การวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ที่ใช้กลไกเชิงกล

A RESEARCH AND DEVELOPMENT OF BLOCK JOINT PRESSURE MACHINE BY MECHANICAL TECHNIQUE

ปรมินทร์ พูนชินปี

PAMOTH POONSIP

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีและวิศวกรรมอุตสาหการ

บัณฑิตวิทยาลัย

พ.ศ. 2542

ISBN 974-15-2572-8

การวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

A RESEARCH AND DEVELOPMENT OF BLOCK JOINT PRESSURE MACHINE BY MECHANICAL TECHNIQUE

ประมุข บุญศิลป์

PAMOOK BOONSILP

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2549

ISBN 974-15-2502-8

A RESEARCH AND DEVELOPMENT OF BLOCK JOINT PRESSURE MACHINE BY MECHANICAL TECHNIQUE

PAMOOK BOONSILP

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION IN INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2006

ISBN 974-15-2502-8

COPYRIGHT 2006

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก
นักศึกษา	นาย ประมุข บุญศิลป์
รหัสประจำตัว	44064810
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2549
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก และหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก เกี่ยวกับการเปรียบเทียบอัตราการผลิตของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกกับเกณฑ์การผลิต และศึกษาคุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

การวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนตามวัตถุประสงค์คือ

1. การพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ใช้ข้อมูลจากกรอบแนวคิดในการออกแบบ ออกแบบเป็น ภาพร่าง , แบบเพื่อการผลิต แล้วจึงปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมและการพัฒนาบล็อกดินซีเมนต์ มีการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบประเมินแบบ เพื่อศึกษาถึงความเหมาะสมในการใช้งาน

2. การหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก เกี่ยวกับการเปรียบเทียบอัตราการผลิตของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกกับเกณฑ์การผลิต และ ศึกษาคุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก แหล่งข้อมูลคือ จำนวนบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก จำนวน 20 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง การเก็บข้อมูลใช้แบบบันทึก มีสถิติที่ใช้เป็นร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test แบบ One Sample Group

ผลการวิจัยพบว่า

1. เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ที่ได้รับการพัฒนาขึ้น ขนาดโดยรวมของตัวเครื่องมีความกว้างเท่ากับ 92.89 เซนติเมตร ความยาวเท่ากับ 220.11 เซนติเมตร ความสูงเท่ากับ 80 เซนติเมตร ต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 7.5 แรงม้า ใช้ไฟ 3 เฟส ขนาด 280 โวลต์

2. การประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก พบว่า

2.1 เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก มีอัตราการผลิตสูงกว่าเกณฑ์การผลิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.2 บล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ผ่านการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(มอก.57-2530) ชั้นคุณภาพ ก.

Thesis Title	A Research And Development Of Block Joint Pressure Machine By Mechanical Technique
Student	Mr. Pamook Boonsilp
StudentID	44064810
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Industrial Design Technology
Year	2006
Thesis Advisor	Dr. Phadungchai Pupat
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Dr. Threraphon Thephasadin Na Ayuthya

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop the block joint pressure machine and find the efficiency of the block joint pressure machine which related to the comparative of the rate of production of the block joint pressure machine by mechanical technique and pattern of production and study the qualification of the block joint pressure which produced fine the block joint pressure machine by mechanical technique.

The research is divided in 2 steps of the objective:

Steps 1 the development of the block joint pressure machine by mechanical technique and using the data from the frame of idea in designing the sketch and model from production, then consulted with the expert in engineering and the development of the block joint pressure, collecting the data by the assessment model to study in the appropriate of working.

Steps 2 Find the efficiency of the block joint pressure machine by mechanical technique and the pattern of the production and study the quality of block joint pressure that produced from the block joint pressure machine by mechanical technique. The data source is the number of block joint pressure which produced from the block joint pressure machine by mechanical technique for 20 times, each time for 1 hour. The collecting data in record technique and percentage statistics, standard deviation and t-test in one sample group.

The findings were as follows:

1. The block joint pressure machine by mechanical technique has developed from the singe of the machine, the width is 92.89 centimeters, the length is 220.11 centimeters, the height is 80 centimeters. The energy in using electrical motor 7.5 hp., using electric 3 phase 280 volt.

2. We found the efficiency of the block joint pressure machine by mechanical technique.

2.1 the block joint pressure machine by mechanical technique has the production rate that higher than the pattern of production in statistical significant at .05

2.2 the block joint pressure that produced from the block joint pressure machine by mechanical technique has passed the test of the standard of production industry Class A.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี มิได้เกิดจากการทำงานของข้าพเจ้าเพียงผู้เดียว ทว่าเกิดจากความร่วมมือจากบุคคลที่อยู่รอบด้านและหน่วยงานต่างๆ ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องดังนี้

ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ ที่คอยให้คำปรึกษามาตลอดตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยจนการวิจัยครั้งนี้สำเร็จ รวมทั้ง ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน, รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร, รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ, รศ.นพคุณ นิศามณี, ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม และอาจารย์อีกหลายท่านที่ให้ความรู้ความสามารถแก่ข้าพเจ้า

ผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย คุณวิทยา วุฒิจำนงค์ คุณนรา รัตนวงค์, คุณพิชิต เจนจำนง ที่ช่วยแนะนำและให้คำปรึกษาในเรื่องบล็อกดินซีเมนต์ และช่วยทำการทดสอบคุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ให้ ซึ่งมีส่วนสำคัญอย่างมากในการทำวิจัยครั้งนี้

บิดา มารดา พี่ชาย น้องชาย เพื่อนๆทุกคนที่ได้เป็นกำลังใจและสนับสนุนในด้านต่างๆ ด้วยดีเสมอมาจนสามารถฝ่าฟันอุปสรรคทุกอย่างที่เข้ามาทดสอบความตั้งใจจริงในการทำงานของข้าพเจ้า

ประมุข บุญศิลป์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญภาพ.....IX

สารบัญตาราง.....XIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....4

1.3 สมมติฐานการวิจัย.....4

1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....4

1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....5

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัย.....5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....7

2.1 บล็อกดินซีเมนต์.....7

2.2 เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์.....33

2.3 แนวความคิดในการออกแบบ.....43

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....67

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....70

ตอนที่1 การพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก.....70

ตอนที่2 การศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก.74

2.1 การหาประสิทธิภาพเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์
โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก.....76

2.2 การหาคุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจาก
จากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก..... 78

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....80
ตอนที่1 ผลการพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก.....80
ตอนที่2 ผลการหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก.82
2.1 ผลการเปรียบเทียบอัตราการผลิตของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์
โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกกับเกณฑ์การผลิต.....83
2.2 ผลการศึกษาคุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจาก
จากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก.....84

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....85
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....85
5.2 ขอบเขตของการวิจัย.....85
5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....86
5.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....87
5.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....87
5.6 สรุปผลการวิจัย.....88
5.7 อภิปรายผลการวิจัย.....88
5.8 ข้อเสนอแนะ.....90

บรรณานุกรม.....92

ภาคผนวก
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
ตอนที่ 1 การพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์
โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก.....95
ตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์
โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก.....107
ภาคผนวก ข เขียนแบบเพื่อการผลิต.....110

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ค ภาพผลงาน.....123

ภาคผนวก ง ภาพจากการสำรวจข้อมูล.....127

ภาคผนวก จ หนังสือราชการ.....138

ประวัติผู้เขียน.....152

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 บล็อกตรงใช้สำหรับก่อสร้างอาคาร....9

2.2 บล็อกโค้งสำหรับใช้ก่อสร้างถังเก็บน้ำ....9

2.3 การต่อต้านการเลื่อนของดิน....18

2.4 ความสามารถในการถูกอัด....19

2.5 น้ำในช่องระหว่างเม็ดดิน....19

2.6 การซึมผ่านของน้ำ....20

2.7 การตรวจสอบความชื้น....23

2.8 การตรวจสอบประเภทของดินโดยการกลิ้งให้เป็นแท่งกลม....23

2.9 การตรวจสอบประเภทของดินโดยผสมกับน้ำ....24

2.10 ลักษณะฐานราก....28

2.11 การผูกเหล็กทำฐาน ทำพื้น....29

2.12 การเทคอนกรีตทำฐานและพื้น....30

2.13 การก่อผนังแถวแรก....30

2.14 การก่อบล็อกสลับแนวซ้อนทับกัน....31

2.15 เช็ดทำความสะอาดคราบน้ำปูนที่เปื้อน....32

2.16 วิธีติดตั้งวงกบประตูหน้าต่าง....32

2.17 วิธีติดตั้งโครงหลังคาและมุงหลังคา....33

2.18 เครื่องอัดไฮดรอลิกส์....34

2.19 เครื่องอัดบล็อกตรงสำหรับก่อสร้างอาคาร....34

2.20 เครื่องอัดบล็อกโค้งสำหรับถังเก็บน้ำ....35

2.21 แสดงการทำงานของเครื่องอัด....36

2.22 การนำดินลูกรังเข้าเครื่องบด-ร่อน....38

2.23 การนำดินลูกรัง ปูนซีเมนต์ และน้ำ มาหาสัดส่วนที่เหมาะสม....38

2.24 การผสมส่วนผสมด้วยเครื่องผสม....39

2.25 การพรมน้ำโดยใช้ฝักบัวรดน้ำ....39

2.26 การตักส่วนผสมลงในแบบอัด....40

2.27 การปาดส่วนผสมให้เรียบเสมอกับแบบ....40

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

2.28 การเลื่อนคันโยกไปด้านตรงข้าม....41

2.29 การโยกคันโยกลงด้านล่างจนสุด....41

2.30 การโยกคันโยกลงเพื่อเลื่อนบล็อกขึ้น....42

2.31 การยกบล็อกดินซีเมนต์ด้วย ที่ยกบล็อก....42

2.32 แสดงเครื่องมือกลอย่างง่ายที่อาศัยหลักของคาน....45

2.33 ชะแลงงัด....45

2.34 การทดลองเพื่อศึกษาเรื่องทอร์ก....46

2.35 ทอร์กลัพธ์....47

2.36 ส่วนประกอบต่างๆ ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ....48

2.37 สเตเตอร์ของเครื่องกลเหนี่ยวนำชนิดสามเฟส....49

2.38 การใช้อุปกรณ์ช่วยทำให้สายพานตึง....50

2.39 โครงสร้าง แรงปฏิกิริยา และขนาดของสายพานลิ่ม....51

2.40 สายพานลิ่มรูปพรรณ....52

2.41 สายพานลิ่มเส้นบางเปิดด้านข้างและไม่มีการหุ้ม....52

2.42 ตัวอย่างการใช้งานของสายพานหน้ากว้าง....53

2.43 สานพานลิ่มหลายรูปพรรณ....53

2.44 การประกอบสายพานลิ่ม....54

2.45 เปรียบเทียบเส้นใยแนวแรงขณะรับแรงดึง....56

2.46 ความคาดหวังในการออกแรงซึ่งแสดงถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ (ตัวเลขที่แสดงมีหน่วยเป็นกิโลกรัม)....59

2.47 แสดงถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักรในระบบการทำงาน....62

2.48 แสดงถึงหลักความเคยชินหรือคนทั่วไปเข้าใจในการควบคุมระบบการทำงาน โดยใช้คันโยก....62

2.49 แสดงอุปกรณ์ควบคุมชนิดที่เป็นคันโยก....64

2.50 ตำแหน่งอุปกรณ์ควบคุม สำหรับงานยืนที่ใช้มือเดียวจับอุปกรณ์ควบคุม....65

2.51 ตำแหน่งอุปกรณ์ควบคุม สำหรับงานยืนที่ใช้มือทั้งสองข้าง....66

3.1 แผนการดำเนินการพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ตอนที่ 1....70

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.2	แบบร่างเพื่อสร้างเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก	72
4.1	แสดงภาพเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกที่ได้รับการพัฒนา	81
4.2	แสดงภาพการเขียนแบบเพื่อการผลิตเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกที่ได้รับการพัฒนา	82
ค.1	ภาพจำลองเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก	124
ค.2	ภาพจำลองเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก	124
ค.3	ภาพจำลองเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก	125
ค.4	ภาพจำลองเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก	125
ค.5	ภาพเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก	126
ค.6	ภาพเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก	126
ง.1	ภาพสถานที่เก็บข้อมูลการวิจัย	128
ง.2	ผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัย	128
ง.3	ผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัย	129
ง.4	ผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัย	129
ง.5	การสำรวจข้อมูลบล็อกดินซีเมนต์	130
ง.6	การสำรวจข้อมูลบล็อกดินซีเมนต์	130
ง.7	การสำรวจข้อมูลบล็อกดินซีเมนต์และเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์	131
ง.8	การสำรวจข้อมูลบล็อกดินซีเมนต์	131
ง.9	การสำรวจข้อมูลบล็อกดินซีเมนต์	132
ง.10	การสำรวจข้อมูลบล็อกดินซีเมนต์	132
ง.11	การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการหยดน้ำปูน	133
ง.12	การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการหยดน้ำปูน	133
ง.13	การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการเข้าเครื่องกดอัด	136
ง.14	การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการเข้าเครื่องกดอัด	136
ง.15	การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการชั่ง นน. เปียก	135
ง.16	การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการชั่ง นน. เปียก	135
ง.17	การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการเข้าเตาอบแห้ง	136

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ง.18 การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการเข้าเตาอบแห้ง....136
ง.19 การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการชั่ง นน. แห้ง....137
ง.20 การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการชั่ง นน. แห้ง....137

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 มาตรฐานความต้านแทนแรงอัดและการดูดกลืนน้ำของบล็อกรับน้ำหนัก....12

2.2 วัตถุประสงค์ในการใช้คอนกรีตบล็อกชั้นคุณภาพต่างๆ....12

2.3 คุณสมบัติของดินโดยการสังเกต....24

2.4 อัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ต่อวัสดุผสมของดินซีเมนต์บล็อก....25

2.5 เปรียบเทียบสัดส่วนเฉพาะจุดสำคัญ (หญิงไทย)....60

2.6 เปรียบเทียบสัดส่วนเฉพาะจุดสำคัญ (ชายไทย)....60

2.7 แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน แนวคิดเกี่ยวกับอุปกรณ์ควบคุมในระบบการทำงานระหว่างคนกับเครื่องจักร....61

3.1 ความต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ....78

4.1 แสดงผลการประเมินแบบเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ของผู้เชี่ยวชาญ....80

4.2 แสดงปริมาณบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตได้จากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก....83

4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบอัตราการผลิตของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกกับเกณฑ์การผลิต....83

4.4 ผลการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ....84

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สถาปัตยกรรมบ้านพักอาศัยในปัจจุบันนั้นเป็นผลผลิตทางความคิดในการออกแบบของมนุษย์ ซึ่งย่อมจะต้องแปรเปลี่ยนไปตามความเปลี่ยนแปลงของสังคมมนุษย์ด้วย เพราะสภาพสังคมเองที่เป็นตัวกำหนดความคิด ความสำนึกของผู้คนในยุคหนึ่งๆ ซึ่งย่อมทำให้เกิดสิ่งต่างๆ ขึ้นมาเพื่อรองรับสังคมนั้นๆ เช่นวิทยาการเทคโนโลยีต่างๆเป็นต้น ดังนั้นจึงไม่น่าแปลกใจเลยว่าจากระยะที่ผ่านมาสถาปัตยกรรมบ้านพักอาศัยของผู้คนจะต้องเปลี่ยนแปลงคลี่คลาย มาสู่รูปแบบของความเป็นปัจจุบัน ซึ่งเป็นรูปแบบและเนื้อหาที่จะต้องรับใช้วิถีชีวิตของผู้คนในยุคนี้ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าความเปลี่ยนแปลงของสังคมเป็นผลให้เกิดความเปลี่ยนแปลงของลักษณะอาคารบ้านพักอาศัย มีการพัฒนาวัสดุและเทคนิคที่ใช้ในการก่อสร้างอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้การก่อสร้างเป็นงานที่ง่ายและประหยัดขึ้น

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยได้ตระหนักในเรื่อง การใช้วัสดุมาทดแทนการใช้ไม้ ตั้งแต่ปี 2510 จึงได้จัดทำโครงการหาวัสดุก่อสร้างทดแทนไม้ การวิจัยพบว่าดินแดงหรือดินลูกรังเป็นวัสดุที่มีทั่วไปและมีปริมาณมาก หากนำมาผสมปูนซีเมนต์ ผสมน้ำนำเข้าเครื่องอัดแบบง่ายๆ ที่เรียกว่า "เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์" ก็จะได้บล็อกที่เป็นก้อนแข็งทนทาน เรียกว่า "บล็อกดินซีเมนต์" ใช้ก่อรับน้ำหนักแทนโครงสร้าง เสา คานได้เป็นอย่างดี จึงได้เริ่มก่อสร้างอาคารชั้นเดียวตัวอย่าง ตั้งแต่ปี 2512 ที่สถานีกสิกรรม อ.โนนสูง จ.นครราชสีมา และใน ปี 2520 จึงสร้างอาคาร 2 ชั้นที่ อ.ชุมพวง จ.นครราชสีมา และที่อื่นๆ อีกจนถึงปัจจุบัน อาคารต่างๆเหล่านั้นยังมีสภาพเรียบร้อย แข็งแรงดี ในระยะแรกๆ บล็อกดินซีเมนต์ไม่ค่อยมีผู้คนสนใจนัก เพราะไม้ยังมีใช้มากราคายังไม่แพง ต่อมาไม้เริ่มหายากราคาแพงขึ้นคนเริ่มสนใจนำไปใช้ได้ผลจึงสนใจกันมากขึ้น ในปี 2525 กระทรวงมหาดไทยได้นำเรื่องนี้เสนอ ครม. ได้รับอนุมัติในหลักการ โดยจัดให้มีหน่วยงานกลางทางวิชาการขึ้น และให้มีหน่วยราชการต่างๆสนับสนุนให้สร้างอาคารต่างๆ จึงนับว่าเป็นวัสดุก่อสร้างทดแทนไม้ที่ได้รับรองเป็นทางการแล้ว (น้อย พลายภู่.2528:5)

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(2545) ได้สรุปจุดเด่นและโอกาสทางการตลาดของบล็อกดินซีเมนต์ไว้ดังนี้

1. สามารถก่อสร้างได้รวดเร็วกว่าระบบก่อสร้างแบบเสาและคานที่ใช้อิฐมอญเป็นผนังทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำกว่าการก่อสร้างด้วยวัสดุก่อสร้างดังกล่าวประมาณ 20-30%

2. ใช้วัตถุดิบที่หาได้ง่ายในทุกภูมิภาคของประเทศ

3. สามารถที่จะพัฒนาให้เป็นธุรกิจชุมชนหรืออาจขยายเป็นธุรกิจขนาดย่อมได้

4. ลดการตัดไม้ทำลายป่าช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและธรรมชาติ

5. ใช้เทคโนโลยีในประเทศที่อยู่ระดับไม่สูง สามารถพัฒนาต่อเนื่อง

6. เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างด้วยบล็อกดินซีเมนต์มีราคาถูกกว่าการใช้อิฐมอญซึ่งจะเป็นแรงจูงใจให้คนหันมาใช้บล็อกดินซีเมนต์เพิ่มมากขึ้น

7. ธุรกิจบล็อกดินซีเมนต์ เป็นทางเลือกหนึ่งในการเสริมสร้างอาชีพในชุมชน เพื่อให้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงบังเกิดผลเป็นรูปธรรม

8. ปัญหาเศรษฐกิจที่ผ่านมามีผลกระทบทำให้คนหันมาสนใจบ้านที่มีราคาถูก ซึ่งบ้านที่ก่อสร้างด้วยบล็อกดินซีเมนต์จะเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของการก่อสร้างบ้านที่มีราคาถูก

9. ปริมาณไม้ในประเทศมีน้อยลง จำเป็นต้องหาวัสดุอื่นแทนในการก่อสร้าง

ในปัจจุบันได้มีผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์และบุคคลทั่วไปสนใจนำเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ ไปประกอบเป็นอาชีพต่างๆ เช่น รับเหมาก่อสร้าง ผลิตบล็อกดินซีเมนต์จำหน่ายอย่างมากมาย การใช้บล็อกดินซีเมนต์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งของผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นอนาคตของการใช้บล็อกดินซีเมนต์ ซึ่งน่าจะมีความนิยมมากขึ้นตามลำดับ โดยเทียบได้จากจำนวนโรงงานที่ผลิตบล็อกดินซีเมนต์ในปัจจุบัน โรงงานที่ผลิตบล็อกดินซีเมนต์ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยมีกระจายไปเกือบทั่วทุกภาคของประเทศ แต่จะมีมากอยู่ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นแหล่งที่มีวัตถุดิบจำนวนมาก จากการศึกษาของฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท ปัจจุบัน(พ.ศ.2545) มีโรงงานผลิตจำนวนทั้งสิ้นประมาณ 66 โรงงาน โดยตั้งอยู่ในภาคกลางจำนวน 11 โรงงาน ภาคตะวันออกจำนวน 8 โรงงาน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 25 โรงงาน ภาคเหนือจำนวน 16 โรงงาน และภาคใต้จำนวน 6 โรงงาน

พนม ภัยหน่าย(2542:369-370) กล่าวไว้ว่า ในงานก่อสร้างในปัจจุบันได้มีการนำเอาเครื่องทุ่นแรงหรือเครื่องจักรกลต่างๆ เข้ามาใช้ดำเนินการเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้เพราะต้องการผลงานที่ได้มาตรฐานตรงตามข้อกำหนดในรายการก่อสร้างและเพื่อลดค่าใช้จ่ายโดยมุ่งหวังให้งานเสร็จทันตามกำหนดเวลาด้วย เหตุผลสำคัญที่นำเอาเครื่องจักรกลเข้ามาใช้ดำเนินการก่อสร้างนั้นเพราะว่า

1. ประสิทธิภาพการทำงานบางอย่างสูงกว่าการใช้แรงงาน เครื่องจักรกลบางชนิดใช้แทนแรงงานได้หลายๆ คนและเมื่อใช้เครื่องจักรกลแล้ว ค่าใช้จ่ายจะต่ำกว่าการใช้แรงงานเสียอีก

2. การทำงานบางอย่างซึ่งถ้าใช้แรงงานแล้ว อาจจะทำให้เกิดความล่าช้า ไม่สะดวกด้วยประการทั้งปวง และไม่สามารถทำงานให้เสร็จตามกำหนดเวลาได้

3. ลักษณะของงานก่อสร้างบางอย่าง ต้องกระทำให้ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในรายการก่อสร้างเช่น การบดอัด การตัดเกรด เป็นต้น ซึ่งแรงงานไม่สามารถกระทำได้ผลดีเท่ากับ

เครื่องจักรกล และในงานบางประเภทไม่สามารถใช้แรงงานได้เลย ต้องใช้เฉพาะเครื่องจักรกลเท่านั้น

4. แนวโน้มของค่าจ้างแรงงานสูงขึ้นเรื่อยๆ จึงมีการคิดค้นเครื่องจักรกลและเครื่องทุ่นแรงงานต่างๆ เข้ามาใช้แทนแรงงานเพื่อจะได้ลดจำนวนคนงานลงได้

5. การใช้แรงงานเป็นจำนวนมาก ย่อมก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ขึ้นได้เสมอ เช่น ปัญหาในเรื่องที่อยู่อาศัย อุบัติเหตุ ข้อพิพาทระหว่างผู้ใช้แรงงานด้วยกันเอง การเรียกร้องผลประโยชน์อื่นๆ ตลอดจนการนัดหยุดงานเพื่อต่อรองกับผู้รับเหมาก่อสร้าง อันเป็นปัญหาแรงงานซึ่งจะส่งผลกระทบต่อเวลาและค่าใช้จ่ายของงานในโครงการอย่างแน่นอน

ดังนั้น การใช้เครื่องจักรกลจึงขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานหรือวิศวกรโครงการว่าควรจะใช้เครื่องจักรกลชนิดไหนกับงานในรูปแบบใด หรือจะนำไปใช้กับงานในภูมิประเทศอย่างไร ซึ่งเครื่องจักรกลแต่ละชนิด แต่ละแบบนั้นย่อมมีความเหมาะสมกับงานและลักษณะของภูมิประเทศที่แตกต่างกันไปด้วย เพราะฉะนั้นการพัฒนาเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับสภาวะในปัจจุบันและคำนึงถึงผลกระทบในอนาคตด้วยสิ่งที่ต้องคำนึงได้แก่ ความประหยัด การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า เลือกใช้เทคนิคการก่อสร้าง การเลือกใช้วัสดุในการก่อสร้าง และผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

เครื่องมือที่ใช้ในการอัดบล็อกดินซีเมนต์เรียกว่า เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ ทำงานโดยการใช้แรงงานคน โดยที่ใช้คน 1 คนทำงานก็จะช้าและเหนื่อยแรงพอควรผลิตได้วันละไม่เกิน 150 ก้อนถ้าใช้คน 2 คนทำงานผลิตได้มากขึ้นผลิตได้วันละ 200-300 ก้อน (น้อย พลายภู่.2528:10) ผู้วิจัยมีความเห็นว่าเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ในปัจจุบันนั้นยังไม่ได้รับการปรับปรุงพัฒนารูปแบบและยังมีปัญหาในการทำงาน อยู่อีกหลายจุดเช่นในเรื่องการออกแรงในการทำงาน ผู้ใช้ต้องใช้กำลังมากทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลงได้ผลผลิตน้อย และใช้เวลาในการทำงานมาก

การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบ เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ให้มีประสิทธิภาพในด้านกำลังการผลิต ลดการใช้กำลังในการทำงานให้น้อยลง และใช้แรงงานคนน้อยลง โดยให้ใช้คนงานเพียงแค่ 2 คน ใช้เทคนิคในเชิงกลไก ที่จะสามารถผลิตบล็อกดินซีเมนต์ได้ปริมาณมากขึ้นในขณะที่ผู้ทำงานใช้พลังงานน้อยลงและ เพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภคซึ่งจะมีการใช้บล็อกดินซีเมนต์กันมากขึ้นในอนาคต ช่วยลดต้นทุนในการก่อสร้างบ้านพักอาศัย ทำให้ราคาของบ้านพักอาศัยต่ำลง ช่วยให้ผู้มีรายได้ต่ำสามารถมีคุณภาพชีวิตในด้านที่อยู่อาศัยที่ดีขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกเกี่ยวกับ

1.2.2.1 เปรียบเทียบอัตราการผลิตของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกกับเกณฑ์การผลิต

1.2.2.2 ศึกษาคุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

1.3 สมมติฐานการวิจัย

เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกมีอัตราการผลิตสูงกว่าเกณฑ์การผลิต

1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.4.1 การพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ ใช้หลักการของเทคโนโลยีที่เหมาะสม ของ ศิริ ฮามสุโพธิ์ (2536:14) ที่กล่าวไว้ทั้งหมด 9 ข้อ แต่นำมาปรับใช้เป็นกรอบแนวคิด 4 ข้อที่สอดคล้องกับหลักเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในท้องถิ่นดังต่อไปนี้

1. ความยากง่าย
2. การระดมทรัพยากร
3. การดัดแปลง
4. ปราศจากเงื่อนไขด้านลิขสิทธิ์

1.4.2 การศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ใช้เกณฑ์การวัดอัตราการทำงานของเครื่องจักรกลของ พนม ภัยหน่าย และ สิริศักดิ์ ปโยธรสิริ (2529:410-411) ที่กล่าวไว้ว่า การวัดความสามารถการทำงานของเครื่องจักรกลก็คือ การวัดปริมาณการทำงานของเครื่องจักรกลต่อหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า **"อัตราการทำงานของเครื่องจักรกล"** ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธี **วัดโดยปริมาณ** โดยวัดเป็นจำนวนก้อนต่อชั่วโมง

1.4.3 การศึกษาคุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก(มอก.57-2530) ที่กำหนดคุณลักษณะที่ต้องการเกี่ยวกับ

1. ความต้านทานแรงอัด
2. การดูดกลืนน้ำ

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1.

แหล่งข้อมูล คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและพัฒนาบล็อกดินซีเมนต์จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จำนวน 3 คน

ตัวแปรที่ศึกษา คือ ผลการประเมินแบบเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2.

1. **เปรียบเทียบอัตราการผลิตของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกกับเกณฑ์การผลิต**

   แหล่งข้อมูล คือ บล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตได้จากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ในเวลา 1 ชั่วโมง

   ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

   1. **ตัวแปรอิสระ** คือ วิธีการผลิตบล็อกดินซีเมนต์ด้วยเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก
   2. **ตัวแปรตาม** คือ อัตราการผลิตบล็อกดินซีเมนต์ของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

2. **ศึกษาคุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก**

   แหล่งข้อมูล คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและพัฒนาบล็อกดินซีเมนต์จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

   ตัวแปรที่ศึกษา คือ คุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. บล็อกดินซีเมนต์ หมายถึง ก้อนวัสดุก่อสร้างซึ่งประกอบได้ด้วยวัตถุดิบประเภทดินลูกรัง(Lateritic Soils) หรือดินทราย (Sandy Soils) รวมทั้งวัสดุผสมอื่นๆ เช่น หิน ฝุ่น ทรายขี้เป็ด หินชนวนผุ ที่มีขนาดและสัดส่วนที่เหมาะสม และนำมาอัดด้วยเครื่องอุปกรณ์เพื่อผลิตเป็นบล็อกที่มีเดือย ทำหน้าที่ประสานกันระหว่างบล็อก ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ดินทรายเป็นวัตถุดิบในการผลิตบล็อกดินซีเมนต์แบบตรง ขนาดของบล็อกกว้าง 10 ซม. ยาว 20 ซม. สูง 10 ซม. เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

2. เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตบล็อกดินซีเมนต์ ทำหน้าที่อัดส่วนผสมที่ใช้ทำบล็อกดินซีเมนต์ให้รวมตัวกันอย่างหนาแน่นเป็นก้อนที่มีรูปร่างตามแม่พิมพ์ของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์แบบที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำงาน

3. เทคนิคเชิงกลไก หมายถึง วิธีการต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการผ่อนแรง โดยเลือกใช้เทคนิคเชิงกลไกที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำงาน เทคนิคเชิงกลไกที่ผู้วิจัยนำมาใช้คือ ระบบการใช้ข้อเหวี่ยงน้ำหนักและระบบการใช้คานงัด

4. การพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ หมายถึง การปรับปรุงและดัดแปลงเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ซึ่งให้ได้คุณสมบัติตามหลักการของเทคโนโลยีที่เหมาะสมดังต่อไปนี้

4.1 ความยากง่าย หมายถึง เทคโนโลยีที่ผลิตขึ้นจะต้องง่ายและสะดวกต่อการใช้และการบำรุงรักษา

4.2 การระดมทรัพยากร หมายถึง เทคโนโลยีที่นำไปใช้จะต้องสามารถนำแหล่งทรัพยากรและพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ได้อย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ

4.3 การดัดแปลง หมายถึง เทคโนโลยีนั้นสามารถนำไปดัดแปลงให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ไม่ยุ่งยาก

4.4 ปราศจากเงื่อนไขด้านลิขสิทธิ์ หมายถึง จะต้องไม่มีปัญหาทางด้านลิขสิทธิ์ต่างๆ

5. ประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ หมายถึง อัตราการผลิตบล็อกดินซีเมนต์ของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก และคุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์

6. อัตราการผลิตบล็อกดินซีเมนต์ หมายถึง กำลังการผลิตบล็อกดินซีเมนต์ / ชั่วโมง โดยคิดจากจำนวนก้อนที่ผลิตได้ใน 1 ชั่วโมง

7. คุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ หมายถึง บล็อกดินซีเมนต์ที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก(มอก.57-2530) ที่กำหนดคุณลักษณะที่ต้องการไว้ว่าต้องมีความต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ เป็นไปตามระดับที่ตั้งไว้ การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต(มอก.109-2517)

8. เกณฑ์การผลิต หมายถึง อัตราการผลิตของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์รุ่นเก่า ซึ่งมีอัตราการผลิตวันละ 300 ก้อน/วัน มีค่าเท่ากับ 38 ก้อน/ชั่วโมง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ได้ทำการวิจัยและทำการศึกษาข้อมูลในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและเพื่อให้เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลโดยแบ่งออกเป็นตอนๆเพื่อง่ายต่อการค้นหาและตรวจสอบซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 บล็อกดินซีเมนต์

2.2 เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์

2.3 แนวความคิดในการออกแบบ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บล็อกดินซีเมนต์

ประวัติบล็อกดินซีเมนต์

ประวัติของบล็อกดินซีเมนต์ ประณต กุลประสูตร(2538:190-192) ได้เขียนไว้ว่า จากการศึกษาของ Circer Davidson and David (1992) พบว่าการใส่ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ลงในดินจะเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติและโครงสร้างของดินได้แต่ผลของการปรับปรุงคุณภาพของดินที่ได้ต่างกันและดินมีคุณภาพทางฟิสิกส์ที่เหมือนกันก็ตามซึ่งจากการทดลองการรับแรงอัด (Compressive Strenght) พบว่าดินที่มีคุณสมบัติทางเคมีที่ต่างกันแต่มีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่ใกล้เคียงกันและใช้ปอรต์แลนด์ซึ่งมีซีเมนต์ที่เท่ากัน กำลังรับแรงอัดของดินที่ได้จะต่างกัน

การปรับปรุงคุณภาพของดิน โดยใช้ซีเมนต์ผสมลงในดิน เริ่มตั้งแต่ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1915 เมื่อมีการก่อสร้างถนน Oka ในเมือง Saratosa รัฐ Florida โดยการขุดเอา SHELL ในอ่างขึ้นมาผสมกับทรายและซีเมนต์แล้วทำการบดอัดด้วยรถบดอัดไอน้ำขนาด10ตันแทนการทำถนนด้วยคอนกรีต เนื่องจากเครื่องผสมคอนกรีตเสีย

ในปี ค.ศ. 1932 Dr.C.H.Morefield แห่ง South Carolina Stat HighwayDepartment ได้ทดลองนำดินซีเมนต์มาสร้างถนนได้พบว่าดินซีเมนต์เป็นวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้เป็นวัสดุสำหรับชั้นพื้นทางของถนนและราคาถูกจากการค้นพบดังกล่าวได้กระตุ้นให้เกิดการค้นคว้าเกี่ยวกับดินซีเมนต์กันอย่างกว้างขวางมากขึ้น

ในปี ค.ศ. 1935 F.T. Sheet แห่ง Portland Cement Association ได้นำเทคโนโลยีการอัดดิน (ซึ่งใช้มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1929) มาปรับปรุงใช้กับการบดอัดดินซีเมนต์ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับความหนาแน่นผลของการศึกษาปรับปรุงทดลองทำให้สามารถหาปริมาณของดินซีเมนต์ และน้ำที่ใช้ผสม

ในปี ค.ศ. 1935 South Carolina State HightwayDepartment Bureau of public Roads and Portland Cement association ได้ร่วมกันทดลองสร้างถนนโดยใช้ดินซีเมนต์เป็นระยะทางประมาณ 1.5 ไมล์ บริเวณไหล่เมือง Johnsonville ซึ่งเป็นโครงการสำเร็จของโครงการนี้ทำให้มีการทดลองเพิ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1936 ในรัฐSouth Carolina รัฐ Llinois รัฐ Michigen รัฐ missuori รัฐ Wisconsin โดย Portland Cement Association เป็นผู้ทดลองสร้าง

ในปี ค.ศ. 1941-1944 ระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้เริ่มมีการนำดินซีเมนต์มาใช้ในการก่อสร้างสนามบินซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 22 ล้านตารางหลา ซึ่งในช่วงนี้งานด้านถนนได้หยุดชะงักลงจนกระทั่งสงครามยุติจึงมีการสร้างถนนด้วยซีเมนต์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วซึ่งส่วนใหญ่นำดินซีเมนต์ไปใช้เป็นวัสดุรองรับพื้นทางของถนนคอนกรีต ใช้เป็นไหล่ทางถนน ที่จอดรถ พื้นที่คลังสินค้า

ในปี ค.ศ. 1960 การใช้ดินซีเมนต์ในงานก่อสร้างของประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนนาดา มีมากถึง 46 ล้านตารางหลา นอกจากทั้งสองประเทศนี้แล้วยังมีการใช้กันอย่างกว้างขวาง อาทิ เช่น ในประเทศอังกฤษ แอฟริกา ตะวันออกกลาง อเมริกาใต้ และเยอรมันเป็นต้น

น้อย พลายภู่(2528:10) กล่าวไว้ว่าสำหรับในประเทศไทยในปีพ.ศ.2525 นายฉัตรศิริ ธรรมารมณ์ จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยรวมกับ Dr.A. BRUCE ETHERINGTON จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) ได้ออกแบบเครื่องอัดให้มีรู ร่อง เดือย ที่สามารถประสานกันทั้งแนวดิ่งและแนวนอน สามารถวางทับซ้อนกันได้ ครั้งละหลายๆแถวแล้วจึงใช้น้ำปูนผสมทรายร่อนหยอดในรูทุกรูเพื่อเชื่อมติดกัน เป็นผนังที่แข็งแรง สามารถรับน้ำหนักบรรทุกต่างๆได้เป็นอาคารที่ ไม่ต้องใช้เสาใช้ทับหลังเหมือนอาคารทั่วไป นอกจากนี้ยังประหยัดปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการก่อและสามารถก่อสร้างได้ง่าย รวดเร็วมากนับเท่าตัว คือไม่ต้องใช้ปูนก่อทีละก้อน สามารถวางซ้อนกันตลอดความยาวผนัง ทางสูงครั้งละไม่เกิน 10 แถวได้ จึงหยอดน้ำปูนทรายภายหลัง ทำให้ทำงานได้สะดวกรวดเร็วกว่าหนึ่งเท่าตัว

1. รอยต่อระหว่างบล็อกจะเรียบร้อย สวยงามไม่ต้องเสียเวลาตกแต่งร่อง

2. ออกแบบให้รอยต่อเป็นแบบเซาะร่องโชว์แนวในตัวไม่ต้องเสียเวลาเซาะร่องเหมือนบล็อกทั่วไป

3. ใช้เป็นผนังรับน้ำหนักได้ ไม่ต้องมีเสาเหมือนอาคารทั่วไปผนังกว้าง 12.5 ซ.ม. สามารถก่อเป็นอาคาร 2 ชั้นได้ โดยไม่ต้องมีเสา ค.ส.ล เพียงแต่ทำผนังกว้างยื่นออกไปทุก 3 เมตรเพื่อรับแรงลมหรือแรงทางด้านข้าง

4. ผลิต2 แบบก็เพียงพอ คือ แบบเต็มก้อนและครึ่งก้อนทำให้ง่ายต่อการผลิตและการก่อสร้าง

มาตรฐานบล็อกดินซีเมนต์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2545:2) ได้ประสานมาตรฐานของบล็อกดินซีเมนต์ ไว้ดังนี้

1. บล็อกประสาน วท.(ดินซีเมนต์) หมายถึง ก้อนวัสดุก่อสร้างซึ่งประกอบด้วยวัตถุดิบประเภทดินลูกรัง(Latertic Sooils) หรือดินทราย (Sandy Soils) รวมทั้งวัสดุผสมอื่นๆ เช่น หินฝุ่น ทรายขี้เป็ด หินชนวนผุ ที่มีขนาด และสัดส่วนที่เหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนต่างๆ ที่เหมาะสม และนำมาอัดด้วยเครื่องอุปกรณ์เพื่อผลิตเป็นบล็อกที่มีเดือย ทำหน้าที่ประสานระหว่างบล็อก

2. ขนาดและชนิดของบล็อก บล็อกดินซีเมนต์ วท. มี 2 แบบ ได้แก่ แบบตรงสำหรับก่อผนัง มีขนาดกว้างxยาวxสูง เท่ากับ 12.5x 25.0 x 10.0 เซนติเมตร (ไม่รวมดอก) และแบบก่อโค้งสำหรับก่อถังเก็บน้ำ มีขนาด กว้างx ยาวxสูง เท่ากับ 15x30x10 เซนติเมตร (ไม่รวมดอก) ความคลาดเคลื่อนของขนาดบล็อกไม่ควรเกิน + 1 มม. หรือ-1มม.

