลาสติกเหลวลงในแม่แบบที่ร้อน หรือจุ่มแม่แบบที่ร้อนลงในพลาสติกเหลว พลาสติกเหลวจะเกาะผิวของแม่แบบที่ร้อน ยิ่งปล่อยทิ้งไว้นานพลาสติกจะเกาะหนาขึ้น แล้วนำแบบที่มีพลาสติกเกาะอยู่ไปเข้าเตาอบที่มีอุณหภูมิ 350 – 400 ฟ.

กรรมวิธีแบบหล่อร้อนยังแบ่งตามลักษณะการผลิตได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. ชนิดจุ่ม

2. ชนิดเท

3. ชนิดเหวี่ยง

2.10.4 ประเภทขึ้นรูปพลาสติกแผ่น

กรรมวิธีการผลิตประเภทอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น (THERMOFORMING) เป็นกรรมวิธีซึ่งเพิ่งนำมาใช้ในกิจการอุตสาหกรรมเมื่อปี ค.ศ. 1950 นี้เอง เครื่องมือ และเครื่องจักรที่ใช้มีหลายชนิดแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดการใช้งาน แต่มีหลักการใหญ่ที่เหมือนกัน คือ นำแผ่นเทอร์โมพลาสติกไปลนไฟให้ร้อนจนอ่อนตัวแล้วนำไปอัดขึ้นรูปทิ้งให้เย็น แผ่นพลาสติกจะคงรูปตามแม่แบบที่อัด ได้ชิ้นงานตามที่ต้องการ

กรรมวิธีการผลิตประเภทนี้ใช้กับการผลิตชิ้นงานในจำนวนไม่มาก บางครั้งจะใช้กับงานออกแบบผลิตภัณฑ์ทดสอบ (POTOTYPE) ซึ่งสามารถทำแม่แบบได้รวดเร็วและใช้ผลิตชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ได้ ซึ่งหากจะผลิตด้วยกรรมวิธีแบบฉีด จะต้องลงทุนทำแม่แบบเป็นจำนวนมาก ใช้เวลาเตรียมการผลิตนาน และบางครั้งไม่มีเครื่องผลิตที่ใหญ่พอกับขนาดของชิ้นงาน ตัวอย่างเช่น การทำผนังด้านในของตู้เย็น เป็นต้น

กรรมวิธีชนิดนี้แบ่งออกได้ 3 แบบ คือ

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

ชนิดของพลาสติก

เทอร์โมพลาสติกแผ่นทุกชนิดใช้ได้กับกรรมวิธีประเภทนี้ ที่นิยมใช้กันมาก คือ โปลีสไตรีน เซลลูเลซิด และอาคริลิค พลาสติกแผ่นที่ใช้มักจะเป็นพลาสติกแผ่นที่ได้ผ่านกรรมวิธีการผลิตแบบรีด (EXTRUSION) มากกว่าแบบอื่นทั้งนี้เพราะราคาถูกและยืดตัวได้ดีกว่า

ชนิดของผลิตภัณฑ์

ชนิดของผลิตภัณฑ์มีมากมาย เช่น ภาชนะบรรจุชนิดต่าง ๆ ป้ายชื่อร้าน ป้ายโฆษณา ผนังในของตู้เย็น เครื่องเล่น ฯลฯ

ตารางที่ 13 ความหนาของชิ้นงานที่เหมาะสมกับพลาสติกประเภทเทอร์โมเซท (มม.)

ชนิดของพลาสติก	ชิ้นงานขนาดเล็ก	ขนาดกลาง	ขนาดใหญ่
1. ฟีนอล (ผสมเส้นใย) PHENOLS	1.2 - 2.0	2.0 - 4.0	4.0 - 25.0
2. ฟีนอล (ผสมใยสังเคราะห์) PHENOL	1.5 - 3.0	3.0 - 5.0	5.0 - 10.0
3. ฟีนอล (ผสมผงโลหะ) PHENOL	3.0 - 4.0	4.0 - 5.0	5.0 - 25.0
4. ยูเรียหรือเมลามีน(UREA&MELAMINE) ผสมเซลลูโลส	1.0 - 2.0	2.0 - 3.5	3.5 - 6.0
5. ยูเรียหรือเมลามีน(UREA&MELAMINE) ผสมใยสังเคราะห์	1.2 - 2.0	2.0 - 3.5	3.5 - 6.0
6. ยูเรียหรือเมลามีน(UREA&MELAMINE) (ผสมผงโลหะ)	1.0 - 2.5	3.5 - 5.0	5.0 - 10.0
7. ซิลิโคน (SILICONE) ผสมใยแก้ว	1.2 - 2.5	2.5 - 4.0	4.0 - 4.6
8. โพลีเอสเตอร์ (POLYESTER PREMIXED) พรีมิกซ์	1.0 - 2.0	2.0 - 4.0	4.0 - 20.0

ตารางที่ 14 ความหนาของชิ้นงาน (มม.) ที่เหมาะสมกับพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก

ชนิดของพลาสติก	ชิ้นงานขนาดเล็ก	ขนาดกลาง	ขนาดใหญ่
1. โพลีเอทธีลีน (PE) (ชนิดอ่อน)	0.6 - 1.2	1.2 - 3.0	3.0 - 6.0
2. โพลีเอทธีลีน (PE) (ชนิดแข็ง)	0.9 - 1.5	1.5 - 3.0	3.0 - 6.0
3. โพลีโพรพิลีน (PP)	0.7 - 1.2	1.2 - 3.0	3.0 - 7.0
4. พี.วี.ซี.(PVC) (ชนิดแข็ง)	1.0 - 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 10.0
5. โพลีสไตรีน (PS)	0.8 - 1.5	1.5 - 3.0	3.0 - 6.0
6. เอ.บี.เอส (ABS)	0.8 - 1.5	1.5 - 3.0	3.0 - 6.0
7. อะคริลิก	0.6 - 1.2	1.2 - 3.0	3.0 - 10.0
8. โพลีคาร์บอเนต (PC)	1.0 - 1.5	1.5 - 3.0	3.0 - 6.0
9. โพลีอาซีตอล	0.4 - 1.0	1.0 - 3.0	3.0 - 4.0
10. โพลีอะไมด์ (ไนลอน)	0.4 - 1.0	1.0 - 3.0	3.0 - 4.0
11. เซลลูโลส ดีลิเวทีฟ	0.6 - 1.2	1.2 - 3.0	3.0 - 5.0
12. โยลีเฟนีลีน ออกไซด์ (PPO)	1.0 - 1.5	1.5 - 3.0	3.0 - 9.0
13. เอทธีลีน ไวนิล อาซีเทต(EVA)	0.5 - 1.2	1.2 - 2.5	2.5 - 4.0
14. โพลียูรีเทน อลาสโตเมอร์	0.7 - 1.0	1.0 - 2.0	3.0 - 12.0
15. SAN	0.8 - 1.2	1.2 - 3.0	3.0 - 6.0

ตารางที่ 15 ประเภทและคุณสมบัติของพลาสติก

	THERMO PLASTICS		
ลำดับทางเคมี	ชื่อการค้า	คุณสมบัติเฉพาะตัว	ลักษณะการใช้งาน
1. CELLULOSE ACETATE	- TENITE 1. - PLASTACELE - FIBESTOS - LUMARITH	- ติดไฟไม่มีเปลว เป็นฉนวนกันประจุไฟฟ้าดี เหนียวรับแรงกระแทกสูง หลอพับได้ดี ทาสีได้หลายสี ความคงตัวทางขนาดปานกลาง	- ฝากล่อง ช่องมอง ที่ป้องกันอันตรายของเครื่องจักร คานจับ คานแปรง เครื่องประดับ ฉนวนไฟฟ้า
2. CELLULOSE NITRATE	- CELLULOID - DYRALIN - NITRON - PYROXYLIN	- ติดไฟ แต่มีคุณสมบัติอื่น ๆ เหมือนประเภทแรก เป็นพลาสติกตัวที่คนพบเกาแก่ตัวหนึ่ง	- ทำเครื่องสุขภัณฑ์ ฟิล์มภาพยนตร์ อุปกรณ์เขียนแบบ และแปนพิมพ์คีย์
3. METHYL METHACRY LATR	- LUCITE - PLEXIGLAS - CRYSTALITE	- น้ำหนักเบา ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศดีมาก ในการทำทุ่นน้ำหนักเบา มีความโปร่งใส	- ทำครอบห้องนักบิน หน้าต่าง ป้ายโฆษณา ตู้แต่งฝาผนัง ป้ายชื่อ กล่องโปร่งใส หุ้มเครื่องและกล่องบรรจุ
4. POLYAMIDE	- NYLON - ZYTEL	- มีความฝืดในตัวเองน้อย มีขนาดคงตัว มีคุณสมบัติไฟฟ้า (สถิตย์) ในตัวเองดี ไม่มีปฏิกิริยาต่อน้ำมัน และน้ำมันไฮดรอลิค ทำแปรงโดยไม่ต้องการการหล่อลื่น ทนทานต่อการขัดถู (เสียดสี)	- หล่อชิ้นส่วนเพียงขนาดเล็ก และบุช(BUSHINGS) หลอด ขนแปรง เคลือบผิวภาชนะบรรจุน้ำมันหรือทำภาชนะบรรจุน้ำมัน

THERMO PLASTICS			
ลำดับทางเคมี	ชื่อการค้า	คุณสมบัติเฉพาะตัว	ลักษณะการใช้งาน
5. POLYETHYLENE	- ALATHON - POLY THENE	- ยืดหยุ่นและเหนียวเป็นฉนวนที่ดีมาก ติดไฟแต่ไหม้ช้ามาก มีขนาดที่เปลี่ยนแปลงยาก	- ทำบางส่วนของรถยนต์ เครื่องใช้ในบ้าน ภาชนะบรรจุ ใช้หุ้มลายทองแดง สายไฟฟ้า
6. POLYSTYRENE	- LUSTREX - STYRON - CEREX	- มีความทนทานต่อกรดและด่าง มีขนาดที่แน่นอนเป็นฉนวนที่ดี	- ทำฉนวนไฟฟ้า ภาชนะบรรจุและกล่อง ปิด ที่แขวนเครื่องมือ ลูกบิดมือหมุน กล่องวิทยุ
7. POLYTETRY FLOURO ETHYLENE (T.F.E.)	- TEFLON	- มีความผิดในตัวเองน้อย ทนต่อการทำลายทางเคมี เหนียวในอุณหภูมิต่ำ ทำปลอกเพลาไม่ต้องการหล่อลื่น	- ตะกร้าใส่ของ หีบห่อ แขวนกันน้ำมัน ปลอกเพลา ท่อน้ำ ทำพื้นผิวเรียบ ฉนวนไฟฟ้า
8. POLYVINY-LCHLORIDE (P.V.C.)	- VINYLITE - KOROSEAL - TYGON - GEON	- ไม่ติดไฟ ทนต่อขบวนการเคมี น้ำมันและสารเขวนลอยทนต่อแรงกระแทก เป็นตัวทำลายเสียงและการสั่นสะเทือน	- ทำหุ้มนำปัดรถยนต์ ชิ้นส่วนของเครื่องดูดฝุ่น ชิ้นส่วนของตู้เย็น กระเบื้องปูพื้น ท่อน้ำ ส่วนหมุนรัดแน่น ถังเก็บขนาดใหญ่ ลูกบอลล์ และทุ่นลอย
9. EPOSY	- ARALDITE - OXIRON	- มีความเหนียวดีมาก ทนทานกรด ด่างและสารอื่น ๆ ติดหรือจับกับโลหะได้ดีมาก แก้วและไม้	- ทำกาวและสารเคลือบผิว และการเคลือบภายใน ภาชนะหุ้งต้ม เคลือบผิวนอกเครื่องบิน ทำสารเสมระหว่างโลหะและพลาสติก

THERMO PLASTICS			
ลำดับทางเคมี	ชื่อการค้า	คุณสมบัติเฉพาะตัว	ลักษณะการใช้งาน
10. MELAMINEFO MALDEHYDE	- MELMAC - RESTMERE	- ดีมากสำหรับทำเป็นวงแหวนกันสำหรับที่เปียกและที่แห้งแข็งและรับแรงกดอัดได้ดี กันกรดได้ดีมาก ไม่ดีสำหรับทำภาชนะที่ใช้บรรจุอาหาร	- ทำโต๊ะ เก้าอี้ ฉนวนไฟฟ้า ชิ้นส่วนของระบบจุดระเบิดภายในรถยนต์ ทำมือจับของเครื่องมือกรรไกร ขวดปากกว้าง ถาด กาละมัง
11. PHENOLFOR MALDEHYDE	- RESINOX - BEKELITE - MARBLTE - DUREZ - CATALIN	- มีขนาดคงตัวดี เป็นฉนวนไฟฟ้าและความร้อนดีมาก มีปฏิกิริยาต่อของผสมและกรดออนซา มีกำลังใช้งานสูงในลักษณะรัดเพลาหรือตัวล็อค	- ใช้ทำบางส่วนของเครื่องไฟฟ้า เป็นส่วนประกอบของระบบไฟฟ้าในรถยนต์ ทำแผ่นกั้นในแบตเตอร์รี่รถยนต์
12. PHENOIFUR FURAL	- DURITE	- เหมือนกับตัวที่ 11	- เป็นฉนวนไฟฟ้า เป็นชิ้นส่วนประกอบของเครื่องจักรกล ฝาหุ้มและภาชนะบรรจุ
13. ALKYD (MODIFIED POLYEXTER)	- GLYPTAL - DURAPLEX - BECKOSOL - TEGLAC - REZYL	- สามารถทำให้ยืดหยุ่นออนตัวมีสปริง แข็งทนต่อกรดแก สำหรับดาง ใช้งานผสมกับไฟเบอร์กลาสจะทนต่อการกัดกร่อนของน้ำเค็มและการเติบโตของเพรียง	- เรือ ถังบรรจุหรือถังขยะมูลฝอยใช้ตามบ้าน ฝากรอบ รถบรรทุก รถพ่วง และส่วนประกอบของแทรกเตอร์ สายยางเรือ เชือกเรือ ทอเล็ก กระดานกระโดด และอุปกรณ์กีฬา ไม้ค้ำถ่อ และของที่ต้องการสปริงดี

THERMO PLASTICS			
ลำดับทางเคมี	ชื่อการค้า	คุณสมบัติเฉพาะตัว	ลักษณะการใช้งาน
14. UREAFORMALDEHYDE	- BEETLE - PLASKON - UFORMITE	– มีความต้านทานแรงกลสูง ไฟฟ้าสูง ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส น้ำหนักเบา มีความต้านของเสมและน้ำมันในสภาพเหลวใช้เป็นตัวยึดขั้นไม่อัด	– ทำโป๊ะไฟฟ้า ส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้า สวิทย์ไฟฟ้า สิ่งสะท้อนแสง ฝาครอบ ฝาปิดกันในห้องน้ำและโถส้วม ภาชนะบรรจุ มือจับ มือหมุน โต๊ะหรือของใช้บนโต๊ะ แป้นกดคีย์เปียโน

ทั้งหมดเป็นขอบเขตการใช้งานอย่างกว้าง ๆ ที่เหมาะกับคุณสมบัติ การเลือกใช้ในแง่การออกแบบอาจเลือกกลุ่มที่คุณสมบัติทุกอย่างเหมาะสมกับความต้องการทางออกแบบก็ควรจะทำได้

2.11 ยาง

ปัจจุบันจัดว่ายางเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ในงานอุตสาหกรรมทุกประเภท ไม่โดยทางตรงก็ทางอ้อม โดยตรงได้แก่ อุตสาหกรรมประเภทยางรถยนต์ ยางในเครื่องบิน ยางในรองเท้า ท่อน้ำ สายพาน ลูกยางต่าง ๆ เป็นต้น โดยทางอ้อมก็เป็นชิ้นส่วนประกอบของเครื่องจักร เครื่องมือต่าง ๆ และมันเป็นส่วนที่สำคัญยิ่งในอุตสาหกรรมประเภทนั้นด้วย

2.11.1 ประเภทของยาง

ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ยางจึงแบ่งออกเป็นหลายประเภท หลายชนิด ซึ่งพอจะแบ่งออกได้ดังนี้คือ

1. ยางธรรมชาติ (NATURAL RUBBER) เป็นยางที่ได้มาจากยางพารา วัตถุดิบชนิดนี้มีมากในประเทศไทย มีคุณสมบัติที่พอสรุปได้ดังนี้ คือ

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

ค่าต่าง ๆ ที่กล่าวมาจะดีมากเมื่ออยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ไม่เกิน 70 องศา ซ. ถ้าเกินกว่านี้ คุณสมบัติจะลดลงอย่างรวดเร็ว คือ ไม่สามารถทนต่อความร้อนสูงได้ และข้อเสียอีกอย่างของยางประเภทนี้คือ ไม่สามารถทนน้ำมันได้ เพราะฉะนั้นจึงไม่นิยมเอายางชนิดนี้ไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตอะไหล่ที่ต้องรับความร้อนหรือต้องเกี่ยวข้องกับน้ำมัน

2. ยางสังเคราะห์ (SYNTHETIC BUBBER) เนื่องจากความไม่สามารถทนต่อความร้อนและน้ำมัน จึงทำให้มีผู้คิดประดิษฐ์ยางเทียม หรือยางสังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อชดเชยข้อเสียของยางธรรมชาติ โดยให้มีคุณสมบัติทนความร้อนได้สูงขึ้น ทนน้ำมัน ทนกรด ทนด่าง เป็นต้น ดังนั้นราคายางจึงแพงกว่ายางธรรมชาติมาก

ยางสังเคราะห์มีอยู่มากมายหลายประเภท แต่ประเภทใหญ่ ๆที่นิยมใช้ในบ้านเรา คือ

1. SBR STYRENE BUTADIENE RUBBER
   ใช้ทำ MECHANICAL PARTS ทั่ว ๆ ไป เพราะทนต่อการเสียดสีดี ทนความร้อนดีกว่ายางธรรมชาติ แต่ทนน้ำมันไม่ได้

2. NBR NITRILE BUTADIENE RUBBER
   เป็นยางสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันมาก เพราะกันน้ำมันได้ดี ทนความร้อนได้ประมาณ 125 ซ.

3. CR CHLOROPRENE RUBBER

ทนความร้อนได้ดีพอ ๆ กับ NBR แต่กันน้ำมันได้ไม่ดีนัก มีความทนต่อแรงดึง ความสามาถในการยืดหดตัวมีค่าสูงกว่าแบบ NBR

4. SR SILICONE RUBBER

เป็นยางที่มีคุณสมบัติทนความร้อนสูงประมาณ 250 ซ.

การผสมยาง

การผสมยางคือ การใช้ยางดิบจะเป็นยางธรรมชาติ หรือ ยางสังเคราะห์ก็ตาม มาตีจนอ่อนตัว แล้วเอาสาร แอคทีฟ ฟิลเลอร์, นอน แอคทีฟ ฟิลเลอร์, แอคติเวเตอร์, แอคซีลีเรเตอร์ สัดส่วนที่ผสมแล้วแต่ต้องการ แล้วแต่ความเหมาะสมผสมลงไปให้เข้ากับยางดิบจนเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงนำมาเข้าแบบพิมพ์เป็นรูปร่างต่าง ๆ ตามที่ต้องการ

การผสมยางอะไรก็ตาม ผู้ผลิตต้องคำนึงถึงการใช้งานเป็นหลักใหญ่ แล้วจึงเลือกประเภทของยาง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงจะสนองความต้องการในด้านประโยชน์ใช้สอยได้ดี เหมาะสม ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลิตด้วย

คุณสมบัติของสารเคมีหลักต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการผสมยาง

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

2.11.2 กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตยางแบ่งออกได้เป็นหลายประเภท คือ

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

การรีด

การรีดเป็นกรรมวิธีการผลิตยาง ที่มีลักษณะเป็นท่อ เส้นยาว ๆ ขั้นตอนคล้ายกับการรีดโลหะเส้นแบบต่าง ๆ กล่าวคือนำยางที่ผสมไว้แล้ว มาเพิ่มอุณหภูมิให้อ่อนตัว แล้วอัดผ่านแบบที่เตรียมไว้

การอัด

การอัดเป็นกรรมวิธีการผลิตยาง ที่มีลักษณะต่าง ๆ เช่น ยางสวมขา โต๊ะ เก้าอี้ ลูกกลิ้ง ยางรถยนต์ วงแหวน ส่วนประกอบของเครื่องจักร กรรมวิธีการผลิตคล้ายการผลิตพลาสติกแบบ (COMPRESSING MOLDING) คือ นำยางที่ผสมเตรียมไว้แล้วในรูปลักษณะเป็นแผ่น แท่ง (แล้วแต่ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ) ใส่ลงในแบบที่เตรียมไว้แล้วอัดด้วยเครื่องอัด ไฮโดรลิคที่มีความร้อนสูง ความร้อนจะทำให้ยางละลายเข้าด้วยกัน จะได้ผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ (ยางที่ผ่านการอัดด้วยความร้อน หรือการอบ เรียกว่ายางสุก

การฉีด

การฉีดเป็นกรรมวิธีการผลิตยาง ที่มีลักษณะของผลิตภัณฑ์คล้ายกับการอัด กรรมวิธีการฉีดก็คล้ายกับการฉีดพลาสติก แต่เนื่องจากเป็นกรรมวิธีที่ต้องลงทุนสูง ผลิตเป็นจำนวนมาก ๆ ดังนั้นในเมืองไทยจึงยังไม่มีการผลิตในวิธีนี้ จะใช้กรรมวิธีการอัดแทน เพราะลงทุนต่ำกว่า แต่ได้ผลใกล้เคียงกัน

"คำบรรยาย" ของ คุณรัชกร นุตยกุล ผจก.บริษัทแอควานซ์ โพลิเมอร์

2.12 ฟองน้ำ

2.12.1 ฟองน้ำยาง (LATER FOAM OR FOAM RUBBER)

ฟองน้ำยางรวมทั้งชนิดยางที่ได้จากธรรมชาติ และยางสังเคราะห์ หรือทั้งสองชนิดผสมกัน ฟองน้ำยางยังคงเป็นวัตถุที่ให้ความนุ่มอย่างดีสำหรับงานบุ และคุณลักษณะพิเศษของฟองน้ำยาง คือ ความยืดหยุ่นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ใช้กันอย่างกว้างขวาง แม้ว่าราคาจะค่อนข้างสูง ฟองน้ำชนิดนี้มักทำเป็นฟองน้ำ (MOULDED FOAM) ที่มีช่องว่าง เพื่อให้น้ำหนักและความแข็งสัมพันธ์กัน

ฟองน้ำวิทยาศาสตร์ (POLYURETHANE FOAM)

เป็นฟองน้ำที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง มีใช้ในลักษณะเป็นแผ่นและหล่อเป็นแบบตามความต้องการ ฟองน้ำแบบเป็นแผ่นซึ่งได้จากการตัดชิ้นฟองน้ำออกเป็นขนาดที่จะใช้งาน มักไม่มีรูกลวง ดังนั้นอัตราส่วนความหนาแน่นกับความแข็งเปลี่ยนแปลงได้ตามสารเคมี ส่วนฟองน้ำแบบหล่อนั้นในการในการผลิตเครื่องเรือนโดยทั่ว ๆ ไปไม่ค่อยได้ เนื่องจากราคาในการทำแบบสูง

1. จาก ANTHROPOMETRIC OF SBATING
2. เอกสารเผยแพร่, กระทรวงอุตสาหกรรม

ฟองน้ำชนิดแข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำ (COLD CURED FOAM)

เป็นฟองน้ำโพลียูเรเทนที่ได้ค้นคว้ากรรมวิธีการผลิตขึ้นใหม่ ทำให้ได้ฟองน้ำที่ให้ความรู้สึกคล้ายฟองน้ำยาง แต่มีความทนทานต่อการฉีกขาดสูง

ข้อเปรียบเทียบระหว่างฟองน้ำยางและฟองน้ำวิทยาศาสตร์

ฟองน้ำทั้งสองชนิดนี้ มีคุณสมบัติแตกต่างกันค่อนข้างมากทั้งกรใช้งาน และการใช้วัตถุดิบ หลักใหญ่ 2 ประการที่มีความสำคัญในข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัด คือ ความสบายและการใช้งาน

คุณสมบัติของความสบายในการทำเป็นเบาะ จากการทดลองในห้องทดลองเพื่อศึกษาการยุบตัวของฟองน้ำ เมื่อมีแรงกดและคืนกลับที่ระดับต่างกัน โดยใช้แผ่นกดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 200 มม.

2.12.2 การเลือกใช้ฟองน้ำวิทยาศาสตร์

เนื่องจากฟองน้ำวิทยาศาสตร์มีกรรมวิธีการผลิตที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ออกมาหลายระดับ การเลือกซื้อฟองน้ำ จึงจะต้องพิจารณาลักษณะดังนี้

– ความหนาแน่น เป็นน้ำหนักของฟองน้ำต่อหน่วยปริมาตร, กก./ลบ.ม. ฟองน้ำวิทยาศาสตร์ที่ผลิตออกขายจะมีความหนาแน่นต่างกันตามความต้องการของลูกค้า ฟองน้ำที่มีความหนาแน่นมากจะสามารถรับแรงสลับได้ดีโดยไม่เปลี่ยนแปลงรูปร่างและมีความยืดหยุ่นได้ดีกว่าฟองน้ำที่มีความหนาแน่นน้อย ปกติฟองน้ำที่ใช้ทำเบาะสำหรับเครื่องเรือนคุณภาพต่ำ ความหนาแน่นของฟองน้ำจะเป็น 20 – 30 กก./ลบ.ม. คุณภาพปานกลาง 27 – 30 กก./ลบ.ม. คุณภาพสูง 30 – 37 กก./ลบ.ม. ส่วนฟองน้ำทำเบาะพิง สำหรับเครื่องเรือนคุณภาพต่ำ 14 – 17 กก./ลบ.ม. คุณภาพปานกลาง 19 – 21 กก./ลบ.ม. และคุณภาพสูง 22 – 26 กก./ลบ.ม.