ภาพที่ 2.1 บล็อกตรงใช้สำหรับก่อสร้างอาคาร

ภาพที่ 2.2 บล็อกโค้งสำหรับใช้ก่อสร้างถังเก็บน้ำ

3. คุณสมบัติทางกายภาพของบล็อกรับน้ำหนัก (Load –bearing soil –cement block) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้นำมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) มาใช้กำหนดคุณสมบัติทางกายภาพของบล็อกดินซีเมนต์ โดยใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ดังต่อไปนี้

3.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก (มอก.57-2530) เพื่อให้มาตรฐานบล็อกรับน้ำหนักเป็นไปโดยถูกต้อง จึงกำหนดมาตรฐานขึ้น เรียกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก (มอก.57-2530) ซึ่งมีเนื้อหาดังนี้

1. ขอบข่าย มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ประเภทและชั้นคุณภาพ วัสดุ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก

2. บทนิยาม ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 คอนกรีตบล็อก หมายถึงก้อนคอนกรีตทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ และวัสดุผสมที่เหมาะสมชนิดต่างๆ และจะมีสารอื่นผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ได้ สำหรับก่อผนังหรือกำแพง มีรูหรือโพรงขนาดใหญ่ทะลุตลอดก้อน และมีพื้นที่หน้าตัดสุทธิที่ระนาบขนานกับผิวธารน้อยกว่าร้อยละ 75 ของพื้นที่หน้าตัดรวมที่ระนาบเดียวกัน

2.2 คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก หมายถึง คอนกรีตบล็อกใช้สำหรับผนังที่ออกแบบให้รับน้ำหนักบรรทุกและน้ำหนักตัวเอง

2.3 เปลือก หมายถึง ผนังด้านนอกของคอนกรีตบล็อก

2.4 ผนังกั้นโพรง หมายถึง ผนังภายในซึ่งแบ่งโพรงในคอนกรีตบล็อก

3. ประเภทและชั้นคุณภาพ

3.1 **ประเภท** คอนกรีตรับน้ำหนัก ซึ่งทำขึ้นตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1.1 ประเภทควบคุมความชื้น

3.1.2 ประเภทไม่ควบคุมความชื้น

3.2 **ชั้นคุณภาพ** คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักแต่ละประเภท แบ่งออกเป็น 3 ชั้นคุณภาพ คือ

3.2.1 ชั้นคุณภาพ ก ใช้สำหรับกำแพงภายนอกทั้งต่ำกว่าและเหนือระดับดิน โดยไม่ต้องมีการป้องกันผิวแต่อย่างใด เช่น ใช้ในกรณีซึ่งการรั่วซึมจากน้ำใต้ดินหรือฝนไม่ทำความเสียหายต่องานนั้น

3.2.2 ชั้นคุณภาพ ข ใช้สำหรับกำแพงภายนอกทั้งต่ำกว่าและเหนือระดับดิน แต่ต้องมีการป้องกันผิว

3.2.3 ชั้นคุณภาพ ค ใช้ทั่วไปสำหรับกำแพงภายใน และกำแพงภายนอกเหนือระดับดิน ที่ต้องมีการป้องกันความเสียหายเนื่องจากดินฟ้าอากาศ

4. วัสดุ

4.1 **ปูนซีเมนต์** ให้ใช้อย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

4.1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

ควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ มาตรฐานเลขที่ มอก.15 เล่ม 1

4.1.2 ปูนซีเมนต์ผสม

ควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ผสม มาตรฐานเลขที่ มอก.80

4.2 **มวลผสมคอนกรีต**

ควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มวลผสมคอนกรีตมาตรฐานเลขที่ มอก.566 ยกเว้นเกณฑ์กำหนดการคัดขนาดมวลผสมคอนกรีต

4.3 **ส่วนผสมอื่นๆ**

ตัวทำฟองอากาศ สี สารกันน้ำ ฯลฯ ที่นำมาใช้ ควรเป็นสารที่เหมาะสมสำหรับใช้กับคอนกรีต และควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

5. คุณลักษณะที่ต้องการ

5.1 **ลักษณะทั่วไป**

5.1.1 คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักทุกก้อนต้องแข็งแรง ปราศจากรอยแตกร้าวหรือส่วนเสียอื่นใดอันเป็นอุปสรรคต่อการก่อคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักอย่างถูกต้อง หรือทำให้สิ่งก่อสร้างเสียกำลังหรือความคงทนถาวร รอยร้าวเล็กน้อยที่มักเกิดขึ้นในกรรมวิธีการผลิตตามปกติ หรือรอยปริเล็กน้อยเนื่องจากวิธีการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งอย่างธรรมดา จะต้องไม่เป็นสาเหตุอ้างในการไม่ยอมรับ

5.1.2 คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก ซึ่งต้องการฉาบปูนหรือแต่งปูนต้องมีผิวหน้าหยาบพอควรแก่การจับยึดของปูนฉาบ หรือปูนแต่งได้อย่างดี

5.1.3 คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก ซึ่งต้องการก่อแบบผิวเผย ด้านผิวเผยจะต้องไม่มีรอยบิ่น รอยร้าว หรือตำหนิอื่นๆ ถ้าในการสั่งคราวหนึ่งมีก้อนซึ่งมีรอยบิ่นเล็กน้อยที่ยาวมากกว่า 25 มิลลิเมตร เป็นจำนวนไม่มากกว่าร้อยละ 5 จะต้องไม่ถือเป็นสาเหตุในการไม่ยอมรับ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.2 **ความต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำของคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก** เมื่อส่งถึงที่ก่อสร้างต้องเป็นไปตามตารางที่ 2.1 การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก.109

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานความต้านแทนแรงอัดและการดูดกลืนน้ำของบล็อกรับน้ำหนัก

ชั้นคุณภาพ ดูหมายเหตุ	ความต้านทานแรงอัดต่ำสุด เมกะพาสคัล				การดูดกลืนน้ำสูงสุดเฉลี่ยจาก 5ก้อน กก./ลบ.ม.					
	เฉลี่ยจากพื้นที่รวม		เฉลี่ยจากพื้นที่สุทธิ		ความหนาแน่นแห้งของบล็อก กก./ลบ.ม.					
	เฉลี่ยจากบล็อก 5 ก้อน	คอนกรีตบล็อกแต่ละก้อน	เฉลี่ยจากบล็อก 5 ก้อน	คอนกรีตบล็อกแต่ละก้อน	1,680 และน้อยกว่า	1,681 ถึง 1,760	1,761 ถึง 1,840	1,841 ถึง 1,920	1,921 ถึง 2,000	มากกว่า 2,000
ก	7.0	5.5	14	11	240	224	208	192	176	160
ข	7.0	5.5			288	272	256	240	224	208
ค	5.0	4.0								

หมายเหตุ ดูวัตถุประสงค์ในการใช้คอนกรีตบล็อกชั้นคุณภาพต่างๆ ตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 วัตถุประสงค์ในการใช้คอนกรีตบล็อกชั้นคุณภาพต่างๆ

ลักษณะของกำแพง	ป้องกันผิว	ไม่ป้องกันผิว
กำแพงฐานรากและกำแพงชั้นฐาน	ชั้นคุณภาพ ก และ ข	ชั้นคุณภาพ ก
กำแพงภายนอก (เหนือระดับดิน)	ชั้นคุณภาพ ก,ข และ ค	ชั้นคุณภาพ ก
กำแพงภายใน	ชั้นคุณภาพ ก,ข และ ค	ชั้นคุณภาพ ก,ข และ ค

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักทุกก้อน อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน

(1) ประเภท

(2) ชั้นคุณภาพ

(3) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

6.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้หมายถึง คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักประเภท ชั้นคุณภาพและขนาดเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างเพื่อการทดสอบ ให้กระทำ ณ สถานที่ผลิตและต้องให้เวลาอย่างน้อย 10 วัน เพื่อทดสอบให้เสร็จ

7.3 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้หรืออาจใช้แผนชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

7.3.1 การชักตัวอย่าง ให้เป็นไปตาม มอก.109

7.3.2 เกณฑ์ตัดสิน ในกรณีที่ทดสอบแล้วไม่ผ่านอาจคัดบางส่วนออกแล้ว แล้วเลือกชักตัวอย่างใหม่จากส่วนที่เหลือเพื่อทดสอบใหม่ ถ้าตัวอย่างจากชุดที่สองนี้ทดสอบแล้วไม่ผ่านอีก ให้ถือว่าคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักทั้งรุ่นไม่เป็นไปตามมาตรฐานนี้

3.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต (มอก. 109-2517) เพื่อให้การทดสอบเป็นไปโดยถูกต้อง จึงกำหนดมาตรฐานขึ้นเรียกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต มีเนื้อหาดังนี้

1. ขอบข่าย มาตรฐานนี้ กำหนดการชักตัวอย่างและการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัด การดูดกลืนน้ำ น้ำหนัก ปริมาณความชื้น และการวัดขนาด วัสดุงานก่อคอนกรีต

2. บทนิยาม ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้มีดังต่อไปนี้

2.1 **กำลังต้านทานแรงอัด** (Compressive strength) หมายถึง แรงเค้นอัดขณะที่ทำให้ชิ้นทดสอบเริ่มเสียหาย

2.2 **การดูดกลืนน้ำ** (Absorption) หมายถึงน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละของวัสดุแห้ง หลังจากแช่ไว้ในน้ำตามระยะเวลาที่กำหนด

2.3 **ปริมาณความชื้น** (Moisture content) หมายถึงปริมาณของน้ำในเนื้อวัสดุเป็นร้อยละของน้ำหนักเมื่อแห้ง

2.4 **การอิ่มตัว**(Saturation) หมายถึง การดูดกลืนน้ำจนอิ่มตัวของวัสดุเมื่อนำวัสดุไปแช่จมในน้ำตามอุณหภูมิและเวลาที่กำหนด

2.5 **แรงธาร** (Bearing load) หมายถึง แรงอัดบนผิวหน้าที่สัมผัสกัน

3. การชักตัวอย่าง

3.1 **วิธีชักตัวอย่าง** ให้ชักตัวอย่างวัสดุงานก่อคอนกรีตทั้งก้อนเพื่อการทดสอบ ตัวอย่างที่ชักขึ้นมาให้ใช้เป็นตัวแทนสำหรับวัสดุทั้งรุ่น จะต้องป้องกันไม่ให้ตัวอย่างที่จะนำมาทดสอบนั้นถูกฝนหรือถูกความชื้นอื่นๆ จนกระทั่งถึงเวลาที่จะทำการทดสอบ

3.2 **ขนาดตัวอย่าง** สำหรับการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัด การดูดกลืนน้ำ และปริมาณความชื้น จะต้องชักตัวอย่าง 10 ก้อน/ขนาดของรุ่น 10,000 ก้อน หรือน้อยกว่า และเลือกชักตัวอย่าง 20 ก้อน/ขนาดของรุ่นที่เกิน 10,000 ก้อนถึง 100,000 ก้อน ถ้าขนาดของรุ่นเกิน 100,000 ก้อน ขึ้นไปให้ชักตัวอย่าง 10 ก้อนทุกๆ 50,000 ก้อนและเศษที่เหลือ และอาจชักตัวอย่างเพิ่มอีกได้เมื่อมีเหตุผลสมควร

3.3 **ขนาดตัวอย่างดังที่กล่าวในข้อ 3.2** อาจลดลงเหลือครึ่งหนึ่งก็ได้ ถ้าต้องการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

3.4 **การทำเครื่องหมายสำหรับการทดสอบ**

3.4.1 ตัวอย่างแต่ละก้อนที่ชักมาแล้วจะต้องทำเครื่องหมายเพื่ออ้างถึงได้เมื่อต้องการ เครื่องหมายต้องโตไม่เกินร้อยละห้าของพื้นที่ผิวหน้าของก้อนตัวอย่าง

3.4.2 ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบเพื่อหาปริมาณความชื้นจะต้องชั่งน้ำหนักทันทีที่ชักออกมาและทำเครื่องหมายแล้ว

4. การทดสอบ

4.1 การทดสอบกำลังต้านทานแรงอัด

4.1.1 **เครื่องมือ** เครื่องกดต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีรับรองเครื่องกด เครื่องนี้จะต้องมีธารเป็นเหล็กสองแท่น แท่นบนมีบ่ารับรูปทรงกลมซึ่งทำหน้าที่ถ่ายน้ำหนักไปยังผิวบนของก้อนตัวอย่าง อีกแท่นหนึ่งเป็นแผ่นเรียบแข็งสำหรับรองรับก้อนตัวอย่าง เมื่อพื้นที่ธารของแท่นเหล็กไม่พอคลุมพื้นที่ธารของก้อนตัวอย่างก็จะต้องวางแผ่นธารเหล็กตามเกณฑ์กำหนดในข้อ 4.1.2 เข้าไประหว่างแท่นธารกับก้อนตัวอย่าง หลังจากที่ได้ปรับให้แกนศูนย์ถ่วงของพื้นที่ธารของก้อนให้อยู่ในแนวเดียวกับศูนย์ของแรงอัดของแท่นธาร

4.1.2 **แท่นธารและแผ่นธารเหล็ก** ผิวของแท่นธารจะต้องไม่เอียงจากระนาบเกิน 0.025 มิลลิเมตร ทุกระยะ 150 มิลลิเมตรของมิติ ศูนย์กลางของทรงกลมในบ่ารับทรงกลมของแท่นธารแท่นบนจะต้องอยู่ในแนวเดียวกับศูนย์กลางของผิวธารของก้อน ถ้าใช้แผ่นธาร ศูนย์กลางของทรงกลมในบ่ารับทรงกลมของแท่นธารจะต้องอยู่ในแนวดิ่ง และผ่านศูนย์เนื้อที่ของพื้นที่ธารของก้อนตัวอย่าง แท่นทรงกลมจะต้องจับชิดอยู่ในบ่าและต้องพร้อมที่จะหมุนไปในทิศทางอื่นได้ หน้าแท่นธารต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร เมื่อใช้แผ่นธารระหว่างแท่นธารกับก้อนตัวอย่าง แผ่นธารจะต้องมีความหนาอย่างน้อยเท่ากันหนึ่งในสามของระยะจากแท่นธารถึงมุมแท่นตัวอย่างที่ไกลที่สุด ไม่ว่ากรณีใดๆ ความหนาของแผ่นธารต้องไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร

4.1.3 **ภาวะการทดสอบ**

4.1.3.1 หลังจากได้ส่งตัวอย่างถึงห้องทดสอบแล้ว ให้เก็บตัวอย่างอยู่ในสภาพอากาศปกติของห้องทดสอบ และให้ทำการทดสอบตัวอย่างเต็มก้อนจำนวนห้าก้อนภายในเวลา 72 ชั่วโมง

4.1.3.2 ก้อนที่ทำให้มีขนาดรูปร่างหรือกำลังผิดกว่าปกติ อาจเลื่อยออกเป็นชิ้นๆ แล้วนำบางชิ้นหรือทุกชิ้นมาทดสอบ โดยวิธีเดียวกับที่กล่าวในการทดสอบเต็มก้อน กำลังของก้อนเต็มให้คำนวณจากผลเฉลี่ยกำลังของชิ้นต่างๆ

4.1.4 **วิธีทดสอบ**

4.1.4.1 ตำแหน่งทดสอบ จะต้องทำการทดสอบก้อนตัวอย่างโดยให้ศูนย์เนื้อที่ของผิวธารทั้งสองหน้าอยู่ในแนวดิ่งกับศูนย์แรงกดจากแท่นธารในบ่าทรงกลมของเครื่องกด นอกจากการทดสอบก้อนซึ่งมีลักษณะพิเศษที่ประสงค์จะใช้ในลักษณะที่รูอยู่ตามแนวระดับแล้ว การทดสอบคอนกรีตบล็อกจะต้องทดสอบโดยให้รูตั้งอยู่ในแนวดิ่ง สำหรับก้อนวัสดุก่อซึ่งตันร้อยละ 100 และก้อนกลวงซึ่งมีลักษณะพิเศษประสงค์ใช้ในลักษณะที่ให้รูอยู่ในแนวระดับ อาจทำการทดสอบตามลักษณะการใช้งาน

4.1.4.2 ความเร็วที่ใช้ในการทดสอบ บรรทุกน้ำหนักครึ่งหนึ่งของน้ำหนักสูงสุดที่คาดว่าจะทดสอบด้วยอัตราเร็วตามสะดวก หลังจากนั้นจะต้องคุมเครื่องทดสอบโดยปรับให้หัวกดเคลื่อนในอัตราสม่ำเสมอจนทำให้น้ำหนักบรรทุกส่วนที่เหลือบรรทุกได้ในเวลาไม่เร็วกว่า 1 นาที แต่ไม่เกิน 2 นาที

4.1.5 **วิธีคำนวณและการรายงานผล**

4.1.5.1 กำลังต้านทานแรงอัดของก้อนวัสดุก่อคอนกรีต คำนวณได้จากแรงสูงสุดเป็นกิโลกรัม หารด้วยพื้นที่ภาคตัดขวางรวมของก้อน วัดเป็นตารางเซนติเมตร พื้นที่ภาคตัดขวางรวมของก้อน หมายถึงพื้นที่รวมของภาคตัดในแนวตั้งฉากกับทิศทางของน้ำหนักบรรทุก โดยรวมพื้นที่ภายในช่องว่างทั้งหมด รวมทั้งส่วนที่เว้าออกนอกจากเนื้อที่ส่วนนี้เมื่อก่อตัวแล้ว ส่วนของก้อนที่ก่อชิดกันจะสอดเข้ามาจนเต็ม

4.1.5.2 ในกรณีซึ่งต้องการทราบค่ากำลังต้านทานแรงอัดต่ำสุดจากพื้นที่สุทธิเฉลี่ยเช่นเดียวกับจากพื้นที่รวมเฉลี่ย ให้คำนวณโดยเอาน้ำหนักบรรทุกสูงสุดเป็นกิโลกรัมหารด้วยพื้นที่สุทธิเฉลี่ยรวมเข้าไปในรายงานด้วย

4.1.5.3 พื้นที่สุทธิ-คำนวณด้วยค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่สุทธิของก้อนดังนี้

$$\text{พื้นที่สุทธิเฉลี่ย ร้อยละ} = A / B = 100$$

ปริมาตรสุทธิ A เป็นลูกบาศก์ก์เซนติเมตร = C / D

ปริมาตรสุทธิ B เป็นลูกบาศก์ก์เซนติเมตร = $W \times H \times L$

หน่วยน้ำหนัก D เป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

$$= C / E\text{-}F \times 10^{-3}$$

เมื่อ A คือ ปริมาณสุทธิของก้อน เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

B คือ ปริมาณรวมของก้อน เป็นลูกบากศก์เซนติเมตร

C คือ น้ำหนักของก้อนเมื่อแห้ง เป็นกิโลกรัม

D คือ หน่วยน้ำหนัก เป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

W คือ ความกว้างของก้อน เป็นเซนติเมตร

H คือ ความสูงของก้อน เป็นเซนติเมตร

L คือ ความยาวของก้อน เป็นเซนติเมตร

E คือ น้ำหนักของก้อนเมื่อเปียก เป็นกิโลกรัม

F คือ น้ำหนักของก้อนเมื่อแขวนแช่ในน้ำ เป็นกิโลกรัม

4.1.5.4 การรายงานผล

ให้รายงานผลการทดสอบละเอียดถึง 0.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับการทดสอบแต่ละก้อน และผลเฉลี่ยจากห้าก้อน

4.2 การทดสอบการดูดกลืนน้ำ

4.2.1 **เครื่องมือ** เครื่องชั่ง ที่ใช้อย่างน้อยจะต้องอ่านได้ละเอียดถึงร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักก้อนตัวอย่างที่เล็กที่สุดที่ทำการทดสอบ

4.2.2 **จำนวนและลักษณะตัวอย่าง** ใช้ก้อนตัวอย่างเต็มก้อนจำนวนห้าก้อน

4.2.3 **วิธีทดสอบ**

4.2.3.1 การอิ่มตัว

ก้อนตัวอย่างที่นำมาทดสอบจะต้องแช่จมอยู่ในน้ำที่อุณหภูมิห้องที่ 16 ถึง 27 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำก้อนตัวอย่างขึ้นชั่งโดยแขวนด้วยลวดโลหะและจมอยู่ในน้ำทั้งก้อน ยกก้อนตัวอย่างขึ้นจากน้ำ ทิ้งไว้ให้น้ำระบายออกเป็นเวลา 1 นาที วางก้อนตัวอย่างลงบนแร่งขนาด 9 มิลลิเมตร หรือหยาบกว่า หยดน้ำตามผิวที่มองเห็นด้วยตาเปล่า ให้ซับออกด้วยผ้าซับ แล้วทำการชั่งทันที

4.2.3.2 การทำให้แห้ง

หลังจากการอิ่มน้ำ ทำก้อนตัวอย่างให้แห้งในตู้อบระบายอากาศที่มีอุณหภูมิ 110 ถึง 115 อาศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง และจนกว่าการชั่งน้ำหนักสองครั้งห่างกัน 2 ชั่วโมง แสดงน้ำหนักที่สูญเสียเพิ่มขึ้นไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนักตัวอย่างในการชั่งครั้งก่อน

4.2.4 **วิธีคำนวณและการรายงานผล**

4.2.4.1 การคำนวณหาการดูดกลืนน้ำ

การดูดกลืนน้ำ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร $= A-B / A-C \times 1,000$

การดูดกลืนน้ำ ร้อยละ $= A-B/ B \times 100$

เมื่อ A คือ น้ำหนักของก้อนตัวอย่างเมื่อเปียก เป็นกิโลกรัม

B คือ น้ำหนักของก้อนตัวอย่างเมื่อแห้ง เป็นกิโลกรัม

C คือ น้ำหนักของก้อนตัวอย่างเมื่อแขวนจมในน้ำ เป็นกิโลกรัม

4.2.4.2 การคำนวณหาปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้น ร้อยละ = A-B / C-B × 100

เมื่อ A คือ น้ำหนักของก้อนตัวอย่าง เป็นกิโลกรัม

B คือ น้ำหนักของก้อนเมื่อแห้ง เป็นกิโลกรัม

C คือ น้ำหนักของก้อนเมื่อเปียก เป็นกิโลกรัม

4.2.4.3 การรายงานผล ให้รายงานผลลัพธ์ของแต่ละก้อน และผลเฉลี่ยจากห้าก้อน

4.3 การวัดขนาด

4.3.1 **เครื่องมือ** ขนาดภายนอกให้วัดด้วยบรรทัดเหล็กซึ่งแบ่งละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร ความหนาของเปลือกและผนังกั้นโพรงให้วัดด้วยคาลิเปอร์ซึ่งแบ่งละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร และมีปากขนานกันยาวไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร และไม่เกิน 25 มิลลิเมตร

4.3.2 **จำนวนและลักษณะก้อนตัวอย่าง** ใช้ก้อนตัวอย่างเต็มก้อนจำนวน ห้าก้อน

4.3.3 **วิธีวัด**

4.3.3.1 ความยาว ความกว้าง และความสูงของแต่ละก้อนให้วัดอ่านละเอียดเท่าที่บรรทัดหรือคาลิเปอร์ที่อ่านได้ สำหรับก้อนที่มีรูให้วัดความหนาของเปลือก และและผนังกั้นโพรงส่วนที่บางที่สุด บันทึกผลเฉลี่ยไว้

4.3.3.2 ความยาว L ต้องวัดที่เส้นผ่านศูนย์กลางของแต่ละหน้า ความกว้าง W วัดผ่านผิวธารด้านบนและล่างที่กึ่งกลางความยาว และวัดความสูง H บนผิวหน้าทั้งสองที่กึ่งกลางความยาว ความหนาของเปลือกและผนังกั้นโพรงให้วัดส่วนที่บางที่สุด สูง 12 มิลลิเมตรจากระนาบที่ก้อนวางบนปูนน้อยกว่า 3 มิลลิเมตรให้ใช้ค่าเฉลี่ยได้

4.3.4 **การรายงานผล**

ในรายงานควรแสดงค่าความยาว กว้าง และสูงเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละก้อนและความหนาของเปลือกและผนังกั้นโพรงที่บางที่สุดและความหนาของผนังกั้นโพรงเทียบเท่าที่ได้จากการเฉลี่ยจากตัวอย่างห้าก้อน

ในผลิตบล็อกดินซีเมนต์จำเป็นต้องมีการบดอัดวัสดุผสม เพื่อให้วัสดุเหล่านี้สามารถทรงตัวและรับแรงได้ วีระศักดิ์ กรัยวิเชียร(2521:243-246) กล่าวถึงชนิดประเภทและคุณสมบัติของวัสดุที่จะทำการบดอัดไว้ดังนี้

ชนิดของดิน (Soil types)

วัสดุที่จะทำการบดอัดจะเป็นวัสดุที่เรียกรวมๆ กันว่าดิน ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ชนิดตามขนาดและสมบัติคือ

1. กรวด (gravel) กรวดคือหินที่มีขนาดเล็ก โดยปกติหินที่เรียกว่ากรวดนั้นจะมีขนาดตั้งแต่ 2-75 มิลลิเมตร

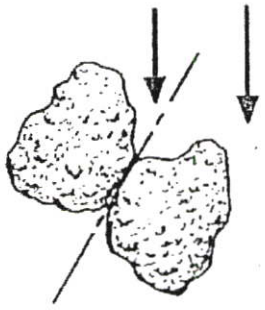
2. ทราย (sand) ทรายก็คือกรวดขนาดเล็กที่มีขนาดตั้งแต่ 2-0.074 มิลลิเมตร ทรายจะมีคุณสมบัติที่แต่ละเม็ดของทรายจะไม่มีการยึดตัวติดกัน และความแข็งของเม็ดทรายจะไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเปียก

3. ทรายละเอียด (silt) ทรายละเอียดก็คือทรายที่ถูกป่นจนมีขนาดเล็กคล้ายแป้ง ขนาดของทรายละเอียดจะมีขนาดตั้งแต่ 0.074 มิลลิเมตรลงไป

4. ดินเหนียว (clay) จะเป็นดินที่ขนาดเล็กที่สุด ซึ่งจะประกอบด้วยสารที่ยึดเหนี่ยวกันไว้ จึงทำให้โคลนมีคุณสมบัติที่ยืดหยุ่นได้ เมื่อแห้งจะแข็งมาก นอกจากชนิดของดินดังกล่าวข้างต้น ดินสามารถจะแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ 2 ประเภท คือ ดินที่จับตัวกัน(cohesive material) และดินประเภทไม่จับตัวกัน(non-cohesive material) โดยทั่วไปดินตามธรรมชาตินั้นจะไม่เป็นประเภทเดียวกันล้วนๆ เช่น ไม่เป็นกรวดหรือทรายหรือดินเหนียวล้วนๆ เป็นต้น แต่จะเป็นดินที่ผสมดินหลายๆ ชนิดเข้าด้วยกันและจะเรียกชื่อรวมกันเช่น ดินเหนียวผสมทราย(sandy clay) หรือกรวดทราย(sand and gravel) เป็นต้น

คุณสมบัติของดิน (soil properties) ที่เกี่ยวข้องกับการบดอัด

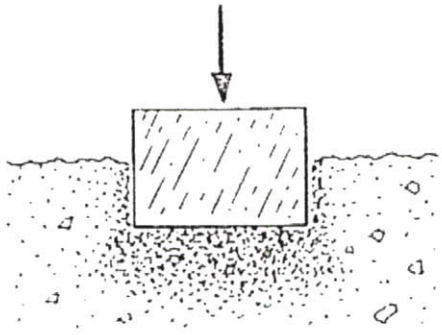
1. shear resistance ความสามารถของดินในการต่อต้านการเลื่อนหรือเคลื่อนที่ เมื่อถูกกดจะเรียกว่า shear resistance การต่อต้านการเคลื่อนที่นี้จะเกิดขึ้นจากความฝืดระหว่างเม็ดดินและการยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดิน ซึ่งการยึดเหนี่ยวในดินเหนียวจะมีมาก shear resistance ก็คือจำนวนความต้านทานที่เมล็ดดินสามารถรับได้เมื่อมีแรงกดก่อนที่จะมีการเลื่อนหรือเคลื่อนที่ ดังนั้นดินแต่ละประเภทก็จะมี shear resistance แตกต่างกันยิ่งมี shear resistance มากก็ยิ่งบดอัดยาก ดินประเภทที่บดอัดยากได้แก่ ดินเหนียว ส่วนประเภทที่บดอัดง่ายได้แก่ กรวดและทราย



ภาพที่ 2.3 การต่อต้านการเลื่อนของดิน

2. elasticity ก็คือคุณสมบัติในการคืนรูปของดิน โดยการใช้แรงกดลงบนดินแล้วดินจะเปลี่ยนรูปเมื่อเอาแรงออกจะกลับรูปเดิมได้แค่ไหน ถ้ากลับรูปเดิมได้ดีก็หมายความว่ามี elasticity สูงดินที่มี elasticity จะไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในงานก่อสร้างต่างๆ เช่น พื้นถนน ถ้าเป็นดินที่มี

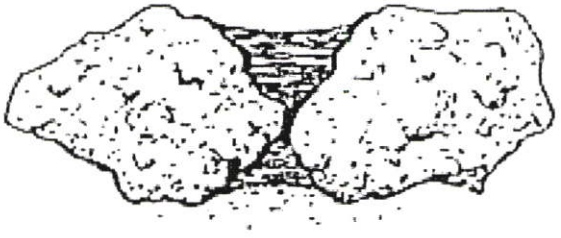
elasticity สูง เมื่อรถวิ่งผ่านก็จะหดตัว และจะคืนตัวเมื่อรถผ่านไปซึ่งจะทำให้เกิดการอ่อนตัวของถนน ผิวถนนอาจจะแตกได้ง่าย



ภาพที่ 2.4 ความสามารถในการถูกอัด

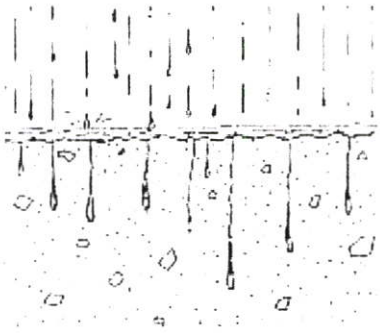
3. compressibility เมื่อดินถูกกดด้วยแรง ปริมาตรของดินก็จะลดลง เนื่องจากช่องว่างระหว่างดินลดลง compressibility ก็คือความสามารถของดินในการที่จะลดปริมาตรลงเมื่อถูกอัด ถ้าดินที่มี compressibility มากก็แสดงว่าปริมาตรจะลดลงมากเมื่อถูกอัดด้วยความดันคงที่อันหนึ่ง ผลของการที่ปริมาตรของดินลดลงจะทำให้ความหนาแน่นของดินเพิ่มขึ้นด้วย

4. capillary action ก็คือปรากฏการณ์ที่ดินนั้นสามารถอุ้มน้ำไว้ได้โดยน้ำจะเข้าไปอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดของดินและจะคงจับอยู่ในช่องว่างนั้น ทั้งนี้เนื่องจากแรงตึงผิวของน้ำและสาเหตุอื่นๆ ประกอบ น้ำที่เข้าไปอยู่ในช่องว่างเหล่านี้จะเป็นตัวยึดเม็ดของดินให้ติดกันตามรูปที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 น้ำในช่องระหว่างเม็ดดิน

5. permeability ก็คืออัตราการไหลซึมของน้ำผ่านดิน ในการบดอัดนั้นคุณสมบัติในการให้น้ำไหลซึมผ่านจะเป็นคุณสมบัติที่สำคัญ โดยที่ดินจะสามารถบดอัดได้ดีจะต้องมีคุณสมบัติให้น้ำไหลผ่านได้ด้วย เพื่อที่จะให้ได้ปริมาณความชื้นของดินที่พอเหมาะ



ภาพที่ 2.6 การซึมผ่านของน้ำ

6. shrinkage ก็คือการหดตัวของดินเนื่องจากน้ำที่อยู่ในดินนั้นระเหยไป ดินแต่ละประเภทจะมีการหดตัวมากน้อยแตกต่างกันไป ดินที่มีการหดตัวมากก็ได้แก่ พวกดินเหนียว ส่วนทรายและกรวดจะมีการหดตัวไม่มาก สำหรับดินที่มีการหดตัวมากจะไม่นิยมใช้ในการก่อสร้าง เพราะจะทำให้เกิดการขยายตัวเมื่อมีน้ำและจะยุบตัวเมื่อน้ำระเหยไป ซึ่งจะทำให้ผิวของสิ่งก่อสร้างเสียหาย

1. ดินลูกรังแดง

เป็นดินที่มีทรายปนอยู่เกิน 80 % สนิมเหล็กปนอยู่ 8 – 10 % เป็นดินเหนียวไม่เกิน 10 % เมื่อแห้งจะร่อนตัวแตกง่าย ใช้มือบีบจะแตกตัวได้ เมื่อถูกน้ำจะจับตัวเป็นก้อนใช้มือจับจะไม่เหนียวติดมือ ดินดังกล่าวจะมีกระจายทั่วไปทุกภาค นอกจากภาคกลางตอนล่าง สีแดง สีเหลือง สีน้ำตาล เมื่อนำมาใช้นำมาร่อนผ่านตะแกรง 4-5 มม. ผสมปูน 1 1: 8 ผสมน้ำพอหมาดๆ

2. หินชนวนผุ

ลักษณะเป็นเม็ดหินแผ่นเล็กๆ สีเทา ไม่แข็งมาก ทุบจะแตก มีมากตามภูเขา จังหวัดน่าน ภูเก็ต สวรรค์โลก แพร่ วัสดุชนิดนี้เมื่อนำมาใช้ต้องบดให้มีขนาดคละกันผสมปูนซีเมนต์ ในอัตราส่วน 1 : 8 ผสมน้ำเล็กน้อย อัดก้อนแล้วจะเป็นสีเท่าอ่อนหรือเทาแก่ สีคล้ายคอนกรีตบล็อก มีคุณสมบัติพิเศษคือ ใช้เป็นบล็อกรับน้ำหนักได้ดีแต่จะดูดซึมน้ำมากกว่าประเภทที่ 1

3. ศิลาแลงสลายตัว

ลักษณะเป็นเม็ดสีน้ำตาลค่อนข้างโต เมื่อนำมาใช้จึงต้องบดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ชนิดนี้ปริมาณสนิมเหล็กอาจสูงถึง 15 % ซึ่งจะทำให้ปูนจับเม็ดต่างๆได้ไม่ดี จึงควรใช้อัตราส่วนผสม 1 : 7 แต่ใช้เป็นผนังรับน้ำหนักได้ดี สีน้ำตาลแก่ มีมากในจังหวัดลำพูน เถิน ตาก กำแพงเพชร สุโขทัย ลพบุรี กาญจนบุรี ราชบุรี จันทบุรี

นอกจากศิลาแลงที่สลายตัวตามธรรมชาติแล้ว เศษศิลาแลงที่เหลือเมื่อตอนขุดศิลาแลงก็นำมาบดได้เช่นกัน

4. หินฝุ่น

ชนิดที่ทำคอนกรีตบล็อกก็นำมาใช้ได้ แต่ควรเพิ่มอัตราส่วนผสมเป็น 1 : 7 แต่เนื่องจากวัสดุที่มีราคาสูง คิวละ 200 – 300 บาท จึงมีผู้นิยมมาใช้น้อยเพราะต้นทุนการผลิตสูง สีจะคล้ายสีคอนกรีตบล็อกทั่วไป การดูดซึมน้ำจะสูงมีความแข็ง รับน้ำหนักได้ดี

ดินที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตบล็อกดินซีเมนต์ต้องมีการตรวจสอบคุณสมบัติด้านต่างๆ ก่อนเพื่อให้บล็อกที่ผลิตออกมามีคุณภาพเหมาะแก่การนำไปใช้งาน ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2545:2-4) กล่าวถึงการทดสอบคุณสมบัติของดินที่จะนำมาผลิตบล็อกดินซีเมนต์ไว้ดังนี้

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของดิน

แบ่งออกได้เป็น 4 ประการ ดังนี้

1. ดินควรมีปริมาณความชื้น (Natural Moisture Content) น้อยไม่เปียก
2. ดินควรมีปริมาณดินเหนียวน้อย เมื่อจับดินที่ผสมน้ำไม่ค่อยติดมือ และรู้สึกสากมือ
3. การหดตัวตามความยาว (Drying Shinkage) ของดินลูกรังไม่ควรเกิน 1%
4. การทดสอบการตกตะกอน (Sediumentation Test)เพื่อหาปริมาณสัดส่วนของดินและทรายโดยใช้ขวดปากกว้างความจุ ประมาณ 1 ลิตรใส่ดินที่จะทดสอบและน้ำ ในส่วนผสมที่พอเหมาะเขย่าแรงๆ ปล่อยทิ้งไว้ให้ตกตะกอนดินที่เหมาะสมควรจะต้องมีส่วนผสมของทรายไม่น้อยกว่า 80%

การทดสอบดินเพื่อการผลิตบล็อกดินซีเมนต์ แบ่งออกเป็น 2 อย่าง คือ

1. การทดสอบภาคสนาม

- ดินที่ใช้ผลิตบล็อกดินซีเมนต์ควรเป็นดินที่อยู่ลึกจากระดับดินขุดเป็นหลุมขนาด 1.0×1.0 เมตร ลึกลงในดินจากผิวดินประมาณ 50 ซม. และเก็บตัวอย่างดิน ขุดเอาดินผนังด้านข้างของหลุม
- ปริมาณดินที่จะทดสอบประมาณ 5 กก. ต่อการทดสอบ 1 ครั้ง

การทดสอบเบื้องต้น

- ประเมินด้วยตาเปล่า สังเกตจากสีของดิน
- สัมผัสด้วยนิ้ว และผ่ามือ

ดินทราย	รู้สึกสาก/คายมือ
ดินร่วน	รู้สึกสากเล็กน้อย ถ้าดินชื้นจะเหนียวหนืบเล็กน้อย
ดินเหนียว	ดินจะจับกันเป็นก้อน บีบไม่แตกถ้าชื้นจะปั้นได้ รู้สึกเหนียวหนืบ

- การล้างออก

ดินทราย	ล้างออกได้ง่าย
ดินร่วน	จะรู้สึกเป็นแป้ง ล้างออกไม่ลำบาก

ดินเหนียว รู้สึกเหนียว ล้างออกได้ยาก

- การตกตะกอน พิจารณาสัดส่วนของขนาดของมวลและปริมาณสัดส่วนของมวลรวมทั้งคุณภาพ

อุปกรณ์ที่ใช้ – ขวดปากกว้างความจุประมาณ 1 ลิตร น้ำสะอาด และดินที่จะทดสอบ ตามขั้นตอนดังนี้ 1. ใส่ดินลงในขวด 1/3 ของขวด

2. เติมน้ำสูงประมาณ 3/4 ขวด
3. ปล่อยให้ดินชุ่มน้ำ คนเบาๆ ให้ทั่ว
4. ปิดฝาขวดเขย่าแรงๆ ประมาณ 1-2 นาที
5. ปล่อยทิ้งไว้ให้ตกตะกอนประมาณ 30-45 นาที ด้วนบนของผิวน้ำมีสารอินทรีย์ลอยอยู่และอาจมีผงละเอียดลอยแขวนตัวอยู่ในน้ำ

- การตกตะกอน จะแยกเป็นชั้นๆ ชั้นล่างสุด คือ กรวด/ทรายหยาบ ถัดขึ้นมาเป็นผงทราย/ดิน ชั้นบนสุดจะเป็นพวกดิน/เลน การคำนวณปริมาณของวัสดุแต่ละชั้นโดยคิดเทียบวัสดุทั้งหมดเท่ากับ 100 ถ้ามีกรวด/ทรายหยาบ/ผงทราย/ดิน มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ จะถือว่าตัวอย่างดินชนิดนี้ใช้ทำบล็อกดินซีเมนต์ได้
- การหดตัว ทดสอบโดยอัดดินที่มีความชื้นสูงสุดในกล่องไม้ทดสอบมีขนาดยาว 60 ซม. กว้าง 4 ซม. สูง 4 ซม. ปล่อยทิ้งไว้ 7 วัน ดินจะแห้งและจะเกิดการหดตัว โดยปกติดินที่เหมาะสมจะมีอัตราการหดตัวทางยาวไม่เกินร้อยละ 1.0
- ทดสอบที่ตัวบล็อก นำดินมาอัดเป็นบล็อกปล่อยไว้ 14 วัน แล้วทดสอบกำลังโดยนำเข้าเครื่องอัด ความต้านทานแรงอัด 70 กก./ตร.ซม. สำหรับบล็อกตรง

100 กก./ตร.ซม. สำหรับบล็อกโค้ง

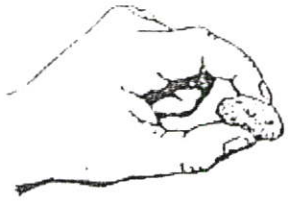
การดูดซับน้ำ ต้องน้อยกว่าร้อยละ 15 โดยการนำบล็อกไปแช่น้ำ 1 วัน แล้วจึงนำเข้าเครื่องอบแห้งอีก 1 วัน คำนวณหาปริมาณน้ำที่ถูกดูดซับจากบล็อก การดูดซับน้ำต้องต่ำกว่าร้อยละ 15

ความคงทนของบล็อก คือการทดสอบความทนทานในสภาวะการใช้งานจริง โดยการเร่งสภาวะทำให้เปียก/แห้ง เหมือนกับการตากแดดตากฝน แล้วทดสอบความสามารถในการรับแรงอัด จำนวน 3 รอบ (ค่าแรงอัดที่ได้ในครั้งหลังจะต้องเพิ่มขึ้นมากกว่าการทดสอบแรงอัดในครั้งแรก) เพราะตามปกติบล็อกยิ่งมีอายุนานความแข็งแรงจะต้องเพิ่มมากขึ้น

การทดสอบดินโดยการสังเกต วีระศักดิ์ กรัยวิเชียร(2521:251-252) กล่าวว่า ในกรณีที่ไม่สามารถนำตัวอย่างดินไปทดสอบได้ หรือในกรณีที่ต้องการทราบสภาวะของดินในขณะทำการบดอัดอยู่นั้น เราสามรถทดสอบดินได้โดยการสังเกตคือ

1. การตรวจสอบความชื้น สามารถทำได้โดยการนำเอาดินตัวอย่างมาปั้นให้เป็นก้อนขนาดเท่าๆกับลูกกอล์ฟ แล้วนำมาบีบด้วยนิ้วชี้และนิ้วหัวแม่มือ ถ้าก้อนดินแตกออกเป็นชิ้นคล้ายๆ กันแสดงว่าดินนั้นมีความชื้นเกือบเท่ากับค่าความชื้นที่ให้ผลดีที่สุด ถ้าก้อนไม่แตกแต่

แบนลงแสดงว่าปริมาณความชื้นนั้นมากเกินค่าความชื้นที่ให้ผลดีที่สุด และถ้าดินตัวอย่างนั้นไม่สามารถปั้นเป็นก้อนได้ก็แสดงว่า ดินนั้นมีความชื้นไม่เพียงพอคือมีความชื้นต่ำกว่าค่าความชื้นที่ให้ผลดีที่สุด



ภาพที่ 2.7 การตรวจสอบความชื้น

2. การตรวจสอบประเภทของดิน การตรวจสอบว่าดินนั้นมีดินเหนียวอยู่มากน้อยหรือไม่นั้น สามารถทำได้โดยการเอาดินตัวอย่างมากลิ้งให้เป็นแท่งกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1/8 นิ้ว ถ้าสามารถกลิ้งให้เป็นแท่งกลมขนาดดังกล่าวได้ง่ายแสดงว่ามีดินเหนียวปนอยู่มาก แต่ถ้าไม่สามารถกลิ้งเป็นแท่งกลมได้ แสดงว่ามีดินเหนียวปนอยู่น้อยสามารถบดอัดได้ง่าย

ภาพที่ 2.8 การตรวจสอบประเภทของดินโดยการกลิ้งให้เป็นแท่งกลม

นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบได้โดยการนำดินตัวอย่างใส่เข้าไปในแก้วน้ำ แล้วเขย่าและปล่อยทิ้งไว้ 11/2 นาที ถ้าน้ำด้านบนใสก็แสดงว่าดินนั้นจะเป็นดินประเภทที่ไม่ยึดตัวติดกัน คือมีดินเหนียวหรือดินเม็ดเล็กๆ ปนอยู่น้อย แต่ถ้าน้ำด้านบนนั้นขุ่นก็แสดงว่ามีวัสดุยึดเหนี่ยวหรือพวกดินเหนียวอยู่มาก

ภาพที่ 2.9 การตรวจสอบประเภทของดินโดยผสมกับน้ำ

สำหรับการทดสอบโดยการสังเกตของดินแต่ละชนิดจะมีรายละเอียดตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติของดินโดยการสังเกต

ลักษณะของการสังเกต	กรวด ทราย	ดินเหนียว
1. การมองด้วยตาและการสัมผัส	- เม็ดใหญ่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า เมื่อบี้ด้วยมือจะสามารถรู้สึกว่าเป็นกรวดหรือทรายคือรู้สึกว่าเป็นก้อน	- ไม่สามารถมองเห็นเม็ดด้วยตา และจะรู้สึกว่าลื่นไม่เป็นเม็ดเมื่อบี้ด้วยนิ้วมือ
2. การเขย่าด้วยมือ	- น้ำจะปรากฏที่ผิวของดินเมื่อเขย่า และจะหายไปเมื่อไม่ได้เขย่า	- น้ำจะไม่ปรากฏออกมาจากช่องว่างระหว่างเม็ดดิน
3. คุณสมบัติเมื่อเปียก	- จะไม่สามารถปั้นเป็นก้อนได้	- สามารถปั้นเป็นก้อนและสามารถกลิ้งให้เป็นแท่งกลมได้
4. คุณสมบัติเมื่อแห้ง	- จะจับตัวกันน้อยและร่วนแตกเป็นเม็ดๆ ได้ง่าย	- จะจับตัวกันแน่น จะบี้ให้แตกร่วนได้ยาก
5. การตกตะกอนในน้ำ	- จะตกตะกอนภายในหนึ่งชั่วโมง	- จะไม่ตกตะกอน แต่แขวนอยู่ในน้ำได้เป็นเวลาหลายๆ วัน

ปูนซีเมนต์ที่ควรนำมาใช้ในการผสมดินซีเมนต์

ปูนที่เหมาะสมตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 80-2517 เป็นปูนที่เหมาะสมกับงานดินซีเมนต์เพราะหาได้ง่ายทุกท้องถิ่นและมีราคาถูก ปูนที่เหมาะในการทำบล็อกดินซีเมนต์คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1,ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (Type1-Normal Portland) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทนี้ถือได้ว่า เป็นปูนมาตรฐานเหมาะสำหรับงานก่อสร้างทั่วๆ ไป ส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้กับงานคอนกรีตเสริมเหล็ก อาทิเช่น งานก่อสร้างคานคอนกรีต ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ไม่เหมาะกับงานที่ต้องสัมผัสกับซัลเฟตหรือใช้ในที่ซึ่งความร้อนอันเกิดจาก

ปฏิกิริยาระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำ ประณต กุลประสูตร(2538:190) ได้กำหนดอัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ต่อวัสดุผสมของดินซีเมนต์ไว้ดังนี้

ตารางที่ 2.4 อัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ต่อวัสดุผสมของดินซีเมนต์บล็อก

วัสดุผสม	อัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ต่อวัสดุผสม
ดินปนทรายสีแดง	1:8
ดินลูกรังแดง	1:8
ดินชนวนผุ	1:8
ศิลาแลงสลายตัว	1:7
หินฝุ่น	1:7