– ความแข็ง เป็นค่าที่จะบอกความรู้สึกว่าฟองน้ำแข็งหรืออ่อน ค่าความแข็งนี้จะไม่ขึ้นกับความหนาแน่น ความแข็งสำหรับฟองน้ำทำเบาะนั่ง 120 – 130 ส่วนฟองน้ำสำหรับทำพนักพิง 73 – 80

นอกจากนี้จะต้องพิจารณาถึงราคา การทนต่อการดึง การยืดตัว การยุบตัว การรับแรงสลับ การห่อหุ้ม การทำแบบ การถ่ายเทของอากาศ การติดไฟ เป็นต้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินงาน และรวบรวมข้อมูล

3.1 วิธีการดำเนินงาน และรวบรวมข้อมูล

3.1.1 การดำเนินงาน การหาข้อมูลเพื่อทำการวิจัยแก้ไขปัญหาของอุปกรณ์ช่วยเหลือการเดินของคนพิการทางขาข้างเดียว (ซ้ายหรือขวา) นี้ จะต้องศึกษาถึงพฤติกรรม และสรีระทางร่างกายและส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยใช้วิธีการศึกษา ดำเนินงานเป็นขั้นตอน ดังนี้คือ

1. วิธีค้นคว้า
2. วิธีการสังเกต
3. การสัมภาษณ์

1. วิธีการค้นคว้า เป็นการศึกษาค้นคว้าทางด้านเอกสาร ตำรา วารสาร หรือวิทยานิพนธ์ที่เป็นประโยชน์และเกี่ยวข้องกับการทำวิจัย ซึ่งจะเป็นการค้นคว้าจากห้องสมุดของสถาบันต่าง ๆ ทั้งรัฐบาลและเอกชน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และสามารถเปรียบเทียบข้อมูลต่าง ๆ เพื่อการออกแบบโดยแก้จริง

2. การสังเกต ผู้ออกแบบจะต้องทำการสังเกต พฤติกรรมการใช้งานไม้ค้ำยันรักแร้โดยตรง รูปแบบของไม้ค้ำยันรักแร้ ที่ใช้ในประเทศ พร้อมทั้งสังเกต ปัญหาที่เกิดขึ้นของผู้ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ

3. วิธีการสัมภาษณ์ เป็นการสัมภาษณ์ด้วยตนเอง จากผู้มีประสบการณ์ และเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ช่วยทำให้สามารถแก้ปัญหาที่ตั้ง สมมุติฐานที่ตั้งขึ้นได้ ในการสัมภาษณ์ ซักถาม โดยมีการบันทึกเทป และจดบันทึก เพื่อจะนำมาเป็นข้อมูลอ้างอิงในการออกแบบได้อย่างเหมาะสม

3.1.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

- โรงพยาบาลทหารผ่านศึก
- โรงพยาบาลศิริราช
- ห้องสมุดภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- วิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง

3.1.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูล โดยการนำข้อมูลทั้งหมดมาสรุป แล้วสรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบมาวิเคราะห์เข้าด้วยกัน เพื่อทำการออกแบบและแก้ปัญหา ให้ได้ประโยชน์และมีประสิทธิภาพ เพื่อคนพิการดียิ่งขึ้น

3.2 การศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ

3.2.1 ศึกษาลักษณะของผู้ป่วยที่สามารถใช้ไม้ค้ำยันรักแร้

การแยกผู้ป่วยโดยหลักประสาทวิทยา เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้ไม้ค้ำยันรักแร้นั้นได้ดังนี้

1. HIGH CORD LESION กระดูกหักแล้วกดเส้นประสาทสันหลัง แล้วกล้ามเนื้อแขนขาลำตัวอ่อนแรง (นอนเตียง)

2. HIGH CORD LESION กระดูกคอหักระดับต่ำ กระดูกสันหลังหรือกระดูกหน้าอกระดับสูง แขนใช้งานได้แต่ลำตัวอ่อนแรง (นั่งรถเข็น)

3. LOW CORD LESION กระดูกสันหลัง กระดูกหน้าอกระดับต่ำหัก แล้วกดเส้นประสาท แล้วแขนใช้งานได้ดี ลำตัวมีกำลังพอควร ขาไม่มีแรงใช้ร่วมกับกายอุปกรณ์เสริม เพื่อช่วยในการเดิน (เดินด้วยไม้ค้ำยันรักแร้ได้)

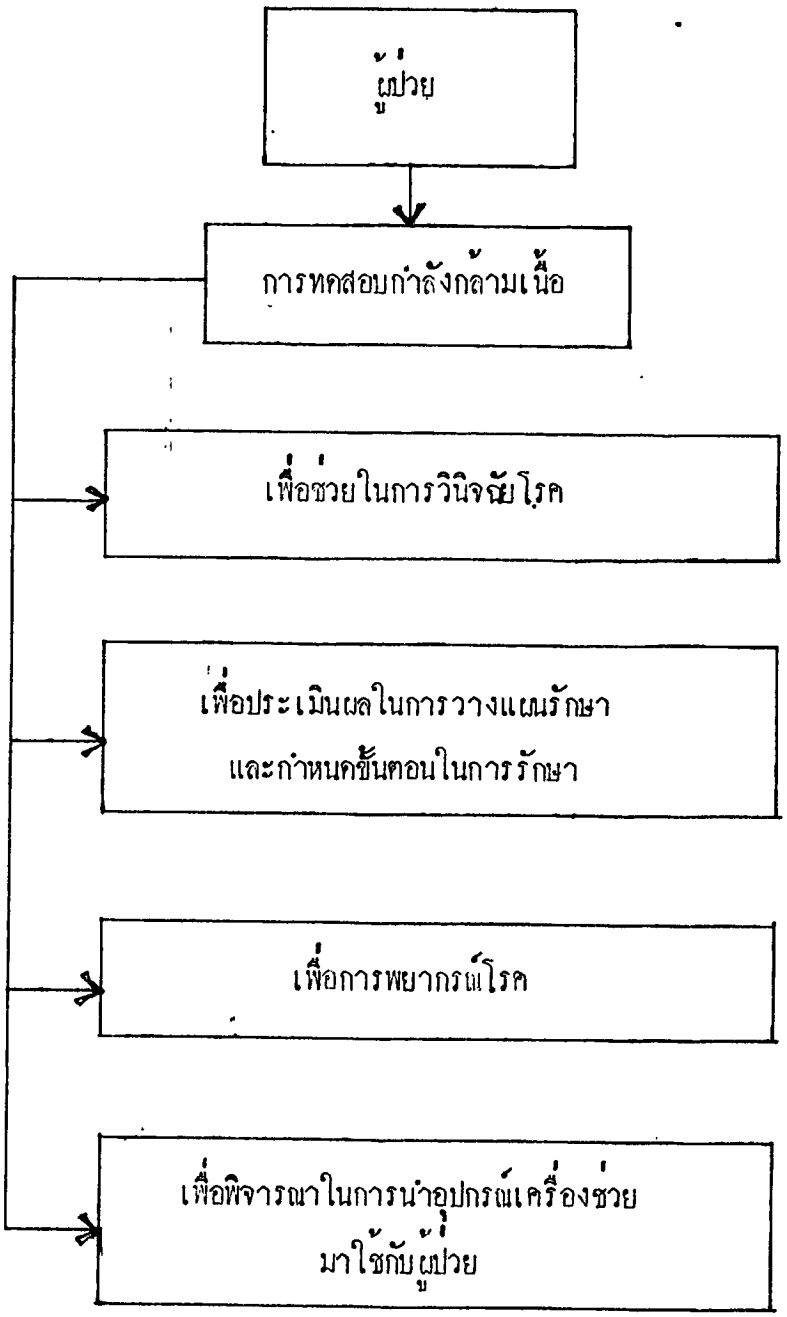
4. LOW CORD LESION กระดูกสันหลังระดับบั้นเอวหักกดเส้นประสาท แล้วแขนใช้งานได้ดี ลำตัวมีกำลังมากพอสมควร ขามีแรงบ้าง อาจจะมีกายอุปกรณ์เสริมก็ได้ (เดินด้วยไม้ค้ำยันรักแร้ได้)

คุณสมบัติของผู้ป่วยที่สามารถใช้ไม้ค้ำยันรักแร้ได้

1. กระดูกหัก หรือมีพยาธิสภาพของขา–หลังระดับต่ำ
2. ผู้ป่วยที่มีกำลังดีจะช่วยควบคุมการเดินด้วยไม้ค้ำยันได้อย่างมั่นคงและปลอดภัย
3. ผู้ป่วยที่มีปัญหาในการเดินที่ไม่สามารถใช้ขาลงน้ำหนักได้ทั้ง 2 ขา
4. อายุไม่ควรน้อย หรือมากเกินไป
5. ไม่มีพยาธิสภาพอื่น ที่เป็นอุปสรรคต่อการเดินด้วยไม้ค้ำยัน เช่นพยาธิสภาพที่คอ แขน หรือหลังระดับสูง

สรุป จากการแบ่งผู้ป่วยตามหลักประสาทวิทยาและคุณสมบัติของผู้ป่วยจะสามารถใช้ไม้ค้ำยันรักแร้ได้นั้น แพทย์จะเป็นผู้กำหนดให้โดยเฉพาะ เช่น ผู้ป่วยในระดับ LOW CORD LESION และตามคุณสมบัติที่กล่าวมา

3.2.2 การศึกษาขั้นตอนการรักษาผู้ป่วย

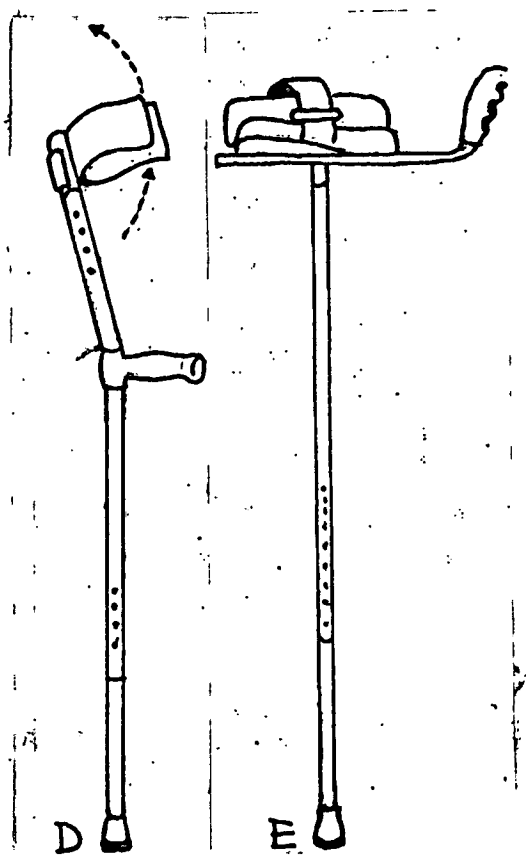


สรุป จากการศึกษาขั้นตอนการรักษา จะต้องทำการทดสอบกำลังของกล้ามเนื้อก่อน จึงจะสามารถพิจารณาว่าใช้ไม้ค้ำยันได้หรือไม่ โดยแพทย์จะเป็นคนกำหนดให้

3.2.3 ศึกษาถึงการแบ่งประเภทของไม้ค้ำยัน

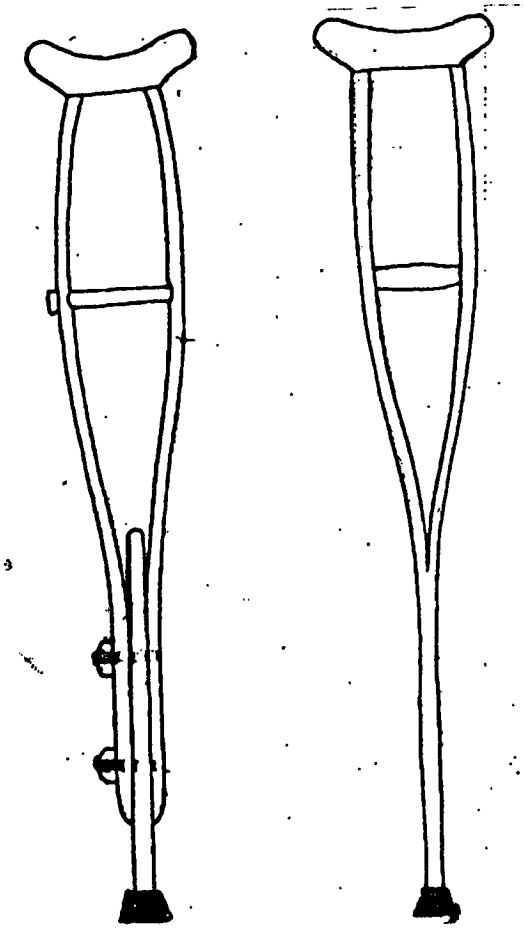
ผู้ป่วยเกือบทุกวัยนั้นอาจจะมีความจำเป็นต้องใช้ไม้ค้ำยันช่วยในการเดิน ขึ้นอยู่กับอันตรายที่ได้รับหรือโรคที่เป็นต่าง ๆ เช่น กระดูกขาหัก หรือความเจ็บปวดของข้อต่อต่าง ๆ ขาอ่อนกำลังเป็นต้น ซึ่งไม้ค้ำยันนั้นสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ เพื่อความเหมาะสมกับผู้ป่วยให้ได้อย่างเหมาะสมและไม้ค้ำยันนั้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ไม้ค้ำยันศอก (ELBOW OR FOREARM CRUTCHES) ไม้ค้ำยันศอก มีน้ำหนักเบากว่าไม้ค้ำยันรักแร้ โดยรับน้ำหนักส่วนกำลังของกล้ามเนื้อปลายแขนและมือ ดังนั้นเหมาะกับนักกีฬาที่ได้รับอุบัติเหตุจากการเล่นกีฬา



ภาพที่ 50 ลักษณะของไม้ค้ำยันศอก

2. ไม้ค้ำยันรักแร้ ควรมีความยาวให้พอเหมาะกับร่างกายเป็นรายไป การใช้ไม้ค้ำยันรักแร้ แพทย์จะเป็นผู้พิจารณาความเหมาะสมกับผู้ป่วยโดยการทดสอบความสามารถของร่างกายก่อน ในปัจจุบัน จะมีทำด้วยไม้ อลูมิเนียม และเหล็ก เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยที่ร่างกายส่วนแขน และเส้นประสาทที่สมบูรณ์

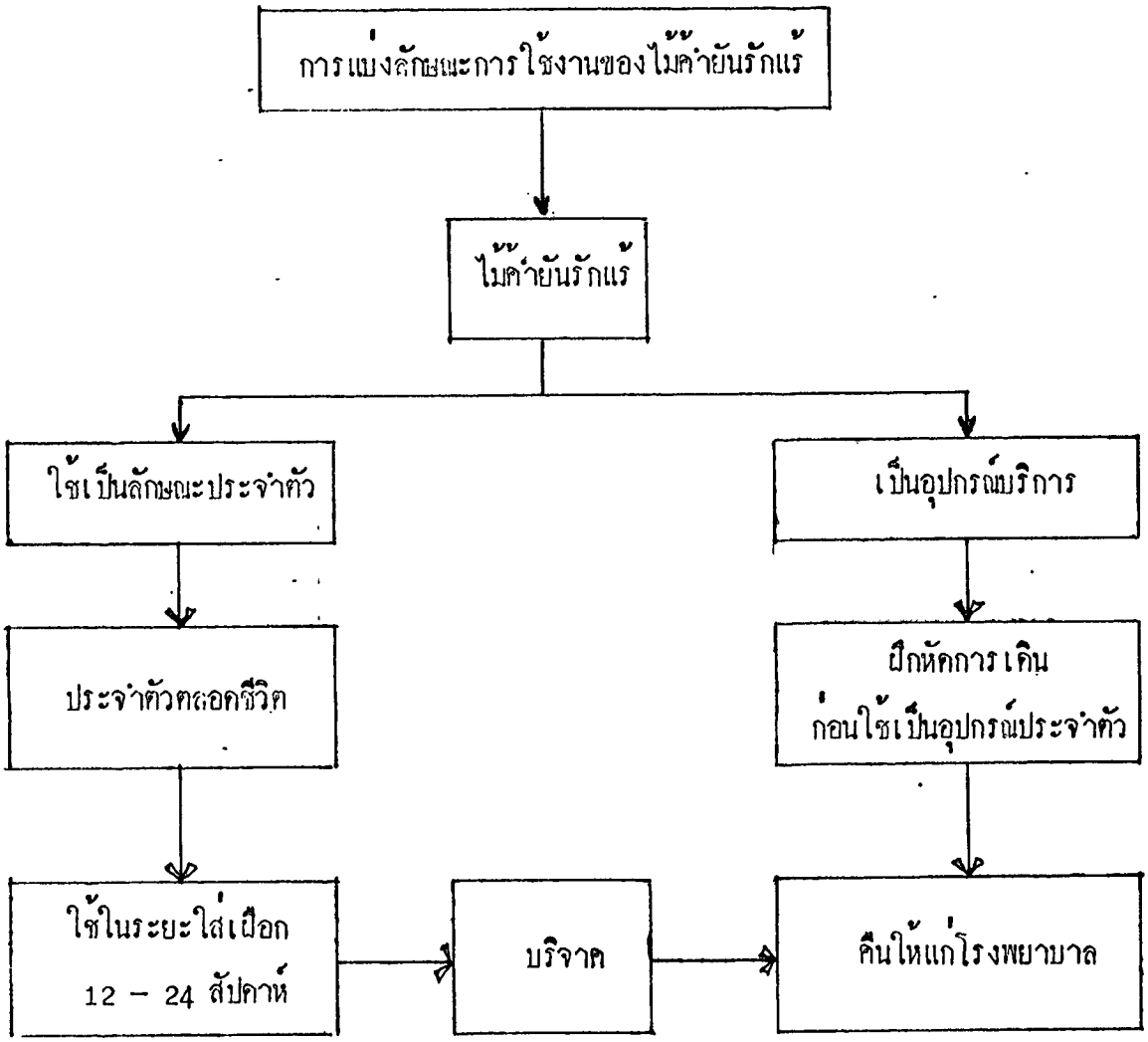


ภาพที่ 51 ลักษณะของไม้ค้ำยันรักแร้

สรุป ไม้ค้ำยันแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ไม้ค้ำยันศอก และไม้ค้ำยันรักแร้ ซึ่งให้ใช้กับผู้ป่วยแต่ละประเภท และความแข็งแรงของร่างกาย

3.2.4 การแบ่งการใช้งานไม้ค้ำยันรักแร้

ไม้ค้ำยันรักแร้แบ่งการใช้งานได้ 2 ลักษณะ คือ เป็นอุปกรณ์ประจำตัว และอุปกรณ์บริการ โดยใช้ตามแผนกกายภาพบำบัดตามโรงพยาบาล



สรุป ไม้ค้ำยันจะแบ่งลักษณะการใช้งานเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. เป็นอุปกรณ์ประจำตัว ใช้สำหรับผู้พิการตลอดชีวิต
2. อุปกรณ์บริการ ใช้ในแผนกกายภาพบำบัดในโรงพยาบาล

ทั้ง 2 ประเภทจะต้องการปรับระดับตามความเหมาะสมของร่างกาย ของแขน และขา

3.2.5 การศึกษาวิธีการวัดไม้ค้ำยันรักแร้ให้กับผู้ป่วย

การใช้ไม้ค้ำยันรักแร้ ควรมีความยาวที่พอเหมาะ ผู้ป่วยเป็นราย ๆ ไป โดยแพทย์จะมีวิธีการ ดังต่อไปนี้

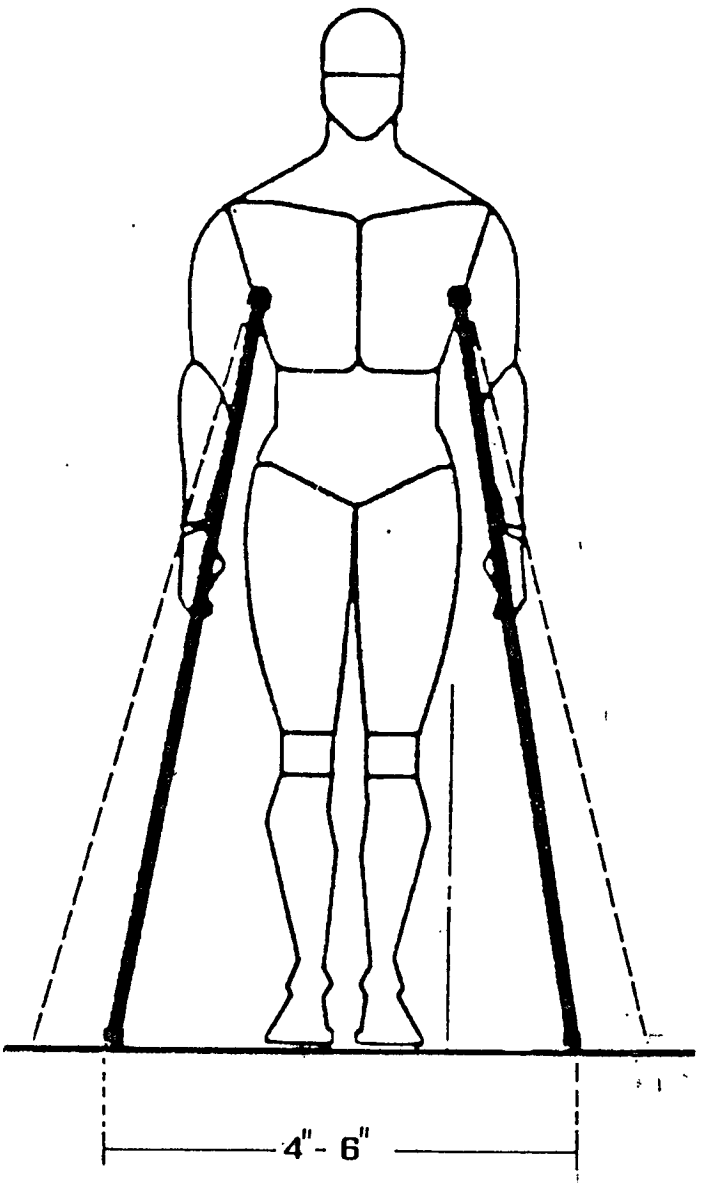
1. ท่ายืน หรือท่านอน วัดต่ำจากรักแร้ลงมาประมาณ 2 นิ้ว หรือใช้นิ้วชี้และนิ้วกลางรองใต้คานรองรักแร้ ส่วนความยาวของไม้ค้ำยัน ก็ให้วัดจากใต้รักแร้ไปยังด้านนอกของเท้าด้านข้างของเท้าข้างที่วัด ประมาณ 4 – 6 นิ้ว ถือว่าเป็นความยาวของไม้ค้ำยันรักแร้ทั้งหมด ส่วนการวัดที่มือจับ ให้ผู้ป่วยกำหมัดปล่อยแขนห้อยแขนข้างลำตัว ในลักษณะงอข้อศอก ประมาณ 15 – 20 องศา ระดับที่มือกำหมัดอยู่ถือว่าเป็นระดับที่มือจับของไม้ค้ำยันรักแร้

2. ท่านั่ง ผู้ป่วยนั่งกางแขนระดับไหล่ทั้งสองข้าง แขนข้างหนึ่งเหยียดตรงและนิ้วเหยียดตรงด้วย ส่วนแขนอีกข้างหนึ่งงอข้อศอกเป็นมุมฉาก ปลายมือชี้ขึ้นข้างบน วัดจากปลายนิ้วกลางของแขนข้างที่เหยียดไปยังปลายสุดของ OLECRANON PROCESS ของแขนที่งอข้อศอกถือว่าเป็นความยาวของรักแร้ทั้งหมด การวัดระดับมือจับให้ผู้ป่วยกำหมัดงอข้อศอกเป็นมุมฉาก วัดจากส่วนบนสุดของหมัดมายังส่วนล่างสุดของข้อศอก เป็นระยะที่มือจับอยู่ห่างจากขอบล่างของคานรองรับรักแร้

สรุป วิธีการวัดความยาวของแขนและขาของผู้ป่วยมีท่ายืน ท่านอน ท่านั่ง แพทย์จะใช้ตามความเหมาะสมของผู้ป่วย ดังนั้น ความจำเป็นในการปรับขนาดของไม้ค้ำยันจะต้องปรับขนาดให้เหมาะสมกับผู้ป่วยก่อนการเดิน

3.2.6 การศึกษาการจัดไม้ค้ำยันเข้ากับร่างกาย

ในขณะที่ผู้ป่วยยืนถือไม้ค้ำยันรักแร้ โดยให้อยู่ต่ำรักแร้ประมาณ 2 นิ้ว และมือจับอยู่ในระดับที่ทำให้มีการงอข้อศอกเล็กน้อยประมาณ 15 – 20 องศา และในขณะยืนให้ผู้ป่วยถือไม้ค้ำยันรักแร้ ปลายไม้ค้ำยันควรอยู่ห่างจากด้านข้างของเท้าประมาณ 4 – 6 นิ้ว



ภาพที่ 52 การจัดไม้ค้ำยันรักแร้เข้ากับร่างกาย

สรุป จากรูปตำแหน่งของไม้ค้ำยันรักแร้ คานค้ำรักแร้อยู่ต่ำกว่าซอกรักแร้ 2 นิ้ว และมือจับจะต้องปรับให้อยู่ในระดับที่ทำมุม 15–20 องศา ส่วนปลายไม้จะอยู่ห่างปลายเท้า 4–6 นิ้ว

3.2.7 การศึกษาพฤติกรรมในการเก็บไม้ค้ำยันรักแร้ในขณะเดินทาง

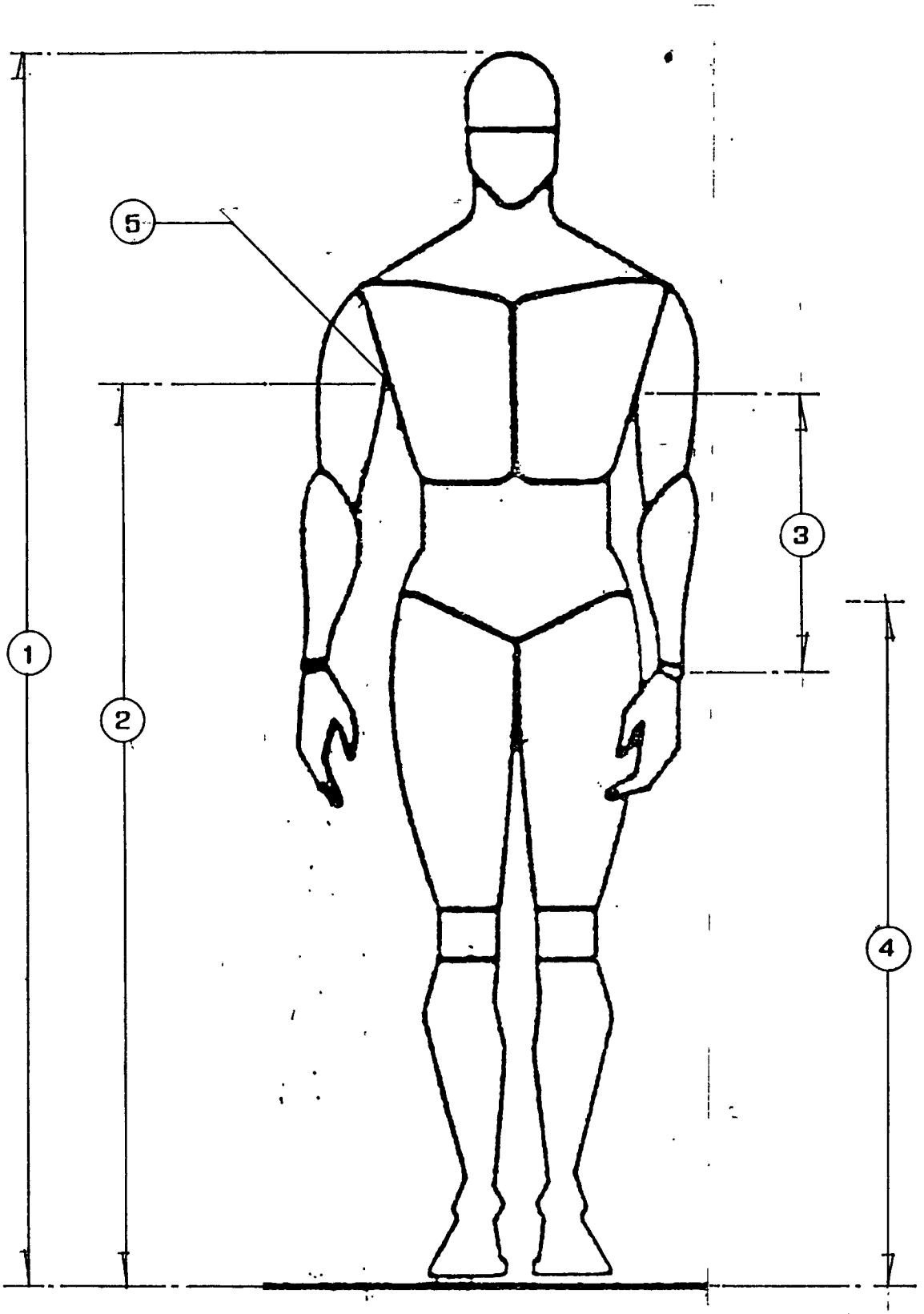
ภาพที่ 53 การเก็บในขณะเดินทางด้วยรถโดยสาร

ภาพที่ 54 การเก็บในขณะเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์

ภาพที่ 55 การเดินทางด้วยรถโดยสาร

<u>สรุป</u> จากภาพที่ 53, 54, 55 จะเห็นได้ว่า ความรู้สึกเกะกะของไม้ค้ำยันรักแร้จะมีมาก ดังนั้น การออกแบบที่สามารถเก็บให้สั้นและรู้สึกเกะกะน้อยที่สุดจึงมีความจำเป็นมาก

3.2.8 ศึกษาสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เกี่ยวกับการออกแบบ



ภาพที่ 56 แสดงสัดส่วนของร่างกายชาย – หญิงไทย

ตารางที่ 16 แสดงสัดส่วนที่ใช้ในการออกแบบ

หมายเลข	มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูงยืน	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับรักแร้	110.64	119.50	128.50
3	ความยาวแขนถึงข้อมือ	40.21	52.75	55.30
4	ความสูงขาจากพื้นถึงโคนขา	71.30	79.60	87.90
5	ความกว้างรักแร้	9.50	11.00	12.50

สรุป 1. ความสูงของชายหญิงจากพื้นถึงรักแร้ คือ ความยาวของไม้ค้ำยันรักแร้ ในการออกแบบใช้ค่าสูงสุด คือ 128.50 เซนติเมตร

2. ความยาวของแขนถึงข้อมือ คือ ระยะจากคานค้ำรักแร้ถึงมือจับ ระยะที่นำมาใช้ในการออกแบบ คือ ค่าสูงสุด 55.30 เซนติเมตร

3. ความยาวของขาจากพื้นถึงโคนขา คือ ระยะของขาค้ำยัน ซึ่งในการออกแบบจะนำค่าสูงสุดมาใช้ เพราะสามารถปรับให้คนที่ขาสั้นกว่าใช้ได้ ระยะยาวสุดของขา คือ 87.90 เซนติเมตร

4. ความกว้างของรักแร้ คือ ค่าที่นำมาใช้เป็นขนาดของคานรองรับรักแร้ ในการออกแบบก็จะใช้ระยะกว้างสุด เพราะคนที่รักแร้เล็กกว่าก็จะสามารถใช้ได้ด้วย คือ รักแร้กว้าง 12.50 เซนติเมตร

3.2.9 สัดส่วนความสูง น้ำหนัก ของชาย–หญิงไทย

ตารางแสดงตัวเลขความสูงยืนสูงสุด ความสูงยืนต่ำสุด ความสูงเฉลี่ย และน้ำหนักเฉลี่ยของชาย–หญิงไทย อายุระหว่าง 3 – 40 ปี

ตารางที่ 17 ขนาดสัดส่วนความสูง น้ำหนัก ของชาย–หญิงไทย

อายุ	ความสูงเฉลี่ย (ซม.)	ความสูงสูงสุด (ซม.)	ความสูงต่ำสุด (ซม.)	น้ำหนักเฉลี่ย (กก.)	จำนวน คน
3	96.86	109.00	77.00	14.09	87
4	99.85	120.50	84.00	14.77	1814
5	104.49	123.00	86.00	16.00	2119
6	110.19	127.00	84.00	17.66	1902
7	115.47	135.00	89.00	19.45	2282
8	120.01	188.00	91.00	21.31	2303
9	125.30	183.00	95.00	23.54	2085
10	130.11	182.00	107.00	26.25	2293
11	134.91	168.00	109.00	28.92	3041
12	140.27	142.00	100.00	32.58	3835
13	146.96	199.00	112.00	37.41	5914
14	151.44	195.00	112.00	41.36	9714
15	155.44	184.00	118.00	44.65	10734
16	157.77	189.00	107.00	47.03	10114
17	159.65	185.00	106.00	48.63	8195
18	160.76	186. 0	132.00	49.84	5695
19	161.95	189.00	137.00	50.64	3266
20	162.43	185.00	130.00	51.07	2336
21	162.17	192.00	142.00	51.03	1756
22	161.54	186.00	142.00	50.75	1687

อายุ	ความสูงเฉลี่ย (ซม.)	ความสูงสูงสุด (ซม.)	ความสูงต่ำสุด (ซม.)	น้ำหนักเฉลี่ย (กก.)	จำนวน คน
23	161.12	182.00	140.00	50.75	1154
24	161.06	184.00	143.00	50.98	978
25	160.33	185.00	140.00	50.69	689
26	160.33	188.00	140.00	51.82	548
27	160.08	183.00	138.00	51.07	544
28	160.90	183.00	144.50	52.97	503
29	160.93	180.00	135.00	53.24	506
30	159.49	181.00	142.00	52.62	612
31	159.86	180.00	139.00	53.16	474
32	159.57	180.00	141.00	53.32	715
33	159.43	180.00	141.00	53.57	680
34	159.44	184.00	140.50	53.87	713
35	159.62	182.00	135.00	54.50	585
36	159.89	186.00	137.00	54.84	514
37	159.49	184.00	140.00	54.16	423
38	159.54	180.00	144.00	55.13	357
39	158.82	178.00	141.00	55.53	362
40	159.10	187.00	144.50	55.51	322

สรุป จากตารางที่ 17 จะเห็นได้ว่าน้ำหนักของชาย-หญิงไทย จะอยู่ในระดับค่าเฉลี่ย 55.53 กิโลกรัม ซึ่งหนักที่สุด การออกแบบไม้ค้ำยันรักแร้ ควรจะสามารถรับน้ำหนักได้ 55.51 กิโลกรัม

"ข้อมูลสัดส่วนของคนไทย" ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย

3.2.10 ลักษณะการก้าวเดินของมนุษย์ (NORMAL HUMAN GAIT)

วัฏจักรของการเดิน (THE GAIT CYCLE)

ขณะที่คนเราเดินอยู่ในลักษณะธรรมดา ลำตัวจะมีกิริยาเอียงไปมา แขนจะอยู่ในลักษณะเหวี่ยงหัวก็มีการเคลื่อนที่ และส่วนเท้ามีความสำคัญที่สุด ในบทนี้เราจะวิเคราะห์วงจรของการเดินเพื่อจะกำจัดลักษณะต่าง ๆ ให้กระชับเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ จึงวิเคราะห์เฉพาะส่วนที่อยู่ต่ำกว่าสะดือ UMBILICUS ลงมาจะพูดและวิเคราะห์เกี่ยวกับส่วนของขา ลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อของขา

เริ่มการทดลองด้วยการใช้ STROBOSCOPIC PHOTOGRAPHS สังเกตุการเคลื่อนที่ของขา เท้ามีความสัมพันธ์กันจนมีระยะหนึ่งการเคลื่อนที่นี้จะมีลักษณะซ้ำกันอีก แบ่งช่วงเวลาที่ส้นเท้าเริ่มแตะพื้นครั้งแรก 0% ส้นเท้าแตะพื้นครั้งที่ 2 100% จะเห็นว่าการเดินมีอยู่เพียง 2 ช่วง คือ ระยะที่ 1 คือช่วงยืนทรงตัว (STANCE PHASE) ซึ่งเป็นเวลา 60% ของวงจรการเดินและระยะที่ 2 คือช่วงที่เหวี่ยงขา มีช่วงอยู่ช่วงหนึ่งซึ่งเป็นช่วงที่ขาทั้งสองข้างอยู่ในลักษณะที่รับน้ำหนักเรียกช่วงนี้ว่า ช่วง DOUBLE STANCE

ช่วงยืนทรงตัว STANCE PHASE เป็นช่วงที่ขารับน้ำหนักลำตัวหลังจากที่ส้นเท้าแตะพื้นช่วงส้นเท้าแตะ (HEET STRIKE) พื้นจนเปลี่ยนเป็นเต็มเท้า (FOOT PLATE) เป็นช่วงแรกของการเดินซึ่ง 15% ของวงจรการเดินระยะที่ 2 เป็นระยะที่เท้าเต็มพื้นซึ่งอยู่ในระยะเวลา 15% – 30% ของวงจรการเดินซึ่งเรียกระยะนี้ว่า MID - STANCE เป็นระยะที่คนเดินจะทรงตัวด้วยขาข้างเดียวและค่อยเปลี่ยนเป็นระยะส้นเท้ายก (HEEL OFF) ไปถึงระยะที่ข้อเข่าพับงอซึ่งเป็นช่วงที่เรียกว่า PHUS OFF ช่วงนี้จะทำให้เส้นกราฟการเดินเป็นคลื่นขึ้นลง น้ำหนักของตัวทั้งหมดอยู่ที่ปลายเท้า (DOWN HILL) ซึ่งเป็นที่ใช้ระยะเวลา 25% (30%–55%) ของวงจรการเดิน เริ่มต้นตั้งแต่ส้นเท้าแตะพื้นจนกระทั่งถึงข้อเข่าพับและจุดข้อสะโพก (HIP JOINT) เพื่อที่จะเข้าไปอยู่ในลักษณะที่เหวี่ยงขาไปข้างหน้า ในขณะที่ข้อเข่าพันนั้นขาอีกข้างหนึ่งซึ่งอยู่ในช่วงเหวี่ยงขา เอาส้นเท้าแตะพื้น ขาอีกข้างเดิมก็เริ่มเข้าสู่ช่วงเหวี่ยง ปลายช่วงยืนทรงตัว STANCE PHASE จะมีอยู่ช่วงหนึ่งซึ่งมีเวลาประมาณ 5% (55% – 60%) ของวงจรการเดิน ซึ่งเป็นช่วงที่เรียกว่าช่วงการส่ง (ACCELERATION) ซึ่งใช้ปลายเท้ายันพื้นและออกแรงส่ง

ช่วงเหวี่ยงขา SWINGPHASE ใช้ช่วงเวลา 40% ของวงจรการเดิน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระยะ

1. ระยะเริ่มต้นการเหวี่ยงขา INITIAL SWING
2. ระยะกลาง MID SWING
3. ระยะลดการเหวี่ยง DECELERATION SWING

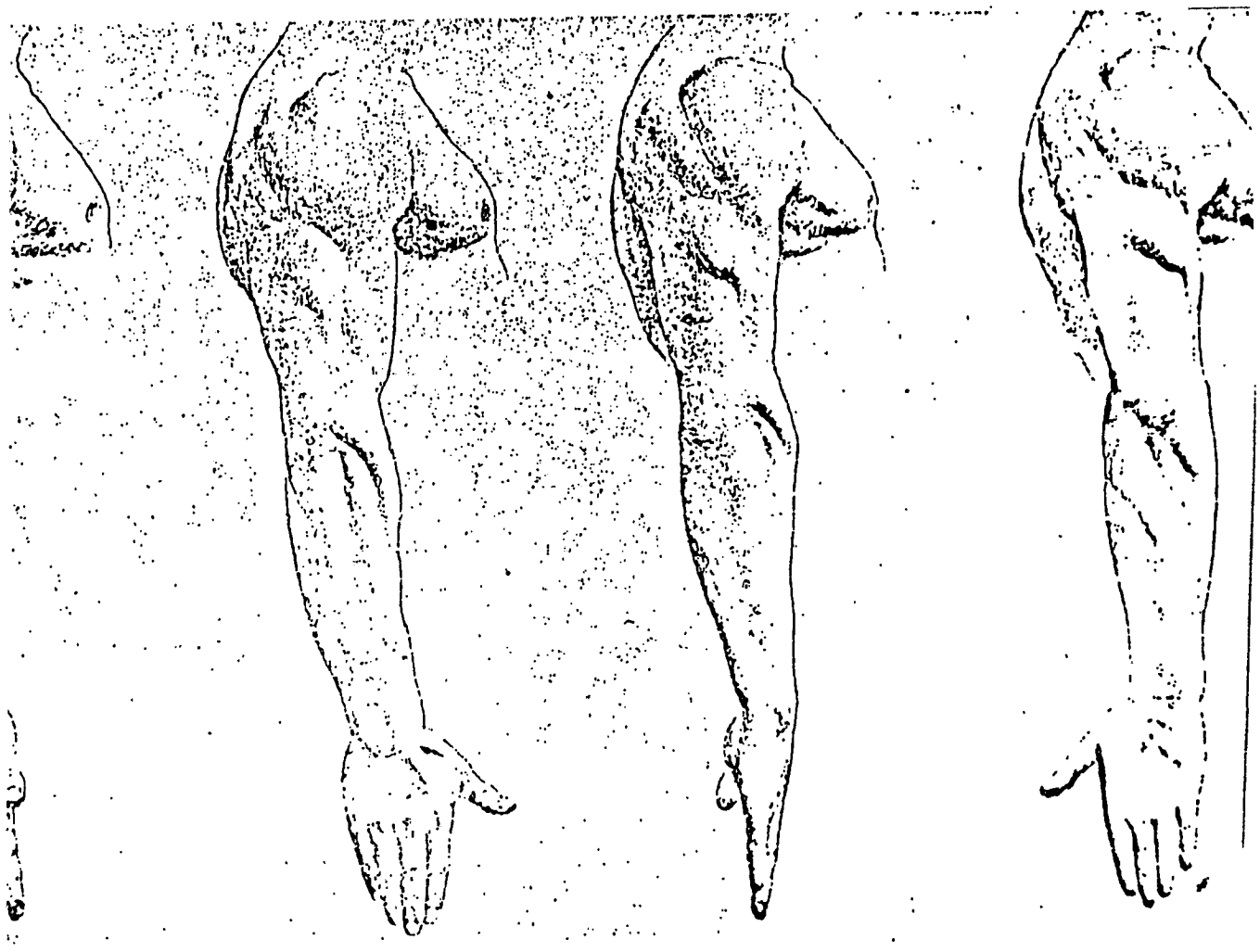
ช่วงระยะเริ่มต้นการเหวี่ยงขา INITIAL SWING เป็นช่วงแรกของช่วงที่ใช้เวลาช่วงนี้ 10% ของวงจรการเดิน เริ่มจากปลายเท้าจะยกสูงขึ้นจนเท้าไม่สัมผัสพื้นเป็นช่วงที่ทำให้ข้อเข่าพับและเคลื่อนไปข้างหน้าด้วยการพับข้อสะโพก

ช่วงระยะกลาง MID SWING เป็นช่วงที่ใช้เวลามากที่สุดในช่วง SWINGPHASE จะใช้เวลา 80% ของช่วง SWING PHASE เริ่มต้นจากข้อเข่าเริ่มคีดออกและเท้าเริ่มต่ำลงและไปข้างหน้าปลายเท้าก็เริ่มต่ำลง

ช่วยลดการเหวี่ยงขา DECELERATION เป็นช่วงที่ใช้ระยะ 10% ของช่วงการเหวี่ยงขา ขาจะอยู่ในลักษณะที่ถูกเหวี่ยงอยู่ข้างหน้าและแรงดึงดูดของโลกก็ดึงเท้าลงต่ำจนกระทั่งส้นเท้าสัมผัสกับพื้น ซึ่งเป็นช่วงที่ครบรอบการเดิน

สรุป การก้าวเดินของขาและเท้าเพียงข้างเดียวสามารถแยกออกเป็น 3 จังหวะหลังจากการยืนทรงตัวแล้ว

1. ช่วงส้นเท้าแตะพื้น (HEEL STRIKE)
2. ช่วงเปลี่ยนเป็นเท้าเต็มพื้น (FOOT PLATE)
3. ช่วงยกส้นเท้า (HEEL OFF)



ภาพที่ 57 การวางมือและแขนในขณะก้าวเดินด้านข้าง

3.2.11 การศึกษาการวางตำแหน่งของมือในขณะเดิน

จากรูปแสดงให้เห็นว่ามือในลักษณะ (DEMIPRONATION) ที่ถนัดและสบายมากที่สุด ซึ่งตามลักษณะการวางแขนและไหล่ตามปรกติแล้วจะอยู่ในลักษณะ DEMIPRONATION ซึ่งเป็นลักษณะที่กล้ามเนื้อของแขนและมือจะอยู่ในลักษณะปรกติ เพราะฉะนั้นการจับถือต่างที่ วางแขนและมือในลักษณะนี้ จะทำให้เกิดการเมื่อยล้าน้อยที่สุด ด้วยเหตุดังกล่าวการออกแบบไม้ค้ำยันรักแร้นี้จึงจัดตั้งมือจับให้อยู่ในลักษณะ DEMIPRONATION และข้อมือที่กดน้ำหนัก (ดังรูป) ต้องทำมุมกับกระดูก ULHAR และกระดูก RADIAL ไม่ควรมากกว่า 45 องศา เพราะว่าจะทำให้เกิดการเมื่อยเร็วกว่าปรกติและมีพื้นที่เพียงพอที่จะรับอุ้งมือ