น้ำที่ใช้ในการผสมบล็อกดินซีเมนต์

หน้าที่หลักของน้ำที่ใช้สำหรับผสมปูนซีเมนต์มีดังต่อไปนี้

1. ทำให้ปูนซีเมนต์และวัสดุผสมมีความลื่น และส่วนผสมของคอนกรีตมีความข้นเหลวพอดี

2. ทำให้วัสดุที่ผสมอันได้แก่ หินย่อยหรือกรวดและทรายที่แห้งให้เปียก เพื่อให้ปูนซีเมนต์ยึดเกาะโดยรอบและสามารถแข็งตัวได้ แต่จะเป็นผลทำให้วัสดุผสมเหล่านี้ยึดติดแน่นเข้าด้วยกัน

3. ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับปูนซีเมนต์ ทำให้คุณสมบัติจับตัวเกาะแน่นกับวัสดุผสม อันจะเป็นผลทำให้วัสดุผสมเหล่านั้นเกาะตัวเป็นก้อนวัสดุที่แข็งแกร่ง

จะเห็นได้ว่าน้ำไม่เพียงแต่จะช่วยให้ส่วนผสมของคอนกรีต มีความข้นเหลวพอดีซึ่งจะทำให้สะดวกต่อการทำงานเท่านั้น แต่น้ำยังช่วยทำให้วัสดุผสมยึดแน่นเข้าด้วยกัน อันจะมีผลต่อกำลังของคอนกรีตโดยตรง ดังนั้นการเลือกใช้น้ำที่มีคุณภาพดีในปริมาณที่เหมาะสม ก็จะช่วยให้ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพดีด้วย เนื่องจากน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญต่องานปูน-คอนกรีต น้ำที่จะนำมาใช้ผสมคอนกรีตจึงควรเป็นน้ำที่สะอาด ปราศจากน้ำมัน เกลือ กรด ด่าน หรือสารอินทรีย์อื่นๆ จะต้องเป็นน้ำที่ใสโดยมีความขุ่นได้ไม่เกิน 2,000 ส่วนต่อล้าน ดังนั้นน้ำที่เหมาะสมที่สุดในการผสมปูนซีเมนต์ก็คือน้ำประปา หรือน้ำสะอาดจากแหล่งน้ำธรรมชาติ

ในการก่อสร้างโดยใช้บล็อกดินซีเมนต์ สามารถนำบล็อกมาวางซ้อนทับกันได้ ครั้งละหลายๆ แถวแล้วจึงใช้น้ำปูนหยอดในรูทุกรูเพื่อเชื่อมติดกัน น้อย พลายภู่ (2528:14) กล่าวถึงปูนหยอดในการประสานบล็อกดินซีเมนต์ไว้ดังนี้

ปูนหยอด (ปูนก่อ)

ทำหน้าที่เชื่อมประสานบล็อกให้ยึดเกาะกันเป็นการถาวรทั้งทางแนวดิ่งและแนวนอน การเชื่อมประสานมีเฉพาะภายในอาศัยร่องและรูที่ออกแบบไว้ จะไม่ปรากฏเนื้อวัสดุประสานให้เต็มจากภายนอก จึงได้ชื่อว่า INNER-LOCKED

วัสดุประสาน

ให้ปูนซีเมนต์ธรรมดาผสมทรายร่อน ผสมน้ำ

ปูนซีเมนต์	+	ทรายอ่อน	+	น้ำ
1ส่วน		2 ส่วน(ปริมาตร)		เหลวจนไหลได้

ใช้ปูนซีเมนต์ธรรมดาผสมดินแดงร่อน ผสมน้ำ

ปูนซีเมนต์	+	ดินแดงร่อน	+	น้ำ
1 ส่วน		2 ส่วน (ปริมาตร)		เหลวจนไหลได้

หมายเหตุ

- ปูนซีเมนต์ไม่ควรผสมไว้นานเกิน 30 นาที จึงไม่ควรผสมครั้งละมากๆปูนจะเลยเวลาแข็งตัว
- การผสมต้องคนให้เข้ากันจนเป็นสีเดียวกัน
-ใช้น้ำหยอดลงในรูทุกรูให้ชุ่มก่อนหยอดน้ำปูนทราย
-เมื่อตักใส่ภาชนะสำหรับหยอดแล้วควรเขย่าหรือคนให้ทั่วก่อนหยอดในรูทุกรู

การออกแบบและขั้นตอนการก่อสร้างอาคารด้วย บล็อกดินซีเมนต์ ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบทสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2545:1-12) แนะนำการออกแบบและขั้นตอนการก่อสร้างอาคารด้วยบล็อกดินซีเมนต์ไว้ว่า เนื่องจากบล็อกดินซีเมนต์ เป็นบล็อกที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการก่อผนังประเภทรับน้ำหนัก ออกแบบมาให้มีลักษณะพิเศษเฉพาะตัว คือมีรู ร่อง และเดือย ให้สามารถล็อคประสานกันได้ทั้งทางแนวนอนและแนวดิ่ง ก่อโดยใช้ปูนทรายเหลวเป็นตัวเชื่อมประสาน โดยการก่อสลับแนวสูงประมาณ 10-15 แถว แล้วหยอดน้ำปูนทรายลงในรูทุกรูให้เต็มแทนการใช้ปูนก่อ ก่อที่ละก้อนแบบดั้งเดิม ดังนั้นในการออกแบบโดยใช้บล็อกดินซีเมนต์ จึงมีข้อที่ควรคำนึงถึงอยู่บางประการที่แตกต่างจากการออกแบบโดยทั่วๆ ไป ขั้นตอนการออกแบบอาคารมีดังนี้

1. ประเภทของอาคารที่จะต้องออกแบบ

ก่อนที่จะเริ่มดำเนินการออกแบบ ผู้ออกแบบจะต้องทราบข้อมูลหรือรายละเอียดของอาคารที่จะทำการออกแบบเสียก่อนว่าเป็นอาคารประเภทใด เช่น เป็นบ้านพักอาศัย อาคารสำนักงาน โรงเรียน อาคารราชการ อาคารทางการศึกษา อาคารพาณิชย์ โรงงาน ฯลฯ

2. การรวบรวมข้อมูลในการออกแบบ

เมื่อทราบว่าอาคารที่จะออกแบบเป็นประเภทใดแล้ว ขั้นตอนต่อมาก็คือการรวบรวมข้อมูลหรือรายละเอียดต่างๆ ของอาคารประเภทนั้น เช่น เป็นบ้านพักอาศัยกี่ชั้น มีจำนวนกี่ห้อง มี

โรงรถหรือไม่ งบประมาณในการก่อสร้างมีเท่าไหร่ เพื่อที่จะได้ออกแบบขนาดห้องต่างๆ ตลอดจนการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างให้เหมาะสมกับงบประมาณที่มีอยู่ นอกจากนี้ยังจะต้องศึกษาถึงความสัมพันธ์ของห้องต่างๆ ในการใช้งาน ขนาดของแปลงที่ดิน ทิศทาง แดด ลม ฝน สภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศที่จะใช้ในการปลูกสร้าง สภาพของพื้นดิน เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบฐานราก รวมทั้งจะต้องศึกษาเทศบัญญัติของอาคารประเภทต่างๆ ด้วยเพื่อนำมากำหนดในด้านความสูงของอาคาร ระยะห่างของอาคารกับแปลงที่ดิน ฯลฯ

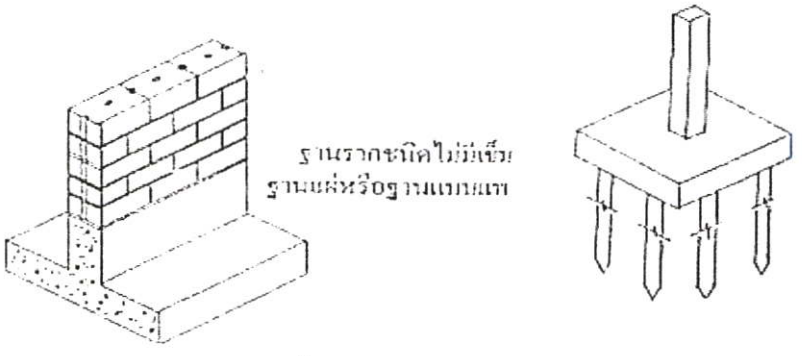
3. การออกแบบ

เมื่อได้ข้อมูลในการออกแบบเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปก็คือขั้นตอนการออกแบบ การออกแบบขั้นต้นเริ่มจากการวางแปลงของอาคาร โดยกำหนดความกว้าง ยาว ของห้องหรือตัวอาคารให้ลงพอดีกับขนาดของบล็อกเต็มก้อน หรือครึ่งก้อน เพื่อไม่ให้เสียเวลาตัดบล็อกในเวลาก่อสร้าง รวมไปถึงการกำหนดขนาดของช่องเปิดเพื่อการติดตั้งประตู-หน้าต่าง จำเป็นจะต้องให้ลงตัวกับขนาดของบล็อกเช่นเดียวกันทั้งในแนวตั้ง และแนวนอนของอาคาร ในการจัดวางแปลงอาคาร อาจจะเอาระบบประสานทางพิกัด มาช่วยในการออกแบบได้ การออกแบบอาคารที่ดีนั้นจะต้องคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยของอาคารมาเป็นอันดับแรก เช่น ขนาดของห้องต่างๆ จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่เล็กไม่ใหญ่จนเกินไป การวางตำแหน่งของห้องต่างๆ จะต้องมีความสัมพันธ์กัน เช่น ห้องอาหารควรอยู่ติดกับห้องครัว เป็นต้น ดังนั้นในการออกแบบจะต้องมีความรู้และความเข้าใจถึงหน้าที่ใช้สอยและความสัมพันธ์ต่างๆ ภายในอาคารนั้นเป็นอย่างดี รวมทั้งมีความรู้ความเข้าใจในการออกแบบทั้งทางด้านสถาปัตยกรรม และวิศวกรรมด้วยเพราะในการออกแบบผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงระบบระบบโครงสร้างหรือการรับน้ำหนักของอาคารไปพร้อมๆกันด้วย การออกแบบจึงควรกำหนดขนาด และวางตำแหน่งความสัมพันธ์ของพื้นที่ใช้สอยในตัวอาคารให้เกิดประโยชน์สูงสุดในด้านการใช้งาน และสภาพแวดล้อม เช่น การจัดวางตัวอาคารให้ได้รับลม การยื่นชายคาเพื่อการกันแดด กันฝน นอกจากนี้การเจาะช่องเปิดเพื่อรับลม แสงสว่างขนาดความกว้างยาวของห้อง ความสูงแต่ละชั้นของอาคารจะต้องเป็นไปตามพระราชบัญญัติควบคุมการก่อสร้างอาคารด้วย เมื่อกำหนดขนาดและวางตำแหน่งของห้องรวมทั้งทิศทางของตัวอาคารเสร็จแล้วขั้นต่อมาจึงจะมาคิดคำนึงถึงเรื่องความมั่นคง แข็งแรง ของตัวอาคารว่าเราควรจะออกแบบอาคารเป็นแบบผนังรับน้ำหนักทั้งหมด หรือแบบผสมผสานทั้งระบบ ผนังรับน้ำหนัก และระบบเสากับคาน เพื่อให้ได้อาคารที่มีความมั่นคงแข็งแรง ปลอดภัย สนองประโยชน์ใช้สอย และประหยัดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ก่อนอื่นจะต้องทราบลักษณะของดินที่จะทำการปลูกสร้างเสียก่อนว่าเป็นดินประเภทใดการรับน้ำหนักของดิน หรือความต้านทานปลอดภัยของดินได้เท่าไร เพื่อนำมากำหนดในการออกแบบฐานราก เช่น

ดินเหนียว	ความต้านทานปลอดภัย	-	2.00 -3.00	ตัน/ตารางฟุต
ดินคาน	ความต้านทานปลอดภัย	-	6.00 – 10.00	ตัน/ตารางฟุต
ทรายปนหินแน่น	ความต้านทานปลอดภัย	-	6.00 – 7.00	ตัน/ตารางฟุต

ทรายแห้งและแน่น	ความต้านทานปลอดภัย	-	5.00 – 6.00	ตัน/ตารางฟุต
ดินธรรมดา	ความต้านทานปลอดภัย	-	3.00-5.00	ตัน/ตารางฟุต
ดินเปียก	ความต้านทานปลอดภัย	-	0.50-1.00	ตัน/ตารางฟุต

โดยทั่วไปอาคารที่ใช้ระบบโครงสร้างผนังรับน้ำหนัก เช่น บล็อกดินซีเมนต์และสร้างอยู่ใกล้เขา หรือที่เป็นดินลูกรังหรือทรายแน่น ควรเลือกใช้ฐานรากแบบฐานแผ่หรือฐานรากแบบแพ ซึ่งลักษณะความเคลื่อนไหวของอาคาร(น้ำหนัก)แผ่ตลอดสม่ำเสมอ ลักษณะของฐานรากเป็นแบบตื้นป้องกันการทรุดตัวไม่เท่ากันของอาคารได้เป็นอย่างดี ส่วนอาคารที่สร้างอยู่ในบริเวณที่เป็นดินเหนียวหรือที่ลุ่ม ถ้าใช้ฐานแผ่ต้องใช้ฐานใหญ่สิ้นเปลืองวัสดุและเนื้อที่ จึงควรทำฐานรากวางบนเสาเข็มเพื่อให้น้ำหนักจากฐานถ่ายแบ่งลงสู่เสาเข็ม และให้เสาเข็มถ่ายน้ำหนักลงสู่ชั้นดิน โดยอาศัยความฝืดระหว่างผิวเสาเข็มกับดินที่อยู่โดยรอบ



ภาพที่ 2.10 ลักษณะฐานราก

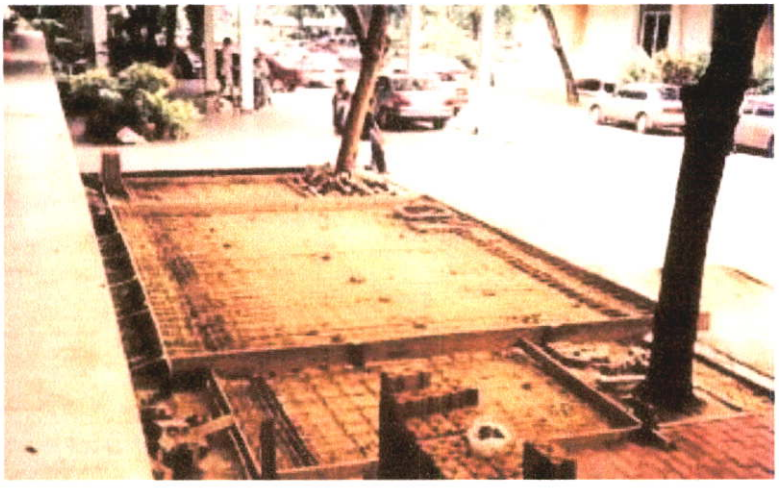
เนื่องจากอาคารบล็อกดินซีเมนต์ ส่วนใหญ่จะออกแบบเป็นระบบผนังรับน้ำหนักซึ่งจัดอยู่ในอาคารประเภทอาคารก่ออิฐไม่เสริมเหล็ก จึงควรออกแบบไม่เกิน 2 ชั้น ตามข้อบัญญัติของกรุงเทพมหานครที่ปลูกสร้างได้ไม่เกิน 2 ชั้น หลังจากนั้นจึงจะมาคิดถึงเรื่องความสวยงามของอาคารมาเป็นอันดับสุดท้าย ในการออกแบบ ควรออกแบบอาคารให้มีรูปลักษณ์ทางสถาปัตยกรรมเหมาะสมกับการใช้งาน เช่น บ้าน โรงเรียน อาคารสำนักงาน ร้านค้า โรงงาน ฯลฯ ควรมีรูปลักษณ์ทางสถาปัตยกรรมในแต่ละอย่างชัดเจน และเหมาะสมกับอาคารประเภทนั้นๆ รวมทั้งควรเลือกใช้วัสดุก่อสร้างให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมและอาคารประเภทนั้นด้วย ประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้นมีฝนตกชุก และมีแดดค่อนข้างร้อน ดังนั้นจึงออกแบบหลังคาทรงจั่ว หรือทรงปั้นหยา และมีชายคายื่นออกไปค่อนข้างมากเพื่อป้องกันแดดฝน โดยเฉพาะในชนบทนิยมปลูกบ้านยกพื้นหรือใต้ถุนโล่ง เพื่อป้องกันน้ำท่วมในฤดูน้ำหลาก หรือถ้าปลูกติดดินก็ควรถมเนินเพื่อป้องกันน้ำท่วมเช่นเดียวกันและควรฉาบปูนโดยรอบอาคารประมาณ 1-2 แถว เพื่อป้องกันการสึกกร่อน นอกจากออกแบบเพื่อความสวยงามแล้วบางครั้งยังต้องออกแบบให้เหมาะสมกับเอกลักษณ์สถาปัตยกรรมท้องถิ่นด้วย ซึ่งเอกลักษณ์เหล่านี้จะออกมาในรูปของผนังหรือหลังคาเน้นให้เห็น

ความแตกต่างของสถาปัตยกรรมในแต่ละภาคอย่างชัดเจน (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.2545)

ขั้นตอนการก่อสร้างอาคารด้วยบล็อกประสาน

1. การปักผังและวางระดับ เมื่อเลือกสถานที่ที่จะทำการก่อสร้างได้แล้ว จะต้องทำการปรับที่ ปักผังและวางระดับตามที่กำหนดไว้ในแบบ การปักผังโดยมากจะปักผังให้ใหญ่กว่าแนวอาคารโดยรอบ ประมาณด้านละ 1.00 ม. โดยกำหนดแนวผนังบนไม้ผัง ตอกตะปูใช้เชือกสายเอ็นขึงแนวให้ตัดกัน 2 ทาง ใช้สายยางบรรจุน้ำถ่ายระดับไปที่แนวหัวท้ายผนังทั้ง 2 ข้างของอาคาร

2. การขุดดินผูกเหล็กทำฐาน ทำพื้น เมื่อปักผังและวางระดับได้แล้ว ต่อไปก็ทำการขุดดินทำฐานและพื้นอาคารตามแบบให้ได้ระดับตามต้องการ การทำฐานนี้ทำได้ทั้งแบบใช้เข็ม และไม่ใช้เข็มขึ้นอยู่กับกำลังของดินที่รับน้ำหนัก (ต้องให้วิศวกรเป็นผู้คำนวณในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการทำฐานโดยไม่ตอกเข็ม) เมื่อขุดดินทำฐานตามแนวผนังได้แล้ว จึงทำการผูกเหล็กฐานและพื้นตามแบบโดยใช้ไม้แบบกั้นโดยรอบ



ภาพที่ 2.11 การผูกเหล็กทำฐาน ทำพื้น

3. เทคอนกรีตฐานและพื้น หลังจากขุดดินผูกเหล็กฐานและพื้นเสร็จแล้ว จึงทำการเทคอนกรีตให้ได้ความหนาและระดับตามแบบ ปาดหน้าให้เรียบเสมอกัน โดยใช้ท่อเหล็กยาว 6.00 ม. ปาดหน้าเพื่อปรับระดับแล้วใช้ไม้สามเหลี่ยมปาดหน้าเพื่อให้ผิวหน้าเรียบ จากนั้นจึงใช้เกียงไม้หรือพลาสติกขัดหยาบ หลังจากทิ้งไว้ให้คอนกรีตแข็งตัวประมาณ 6 ชั่วโมง จึงจะเริ่มทำการก่อผนังแถวแรกได้

ภาพที่ 2.12 การเทคอนกรีตทำฐานและพื้น

4. การก่อผนัง

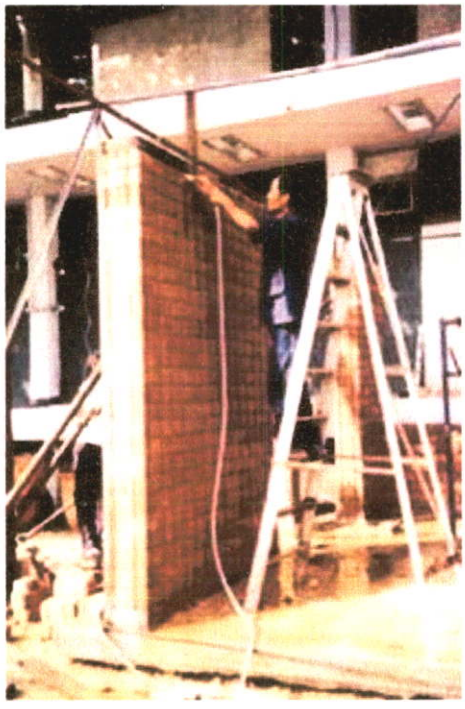
4.1 การก่อผนังแถวแรก ต้องก่อโดยใช้ปูนทรายเพื่อปรับระดับ ก่อนก่อผนังจะต้องนำบล็อกมาวางเรียงกันให้ได้รูปแบบตามแปลนเสียก่อน โดยใช้บล็อกเป็นตัวปรับให้ได้ระยะลงตัวเป็น 1 ก้อน หรือครึ่งก้อน เพื่อป้องกันการตัดบล็อก เมื่อวางบล็อกได้ตามแบบแล้วจึงค่อยๆ เริ่มทำการก่อโดยใช้ปูนทราย 1:4 (ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ต่อทรายหยาบ 4 ส่วน โดยปริมาณ) น้ำในปริมาณพอทำงานได้ วางตามแนวผนัง วางบล็อกใช้มือกดให้ผิวหน้าบล็อกเสมอกับสายเอ็นตลอดแนวผนังอาคาร ทิ้งไว้ให้แห้งอย่างน้อย 4-6 ชั่วโมง เสียบเหล็กเสริมในจุดที่ต้องการยึดโครงหลังคาในพื้น หรือคานตามที่ต้องการ

ภาพที่ 2.13 การก่อผนังแถวแรก

4.2 แถวต่อๆไป ก่อสลับแนวโดยวางบล็อกซ้อนทับกันขึ้นไปสูงประมาณ 10-15 แถว จัดแนวตรงแนวดิ่งให้ได้ฉาก ได้ระดับใช้น้ำหยอดลงในรูให้เปียกชุ่มทุกรู จึงหยอดน้ำปูนผสมทรายละเอียดลงในทุกรูให้เต็ม (ล้างส่วนที่เปื้อนด้านบนบล็อกออกให้หมดก่อนก่อแถวต่อไป)

ภาพที่ 2.14 การก่อบล็อกสลับแนวซ้อนทับกัน

4.3 ก่อผนังโดยวางเรียงซ้อนๆ แล้วจัดแนวครั้งละ 10-15 แถว ดังนี้เรื่อยๆ ไปจนครบจำนวนแถวที่ต้องการ หากน้ำปูนทรายรั่วให้ใช้มือกำทราย หรือใช้ฟองน้ำชุบน้ำบิดให้หมาด อุดรอยรั่วซึมภายใน 30 วินาที จึงเอามือที่อุดออก เช็ดทำความสะอาดให้เรียบร้อย ระวังอย่าทิ้งรอยปูนเปื้อนไว้นานเกิน 20 นาที จะเช็ดออกยาก เมื่อครบจำนวนแถวจึงเทปูนทับหลัง เพื่อปรับระดับหลังผนังก่อนที่จะติดตั้งโครงหลังคา



ภาพที่ 2.15 เช็ดทำความสะอาดคราบน้ำปูนที่เปื้อน

5. ติดตั้งประตูหน้าต่าง การติดตั้งประตู-หน้าต่าง ทำได้ 2 วิธี คือ

1. ติดตั้งประตู-หน้าต่าง ในขณะกำลังก่อผนังก่อนมุงหลังคา
2. ติดตั้งประตู-หน้าต่าง ภายหลังจากที่มุงหลังคาเสร็จแล้ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแบบก่อสร้าง

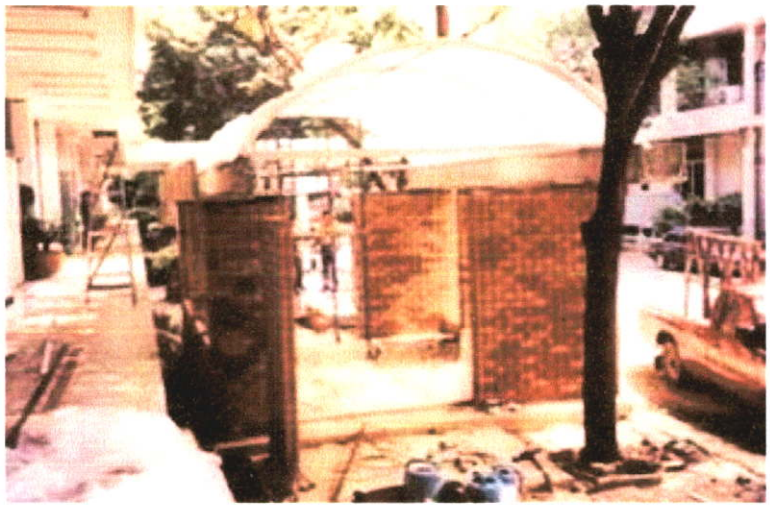
วิธีติดตั้งวงกบประตู-หน้าต่าง

ใช้ตะปู 3 นิ้ว ตอกวงกบด้านติดกับผนัง พับหัวตะปูให้พับเอนไปในทางเดียวกัน ยกวงกบตั้งปรับระดับทางแนวดิ่ง ใช้ไม้ตอกยึดให้แน่น กรอกปูนทราย 1:5 อัดให้แน่นแต่งรอยต่อปูนกับไม้เป็นร่องตัววี

ภาพที่ 2.16 วิธีติดตั้งวงกบประตูหน้าต่าง

6. ติดตั้งโครงหลังคาและมุงหลังคา

เริ่มจากการวางอะเสบนผนังแล้วใช้เหล็กที่เสียบไว้เป็นระยะๆ เชื่อมติด ถ้าไม่มีอะเสก็ใช้เหล็กที่เสียบไว้ในบล็อกเชื่อมยึดติดกับจันทันเลย หลังจากนั้นจึงวางแป และมุงหลังคาตามลำดับ



ภาพที่ 2.17 วิธีติดตั้งโครงหลังคาและมุงหลังคา

2.2 เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์

ประณต กุลประสูตร(2538:190-192) กล่าวถึงประวัติของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ไว้ว่า เครื่องมือที่ใช้ในการอัดบล็อกหรือแท่งดินซีเมนต์ได้แก่ เครื่องซินวาแรม(cinva-ramblock moulding machine) บล็อกที่ผลิตกันในระยะแรกเป็นบล็อกแบบตัน มี 2 ชนิดได้แก่ ชนิดเต็มก้อน และชนิดครึ่งก้อน ชนิดเต็มก้อนมี 2 ขนาด ได้แก่ ขนาดหนา 9 เซนติเมตร กว้าง 14 เซนติเมตร ยาว 29 เซนติเมตร และขนาดหนา 7 เซนติเมตร กว้าง 14 เซนติเมตร ยาว 29 เซนติเมตร ชนิดครึ่งก้อน มี 2 ขนาด ได้แก่ ขนาดหนา 9 เซนติเมตร กว้าง 14 เซนติเมตร ยาว 14.3 เซนติเมตร และขนาดหนา 7 เซนติเมตร กว้าง 14 เซนติเมตร ยาว 14.3 เซนติเมตร ต่อมาได้มีการพัฒนารูปแบบของบล็อกเพื่อให้มีน้ำหนักเบาลงและสามารถจับปูนก่อได้ดีขึ้น บล็อกดินซีเมนต์ในปัจจุบันเป็นผลมาจากการพัฒนาเครื่องอัดบล็อกที่เรียกว่าเครื่องซินวาแรม โดยนายฉัตรศิริ ธรรมารณ์ จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กับ Dr.A Bruce Etherington จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเซีย(AIT) ได้ร่วมกันพัฒนาเครื่องอัดบล็อกขึ้นใหม่ ให้มีรู , ร่อง และเดือย ทำให้สามารถประสานกันได้ทั้งแนวนอนและแนวดิ่ง สามารถวางซ้อนกันได้ครั้งละหลายๆแถว รูบล็อกยังเป็นที่สำหรับหยอดน้ำปูนทรายเชื่อมระหว่างบล็อกที่วางซ้อนกันจึงทำให้ผนังที่ก่อมีความแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักต่างๆ ได้ โดยไม่ต้องใช้เสา ยังสามารถก่อได้ทีละหลายๆชั้น จึงไม่เพียงแต่จะทำให้เกิดความเรียบร้อย สวยงาม และประหยัดเวลาในการก่อสร้างเท่านั้น แต่จะช่วยให้ผนังที่ก่อ

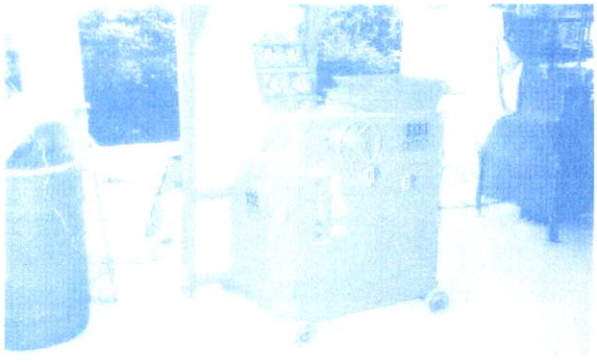
เกิดความแข็งแรงอีกด้วย โดยไม่ต้องใช้เสาและทับหลัง ปัจจุบันเครื่องอัดบล็อกประสานมีการผลิตออกมา 2 แบบ คือเครื่องอัดไฮดรอลิกส์ กับเครื่องอัดด้วยแรงคน

1. เครื่องอัดไฮดรอลิกส์ เป็นเครื่องอัดแบบอุตสาหกรรมขนาดย่อมหรือในระดับหมู่บ้าน โดยพัฒนาจากเครื่องมือโยกมาเป็นเครื่องอัดไฮดรอลิกส์โดยใช้พลังงานไฟฟ้า

สามารถผลิตได้วันละประมาณ 1,000-1,300 ก้อน

อัดได้ทีละ 2 ก้อน

ราคาเครื่องอยู่ระหว่าง 100,000-200,000 บาท



ภาพที่ 2.18 เครื่องอัดไฮดรอลิกส์

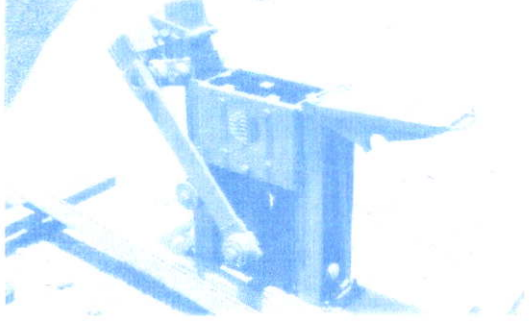
2. เครื่องอัดด้วยแรงคน เป็นเครื่องมืออัดบล็อกดินซีเมนต์ โดยการใช้แรงงานคน เหมาะกับงานขนาดเล็ก-ขนาดกลาง

เป็นเครื่องอัดด้วยแรงคนแบบมือโยก

สามารถเคลื่อนย้ายไปใช้ในสถานที่ก่อสร้างได้สะดวก

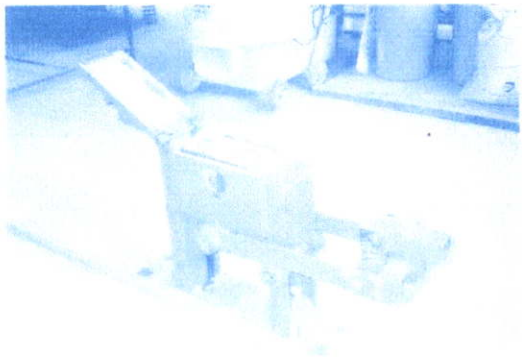
การใช้งานและบำรุงรักษาไม่ยุ่งยาก

สามารถผลิตได้วันละประมาณ 400-800 ก้อน ขึ้นอยู่กับแรงงานและความชำนาญ



เครื่องอัดบล็อกตรงสำหรับก่อสร้างอาคาร

ภาพที่ 2.19 เครื่องอัดบล็อกตรงสำหรับก่อสร้างอาคาร



เครื่องอัดบล็อกโค้งสำหรับถังเก็บน้ำ

ภาพที่ 2.20 เครื่องอัดบล็อกโค้งสำหรับถังเก็บน้ำ

ความมุ่งหมายในการออกแบบสร้างเครื่องอัด

- ใช้แรงคน เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานระหว่างการผลิต
- น้ำหนักเบา เพื่อขนย้ายไปยังแหล่งวัตถุดิบหรือที่ก่อสร้าง
- ราคาถูก เพื่อให้ผู้มีรายได้น้อยมีโอกาสซื้อหาได้ไม่ยาก
- มีความแข็งแรงทนทาน
- มีความรวดเร็ว ทนทาน ซ่อมบำรุงน้อยและง่าย
- นอกจากนี้ผนังที่ก่อเป็นผนังรับน้ำหนักไม่ต้องทำเสาทับหลัง ให้สิ้นเปลือง เงินและเวลา
- มีความสวยงาม

ขนาดของเครื่องอัด

กว้าง 25 ซม. ยาว 40 ซม. สูง 60 ซม. คานโยกอัดซึ่งถอดได้ยาว 2 เมตร

น้ำหนัก

เครื่องอัดน้ำหนัก	60 กก.
คานอัดและอุปกรณ์	20 กก.
รวมน้ำหนัก	80 กก.

วิธีการติดตั้ง ทำได้ 2 วิธีคือ

ติดตั้งบนแผ่นไม้ เป็นการติดตั้งแบบชั่วคราว เพื่อขนย้ายได้เมื่อเสร็จงาน โดย

- นำแผ่นไม้ กว้าง 20 ซม. ยาว 3 เมตร หนา 5 ซม. (2"x 8"x 3 เมตร) จำนวน 1 แผ่น
- นำเครื่องตั้งตรงจุดห่างปลายข้างหนึ่ง 1 เมตร โดยหันด้านที่อัดไปทางปลายไม้ด้านยาว ทำเครื่องหมายรูทั้ง 4 รู บนแผ่นไม้

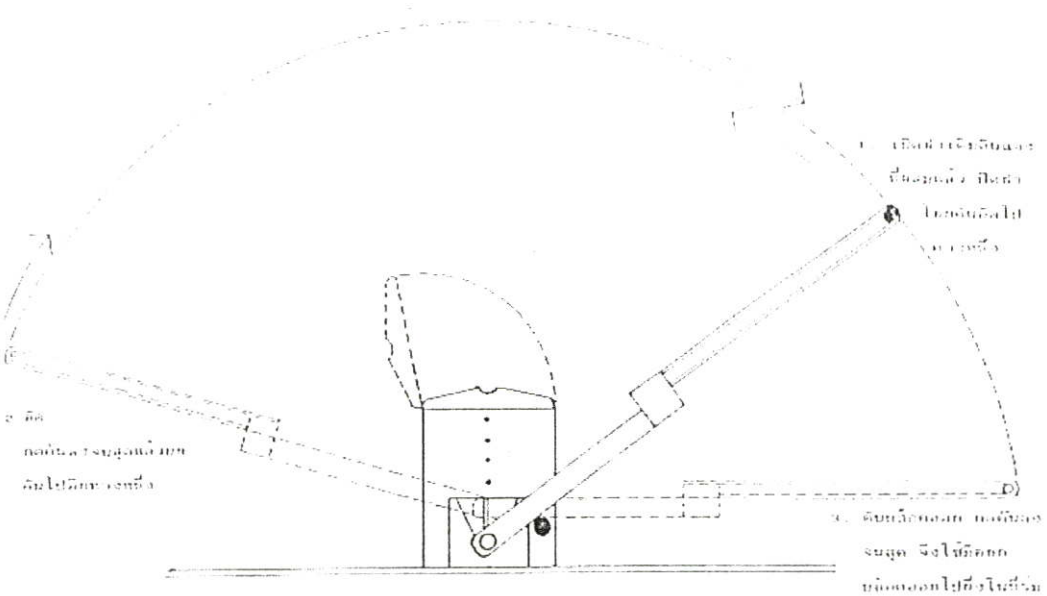
- ยกเครื่องออก เจาะรูแผ่นไม้ 4 รู ขนาด 3½ หุน (ให้โตกว่าน๊อต 3 หุน ที่ใช้ยึดแท่นเล็กน้อย)
- นำเครื่องตั้งยึดน๊อตทั้ง 4 ตัวให้แน่น ควรใช้ฆ้อนตอกหัวน๊อตด้านล่างทั้ง 4 ตัวให้ฝังในไม้ ขันน๊อตทั้ง 4 ตัวให้แน่น
- นำคานอัดใส่เข้าเครื่องอัด ก็พร้อมจะทำงานได้

ติดตั้งบนแท่นคอนกรีต เป็นการติดตั้งแบบถาวร ไม่ขนย้ายบ่อยๆ

- หล่อแท่นคอนกรีต
- ฝังน๊อตในคอนกรีตให้เกลียวโผล่
- เมื่อคอนกรีตแห้งแล้ว นำเครื่องตั้ง ใส่น๊อตพร้อมแหวน
- ขันน๊อตทั้ง 4 ตัว ให้แน่น

การทำงานของเครื่องอัด

- เปิดฝาเติมดินแดงที่ผสมแล้ว ปิดฝาโยกคันอัดไปทางหนึ่ง
- อัด กดคันลงจนสุดแล้วยกคันโยกไปอีกทางหนึ่ง
- ดันบล็อกออก กดคันลงจนสุด จึงใช้มือยกบล็อกออกไปผึ่งในที่ร่ม



ภาพที่ 2.21 แสดงการทำงานของเครื่องอัด

จำนวนคนที่ใช้อัดบล็อก

ใช้ 1 คนอัด

- ควรยึดเครื่องอัดให้ติดแน่นกับพื้น เช่น ฝังในคอนกรีตด้วยน๊อต หรือฝังน๊อตในแผ่นไม้ หนาเกิน 2 นิ้ว ยาว 2.5 ถึง 3 เมตร

- นำดินแดงที่ผสมเรียบร้อยแล้ว ตวงหาปริมาณที่พอดี 1 ก้อนเติมในเครื่อง
- ปิดฝาโยกคันอัดจนลงต่ำสุด
- โยกคันอัดกลับไปด้านตรงข้าม เปิดฝา
- ใช้น้ำหนักตัวกดลงจนคานอัดอยู่ในระดับราบ บล็อกจะถูกดันขึ้น
- ใช้อุปกรณ์ยกบล็อกไปวางผึ่งในร่ม

หมายเหตุ ใช้คนๆเดียวทำงานก็ได้ จะช้า และเหนื่อยแรงพอสมควร ผลิตได้วันละไม่เกิน 150 ก้อน

ใช้คน 2 คนทำงาน

- ไม่จำเป็นต้องยึดเครื่องกับไม้หนาก็ได้ ไม้แผ่นหนา 1 1/2" -2" ก็ได้
- คนที่ 1 และ 2 ช่วยกันผสมจนได้ปริมาณมากจึงเริ่มอัด
- คนที่ 1 เติม ปิดฝา
- คนที่ 2 อัด และนำไปวางผึ่งในที่ร่มโดยให้คนที่ 1 เติมต่อไป
- หากคนใดเหนื่อยก็สลับเปลี่ยนหน้าที่กันได้

หมายเหตุ ทำงานรวดเร็วขึ้น เหนื่อยน้อยลง ผลิตได้วันละ 200-300 ก้อน

ใช้คน 3 คนทำงาน

- คนที่ 1 ผสมตลอด
- คนที่ 2 ช่วยกันผสมเป็นครั้งคราว และนำดินเติม
- คนที่ 3 อัดและยกบล็อกไปผึ่ง

หมายเหตุ ทำงานสะดวกมาก เครื่องสามารถผลิตได้ตลอด วันละ 300-400 ก้อน

การบำรุงรักษา

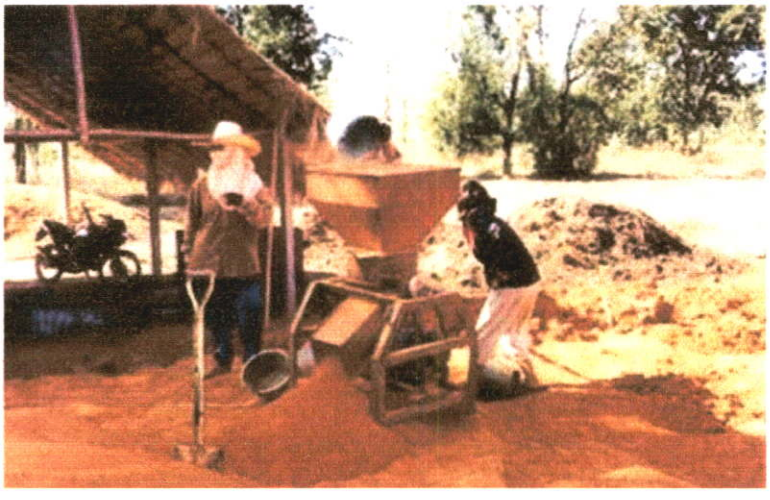
ก่อนใช้งานทุกครั้ง หรือหลังเลิกใช้งานทุกวัน ควรทำดังนี้

- ขูดดิน เศษปูน ออกจากเครื่องให้หมด
- ใช้น้ำมันเครื่อง หยอดในห้องอัด และจุดหมุนทุกจุดใช้ผ้าเช็ดเพื่อป้องกันการเปรอะเปื้อน
- ควรถอดคันอัดออกจากตัวเครื่อง เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับเด็ก
- ทุกๆ 30 วัน ควรมีการถอดชิ้นส่วนแผ่นพื้น แผ่นกากบาทออกทำความสะอาดใช้ใบเลื่อยเลื่อยเหล็ก เลื่อยเศษปูนและดินออกจากร่องผ่าของแกน และหยอดน้ำมันจุดหมุนทุกจุด (น้อย พลายภู่.2528:7-11)

ขั้นตอนการผลิตบล็อกดินซีเมนต์

ผู้วิจัยได้รวบรวมภาพการผลิตบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์แบบมือโยก เพื่อเป็นการศึกษาถึงการทำงานของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์

1. นำดินลูกรังหรือดินปนทราย ที่ผ่านการทดสอบแล้ว มาบด-ร่อน ด้วยเครื่องบด-ร่อน ถ้าไม่มีเครื่องบด-ร่อน ให้นำไปร่อนผ่านตะแกรง 4 มิลลิเมตร



ภาพที่ 2.22 การนำดินลูกรังเข้าเครื่องบด-ร่อน

2. นำดินลูกรัง ซีเมนต์ และน้ำมาตวง หรือชั่งน้ำหนักเพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิตบล็อกดินซีเมนต์

ภาพที่ 2.23 การนำดินลูกรัง ปูนซีเมนต์ และน้ำ มาหาสัดส่วนที่เหมาะสม

3. นำดินลูกรัง และปูนซีเมนต์ ที่หาสัดส่วนแล้วมาผสมกันในอัตราส่วนประมาณ 7:1 (ดินลูกรัง 7 ส่วน ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน) โดยผสมแห้งให้เข้ากันก่อน

ภาพที่ 2.24 การผสมส่วนผสมด้วยเครื่องผสม

4. เมื่อผสมดินลูกรัง และปูนซีเมนต์ เข้ากันดีแล้วจึงค่อยๆ พรมน้ำลงไปผสมให้พอหมาดๆ (ปริมาณน้ำประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์)

ภาพที่ 2.25 การพรมน้ำโดยใช้ฝักบัวรดน้ำ

5. นำส่วนผสมมากองแล้วเปิดฝาเครื่องอัด ตักส่วนผสมใส่ลงในแบบอัด

ภาพที่ 2.26 การตักส่วนผสมลงในแบบอัด

6. ใช้มือปาดส่วนผสมให้เรียบเสมอแบบอัด

ภาพที่ 2.27 การปาดส่วนผสมให้เรียบเสมอกับแบบ

7. ปิดฝาเครื่องอัดเลื่อนคันโยกกลับไปด้านตรงข้ามเพื่อล็อคฝาเครื่องอัด

ภาพที่ 2.28 การเลื่อนคันโยกไปด้านตรงข้าม

8. โยกคันโยกลงด้านล่างจนสุดเพื่ออัดส่วนผสมในเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์

ภาพที่ 2.29 การโยกคันโยกลงด้านล่างจนสุด

9. โยกคันโยกกลับไปด้านตรงข้ามแล้วเปิดฝาออก กดคันโยกลงต่อไปจนสุดเพื่อยกบล็อกดินซีเมนต์ในแบบอัดให้เลื่อนขึ้นมา

ภาพที่ 2.30 การโยกคันโยกลงเพื่อเลื่อนบล็อกขึ้น

10. ยกบล็อกออกจากแบบอัดโดยใช้ที่ยกบล็อกไปวางเรียงเพื่อบ่มในที่ร่มประมาณ 14-28 วัน ก่อนนำไปใช้งาน

ภาพที่ 2.31 การยกบล็อกดินซีเมนต์ด้วย ที่ยกบล็อก

2.3 แนวความคิดในการออกแบบ

ในการออกแบบเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ผู้วิจัยได้รวบรวมแนวความคิดในด้านต่างๆ เพื่อให้ได้เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นจากเครื่องแบบเดิม แนวความคิดที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการวิจัยได้แก่ กรอบในการพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ ประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ เทคนิคเชิงกลไกในการผ่อนแรง

กรอบในการพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ ผู้วิจัยได้ใช้แนวความคิดที่อธิบายลักษณะของเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในท้องถิ่นของศิริ ฮามสุโพธิ์ (2536:14) ที่กล่าวไว้ดังนี้

1. **การลงทุน** การลงทุนหรือต้นทุนไม่มากควรอยู่ในขีดความสามารถของบุคคลนั้น กลุ่มนั้นจะจัดการได้
2. **การใช้วัตถุดิบ** จะต้องเอื้ออำนวยกับการใช้วัสดุพื้นบ้านหรือท้องถิ่นเพื่อการผลิตให้ได้มากที่สุด
3. **การผลิตเทคโนโลยี** จะต้องอาศัยแรงงานและความสามารถของชุมชนเป็นหลักได้
4. **การกำหนดงาน** ควรเป็นงานหรือกิจกรรมที่เหมาะสมกับเทคโนโลยีและสภาพของท้องถิ่น
5. **ความยากง่าย** เทคโนโลยีที่ผลิตขึ้นจะต้องง่ายและสะดวกต่อการใช้ และบำรุงรักษา
6. **สถานที่ผลิต** เทคโนโลยีที่ผลิตจะต้องผลิตได้เองในท้องถิ่นนั้นๆ ไม่ควรนำเข้าจากต่างประเทศถ้าไม่จำเป็น
7. **การระดมทรัพยากร** เทคโนโลยีที่นำไปใช้จะต้องสามารถนำแหล่งทรัพยากรและพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ได้อย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ
8. **การดัดแปลง** เทคโนโลยีนั้นสามารถนำไปดัดแปลงให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ไม่ยุ่งยาก
9. **ปราศจากเงื่อนไข** จะต้องไม่มีปัญหาทางด้านลิขสิทธิ์ต่างๆ

ประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ ผู้วิจัยกำหนดประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ โดยใช้เกณฑ์การวัดอัตราการทำงานของเครื่องจักรกลของ พนม ภัยหน่าย และ สิริ ปโยธรสิริ (2529:410-411) โดยทั่วไปการวัดความสามารถของเครื่องจักรกล อาจวัดจากผลผลิตหรือผลงานรวมของเครื่องจักรนั้นสามารถผลิตหรือทำงานได้ แต่การวัดผลผลิตรวมนี้เป็นเพียงตัวเลขที่บอกความสามารถสูงสุดของเครื่องจักรกลเท่านั้น มิได้สะท้อนถึงประสิทธิภาพในการทำงานแต่อย่างใด

การวัดความสามารถการทำงานของเครื่องจักรกลอีกวิธีหนึ่งที่ดีกว่า ก็คือการวัดปริมาณการทำงานของเครื่องจักรกลต่อหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า "อัตราการทำงานของเครื่องจักรกล" ซึ่งอาจแบ่งออกเป็น 2 อย่างคือ

(1) **วัดโดยน้ำหนักต่อหน่อยเวลา** เช่น อัตราการยกเหล็กเส้น หรือวัสดุอื่นๆของปั้นจั่นอาจวัดเป็นตันต่อชั่งโมง

(2) **วัดโดยปริมาตรต่อหน่วยเวลา** เช่น อัตราการผสมคอนกรีต หรืออัตราการลำเลียงคอนกรีต วัดเป็นลูกบาศก์ต่อชั่งโมง

หลักการพื้นฐานของการวัด คือต้องการวัดปริมาณงานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา แต่การวัดอัตราการทำงานของเครื่องจักรกลแต่ละชนิดย่อมมีวิธี และรายละเอียดที่แตกต่างกันไปบ้างตามสภาพของเครื่องจักรและความเหมาะสมที่ไม่เหมือนกัน ในการวัดอัตราการทำงานของเครื่องจักรกลนั้น จะต้องเกี่ยวพันถึงปริมาณ 2 ปริมาณ คือปริมาณงานที่วัดโดยปริมาณ หรือน้ำหนัก และเวลา จากหลักการขั้นต้นผู้วิจัยได้ประยุกต์นำมาเป็นวิธีศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกไว้ดังนี้

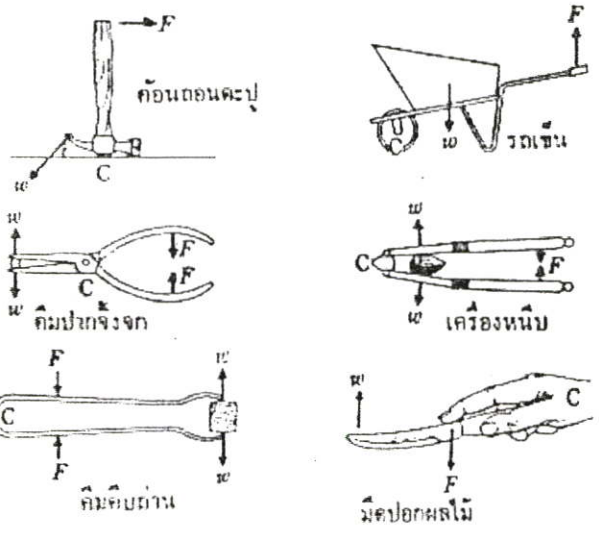
อัตราการผลิตบล็อกดินซีเมนต์ หมายถึง กำลังการผลิตบล็อกดินซีเมนต์ / ชั่วโมง โดยคิดจากจำนวนก้อนที่ผลิตได้ใน 1 ชั่วโมง

อัตราการผลิต หมายถึง จำนวนบล็อกที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์รุ่นเก่าในเวลา 1 ชั่วโมง

เทคนิคเชิงกลไกในการผ่อนแรง ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงวิธีการต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการผ่อนแรง โดยพยายามใช้เทคนิคเชิงกลไกที่สามารถให้แรงกดอัดส่วนผสมในแบบพิมพ์ให้มีความหนาแน่นได้เทียบเท่าหรือดีกว่าเครื่องอัดแบบเดิมและวิธีที่นำมาใช้ก็คือ การใช้มอเตอร์ไฟฟ้าหมุนข้อเหวี่ยงน้ำหนักให้ไปกดที่คานและคานจะส่งแรงงัดเพื่อดันแบบพิมพ์ให้ขึ้นไปอัดส่วนผสมในห้องอัดจนอัดแน่นได้ที่ โดยมีรายละเอียดดังนี้ ธนกาญจน์ ภัทรากาญจน์ (2525:67-94) กล่าวว่า

คาน คานแบบง่ายที่สุดที่นิยมใช้กัน คือ แท่นเหล็กกลมที่เรียกว่าชะแลง แต่คำว่าคานอาจหมายถึงวัตถุที่แข็งแรงใดๆที่หมุนรอบแกนที่จุดหนึ่งซึ่งเรียกว่า ฟัลครัมC ด้วยเช่นกัน คานอาศัยหลักของทอร์ก (หลักของโมเมนต์) แรงประยุกต์เรียกว่า แรงพยามยามซึ่งออกแรงกระทำที่จุดๆหนึ่งแล้วส่งผลกระทำไปเอาชนะภาระ หรือ น้ำหนักบรรทุกที่จุดอีกจุดหนึ่ง

การได้เปรียบเชิงกลจริง AMA ถ้าคานสามารถเอาชนะภาระ 50 N ได้โดยออกแรงพยามยาม 10 N เราพูดว่า คานมีการได้เปรียบเชิงกลจริง (Actual Mechanical Advantage) = 50 N / 10 N = 5 N



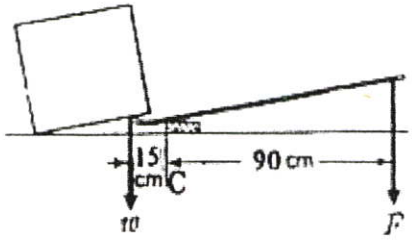
ภาพที่ 2.32 แสดงเครื่องมือกลอย่างง่ายที่อาศัยหลักของคาน

การได้เปรียบเชิงกลจริงAMA ของเครื่องกลมีนิยามว่าเป็นอัตราส่วนระหว่างภาระกับแรงพยามยาม เขียนเป็นสูตรได้ว่า การได้เปรียบเชิงกลจริงAMA = ภาระ w / แรงพยามยาม F

เครื่องกลบางชนิดออกแบบไว้เพื่อให้สามารถยกภาระได้มากกว่าแรงพยามยามที่ใช้หลายเท่า เช่น ประแจปากตายหรือแม่แรงยกรถ เป็นต้น ในกรณีเช่นนี้จะได้AMA มีค่ามากกว่า 1

ในเครื่องกลบางชนิดมีAMA น้อยกว่า 1 จึงต้องใช้แรงพยามยามมากกว่าภาระ แต่ก็เป็นเครื่องมือกลที่อำนวยความสะดวกให้แก่เรา เช่น การถีบจักรยาน แม้ว่าเราจะต้องออกแรงถีบมากกว่าการที่เราเดินด้วยเท้าของเราเอง แต่ก็ทำให้เราเดินทางได้เร็วขึ้น หรือในกรณีที่ใช้คีมคีบถ่านในเตาไฟ เราต้องออกแรงมากกว่าภาระ คือ น้ำหนักของก้อนถ่านที่กำลังคุกรุ่น เป็นต้น

การได้เปรียบเชิงกลของคาน ถ้าไม่คิดความเสียดทานที่ ฟัลครัมและน้ำหนักของคาน (ค่าทั้งสองนี้ โดยทั่วไปจะน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับภาระ) การได้เปรียบเชิงกลจริงจะคำนวณได้จากสมการของทอร์ก (โมเมนต์ของแรง) ของภาระและของแรงพยามยาม



ภาพที่ 2.33 ชะแลงงัด

จากนิยามว่า ทอร์ก = แรง × ระยะทางตั้งฉากจากฟัลครัมจะได้ $w \times 0.15\ m = F \times 0.90\ m$

$$AMA = \frac{w}{F} = \frac{0.90\ \text{m}}{0.15\ \text{m}} = 6$$

เพราะฉะนั้น

ในทำนองเดียวกัน การได้เปรียบเชิงกลจริงของเครื่องกลแบบคานชนิดอื่นๆ ที่แสดงไว้ในภาพที่ 2.33 ก็สามารถหาได้แบบเดียวกัน การได้เปรียบเชิงกลจริงย่อมขึ้นอยู่กับตำแหน่งของ ฟัลครัมในความสัมพันธ์ระหว่างแรงพยามยามและภาระ

ทอร์ก การเปิดประตูและการขันแป้นเกลียว(nut) หรือที่นิยมเรียกกันว่า น็อตให้แน่นด้วยประแจปากตายเป็นตัวอย่างของการที่เราต้องออกแรงหมุน

การหมุนนี้มีตัวประกอบที่เกี่ยวข้อง 2 ตัว คือขนาดของแรงและระยะทางตั้งฉากจากแนวแรงไปยังแกนหมุน(fulcrum) แรงขนาดน้อยๆอาจทำให้เกิดผลหมุนได้มากถ้าระยะทางจากแกนหมุนมีค่ามาก ด้วยเหตุผลอันนี้การใช้ประแจด้ามยาวจะถอดเกลียวแน่นๆได้ง่ายกว่าประแจด้ามสั้น ช่างที่ชำนาญจะระมัดระวังในการใช้ประแจด้ามยาวเพราะถ้าออกแรงมากไปจะทำให้เกลียวหวานได้ง่าย

ผลรวมที่เกิดจากแรงและระยะทางซึ่งเป็นตัวกำหนดค่าของผลหมุนเรียกว่า ทอร์ก หรือโมเมนต์ของแรง(Torque or moment of a force) และมีนิยามดังนี้

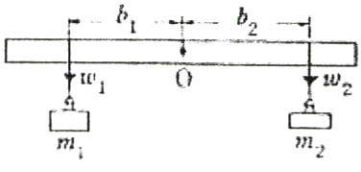
ทอร์กรอบแกนหมุนใดๆ คือ ผลคูณระหว่างแรงกับระยะทางตั้งฉากจากแนวแรงไปยังแกนหมุนนั้น เขียนเป็นสูตรได้ว่า $T = F \times b$

เมื่อ T (อักษรกรีกgammaตัวใหญ่) = ทอร์ก (1N m)

F = แรง (1N) และ b = ระยะทางตั้งฉากจากแกนหมุนไปยังแนวแรง (1m)

การทดลองเกี่ยวกับทอร์ก

เจาะรูเล็กๆตรงกลางไม้เมตรที่ขีด 50 ซม. ใช้เข็มหมุดปักที่รูนี้ แล้วแขวนไว้ให้ไม้เมตรหมุนรอบตัวในแนวดิ่ง จะพบว่าไม้เมตรจะสมดุลอยู่ในแนวระดับ



ภาพที่ 2.34 การทดลองเพื่อศึกษาเรื่องทอร์ก

ต่อไปใช้มวล m1 และ m2 ที่มีขนาดไม่เท่ากันผูกด้วยเส้นด้ายไปแขวนไว้คนละข้างที่ระยะทาง b1 และ b2 จากรูแขวน ปรับระยะทางจนกระทั่งไม้เมตรอยู่ในแนวระดับแล้วน้ำหนัก w1 และ w2 ของมวลทั้งสองจะออกแรงหมุนมีขนาดเท่ากัน และในทิศตรงกันข้ามรอบเข็มหมุด

ซึ่งเป็นแกนหมุน เมื่อคำนึงถึงความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการทดลองแล้ว จะพบว่าผลคูณระหว่างแรง (น้ำหนัก) กับระยะทางด้านซ้ายมือเท่ากับผลคูณระหว่างแรง (น้ำหนัก) กับระยะทางด้านขวามือ เพราะฉะนั้นจึงสรุปได้ว่าผลคูณระหว่างแรงกับระยะทางตั้งฉากจากแนวแรงไปยังแกนหมุนเป็นตัววัดผลหมุนของแรงได้

น้ำหนัก w คำนวณได้จากสูตร $w = mg$ เมื่อ m = มวลเป็นกิโลกรัม และ $g = 10\ m\ s^{-2}$

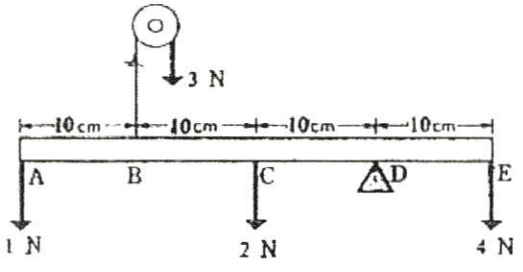
หลักของทอร์ก

เมื่อวัตถุอยู่ในภาวะสมดุล ผลบวกของทอร์กทวนเข็มนาฬิการอบแกนหมุนใดๆ ย่อมเท่ากับผลบวกของทอร์กตามเข็มนาฬิการอบแกนหมุนนั้น

ทอร์กลัพธ์

เมื่อทำโจทย์เกี่ยวกับทอร์กหลายอันที่กระทำต่อวัตถุซึ่งไม่อยู่ในภาวะสมดุล ขั้นแรกให้เขียนรูปอย่างคร่าวๆ เพื่อแสดงแรงต่างๆ และระยะทางจากแกนหมุน โดยปกติกำหนดให้ทอร์กในทิศทวนเข็มนาฬิกาเป็นบวก และทอร์กในทิศตามเข็มนาฬิกาพิจารณาให้เป็นลบ คำนวณหาทอร์กต่างๆพร้อมเครื่องหมายตามข้อตกลงแล้วบวกกันแบบพีชคณิต เครื่องหมายของคำตอบจะบอกทิศของทอร์กลัพธ์

ตัวอย่าง แท่งวัตถุเบา AE ยาว 40 cm หมุนรอบแกนที่จุด D มีแรง 1,3,2 และ 4 กระทำต่อแท่งวัตถุดังแสดงในภาพที่ 2.35 จงหาทอร์กลัพธ์



ภาพที่ 2.35 ทอร์กลัพธ์

วิธีทำ ให้ทอร์กทวนเข็มนาฬิกาเป็นบวก และทอร์กตามเข็มนาฬิกาเป็นลบ

ผลบวกของทอร์ก = (1 N × 0.30 m) – (3 N × 0.20 m)

+ (2 N × 0.10 m) – (4 N × 0.10 m)

= - 0.50 Nm

เพราะฉะนั้น ทอร์กลัพธ์มีขนาด 0.50 Nm กระทำในทิศตามเข็มนาฬิกา

มอเตอร์เหนี่ยวนำชนิดสามเฟส

ในการออกแบบเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ผู้วิจัยได้เลือกใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อช่วยในการผ่อนแรงและเครื่องกลที่นำมาใช้แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงาน

กลก็คือมอเตอร์เหนี่ยวนำชนิดสามเฟส (three phase induction motor) เป็นเครื่องกลที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมมาก ทั้งนี้เพราะว่าไม่มีความยุ่งยากในการใช้งานและการบำรุงรักษาเหมือนมอเตอร์ชนิดอื่นๆ ทรงฤทธิ์ ศิริวัฒนะ (2540:9-14) ได้กล่าวถึงข้อดี ข้อเสีย และโครงสร้างหลักการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำชนิดสามเฟสไว้ดังนี้

ข้อดี

1. โครงสร้างง่าย โดยเฉพาะในกรณีที่เป็นโรเตอร์แบบกรงกระรอก(squirrel cagerotor) แล้ว เป็นโครงสร้างแบบที่ง่ายที่สุดในจำนวนมอเตอร์ทุกชนิดที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

2. ราคาถูก สามารถประดิษฐ์ให้ได้คุณลักษณะที่เหมาะสมกับงานด้านอุตสาหกรรม

3. ประสิทธิภาพดี ในขณะที่โหลดปกติ สำหรับในกรณีโรเตอร์แบบกรงกระรอกซึ่งไม่ต้องมีแปรงถ่าน จะทำให้ลดความฝืดลงไปได้อีก เหมาะสมกับสภาพงานที่มีละอองน้ำมันหรือติดตั้งใกล้กับสารอื่นที่ติดไฟง่าย

4. การบำรุงรักษาไม่ยุ่งยากมากนัก

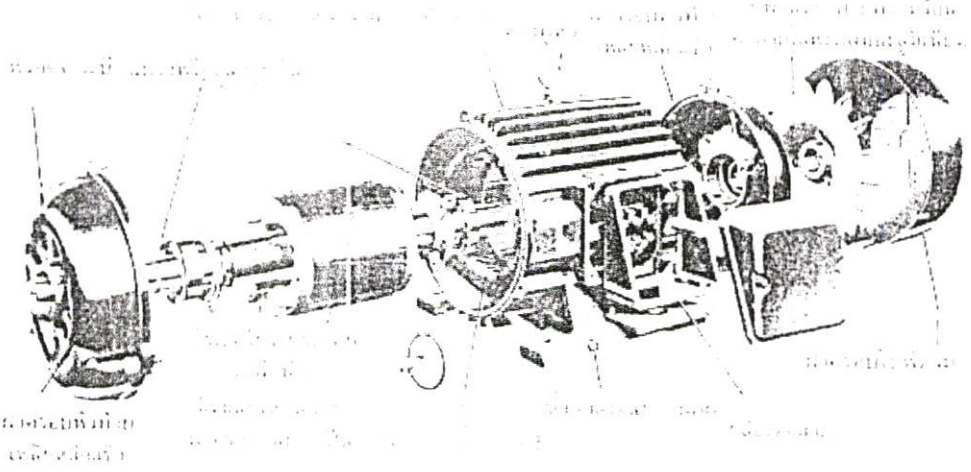
5. ในการเริ่มเดินเครื่อง ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องมือช่วยในการเริ่มหมุน

ข้อเสีย

1. แรงบิดเริ่มหมุน(starting torque) ต่ำกว่าของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง(direct current motor หรือ d.c.motor) แต่ไม่ต่ำกว่ามอเตอร์กระแสสลับอื่นๆ

2. เมื่อเพิ่มโหลด(load) จะทำให้ความเร็วรอบ(speed) ลดลง

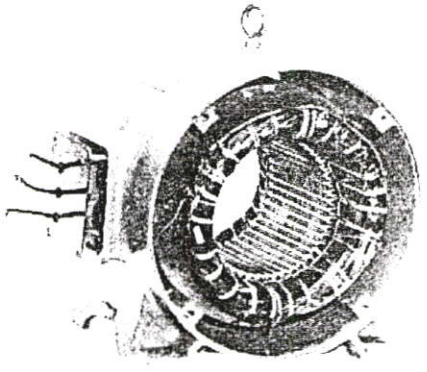
3. ไม่สามารถเปลี่ยนความเร็วรอบโดยที่มีประสิทธิภาพคงที่ได้



ภาพที่ 2.36 ส่วนประกอบต่างๆ ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

โครงสร้าง โครงสร้างของมอเตอรเหนี่ยวนำชนิดสามเฟส ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 2.36 ซึ่งส่วนประกอบที่สำคัญมี 2 ส่วนคือ ตัวสเตเตอร์และตัวโรเตอร์

สเตเตอร์ สเตเตอร์(stator) ของมอเตอร์เหนี่ยวนำมีลักษณะเหมือนกับอาร์มาเจอร์ของมอเตอร์ซิงโครนัส คือเป็นแผ่นบางๆ วางซ้อนกันอยู่ภายในโครง(frame) และมีร่องสเตเตอร์(slot) เพื่อใช้สำหรับพันขดลวดอาร์มาเจอร์(armature) ดังภาพที่ 2.37



ภาพที่ 2.37 สเตเตอร์ของเครื่องกลเหนี่ยวนำชนิดสามเฟส

จากภาพที่ 3.37 จะเห็นว่าภายในสเตเตอร์จะพันขดลวดไว้เป็นสามเฟส เพื่อใช้กับไฟฟ้าระบบสามเฟส จำนวนขั้วแม่เหล็กที่พันจะมีจำนวนคงที่ โดยออกแบบให้เหมาะสมกับความเร็วของมอเตอร์ที่ต้องการใช้งาน ถ้าจำนวนขั้วแม่เหล็กมากความเร็วของมอเตอร์จะต่ำ เมื่อขดสเตเตอร์ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายกระแสที่ไหลในขดลวดทั้งสามชุดจะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็ก ซึ่งมีค่าคงที่หมุนไปบนสเตเตอร์ด้วยความเร็วซิงโครนัส สนามแม่เหล็กหมุนจะเหนี่ยวนำแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นในขดโรเตอร์

หลักการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

หลักการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำเป็นดังนี้ ตัวโรเตอร์ของมอเตอร์มีแท่งตัวนำฝังอยู่บนตัวของมันและต่อครบวงจรทั้งหัวท้าย มีลักษณะเป็นกรงกระรอก พร้อมที่จะให้กระแสไหลครบวงจร และเนื่องจากตัวนำในตัวโรเตอร์เหล่านี้วางอยู่ในสนามแม่เหล็กหมุนที่เกิดจากกระแสไหลเข้าขดลวดของสเตเตอร์ จึงเหนี่ยวนำทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นที่ขดโรเตอร์ มีกระแสไฟฟ้าไหลในขดโรเตอร์และเกิดขั้วแม่เหล็กขึ้นที่ตัวโรเตอร์ เกิดการดูดและผลักกับขั้วแม่เหล็กหมุนบนตัวสเตเตอร์ ทำให้โรเตอร์หมุนตามการหมุนของสนามแม่เหล็กหมุนแต่การหมุนของตัวโรเตอร์จะช้ากว่าสนามแม่เหล็กหมุน

สายพาน (Belts) สายพานเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลประเภทฉุดดึง สายพานและโซ่จะทำหน้าที่ส่งถ่ายโมเมนต์หมุนและการเคลื่อนที่ระหว่างเพลาตั้งแต่ 2 เพลาขึ้นไปด้วยความเร็วรอบสูง และให้มีระยะห่างกันมากได้ มานพ ตันตระบัณฑิตย์และคณะ(2542:69-71) กล่าวไว้ดังนี้

สายพานส่งกำลัง **ข้อดี**

1. ส่งถ่ายแรงได้อย่างยืดหยุ่น

2. ดูดซับเสียงดังและการสั่นสะเทือน

3. ไม่ต้องมีการหล่อลื่น

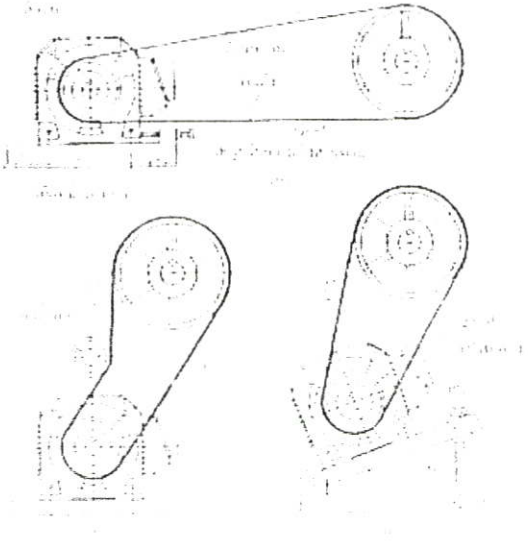
ข้อเสีย

1. เกิดการลื่นในขณะส่งกำลังได้

2. รองเพลารับภาระสูง

3. เปลืองเนื้อที่มาก

สายพานจะแบ่งเป็นแบบลักษณะส่งกำลังด้วยแรงและแบบลักษณะส่งกำลังด้วยรูปร่าง

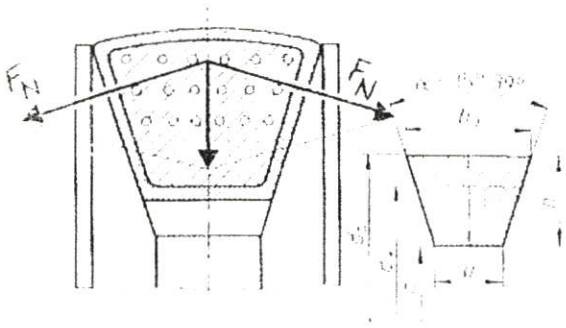


ภาพที่ 2.38 การใช้อุปกรณ์ช่วยทำให้สายพานตึง

การส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานลิ่ม

เมื่อเปรียบเทียบสายพานลิ่มกับสายพานแบนที่มีขนาดเท่ากันแล้ว สายพานลิ่มสามารถส่งผ่านกำลังได้มากกว่าที่ความเร็วสูงโดยจะไม่เกิดการลื่นไถลจึงเป็นที่นิยมและมักจะนำมาใช้แทนสายพานแบนรวมไปถึงโซ่และขบวนเฟืองด้วย แต่เป็นในกรณีที่ระยะห่างระหว่างเพลาไม่มากนัก เช่น นำมาใช้หมุนใบพัดเพื่อระบายความร้อนในหม้อน้ำรถยนต์เป็นต้น (วุฒิชัย กปิลกาญจน์.2533:147)

มานพ ตันตระบัณฑิตย์และคณะ(2542:75-81) เขียนถึงสายพานลิ่มไว้ดังนี้ สายพานลิ่มส่วนใหญ่จะผลิตแบบไม่มีปลาย เป็นสายพานทำจากยางมีภาคตัดขวางเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูครึ่งหนึ่ง ด้านบนมีเส้นโพลีเอสเตอร์ที่ผ่านการวัลเคไนซิ่งมาแล้วแทรกอยู่ ทำให้ค่าความต้านแรงดึงเพิ่มสูงขึ้น สายพานลิ่มชนิดที่มีชั้นใยสิ่งทอหุ้มอยู่รอบๆ จะช่วยป้องกันการสึกหรอได้อีกด้วย



ภาพที่ 2.39 โครงสร้าง แรงปฏิกิริยา และขนาดของสายพานลิ่ม

สายพานลิ่มจะไม่รับแรงตามแนวรัศมีโดยตรงเหมือนสายพานแบน แต่จะรับแรงตามแนวตั้งฉากกับด้านข้างของสายพานลิ่ม ดังภาพที่ 2.39 (แรงปกติ Fn) สายพานลิ่มที่มีความตึงและค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน μ เท่ากับสายพานแบนจะสามารถส่งกำลังได้ดีกว่าสายพานแบนได้ถึง 3 เท่า ซึ่งข้อดีและข้อเสียของสายพานลิ่มเมื่อเทียบกับสายพานแบนมีดังนี้คือ

ข้อดี

1. ส่งกำลังได้ดีในขณะที่ร่องเพลารับภาระน้อยกว่า
2. มีการลื่นไถลขณะส่งกำลังน้อยมาก (ที่ประสิทธิภาพ $\eta \approx 0.96$)
3. มีมุมโอบน้อย แต่ให้อัตราทดได้มากถึง i max $\approx$ 15:1 โดยที่ไม่ต้องมีลูกกลิ้งกดสายพาน
4. เปลืองที่น้อย มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาน้อยกว่า
5. ส่งถ่ายกำลังงานได้สูงที่ขนาดล้อสายพานและเพลาเล็กกว่า
6. สามารถให้หมุนย้อนทิศทางได้
7. สามารถจัดเรียงสายพานลิ่มได้หลายเส้นทำให้ส่งถ่ายกำลังงานได้มาก

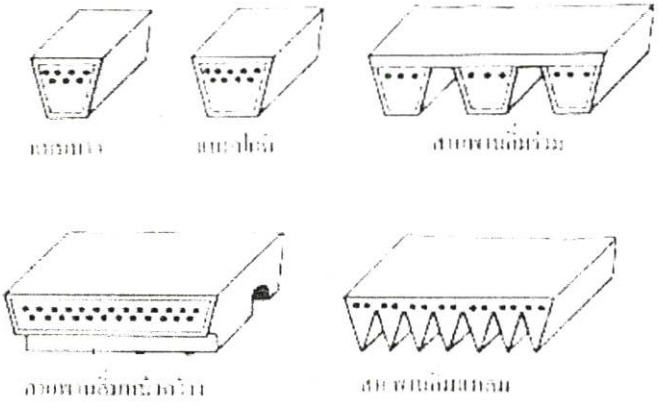
ข้อเสีย

1. ต้นทุนการผลิตสูงกว่าสายพานแบน
2. มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาจำกัด
3. ไม่สามารถจัดสายพานส่งกำลังให้เป็นลักษณะไขว้สลับได้

ตามมาตรฐาน DIN 2211 จะกำหนดให้มุมด้านข้างของร่องล้อสายพานอยู่ระหว่าง 32° ถึง 38° (ตามแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพาน) ส่วนมุมของสายพานลิ่มที่กำหนดตาม DIN 2218 จะอยู่ระหว่าง 35° ถึง 39° แต่เมื่อนำสายพานลิ่มมาประกอบให้ตึงเข้ากับล้อสายพานแล้วจะเกิดการยืด และในขณะหมุนคัดแนบสนิทรอบร่องสายพาน ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานเล็กและมีระยะห่างระหว่างแกนเพลา a = da + (3/2).h (da = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตนอกสุดล้อสายพาน, h = ความสูงสายพาน) จะไม่มีการสูญเสียขณะส่งกำลังเพื่อให้สัมพันธ์กันกับการใช้งานจะมีการแบ่งแยกสายพานลิ่มเป็นรูปพรรณดังต่อไปนี้

1. สายพานลิ่มปกติ เป็นสายพานที่กำลังจะถูกทดแทนด้วยการนำเอาสายพานลิ่มเส้นบางที่มีประสิทธิภาพกำลังงานดีกว่ามาใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งล้อสายพานที่มีขนาดเล็กจะมีการนำสายพานลิ่มเส้นบางเปิดด้านข้างมาใช้งาน ดังภาพที่ 2.41

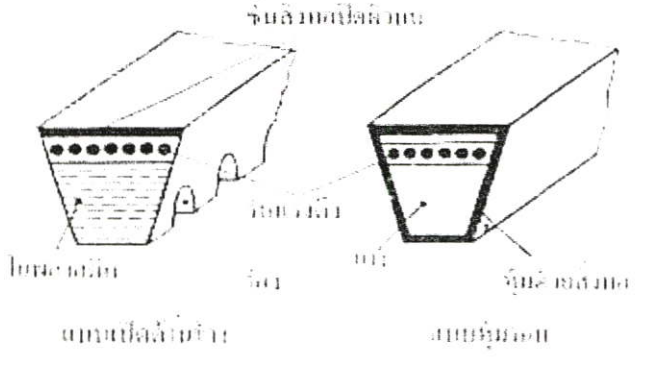
สายพานลิ่มชนิดที่มีการวัลเคไนเซชั่นและมีพลาสติกใยแก้วสั้นๆเสริมด้านล่างจะทำให้ด้านข้างของสายพานทนแรงดัดและการสึกหรอได้สูงขึ้น



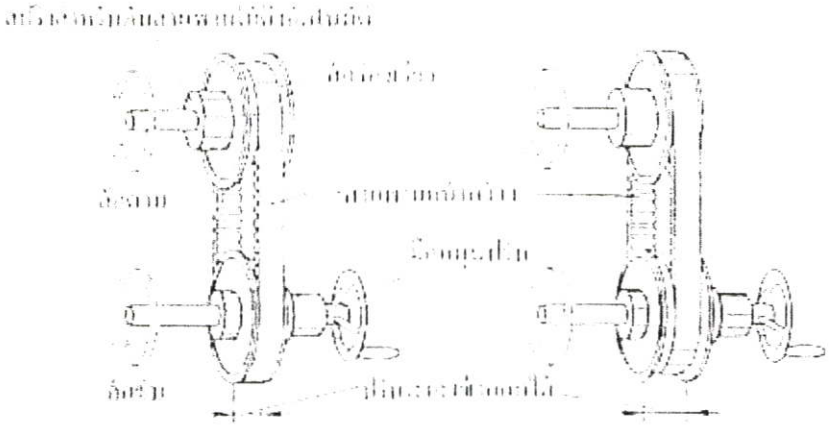
ภาพที่ 2.40 สายพานลิ่มรูปพรรณ

สายพานที่มีร่องฟันใต้สายพานจะเหมาะสำหรับใช้งานกับล้อสายพานขนาดเล็กสายพานลิ่มเส้นบางเปิดด้านข้างจะนิยมนำมาใช้ขับเคลื่อนอุปกรณ์หมุนเร็วในยานยนต์

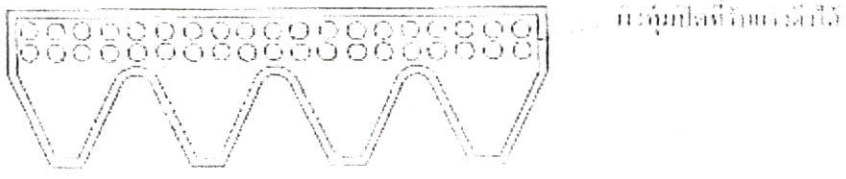
2. สายพานลิ่มร่วม ดูภาพที่ 2.40 จะนำมาใช้งานในการส่งกำลังมากๆ เพราะมีสายพานลิ่มอยู่ขนานติดกันหลายเส้นด้านบน สายพานนี้จะมีแผ่นปิดยางสังเคราะห์จึงเหมาะสมกับงานที่มีการถ่ายเทโมเมนต์หมุนแบบไม่สม่ำเสมอและที่มีระยะห่างระหว่างแกนเพลามากๆ



ภาพที่ 2.41 สายพานลิ่มเส้นบางเปิดด้านข้างและไม่มีการหุ้ม



ภาพที่ 2.42 ตัวอย่างการใช้งานของสายพานหน้ากว้าง



ภาพที่ 2.43 สานพานลิ่มหลายรูปพรรณ

3. สายพานลิ่มแหลม (ดูภาพที่ 2.40) จะกระจายแรงตามแนวรัศมีไปยังแผ่นปิดด้านบนสายพานอย่างสม่ำเสมอตลอดหน้ากว้างสายพาน จึงเหมาะในการใช้กับแกนเพลาที่มีระยะห่างมากๆ และรับภาระสูง

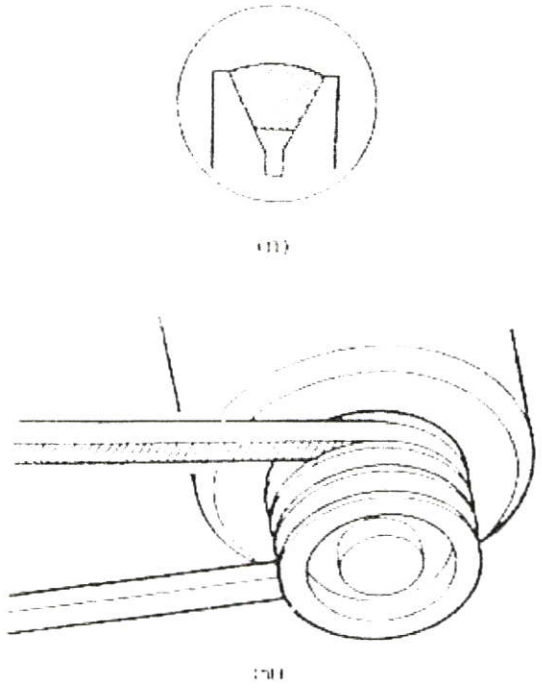
4. สายพานลิ่มหน้ากว้าง (ดูภาพที่ 2.40 และ 2.42) เป็นสายพานรูปร่างพิเศษสำหรับการส่งกำลังที่มีการปรับความเร็วรอบตามต้องการได้

5. สายพานลิ่มหลายรูปพรรณ (ดูภาพที่ 2.43) จะมีผิวชั้นบนที่เป็นพลาสติกหุ้มอยู่ โดยรอบทำหน้าที่เป็นชั้นผิวรับแรงดึงส่วนเนื้อสายพานร่องลิ่มเป็นลิ่มสายพานที่เรียงต่อกันที่สวมสัมผัสผิวร่องล้อสายพานได้แนบสนิทพอดี ซึ่งทำให้แรงตามแนวรัศมีถูกถ่ายเทไปยังด้านบนของสายพาน จึงเหมาะสมใช้กับงานที่มีอัตราทดสูงมากๆ และส่งกำลังงานได้ถึง 600 kW

การประกอบสายพานลิ่ม (Installing Vee Belt)

1. ตรวจสอบสายพานลิ่มที่มีขนาดความยาวถูกต้อง รวมทั้งมุมเอียง (ดูภาพที่ 2.44 ก.)

2. กรณีเป็นล้อสายพานหลายร่อง ให้เริ่มประกอบใส่ร่องล้อสายพานในสุดก่อน (ดูภาพที่ 2.44 ข.)