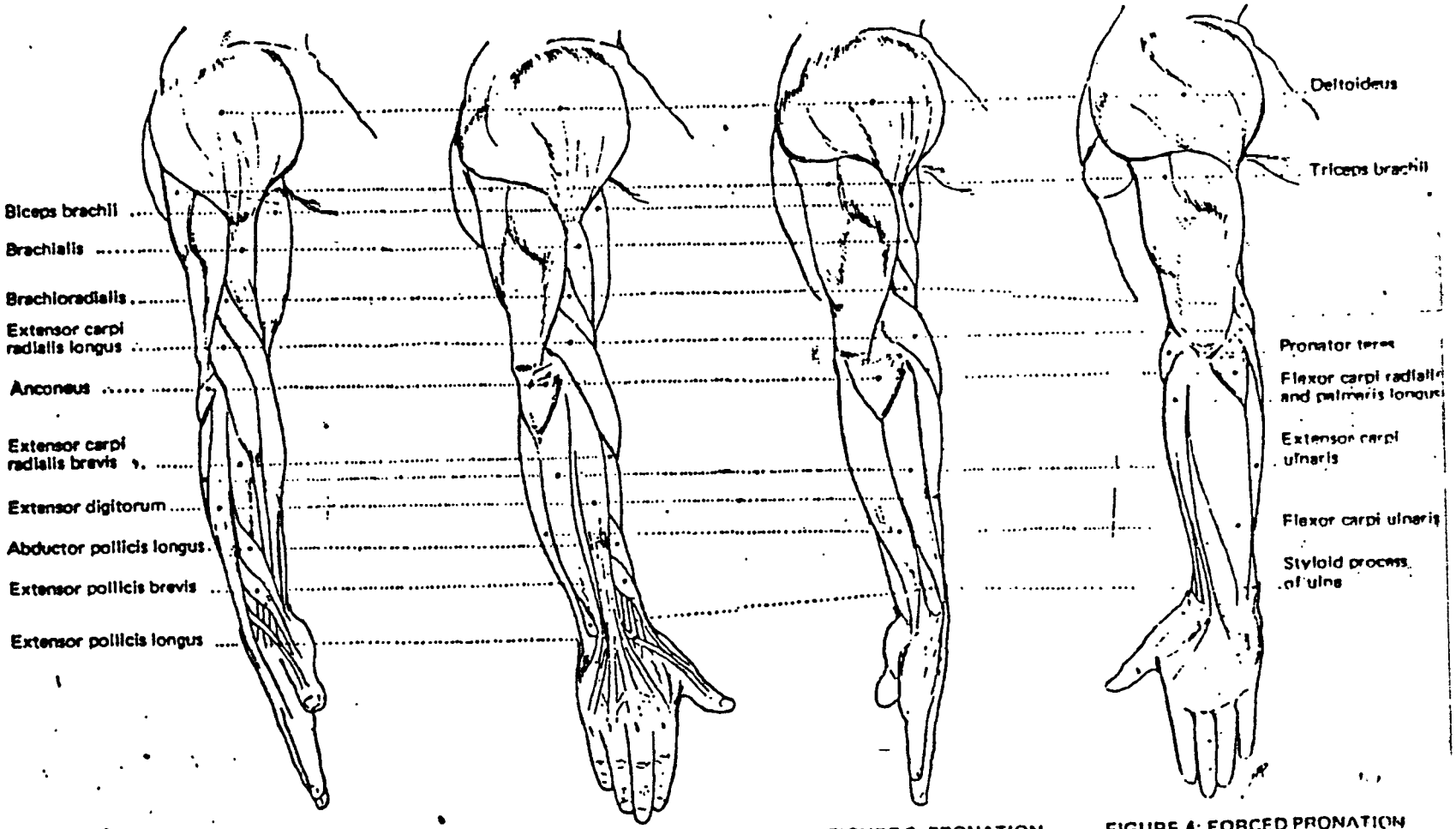


FIGURE 1: SUPINATION FIGURE 2: DEMIPRONATION FIGURE 3: PRONATION FIGURE 4: FORCED PRONATION

ภาพที่ 58 การวางมือในขณะเดินช้าง

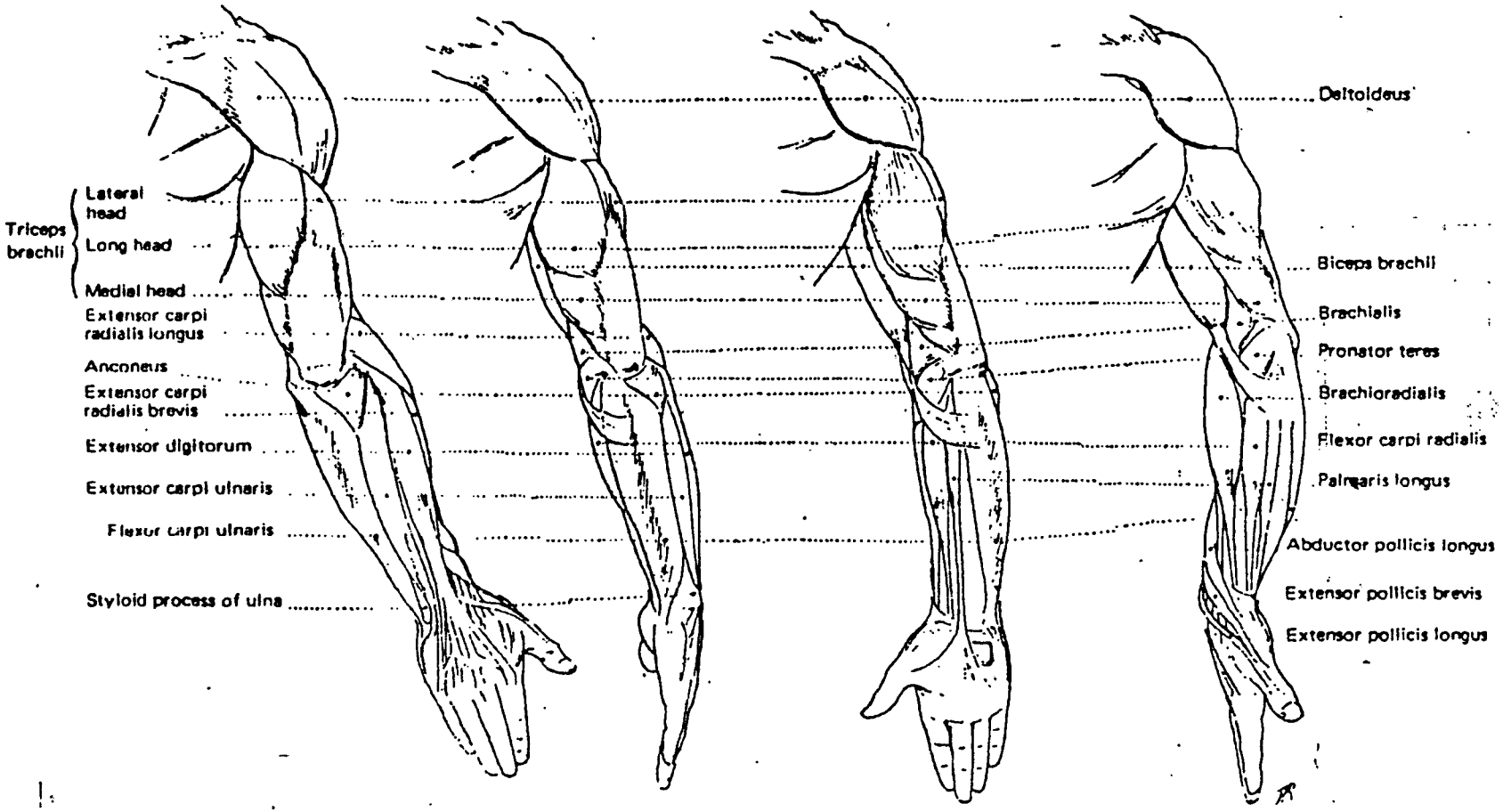


FIGURE 1. SUPINATION FIGURE 2: DEMIPRONATION FIGURE 3: PRONATION FIGURE 4: FORCED PRONATION

ภาพที่ 59 การวางมือในขณะเดินด้านหลัง

3.2.12 ศึกษาการปรับระดับของไม้ค้ำยันรักแร้

ไม้ค้ำยันรักแร้สำหรับคนที่เกิดอุบัติเหตุทางขา ซึ่งเป็นสิ่งที่กำหนดไม่ได้ว่าคนที่จะได้รับอุบัติเหตุนั้นจะเป็นคนประเภทใด ชาย หญิง รวมถึงไม่ทราบว่าคนนั้นจะมีขนาดสัดส่วนความสูงเท่าใด ดังนั้น ไม้ค้ำยันรักแร้จึงจำเป็นที่จะต้องมีการปรับระดับให้สูงต่ำได้ โดยอาศัยระดับต่าง ๆ กัน

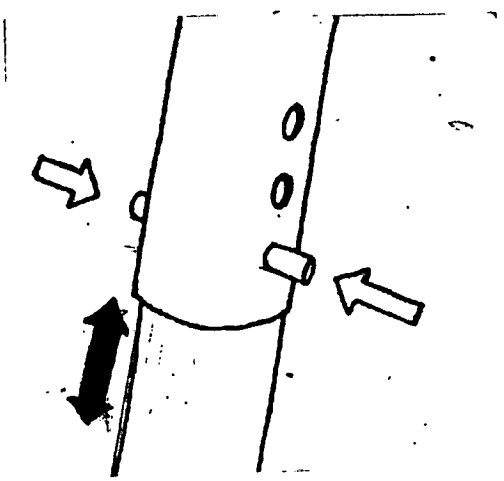
ข้อต่อ หมายถึงการประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน อาจมีการพับเก็บในบางชิ้นส่วนเพื่อให้มีขนาดที่ประหยัดเนื้อที่ หรือมีการปรับระดับความสูงต่ำให้ได้ขนาด หลายระดับ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน เช่น ไม้ค้ำยันรักแร้ ซึ่งจะต้องมีความแข็งแรงและสะดวกต่อการใช้งาน รูปแบบที่นำมาพิจารณาในการปรับระดับของไม้ค้ำยันรักแร้ มีดังนี้

- ระบบปุ่มล็อค
- ระบบเกือยเสียบ
- ระบบสกรูอัด
- ระบบปรับหมุนแบบเกลียว
- ระบบปรับแบบบีบล็อค

ระบบปุ่มล็อค มีลักษณะเป็นปุ่มเหล็กกลมสองด้าน ล็อคเข้ากับรูที่เจาะเว้นระยะตามความต้องการ ภายในมีสปริงบังคับ เมื่อกดปุ่มล็อคเข้าจึงสามารถเลื่อนท่อนขาตัวในลงได้

ข้อดี – ใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว

ข้อเสีย – มีระยะความสูงจำกัดไม่ต่อเนื่อง



ภาพที่ 60 ภาพแสดงระบบปุ่มล็อค

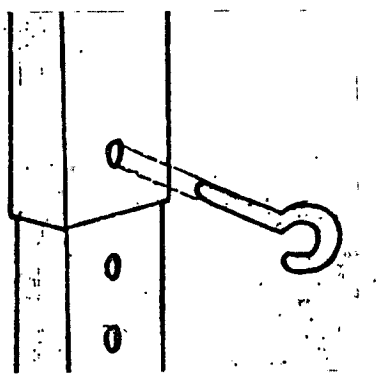
ระบบเคือยเสียบ มีลักษณะเป็นรางเลื่อนเจาะรู เว้นระยะห่างตามต้องการ มีที่ล็อค เป็นเคือยเสียบ สกัดกับรูทั้งสองข้าง

ข้อดี – การผลิตง่าย

ข้อเ – คงทนแข็งแรง

ข้อเสีย – ไม่สะดวกในการปรับระดับเพราะต้องเสียบสลักให้รูตรงกันทั้งสองด้าน

– มีระยะความสูงจำกัดไม่ต่อเนื่อง



ภาพที่ 61 ระบบเคือยเสียบ

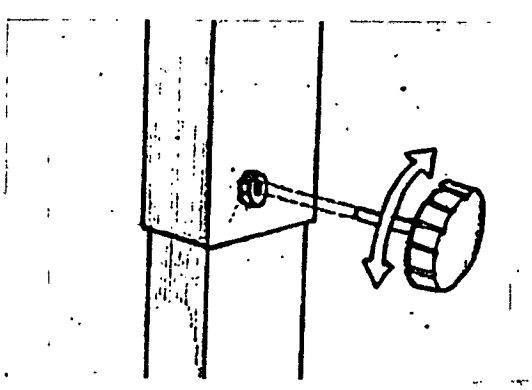
ระบบสกรูอัด มีลักษณะเป็นท่อนขาเสียบซ้อนกัน ตัวล็อคเป็นเกลียวหมุนเข้ากันน็อต หมุนเข้าออกเพื่อบีบรัดและคลายท่อนขาข้างใน

ข้อดี – ติดตั้งง่าย

– การปรับทำได้สะดวก

– สามารถปรับได้ละเอียดหลายระดับต่อเนื่องกัน

ข้อเสีย – ต้องหมุนตัวล็อคให้แน่นจึงจะมั่นคง



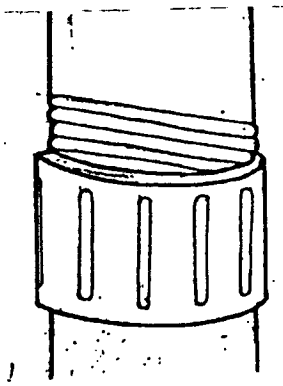
ภาพที่ 62 ระบบสกรูอัด

ระบบการปรับแบบหมุนเกลียว มีลักษณะเป็นท่อนขาสองท่อน ที่มีเกลียวแบบรูหมุนบีบจับกัน

ข้อดี – การปรับระดับทำง่าย

ข้อเสีย – การผลิตค่อนข้างยุ่งยาก

– ไม่คงทน



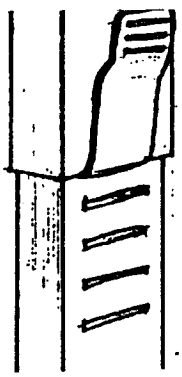
ภาพที่ 63 ระบบการปรับปมุนเกลียว

ระบบปรับระดับแบบบีบล็อค มีลักษณะเป็นก้านสำหรับบีบล็อคท่อนขาโดยมีสปริง เป็นแรงดัน เมื่อบีบจะคลายเมื่อปล่อยจะล็อค

ข้อดี – ปรับได้สะดวก

ข้อเสีย – การผลิตยุ่งยาก

– ไม่คงทน



ภาพที่ 64 ระบบบีบล็อค

สรุป ใช้แบบที่ 1 เพราะมีราคาถูก และสามารถผลิตง่าย คือ ระบบปุ่มล็อค

3.3 การศึกษาวัสดุทำโครงค้ำยัน

การศึกษาเรื่องที่เกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ไม้ค้ำยันรักแร้ ในการวิจัยศึกษาก็สามารถจะกำหนดวัสดุในการผลิตที่ใกล้เคียงและสามารถนำมาผลิตได้ดีและเหมาะสม ซึ่งโครงสร้างหรือส่วนประกอบของไม้ค้ำยันรักแร้ ส่วนมากจะเป็นวัสดุจำพวกพลาสติกทั้งสิ้น ดังนี้ คือ

ศึกษาชนิดของวัสดุและคุณสมบัติที่เหมาะสมที่นำมาใช้ในการออกแบบ

พลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ คือ

1. THERMOSOTTING
2. THEMOPLASTIC

1. THERMOSETTING

พลาสติกที่มีรูปทรงถาวรเมื่อผ่านการผลิตโดยความร้อนและแรงอัดแล้ว จะนำไปหลอมและละลายกลับมาใช้อีกไม่ได้ ที่สำคัญและใช้กันอยู่ทั่วไป คือ AMINO, UREA, EPOXY, PHENOLIC, POLYESTER, SILICONE, ÇRETHANE, POLYURETHANE

2. THEMOPLASTIC

พลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก หลังจากนำไปหล่อทำเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว ที่สำคัญและใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป ได้แก่ ACETAL, ACRYLIC, POLYMIDE (NYLON), POLYSTYRENE, ABS, VINYL, POLYCARBONATE

คุณสมบัติต่าง ๆ ของพลาสติก

จากข้อกำหนดของพลาสติก ได้ทำการเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน เพื่อหาข้อสรุปในการเลือกใช้ชนิดของพลาสติกที่เหมาะสมที่สุด

1. POLYSTYRENE
2. IONOMER
3. POLYCARBONATE
4. POLYPROPYLENE
5. POLYSULPHONE

1. โปลีสไตรีน (POLYSTYRENE)

ตามความเป็นจริงแล้วโปลีสไตรีนถูกค้นพบในปี 1830 แต่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ในการอุตสาหกรรม จนกระทั่งปี 1983 พลาสติกชนิดนี้มีปริมาณการผลิตมากที่สุดชนิดหนึ่ง

และด้วยความต้องการให้มีคุณสมบัติพิเศษต่างจากชนิดเดิม จึงได้ผสมวัสดุชนิดอื่น ๆ เข้าไปกลายเป็นพลาสติกชนิดใหม่ เช่น

ABS (ACRYLONITRILE - BUTADIENE - STYRENE)

SAN (STYRENE ACRYLONITRILE)

SMM (STYRENE METHYL METHACRYLATE)

คุณสมบัติ

โปลีสไตรีนมีน้ำหนักเบาที่สุดในพลาสติกชนิดแข็ง (RIGID PLASTIC) มี ก.พ. 0.89 – 1.1 มีความหดตัวน้อยมาก

โปลีสไตรีนมีความคงรูปดีแต่เปราะ สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทั้งใสและฝ้า และมีผิวเรียบและขรุขระ ไม่มีรสและกลิ่น เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีมีความดูดซับน้ำต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก ทนความร้อนได้พอสมควร ทนสารเคมีที่ใช้ในบ้านได้ ทนกรดและด่างชนิดอ่อนได้ ไม่ทนน้ำมันเบนซิน ทินเนอร์ น้ำมันสน

การใช้ประโยชน์

ใช้กล่องบรรจุอาหารชนิดใส กล่องบรรจุของใช้อื่น ๆ เช่น แปรงสีฟัน ของเด็กเล่น ไม้บรรทัดราคาถูก โปลีสไตรีนชนิดดี เช่น เอบีเอส ใช้ทำแผงและตู้โทรทัศน์วิทยุ ปุ่มหมุนของวิทยุโทรทัศน์ หมวกกันน็อค กระเป๋าเดินทาง ถาดอาหาร ชิ้นส่วนในรถยนต์

ในรูปโฟม ซึ่งเรารู้จักดีในชื่อ สไตรีนโฟม (STYRENEROAM) ใช้ทำป้ายและสิ่งประดับในงานต่าง ๆ วัสดุกันแตกในระบบอุตสาหกรรม แผ่นฉนวนกันความร้อนและเสียง

ลักษณะทางกายภาพของ POLYSTYRENE

ความถ่วงจำเพาะ	1.04 – 1.10
ปริมาตร ลบ.นิ้ว/ปอนด์	25.2 – 28
ทนแรงดึง	1,500 – 12,000
ทนแรงอัด	4,000 – 16,000
ทนแรงกระทบ	0.25 – 11.0
ทนความร้อน	150 – 180 ฟ
ความใส	ใส – ทึบ

ลักษณะทางกายภาพของ POLYSTYRENE

ทนแสงแดด	เหลือง
ทนกรด	ทนชนิดออนได้ ถูกทำลายโดย OXIDIZING ACIDS
ทนด่าง	ได้
ทนสารละลาย	ละลายได้ใน AROMATIC

เอบีเอส

เป็นสไตรีนชนิดที่ได้รับการปรับปรุงขึ้นใช้ในปี ค.ศ. 1948 รับแรงกระทบได้ดีมาก ทนความร้อนได้ถึง 212 ฟ ทนกรดด่างได้ดีพอสมควร เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี มีคุณสมบัติพิเศษที่ชุบโครเมี่ยมได้ดี จึงนิยมนำไปทำปุ่มหมุนวิทยุโทรทัศน์

การใช้ประโยชน์

ใช้ทำหมวกกันน็อค ผนังในตู้เย็น เครื่องรับโทรศัพท์ แผงและตู้วิทยุโทรทัศน์ ปุ่มหมุนวิทยุโทรทัศน์ ถาดบรรจุอาหารบนเครื่องบิน ชิ้นส่วนในรถยนต์ กล่องแบตเตอรี่ มือจับกระเป๋าเดินทาง ฯลฯ

ลักษณะทางกายของ ABS (ACRYLONITRILE - STYRENE)

กรรมวิธีการผลิต	INJECTION, EXTRUSION, ELECTROSTATIC
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	380 – 550 ฟ
ความหดตัวหลังการผลิต	0.003 – 0.008 นิ้ว/นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.02 – 1.08
ทนแรงดึง	4,000 – 9,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	7,000 – 12,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	2 – 8 ที่ 70 ฟ
ความแข็ง	0.8 – 3.5 ที่ 40 ฟ

ลักษณะทางกายภาพของ ABS (ACRYLONITRILE - STYRENE)

ทนความร้อนโดยปกติ	75 - 115
ความดูดซึมน้ำ (24 ชม.)	140 - 230 ฟ
ทนกรด	0.2 - 0.45 ดี แต่ไม่ทนกรดแก่ชนิด OXIDIZING

กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมพลาสติก (พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์: 2521: หน้า 101)

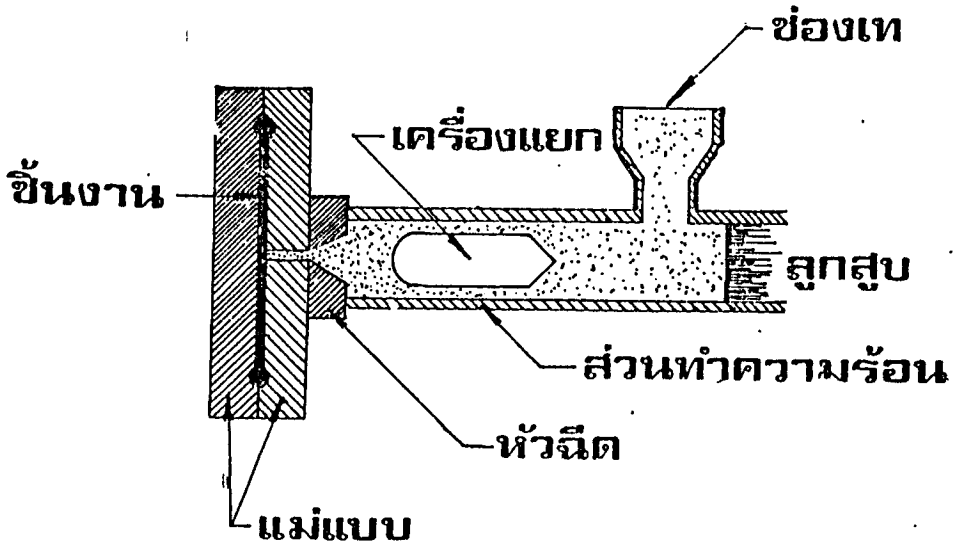
แยกออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ประเภทหล่อพลาสติกเม็ดและผง โดยใช้ความร้อนและแรงอัดในแม่แบบปิด (MOLDING)
   - แบบอัด (COMPRESSION)
   - แบบฉีด (INJECTION)
   - แบบรีด (EXTRUTION)
   - แบบเป่า (BLOW)
   - แบบลูกกลิ้ง (CALENDERING)
2. ประเภทหล่อพลาสติกเหลว (CASTING)
   - แบบหล่อเย็น (SIMPLE)
   - แบบหล่อร้อน (PLASTISOL)
3. ประเภทอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น (THERMOFORMING)
   - แบบอัดด้วยแมแบบ (MECHANICAL)
   - แบบสูญญากาศ (VACUUM)
   - แบบลมอัด (BLOW)
4. ประเภทหล่อพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง (REINFORCING)
   - แบบใช้มือทา (HAND LAY - UP)
   - แบบใช้เครื่องพ่น (SPRAY UP)
   - แบบอัดเหลว (PREMIX MOLDING)
   - แบบถุงอัดอากาศ (PRESSURE - BAG MOLDING)
   - แบบถุงสูญญากาศ (VACUUM - BAG MOLDING)

5. ประเภทหล่อโฟม (FOAMING)

- แบบหล่อพลาสติกเม็ด (MOLDING EXPANDABALE POLYSTYRENE)
- แบบหล่อพลาสติกเหลว (CASTING RIGID & FLEXIBLE POLYHROTH ANEFOAM)

1. ประเภทหล่อพลาสติกเม็ดและผง โดยใช้ความร้อนและแรงอัดในแม่แบบแบบฉีด (INJECTION MOLDING)



กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตเป็นกรรมวิธีที่ออกแบบเพื่อใช้กับเทอร์โมพลาสติกโดยเฉพาะ ผลิตได้ปริมาณมากและรวดเร็ว มีลักษณะคล้ายแบบอัดส่ง (TRANSFER MOLDING) แต่ยุ่งยากมากกว่า ทำได้รวดเร็วกว่า

ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้:

1. เทพลาสติกผงหรือเม็ดลงในช่องเท (HOPPER)

2. ลูกสูบจะอัดเม็ดพลาสติกให้ผ่านไปที่ส่วนทำความร้อน (HEATING CYLINDER) ซึ่งมีอุณหภูมิ 300 – 650 ฟ โดยแยกผ่านเครื่องแยก (TORPEDO OR SPREADER) เพื่อให้ได้รับความร้อนสม่ำเสมอกัน

3. พลาสติกเหลวจะถูกอัดผ่านหัวฉีด (NOZZIE) ไปยังแม่แบบปิดด้วยแรง 5,000 – 40,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว

4. พลาสติกจะเย็นและแข็งตัว โดยระบบระบายความร้อนด้วยน้ำในช่องเนื้อแม่แบบ

5. ชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ จะถูกวางในโครงบังคับก่อน แล้วทิ้งไว้จนเย็นลงกันการบิดงอ

ชนิดของพลาสติก ใช้พลาสติกพวกเทอร์โมพลาสติกเกือบทุกชนิดเช่น ACETOL, ACRYLIC, FLUOROCABON, POLYAMIDE, POLYAMIDE, POLYOAFIN, POLYSTYRENE

ชนิดของผลิตภัณฑ์ กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ ใช้ผลิตภัณฑ์ได้อย่างกว้างขวางเกือบทุกประเภท วิธีสังเกตง่าย ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ ให้ดูรอยกลมนูนที่ด้านล่าง หรือส่วนที่มองไม่เห็นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นรอยพลาสติกเหลวถูกอัดเข้าในแม่แบบ ชิ้นงานที่ออกมา มีความเรียบร้อยสวยงามกว่า (พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์: 2525: 54 – 60)

อะคริลิค (ACRYLICS)

หรือ POLYMETHYLMETHACRYLATE และรู้จักกันดีในชื่อการค้า คำว่าเพลกซิกลาส PLEXIGLAS ลูไซท์ LUCITE โพลีกลาส POLYGLAS ฯลฯ ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรม ส.ร.อ. ปี ค.ศ. 1936 อะคริลิคได้ถูกนำไปผสมกับพลาสติกชนิดอื่น เช่น สไตรีน (STYRENE) บ้าง พีวีซี (P.V.C.) บ้าง เกิดเป็นพลาสติกชนิดใหม่ เช่น METHYL METHACRYLATE STYRENE

<u>คุณสมบัติ</u>

เป็นพลาสติกที่ใสที่สุดชนิดหนึ่ง แข็งแรงพอสมควร เป็นรอยขีดข่วนง่าย (ชนิดพิเศษแข็งแรงมาก) ทนแสงอุลตราไวโอเลทได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมาก ทนสารเคมีได้พอสมควร ไม่ควรให้ถูกน้ำมันเบนซิน อาซีโทน คลอโรฟอร์ม สเปรย์น้ำหอม และพวกกรมออกซิไดซิ่ง (OXIDIZING ACIDS) ชนิดเข้มข้น

อะคริลิคยังเป็นสีต่าง ๆ ได้มีทั้งชนิดใส ฝ้า และทึบแสง เมื่อจับจะรู้สึกอุ่นและสบายมือ

<u>การใช้ประโยชน์</u>

นิยมนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ป้ายร้านค้า ป้ายโฆษณา โคมหลังคา กระจกแว่นตา เลนซ์ โคมไฟ เฟอร์นิเจอร์ ถาดและถ้วยบรรจุของเหลวชนิดใส ฯลฯ ในรูปเส้นใยใช้ทำพรม และสีพ่นรถยนต์

ขณะนี้ประเทศไทยมีโรงงานผลิตแผ่นอะคริลิคหลายแห่ง จะอธิบายขั้นตอนการผลิตแผ่นอะคริลิคโดยละเอียด

ลักษณะทางกายภาพ

ของ ACRYLIC - METHYL METHACRYLATE

กรรมวิธีการผลิต	INJECTION, EXTRUSION, CASTING ELECTROSTATIC
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	324 - 475 ฟ
ความหดตัวหลังการผลิต	0.02 - 0 - 08 นิ้ว/นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.17 - 1.20
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	23.7 - 23.1
ทนแรงดึง	8,000 - 12,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	12,000 - 18,500 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	0.3 - 0.5
ความแข็ง	M 85 - M 105
ทนความร้อนโดยปกติ	140 - 190 ฟ
ความดูดซึมน้ำ	0.3%
อัตราการเผาไหม้	ช้า
ทนกรด	ดี (ไม่ทนกรด OXIDIZING ACIDS ชนิดเข้มข้น)
ทนด่าง	ดี (ไม่ทนด่างแก่)
ทนสารละลาย	ดี (แต่ไม่ทน KETONES, ESTERS, AROMATIC และ CHLORINATED HYDROCARBONS)
ทนแสงแดด	ดีมาก
ความใส	ใสมาก

ลักษณะทางกายภาพ

ของ POLYETHYLENE

	LOW DENSITY	INTERMEDIATE DENSITY	HIGH DENSITY
ความถ่วงจำเพาะ	0.91–0.925	0.925–0.926	0.941–0.965
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	30.25	29.8	29.2
ทนแรงดึง ปอนด์/ตร.นิ้ว	1000–2300	1200–3500	3100–5500
ทนแรงกระทบ	ไม่ฉีกขาด	0.5–16.0	0.8–2.00
ทนความร้อน	180–212 ฟ	220–250 ฟ	250 ฟ
ความดูดซึมน้ำ (24 ชม.)	0.015	0.01	0.01
ความง่ายต่อการติดไฟ(นิ้ว/นาที)	1.04	1.02	1.02
ทนแสงแดด	ชนิดสีดำทนได้พอสมควร ชนิดอื่นควรใช้แผงป้องกันแสงอุลตราไวโอเลทและตัว ANTIOXIDANES		
ทนกรดอ่อน	เลว	ได้	ได้
ทนกรดแก่	ไม่ทน OXIDIZING ACIDS	จะถูกทำลายอย่างช้า ๆ จาก OXIDIZING ACIDS	
ทนด่างอ่อน – แก่	ได้	ได้	ได้
ทนสารละลาย (ORGANIC SOLVENTS)	ได้ถ้าต่ำกว่า 140 ฟ		ได้ต่ำกว่า 170 ฟ

โพลีโอเลฟิน (POLYOLEFINS)

แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. โพลีเอทธีลีน (POLYETHYLENE)

2. โพลีโพรพิลีน (POLYPROPYLENE)

คุณสมบัติ

โพลีเอทธีลีน มีน้ำหนักเบามาก คือ มีความถ่วงจำเพาะ 0.92 เท่านั้น ในรูแผ่นบาง สามารถพับงอได้ดี มีความหนามากขึ้นจะคงรูป รับแรงดึงและแรงอัดได้น้อย มีความยืดตัวได้สูง ถึง 500% ฉีกขาดยาก มีลักษณะคล้ายขี้ผึ้ง ไม่เกาะติดน้อย เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดีมาก ทนความร้อนได้น้อย แต่ทนความเย็นได้ขนาด – 100 ฟ ได้โดยไม่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนแปลง ทนกรดและด่างอ่อน แต่จะเกิดปฏิกิริยาอย่างช้า ๆ ไม่ทนน้ำมันและไขมัน โดยเฉพาะน้ำมันก๊าซ น้ำมันเบนซิน และในขณะที่มีอุณหภูมิสูง แม้ว่าจะไม่ดูดซึมความชื้นแต่ยอมให้ก๊าซผ่านได้จึงเหมาะสำหรับใช้บรรจุอาหารสด เช่น ผัก ผลไม้ และเนื้อได้ดี

โดยทั่วไป โพลีเอทธีลีนมีลักษณะใสเมื่อเป็นแผ่นบาง จะมีสีขุ่นเมื่อความหนาเพิ่มขึ้น สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ตามความต้องการ ไม่แนะนำให้ใช้ภายนอก

การใช้ประโยชน์

โพลีเอทธีลีนมีปริมาณการใช้สูงสุดในพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก แม้ว่าราคาต่อปอนด์จะไม่ถูกที่สุด แต่เพราะมีน้ำหนักเบากว่าจึงสามารถผลิตได้ปริมาณมาก

นิยมใช้ทำถุงบรรจุอาหารและเสื้อผ้า ตุ๊กตาเด็กเล่น ดอกไม้พลาสติก ภาชนะบรรจุ เครื่องใช้ในครัว ถาดทำให้แข็งในตู้เย็น ขวด และภาชนะบรรจุของเหลว เขียง ฯลฯ

นอกจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวแล้ว โพลีเอทธีลีนยังนิยมนำไปเคลือบตะแกรงโลหะใส่ของต่าง ๆ อย่างมากมาย

โพลีสไตรีน (POLYSTYRENE)

คุณสมบัติ

โพลีสไตรีนมีน้ำหนักเบาที่สุดในพลาสติกชนิดแข็ง (RIGID PLASTIC) มี ถ.พ. 0.89 – 1.1 มีความหดตัวน้อยมาก

โพลีสไตรีน มีความคงรูปดีแต่เปราะสามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทั้งใส ฝ้า และทึบ ผิวมีทั้งเรียบและขรุขระ ไม่มีรส และกลิ่น เป็นฉนวนไฟฟ้าดี ความดูดซึมน้ำต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก ทนความร้อนได้พอสมควร ทนสารเคมีใช้ในบ้านได้ ทนกรดและด่างชนิดอ่อนได้ไม่ทน น้ำมันเบนซิน ทินเนอร์ อาซีโทน น้ำมันสน .

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

3.4 กราฟฟิคสีสรรและการตกแต่ง

นอกเหนือจากงานออกแบบที่เน้นหนักไปทางด้าน (พิจารณาจากปัญหาเบื้องต้น) อันเป็นประสิทธิภาพทางการใช้งาน ของตัวผลิตภัณฑ์แนวทางการออกแบบยังเน้นทางด้านของอารมณ์และความรู้สึกในลักษณะอันเป็นนามธรรม โดยอาศัยหลักเกณฑ์ทางด้านศิลป เพื่อบรรลุตามจุดมุ่งหมาย

จากความสำคัญและจุดมุ่งหมายดังกล่าว สามารถแยกแยะประเด็น เพื่อที่จะหาแนวทางการออกแบบในส่วนนี้ได้ว่า

1. ผลิตภัณฑ์จะต้องมีส่วนในการโปรโมทสินค้าในอีกทางหนึ่ง นอกเหนือจากการใช้งานปกติคือ การนำเสนอสินค้าอยู่แล้ว ได้แก่ มีลักษณะของการดึงดูดเชิญชวนต่อผู้พบเห็น สนับสนุนสินค้าให้เด่นชัด สร้างความน่าสนใจ

2. มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับข้อจำกัดทางด้านสถานที่ใช้งานตามที่กำหนด เพื่อให้เกิดประสิทธิผลดังจุดมุ่งหมายเต็มที่

เมื่อทราบถึงแนวทางการออกแบบที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ก็สามารถกำหนดเป็นลักษณะของงานออกแบบที่ต้องการใน 3 ส่วนนี้ (กราฟฟิค สีสรร และการตกแต่ง) ได้ดังนี้

- ทางด้านกราฟฟิค นอกเหนือจากความกลมกลืนในการใช้สีกับส่วนของงานออกแบบแล้ว ต้องการลักษณะที่สอาด ชัดเจน เพื่อการสังเกตุและสื่อความหมายได้ด้วย
- ทางด้านสีสรร สีควรสนับสนุนเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเด่นชัด ซึ่งอาจใช้สีเข้มเน้นให้สินค้าชัดเจน แต่ต้องคำนึงถึงว่าเป็นผลิตภัณฑ์ใช้อยู่ภายในบ้านพักอาศัย และเกี่ยวข้องกับตู้เลี้ยงปลา กลุ่มผู้ใช้ส่วนมากจะเป็นบุคคลที่มีฐานะปานกลาง – ฐานะดี ซึ่งคำนึงถึงทั้งผู้ใช้งานและลักษณะเครื่องกับการใช้งาน
- ทางด้านการตกแต่ง ลักษณะของการตกแต่งทางด้านรูปฟอร์มของงานออกแบบ ควรมีความทันสมัย

สรุป ลักษณะงานออกแบบทั้ง 3 ส่วนที่กล่าวมาจะเป็นตัวกำหนดงานออกแบบตามแนวทางที่วางไว้ขั้นต้น ส่วนการจะกำหนดแน่นอนว่างานออกแบบจะเป็นเช่นไรในส่วนนั้น ๆ ยังไม่สามารถชี้ชัดได้ เนื่องจากสามารถสร้างตัวเลือกที่เข้าประเด็นตามข้อกำหนดได้หลายตัวเลือก ซึ่งต้องพิจารณาประกอบกับการทดลองออกแบบ (SDETCH DESIGN) เพื่อให้ความเหมาะสมกับที่ดีที่สุดจากทุก ๆ ส่วนของงานออกแบบอีกครั้ง ในขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาแบบ

การศึกษาเกี่ยวกับสีสรร

ทฤษฎีสี

ทฤษฎีสี เราแบ่งออกเป็น 3 สี คือ

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

เมื่อผสมแม่สีทั้งสามสีจะทำให้เกิดสีใหม่ขึ้น เมื่อนำมาเรียงกันเป็นวงจร โดยอาศัยหลักทฤษฎีสี สามารถแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. สีร้อน
2. สีเย็น

สีร้อน

คือสีที่ถึงดูดความรู้สึก (ADRNEING COLCURED) มีความสะดุดตาเมื่อมองไกล ๆ เป็นสีที่ให้ความกระชุมกระชวย

สีเย็น

คือสีที่ไม่ดึงดูดความรู้สึก ไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสบายตา สามารถมองได้นาน ๆ โดยไม่ระคายเคืองนัยตา

การเลือกสีกับผลิตภัณฑ์

นอกจากต้องการความสวยงามแล้ว สียังมีผลในการทำให้เกิดความรู้สึกในทางด้านอื่น ซึ่งเป็นผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์อยู่มาก

การใช้สีเพื่อการออกแบบ

การใช้สีตกแต่งผิวนอกเพื่อให้เกิดความสวยงามตามลักษณะของสุนทรียภาพ และเพื่อชักจูงใจสำหรับการขายและความชอบนั้น ๆ ส่วนใหญ่มักมีการตกแต่งผลิตภัณฑ์ทุกชนิดด้วยสี การแต่งผิวเพื่อชักนำโน้มน้าวให้เกิดผลทั้งทางการขาย ความสะดุดตา และความหมาย ความงามทั้งหลาย โดยประโยชน์ของสีก็ยังแยกได้ประโยชน์หลายชนิด อาจมีทั้งสีกันสนิม กันน้ำหรือต่อต้านภาวะการทำลายจากภายนอก สำหรับวัตถุหรือผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ด้วย

แต่การที่จะตกแต่งสำหรับผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องการความงามในการตกแต่งแล้วสียังเป็นสัญลักษณ์บอกถึงเป้าหมายสำหรับบอกการทำงานหรือเตือนใจ สำหรับผลิตภัณฑ์ในด้านประโยชน์ใช้สอยแต่ละอย่างด้วย โดยมีการกำหนดความหมายของสีจากความรู้สึก และการกำหนดจากมาตรฐานสากล เพื่อบ่งบอกสำหรับผลิตภัณฑ์ใช้งานตามประโยชน์ใช้สอย นอกเหนือจากผลิตภัณฑ์ตกแต่งซึ่งอาจใช้สีใด ๆ ก็ได้ ตามความต้องการของผู้ออกแบบและความนิยมของตลาดแต่สำหรับผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ด้านประโยชน์ใช้สอย รวมถึงเครื่องจักรต่าง ๆ ซึ่งอาจมีอันตรายหรือเตือนใจไว้ เช่น เครื่องจักรเคลื่อนที่ช้า เช่น เครื่องบรรทุก หรือสกูตเตอร์ ควรใช้สีเหลืองเทา หรืออาจเป็นสีเหลืองที่บริเวณส่วนหรือกันชน และสีเหลืองยังทำให้รู้สึกเบา สะอาด รวมถึงการซ่อมสีก็ทำให้ง่าย ตัวอย่างเช่น รถนักเรียนตามมาตรฐานสากลนั้น มักใช้สีในกลุ่มสีแดงหรือสีเหลือง

เครื่องจักรทางไฟฟ้า อาจใช้สีกล่องเป็นสีน้ำเงิน โดยสีผิวภายในเป็นสีแดง เพื่อเตือนถึงอันตรายหรือบริเวณที่มีกระแสไฟฟ้าสูง ก็ใช้สีสดเตือนกันไว้ สำหรับเครื่องมือในการรักษาพยาบาล กล่องหรือสิ่งแสดงต่าง ๆ ให้กากะบาทสีเขียวบนพื้นขาว เป็นต้น

ลักษณะของสีกับการใช้งาน

สีจะช่วยให้ทัศนวิสัยแจ่มใสที่สุด เมื่อนำมาใช้งาน ดังนี้

- สีอ่อนตัดกับสีแก่ (ค่าตัวแปรเปลี่ยนของสี)
- สีสดใสกับสีสดใส
- สีอ่อนตัดกับสีสดใส
- สีอุ่นตัดกับสีเย็น

สีตัดกันเองอยู่แล้วตามปกติ เช่น

- สีดำบนพื้นเหลือง
- สีเหลืองบนพื้นดำ
- สีแดงบนพื้นขาว
- สีส้มบนพื้นน้ำตาล
- สีชมพูบนพื้นดำ

เทคนิคการใช้สี

ปัญหาเกี่ยวกับเทคนิคการใช้สีมีดังนี้

1. สีกับรูปร่าง
2. สีกับผิว

3. สีกับวัสดุ

4. การกำหนดสี

5. เครื่องทำการทดสอบสี

สีกับรูปร่าง (COLOUR AND RELATION FORM)

สีกับรูปร่างมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด สีชนิดเดียวกันใช้กับของที่มีรูปร่างต่างกันจะแตกต่างกัน แท่งกลมหรือทรงกลมจะมีสีเข้มเพราะสะท้อนแสงได้ดี ทำให้จุดที่สะท้อนกับจุดที่อยู่ข้างหลังตัดกันอย่างไร จึงทำให้สีที่อยู่ตอนหลังเข้มกว่า

สีและผิว (COLOUR AND TEXTURE)

ผลิตภัณฑ์ที่มีสีขรุขระหรือผลิตภัณฑ์ที่มีจุดหรือรูปพื้นผิด หากไม่ต้องการให้เห็นง่ายให้ใช้สีด้านหรือสีอ่อน พวกเครื่องจักรหรือส่วนที่มีการให้เคลื่อนไหวไม่ควรมีสีมัน เพราะจะทำให้ระคายสายตาทำงานไม่สะดวก

พยายามใช้วัสดุบางอย่างลอกเลียนให้เหมือนของบางอย่าง เช่น ทำพลาสติกให้ได้เป็นลายไม้ ควรหลีกเลี่ยงวัสดุที่ใช้ตามความเป็นจริง

สีกับวัสดุ (COLOUR AND METBRIAL)

วัสดุที่เกี่ยวข้องกับสีมี 5 ประเภท คือ

1. สีต่าง ๆ แลคเกอร์ และเคลือบมีหลายสี

2. โลหะ คือ พวกชุบโครเมี่ยม นิเกิล ชุบอลูมิเนียม มีแตกต่างกัน

3. พลาสติก มีสีต่าง ๆ มากมาย

4. เครื่องเคลือบดินเผา

5. แก้ว

การกำหนดสี (COLOUR SPECIFICATION)

การออกแบบต้องกำหนดและในเมื่องานเสร็จเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่ขาดไม่ได้ คือ การกำหนดชนิดสีที่ต้องการบนแผ่นสี่เหลี่ยมเล็กเป็นตัวอย่าง บางครั้งนักออกแบบต้องติดตามควบคุมการใช้สีในการผลิตครั้งแรก เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการ

ความสัมพันธ์ของสีต่อผลิตภัณฑ์

1. ขนาด

1.1 สีอ่อน ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูใหญ่ขึ้น

1.2 สีเข้ม ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเล็กลง

2. น้ำหนัก

2.1 สีอ่อนและสีร้อน ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา

2.2 สีเข้มและสีเย็น ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

3. ความแข็งแรง

3.1 สีร้อน ทำให้ความรู้สึกแข็งแรงมาก

3.2 สีเย็น ทำให้ความรู้สึกแข็งแรงน้อย

4. อุณหภูมิ

4.1 สีร้อน ทำให้ความรู้สึกอบอุ่น ไม่สบายใจ

4.2 สีเย็น ทำให้ความรู้สึกสดชื่น สงบเยือกเย็น สบายใจ

5. ความสะอาด

5.1 สีขาว เป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด

5.2 สีอ่อน เช่น สีงาช้าง สีเหลืองอ่อน ฟ้าอ่อน เขียวอ่อน ให้ความรู้สึก นุ่มนวล สะอาดตา

6. ความภูมิฐาน

สีเทาเป็นสีที่ให้ความรู้สึกภูมิฐานที่สุด (อาจมีสีร้อนเน้นหน่อย) ตามปกติสีที่ใช้ในสำนักงานจะใช้สีเทาแกมเขียว และสีเทาแกมน้ำเงิน

อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

อันที่จริงแล้ว อิทธิพลของสีที่กระทบจิตใจของเราจะรู้สึกไม่เหมือนกันทุกคน ทั้งนี้เพราะบางคนพอใจอีกสีหนึ่ง ในขณะที่อีกคนหนึ่งชอบสีที่เราเกลียด ข้อนี้อาจเป็นผลมาแต่เหตุต่าง ๆ กัน เช่น คนที่เคยประสพไฟไหม้มาแล้วจนฝังจิตฝังใจแต่นั้นมา จะทนดูสีแดงไม่ได้ หรือบางคนได้รับความประทับใจจากธรรมชาติ และชอบสีเขียวมากกว่าสีใด ๆ ซึ่งแต่ละคนจะมีความชอบแตกต่างกันออกไป เพราะฉะนั้นจะต้องทราบถึงความพอใจในสีของเจ้าของ และบุคคลต่าง ๆ ควบคู่กับความรู้สึกในเรื่องของสีของผู้ออกแบบเองด้วย

สีกับความรู้สึก

สีเขียว ให้ความรู้สึกสดใส สดชื่น กระชุ่มกระชวย ให้พักสายตาได้ สีใบไม้ หรือสีเขียวเข้ม ใช้ได้ก็ในการเน้นส่วนพื้นหรือฐาน แสดงความสงบเสงี่ยม แสดงความมีฐานันดรศักดิ์

สีน้ำตาล จัดอยู่ในพวกสีอุ่น เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแห้งแล้ง ไม่ให้ความรู้สึกพักผ่อน ถ้าใช้โดดเดี่ยวจะทำให้งานเกิดความรู้สึกสลดหดหู่ใจ

สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เคร่งขรึม สุภาพเรียบร้อย เป็นผู้ดี ใช้ได้ในเนื้อที่กว้าง ลดความจ้าของสีขาว และความลึกลับของสีดำ สามารถใช้เป็นสีกลางได้ทุกสี เพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอื่น ๆ ดูแล้วสบายตา

สีดำ โดยปกติทำให้เป็นสีที่ทำให้ความรู้สึกหดหู่ ลึกลับ ให้ความรู้สึกหนักแต่มั่นคง การใช้สีดำสลับกับสีขาวในพื้นที่รวมกับสีอื่น จะทำให้เกิดความกระปี้กระเปร่า มีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำกับผลิตภัณฑ์ มีความแข็งแรง และไม่สกปรก

สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดดเดี่ยวจะให้ความรู้สึกเย็น สามารถใช้กับสีของฐานหรือที่อยู่ต่ำกว่าเพื่อเน้นให้เด่น

สีที่กล่าวมานี้เป็นสีด้านความงดงาม ที่เราตกแต่งลงบนผิววัสดุ แต่ยังมีสีที่ควรรู้สึกนั่นคือสีของวัสดุต่าง ๆ ในการให้ความรู้สึกของมันอีกมาก เช่น สีของอลูมิเนียม จะออกเป็นสีเทา สำหรับสีเทา ขาวและดำ จะจัดเป็นสีที่เรียกว่า "สีเอกรงค์" ไม่ควรใช้ร่วมกันระหว่างแม่สี (สีเหลือง แดง น้ำเงิน)

สีสำหรับผลิตภัณฑ์ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงการกำหนดนี้เท่าไรนัก ซึ่งอาจเป็นเพราะข้อกำหนดการใช้สีแทนสัญลักษณ์ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงและควรระวังในการใช้สำหรับผลิตภัณฑ์ คือ การเปลี่ยนแปลงของสีภายใต้แสงไฟต่าง ๆ ซึ่งจะเกิดผลต่อผลิตภัณฑ์เป็นอย่างมาก จากการสะท้อนแสงของสีเราจะเห็นการเปลี่ยนแปลงของสีต่าง ๆ ภายใต้จุดกำเนิดแสง ซึ่งทำให้เราทราบถึงลักษณะของสีที่เราต้องการได้

ข้อแนะนำในการใช้สี

1. การใช้สีคล้อยไปกับสิ่งแวดล้อม ผู้ใช้สีจะต้องคิดว่าสีที่ใช้นั้น กลมกลืน หรือแตกต่างกับสิ่งแวดล้อม เช่น ภูมิประเทศ ดินฟ้าอากาศ อาคารบ้านเรือนข้างเคียง เป็นต้น ถ้าใช้สีเหมือนธรรมชาติมากไปทำให้มองไม่เห็นเด่นออกมา และถ้าหากใช้สีแตกต่างกับสีของธรรมชาติมากไปก็ทำให้เกิดความไม่น่าดูไปได้ ตัวอย่างเช่น อาคารที่อยู่ในชนบท ควรใช้สีที่คล้ายกัน เช่นเดียวกับท้องฟ้าท้องนา แต่อาจเน้นให้สดชื่นขึ้นได้ เช่น ใช้สีส้มหม่น ๆ เป็นต้น

บทที่ 4

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ

จากการศึกษา และรวบรวมข้อมูลเพื่อการออกแบบ อุปกรณ์ช่วยเหลือการเดินของคนพิการทางขา ที่จะนำมาวิเคราะห์ข้อกำหนด หรือข้อพิจารณาในการเลือกส่วนต่าง ๆ ที่เหมาะสมและสัมพันธ์กับการออกแบบ สำหรับอุปกรณ์ช่วยเหลือการเดินของคนพิการทางขา จะมีรูปแบบหรือส่วนประกอบต่าง ๆ ดังตารางวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์วัสดุที่นำมาใช้ทำโครงค้ำยัน

ความต้องการของโครงค้ำยัน

- น้ำหนักเบา
- ทนแรงกระแทก
- ทนต่อแรงกด
- ทนต่อแรงดึง
- ทนต่อการสึกกร่อน
- ความแข็งแรง
- การรักษาทำความสะอาด
- ไม่เป็นสนิมง่าย
- การผลิตที่ง่าย
- ราคาถูก

ซึ่งจากข้อกำหนดความต้องการของวัสดุที่ทำโครงค้ำยัน วัสดุที่มีน้ำหนักเบา แข็งแรงและรับแรงได้ดี ได้แก่ พลาสติก, อลูมิเนียม, เหล็กกลมกลวง

ตารางที่ 18 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงค้ำยัน

วัสดุที่นำมาพิจารณา คือ

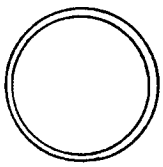
1. เหล็กกลมกลวง
2. พลาสติก
3. อลูมิเนียมอัลลอย์ด

ข้อพิจารณา	เหล็กกลมกลวง	พลาสติก	อลูมิเนียม
น้ำหนักเบา	1	4	4
ทนต่อการสึกกร่อน	2	2	4
ความแข็งแรง	4	2	3
ไม่เป็นสนิมง่าย	1	4	4
เหมาะสมกับขาค้ำยัน	3	3	4
ราคาถูก	2	3	3
รวม	13	18	22

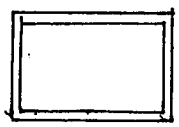
สรุป วัสดุที่มีคุณสมบัติตามความต้องการใช้ทำโครงค้ำยัน คือ อลูมิเนียมอัลลอย์ด

หมายเหตุ 4 ดีมาก
3 ดี
2 พอใช้
1 ไม่ควรนำมาใช้งาน

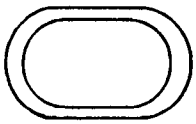
ตารางที่ 19 การวิเคราะห์รูปแบบโครงค้ำยัน



แบบที่ 1
ทรงกลม



แบบที่ 2
ทรงสี่เหลี่ยม



แบบที่ 3
ทรงสี่เหลี่ยมกลม

ข้อพิจารณา	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
มีความเหมาะสมกับรูปทรงอื่นๆ	4	2	2
ความสวยงาม	3	4	3
ความแข็งแรง	3	3	4
ลักษณะที่เหมาะสมกับร่างกาย	3	3	3
ง่ายต่อการผลิต	4	2	2
ราคาถูก	4	2	3
	21	16	17

สรุป ใช้แบบที่ 1 เหมาะสมมากที่สุด

หมายเหตุ 4 ดีมาก
3 ดี
2 พอใช้
1 ไม่ควรนำมาใช้งาน

การวิเคราะห์วัสดุทำคานรองรับรักแร้

ความต้องการของวัสดุที่จะใช้ทำคานรองรับรักแร้

- น้ำหนักเบา
- ทนแรงกด
- รับแรงกระแทก
- ทนการสึกกร่อน
- แข็งแรงทนทาน
- ไม่เป็นสนิม
- ราคาถูก
- กรรมวิธีการผลิตที่ง่าย
- สามารถเข้ากับโครงค้ำยันได้