ภาพที่ 2.44 การประกอบสายพานลิ่ม

การเลือกใช้วัสดุ (Material Selection)

ในการทำวิจัยเรื่องเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกผู้วิจัยได้เลือกใช้วัสดุ โดยพิจารณาจากหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนต่างๆ โดยมานพ ตันตระบัณฑิตย์(2545:11-12) เขียนไว้ดังนี้

การเลือกใช้วัสดุทำชิ้นส่วนเครื่องจักรกลจะพิจารณาจากหน้าที่การทำงาน ภาระและอายุการใช้งานจากนั้นจึงจะพิจารณาจากวิธีการขึ้นรูปและการผลิต ต้นทุนการผลิต และการจัดหาวัสดุ สำหรับความคุ้นเคยที่เกิดจากประสบการณ์สามารถเลือกใช้วัสดุได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. แกนและเพลาธรรดา:เหล็กกล้าคาร์บอน (St 37 ถึง St 60) หรืออาจจะเป็นเหล็กกล้าชุบผิวแข็งและเหล็กกล้าอบชุบ สำหรับเพลายาวและมีการตกบ่ามาก จะใช้เหล็กกล้าคุณภาพสูงหรือเหล็กหล่อชนิดพิเศษ (เนื่องจากการขึ้นรูปและปฏิกิริยาร่องบาก)

2. ลิ่มขนาน ลิ่มลาดและสลักใช้ St 60

3. โครงเครื่องจักรกล ตัวเรือน แผ่นพื้นจะใช้เหล็กหล่อเทา สำหรับการรับภาระสูงจะใช้เหล็กหล่อพิเศษและเหล็กกล้าหล่อ ในกรณีเชื่อมขึ้นรูปจะใช้เหล็กกล้าแผ่นเป็นส่วนใหญ่

4. ชิ้นส่วนที่รับแรงกลิ้งอัดสูง (ลูกกลิ้งของแบริ่ง เพลาลูกเบี้ยว เฟืองรับภาระสูงจะใช้เหล็กกล้าชุบแข็ง)

5. เฟืองตามแต่สภาพภาระและขนาดความโตจะใช้เหล็กหล่อเทา เหล็กกล้าหล่อ เหล็กกล้า St 42 ถึง St 70 ส่วนใหญ่จะใช้เหล็กอบชุบแข็งในกรณีพิเศษจะใช้โลหะที่ไม่ใช่เหล็กและพลาสติก

6. ผิวลื่นรับภาระ เช่น แบริ่งจะใช้ เหล็กหล่อเทาอ่อน บรอนซ์ โลหะขาว สังกะสี วัสดุร่วมที่มีผิวนอกลื่นและพลาสติก

7. สปริงยืดหยุ่นจะใช้เหล็กกล้าสปริงและยาง ในกรณีพิเศษจะใช้บรอนซ์สปริง

8. ชิ้นส่วนขนาดเล็กผลิตแบบต่อเนื่อง (Mass Production) จะใช้โลหะฉีดหล่อ เหล็กกล้าตัดง่ายและพลาสติก

9. ชิ้นส่วนที่ต้องทนความร้อนและไฟ จะใช้เหล็กกล้าทนความร้อนหรือเหล็กกล้าทนต่อเกิดผิวสะเก็ด วัสดุเซรามิกหรือเหล็กกล้าหล่อ, เหล็กหล่อที่มีคุณภาพเทียบเท่า

10. ชิ้นส่วนทนสึกหรอพิเศษหรือที่ต้องการทนสารเคมี, การนำไฟฟ้าหรือเป็นแม่เหล็กต้องใช้วัสดุพิเศษ

เมื่อประสบการณ์การเลือกยังไม่เพียงพอ อาจจะเป็นเพราะเทคโนโลยีใหม่ราคาวัสดุหรือวัสดุที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกันหลายชนิด ก็จะต้องทำการตรวจสอบให้ละเอียดมากยิ่งขึ้นกล่าวคือ

1. ความต้องการของชิ้นส่วน (การทำงาน ภาระ อายุการใช้งาน)

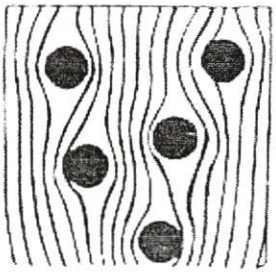
2. เงื่อนไขการผลิต (จำนวนชิ้น การขึ้นรูป ประเภทการผลิตและต้นทุนการผลิต)

3. คุณสมบัติวัสดุรวมถึงการทดสอบวัสดุ

การเลือกใช้เหล็กกล้ารูปพรรณก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่ทำให้การทำงานรวดเร็วขึ้น

เหล็กหล่อเทา (Grey Cast Iron)

เป็นเหล็กหล่อที่มีเกล็ดแกรไฟต์ ส่วนมากจะมีปริมาณคาร์บอนประมาณ 2...4%, $S \leq$ 0,2% ในงานเครื่องกลจะนิยมหล่อเป็นชิ้น มีราคาถูก หล่อขึ้นรูปได้(มีการหดตัวต่ำและเกิดโพรงอากาศน้อย) ปาดผิวได้ดี มีข้อเสียคือ แข็งเปราะ (มีค่าความยืดต่ำ) จึงไม่เหมาะรับภาระกระแทก เนื่องจากมีเกล็ดแกรไฟต์แทรกอยู่ จึงทำให้ค่าความต้านแรงดึง Rm ลดต่ำลง แต่เกล็ดแกรไฟต์จะทำให้ผิวที่ปาดผิวมีคุณสมบัติลื่นและมีความเค้นอัดสูงกว่าความต้านแรงดึง 3.Rm ถึง 5 Rm จึงรับแรงสั่นสะเทือนได้ดีที่อุณหภูมิเกิน 400° C ค่าความต้านแรงดึงลดต่ำลง (เกินกว่า 200° C ค่าความต้านแรงอัดจะลดลงเช่นกัน) ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น E จะลดลงเมื่อรับภาระเพิ่มขึ้น เหล็กหล่อเทาเกิดจากการเย็นตัวช้าของน้ำเหล็ก หากน้ำเหล็กเย็นตัวเร็วจะเกิดเป็นเหล็กหล่อแข็ง เหล็กหล่อเทาที่หล่อในกระสวนเหล็กถาวรจะมีขนาดเที่ยงตรงสูง หลังจากการหล่อเหล็กหล่อเทาส่วนใหญ่จะนำมาอบอ่อน การเลือกขนานเหล็กหล่อเทาและรู้ค่าความต้านแรงดึงสามารถดูได้จากภาพที่ 2.45



ภาพที่ 2.45 เปรียบเทียบเส้นใยแนวแรงขณะรับแรงดึง

เหล็กหล่อเหนียว (Nodular Cast Iron)

จะมีแกรไฟต์ก้อนกลมขนาด $\phi \approx 0{,}01...0{,}1$ mm แทรกอยู่ มีความเค้น - , ความยืด -, ทนการกัดกร่อน -, และทนต่อการสึกหรอมากกว่าเหล็กเทา

ในหลายๆ กรณีสามารถใช้เหล็กหล่อเหนียวทดแทนเหล็กกล้าได้ เชื่อมประสานด้วยอิเล็กโทรดนิกเกิล-เหล็กได้ มีโมดูลัสยืดหยุ่นสูงกว่าแต่รับแรงสั่นสะเทือนได้น้อยกว่าเหล็กหล่อเทาการอบชุบและชุบผิวแข็งด้วยเปลวไฟและการเหนี่ยวนำสามารถกระทำได้ เหล็กหล่อเหนียวออสเตเนติกเป็นเหล็กหล่อเจือสูงที่มีแกรไฟต์เป็นรูปเกล็ดหรือรูปกลม ไม่สามารถเหนี่ยวนำเป็นแม่เหล็กได้ เช่น เยนเนอเรเตอร์ที่ทนการกัดกร่อน ทนความร้อน มีคุณสมบัติลื่น และปาดผิวได้ง่ายกว่าเหล็กกล้าออสเตเนติก เหล็กหล่อเหนียวออสเตเนติกสามารถเชื่อมประสานได้ ในการอบคลายความเค้นจะกระทำที่ 640°C

เหล็กหล่อเวอร์มิคิวลาร์แกรไฟต์ (Vermicular Graphite)

สัญลักษณ์ เป็นเหล็กหล่อที่มีสภาพการหล่อขึ้นรูประหว่างเหล็กหล่อเทาและเหล็กหล่อเหนียวจึงทำให้รูปร่างแกรไฟต์มีลักษณะคล้ายตัวหนอนที่มีขนาดเล็กและจำนวนมากกว่าเกล็ดแกรไฟต์ในเหล็กหล่อเทาที่ค่าความต้านแรงดึงที่เท่ากับเหล็กเทาจะมีความเหนียวมากกว่า แต่จะเหนียวน้อยกว่าและเกิดโพรงอากาศน้อยกว่าเหล็กหล่อเหนียว จึงนิยมนำเหล็กหล่อเวอร์มิคิวลาร์แกรไฟต์มาทำกระบอกสูบที่ซับซ้อน

เหล็กหล่อมีฮาไนต์ (Mehanite Cast Iron)

กระทำโดยการใส่ผงแคลเซียมซิลิไซด์(Calcium Silicide) ลงในเหล็กหล่อชนิดขาวในสภาพหลอมเหลวและเย็นตัวลงเป็นสีเทา(ลิขสิทธิ์ของ Meehan) โดยแกรไฟต์แยกตัวละเอียดเป็นพิเศษ ทำให้มีคุณสมบัติของเหล็กหล่อเทาและเหล็กหล่อเหนียว ซึ่งจะมีคุณสมบัติด้านความเค้นเท่ากันแม้ว่าจะมีภาคตัดขวางแตกต่างกันมากๆก็ตาม และมีความหนาแน่นวัสดุที่ทนต่อแรงอัดดันได้ดี จึงเหมาะต่อการทำเป็นชิ้นส่วนไฮดรอลิกส์

เหล็กหล่ออบเหนียว (Malleable Cast Iron)

เหล็กหล่ออบเหนียวจะได้จากการหล่อเหล็กดิบขาวแล้วทำการอบอ่อนหลังจากหล่อเสร็จแล้ว ทำให้ค่อนข้างเหนียวพอจะแปรรูปได้มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างเหล็กหล่อและเหล็กกล้าหล่อ

เหล็กหล่ออบเหนียวมีโซนขอบเป็นเฟอร์ไรต์ ส่วนแกนกลางเป็นเพิร์ลไลต์ที่มีความหนาสม่ำเสมอ (3...20 mm) สามารถผลิตชิ้นส่วนขนาดเล็กแบบต่อเนื่อง (Mass Production) น้ำหนักถึง 1kg ให้เป็นโซ่ลำเลียง เฟือง ชิ้นส่วนประกอบ เหล็กหล่อชนิดนี้ชุบแข็งได้

เหล็กหล่ออบเหนียวดำ มีเมทริกซ์เป็นเฟอร์ไรต์ ใช้ทำชิ้นส่วนที่มีความหนาไม่สม่ำเสมอ (3…40 mm) ได้เช่น เครื่องจักรกลครัวเรือน ตัวเรือนกระปุกเกียร์ เบรกดัม ชิ้นส่วนขนาดเล็กและอื่นๆ ไม่สามารถเชื่อม บัดกรีและทุบขึ้นรูปได้ ไม่เหมาะใช้งานที่อุณหภูมิสูง เหล็กหล่ออบเหนียวดำจะชุบแข็งที่ 800°C และอบคืนตัวรวมทั้งทำการอบชุบได้ สามารถชุบแข็งด้วยเปลวไฟและการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าได้ เหล็กหล่ออบเหนียวจะทนการสึกหรอได้น้อยกว่าเหล็กหล่อเทา ที่อุณหภูมิ > 400°C ค่า Rm จะลดต่ำลงทำการชุบผิวแข็งได้

เหล็กกล้าหล่อ (Cast Steel)

เหล็กกล้าหล่อเหมาะสำหรับชิ้นส่วนหล่อขึ้นรูปที่ต้องรับภาระสูง มีความเหนียวและยืดตัวได้ เชื่อมประสาน, ทุบและชุบผิวแข็งได้แต่หล่อขึ้นรูปยากเพราะเกิดโพรงอากาศ, ความเค้นจากการหล่อเกิดร้าวขณะร้อนได้(Hot Crack) และหดตัวสูง (2...3%) หลังจากหล่อขึ้นรูปจึงมีราคาแพงกว่าเหล็กหล่อเทามีผิวหยาบและไม่ลื่นเท่าเหล็กหล่อเทา ชิ้นส่วนแผ่นเหล็กกล้า เช่น ใบเทอร์ไบน์ก็หล่อได้ แต่จะเกิดผลึกเข็มจะต้องอบปกติให้เม็ดเกร็นละเอียดกลมปกติ ความหนาผนังที่หล่อได้บางสุด ≈ 3...4 mm

เหล็กกล้าหล่อผนังบางไม่เจือจะมีค่า Rm ≤ 600 N/mm^2 เหล็กกล้าหล่อเจือจะมีค่า Rm ≈ 800…1200 N/mm^2 ที่อัตรายืด 10…6% ส่วนมากจะใช้งานกรณีพิเศษ

เหล็กกล้าหล่อเจือต่ำที่มี $\geq$ 2% Mn, $\geq$ 1,5% Si, $\geq$ 2% Cr จะอบชุบได้ตลอดแท่งทนการสึกหรอดี ทนการกระแทก มีความลื่นหรือเพิ่ม Retention of Hardness (เมื่ออบชุบจะได้ค่า Rm ≤ 1200 N/mm^2) จึงใช้ทำเป็นเฟือง ลูกสูบเรือ ตัวเรือนเทอร์ไบน์ไอน้ำ

เหล็กกล้าหล่อแมงกานีสแข็ง (มี $\leq$ 1% C, 12% Mn) มีความเครียดแข็ง (Strain Hardened) ดี ไม่เป็นแม่เหล็กนำมาใช้เป็นซี่ฟันรถขุด

เหล็กกล้าหล่อโครเมียม (13…30 % Cr) จะทนต่อกรดและสนิมและถ้าเจือ Si $\geq$ 1% จะทำให้ทนความร้อนได้ จึงใช้ทำชิ้นส่วนเตาอบ กล่องในเตาอบ ภาชนะสารเคมี

การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคนและสภาพแวดล้อมในการทำงาน

ในการทำวิจัยเรื่องเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก จำเป็นต้องมีการศึกษาถึงศาสตร์ที่เกี่ยวกับวิธีการทำงานของคน และความสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักร

โดยถ้าการออกแบบเครื่องจักรนั้นไม่เหมาะสมกับสภาพร่างกายของคนนั้น อาจก่อให้เกิดผลที่สำคัญต่อผู้ปฏิบัติงานได้ 2 ประการ ประการแรกคือ คือ เกิดความเครียดต่อร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน โดยเฉพาะเกิดความเครียดเป็นระยะเวลานานๆ โดที่ผู้ปฏิบัติงานไม่รู้สึกตัว ซึ่งความเครียดในลักษณะนี้จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานสูญเสียประสิทธิภาพและความสามารถของร่างกาย รวมทั้งอาจมีผลเสียต่อสุขภาพในปั้นปลายของชีวิตได้ ประการที่สอง คือ จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถทำงานได้ตามปริมาณและคุณภาพของงานที่กำหนดเอาไว้ ซึ่งจะทำให้ผลผลิตลดลงและในกรณีที่ร้ายแรงก็อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุหรือวินาศภัยขึ้นได้ (สุทิน อยู่สุขและคณะ.2539:9)

วิชาเออร์กอนอมิคส์ (Ergonomics) เป็นองค์ความรู้ที่พัฒนาขึ้นจากบุคลากรทางการแพทย์เพื่อศึกษาขีดความสาม ารถในการทำงานของมนุษย์ว่าทำไมจึงเกิดความเหนื่อยล้า ต่อมาจึงได้พัฒนาให้เข้าใจวิธีทำงาน โดยออกแบบอุปกรณ์เครื่องจักรและสถานที่ให้เหมาะสมกับคน ดังนั้นเออร์กอนอมิคส์จึงได้พัฒนาเป็นวิชาที่ประกอบด้วยสาระหลัก 3 ด้านคือ

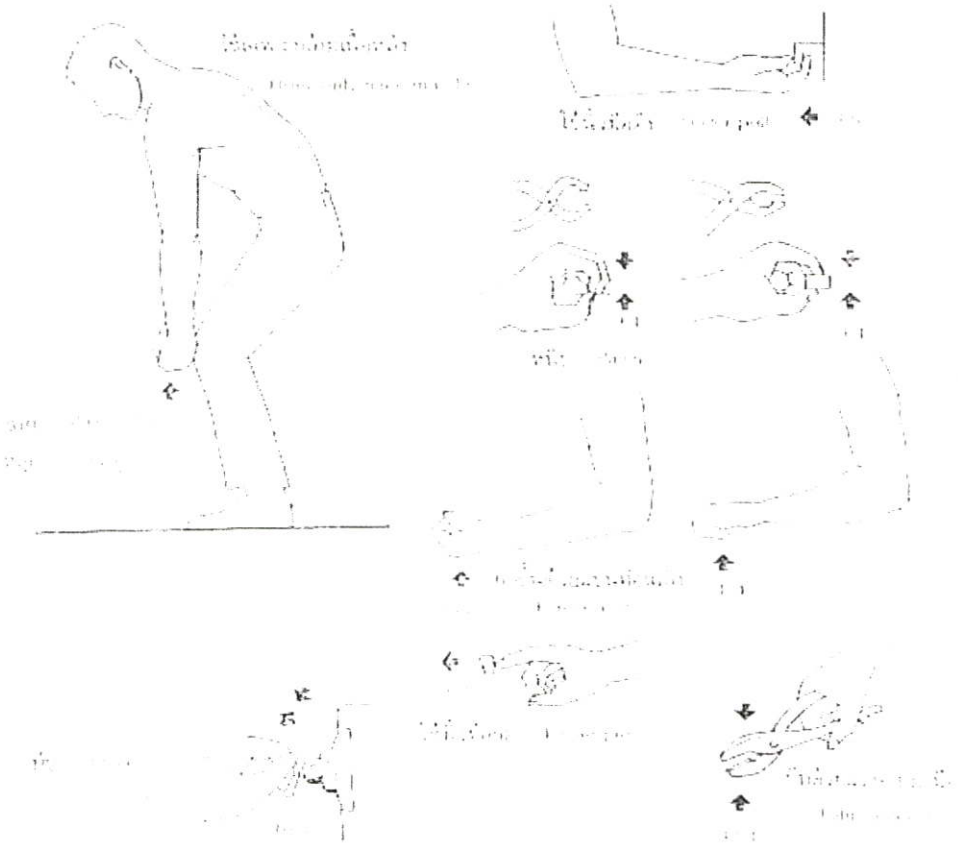
1. ระบบภายในร่างกายของมนุษย์เองในขณะทำงานไม่ว่าจะอยู่ที่บ้านทำงานอาชีพ หรือเล่นกีฬา (Man as asystem component or Man's basic capacity)

2. การทำงานมนุษย์เมื่อต้องใช้หรือเกี่ยวข้องกับเครื่องจักรในขณะทำงาน (Human aspect of system or Human-machine interface)

3. สิ่งแวดล้อมของมนุษย์ในการทำงาน (Human and his work environment)

ความหมายของเออร์กอนอมิคส์ (Ergonomics) คำว่าเออร์กอนอมิคส์มาจากภาษากรีกซึ่งประกอบด้วยคำ 2 คำ คือ "ergos" หมายถึง "การงานอาชีพ (work)" และ "nimos" หมายถึง "กฎธรรมชาติ(natural law) หรือ วิทยาศาสตร์นั้นเอง" จากความหมายของคำ 2 คำนี้เออร์กอนอมิคส์จึงหมายถึง "การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคนและสภาพแวดล้อมในการทำงาน" (สุทิน อยู่สุขและคณะ.2539:6)

การวัดการเคลื่อนที่ของร่างกาย เมื่อร่างกาย เมื่อร่างกายเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวสามารถวัดความสามารถของร่างกายในด้านความแข็งแรง ความอดทน ความรวดเร็ว และความแม่นยำได้ จากหลักกลศาสตร์ชีวภาพที่เกี่ยวกับกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาจะพบว่ามนุษย์มีความจำกัดในการทำงานและการเคลื่อนไหว ตัวอย่างเช่น ข้อจำกัดของความแข็งแรงของมนุษย์ ได้เสนอไว้โดยเวสเลย์วูดสัน เพื่อให้เห็นว่าคนมีความสามารถออกแรงตามธรรมชาติได้ในขีดจำกัด และผู้หญิงจะออกแรงได้ต่ำกว่าผู้ชายประมาณครึ่งหนึ่ง เช่น จะเห็นได้ว่าชายมีแรงดึงของกล้ามเนื้อหลังได้ 156 กิโลกรัม แรงดึงของนิ้วในท่างอ 3-6 กิโลกรัม แรงหนีบของนิ้วมือ 9.4 กิโลกรัม และแรงกดด้วยนิ้วมือ 8.0 กิโลกรัมเป็นต้น (ดูภาพที่ 2.45)



ภาพที่ 2.45 ความคาดหวังในการออกแรงซึ่งแสดงถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ (ตัวเลขที่แสดงมีหน่วยเป็นกิโลกรัม)

การวัดขนาดกายและทรวดทรวง การวัดสัดส่วนต่างๆ ของร่างกายคนมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการออกแบบ โดยเฉพาะการออกแบบผลิตภัณฑ์ เครื่องมือ เครื่องใช้สำหรับการทำงาน หลักสำคัญอย่างหนึ่งของการออกแบบผลิตภัณฑ์ทั่วไปคืออาศัยสัดส่วนและลักษณะกิจกรรมที่คนต้องกระทำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบ นอกเหนือไปจากความงาน หรือประโยชน์ใช้สอย

นักออกแบบจึงมักคำนึงถึงข้อมูลทางสัดส่วนของคนในแง่ประสิทธิภาพ กล่าวคือเมื่อออกแบบให้เหมาะสมกับสัดส่วนของคนแล้ว คนต้องทำงานสะดวกสบายไม่เมื่อยล้า ต้องปลอดภัยโดยระบบประสาทสัมผัสต่างๆ ยังตอบสนองได้รวดเร็วถูกต้อง นอกจากนี้ยังต้องออกแบบอย่างประหยัด เพื่อใช้กับคนกลุ่มมากและยังต้องคำนึงถึงความสวยงาม สำหรับข้อมูลขนาดกายของคนไทยนั้น สามารถศึกษาได้จากรายละเอียดดังต่อไปนี้

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้เก็บข้อมูลในปี 2524-2528 วัดจากคนไทยจำนวน 31,527 คน โดยแบ่งออกเป็น3 กลุ่มใหญ่ หญิงอายุ 17-49 ปี จำนวน 6,925 คน เด็กอายุ 1-16 ปี จำนวน 15,120 คน และชายอายุ 17-49 ปีจำนวน 9,442 คนโดยสุ่มวัดจากคนไทยทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ตำแหน่งที่วัดสำหรับเด็กและหญิงใช้ 40 จุด ชาย 73 จุด ตามมาตรฐานขององค์การกำหนดมาตรฐานระหว่างประเทศ คือ ISO No.3635-1981 พบว่า

ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบสัดส่วนเฉพาะจุดสำคัญ (หญิงไทย)

จุดสำคัญต่างๆ	อายุ 17-19 ปี				20-29 ปี				30-39 ปี				40-49 ปี			
	C	N	NE	S	C	N	NE	S	C	N	NE	S	C	N	NE	S
ความสูง (ซม.)	154	154.5	153.3	153.7	153.7	153	153.4	153.1	153.1	152.3	152.8	152	153.3	152.7	152.1	152.9
รอบอก (ซม.)	80.4	79	79.6	80	80.8	80.5	80.3	80.2	84.6	82.8	83.8	84.3	88.3	85.3	87.9	87.1
รอบเอว (ซม.)	63.5	62.2	64.2	64	64.3	64	64.4	64.5	69.2	67	69	69.9	72.9	70.7	73.8	72.8
รอบตะโพก (ซม.)	86.9	87.1	87.5	87.6	87.9	89	87.9	88.1	91.2	89	90.4	91.8	93.5	90.4	93	93.4
ความสูงอก (ซม.)	109.5	110.2	109.4	109.5	108.8	108.5	109	108.6	107.5	107.3	107.7	107.4	107	107.7	106	106.3
ความสูงตะโพก (ซม.)	77.4	77.8	77.4	77.9	77.3	76.8	77.1	76.5	71.1	76.3	77	75.7	77.3	77.5	79.6	75.8
ความสูงใต้เป้า (ซม.)	71.1	70.9	71	70.6	70.6	69.8	70.2	69.6	69.1	69.6	68.8	69.8	69.8	69.8	69.1	68.9

หมายเหตุ C หมายถึงภาคกลาง N หมายถึงภาคเหนือ NE หมายถึงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ S หมายถึงภาคใต้

1. ขนาดโครงสร้างร่างกายของหญิงไทย รูปร่างของหญิงไทยในช่วงอายุต่างๆ กัน จะเปลี่ยนแปลงไปกล่าวได้คือ หญิงไทยโดยเฉลี่ยเมื่ออายุเพิ่มขึ้นจะมีแนวโน้มอ้วนขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากตัวเลขของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น รอบอก รอบเอว และรอบตะโพกที่ใหญ่ขึ้น จะเห็นว่าสำหรับหญิงไทยในแต่ละภาคไม่สามารถมองเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน (ดูตารางที่ 2.5)

2. ขนาดร่างกายของเด็กไทย เด็กไทยมีการเปลี่ยนแปลงขนาดรูปร่างมากในแต่ละอายุ ทั้งยังมีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบเด็กหญิงกับเด็กชาย

3. ขนาดโครงสร้างร่างกายชายไทย ชายไทยโดยเฉลี่ยยิ่งมีอายุมากขึ้น จะมีแนวโน้มอ้วนขึ้นโดยรอบอก รอบเอว และรอยตะโพกจะใหญ่ขึ้น ความหนาหน้าท้องมากขึ้น นอกจากนี้ยังเห็นได้ว่า ชายไทยในช่วงอายุ 17-19 ปี มีขนาดโครงสร้างร่างกายโดยเฉลี่ยใกล้เคียงกับชายไทยในช่วงอายุ 20-29 ปี และจะเห็นได้ว่าสำหรับชายไทยในแต่ละภาคไม่สามารถมองเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน (ดูตารางที่ 2.6)

ตารางที่ 2.6 เปรียบเทียบสัดส่วนเฉพาะจุดสำคัญ (ชายไทย)

จุดสำคัญต่างๆ	อายุ 17-19 ปี				20-29 ปี				30-39 ปี				40-49 ปี			
	C	N	NE	S	C	N	NE	S	C	N	NE	S	C	N	NE	S
ความสูง (ซม.)	165.6	163	162.7	163.8	164.9	162	162.8	163.6	164.7	161.5	162	161.8	163.2	160.1	161.4	161.6
รอบอกบน (ซม.)	83.3	83	82.6	82.2	86.1	85	85.4	85.4	89.1	86.9	87.4	88.1	90.8	88	89.1	88.3
รอบเอว (ซม.)	66.3	65.5	65.8	65.3	69.9	68.5	68.8	68.2	75.8	72.8	73.3	73.1	79.6	76.1	77.4	75.3
รอบหน้าท้อง (ซม.)	70	69.1	69.1	69.3	73.2	71.2	71.6	71	79.1	75.3	76.3	76	82.3	78.4	80	78
รอบตะโพก (ซม.)	84	83.5	83.3	83	85	83.3	84.5	84.2	87.6	85.3	85.8	85.5	88.8	86.5	87.9	86.2
น้ำหนัก (กก.)	53.6	52.6	52.8	51.3	55.9	53.9	55.1	53.9	60	56.6	57.3	56.2	61.8	57.5	59.7	56.8

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยได้เสนอข้อมูลการวิจัยสัดส่วนคนไทย สรุปได้ว่า ผู้ชายไทยประมาณร้อยละ 90 มีความสูงเฉลี่ย 165 เซนติเมตร ผู้หญิงไทยสูง

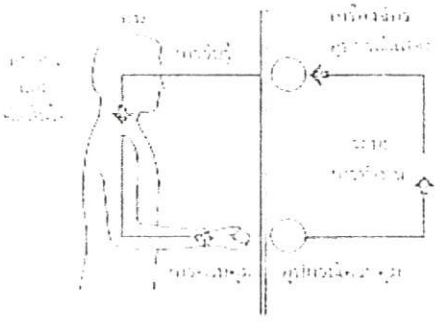
เฉลี่ย 155 เซนติเมตร ดังนั้นความสูงเฉลี่ยชายหญิงประมาณ 160 เซนติเมตร สำหรับมิติอื่นๆ เป็นไปตามตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อความสูงยืนแนวคิดเกี่ยวกับอุปกรณ์ควบคุมในระบบการทำงานระหว่างคนกับเครื่องจักร

หมายเลข	มิติของส่วนต่างๆ ของร่างกาย	อัตราส่วน	ความสูงยืนต่ำสุด	ความสูงยืนเฉลี่ย	ความสูงยืนสูงสุด
1.	ความสูงยืน	1.000	148.30	160.60	173.27
2.	ความสูงระดับสายตา	0.933	138.36	149.83	161.66
3.	ความสูงระดับไหล่	0.827	122.64	132.81	143.29
4.	ความสูงระดับมือ	0.437	64.80	70.18	75.71
5.	ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	1.255	186.11	210.55	217.45
6.	ความสูงนั่ง	0.523	77.56	83.99	90.62
7.	ความสูงระดับสายตา	0.460	68.21	73.87	79.70
8.	ความสูงจากระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	0.354	52.49	56.85	61.33
9.	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	0.143	21.20	22.96	24.77
10.	ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบนของขาอ่อน	0.082	12.16	13.16	14.20
11.	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของขาอ่อน	0.303	44.93	48.66	52.50
12.	ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	0.218	32.32	35.01	37.77
13.	ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	0.223	34.07	35.81	38.63
14.	ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน	0.254	37.66	40.79	44.01
15.	ระยะจากก้นถึงเข่า	0.329	48.79	52.83	57.00
16.	ความยาวของขาเหยียดตรง	0.626	92.83	100.53	108.46
17.	ความกว้างของที่นั่ง	0.226	33.51	36.29	39.15
18.	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	0.491	72.81	78.85	85.07
19.	ความกว้างกางแขน	1.022	151.56	164.13	177.08
20.	ความกว้างระยะศอก	0.262	38.85	52.07	45.37
21.	ความกว้างของไหล่	0.253	37.51	40.63	43.83

ในงานวิจัยเรื่องเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก นั้นมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับอุปกรณ์ควบคุมในระบบการทำงานระหว่างคนกับเครื่องจักร โดย สุทิน อยู่สุขและคณะ(2539:313-339) เขียนไว้ดังนี้ อุปกรณ์

ควบคุมในระบบการทำงานระหว่างคนกับเครื่องจักรซึ่งในที่นี้จะเรียกโดยย่อว่า "อุปกรณ์ควบคุม" หมายถึง อุปกรณ์ที่อยู่ในรูปแบบต่างๆ เช่น สวิตซ์ ปุ่มกด ลูกบิดหมุน คันบังคับ พวงมาลัยหรือแท่นเหยียบ ซึ่งใช้สำหรับการส่งผ่านข้อมูลสัญญาณเข้าสู่ระบบการทำงานที่มีองค์ประกอบที่สำคัญคือ คนและเครื่องจักรดังแสดงในภาพที่ 2.47



ภาพที่ 2.47 แสดงถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักรในระบบการทำงาน

แม้ว่าอุปกรณ์ควบคุมจะอยู่ในรูปแบบที่แตกต่างกันตั้งแต่รูปแบบที่แปลกตาจนถึงรูปแบบง่ายๆ ก็ตามแต่อุปกรณ์ควบคุมทุกรูปแบบจะมีลักษณะที่ต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบ ลักษณะที่ต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบ ซึ่งมีผลต่อความยากง่าย ความรวดเร็ว และความถูกต้องในการใช้อุปกรณ์ควบคุมมีดังต่อไปนี้

1. ขนาดของอุปกรณ์ควบคุม
2. ความต้านทานแรงบังคับอุปกรณ์ควบคุม
3. ทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ควบคุม (เป็นทิศทางหรือเป็นมุม)
4. แรงที่ต้องใช้ในการเคลื่อนอุปกรณ์ควบคุม
5. จำนวนและตำแหน่งของอุปกรณ์ควบคุม
6. สัญลักษณ์แสดงอุปกรณ์ควบคุม (สี รูปร่าง ตัวหนังสือ)
7. ความเหมาะสมและสอดคล้องของอุปกรณ์กับสื่อแสดง

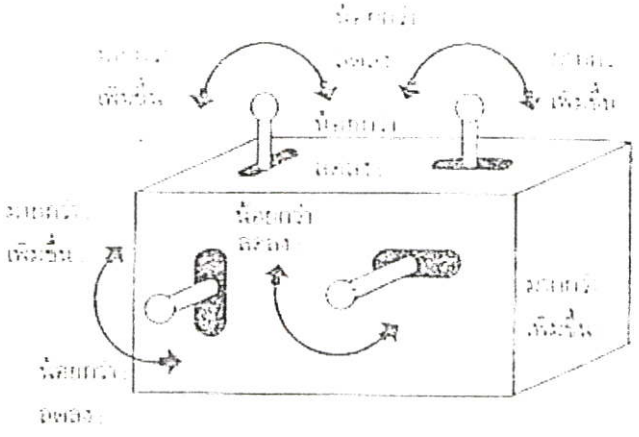
นอกจากลักษณะที่ต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบที่ได้กล่าวมาแล้ว ผู้เลือกใช้และออกแบบอุปกรณ์ควบคุมจะต้องคำนึงถึงหลักความเคยชินหรือคนทั่วไปเข้าใจ (Population Stereotypes) เป็นหลักการที่เกิดจากจิตใต้สำนึกของมนุษย์ที่ส่งผลให้มีการตอบสนองหรือแสดงอาการในลักษณะที่เป็นสัญชาติญาณรับรู้หรือควบคุม

ลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมที่เป็นไปตามหลักความเคยชิน ได้แก่

1. ลูกบิดที่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ถ้าหมุนไปตามทิศทางตามเข็มนาฬิกา จะเป็นการเปิดและเพิ่มกระแสไฟฟ้า/สัญญาณ และถ้าหมุนไปทิศทางทวนเข็มนาฬิกา จะเป็นการปิดหรือลดกระแสไฟฟ้า/สัญญาณ

2. พวงมาลัยหรือข้อเหวี่ยงที่ใช้ในการบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ ถ้าเราหมุนไปทิศทางตามเข็มนาฬิกา จะเป็นการบังคับให้มีการเคลื่อนที่ไปทางขวา ในทางตรงกันข้ามถ้าหมุนไปทิศทางทวนเข็มนาฬิกาจะเป็นการบังคับให้มีการเคลื่อนที่ไปทางซ้าย

3. คันโยกที่อยู่ในแนวตั้งและมีการเคลื่อนที่ตามแนวนอน เช่น คันโยกบังคับปั้นจั่น ลักษณะการเคลื่อนที่ของคันโยกที่ถูกบังคับให้เคลื่อนออกจากตัวผู้ควบคุมแสดงถึงการทำงานที่ใช้พลังงานลดลง เช่น มีการเคลื่อนย้ายหรือยกวัสดุลงมา และลักษณะการเคลื่อนที่ของคันโยกที่ถูกบังคับให้เคลื่อนเข้าหาตัวผู้ควบคุมแสดงถึงการทำงานที่ใช้พลังงานเพิ่มขึ้น เช่น มีการเคลื่อนย้ายหรือยกวัสดุขึ้นสู่ที่สูง (พิจารณาจาก ภาพที่ 2.48)



ภาพที่ 2.48 แสดงถึงหลักความเคยชินหรือคนทั่วไปเข้าใจ ในการควบคุมระบบการทำงานโดยใช้คันโยก

จากภาพที่ 2.48 ซึ่งแสดงถึงการเคลื่อนอุปกรณ์ควบคุมชนิดคันโยก ตามหลักความเคยชินจะเห็นว่า การเคลื่อนอุปกรณ์ควบคุมชนิดคันโยกไปทางขวามือ จะเป็นการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นหรือเพิ่มค่า และการเคลื่อนคันโยกไปทางซ้ายมือ จะเป็นการลดพลังงานหรือลดค่าให้น้อยลง สำหรับแนวการเคลื่อนคันโยกที่มีรูปแบบขึ้นหรือลงนั้น การเคลื่อนคันโยกขึ้นจะเป็นการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นหรือเพิ่มค่า และการเคลื่อนคันโยกลงมาจะเป็นการลดพลังงานลงหรือลดค่าให้น้อยลง

รูปแบบของอุปกรณ์ควบคุม อุปกรณ์ควบคุมนอกจากจะมีรูปร่างที่แตกต่างกันแล้วยังมีความแตกต่างในด้านกลไกการทำงาน โดยเฉพาะในเรื่องของแรงที่ต้องใช้ในการเคลื่อนอุปกรณ์ควบคุม และความต่อเนื่องของการทำงานซึ่งมี 2 ลักษณะคือ การควบคุมเป็นช่วง และการควบคุมแบบต่อเนื่อง อุปกรณ์ควบคุมแบบเป็นช่วงนั้นเป็นการควบคุมที่สามารถกำหนดให้ได้แสดงได้ครั้งละอย่างเดียว เช่น ปุ่มกด ปุ่มควบคุมการเปิดปิด ส่วนอุปกรณ์ควบคุมแบบต่อเนื่องจะมีลักษณะตรงกันข้าม คือ เป็นการควบคุมบังคับแบบที่มีลักษณะต่อเนื่องกันได้ตลอด เช่น สวิตช์ควบคุมความเร็วตั้งแต่ 0-60 กิโลเมตร/ชั่วโมง

รูปแบบของอุปกรณ์ควบคุมซึ่งแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบได้แก่

1. อุปกรณ์ควบคุมที่ใช้แรงน้อยในการเคลื่อนที่ ชนิดของอุปกรณ์ควบคุมที่จัดอยู่ในรูปแบบนี้ ซึ่งสามารถใช้มือในการเคลื่อนหรือบังคับได้ง่าย ได้แก่

1.1 ปุ่มกด

1.2 สวิตซ์เปิด-ปิดชนิดบิดขึ้น-ลง

1.3 ลูกบิดแบบหมุนเลือกตำแหน่ง

1.4 ปุ่มหมุน

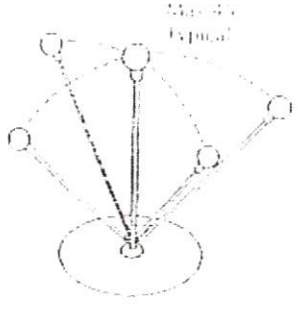
2. อุปกรณ์ควบคุมที่ต้องใช้แรงมากในการเคลื่อนที่ ชนิดของอุปกรณ์ควบคุมที่จัดอยู่ในรูปแบบนี้ ซึ่งจำเป็นต้องใช้แรงมากจากกล้ามเนื้อของแขนและขา ได้แก่

2.1 คันโยก

2.2 พวงมาลัย

2.3 แท่นเหยียบหรือคันบังคับโดยใช้เท้า

คันโยก (Hard Levers) คันโยกเป็นอุปกรณ์ควบคุมที่เหมาะสำหรับการปรับค่าต่างๆ ที่ต้องการความแม่นยำพร้อมๆ กับการบังคับหรือควบคุมด้านอื่นๆ การเลือกความยาวของคันโยกขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน คันโยกที่มีก้านยาวจะใช้แรงในการบังคับน้อยกว่าคันโยกที่มีก้านสั้นกว่า เพื่อความสะดวกและเห็นชัด ที่หัวของคันโยกอาจมีการออกแบบเป็นรูปทรงกลมหรือเป็นแท่งที่มีลักษณะเห็นได้ชัดเจน เกียร์รถยนต์เป็นตัวอย่างที่เห็นได้ชัดของคันโยกที่ใช้ควบคุมจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ ภาพที่ 2.49 แสดงตัวอย่างของคันโยก



ภาพที่ 2.49 แสดงอุปกรณ์ควบคุมชนิดที่เป็นคันโยก

ประเภทหรือลักษณะของงานที่เหมาะสมสำหรับการเลือกใช้อุปกรณ์ควบคุมชนิดนี้

1. ควบคุมความเร็วในการขับเคลื่อนของเครื่องยนต์
2. ควบคุมบังคับทิศทางของยานพาหนะ

ความต้านทานแรงบังคับที่เหมาะสม 5-25 กิโลปาสคาล สำหรับคันโยกที่ยาว 24 เซนติเมตร และ 30-40 กิโลปาสคาน สำหรับคันโยกที่ยาว 12 เซนติเมตร

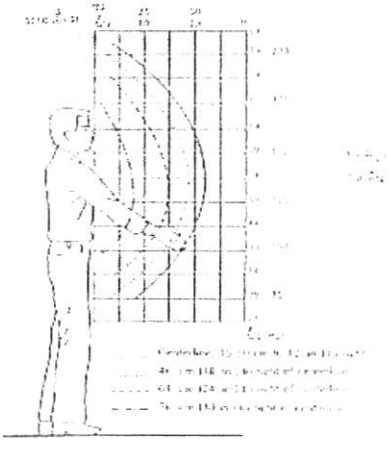
การเลือกความยาวของคันโยกขึ้นอยู่กับงานที่จะควบคุม คันโยกที่มีด้ามยาวใช้แรงบังคับน้อยกว่าคันโยกที่ด้ามสั้น สำหรับคันโยกที่มีระยะยาว การเคลื่อนที่สั้น(น้อยกว่า 30 อาศา) ด้านคันโยกมักเป็นด้านตรงถ้าระยะทางมีการเคลื่อนที่มากกว่านี้ มักนิยมใช้ด้ามคันโยกที่มีหัวกลม หรือเป็นรูปตัว ที คันโยกที่ต้องใช้แรงบังคับมากควรอยู่ในระดับหัวไหล่ของผู้ควบคุมถ้าต้องยืนทำงาน แต่ถ้านั่งทำงานแล้วก็ควรอยู่ในระดับข้อศอกของผู้ควบคุม คันโยกควรเคลื่อนที่ไป-มา เข้าหาลำตัว ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ควบคุมมีการบิดลำตัวน้อยที่สุด หรือไม่ต้องบิดตัวเลย การติดตั้งคันโยกนั้นควรอยู่ในตำแหน่งที่แขนนั้นสามารถเอื้อมจับได้สะดวก

การออกแบบคันโยกมีรายละเอียดที่ต้องคำนึงถึงคือ

1. มุมของคันโยก
2. ระยะทางการเคลื่อนที่ของคันโยก
3. เส้นผ่านศูนย์กลางของมือจับ
4. ความสูงของคันโยกจากพื้น
5. ช่วงห่างของระยะทางจากจุดกลางของคันโยกไปจากตัวผู้ปฏิบัติงาน
6. ค่าสูงสุดของแรงที่ใช้ผลัก

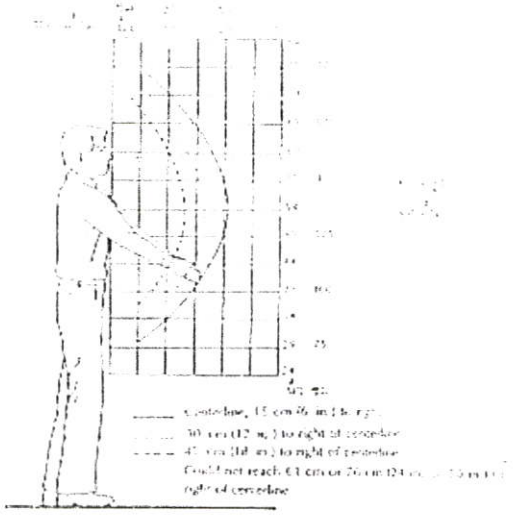
ตำแหน่งอุปกรณ์ควบคุม ในการติดตั้งหรือหรือกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ควบคุมนั้นขึ้นอยู่กับสภาพการทำงานว่าจะอยู่ในลักษณะใด ที่สำคัญคือการนั่งปฏิบัติหรือการยืนปฏิบัติงาน

การยืนทำงาน ถึงแม้ว่าการทำงานในลักษณะนี้ผู้ปฏิบัติงานจะเคลื่อนไหวได้สะดวกก็ตาม แต่การกำหนดตำแหน่งหรือจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ควบคุม ไม่ควรจะทำให้มีการเอื้อม ก้มหลัง บิดลำตัวหรือการวางศีรษะที่ผิดตำแหน่ง เพื่อทำการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ เพราะอาจทำให้เกิดการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อต่างๆ ในร่างกายได้ การยืนทำงานควบคุมอุปกรณ์แบ่งออกได้ 2 ลักษณะคือ การยืนทำงานโดยใช้มือเดียว (มือซ้ายหรือมือขวาก็ได้) และการยืนทำงานโดยใช้สองมือพร้อมกันดังแสดงในภาพที่ 2.50 และ 2.51 ตามลำดับ



ภาพที่ 2.50 ตำแหน่งอุปกรณ์ควบคุม สำหรับงานยืนที่ใช้มือเดียวจับอุปกรณ์ควบคุม

จากภาพที่ 2.50 แสดงการยืนปฏิบัติงานโดยใช้มือขวามือเดียว (โดยที่มือซ้ายก็มีระยะทางในการปฏิบัติงานเช่นเดียวกับมือขวา) ในลักษณะการปฏิบัติงานดังกล่าวผู้ปฏิบัติงานไม่ต้องเอื้อมมือหรือเอนตัวไปข้างหน้า ระยะทางของตำแหน่งอุปกรณ์ที่เหมาะสมจะมีค่า 46 เซนติเมตร และอุปกรณ์ควบคุมนั้นอยู่สูงจากพื้นประมาณ 110-165 เซนติเมตร



ภาพที่ 2.51 ตำแหน่งอุปกรณ์ควบคุม สำหรับงานยืนที่ใช้มือทั้งสองข้าง

สำหรับภาพที่ 2.51 เป็นการยืนปฏิบัติงานโดยใช้มือ 2 มือควบคุมอุปกรณ์ควบคุมสองอัน ระยะทางของตำแหน่งอุปกรณ์ควบคุมที่อยู่ข้างหน้าของผู้ปฏิบัติงานนั้น จะมีระยะทางสั้นกว่าการใช้มือเดียวเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากการเคลื่อนไหวของแขนซ้ายและแขนขวา มาทางขวาและซ้ายตามลำดับ ทำให้ระยะทางที่ถนัดลดลง ดังนั้นระยะห่างที่เอื้อมมากที่สุดมาข้างหน้าถึงตำแหน่งของอุปกรณ์ควบคุม (ประมาณ 51 เซนติเมตร) จะอยู่ในช่วง 15 เซนติเมตร แต่ละข้างของเส้นกลางตัว ระยะทางไกลสุดของตำแหน่งอุปกรณ์ทางด้านข้างที่ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้สองมือเอื้อมจะมีค่าเพียง 46 เซนติเมตร จากเส้นกลางลำตัว และที่จุดนี้ ถ้าผู้ปฏิบัติงานจะควบคุมโดยไม่ต้องเอื้อมหรือโค้งตัวไปข้างหน้าเลยก็จะมีค่าเท่ากับ 36 เซนติเมตรเท่านั้น

อย่างไรก็ตาม ในการกำหนดหรือจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ควบคุมนั้น มีข้อควรปฏิบัติดังนี้

1. พยายามจัดให้มีอุปกรณ์ควบคุมเท่าที่จำเป็นเท่านั้น อย่าให้มีมากชิ้น และการเคลื่อนไหวหรือการเคลื่อนที่ ของผู้ปฏิบัติงานเพื่อกด บิด หรือหมุนอุปกรณ์ควบคุมนั้นควรเป็นไปได้อย่างสะดวก ยกเว้นแต่ในกรณีที่อุปกรณ์นั้นมีเครื่องป้องกันเพื่อป้องกันการถูกกดโดยไม่ตั้งใจ

2. จัดให้มีอุปกรณ์ควบคุมในบริเวณที่ทำงานให้ผู้ปฏิบัติสามารถใช้อุปกรณ์ควบคุมได้อย่างสะดวกโดยเฉพาะถ้าต้องปฏิบัติงาน ณ ที่นั้นเป็นเวลานานๆ

3. สำหรับอุปกรณ์ควบคุมชนิดที่ต้องการผลที่ถูกต้องและรวดเร็ว ควรเป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมด้วยมือ แต่ถ้ามีอุปกรณ์ควบคุมอันใหญ่เพียงอันเดียว ซึ่งอาจจะใช้มือขวาหรือมือซ้ายก็ได้ในการควบคุม ควรจัดตำแหน่งอุปกรณ์ควบคุมนี้ให้อยู่ตรงกลางระหว่างมือทั้งสองมือ

4. เพื่อเป็นการบังคับอุปกรณ์ควบคุมเป็นไปอย่างถูกต้อง ควรจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ควบคุมไว้ทางขวามือของผู้ปฏิบัติงาน ทั้งนี้เพราะผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่ (มากกว่าร้อยละ 90)จะเป็นผู้ถนัดมือขวา

5. ถ้าเป็นอุปกรณ์ควบคุมที่ต้องใช้แรงบังคับมากควรใช้อุปกรณ์ควบคุมที่บังคับด้วยเท้าหรืออาจมีแรงอย่างอื่นมาช่วย

6. ควรมีการแยกแยะตำแหน่งให้ชัดเจนระหว่างอุปกรณ์ควบคุมฉุกเฉิน (Emergency controls) และสื่อแสดง โดยใช้เทคนิคต่างๆ เช่น การแยกออกจากกันให้ชัดเจน เป็นต้น เพื่อที่ผู้ปฏิบัติงานจะได้ปฏิบัติได้ถูกต้อง

7. เพื่อป้องกันการกด บิด หมุนอุปกรณ์ควบคุมโดยไม่ตั้งใจ จึงควรกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์ควบคุมไว้ ณ ที่ซึ่งห่างจากอุปกรณ์ควบคุมอื่นๆ ที่มีการใช้บ่อยๆ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้รวบรวมผลงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องหรือมีความคลายคลึงกับเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ เพื่อศึกษาถึงวัตถุประสงค์ วิธีการวิจัยและผลที่ได้รับ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก งานวิจัยมีดังนี้

เครื่องอัดซีเมนต์บล็อก Compress Cement Block Machine เป็นงานวิจัยของ นายธงชัย โชคเหมาะ นายสมชัย นิลพฤกษ์ และนายสัจจะ ฉันทะสันติธรรม นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปีการศึกษา 2541 เป็นโครงการออกแบบเครื่องอัดซีเมนต์บล็อกขนาดเล็ก ซึ่งจะใช้ระบบไฮดรอลิก โดยใช้ความดันที่ 1,500 psi และใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 2 แรงม้าในการทำงาน ซึ่งสามารถผลิตชิ้นงานได้ทีละ 1 ก้อน การทำงานจะทำงานโดยกระบอกสูบที่จะเลื่อนลงมาอัดส่วนผสมของซีเมนต์ที่อยู่ในบล็อกแม่พิมพ์จนเกิดรูปร่างโดยอัตโนมัต ในเครื่องอัดซีเมนต์บล็อกจะมีระบบความปลอดภัยในตัวเอง กล่าวคือเมื่อกดสวิตช์ฉุกเฉินแล้ว กระบอกสูบจะไม่เลื่อนลงมาอัดส่วนผสมและจะเลื่อนกลับตำแหน่งบนสุด ทำให้มีความปลอดภัยในการทำงานสูง การใช้ไฮดรอลิคเพื่ออัดซีเมนต์บล็อกจะสะดวกกว่ามือโยก และไม่ยุ่งยากเท่ากับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เครื่องอัดซีเมนต์บล็อกขนาดเล็กแบบใช้ไฮดรอลิคซึ่งเป็นผลงานที่ได้ออกแบบมานี้จะสามารถผลิตซีเมนต์บล็อกที่ยอมรับได้ และลดต้นทุนการผลิตและสามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ในอนาคต

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษารวมทั้งออกแบบเครื่องอัดซีเมนต์บล็อก (CPAC) ขนาดเล็ก โดยใช้ระบบ

ไฮดรอลิค

2. สามารถสร้างเครื่องอัดซีเมนต์บล็อก (CPAC)ได้

3. ทำการทดลองหาการวิเคราะห์สมรรถภาพกระบวนการผลิต (Process-Capacity Ratio)

ขอบเขตของโครงการ

1. ออกแบบและสร้างเครื่องอัดซีเมนต์บล็อก (CPAC) ขนาดเล็ก

2. ระบบการทำงานจะใช้ระบบไฮดรอลิค

3. ใช้ความดันในระบบที่ 1,500 psi

4. สามารถผลิตชิ้นงานได้ครั้งละ 1 ก้อน

5. ชิ้นงานมีลักษณะเป็นรูป 6 เหลี่ยม ขนาดกว้าง 12 ซม. ยาว 20 ซม. หนา 6 ซม.