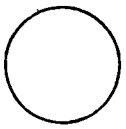
จากความต้องการของวัสดุที่จะใช้ทำคานรองรับรักแร้ ควรจะเป็นวัสดุที่เบา แข็งแรงทนทาน และราคาถูก อีกทั้งยังง่ายต่อกรรมวิธีการผลิต เพื่อความเหมาะสมที่สุด เช่น พลาสติก ไม้ ยาง เป็นต้น

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์รูปทรงตานรองรับรักแร้

รูปทรงที่นำมาพิจารณา

1. สี่เหลี่ยม

2. สามเหลี่ยม



3. วงกลม

ข้อพิจารณา	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ความปลอดภัย	1	3	4
สอดคล้องกับสรีระของรักแร้	1	4	2
คล่องตัวในการใช้งาน	1	4	4
สอดคล้องกับโครงค้ำยัน	2	3	3
ความสวยงาม	1	4	4
รวม	6	18	17

สรุป ใช้แบบที่ 2 เพราะสามารถรับรักแร้ได้ดีที่สุด

หมายเหตุ 4 ดีมาก

3 ดี

2 พอใช้

1 ไม่ควรนำมาใช้งาน

ตารางที่ 21 วิเคราะห์วัสดุทำคานรองรับรักแร้

วัสดุที่นำมาพิจารณา คือ

1. พลาสติก
2. ยาง
3. ไม้

ข้อพิจารณา	พลาสติก	ยาง	ไม้
น้ำหนักเบา	4	2	2
เข้ากับโครงค้ำยันได้	4	3	3
แข็งแรงทนทาน	3	3	4
รับน้ำหนักได้ดี	4	3	3
ราคาถูก	3	3	2
ง่ายต่อการผลิต	3	3	2
รวม	21	17	16

สรุป วัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมตามความต้องการ ใช้ทำคานรองรับรักแร้ คือ พลาสติก

หมายเหตุ 4 ดีมาก
3 ดี
2 พอใช้
1 ไม่ควรนำมาใช้งาน

ตารางที่ 22 วิเคราะห์ประเภทของพลาสติกทำคานรองรับรักแร้

ประเภทของพลาสติก มีดังนี้

1. เทอร์โมพลาสติก
2. เทอร์โมเซทติ้ง

ข้อพิจารณา	เทอร์โมพลาสติก	เทอร์โมเซทติ้ง
ทนกรด, ด่าง	3	3
ง่ายต่อการผลิต	4	3
น้ำหนักเบา	4	3
ทนการกระแทก	4	2
ราคาถูก	4	3
เข้ากับกรรมวิธีการผลิต	4	3
รวม	23	17

สรุป ใช้พลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก

หมายเหตุ 4 ดีมาก

3 ดี

2 พอใช้

1 ไม่ควรนำมาใช้งาน

ตารางที่ 23 วิเคราะห์ชนิดของพลาสติกทำคานรองรับรักแร้

1. เอ บี เอส
2. โพลีโพรพีลีน
3. โพลีเอททีลีน

ข้อพิจารณา	เอ บี เอส	โพลีโพรพิลีน	โพลีเอททีลีน
แข็งแรงทนทาน	2	4	3
น้ำหนักเบา	4	4	4
ถ่ายเทอากาศได้ดี	3	4	3
ทนการฉีกขาด	3	3	3
เข้ากับกรรมวิธีแบบฉีด	3	4	3
ราคาถูก	3	4	2
รวม	18	23	18

สรุป ใช้พลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนเหมาะสมที่สุด

หมายเหตุ 4 ดีมาก
3 ดี
2 พอใช้
1 ไม่ควรนำมาใช้งาน

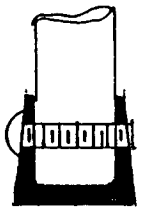
การวิเคราะห์วัสดุสำหรับรองรับพื้นของไม้ค้ำยันรักแร้

ความต้องการวัสดุรองรับพื้น

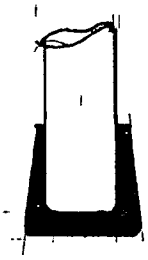
- น้ำหนักเบา
- มีความคงทนต่อ
  - กรมเข้มข้น
  - ด่าง
  - ความร้อน
  - การสึกกร่อน
- มีความเหนียว
- ความยืดหยุ่นที่ดี
- ราคาถูก
- ง่ายต่อกรรมวิธีการผลิต

วัสดุที่จะนำมาใช้พิจารณา เพื่อทำวัสดุรองรับพื้น เพื่อป้องกันการลื่นไหลของไม้ค้ำยันรักแร้ ได้แก่ "ยาง" ซึ่งมีประเภทต่าง ๆ แยกออกไป

ตารางที่ 24 วิเคราะห์การยึดตานรองรับรักแร้กับโครงค้ำยัน



1. ยึดด้วยสกรู



2. ยึดแบบสวมล็อค

ข้อพิจารณา	แบบที่ 1	แบบที่ 2
ราคาถูก	3	4
ความปลอดภัย	2	4
สอดคล้องกับโครงค้ำยัน	3	4
ประหยัดเวลาในการติดตั้ง	2	4
ง่ายต่อการผลิต	2	4
รวม	12	20

สรุป ใช้แบบสวมล็อค เพราะมีราคาถูก และสะดวกในการติดตั้ง

หมายเหตุ 4 ดีมาก
3 ดี
2 พอใช้
1 ไม่ควรนำมาใช้งาน

ตารางที่ 25 การวิเคราะห์วัสดุส่วนรองรับรักแร้

วัสดุที่นำมาพิจารณา คือ

1. โฟม
2. ฟองน้ำ
3. ยาง

ข้อพิจารณา	โฟม	ฟองน้ำ	ยาง
รับแรงกดได้ดี	2	4	3
ทนต่อการฉีกขาด	2	3	4
ยุบตัวได้ดี	2	4	3
น้ำหนักเบา	4	4	2
การถ่ายเทอากาศได้ดี	3	4	2
ราคาถูก	4	3	2
รวม	17	22	16

สรุป วัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการใช้ทำส่วนรองรับรักแร้ คือ ฟองน้ำ

หมายเหตุ 4 ดีมาก
3 ดี
2 พอใช้
1 ไม่ควรนำมาใช้งาน

ตารางที่ 26 วิเคราะห์ประเภทฟองน้ำที่จะใช้ทำส่วนรองรับรักแร้

1. ฟองน้ำยาง
2. ฟองน้ำวิทยาศาสตร์

ข้อพิจารณา	ฟองน้ำยาง	ฟองน้ำวิทยาศาสตร์
ความคงทนกรดด่าง	1	3
ทนความร้อนแสงแดด	1	4
ทนการเสียดสี	2	3
น้ำหนักเบา	2	4
การยุบตัว	3	2
ราคาถูก	3	4
รวม	12	20

สรุป ฟองน้ำที่มีความทนทานต่อการฉีกขาด คือ ฟองน้ำวิทยาศาสตร์ประเภทโพลียูเรเทน มีความเหมาะสมมากที่สุด

หมายเหตุ 4 ดีมาก
3 ดี
2 พอใช้
1 ไม่ควรนำมาใช้งาน

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์วัสดุทำมือจับไม้ค้ำยันรักแร้

วัสดุที่นำมาพิจารณา คือ

1. พลาสติก
2. เหล็ก
3. อลูมิเนียม

ข้อพิจารณา	พลาสติก	เหล็ก	อลูมิเนียม
รับแรงกดได้ดี	3	4	4
ไม่ลื่นหลุดจับเหงื่อ	4	3	3
การถ่ายเทอากาศที่ดี	4	3	3
ง่ายต่อการผลิต	4	2	3
ราคาถูก	4	3	2
ความสวยงาม	4	3	4
รวม	23	18	19

สรุป วัสดุที่มีคุณสมบัติที่ไม่ลื่นหลุดจับเหงื่อ หรือจับแล้วไม่ลื่นหลุดง่าย ได้แก่ พลาสติก

หมายเหตุ 4 ดีมาก
3 ดี
2 พอใช้
1 ไม่ควรนำมาใช้งาน

ตารางที่ 28 วิเคราะห์ประเภทพลาสติกทำมือจับ

ประเภทของพลาสติก มีดังนี้

1. เทอร์โมพลาสติก
2. เทอร์โมเซตติ้ง

ข้อพิจารณา	เทอร์โมพลาสติก	เทอร์โมเซทติ้ง
ง่ายต่อการผลิต	4	3
น้ำหนักเบา	4	4
มีความหล่อลื่นในตัว	4	4
มีความยืดหยุ่น	4	3
ราคาถูก	4	3
รวม	20	17

<u>สรุป</u> ใช้พลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก

<u>หมายเหตุ</u>

4	ดีมาก
3	ดี
2	พอใช้
1	ไม่ควรนำมาใช้งาน

ตารางที่ 29 วิเคราะห์ชนิดของพลาสติกทำมือจับ

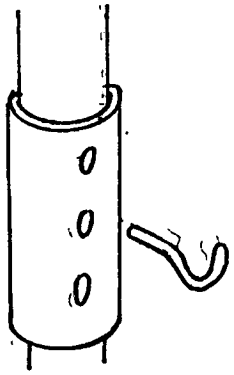
1. โพลีเอทธีลีน
2. เอ บี เอส
3. โพลีโพรพิลีน

ข้อพิจารณา	โพลีเอทธีลีน	เอ บี เอส	โพลีโพรพิลีน
แข็งแรงทนทาน	3	3	4
น้ำหนักเบา	4	3	4
ถ่ายเทอากาศได้ดี	3	3	4
รับน้ำหนักได้ดี	3	3	4
เข้ากับกรรมวิธี	4	4	4
ราคาถูก	3	3	3
รวม	20	19	23

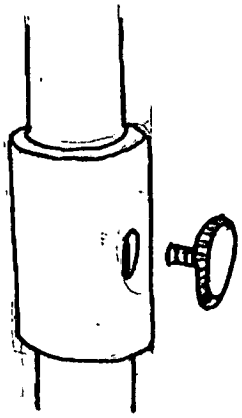
สรุป ใช้พลาสติกชนิดโพลีเอทธีลีน เหมาะสมที่สุด

หมายเหตุ 4 ดีมาก
3 ดี
2 พอใช้
1 ไม่ควรนำมาใช้งาน

ตารางที่ 30 วิเคราะห์การปรับระดับมือจับ



1.ระบบเกลียวเสียบ



2.ระบบอัดสกรู

ข้อพิจารณา	แบบที่ 1	แบบที่ 2
ความคล่องตัวในการใช้งาน	2	4
สามารถปรับระดับได้ต่อเนื่อง	1	4
ทนทานต่อการใช้งาน	3	4
ความสวยงาม	2	4
ซ่อมแซมง่าย	3	3
รวม	11	19

สรุป ใช้แบบที่ 2 เหมาะสมที่สุด สามารถทำการปรับระดับได้ต่อเนื่อง

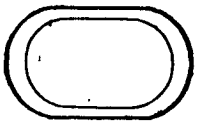
หมายเหตุ 4 ดีมาก

3 ดี

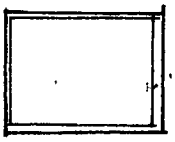
2 พอใช้

1 ไม่ควรนำมาใช้งาน

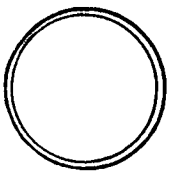
ตารางที่ 31 วิเคราะห์รูปทรงของขาค้ำยัน



แบบที่ 1
สี่เหลี่ยนผืนผ้า



แบบที่ 2
สี่เหลี่ยม



แบบที่ 3
ทรงกลม

ข้อพิจารณา	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
เข้ากับโครงค้ำยัน	2	2	4
ความปลอดภัย	3	2	4
ความสวยงาม	4	3	4
แข็งแรงทนทาน	3	3	3
ง่ายต่อกรรมวิธีการผลิต	3	3	4
ราคาถูก	2	2	4
รวม	17	15	23

สรุป ใช้แบบที่ 3 เหมาะสมมากที่สุด

หมายเหตุ 4 ดีมาก
3 ดี
2 พอใช้
1 ไม่ควรนำมาใช้งาน

ตารางที่ 32 การวิเคราะห์วัสดุใช้ทำขาค้ำยัน

ความต้องการของคุณสมบัติที่จะใช้ทำโครงค้ำยัน

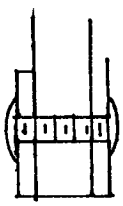
1. น้ำหนักเบา
2. แข็งแรงทนทาน
3. ไม่เป็นสนิมง่าย
4. เข้ากับวัสดุที่ทำโครงค้ำยัน ได้แก่ อลูมิเนียม พลาสติก เหล็ก

ข้อพิจารณา	อลูมิเนียม	พลาสติก	เหล็ก
น้ำหนักเบา	4	4	1
ความแข็งแรง	3	3	4
ไม่เป็นสนิมง่าย	4	4	2
ราคาถูก	4	3	3
ความสวยงาม	4	3	2
ง่ายต่อการผลิต	3	4	2
รวม	22	21	14

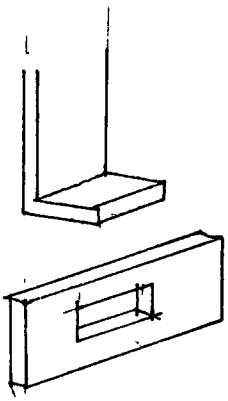
สรุป ใช้อลูมิเนียมทำขาค้ำยัน เพราะมีความคงทนในการใช้งานสูง

หมายเหตุ 4 ดีมาก
3 ดี
2 พอใช้
1 ไม่ควรนำมาใช้งาน

ตารางที่ 33 การวิเคราะห์ การยึดโครงค้ำยันกับส่วนปรับระดับขาค้ำยัน



1. ยึดด้วยสกรู



2. ยึดด้วยปุ่มพลาสติก

ข้อพิจารณา	แบบที่ 1	แบบที่ 2
รับน้ำหนักได้ดี	4	3
ยึดไม้ให้เคลื่อนที่ได้ดี	4	3
แข็งแรงทนทาน	4	2
เหมาะสมในการใช้งาน	4	2
ความสวยงาม	4	3
รวม	20	13

<u>สรุป</u> ใช้แบบที่ 1 เหมาะสมมากที่สุด เพราะในการใช้งานสามารถรับน้ำหนักได้ดีกว่าแบบปุ่มล็อค

<u>หมายเหตุ</u>

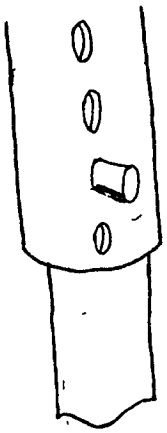
4 ดีมาก

3 ดี

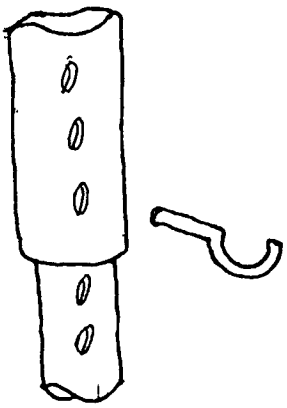
2 พอใช้

1 ไม่ควรนำมาใช้งาน

ตารางที่ 34 วิเคราะห์ระบบการปรับระดับของขาค้ำยัน



1. ปุ่มสปริงล็อค



2. ระบบเดือยเสียบ

ข้อพิจารณา	แบบที่ 1	แบบที่ 2
สะดวกในการใช้งาน	4	3
สามารถรับน้ำหนักได้ดี	4	3
ความมั่นคงในการใช้งาน	4	3
ความปลอดภัยในการใช้งาน	4	3
ความแข็งแรงทนทาน	4	3
ราคาถูก	3	4
รวม	23	19

สรุป ใช้แบบที่ 1 ระบบสปริงล็อค สามารถรับน้ำหนักได้ดี

หมายเหตุ 4 ดีมาก
3 ดี
2 พอใช้
1 ไม่ควรนำมาใช้งาน

ตารางที่ 35 การวิเคราะห์รูปทรงของยางรองพื้น

A B C D

ลักษณะการเดิน	A	B	C	D
ช่วงปลายเท้าแตะพื้น	1	2	4	3
ช่วงเปลี่ยนเป็นเท้าเต็มพื้น	4	3	4	4
ยกปลายเท้าขึ้น	1	2	4	3
รวม	6	7	12	10

สรุป ใช้แบบ C เหมาะสมกับการเดินมากที่สุด

ตารางที่ 36 วิเคราะห์ประเภทของยางที่ใช้ทำยางรองพื้น

ประเภทของยาง มีดังนี้

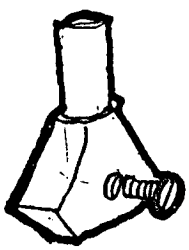
1. ยางที่ได้จากธรรมชาติ
2. ยางที่สังเคราะห์ขึ้น (ยางเทียม)

ข้อพิจารณา	ยางธรรมชาติ	ยางเทียม
ทนการสึกกร่อน	4	4
แข็งแรงทนทาน	3	4
มีความยืดหยุ่นสูง	4	3
ผลิตง่าย	3	4
ราคาถูก	3	4
ผลิตแบบฉีดได้	2	4
รวม	19	23

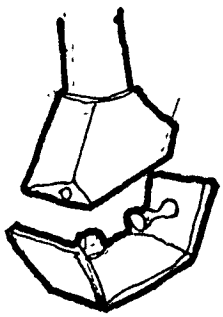
สรุป ประเภทของยางที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้ทำยางรองพื้น คือ ยางเทียม

หมายเหตุ 4 ดีมาก
3 ดี
2 พอใช้
1 ไม่ควรนำมาใช้งาน

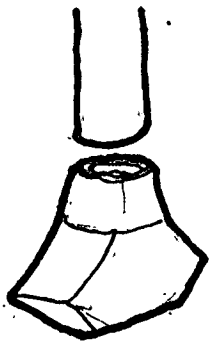
ตารางที่ 37 วิเคราะห์การยึดยางรองพื้น



1. การยึดด้วยสกรู



2. การยึดแบบปุ่มล็อค



3. การยึดแบบสวมล็อค

ข้อพิจารณา	ยึดสกรู	ปุ่มล็อค	สวมล็อค
ง่ายต่อการถอดเปลี่ยน	1	2	4
มีความสัมพันธ์กับขาค้ำยัน	2	2	4
ประหยัดเวลาในการติดตั้ง	2	2	4
ทนทานต่อการใช้งาน	3	3	4
ง่ายต่อการผลิต	2	2	4
รวม	10	11	20

สรุป ใช้แบบสวมล็อค เพราะสามารถประหยัดเวลาในการติดตั้ง และง่ายต่อการผลิต

หมายเหตุ 4 ดีมาก

3 ดี

2 พอใช้

1 ไม่ควรนำมาใช้งาน

สรุปผลการวิเคราะห์เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ

1. โครงของไม้ค้ำยันควรจะเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและไม่เป็นสนิมง่าย วัสดุที่นำมาใช้ คือ อลูมิเนียม
2. ความยาวของไม้ค้ำยันนั้น ต้องใช้ค่าสูงสุดของระยะจากรักแร้ถึงเท้า โดยค่าสูง แล้วปรับระดับความยาวมาถึงสิ้นสุด ระยะยาวสุด คือ 128.50 เซนติเมตร
3. ความยาวจากรักแร้ถึงมือจับ ใช้ค่าสูงสุด แล้วปรับระยะหาสิ้นสุด คือ 40.21 เซนติเมตร
4. ความกว้างของรักแร้กว้างสุด คือ 12.50 เซนติเมตร คือค่าที่นำมาใช้เพื่อกำหนด ความกว้างของคานรองรักแร้ของไม้ค้ำยัน
5. การจัดวางตำแหน่งของมือจับและคานรองรับรักแร้ จะอยู่ในลักษณะแนวขนานกับลำตัว เพราะ เป็นการวางมือที่สบายที่สุดในขณะเดิน
6. ระยะในการปรับความสูงต่ำของไม้ค้ำยันรักแร้ คือ ระยะสูงสุด – ระยะต่ำสุด อยู่ในระยะ 0 – 20 เซนติเมตร
7. ในการจัดร่างกายเข้ากับไม้ค้ำยันรักแร้ ข้อศอกควรงอ 15 – 20 องศา และปลายไม้ห่างจากปลายเท้า 8 – 12 เซนติเมตร
8. ยางรองพื้นเพื่อป้องกันการลื่นไหลขณะเดิน เส้นผ่าศูนย์กลางมีขนาด 5 – 8 เซนติเมตร
9. ยางรองพื้น ออกแบบให้เข้ากับลักษณะการเดิน 3 จังหวัด คือ ช่วงส้นเท้าแตะพื้น, ช่วงเปลี่ยนเป็นเท้าเต็มพื้น, ช่วงยกส้นเท้า
10. ความยาวของมือจับใช้ระยะความกว้างของมือ คือ 8.9 เซนติเมตร
11. ความกว้างของมือจับ ใช้ค่าที่มือกำถนัด คือ 3 เซนติเมตร
12. BODY ของคานรองรักแร้ ใช้พลาสติก โพรลีเอทีลีนชนิดแข็ง
13. คานรองรับรักแร้ ใช้วัสดุที่นุ่ม เพราะรับแรงกด คือ ฟองน้ำ และหุ้มด้วยหนัง เพื่อระบายเหงื่อจากรักแร้
14. ระบบในการปรับความสูง – ต่ำ ใช้ระบบ ปุ่มสปริงล็อค
15. มือจับทำด้วยพลาสติก โพรลีเอทีลีนชนิดแข็ง

16. ขาค้ำยันทำด้วยอลูมิเนียม เพราะน้ำหนักเบา และไม่เป็นสนิมง่าย
17. ยางรองพื้นใช้ยาง ไอโซปรีน มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับยางธรรมชาติ และมีราคาถูก
18. สีของไม้ค้ำยันรักแร้ ใช้สีของอลูมิเนียม และพลาสติกให้สีดำ

บทที่ 5

การออกแบบ

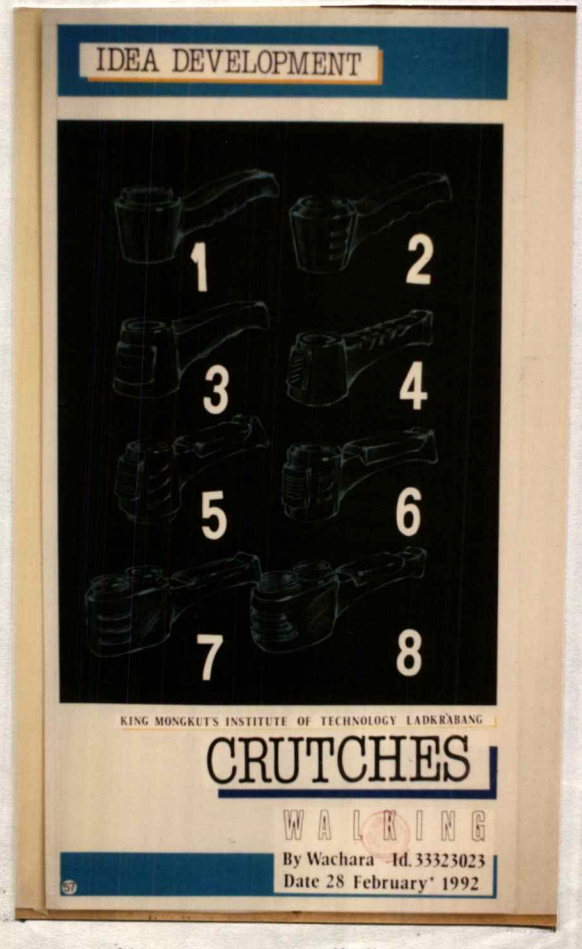
จากข้อมูลที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ทั้งหมด สามารถสรุปเป็นแนวทางในการออกแบบไม้ค้ำยันรักแร้ ดังที่กล่าวมาแล้วจากบทสรุปการวิเคราะห์ แต่การออกแบบนั้น มีข้อจำกัดของไม้ค้ำยันรักแร้ ซึ่งผู้ออกแบบคำนึงถึง ดังนี้คือ

1. การออกแบบต้องคำนึงถึงระบบอุตสาหกรรม
2. ไม้ค้ำยันที่ใช้กับผู้พิการเฉพาะทางขา ที่สามารถใช้แรงแขน และลำตัวในการเดินได้
3. ขนาดสัดส่วนที่นำมาใช้ในการออกแบบ ใช้มิติสัดส่วนของคนไทย