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการทำงานของเครื่องอัดซีเมนต์บล็อกจะพบว่าเครื่องสามารถที่จะทำงานได้ตามที่ได้ออกแบบไว้ ชิ้นงานที่ได้ออกแบบมามีขนาดใกล้เคียงมาตรฐาน ผิวหน้าของชิ้นงานมีความเรียบร้อยดี น้ำหนักของก้อนซีเมนต์บล็อกจัดได้ว่ามีความใกล้เคียงกันมาก จะแตกต่างก็เนื่องมาจากขั้นตอนในการบรรจุส่วนผสมที่เตรียมไว้แล้วไม่คงที่ ทำให้ได้ความหนาของก้อนซีเมนต์บล็อกแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย จึงมีผลให้น้ำหนักของซีเมนต์บล็อกคลาดเคลื่อนไปบ้าง ส่วนการทำงานของวงจรไฟฟ้าควบคุมระบบไฮดรอลิคเป็นไปตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบทุกอย่าง ความปลอดภัยของการทำงานของเครื่องอัดซีเมนต์บล็อกดี เนื่องจากได้มีการออกแบบให้มีวงจรฉุกเฉินไว้คอยป้องกันเมื่อเกิดการผิดพลาดจากการทำงาน เครื่องจะสามารถยกแม่พิมพ์ชุดบนขึ้นไปในตำแหน่งบนสุด และเครื่องอัดซีเมนต์บล็อกเครื่องนี้สามารถนำไปปรับแต่งเพิ่มเติมอุปกรณ์ต่างๆ เข้าไปในเครื่องอัดซีเมนต์บล็อกได้ เช่นเพิ่มระบบการขนส่งลำเลียงก้อนซีเมนต์บล็อกออกจากแม่พิมพ์ เป็นต้น จะทำให้เป็นการเพิ่มผลผลิตในจำนวนที่มากขึ้นด้วย เครื่องอัดซีเมนต์บล็อกเครื่องนี้สามารถดัดแปลงทำเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนได้ เป็นการลดปัญหาการว่างงานและเพิ่มรายได้ให้กับครอบครัวอีกทางหนึ่งด้วย

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองใช้เครื่องอัดซีเมนต์บล็อกจะพบข้อผิดพลาดขั้นตอนในการบรรจุส่วนผสมลงในแม่พิมพ์ ในกรณีที่บรรจุได้ไม่เท่ากันทุกครั้งแล้วจะส่งผลทำให้เนื้อซีเมนต์บล็อกจะออกมาไม่เหมือนกัน ทำให้ขนาดความหนา และน้ำหนักของซีเมนต์บล็อกคลาดเคลื่อนไปบ้างเล็กน้อย และมีการเสียเวลาในการบรรจุส่วนผสมลงในแม่พิมพ์แต่ละครั้งทำได้ช้า เพราะเนื้อที่บรรจุส่วนผสมลงในแม่พิมพ์มีพื้นที่ค่อนข้างจะน้อยเกินไป ทำให้บรรจุได้ลำบาก และต้องคอยใช้เหล็กแผ่นปาดหน้าแม่พิมพ์ให้เสมอกับขอบทุกครั้งด้วย ในส่วนของขั้นตอนการนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ต้องใช้เวลาพอสมควร เนื่องจากการออกแบบให้มีระยะห่างของแม่พิมพ์ตัวบนกับแม่พิมพ์ตัวล่างค่อนข้างแคบ ทำให้ไม่สะดวกในการนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ส่วนในการหาค่าความแข็งแรงของซีเมนต์บล็อกซึ่งไม่สามารถนำมาเทียบกับมาตรฐานได้ เนื่องจากส่วนผสมที่ใช้

มีส่วนผสมไม่เหมือนกับมาตรฐานจึงไม่สามารถทำการเทียบวัดหาค่าความแข็งแรงของซีเมนต์บล็อกได้ ต้นทุนในการผลิตซีเมนต์บล็อกแต่ละก้อนประมาณก้อนละ 50 สตางค์ (ไม่รวมค่าขนส่งและค่าแรงงาน) ถือได้ว่าราคาต่ำมาก

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

1. เวลาที่ใช้ในการบรรจุส่วนผสมของซีเมนต์บล็อกจะลดลงได้เมื่อมีการเพิ่มระยะห่างของแม่พิมพ์ตัวบนกันแม่พิมพ์ตัวล่างให้มากขึ้น จะทำให้การทำงานสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

2. เกจวัดความดันควรจะเลือกช่วงแตกต่างของความดันให้อยู่ในช่วง 0-1800 psi จะเป็นผลดีและค่าที่อ่านได้จะมีค่าที่ถูกต้องมากขึ้น ส่วนวาล์วลดความดันควรเลือกให้อยู่ในช่วงความดันใช้งาน และใช้วาล์วลดความดันที่ปรับค่าได้ละเอียดมากกว่านี้ เนื่องจากการทำงานเลือกช่วงกว้างเกินไปทำให้มีความละเอียดน้อย

3. ความหนาของชิ้นงานจะไม่คงที่ เนื่องจากขั้นตอนของการบรรจุส่วนผสมลงในแม่พิมพ์ไม่มีความเที่ยวตรงเท่ากันทุกก้อน เนื่องจากในการทำงานไม่มีการเขย่าให้มีการเรียงตัวของส่วนผสมก่อน และไม่มีการไล่อากาศออกจากส่วนผสมของซีเมนต์บล็อกก่อนอัด จึงทำให้ได้ความหนาของซีเมนต์ที่ไม่แน่นอน

4. ควรทำการออกแบบให้เครื่องอัดซีเมนต์บล็อกให้ทำงานได้ครั้งละหลายๆ ก้อน

5. ขนาดของหินที่ใช้มีขนาดใหญ่เกินไป ควรให้มีขนาดที่เล็กลง

6. ปริมาณอัตราส่วนผสมที่ผสมไว้ควรทำการผสมไว้ให้พบดีกับระยะเวลาการแห้งตัวของส่วนผสม ซึ่งจะทำให้ผลของซีเมนต์บล็อกที่ได้มีความแตกต่างกัน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

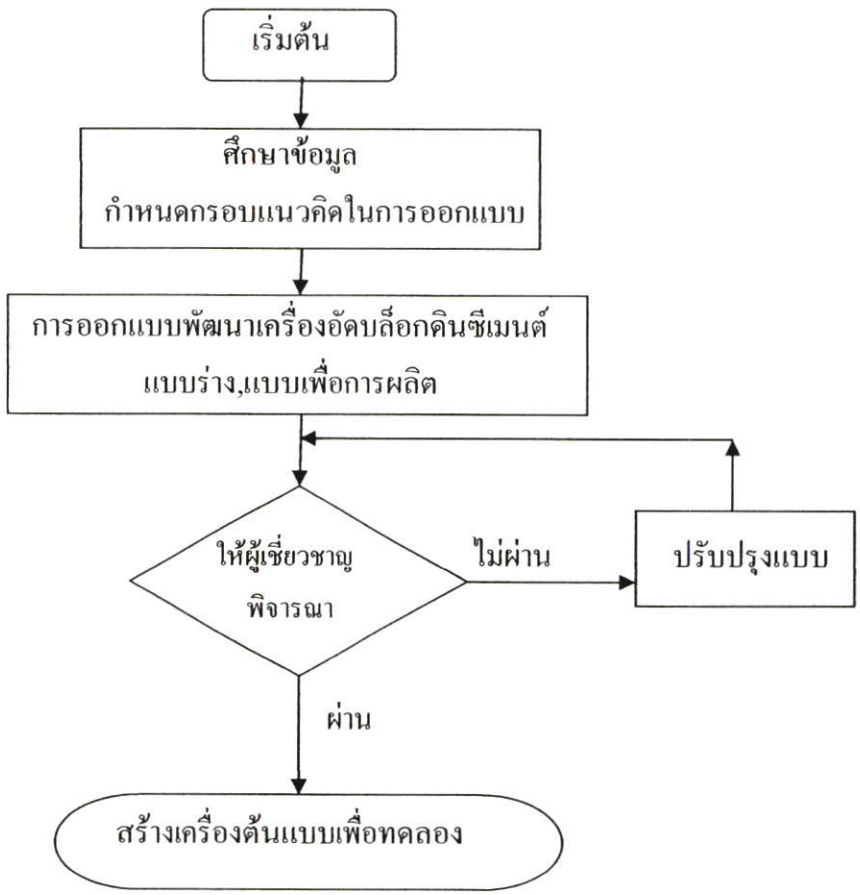
ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยโดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

ตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

ตอนที่ 1 การพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

การพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ให้ได้ประสิทธิภาพตรงตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยดำเนินการดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แผนการดำเนินการพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ตอนที่ 1

การศึกษาข้อมูลกำหนดกรอบแนวคิดในการออกแบบ

ผู้วิจัยได้ประยุกต์กรอบแนวคิดในการออกแบบเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ โดยใช้หลักการเทคโนโลยีที่เหมาะสม ของ ศิริ ฮามสุโพธิ์ (2536:14) ที่กล่าวไว้ว่า เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในท้องถิ่น ดังต่อไปนี้

1. ความยากง่าย เทคโนโลยีที่ผลิตขึ้นจะต้องง่ายและสะดวกต่อการใช้ และบำรุงรักษา

2. การระดมทรัพยากร เทคโนโลยีที่นำไปใช้จะต้องสามารถนำแหล่งทรัพยากรและพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ได้อย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ

3. การดัดแปลง เทคโนโลยีนั้นสามารถนำไปดัดแปลงให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ไม่ยุ่งยาก

4. ปราศจากเงื่อนไข จะต้องไม่มีปัญหาทางด้านลิขสิทธิ์ต่างๆ

จากแนวความคิดของเทคโนโลยีที่เหมาะสมดังกล่าว เมื่อพิจารณาแล้วสามารถกำหนดประเด็นการออกแบบได้ดังนี้

(1) วิธีการเลือกใช้กลไกในการผ่อนแรง

(2) ความยากง่าย ความสะดวกต่อการใช้ และการบำรุงรักษา

(3) การเลือกใช้ทรัพยากรและพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ได้อย่างประหยัด

(4) การดัดแปลงต้องสามารถนำไปดัดแปลงให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ไม่ยุ่งยาก

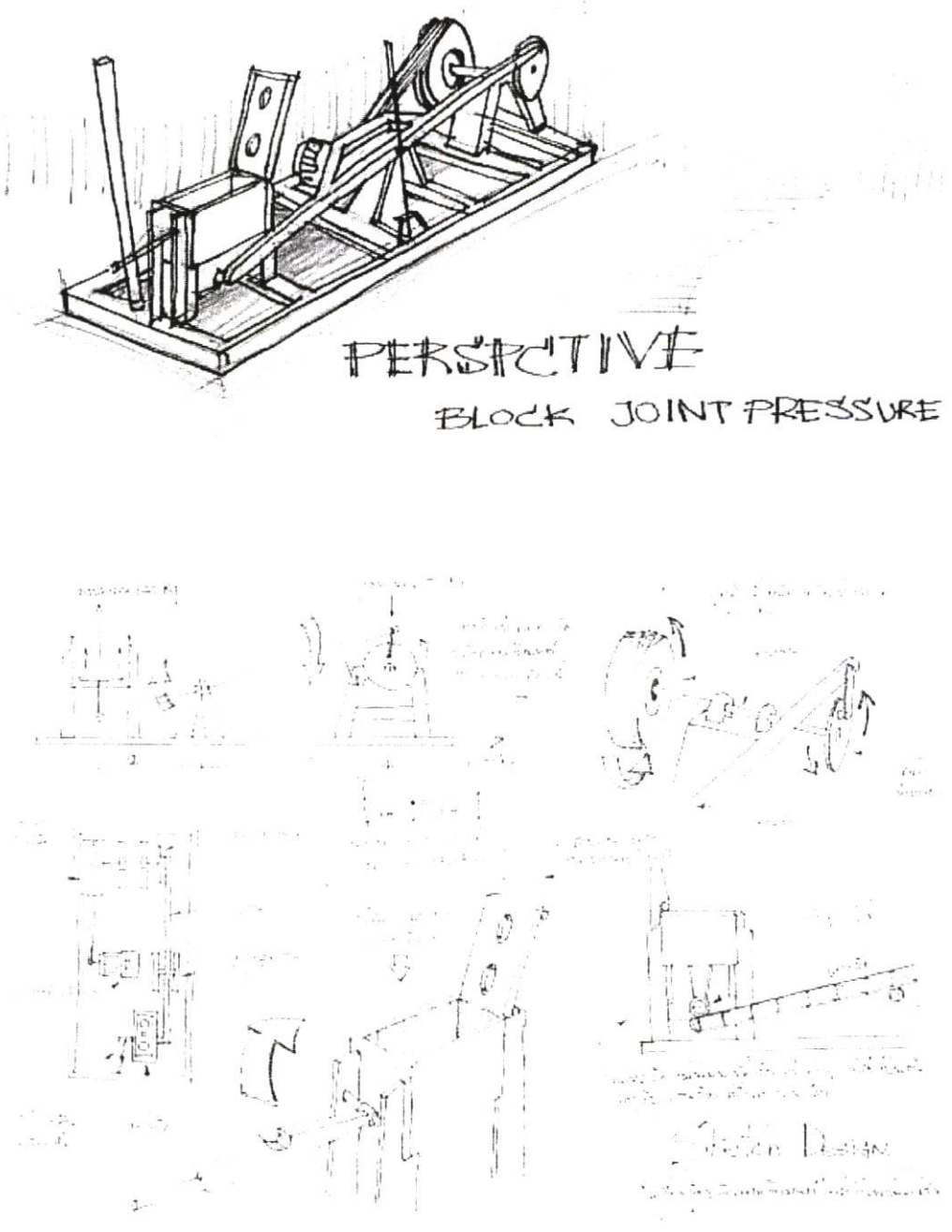
(5) ความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนมนุษย์

(6) ไม่มีปัญหาทางด้านลิขสิทธิ์ต่างๆ

การออกแบบพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากกรอบแนวคิดในการออกแบบมาออกแบบเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ออกมาใน 2 ส่วนคือ การสร้างแบบร่าง แบบเพื่อการผลิต

1. การสร้างแบบร่าง จากการศึกษาข้อมูลต่างๆพบว่าในการอัดบล็อกดินซีเมนต์ด้วยเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์แบบเดิมนั้นต้องใช้กำลังอัดอย่างมากและต้องให้แม่พิมพ์อัดส่วนผสมในห้องอัดอย่างรวดเร็วในจังหวะเดียว บล็อกดินซีเมนต์ที่ได้ออกมาจึงจะควบแน่นมีความแข็งแรงสวยงาม แต่ถ้าแม่พิมพ์ไม่สามารถอัดส่วนผสมในห้องอัดได้อย่างรวดเร็วแล้วบล็อกดินซีเมนต์ที่ได้จะร่วนพรุนไม่เรียบเนียนและไม่แข็งแรง ดังนั้นจึงต้องหาวิธีการทางกลที่จะสามารถทำให้แม่พิมพ์อัดส่วนผสมในห้องอัดได้อย่างรวดเร็วและมีกำลังอัดอย่างมาก โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาใช้ในการออกแบบสร้างแบบร่างเพื่อสร้างเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แบบร่างเพื่อสร้างเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

2. แบบเพื่อการผลิต ผู้วิจัยออกแบบชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆที่อยู่ภายในตัวเครื่องและกำหนดขนาดชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก และนำไปเขียนแบบเพื่อการผลิตจากนั้นนำแบบเพื่อการผลิตที่เสร็จไปทำการปรึกษากับผู้เชียวชาญด้านวิศวกรรม

และการพัฒนาบล็อกดินซีเมนต์ จำนวน 3 ท่าน ถึงความเป็นไปได้และทำการแก้ไขจุดบกพร่อง จากนั้นทำการสร้างเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก (ภาพการเขียนแบบเพื่อการผลิตในภาคผนวก ข)

การให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา

ผู้วิจัยกำหนดผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและพัฒนาบล็อกดินซีเมนต์ 3 คน ได้แก่

1. นาย วิทยา วุฒิจำนงค์ ผู้อำนวยการฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
2. นาย นรา รัตนวงค์ นักวิชาการฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
3. นาย พิชิต เจนบรรจง นักวิชาการฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ผู้วิจัยนำภาพแบบร่าง แบบเพื่อการผลิตที่ได้ออกแบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 คน พิจารณา โดยทำเป็นแบบประเมินในด้านต่างๆ โดยกำหนดประเด็นการพิจารณาไว้ดังนี้

(1) วิธีการเลือกใช้กลไกในการผ่อนแรง

(2) ความยากง่าย ความสะดวกต่อการใช้ และการบำรุงรักษา

(3) การเลือกใช้ทรัพยากรและพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ได้อย่างประหยัด

(4) การดัดแปลงต้องสามารถนำไปดัดแปลงให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ไม่ยุ่งยาก

(5) ความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนมนุษย์

(6) ไม่มีปัญหาทางด้านลิขสิทธิ์ต่างๆ

ผลการประเมินแบบเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

ในการทำแบบประเมินแบบเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกได้ผลการแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คนดังนี้

หัวข้อที่ 1.วิธีการเลือกใช้กลไกในการผ่อนแรง มีความเหมาะสมและมีข้อแนะนำสรุปได้ว่าหลักการคานงัด คานดีดรวมกับการใช้โมเมนตัมจากตุ้มน้ำหนักเป็นวิธีการที่ดี มีข้อได้เปรียบเครื่องอัดไฮดรอลิกในเรื่องความรวดเร็ว โดยธรรมชาติของดินซึ่งเป็นวัตถุดิบในการผลิตจะมีการดีดตัวกลับ(Rebound) เมื่อถูกแรงอัด ควรพิจารณาช่วงเวลาของการอัด ให้มีการหน่วงเวลาใช้ 2-3 วินาที เพื่อให้ได้ความสูงของบล็อกที่10 เซนติเมตรตามมาตรฐาน

หัวข้อที่ 2. ความยากง่าย ความสะดวกต่อการใช้ และการบำรุงรักษา มีความเหมาะสมและมีข้อแนะนำสรุปได้ว่า ในส่วนของระบบล๊อกฝาด้วยการหมุนเกลียวซึ่งจะเสียเวลาในการเปิด-ปิด ควรให้รอบของเกลียวสั้นที่สุด การบำรุงรักษาในส่วนต่างๆมีความเหมาะสม

หัวข้อที่ 3. การเลือกใช้ทรัพยากรและพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ได้อย่างประหยัดมีความเหมาะสมและมีข้อแนะนำสรุปได้ว่า แรงงานในการผลิตไม่ควรเกิน 2 คนซึ่งปกติในเครื่อง

อัดด้วยมือรุ่นเดิมที่ใช้กันอยู่จะใช้แรงงานอย่างน้อย 3 คน(ปกติ 4-5 คน) แรงงานที่ใช้จะมีผลกระทบต่อต้นทุนของก้อนแต่ทั้งนี้ควรดูที่ผลผลิตโดยรวมต่อวันด้วยว่า ได้กี่ก้อน / วัน , ค่าแรงกี่บาท / ก้อน จึงจะสามารถชี้ชัดได้

หัวข้อที่ 4. การดัดแปลงต้องสามารถนำไปดัดแปลงให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ไม่ยุ่งยาก มีความเหมาะสมและมีข้อแนะนำสรุปได้ว่า ในการดัดแปลงเครื่องให้สามารถมีทางเลือกของต้นกำลังได้เป็นเรื่องที่ดี

หัวข้อที่ 5. ความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนมนุษย์ มีความเหมาะสมและมีข้อแนะนำเพิ่มเติมว่า ความสูงของห้องอัดควรทำให้สะดวกต่อการใช้งานในการเติมดินและยกก้อนบล็อกยังต้องก้มลงทำงาน

หัวข้อที่ 6. ไม่มีปัญหาทางด้านลิขสิทธิ์ต่างๆ มีความเหมาะสม

การสร้างต้นแบบเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

ผู้วิจัยทำการสร้างเครื่องต้นแบบขึ้นตามแบบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยที่เครื่องต้นแบบนั้นสามารถใช้ทดสอบหาประสิทธิภาพได้

ตอนที่ 2 การศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

การศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาใน 2 ประเด็นคือ

1. อัตราการผลิตของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

2. ทดสอบคุณภาพบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

1. แหล่งข้อมูล

จำนวนบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ในเวลา 1 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในขั้นตอนที่2 เกี่ยวกับการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก แบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก คือ เครื่องต้นแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแบบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยที่เครื่องต้นแบบนั้นสามารถใช้ทดสอบหาประสิทธิภาพได้จริง

2.1.2 เครื่องทดสอบแรงอัด ใช้ในการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของบล็อกดินซีเมนต์ โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องทดสอบแรงอัดของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

2.1.3 ตู้อบระบายอากาศ ที่มีอุณหภูมิ 110 ถึง 115 องศาเซลเซียส ใช้ในการทดสอบคุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องทดสอบแรงอัดของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

2.1.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องชั่งอย่างน้อยจะต้องอ่านได้ละเอียดถึงร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักก้อนตัวอย่าง โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องชั่งของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้ในการเก็บข้อมูลแยกเป็น 2 ฉบับ ได้แก่

2.2.1 แบบบันทึกอัตราการผลิต ใช้ในการเก็บบันทึกปริมาณของบล็อกดินซีเมนต์ที่ได้จากการผลิตบล็อกดินซีเมนต์ของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

2.2.2 แบบบันทึกการทดสอบคุณภาพบล็อกดินซีเมนต์ ใช้ในการเก็บบันทึกการทดสอบคุณภาพบล็อกดินซีเมนต์ทั้งการทดสอบความต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาตำราเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบวัสดุ การหาประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลและมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก (มอก.57-2530)

2. กำหนดประเด็นและจำนวนข้อของแบบบันทึกอัตราการผลิตและแบบบันทึกการทดสอบ คุณภาพบล็อกดินซีเมนต์

3. ดำเนินการออกแบบ แบบบันทึกการผลิตและแบบบันทึกการทดสอบคุณภาพบล็อกดินซีเมนต์

4. นำแบบบันทึกที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและขอคำแนะนำในการปรับปรุงแบบบันทึกเพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลทางผู้วิจัยได้นำเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกที่ได้สร้างขึ้นมาเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก และหาคุณภาพบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตด้วยเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกโดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

(1) ทำการผลิตบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกที่ได้สร้างขึ้นมา กำหนดเวลาในการผลิต 1 ชั่วโมง / ครั้ง ผลิตจำนวน 20 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งจะต้องเตรียมส่วนผสมไว้ก่อนการจับเวลา

(2) บันทึกปริมาณบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตได้ในแต่ละครั้งโดยใช้แบบบันทึกอัตราการผลิตบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตได้ในแต่ละครั้งจะจัดเรียงวางแยกกันเพื่อไม่ให้เกิดความสับสนในการนับและสะดวกต่อการบันทึกในแบบบันทึกอัตราการผลิต

(3) นำบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตได้ทั้งหมดไปเก็บบ่มในอาคารที่มีการป้องกันแสงแดดและความชื้นจากอากาศภายนอก โดยเก็บรักษาไว้จนได้อายุ 28 วัน

(4) สุ่มตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ โดยสุ่มตัวอย่าง 10 ก้อน จากจำนวนบล็อกดินซีเมนต์ทั้งหมด

(5) ทดสอบกำลังต้านทานแรงอัด นำตัวอย่างที่สุ่มออกมาจำนวน 5 ก้อนจาก 10 ก้อน เข้าห้องทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยแล้วรอผลการทดสอบ

(6) ทดสอบการดูดกลืนน้ำ นำตัวอย่าง 5 ก้อนที่เหลือเข้าห้องทดสอบการดูดกลืนน้ำของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยแล้วรอผลการทดสอบ

(7) บันทึกผลการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ โดยใช้แบบบันทึกการทดสอบคุณภาพบล็อกดินซีเมนต์

(8.) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการผลิตบล็อกดินซีเมนต์และการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดการดูดกลืนน้ำจากนั้นทำการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประสิทธิภาพเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ข้อมูลปริมาณบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตได้จากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก จำนวน 20 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง โดยใช้แบบบันทึกอัตราการผลิตเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

3.2 คุณภาพบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตด้วยเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

ข้อมูลบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตได้จากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกที่นำไปทดสอบหาแรงต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก (มอก.57-2530) โดยกำหนดใช้สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยเป็นสถานที่ทดสอบ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

หาประสิทธิภาพเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

โดยวิเคราะห์ข้อมูลอัตราการผลิตของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิง

กลไกมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การผลิต ซึ่งมีอัตราการผลิตวันละ 300 ก้อน/วัน มีค่าเท่ากับ 38 ก้อน/ชั่วโมง ซึ่งอัตราการผลิตของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกต้องมากกว่าอัตราการผลิตของเครื่องรุ่นเดิม 50% ขึ้นไป

รวบรวมข้อมูลจากแบบบันทึกอัตราการผลิต เพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ย(Mean) และสวนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปโดยใช้สูตรการคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตได้จากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

ค่าเฉลี่ย(Mean)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$\bar{X}$ หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n หมายถึง ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$S = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

S หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง

$(\sum X)^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

$\sum X^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวอย่างยกกำลังสอง

n หมายถึง ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกอัตราการผลิตไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การผลิตซึ่งมีหน่วยเป็น 38 ก้อน/ชั่วโมง เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเกณฑ์การผลิตเพื่อหาประสิทธิภาพโดยใช้สถิติ t-test แบบ One Sample Group โดยใช้สูตรเปรียบเทียบอัตราการผลิตลกับเกณฑ์การผลิต โดยใช้ t-test แบบ One Sample Group

$$t = \frac{\bar{X} - \mu 0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \qquad ; df = n-1$$

t หมายถึง ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - test แบบ One Sample Group

$\bar{X}$ หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ย

$\mu 0$ หมายถึง เกณฑ์

S หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง

n หมายถึง ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

$df = n-1$ หมายถึง ระดับความเป็นอิสระ

หาคุณภาพบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตด้วยเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

โดยวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกดังนี้

1. ชักตัวอย่างบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก จำนวน 10 ก้อนมาทำการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต (มอก.109-2517) วิธีชักตัวอย่าง ให้ชักตัวอย่างวัสดุงานก่อคอนกรีตทั้งก้อนเพื่อการทดสอบตัวอย่างที่ชักขึ้นมาให้ใช้เป็นตัวแทนสำหรับวัสดุทั้งรุ่น จะต้องป้องกันไม่ให้ตัวอย่างที่จะนำมาทดสอบนั้นถูกฝนหรือถูกความชื้นอื่นๆ จนกระทั่งถึงเวลาที่จะทำการทดสอบ

2. บล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกต้องสามารถผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก (มอก.57-2530) ที่กล่าวถึงการทดสอบ ความต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ความต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ

ชั้นคุณภาพ	ความต้านทานแรงอัดต่ำสุด เมกะพาสคัล				การดูดกลืนน้ำสูงสุดเฉลี่ยจาก 5ก้อน กก./ลบ.ม.					
	เฉลี่ยจากพื้นที่รวม		เฉลี่ยจากพื้นที่สุทธิ		ความหนาแน่นแห้งของบล็อก กก./ลบ.ม.					
	เฉลี่ยจากบล็อก 5 ก้อน	คอนกรีตบล็อกแต่ละก้อน	เฉลี่ยจากบล็อก 5 ก้อน	คอนกรีตบล็อกแต่ละก้อน	1,680 และน้อยกว่า	1,681 ถึง 1,760	1,761 ถึง 1,840	1,841 ถึง 1,920	1,921 ถึง 2,000	มากกว่า 2,000
ก	**7.0**	**5.5**	**14**	**11**	**240**	**224**	**208**	**192**	**176**	**160**
ข	**7.0**	**5.5**			**288**	**272**	**256**	**240**	**224**	**208**
ค	5.0	4.0								

3. บล็อกดินซีเมนต์ต้องสามารถผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก(มอก.57-2530) ตั้งแต่ชั้นคุณภาพ ข ขึ้นไป

4. ในการทดสอบตัวอย่างบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตด้วยเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกให้อยู่ในความดูแลของผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการการทดสอบวัสดุของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศ

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอนตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1. ผลการพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

ตอนที่ 2. ผลการหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกเกี่ยวกับ

1. เปรียบเทียบอัตราการผลิตของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกกับเกณฑ์การผลิต
2. ศึกษาคุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

ตอนที่ 1. ผลการพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ดังนี้

1. ผลการประเมินแบบเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยนำภาพแบบร่าง แบบเพื่อการผลิตที่ได้ออกแบบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและพัฒนาบล็อกดินซีเมนต์จำนวน 3 คน ประเมินในด้านต่างๆ ซึ่งได้ผลการประเมินตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการประเมินแบบเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ของผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นที่พิจารณา		ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ		
		คนที่ 1.	คนที่ 2.	คนที่ 3.
1.	วิธีการเลือกใช้กลไกในการผ่อนแรง	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
2.	ความยากง่าย ความสะดวกต่อการใช้ และการบำรุงรักษา	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
3.	การเลือกใช้ทรัพยากรและพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ได้อย่างประหยัด	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
4.	การดัดแปลงต้องสามารถนำไปดัดแปลงให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ไม่ยุ่งยาก	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
5.	ความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนมนุษย์	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
6.	ไม่มีปัญหาทางด้านลิขสิทธิ์ต่างๆ	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินแบบเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน พบว่าทุกประเด็นการพิจารณาซึ่งประกอบด้วย

(1) วิธีการเลือกใช้กลไกในการผ่อนแรง

(2) ความยากง่าย ความสะดวกต่อการใช้ และการบำรุงรักษา

(3) การเลือกใช้ทรัพยากรและพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ได้อย่างประหยัด

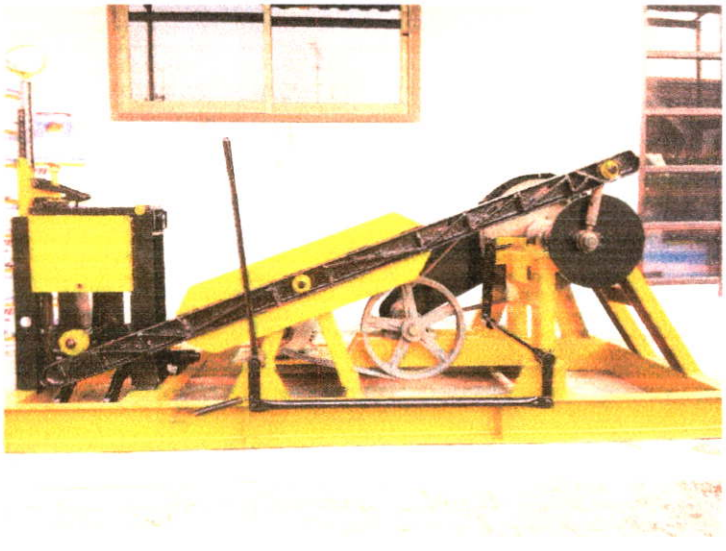
(4) การดัดแปลงต้องสามารถนำไปดัดแปลงให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ไม่ยุ่งยาก

(5) ความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนมนุษย์

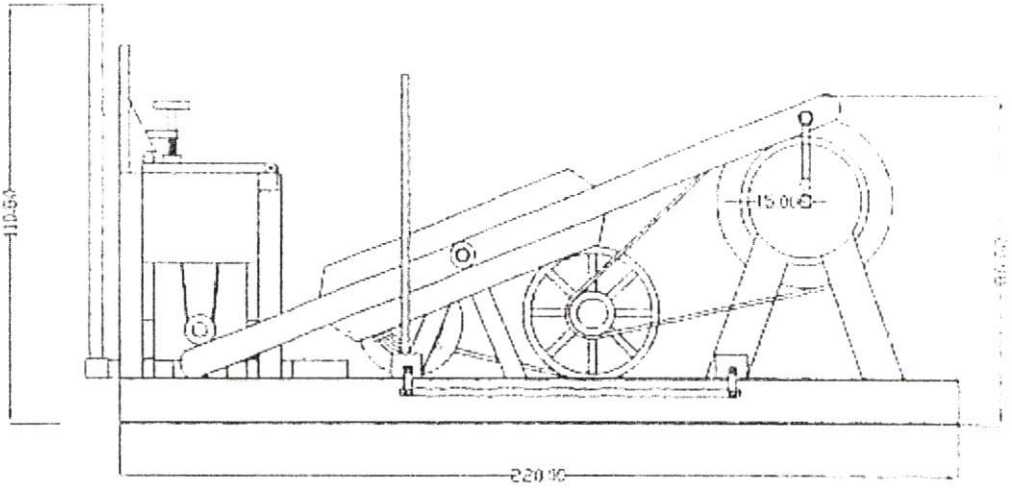
(6) ไม่มีปัญหาทางด้านลิขสิทธิ์ต่างๆ

ทุกข้อผ่านการประเมินอย่างเป็นเอกฉันท์

2. ผลจากการพัฒนาและรูปแบบของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก จากการศึกษาข้อมูลต่างๆและคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาบล็อกดินซีเมนต์ทั้ง 3 คน ได้รูปแบบของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกดังที่แสดงในภาพที่ 4.1 และภาพการเขียนแบบเพื่อการผลิตในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.1 แสดงภาพเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกที่ได้รับการพัฒนา



ภาพที่ 4.2 แสดงภาพการเขียนแบบเพื่อการผลิตเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกที่ได้รับการพัฒนา

จากภาพที่ 4.1 และ 4.2 ผลจากการพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกมีรายละเอียดดังนี้

1. ต้นกำลังของเครื่องใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 7.5 แรงม้า ใช้ไฟ 3 เฟส ขนาด 280 โวลต์
2. ใช้สายพานลิ่มในการส่งแรงจากมอเตอร์ไปยังลูกล้อถ่วงน้ำหนัก 100 กิโลกรัม
3. คานงัดเหล็กยาว 174 เซนติเมตร
4. ใช้คันบังคับแบบดึงเข้าหาตัวเป็นตัวควบคุมการอัดในแต่ละครั้ง
5. ตัวล็อกฝาห้องอัดแม่พิมพ์ ใช้เกลียวหมุนล็อก
6. ความสูงของห้องอัดแม่พิมพ์สูง 80 เซนติเมตร
7. ขนาดของตัวเครื่องมีความกว้าง 92.89 เซนติเมตร ยาว 220.11 เซนติเมตร
8. สวิตซ์เปิดมอเตอร์แบบกดปุ่มติดตั้งในตู้คอลโทล

ตอนที่ 2. ผลการหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก มีดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบอัตราการผลิตของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก กับเกณฑ์การผลิต

2.2 ผลการศึกษาคุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยเทคนิคเชิงกลไก

2.1 ผลการเปรียบเทียบอัตราการผลิตของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกกับเกณฑ์การผลิต

จากการเก็บข้อมูลปริมาณบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกได้แสดงผลในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตได้จากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

ครั้งที่	จำนวนบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตได้ในเวลา 1 ชั่วโมง (ก้อน)	ครั้งที่	จำนวนบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตได้ในเวลา 1 ชั่วโมง (ก้อน)
1.	**61**	11.	**62**
2.	**63**	12.	**63**
3.	**60**	13.	**61**
4.	**64**	14.	**63**
5.	**64**	15.	**60**
6.	**65**	16.	**58**
7.	**62**	17.	**60**
8.	**59**	18.	**63**
9.	**60**	19.	**65**
10.	**63**	20.	**62**
		ค่าเฉลี่ย	**61.90**

จากตารางที่ 4.2 พบว่าปริมาณบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตได้จากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก จำนวน 20 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 61.90 ก้อน

ผลการเปรียบเทียบอัตราการผลิตของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกกับเกณฑ์การผลิต โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย t-test แบบ One Sample Group แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบอัตราการผลิตของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิง กลไกกับเกณฑ์การผลิต

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	เกณฑ์การผลิต (ก้อน/ชั่วโมง)	t	Prob
บล็อกดินซีเมนต์	**61.90**	**1.97**	**38**	**54.233***	**.000**

*P<.05

จากตารางที่ 4.3 พบว่าเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกมีค่าเฉลี่ยของการผลิตเท่ากับ 61.9 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.97 และทดสอบด้วย t-test แบบ One Sample Group พบว่าเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก มีอัตราการผลิตมากกว่าเกณฑ์การผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการศึกษาคุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

ผลจากการนำบล็อกดินซีเมนต์ไปทดสอบคุณภาพโดยการทดสอบ ความต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ ได้แสดงผลในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ

ความต้านทานแรงอัดต่ำสุด (เมกะพาสคัล)		การดูดกลืนน้ำสูงสุด กก./ลบ.ม.	
เฉลี่ยจากพื้นที่รวม		เฉลี่ยจากบล็อก 5 ก้อน	ค่าความหนาแน่นแห้ง
ค่าเฉลี่ยจากบล็อก 5 ก้อน	ค่าต่ำสุดของบล็อก 5 ก้อน	**158**	**2,074**
10.6	**9.0**		

จากตารางที่ 4.4 ผลที่ได้จากการทดสอบคุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก พบว่า

การทดสอบความต้านทานแรงอัดได้ผลดังนี้

1. ความต้านทานแรงอัดเฉลี่ยจากพื้นที่รวม 10.6 เมกะพาสคัล (MPa)
2. ความต้านทานแรงอัดของก้อนที่มีค่าต่ำสุด 9.0 เมกะพาสคัล (MPa)

การทดสอบการดูดกลืนน้ำได้ผลดังนี้

1. ความหนาแน่นแห้งเฉลี่ย 2,074 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
2. ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ย 158 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ผ่านมาตรฐาน(มอก.57-2530) ชั้นคุณภาพคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักประเภท ก.

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. เพื่อพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกเกี่ยวกับ
   - 2.1 เปรียบเทียบอัตราการผลิตของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกกับเกณฑ์การผลิต
   - 2.2 ศึกษาคุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

5.2 ขอบเขตของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1.

แหล่งข้อมูล คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและพัฒนาบล็อกดินซีเมนต์จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จำนวน 3 คน

ตัวแปรที่ศึกษา คือ ผลการประเมินแบบเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2.

1. เปรียบเทียบอัตราการผลิตของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก กับเกณฑ์การผลิต

แหล่งข้อมูล คือ จำนวนบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตได้จากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกในเวลา 1 ชั่วโมง

ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

1. ตัวแปรอิสระ คือ วิธีการผลิตบล็อกดินซีเมนต์ด้วยเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

2. ตัวแปรตาม คือ อัตราการผลิตบล็อกดินซีเมนต์ของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

2. ศึกษาคุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

แหล่งข้อมูล คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและพัฒนาบล็อกดินซีเมนต์จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ตัวแปรที่ศึกษา คือ คุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก คือ เครื่องต้นแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแบบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยที่เครื่องต้นแบบนั้นสามารถใช้ทดสอบหาประสิทธิภาพได้จริง

1.2 เครื่องทดสอบแรงอัด ใช้ในการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของบล็อกดินซีเมนต์ โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องทดสอบแรงอัดของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

1.3 ตู้อบระบายอากาศ ที่มีอุณหภูมิ 110 ถึง 115 องศาเซลเซียส ใช้ในการทดสอบคุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องทดสอบแรงอัดของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

1.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องชั่งอย่างน้อยจะต้องอ่านได้ละเอียดถึงร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักก้อนตัวอย่าง โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องชั่งของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้ในการเก็บข้อมูลแยกเป็น 2 ฉบับ ได้แก่

2.1 แบบบันทึกอัตราการผลิต ใช้ในการเก็บบันทึกปริมาณของบล็อกดินซีเมนต์ที่ได้จากการผลิตบล็อกดินซีเมนต์ของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

2.2 แบบบันทึกการทดสอบคุณภาพบล็อกดินซีเมนต์ ใช้ในการเก็บบันทึกการทดสอบคุณภาพบล็อกดินซีเมนต์ทั้งการทดสอบความต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ

5.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ตอนที่ 1. การพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ขอหนังสือขอความร่วมมือเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อส่งให้กับนักวิชาการ ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เมื่อได้รับอนุญาตแล้วจึงได้ไปเก็บข้อมูลในการพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์ โดยตัวผู้วิจัยเป็นผู้เดินทางไปสำรวจและเก็บแบบประเมินแบบด้วยตัวผู้วิจัยเอง

ตอนที่ 2. การหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ขอหนังสือขอความร่วมมือเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทดสอบคุณภาพบล็อกดินซีเมนต์และขออนุญาตใช้ห้องทดลองของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยในการทำวิจัยจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อส่งให้กับนักวิชาการ ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เมื่อได้รับอนุญาตแล้วจึงได้ไปเก็บข้อมูลในการทดสอบบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก โดยตัวผู้วิจัยเป็นผู้เดินทางไปสำรวจและเก็บแบบประเมินแบบด้วยตัวผู้วิจัยเอง

5.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก วิเคราะห์ด้วยข้อมูลอัตราการผลิตบล็อกดินซีเมนต์มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การผลิต

2. รวบรวมข้อมูลจากแบบบันทึกอัตราการผลิตเพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกอัตราการผลิตไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การผลิต เพื่อหาประสิทธิภาพโดยใช้การวิเคราะห์ด้วย t-test แบบ One Sample Group

4. วิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกโดยชักตัวอย่างบล็อกดินซีเมนต์จำนวน 10 ก้อนมาทำการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก(มอก.57-2530)

5.6 สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลการวิจัยแบ่งเป็น 2 ตอนตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ที่ผู้วิจัยได้พัฒนามีรายละเอียดดังนี้ ต้นกำลังของเครื่องใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 7.5 แรงม้า ใช้ไฟ 3 เฟส ขนาด 280 โวลต์ ใช้สายพานลิ่มในการส่งแรงจากมอเตอร์ไปยังลูกล้อถ่วงน้ำหนัก 100 กิโลกรัม คานงัดเหล็กยาว 174 เซนติเมตร ใช้คันบังคับแบบดึงเข้าหาตัวเป็นตัวควบคุมการอัดในแต่ละครั้ง ตัวล็อกฝาห้องอัดแม่พิมพ์ ใช้เกลียวหมุนล็อก ความสูงของห้องอัดแม่พิมพ์สูง 80 เซนติเมตร ขนาดของตัวเครื่องมีความกว้าง 92.89 เซนติเมตร ยาว 220.11 เซนติเมตร สวิตซ์เปิดมอเตอร์แบบกดปุ่มติดตั้งในตู้คอลโทล

2. ประสิทธิภาพเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก พบว่า

2.1 เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกที่ผู้วิจัยได้พัฒนา มีอัตราการผลิตมากกว่าเกณฑ์การผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 บล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก(มอก. 57-2530) ชั้นคุณภาพ ก.

5.7 อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผล แบ่งออกเป็น 2 ข้อ

1. ผลจากการพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก พบว่าแบบของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ผ่านการประเมินจากผู้เชียวชาญทั้ง 3 ท่านอย่างเป็นเอกฉันท์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ออกแบบโดยใช้กรอบแนวคิดของศิริ ฮามสุโพธิ์ (2536:14) ในเรื่องเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในท้องถิ่นผู้วิจัยได้เลือกแนวคิดนี้มาเป็นกรอบแนวคิดในการออกแบบเพราะเห็นว่า สถานที่ผลิตบล็อกดินซีเมนต์ส่วนใหญ่นั้นจะตั้งอยู่ตามท้องถิ่นชนบท ซึ่งเป็นแหล่งของวัตถุดิบในการผลิตบล็อกดินซีเมนต์แนวคิดเรื่องเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในท้องถิ่น ที่ผู้วิจัยนำมาเป็นกรอบในการออกแบบมีรายละเอียดดังนี้ 1.เทคโนโลยีที่ผลิตขึ้นจะต้องง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน 2.เทคโนโลยีที่ผลิตจะต้องผลิตได้เองในท้องถิ่นนั้นๆไม่ควรนำเข้าจากต่างประเทศ 3.เทคโนโลยีที่นำไปใช้จะต้องสามารถนำแหล่งทรัพยากรและพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ได้อย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ 4.เทคโนโลยีนั้นสามารถนำไปดัดแปลงให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ไม่ยุ่งยาก และ 5. ไม่มีปัญหาทางด้านลิขสิทธิ์ต่างๆ และผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัญหาในการใช้งานของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์แบบเดิม โดยการสังเกตและการปรึกษาพูดคุยกับผู้เชี่ยวชาญถึงวิธีการที่จะนำมาแก้ปัญหาต่างๆ

2. ผลการหาประสิทธิ์ภาพ มีดังนี้

2.1 อัตราการผลิตของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก พบว่าสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ผู้วิจัยได้กำหนดการหาประสิทธิ์ภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก โดยใช้เกณฑ์การวัดอัตราการทำงานของเครื่องจักรกลของ พนม ภัยหน่าย และคณะ (2529:410-411) ที่กล่าวไว้ว่า การวัดความสามารถการทำงานของเครื่องจักรกลที่ดีคือ "การวัดโดยปริมาตรต่อหน่วยเวลา" หลักการพื้นฐานของการวัดคือต้องการวัดปริมาณงานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา จากหลักการขั้นต้นผู้วิจัยจึงต้องศึกษาถึงวิธีการต่างๆที่จะนำมาใช้เพื่อให้เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกนั้นมีการทำงานที่รวดเร็วและได้ปริมาณงานมากโดยได้ศึกษาแนวคิดของ สุทิน อยู่สุข(2539:313-339) ในเรื่องศาสตร์ที่เกี่ยวกับวิธีในการทำงานของคนและความ สัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักรกลที่กล่าวว่า การเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานคือ ต้องลดความเหนื่อยล้าในการทำงานและออกแบบอุปกรณ์ควบคุมเครื่องจักรให้สอดคล้องกับหลักความเคยชินหรือคนทั่วไปเข้าใจเป็นหลักการที่เกิดจากจิตใต้สำนึกของมนุษย์เป็นสัญชาติญาณรับรู้หรือควบคุม เช่น การออกแบบคันโยกที่อยู่ในแนวตั้งและมีการเคลื่อนที่ตามแนวนอน เช่น คันโยกบังคับปั้นจั่น ลักษณะการเคลื่อนที่ของคันโยกที่ถูกบังคับให้เคลื่อนออกจากตัวผู้ควบคุมแสดงถึงการทำงานที่ใช้พลังงานลดลง เช่น มีการเคลื่อนย้ายหรือยกวัสดุลงมา และลักษณะการเคลื่อนที่ของคันโยกที่ถูกบังคับให้เคลื่อนเข้าหาตัวผู้ควบคุมแสดงถึงการทำงานที่ใช้พลังงานเพิ่มขึ้น เช่น มีการเคลื่อนย้ายหรือยกวัสดุขึ้นสู่ที่สูง การเลือกความยาวของคันโยกขึ้นอยู่กับงานที่จะควบคุม คันโยกที่มีด้ามยาวใช้แรงบังคับน้อยกว่าคันโยกที่ด้ามสั้น สำหรับคันโยกที่มีระยะยาว การเคลื่อนที่สั้น(น้อยกว่า 30 อาศา) ด้านคันโยกมักเป็นด้านตรงถ้าระยะทางมีการเคลื่อนที่มากกว่านี้ มักนิยมใช้ด้ามคันโยกที่มีหัวกลม หรือเป็นรูปตัว ที คันโยกที่ต้องใช้แรงบังคับมากควรอยู่ในระดับหัวไหล่ของผู้ควบคุมถ้าต้องยืนทำงาน แต่ถ้านั่งทำงานแล้วก็ควรอยู่ในระดับข้อศอกของผู้ควบคุม คันโยกควรเคลื่อนที่ไป-มา เข้าหาลำตัว ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ควบคุมมีการบิดลำตัวน้อยที่สุด หรือไม่ต้องบิดตัวเลย การติดตั้งคันโยกนั้นควรอยู่ในตำแหน่งที่แขนนั้นสามารถเอื้อมจับได้สะดวก

2.2 คุณภาพของบล็อกดินซีเมนต์ที่ผลิตจากเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก ผ่านการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก (มอก. 57-2530) โดยสามารถต้านทานแรงอัดโดยเฉลี่ยจากบล็อก 5 ก้อนได้ 10.6 เมกะพาสคัล และมีการดูดกลืนน้ำสูงสุดเฉลี่ยจากบล็อก 5 ก้อนอยู่ที่ 158 กก./ลบ.ม. ซึ่งผ่านมาตรฐานชั้นคุณภาพคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักประเภท ก. หมายความว่าบล็อกดินซีเมนต์นี้สามารถนำไปใช้ก่อเป็นผนังรับน้ำหนักได้ข้อกำหนดในการใช้งานบล็อกในชั้นคุณภาพ ก.(มอก.57-2530)มีดังนี้

บล็อกคุณภาพ ก. มีความแข็งแรงเป็นพิเศษสามารถทนการกัดกร่อนของน้ำได้ดี ใช้ก่อสร้างได้แม้ในส่วนที่อยู่ใต้ดินหรือที่เปียกชื้น แต่เพื่อความสวยงามในการใช้งานผนังภายนอกที่

เปียกชื้น และโดนแสงแดดควรทำการป้องกันตะไคร้น้ำเกาะเป็นคราบดำ โดยการทาน้ำยากันซึมหรือฉาบผิว ผนังภายในที่เปียกชื้นแต่ไม่โดนแสงแดด เช่นห้องน้ำไม่จำเป็นต้องทำการป้องกันผิว ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงวิธีการต่างๆที่จะนำมาใช้ในการออกแบบเครื่องอัดบล็อก โดยพยายามใช้เทคนิคเชิงกลไกที่สามารถให้แรงกดอัดส่วนผสมในแบบพิมพ์ให้มีความหนาแน่นได้เทียบเท่าหรือดีกว่าเครื่องอัดแบบเดิมและวิธีที่นำมาใช้ก็คือ การใช้มอเตอร์ไฟฟ้าหมุนข้อเหวี่ยงน้ำหนักให้ไปกดที่คานและคานจะส่งแรงงัดเพื่อดันแบบพิมพ์ให้ขึ้นไปอัดส่วนผสมในห้องอัดจนแน่นได้ที่ โดยสอดคล้องกับหลักการได้เปรียบเชิงกลของคานซึ่ง ธนกาญจน์ ภัทรากาญจน์ (2525:67-94) กล่าวว่าถ้าคานสามารถเอาชนะภาระ 50N ได้โดยออกแรงพยายาม 10N เราพูดได้ว่าคานมีการได้เปรียบเชิงกลจริง 50N / 10N = 5N คานแบบง่ายที่สุดที่นิยมใช้กัน คือ แท่งเหล็กกลมที่เรียกว่าชะแลง แต่คำว่าคานอาจหมายถึงวัตถุที่แข็งแรงใดๆที่หมุนรอบแกนที่จุดหนึ่งซึ่งเรียกว่า "ฟัลครัม" ด้วยเช่นกันคานอาศัยหลักของทอร์ก(หลักการของโมเมนต์) แรงประยุกต์เรียกว่า แรงพยายามซึ่งออกแรงกระทำที่จุดๆหนึ่งแล้วส่งผลไปเอาชนะภาระ หรือน้ำหนักที่จุดอีกจุดหนึ่ง

5.8 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกครั้งนี้ ผู้วิจัยขอนำเสนอดังนี้

1.1 การใช้งาน ในด้านการใช้งานเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกนั้นควรมีการทดสอบว่าส่วนผสมของดิน,ปูนกับน้ำ นั้นมีความเหมาะสมกันหรือไม่ เพราะถ้าส่วนผสมมีความชื้นน้อยเกินไปจะทำให้บล็อกดินซีเมนต์มีความหนาแน่นน้อยเมื่อนำบล็อกออกจากห้องอัดบล็อกจะร่วนแตก แต่ถ้าส่วนผสมนั้นมีความชื้นมากเกินไปจะทำให้บล็อกดินซีเมนต์มีความเหนียวมากเมื่อนำบล็อกออกจากห้องอัดบล็อกจะยึดติดแน่นกับเหล็กที่เป็นผนังของห้องอัดทำให้บล็อกขาดติดกับห้องอัด ดังนั้นจึงควรทดลองหาส่วนผสมระหว่างดิน,ปูนกับน้ำในกองเล็กกับเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกให้ได้ก่อนที่จะเริ่มผสมส่วนผสมของกองใหญ่ทั้งกอง

1.2 การนำเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไกไปใช้ในที่กันดารซึ่งไม่มีไฟฟ้าเข้าถึงสามารถดัดแปลงนำเครื่องจักรกลทางการเกษตรที่ใช้น้ำมันมาติดตั้งแทนมอเตอร์ไฟฟ้าได้โดยปรับเปลี่ยนสายพาน มู่เล่ ให้เหมาะสมกับเครื่องจักรกลนั้นๆ

2. ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับระบบของต้นกำลังที่นำไปใช้ในการอัดบล็อก และเทคนิคเชิงกลไกที่นำมาประยุกต์ในการผ่อนแรงเพื่อหาวิธีที่ดีที่สุดที่จะทำให้เกิดความประหยัดในเรื่องพลังงานและเวลาในการทำงานและแรงงาน

2.2 ควรมีการประยุกต์อุปกรณ์เสริมเพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน อาจจะเพิ่มถังโม่ส่วนผสมโดยดัดแปลงต่อเข้ากับแกนมอเตอร์ของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยจะเป็นการเพิ่มการใช้งานโดยใช้ต้นกำลังเดียวกัน

2.3 ควรมีการศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบที่สามารถนำมาใช้ผลิตเป็นบล็อกดินซีเมนต์ ว่ามีอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้แทนดินลูกรังหรือดินทรายที่นิยมใช้กันในปัจจุบันนี้

บรรณานุกรม

ไกวัล ปวราจารย์.2530. **เครื่องจักรกลและอุปกรณ์การก่อสร้าง.** มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช: กรุงเทพฯ

ทรงฤทธิ์ ศิริวัฒนะ.2540. **เครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับ2.** นำอักษรการพิมพ์: กรุงเทพฯ

ธงชัย โชคเหมาะ และคณะ.2541. **"เครื่องอัดซีเมนต์บล็อก."** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร :กรุงเทพฯ

ธนกาญจน์ ภัทรากาญจน์.2525. **ฟิสิกส์ระดับต้น.** สนพ.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าวิทยาเขตพระนครเหนือ: กรุงเทพฯ

น้อย พลายภู่.2528. **บล็อกดินซีเมนต์แบบพัฒนา.** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย: กรุงเทพฯ

ประณต กุลประสูตร.2538. **เทคนิคงานปูน-คอนกรีต.** พิมพ์ครั้งที่ 3.อมรินทร์พริ้นติ้ง จำกัด: กรุงเทพฯ

พนม ภัยหน่าย.2542. **การบริหารงานก่อสร้าง.** พิมพ์ครั้งที่ 16. ส.เอเซียเพรส จำกัด: กรุงเทพฯ

พนม ภัยหน่าย และสิริศักดิ์ ปโยธรสิริ.2529. **เครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง.** โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์: กรุงเทพฯ

มานพ ตันตระบัณฑิตย์.2542. **ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล.** พิมพ์ครั้งที่ 6. บ.ประชาชนจำกัด: กรุงเทพฯ

มานพ ตันตระบัณฑิตย์.2545. **การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล.** พิมพ์ครั้งที่ 2. บ.ประชาชนจำกัด: กรุงเทพฯ

วีระศักดิ์ กรัยวิเชียร.2521. **เครื่องจักรกลงานก่อสร้าง.** หจก.เอช-เอน การพิมพ์: กรุงเทพฯ

วุฒิชัย กปิลกาญจน์.2533. **กลไกและพลศาสตร์ของเครื่องจักรกล.** สนพ.ฟิสิกส์เซ็นเตอร์: กรุงเทพฯ

ศิริ ฮามสุโพธิ์.2536. **เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในท้องถิ่น.** โอเดียนสโตร์: กรุงเทพฯ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท. 2545. **สภาวะการผลิตและการตลาดของบล็อกประสาน วท.** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย: กรุงเทพฯ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท. 2545. **การทดสอบดินเพื่อการผลิตบล็อกประสาน วท.** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย: กรุงเทพฯ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท. 2545. **การออกแบบและขั้นตอนการก่อสร้างอาคารด้วยบล็อกประสาน วท.** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย: กรุงเทพฯ

สุทิน อยู่สุข และคณะ.2539. **เออร์กอนอมิคส์และจิตวิทยาในการทำงาน.** พิมพ์ครั้งที่2. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช: กรุงเทพฯ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.2517. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต(มอก.109-2517).** กระทรวงอุตสาหกรรม: กรุงเทพฯ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.2517. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก(มอก.57-2530).** กระทรวงอุตสาหกรรม: กรุงเทพฯ

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือตอนที่ 1 การพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

เครื่องมือตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

ภาคผนวก ข เขียนแบบเพื่อการผลิต

ภาคผนวก ค ภาพผลงาน

ภาคผนวก ง ภาพจากการสำรวจข้อมูล

ภาคผนวก จ หนังสือราชการ

ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือตอนที่ 1 การพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

แบบประเมินแบบเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์เพื่อใช้ประกอบการทำวิจัย การวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

สถานที่ทำแบบประเมิน.....

.....

ชื่อผู้ทำแบบประเมิน.....

วันที่ทำแบบประเมิน.....

คำชี้แจงในการทำแบบประเมิน

1. ให้ทำเครื่องหมาย ลงในช่อง □ ของคำตอบที่ได้รับจากแบบประเมิน ในคำถามแต่ละข้อเพียงช่องเดียว
2. ในกรณีที่มีข้อเสนอแนะจากการพิจารณาแบบประเมินข้อใด ให้เขียนลงในช่องข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ
3. แบบประเมินได้กำหนดหัวข้อการพิจารณาไว้ดังนี้
   (1) วิธีการเลือกใช้กลไกในการผ่อนแรง
   (2) ความยากง่าย ความสะดวกต่อการใช้ และการบำรุงรักษา
   (3) การเลือกใช้ทรัพยากรและพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ได้อย่างประหยัด
   (4) การดัดแปลงต้องสามารถนำไปดัดแปลงให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ไม่ยุ่งยาก
   (5) ความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนมนุษย์
   (6) ไม่มีปัญหาทางด้านลิขสิทธิ์ต่างๆ

หัวข้อที่ 1. วิธีการเลือกใช้กลไกในการผ่อนแรง

รายละเอียด

1. ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวหมุนมู่เล่ซึ่งมีสายพานไปบังคับลูกล้อน้ำหนัก ให้หมุนอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้มีน้ำหนักคงที่ (ภาพที่ 1)

2. ใช้คันบังคับซึ่งมีลักษณะคล้ายเกียร์ เป็นตัวเปิด-ปิด ลิ่มครึ่งวงกลมซึ่งส่งแรงที่มาจากลูกล้อน้ำหนัก (ภาพที่ 2)

3. เมื่อใช้คันบังคับเปิดล็อกลิ่มครึ่งวงกลม จะทำให้แกนที่เชื่อมระหว่างลูกล้อน้ำหนักกับวงล้อข้อเหวี่ยงหมุนไปพร้อมกัน ซึ่งข้อเหวี่ยงจะดึงคานลงอย่างแรงเพราะได้แรงจากลูกล้อน้ำหนัก (ภาพที่ 2)

4. ในขั้นตอนการอัด คานจะถูกดึงลงให้หมุนกับจุดหมุน ส่งผลให้ปลายอีกด้านถูกงัดขึ้นไปอัดส่วนผสมในแม่พิมพ์ให้แน่น (ภาพที่ 3)

5. เมื่อวงล้อข้อเหวี่ยงหมุนไปอีกครึ่งรอบ คานจะถูกดึงขึ้นส่งผลให้ปลายอีกด้านถูกกดลงเป็นการสิ้นสุดการอัด 1 ครั้ง (ภาพที่ 4)

ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

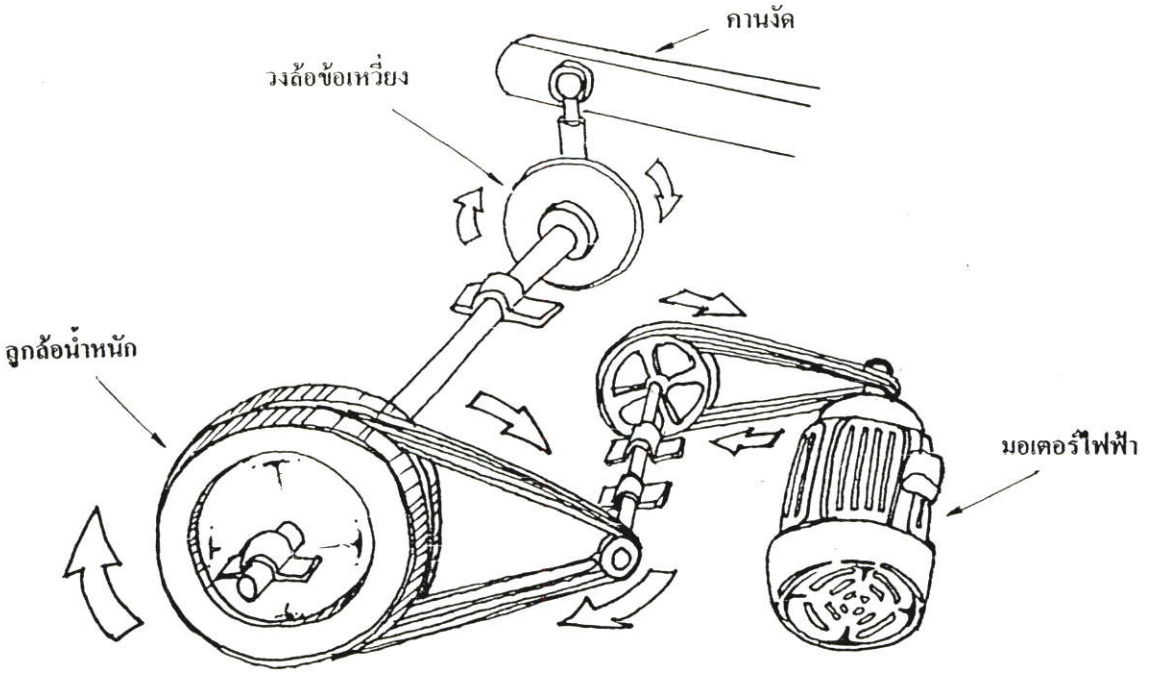
.....

.....

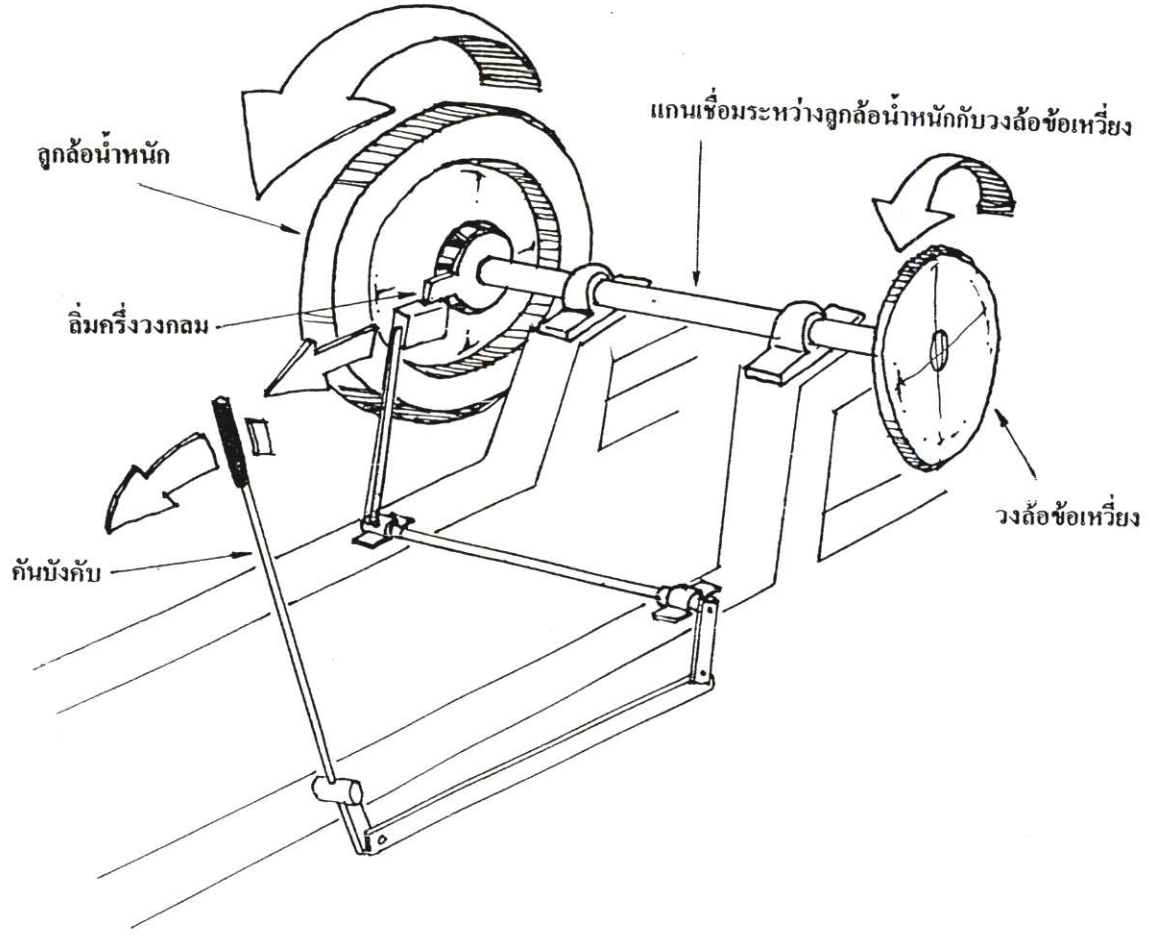
.....

วิธีการเลือกใช้กลไกในการผ่อนแรงมีความเหมาะสมหรือไม่

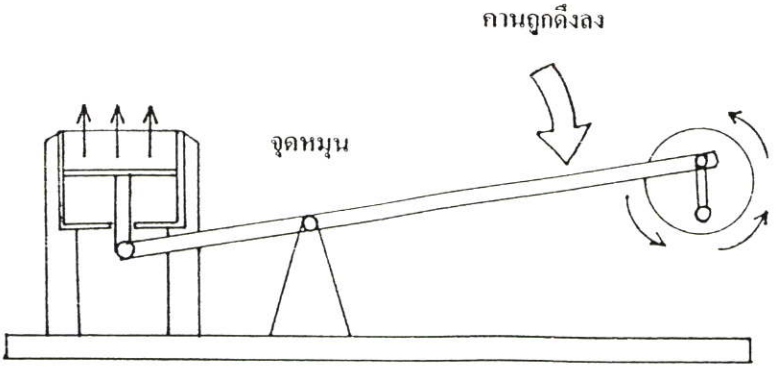
☐ เหมาะสม ☐ ไม่เหมาะสม



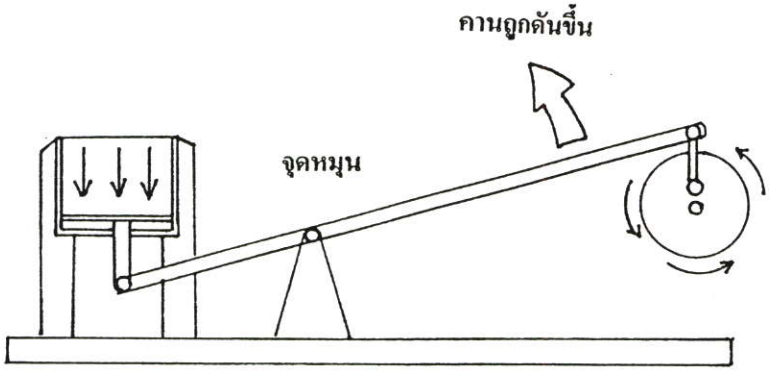
ภาพที่ 1 มอเตอร์ไฟฟ้าส่งแรงไปหมุนลูกล้อน้ำหนัก



ภาพที่ 2 คันบังคับเปิด-ปิดการอัด



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการอัด



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการคลาย

หัวข้อที่ 2. ความยากง่าย ความสะดวกต่อการใช้งาน และการบำรุงรักษา

รายละเอียด

ขั้นตอนในการใช้งาน

1. เปิดสวิตซ์ไฟฟ้าให้มอเตอร์ทำงาน
2. เปิดฝาห้องอัดใส่ส่วนผสมลงในห้องอัดจนเต็ม ปาดส่วนผสมให้เสมอกับขอบแม่พิมพ์
3. ปิดฝาแล้วหมุนล็อกเกลียวให้แน่น
4. ดึงคันบังคับเข้าหาตัวเพื่อเป็นการเริ่มอัดและปล่อยคันบังคับเพื่อเป็นการหยุดการอัด
5. คลายเกลียวล็อกฝาแล้วเปิดฝาห้องอัดขึ้นค้างไว้
6. ดึงคันโยกเข้าหาตัวเพื่อยกบล็อกดินซีเมนต์ให้เลื่อนขึ้นมาอยู่บนห้องอัด
7. ล็อกคันโยก เพื่อให้บล็อกดินซีเมนต์ค้างอยู่ตำแหน่งเดิม
8. ใช้สองมือประคองบล็อกดินซีเมนต์ออกจากห้องอัดเพื่อไปเก็บบ่มต่อไป
   (ถ้าต้องการอัดบล็อกดินซีเมนต์ก้อนต่อไปให้เริ่มที่ขั้นตอนที่ 2)

การบำรุงรักษา

1. ฐานรองมอเตอร์ใช้น๊อตยึด 4 ตัว มีร่องเพื่อปรับระยะความตึงของสายพาน สามารถถอดมอเตอร์ออกไปซ่อมได้ง่าย (ภาพที่ 5)

2. ใช้สายพานลิ่มซึ่งส่งกำลังได้ดีกว่าสายพานแบนได้ถึง 3 เท่าส่งถ่ายแรงได้อย่างยืดหยุ่นและลดการสั่นสะเทือนไม่ต้องมีการหล่อลื่น

3. ตามจุดหมุนต่างๆมีรูเติมจาระบีเพื่อลดความร้อน และลดการเสียดทาน (ภาพที่ 6)

ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

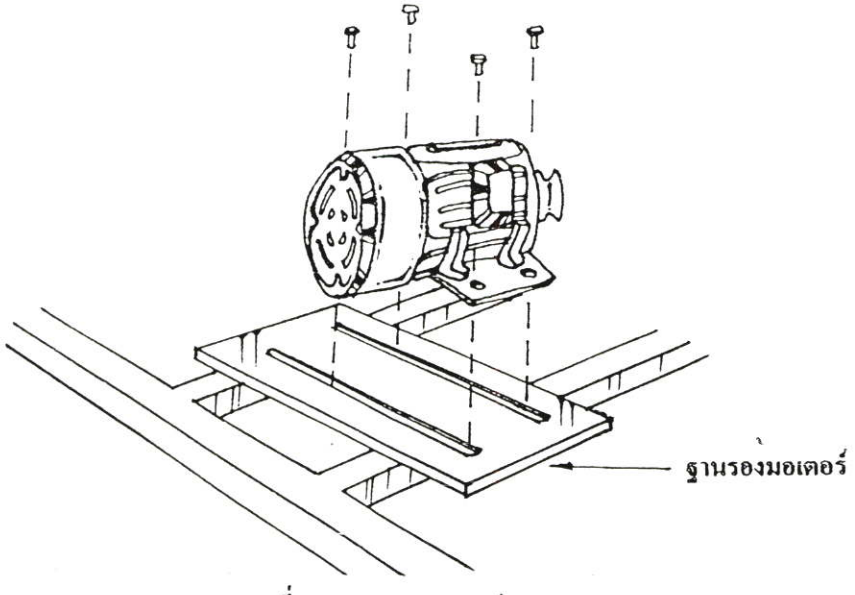
.....

.....

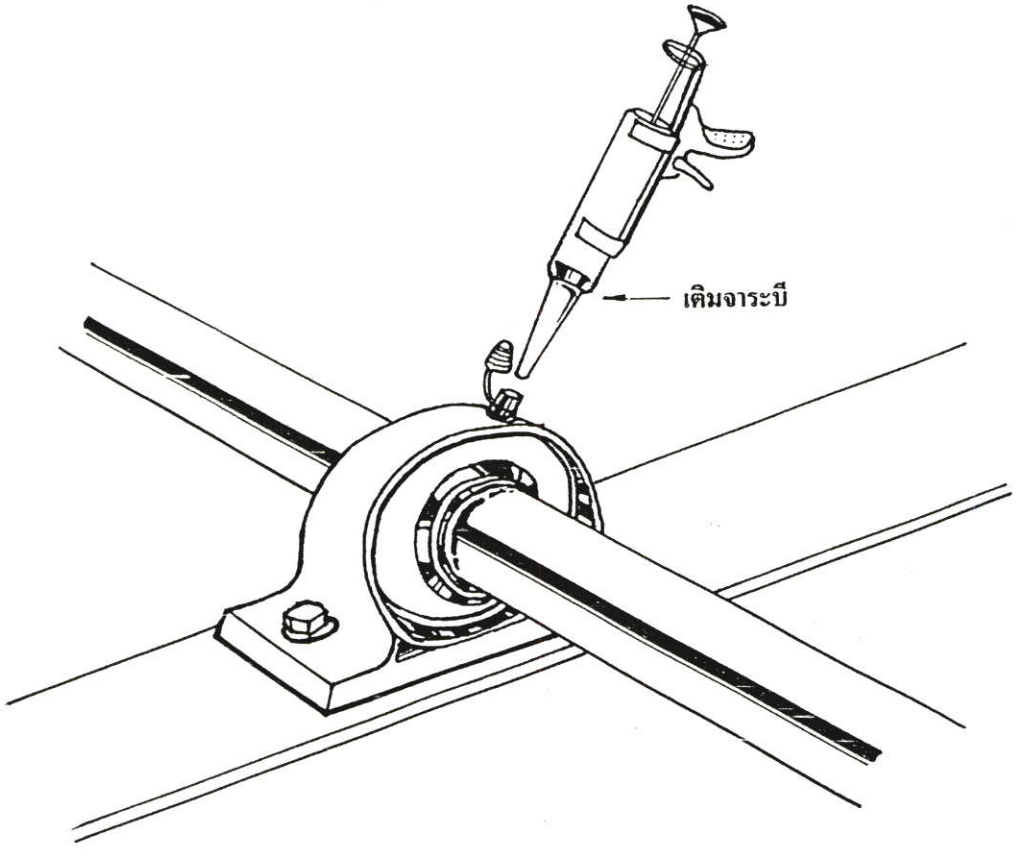
.....

ความยากง่าย ความสะดวกต่อการใช้งาน และการบำรุงรักษา

☐ เหมาะสม ☐ ไม่เหมาะสม



ภาพที่ 5 ฐานรองมอเตอร์



ภาพที่ 6 จุดหมุนต่างๆ

หัวข้อที่ 3. การเลือกใช้ทรัพยากรและพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ได้อย่างประหยัด

รายละเอียด

1. ใช้แรงงานในการผลิตไม่เกิน 2 คน และไม่ต้องใช้แรงงานที่มีความชำนาญมากเป็นการประหยัดค้านค่าแรง

2. การทำงานที่ต้องใช้แรงงานหนักอาจจะทำให้เกิดความล่าช้าไม่สะดวกด้วยประการทั้งปวง และไม่สามารถทำงานให้เสร็จตามกำหนดเวลาได้ การใช้พลังงานไฟฟ้าแทนแรงงานคนช่วยให้ค่าใช้จ่ายจะต่ำกว่าการใช้แรงงาน

3. การใช้เครื่องจักรกลทำให้มาตรฐานของผลผลิตมีความคงที่ ซึ่งแรงงานไม่สามารถกระทำได้ผลดีเท่ากับเครื่องจักรกล

ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

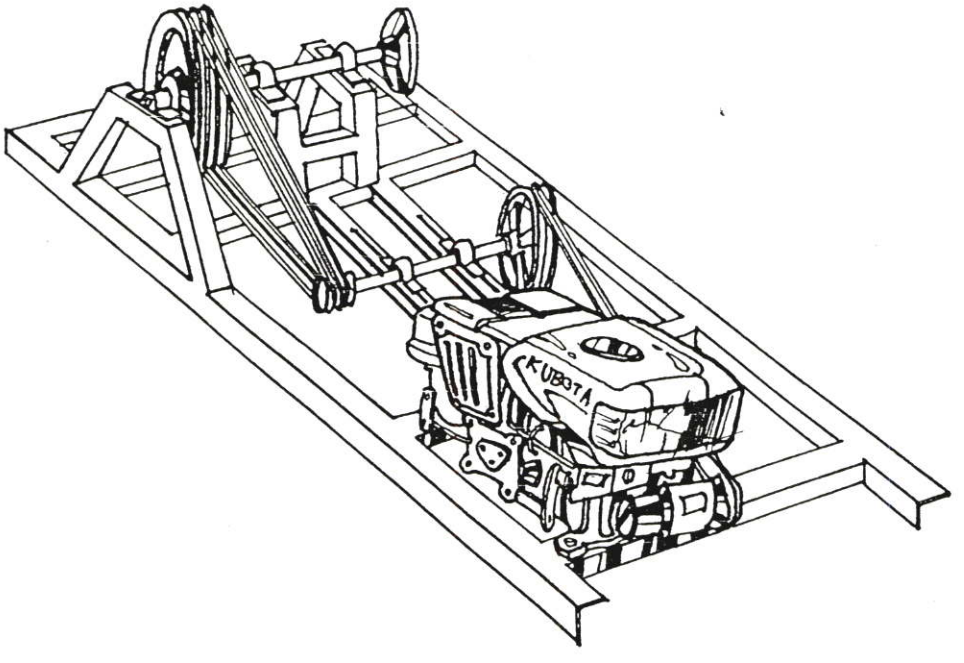
การเลือกใช้ทรัพยากรและพลังงานที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ได้อย่างประหยัด

☐ **เหมาะสม** ☐ **ไม่เหมาะสม**

หัวข้อที่ 4. การดัดแปลงต้องสามารถนำไปดัดแปลงให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ไม่ยุ่งยาก

รายละเอียด

1. ในการดัดแปลงเมื่อต้องนำไปใช้ในสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีไฟฟ้าใช้สามารถเปลี่ยนมอเตอร์ไฟฟ้าออกแล้วนำ ไดนาโม หรือเครื่องยนต์ทางการเกษตรมาดัดแปลงใช้แทนได้



ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

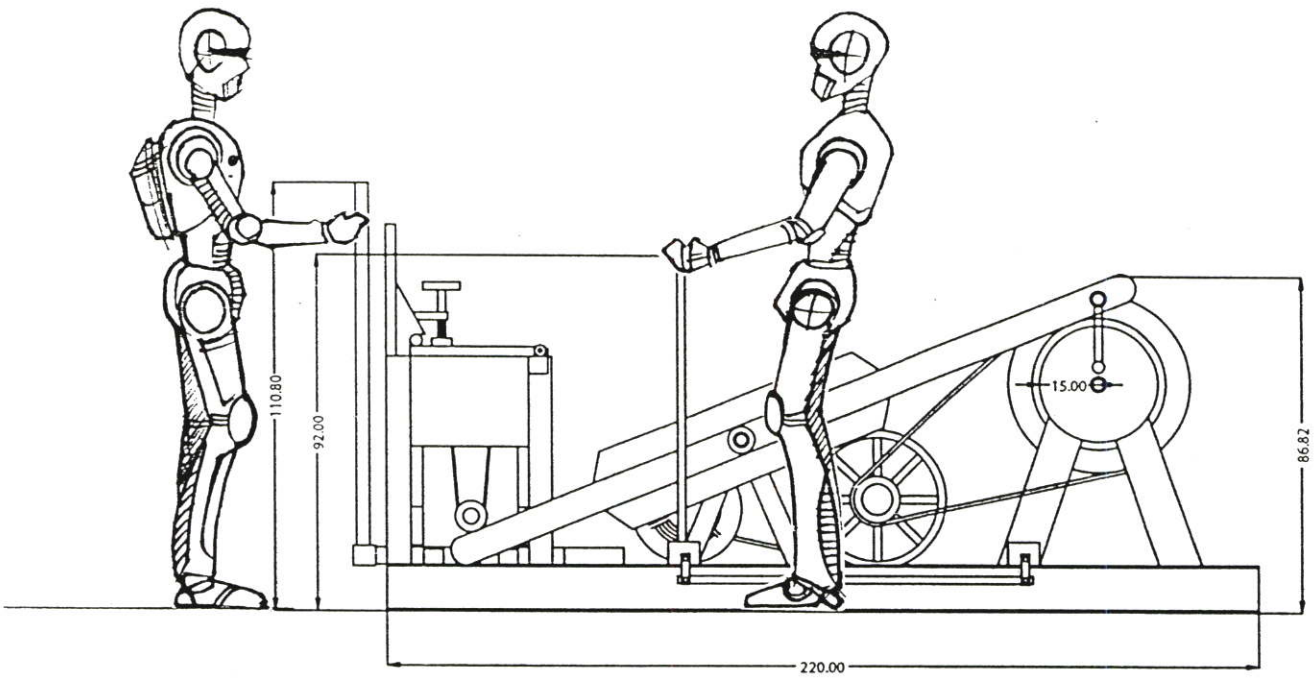
.....

การดัดแปลงต้องสามารถนำไปดัดแปลงให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ไม่ยุ่งยาก

☐ เหมาะสม ☐ ไม่เหมาะสม

หัวข้อที่ 5. ความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนมนุษย์

รายละเอียด



ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนมนุษย์

☐ เหมาะสม ☐ ไม่เหมาะสม

หัวข้อที่ 6. ไม่มีปัญหาทางด้านลิขสิทธิ์ต่างๆ

รายละเอียด

1. ในการนำเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์มาทำการพัฒนาดัดแปลงเพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งานนั้นไม่มีปัญหาทางด้านลิขสิทธิ์ต่างๆ

ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

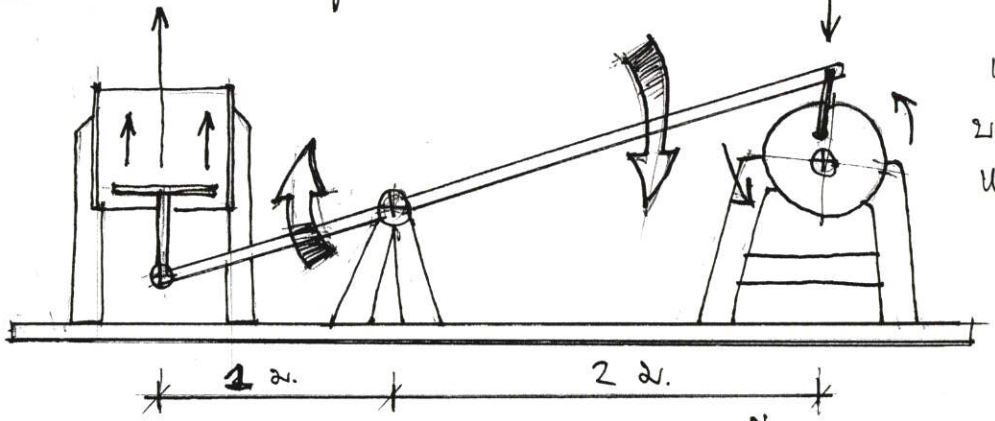
.....

.....

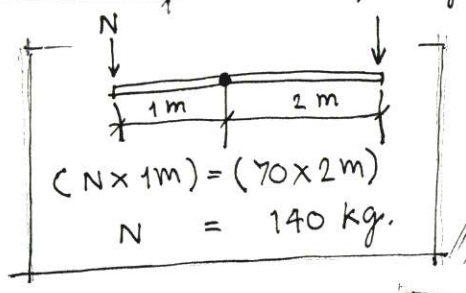
.....