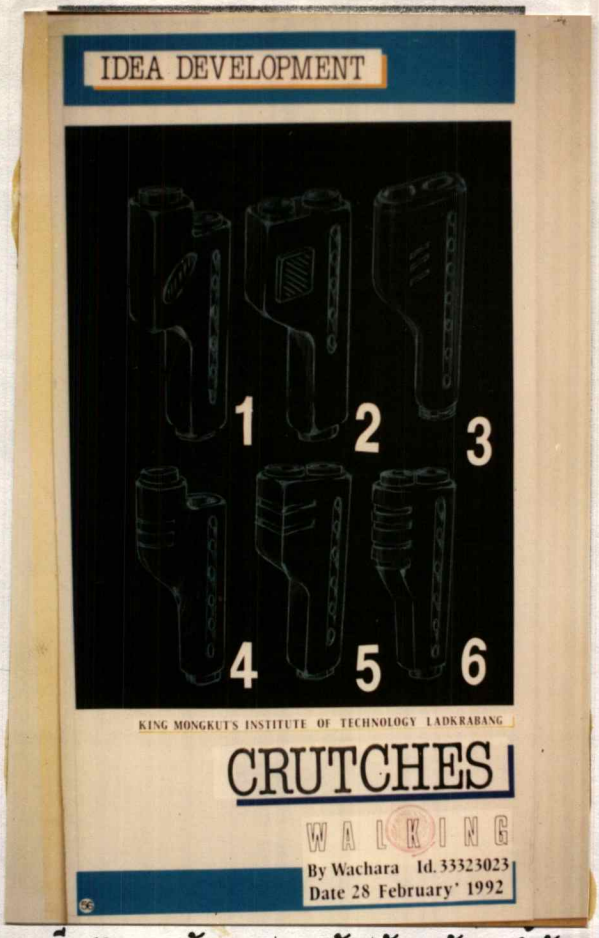
5.1 การพัฒนาแนวความคิดในการออกแบบ

ภาพที่ 65 รูปแบบการพัฒนารูปทรงของไม้ค้ำยันรักแร้

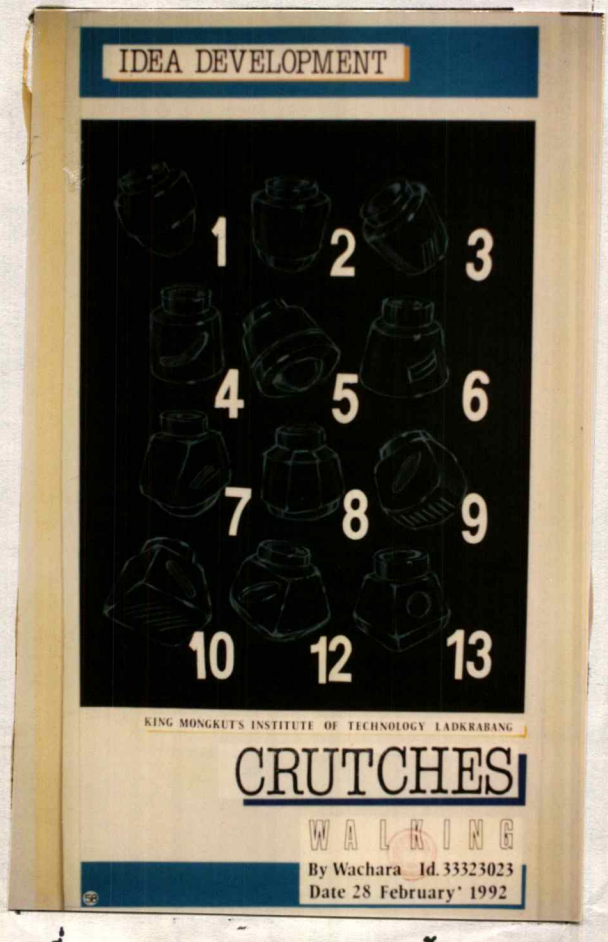
ภาพที่ 66 การพัฒนารูปทรงคานรองรักแร้



ภาพที่ 67 การพัฒนารูปทรงมือจับไม้ค้ำยันรักแร้

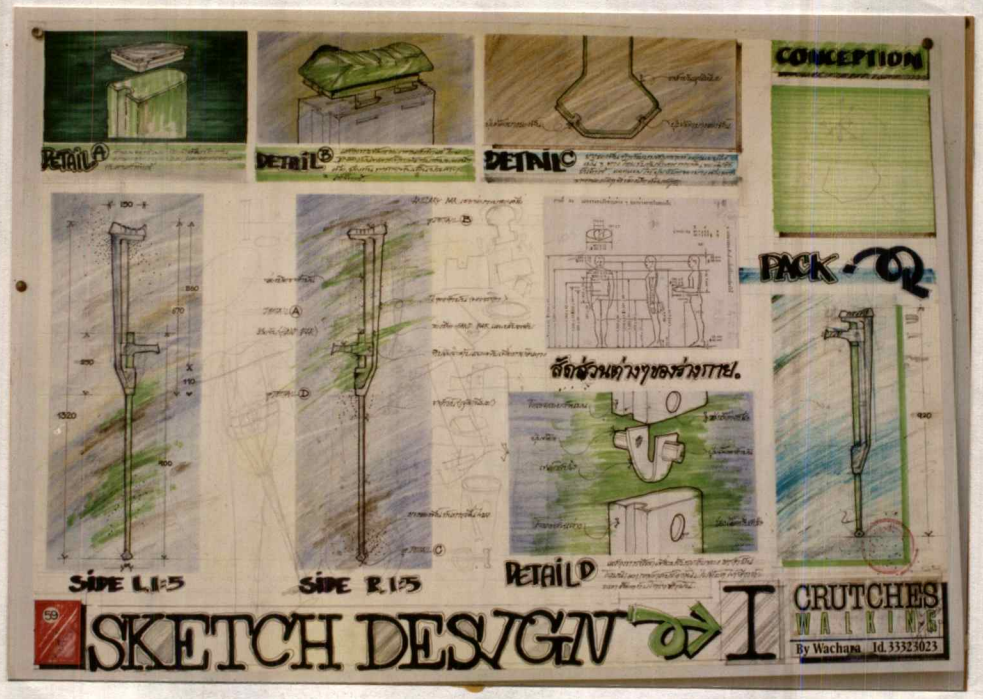


ภาพที่ 68 การพัฒนารูปทรงตัวปรับระดับขาค้ำยัน

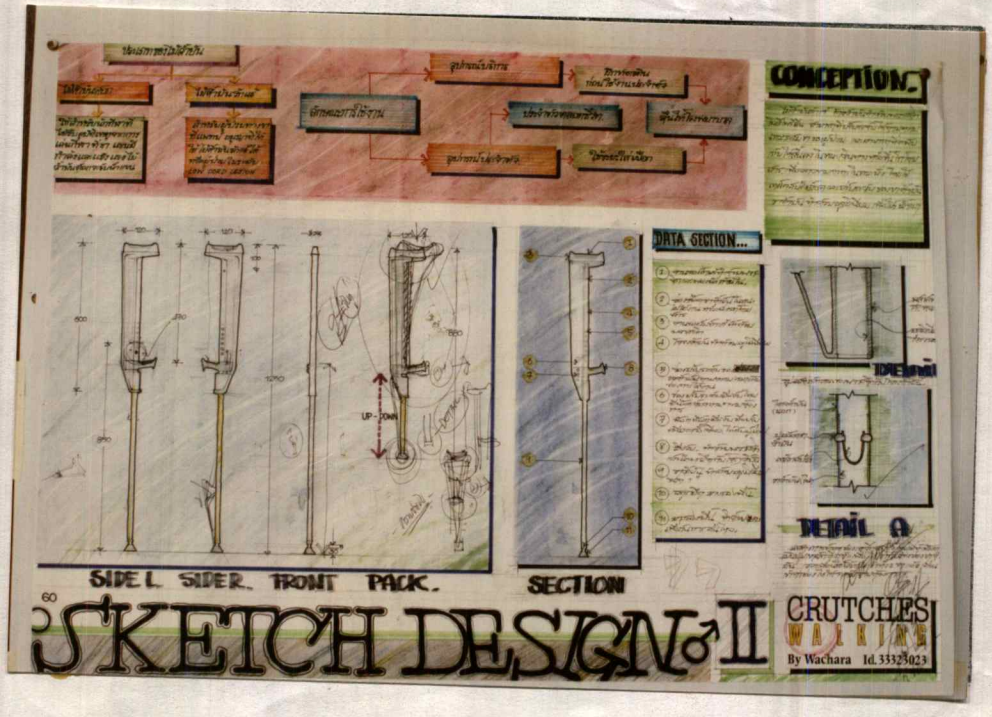


ภาพที่ 69 การพัฒนารูปทรงยางรองพื้น

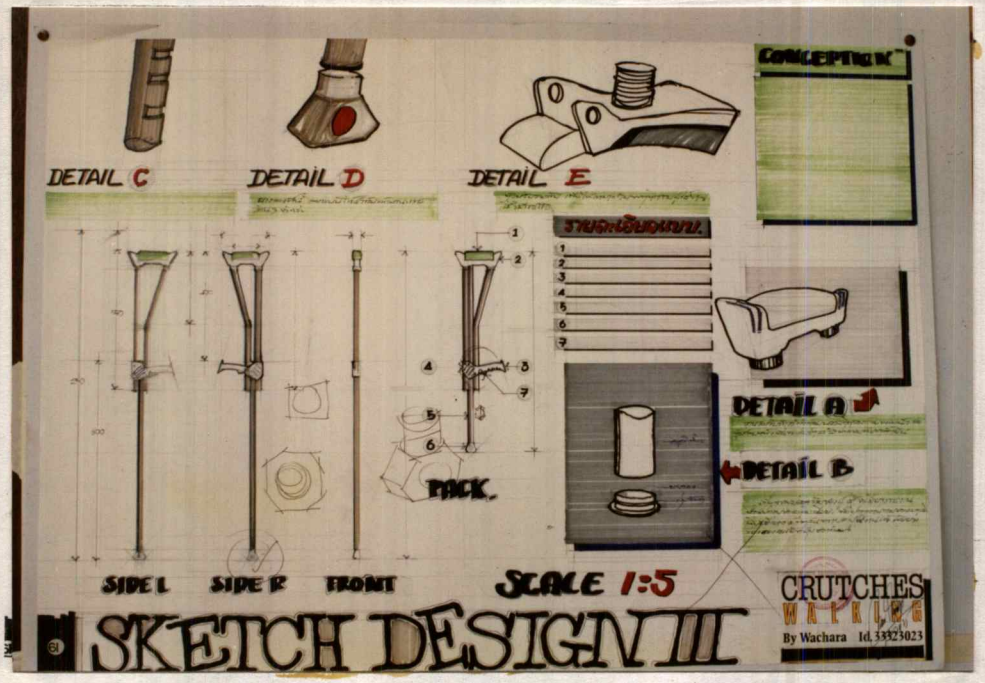
5.2 การออกแบบร่างไม้ค้ำยันรักแร้



ภาพที่ 70 การออกแบบร่างครั้งที่ 1

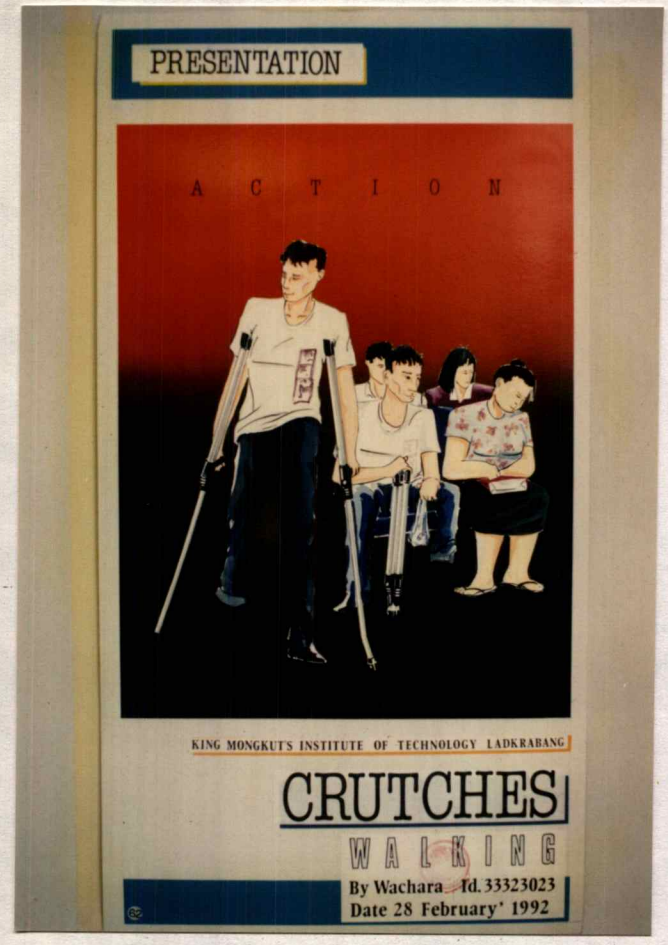


ภาพที่ 71 การออกแบบร่างครั้งที่ 2



ภาพที่ 72 การออกแบบร่างครั้งที่ 3

5.3 การนำเสนอผลงาน



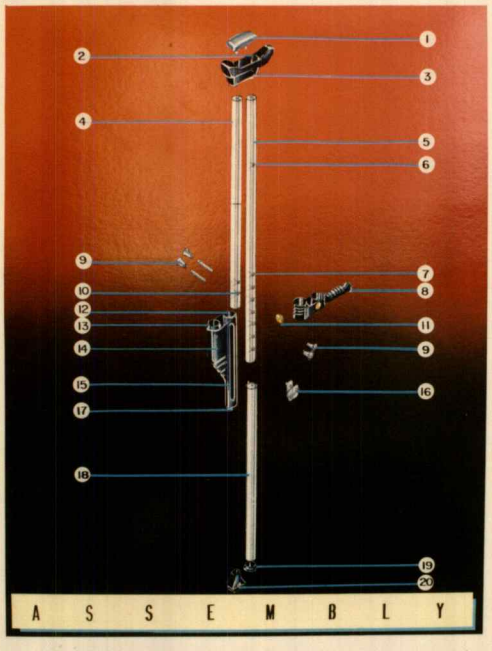
ภาพที่ 73

ภาพที่ 74

ภาพที่ 75

ภาพที่ 76

PRESENTATION



KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

CRUTCHES

WALKING

By Wachara Id. 33323023
Date 28 February' 1992

ภาพที่ 77

PRESENTATION

รายละเอียดภาพ ASSEMBLY

ลำดับ	รายละเอียดแบบ	วัสดุ
1.	ส่วนรองรับรักแร้	ท่อน้ำ
2.	รูยึดส่วนรองรับรักแร้	–
3.	ตารองรับรักแร้	พลาสติกโพลีเมททีลีน
4.	โครงค้ำยันขนาด ø 1"	อลูมิเนียมอัลลอยด์
5.	โครงค้ำยันขนาด ø 1"	อลูมิเนียมอัลลอยด์
6.	รูน็อตปุ่มลปริง	–
7.	รูปรับระดับขาค้ำยัน	–
8.	มือจับไม้ค้ำยันรักแร้	พลาสติกโพลีเมททีลีน
9.	น็อตยึดโครงค้ำยัน	–
10.	รูน็อตโครงค้ำยัน	–
11.	น็อตยึดมือจับ	พลาสติกโพลีเมททีลีน
12.	รูยึดโครงค้ำยันหลัง	–
13.	รูยึดโครงค้ำยันหน้า	–
14.	รูยึดน็อตส่วนปรับระดับโครงค้ำยัน	–
15.	ท่อปรับขาค้ำยัน	–
16.	เหล็กสปริงล็อคขาค้ำยัน	เหล็กสปริง
17.	ยางรองโครงค้ำยัน	ยางเทียม
18.	ขาค้ำยัน	อลูมิเนียมอัลลอยด์
19.	ยางรองขาค้ำยัน	ยางเทียม
20.	ยางรองพื้น	ยางเทียม

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

CRUTCHES

WALKING

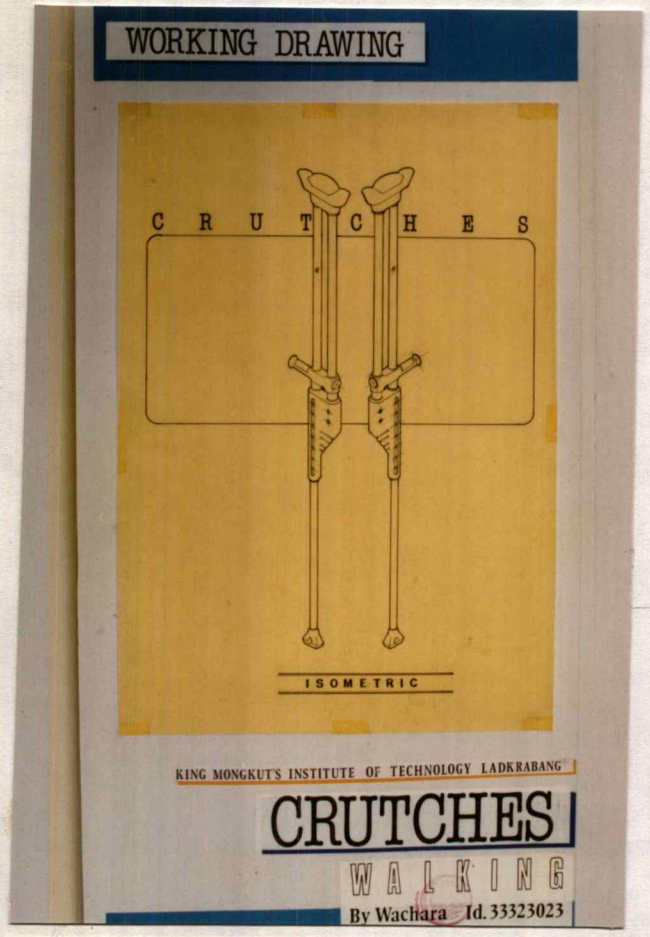
By Wachara Id. 33323023
Date 28 February' 1992

ภาพที่ 78

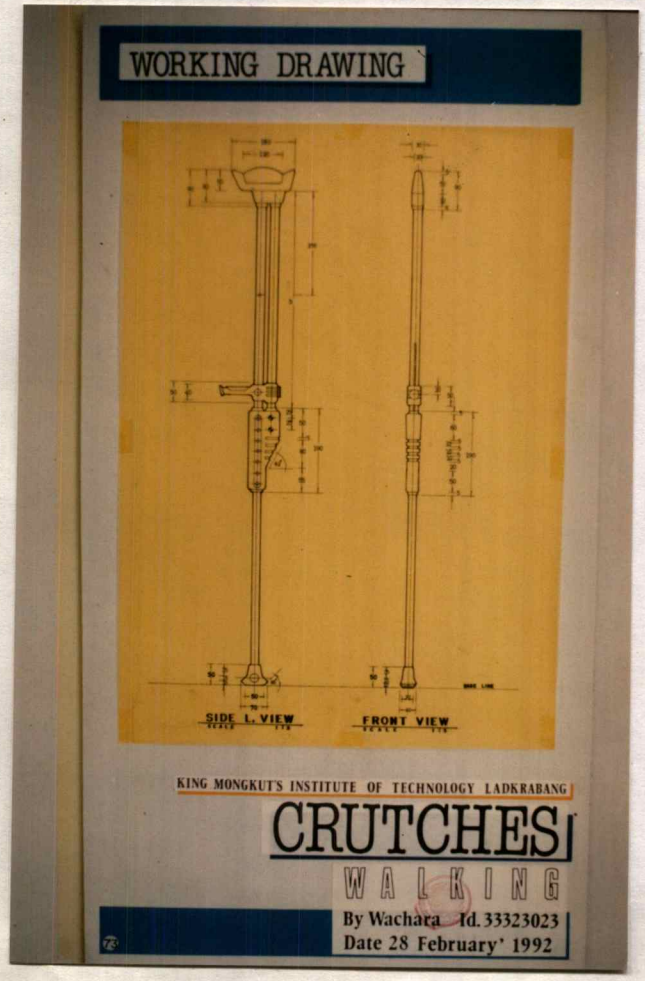
ภาพที่ 79

ภาพที่ 80

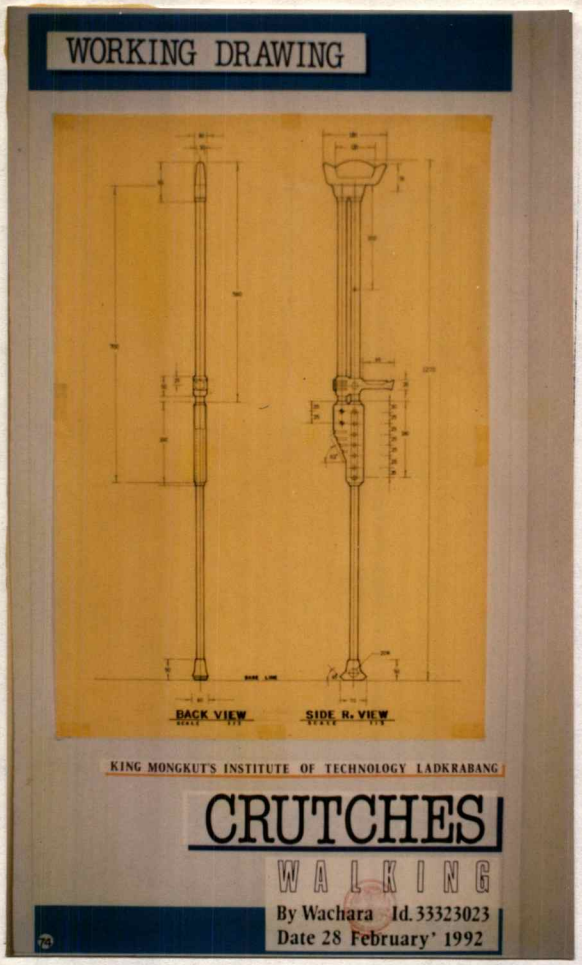
5.4 แบบ WORKING DRAWING



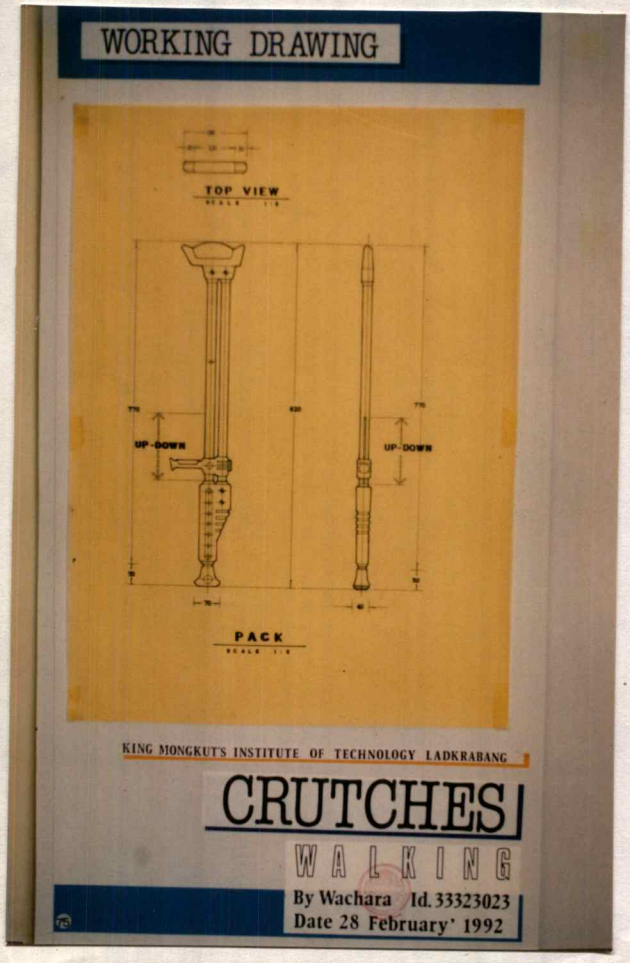
ภาพที่ 81



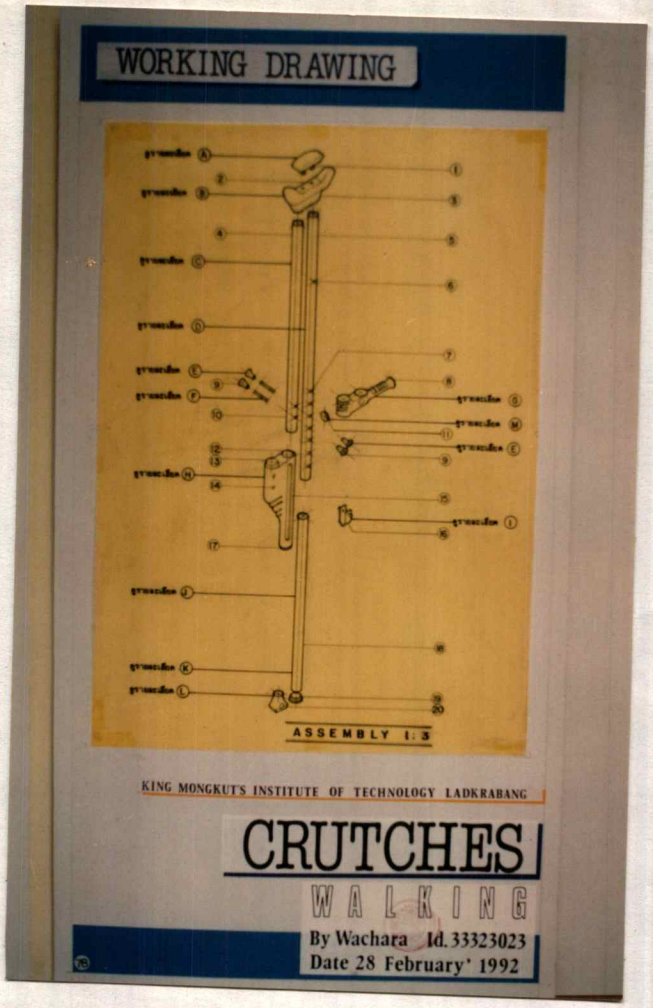
ภาพที่ 82



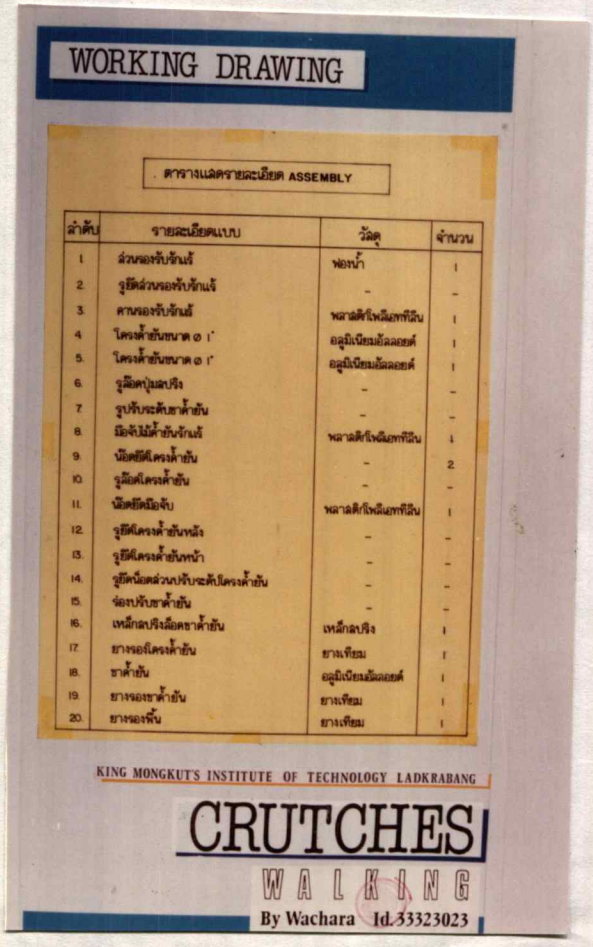
ภาพที่ 83



ภาพที่ 84

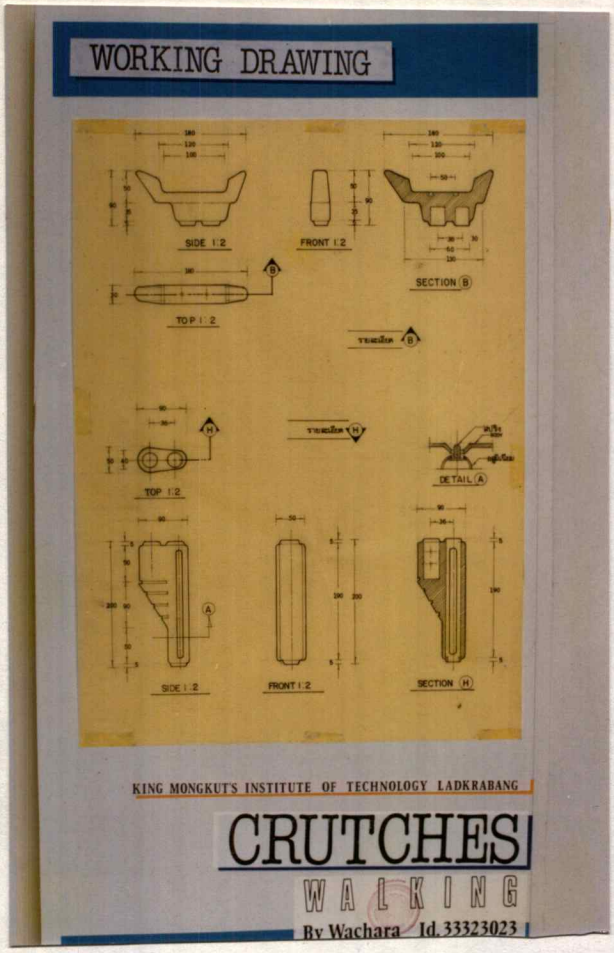


ภาพที่ 85

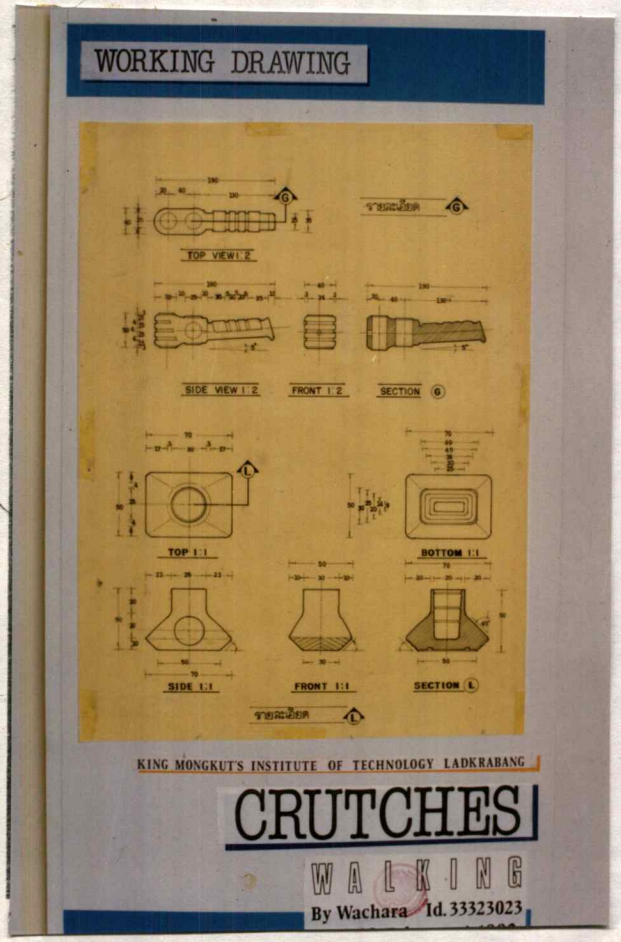


ลำดับ	รายละเอียดแบบ	วัสดุ	จำนวน
1.	ส่วนรองรับรักแร้	ฟองน้ำ	1
2.	รูยึดส่วนรองรับรักแร้	-	-
3.	ตามรองรับรักแร้	พลาสติกโพลีเมทที่ลิน	1
4.	โครงค้ำยันขนาด ø 1"	อลูมิเนียมอัลลอยด์	1
5.	โครงค้ำยันขนาด ø 1"	อลูมิเนียมอัลลอยด์	1
6.	รูล็อคปุ่มสปริง	-	-
7.	รูปรับระดับขาค้ำยัน	-	-
8.	มือจับไม้ค้ำยันรักแร้	พลาสติกโพลีเมทที่ลิน	1
9.	น็อตยึดโครงค้ำยัน	-	2
10.	รูล็อคโครงค้ำยัน	-	-
11.	น็อตยึดมือจับ	พลาสติกโพลีเมทที่ลิน	1
12.	รูยึดโครงค้ำยันหลัง	-	-
13.	รูยึดโครงค้ำยันหน้า	-	-
14.	รูยึดน็อตส่วนปรับระดับโครงค้ำยัน	-	-
15.	ช่องปรับขาค้ำยัน	-	-
16.	เหล็กสปริงล็อคขาค้ำยัน	เหล็กสปริง	1
17.	ยางรองโครงค้ำยัน	ยางเทียม	1
18.	ขาค้ำยัน	อลูมิเนียมอัลลอยด์	1
19.	ยางรองขาค้ำยัน	ยางเทียม	1
20.	ยางรองพื้น	ยางเทียม	1

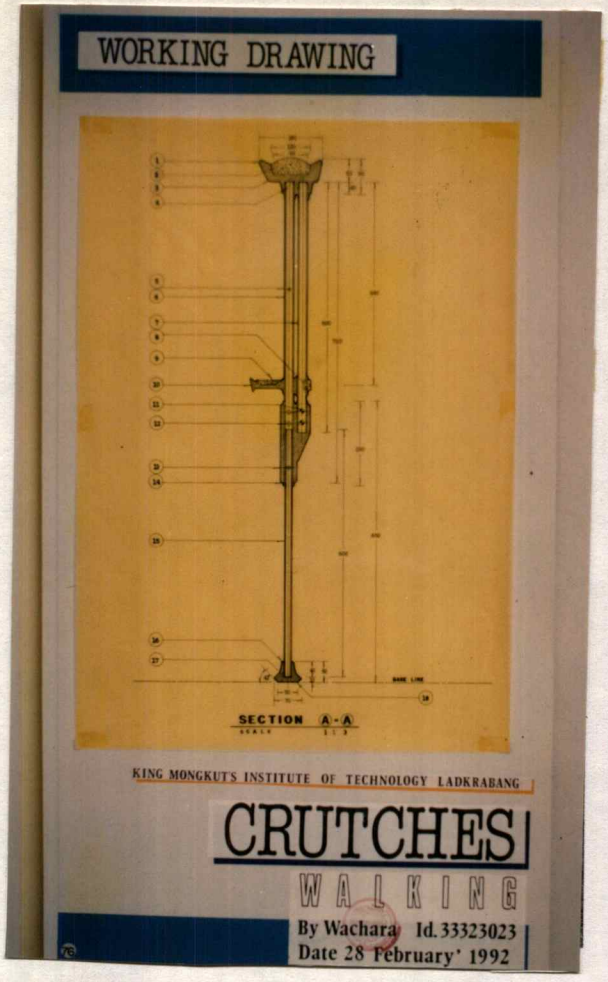
ภาพที่ 86



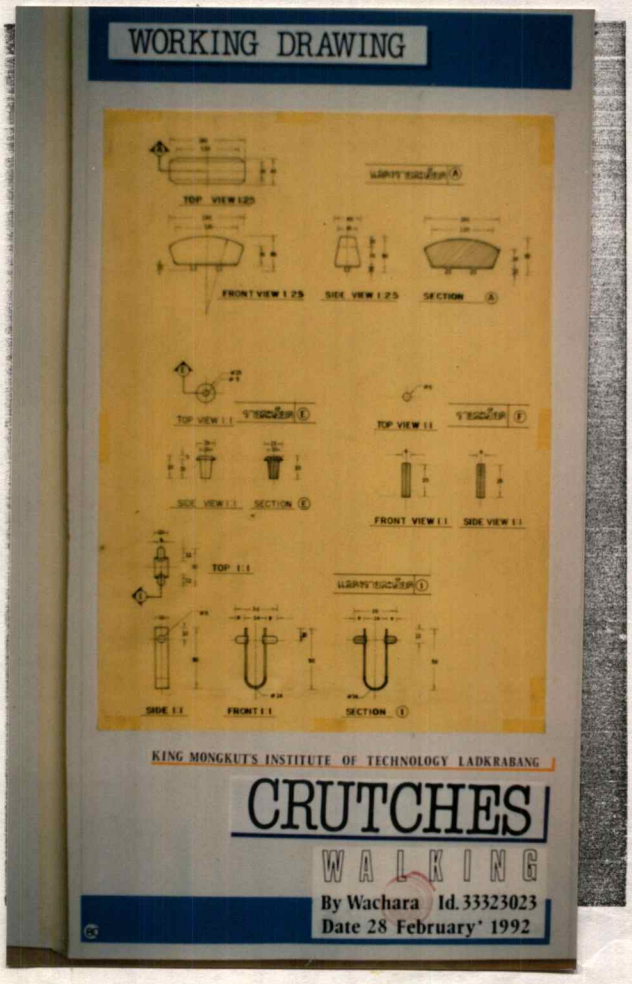
ภาพที่ 87



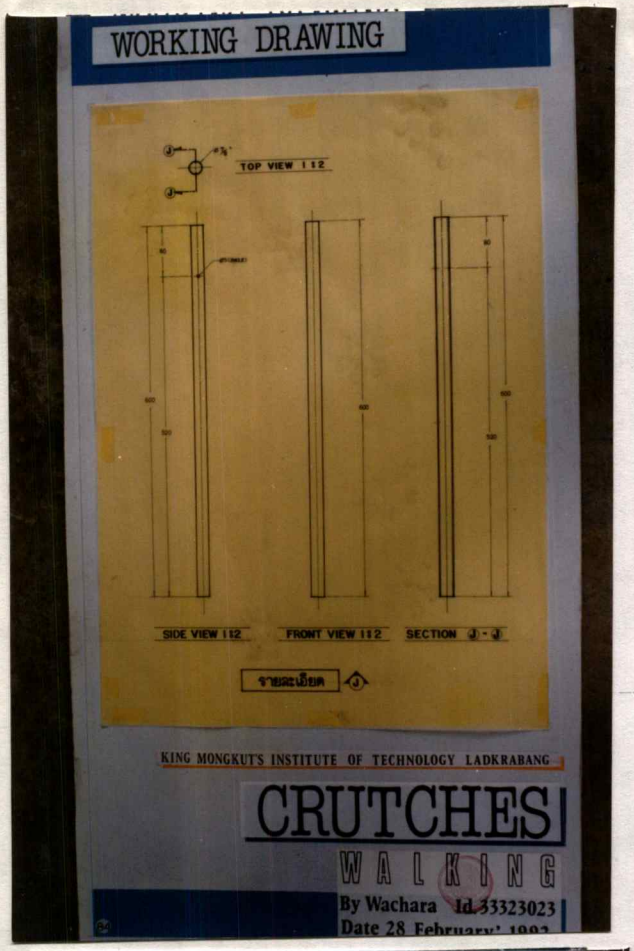
ภาพที่ 88



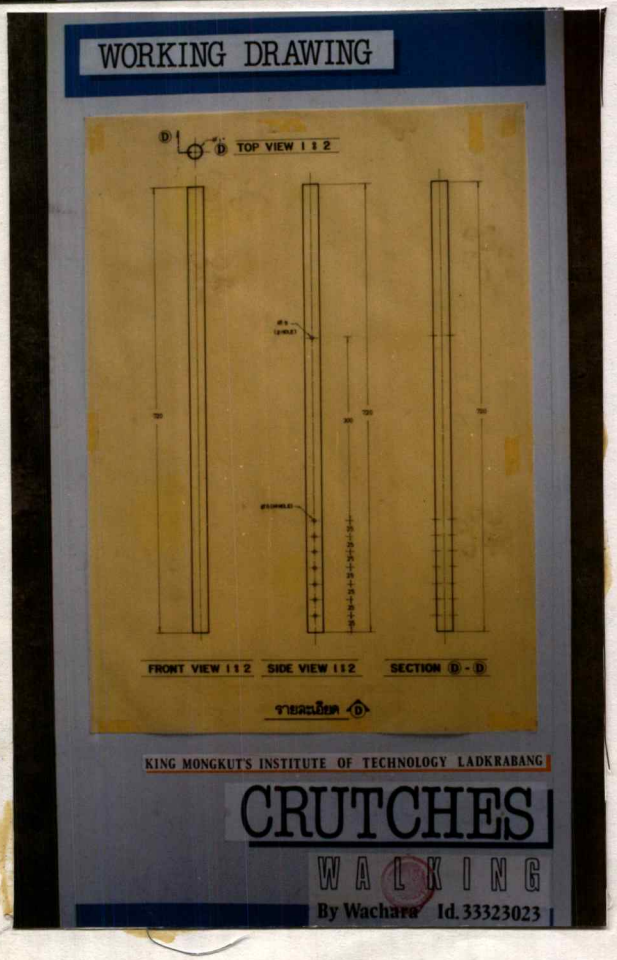
ภาพที่ 89



ภาพที่ 90



ภาพที่ 91



ภาพที่ 92

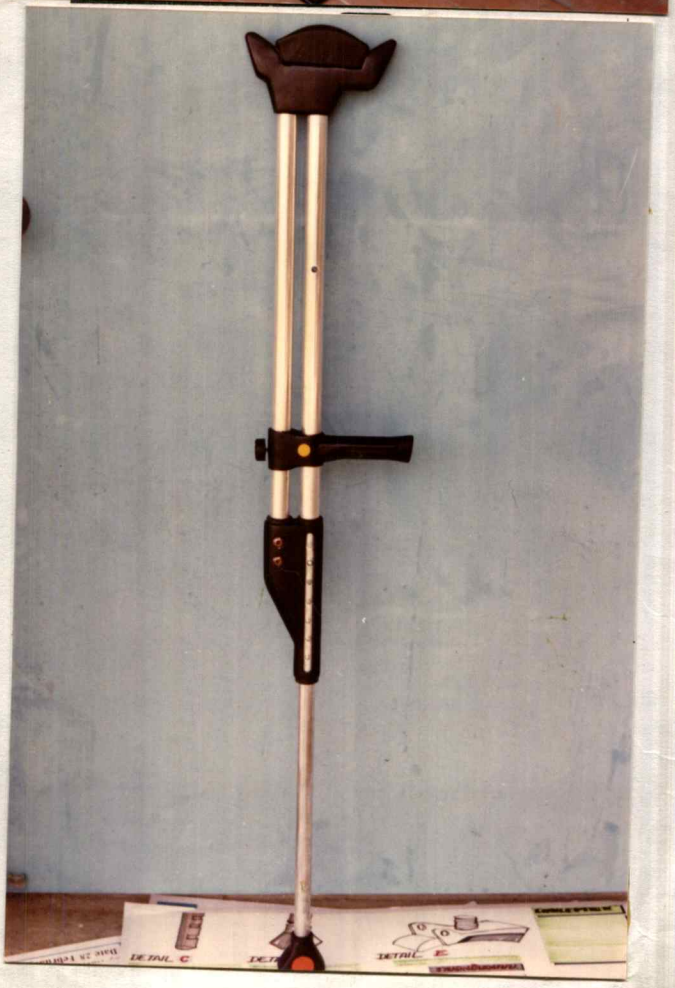
5.5 แบบ PRESENTATION

ภาพที่ 93

ภาพที่ 94

5.6 แบบไม้ค้ำยันรักแร้ตัวต้นแบบ

ภาพที่ 95



ภาพที่ 96

บทที่ 6

สรุปการวิจัย และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับไม้ค้ำยันรักแร้ สำหรับผู้พิการทางขา พอจะสรุปได้ดังนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลในขั้นต้น ผู้วิจัยพบว่าไม้ค้ำยันรักแร้ของผู้พิการในปัจจุบันยังมีปัญหาในการใช้งาน และสิ่งอื่น ๆ อีกมากมาย ซึ่งพอจะสรุปปัญหาต่าง ๆ ได้ดังนี้ คือ

1. ปัญหาจากพฤติกรรมของผู้ใช้ไม้ค้ำยันรักแร้ในปัจจุบัน ไม่มีการพับเก็บ หรือพับเข้าได้ยุ่งยากในการถือ และรู้สึกเกะกะผู้อื่น
2. การปรับระดับของมือจับไม่พอดีกับมือของผู้ใช้งาน
3. มือจับเป็นวัสดุที่แข็ง ไม่ลดแรงกดในขณะใช้งาน
4. คานรองรับรักแร้ ไม่โค้งรับกับรักแร้
5. การยึดน็อตของขาค้ำยันไม่อยู่ในลักษณะที่ปลอดภัย
6. ยางรองพื้นขาดง่าย และไม่สัมผัสกับพื้นได้ดี

จากการสรุปปัญหาของไม้ค้ำยันรักแร้ ในปัจจุบัน ผู้วิจัยได้เริ่มศึกษาถึง ดังนี้

- ความหมายของความพิการ
- สาเหตุของความพิการ
- ขั้นตอนการรักษาผู้ป่วยก่อนใช้อุปกรณ์ช่วยเหลือการเดิน
- รูปแบบของอุปกรณ์ช่วยเหลือการเดินของผู้พิการทางขา
- รูปแบบของไม้ค้ำยันในปัจจุบัน
- ประเภทของไม้ค้ำยันรักแร้
- ส่วนประกอบของไม้ค้ำยันรักแร้
- วิธีการเดินด้วยไม้ค้ำยันรักแร้
- สัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ

– วัสดุที่นำมาพิจารณา

– กรรมวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

– จิตวิทยาเรื่อง การใช้สี

จากข้อมูลที่ได้ศึกษามา ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ เพื่อเลือกนำมาใช้ในการออกแบบไม้ค้ำยันรักแร้ ซึ่งพอจะสรุปข้อมูล เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ ดังนี้

1. การใช้ไม้ค้ำยันรักแร้ ที่ถูกต้องควรใช้ทั้ง 2 ข้าง

2. คานรองรับรักแร้ ของไม้ค้ำยันรักแร้ ที่ทำด้วยไม้ได้นำเอาพลาสติกมาใช้แทน เพื่อประหยัดเวลาในการผลิตและต้นทุน

3. โครงค้ำยัน และขาค้ำยัน ใช้อลูมิเนียมทั้งหมด เพราะมีน้ำหนักเบา และราคาถูก

4. การปรับระดับใช้ระบบอัดสกรู ทำให้มีความต่อเนื่องในการปรับระดับความสูง

5. การปรับระดับของขาค้ำยัน ใช้ระบบปุ่มสปริงล็อค สามารถสะดวกในการใช้งาน และการพับเก็บ

6. การปรับระดับความสูง – ต่ำ ของขาค้ำยัน มีตัวเลขแสดงบอกความสูงของร่างกาย

7. ยางรองพื้น ออกแบบให้เข้ากับจังหวะในการเดิน

8. การยึดยางรองพื้นกับขาค้ำยัน ใช้ระบบสวมล็อค

9. การผลิตจะถอดแบบชิ้นส่วนต่าง ๆ และใช้การยึดตามความเหมาะสมแต่ละส่วน

10. วัสดุในการผลิต ใช้วัสดุที่ผลิตได้ง่ายในระบบอุตสาหกรรม มีดังนี้

– โครงสร้าง ใช้อลูมิเนียมอัลลอยด์

– คานรองรับรักแร้ ใช้พลาสติก โพรลีโพรพีลีนชนิดแข็ง

– มือจับ ใช้พลาสติก โพรลีโพรพีลีนชนิดแข็ง

– ส่วนปรับระดับความสูง – ต่ำ ใช้พลาสติก โพรลีโพรพีลีน

– ยางรองพื้น ใช้ยางเทียม ชนิดไอโซปรีน

11. สีของผลิตภัณฑ์ ใช้สีของอลูมิเนียม และส่วนที่เห็นพลาสติกใช้สีดำทุกส่วน

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากการที่ได้รับการตรวจวิทยานิพนธ์จากท่านคณะกรรมการแล้วท่านได้ให้คำแนะนำพร้อมทั้งข้อเสนอแนะพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. คานรองรักแร้ควรที่จะออกแบบให้มีลักษณะที่โค้งลงเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการใช้งานของคนพิการที่หัดเดินในระยะแรกที่อาจทำให้คานรองรักแร้ไปกดทับเส้นประสาทในส่วนใต้รักแร้ได้

2. ระบบการยึดมือจับของไม้ค้ำยันรักแร้ที่สามารถปรับระดับเพื่อความเหมาะสมของแขนและไม้ค้ำยันควรที่จะนำเอาระบบที่กดล็อคแทนการหมุนล็อคเพราะจะช่วยรับแรงกดของแขนและมือได้ดีกว่าการหมุนล็อค

3. ในส่วนของโครงครอบตัวปรับระดับที่ทำด้วยพลาสติกควรที่จะออกแบบให้โครงครอบตัวปรับระดับให้น้อยที่สุดเฉพาะส่วนที่ปุ่มสปริงเท่านั้นเพราะเมื่อการมีพื้นที่ยึดติดกันมากขึ้นจะช่วยในด้านการรับแรงกดและน้ำหนักได้มากขึ้น

บรรณานุกรม

คนค์ รัตนทัศนีย์. เทคโนโลยีเบื้องต้นสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติก. เอกสารการพิมพ์. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2524

พิชิต ภูติจันทร์. กายวิภาคและสรีรวิทยาของมนุษย์. กรุงเทพ: สำนักพิมพ์ บรรณกิจ. 2525.

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. พลาสติก. กรุงเทพ: มิตรนราการพิมพ์. 2521

มานพ ประภาษานนท์. รู้กันรู้แก้ด้วยกายภาพบำบัดคู่มือในการป้องกันและรักษาตนเอง. สำนักพิมพ์ เมดิคัลมิเดีย จำกัด. กรุงเทพ: 2530

สุรศักดิ์ ศรีสุข. กายภาพบำบัดในกระดูก. พิมพ์ครั้งที่ 2. คณะแพทย์ศาสตร์. ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพ: 2529.

MR.SHIRO SUZUKI. เทคโนโลยีแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกและการออกแบบเชิงวิเคราะห์. แปลและเรียบเรียงจากเอกสารประกอบการบรรยาย. โดย ดร.พสุ โลหารชุน,. นายเจริญ วัฒน์หนู, นายไพบูลย์ แจ้งเสนาะ, นายวิวัฒน์ ตันติชจรโกศล, นายอมรวัฒน์ พรมเคน. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและโลหะการ. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพ: มีนาคม 2530.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายวัชระ ขันธปรีชา .

เกิด วันที่ 12 กันยายน 2511 .

รหัสประจำตัว 3 3 3 2 3 0 2 3 .

เข้ารับการศึกษาปี 2533 .

ข้าพเจ้าเป็นบุตรของ นายอ้อน ขันธปรีชา กับนางศรีจำรัส ขันธปรีชา ก่อนที่จะได้เข้ารับการศึกษาในสถาบันแห่งนี้ ข้าพเจ้าได้เคยผ่านการศึกษาในระดับต่าง ๆ ดังนี้

ระดับ ประถมศึกษาชั้น ป.6 โรงเรียนโยธินนุกูล นครราชสีมา .

ระดับ มัธยมศึกษาชั้น ม.1-ม.3 โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย นครราชสีมา .

ระดับ อาชีวศึกษาชั้น ปวช.1-3 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา .

ระดับ อาชีวศึกษาชั้น ปวส.1-2 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา .

ในปี พ.ศ. 2533 ข้าพเจ้าได้เข้ารับการศึกษาใน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จนจบการศึกษาในปีการศึกษา 2534 นี้ .