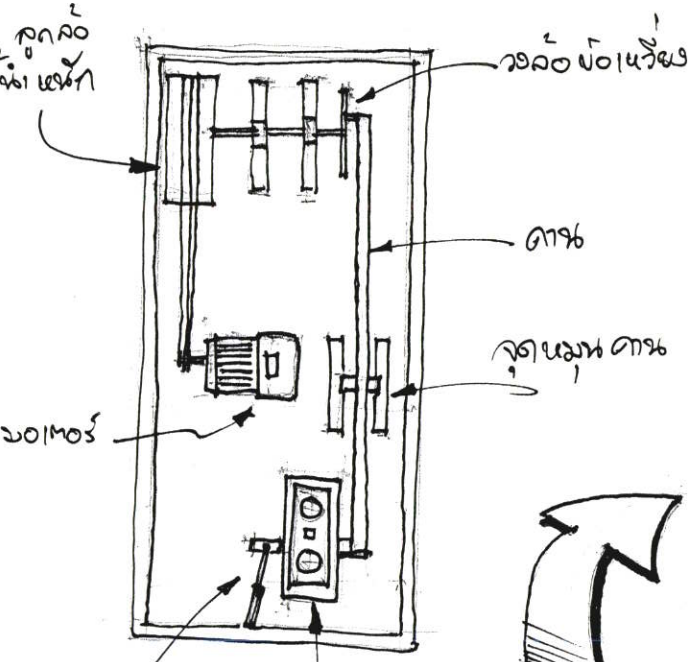
ไม่มีปัญหาทางด้านลิขสิทธิ์ต่างๆ

☐ เหมาะสม ☐ ไม่เหมาะสม

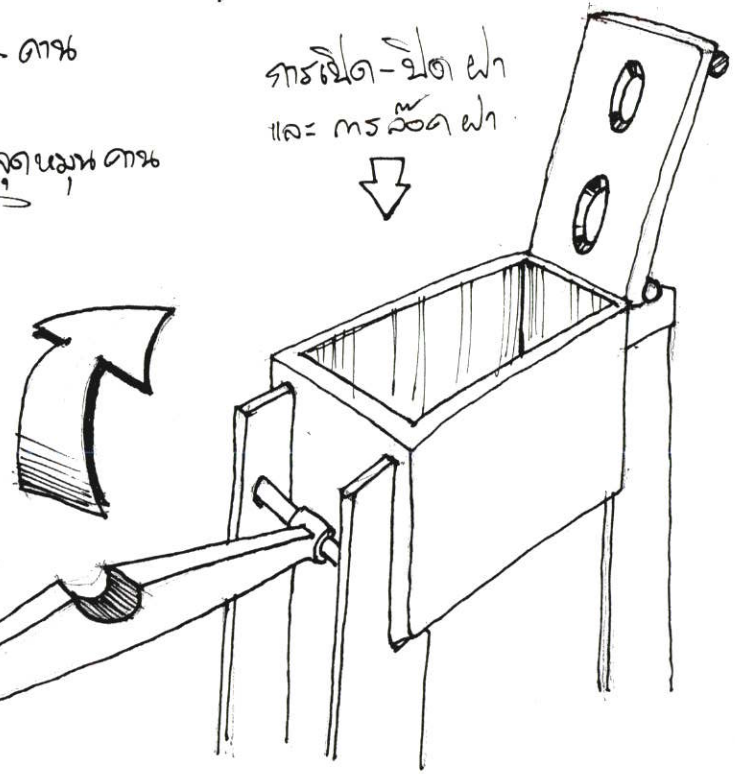


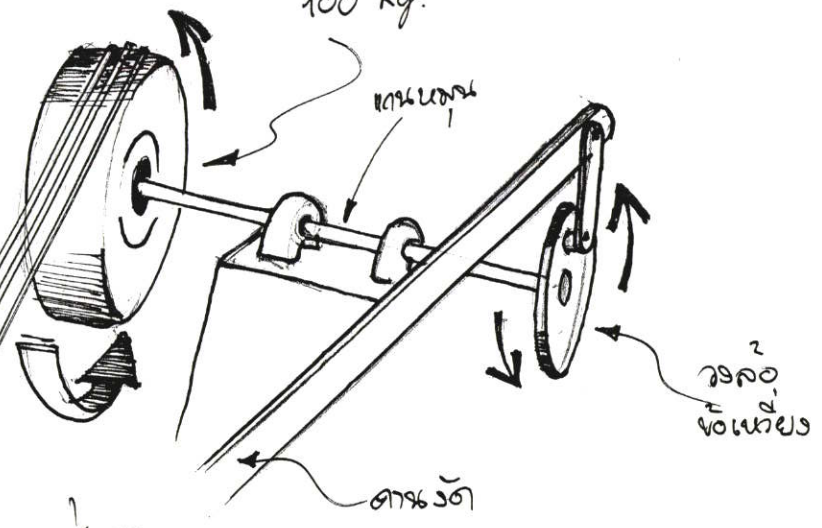
แรงที่ใช้ในการอัดบล็อกดินซีเมนต์ หาได้จากสูตรนี้



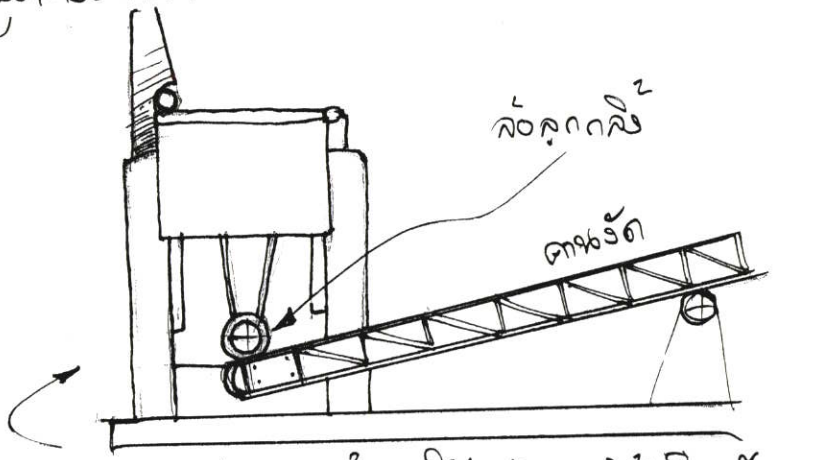


การเปิด-ปิดฝา และการล็อคฝา





สายพานส่งแรงจากมอเตอร์ไฟฟ้า



ในการอัดแม่พิมพ์ขึ้นอัดใช้ ล้อลูกกลิ้งเป็นตัวรองรับ คานอัด เพื่อลดความฝืด

Sketch Design. 96

"เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก"

ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

แบบบันทึกอัตราการผลิตบล็อกดินซีเมนต์

เพื่อใช้ประกอบการทำวิจัย

การวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

สถานที่ทำแบบบันทึกอัตราการผลิต.....

ชื่อผู้ทำแบบประเมิน.....

วันที่ทำแบบประเมิน.....

จำนวนครั้งที่ทำการผลิต 20 ครั้ง / ครั้งละ 1 ชั่วโมง

ครั้งที่	จำนวนบล็อกที่ผลิตได้ในเวลา 1 ชั่วโมง	ครั้งที่	จำนวนบล็อกที่ผลิตได้ในเวลา 1 ชั่วโมง
1.		11.	
2.		12.	
3.		13.	
4.		14.	
5.		15.	
6.		16.	
7.		17.	
8.		18.	
9.		19.	
10.		20.	

หมายเหตุ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบบันทึกการทดสอบคุณภาพบล็อกดินซีเมนต์

เพื่อใช้ประกอบการทำวิจัย

การวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

สถานที่ทำแบบบันทึกการทดสอบคุณภาพบล็อกดินซีเมนต์

.....

ชื่อผู้ทำแบบประเมิน.....

วันที่ทำแบบประเมิน.....

ก้อนที่	รายการทดสอบ	
	ค่าความต้านทานแรงอัด (เมกะพาสคัล) จำนวน 5 ก้อน	ค่าการดูดกลืนน้ำ (กก./ลบ.ม) จำนวน 5 ก้อน
1		
2		
3		
4		
5		
ค่าเฉลี่ย		

หมายเหตุ.....

.....

.....

.....

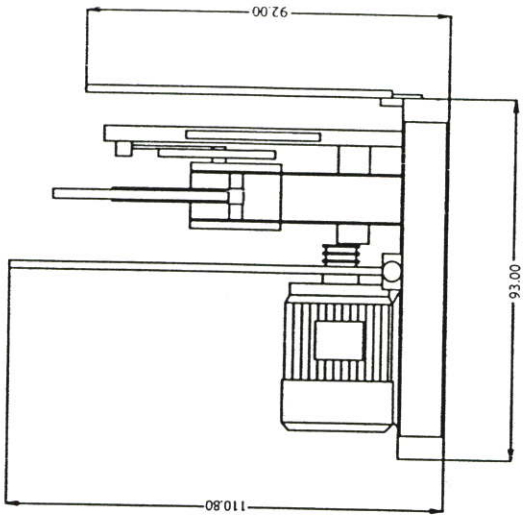
.....

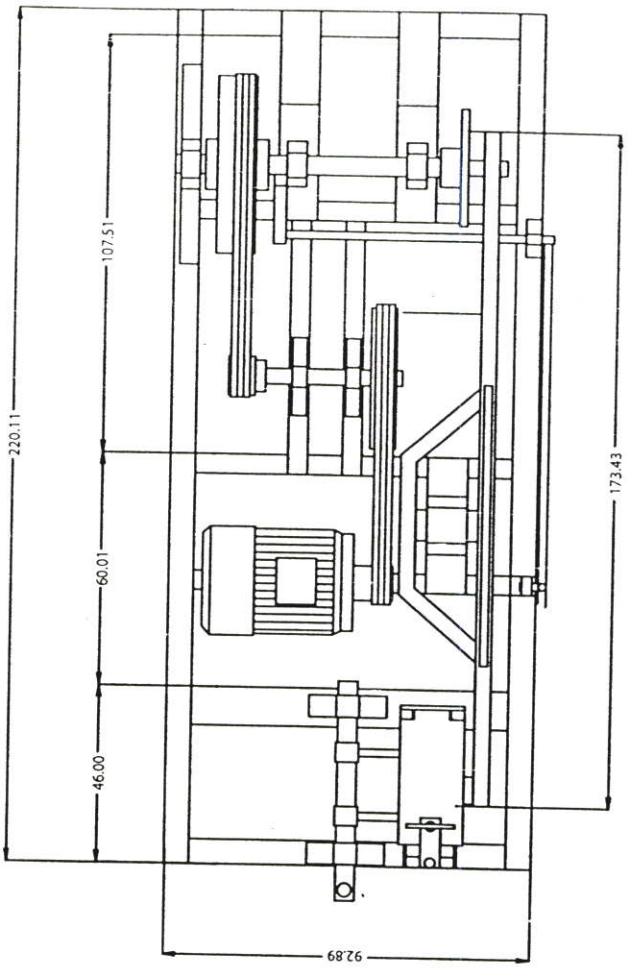
.....

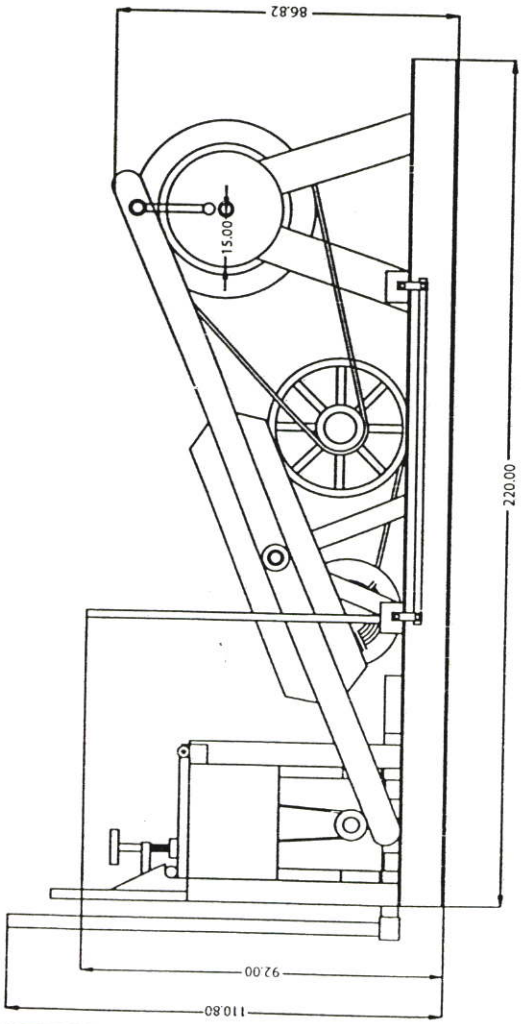
.....

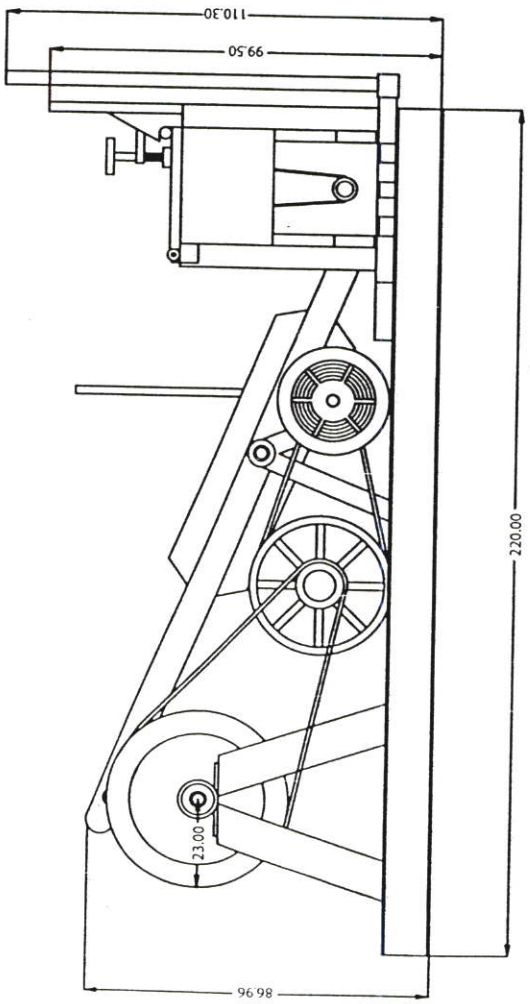
.....

ภาคผนวก ข เขียนแบบเพื่อการผลิต


92.00
93.00
110.80

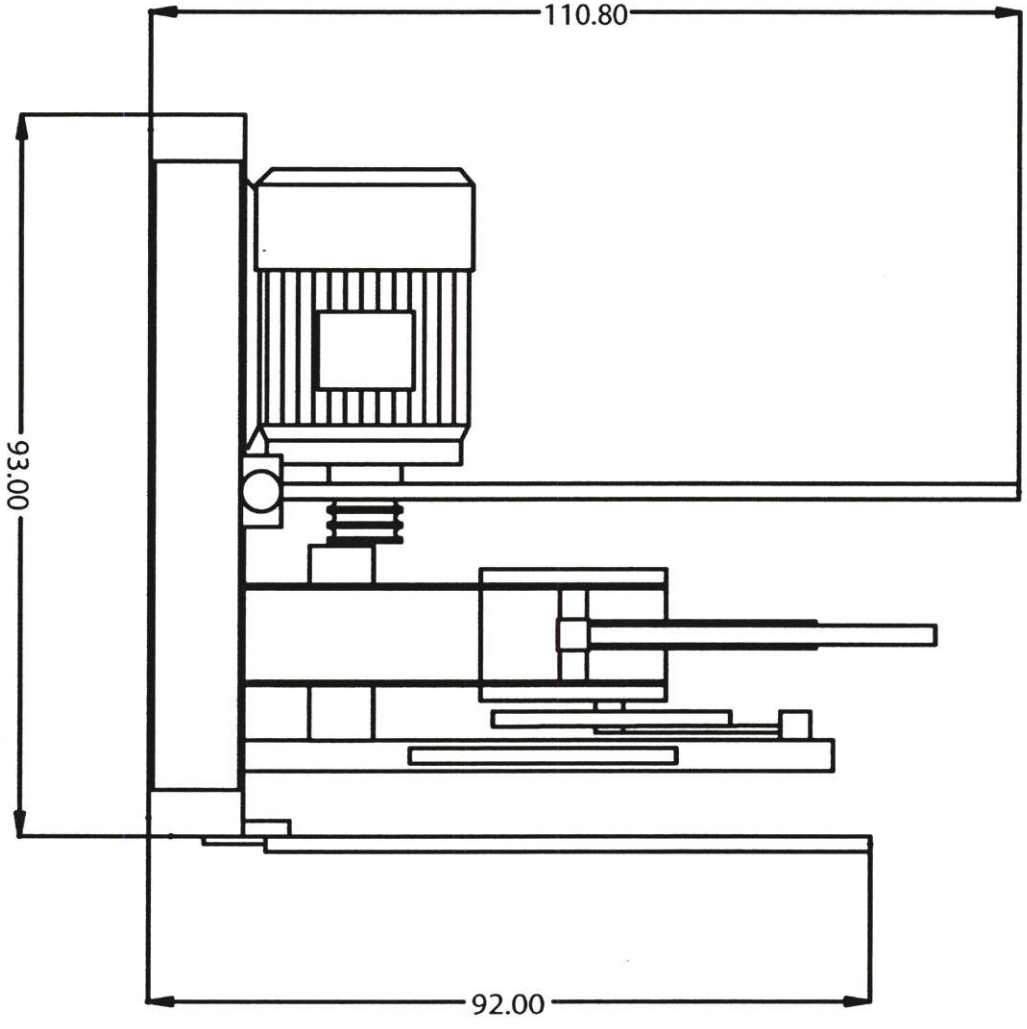

220.11
107.51
60.01
46.00
173.43
92.89

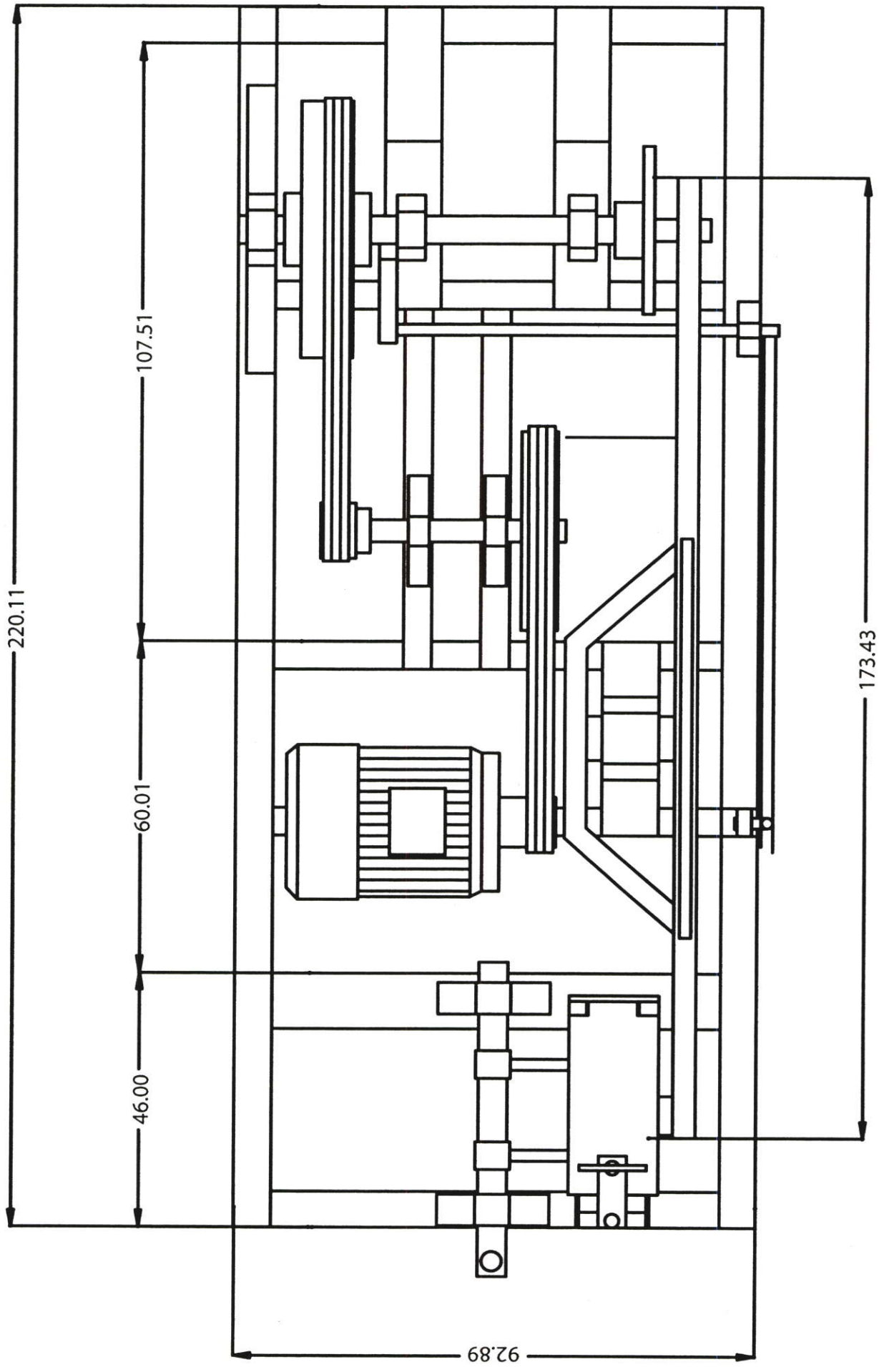

86.82
15.00
220.00
92.00
110.80


110.30
99.50
220.00
23.00
86.96

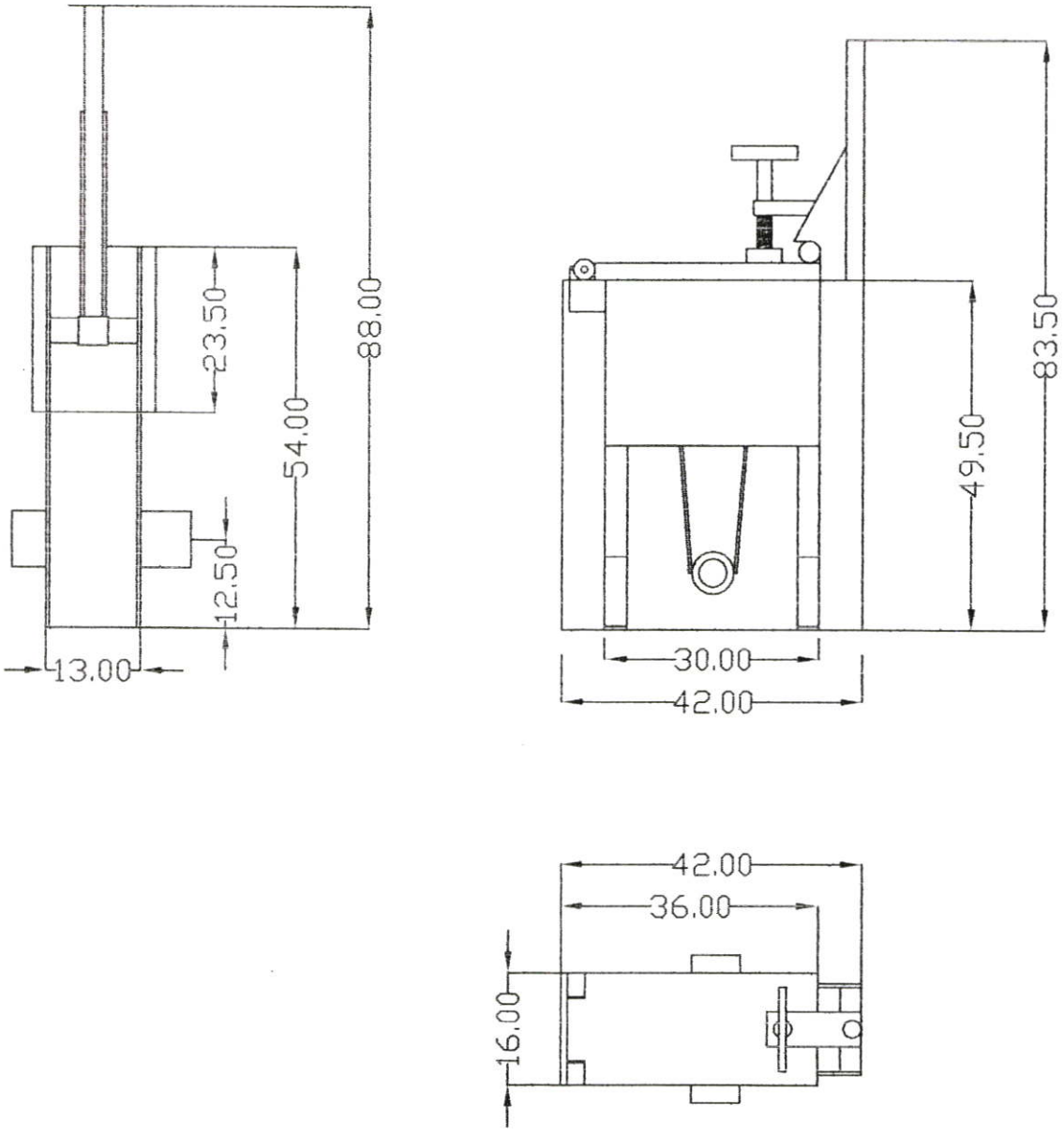
86.82
15.00
220.00
92.00
110.80

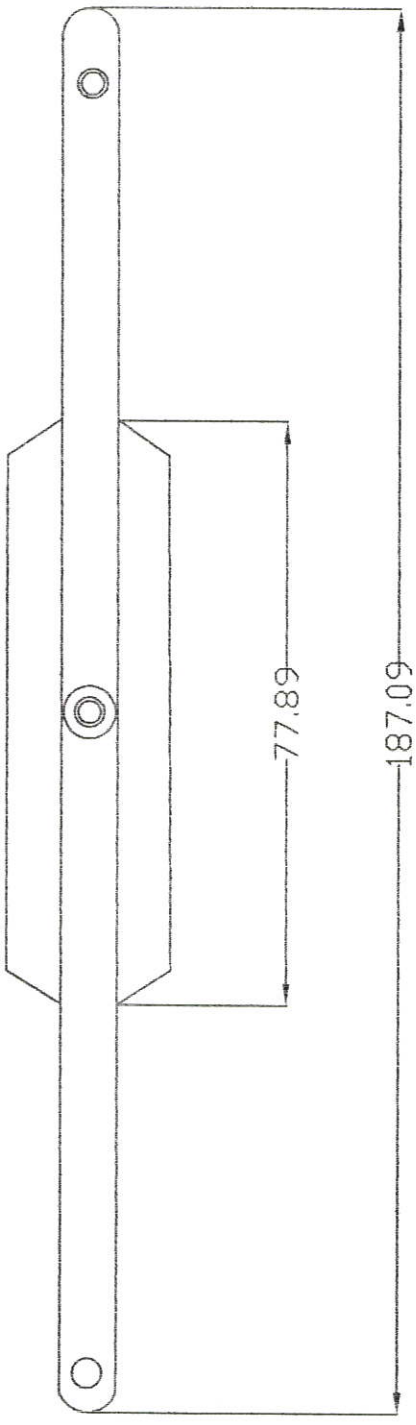
110.30
99.50
220.00
23.00
86.96


110.80
93.00
92.00

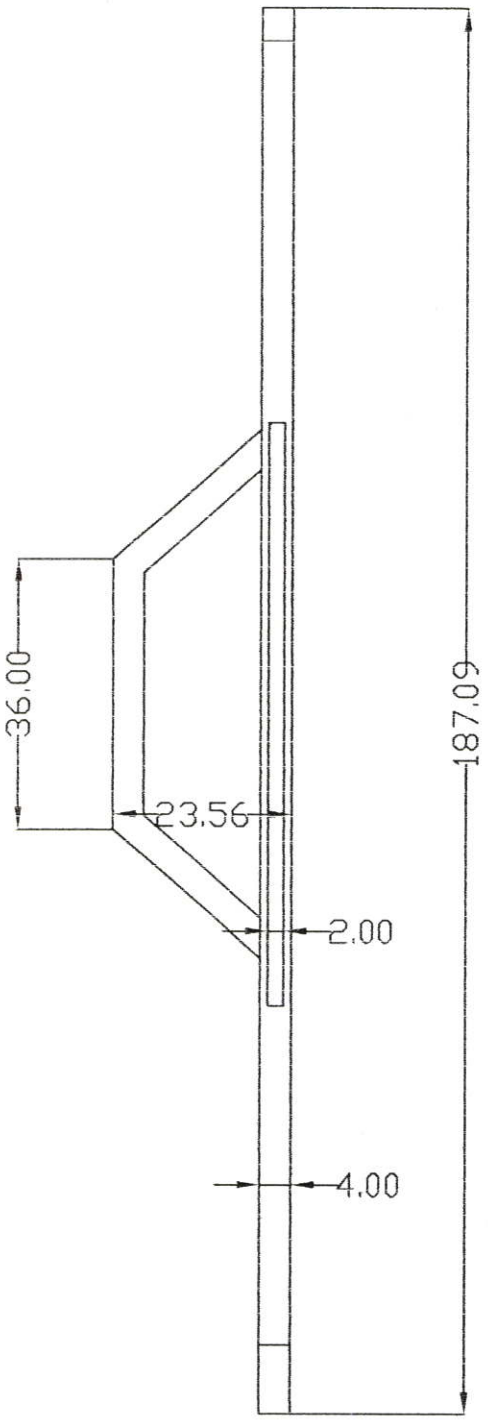

220.11
107.51
60.01
46.00
173.43
92.89

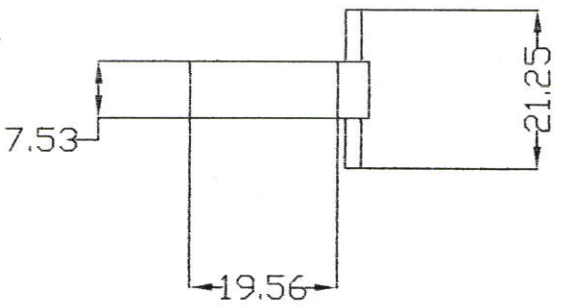
(1)



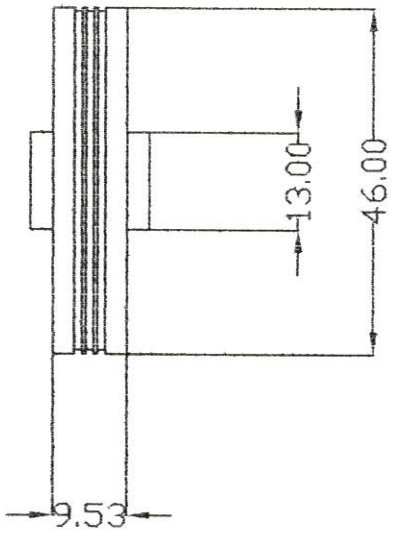


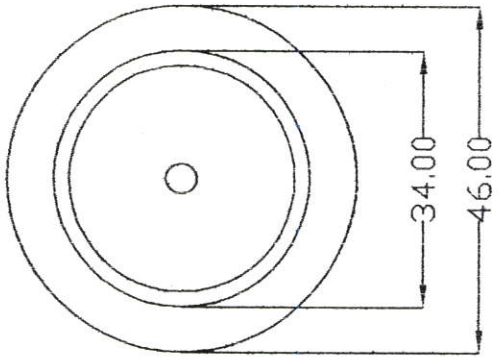
(2)

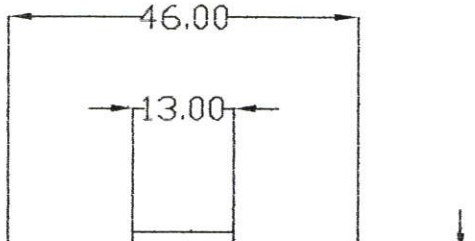




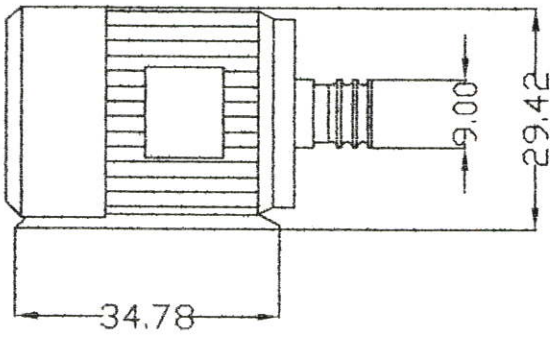
(3)

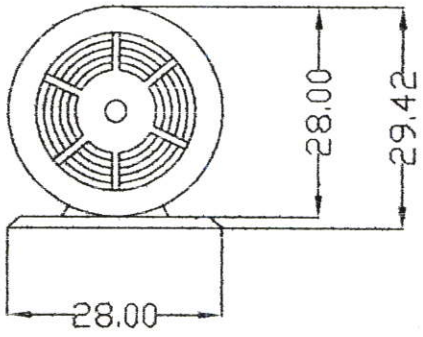


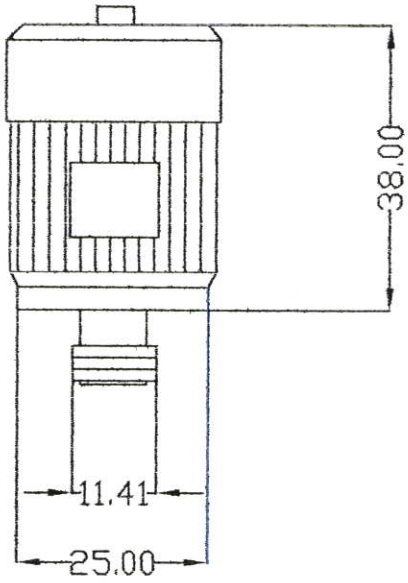




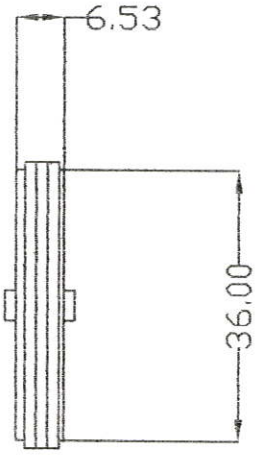
(4)

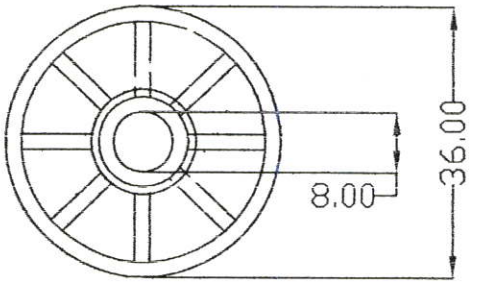


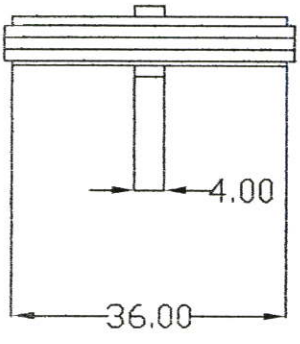


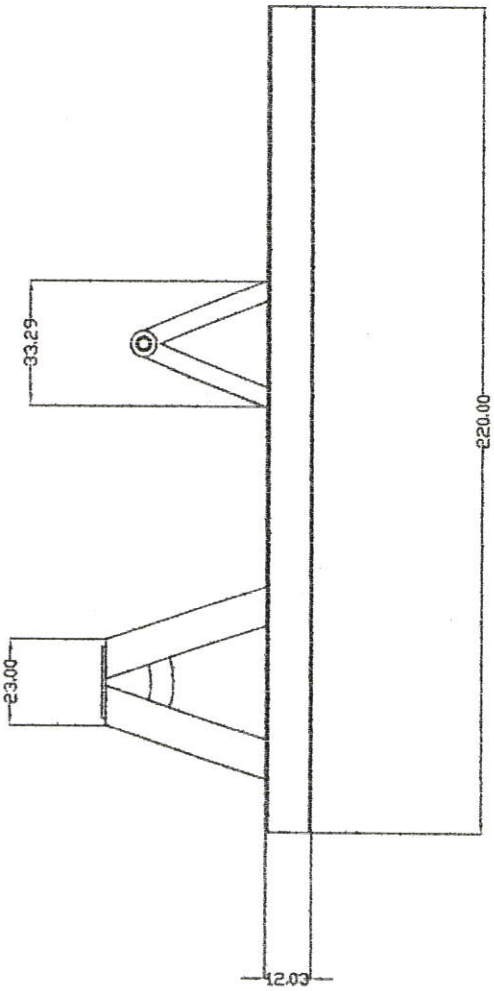


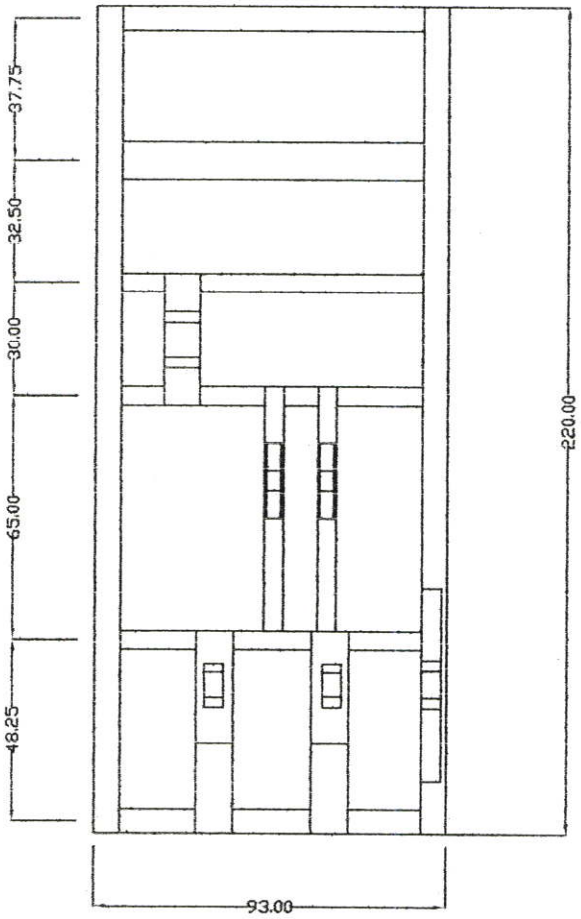
(5)

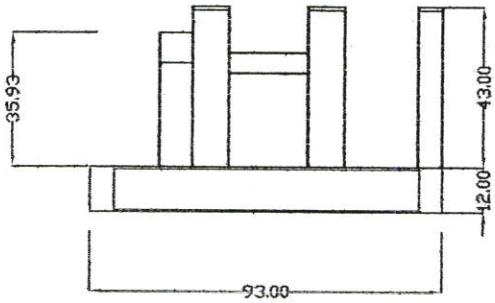







33.29
220.00
23.00
12.03

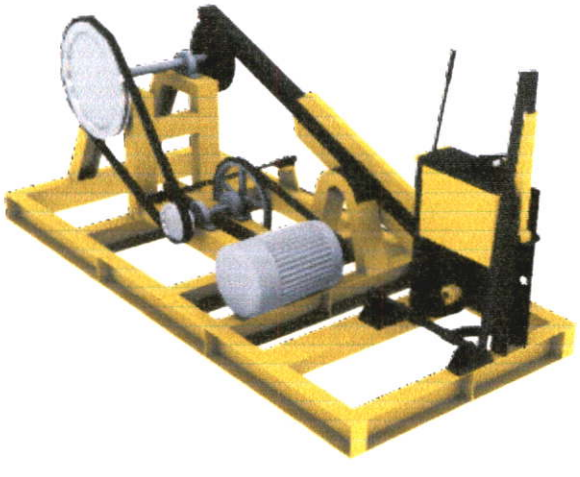

37.75
32.50
30.00
65.00
48.25
220.00
93.00


35.93
43.00
12.00
93.00

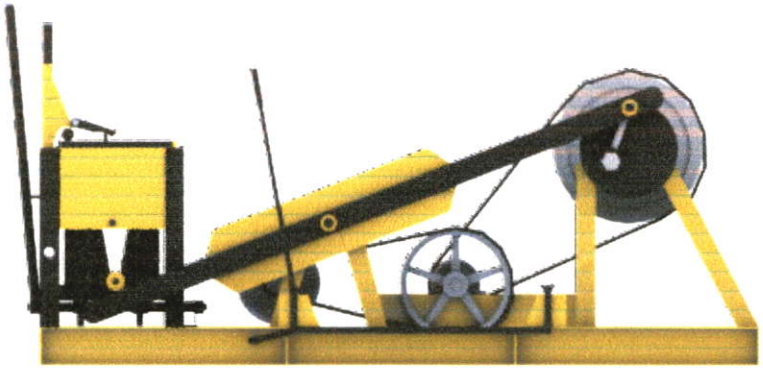
ชิ้นที่	รายการ	ขนาด กว้าง X ยาว X สูง (ซม.)	วัสดุ
6	โครงสร้างฐานเครื่อง	93 X 220 X12.03	เหล็กรูปพรรณคาร์บอนสูง
5	มู่เล่ 14 นิ้ว	36 X 36 X6.53	เหล็กหล่อคาร์บอนปานกลาง
4	มอเตอร์ไฟฟ้า 7.5 แรงม้า 3 เฟส ขนาด 220 โวลต์	28 X 38 X29.42	โครงสร้างเหล็กหล่อ
3	ลูกล้อน้ำหนัก	46 X 46 X9.53	เหล็กหล่อคาร์บอนต่ำ
2	คานงัดส่งแรง	23.56 X 187.09 X21.25	เหล็กรูปพรรณคาร์บอนสูง
1	ห้องอัดแม่พิมพ์	16 X 42 X83.50	เหล็กหล่อคาร์บอนสูง

ภาคผนวก ค ภาพผลงาน

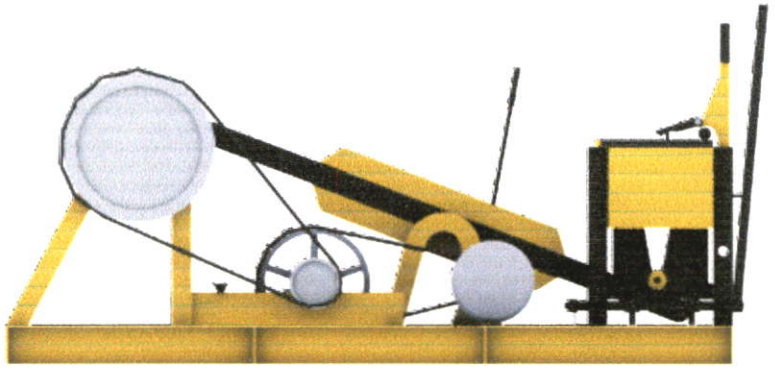
ภาพที่ ค.1 ภาพจำลองเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก



ภาพที่ ค.2 ภาพจำลองเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก



ภาพที่ ค.3 ภาพจำลองเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก



ภาพที่ ค.4 ภาพจำลองเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

ภาพที่ ค.5 เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

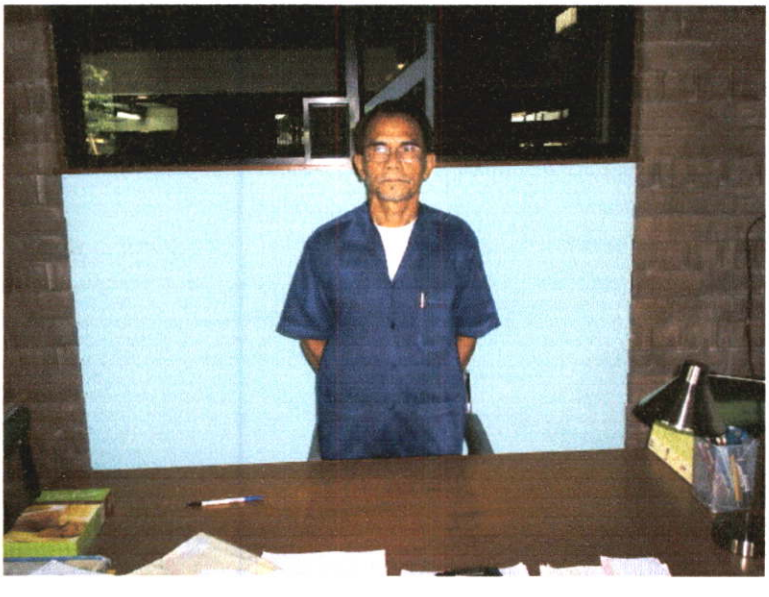
ภาพที่ ค.6 เครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก

ภาคผนวก ง ภาพจากการสำรวจข้อมูล

ภาพที่ ง.1 สถานที่เก็บข้อมูลการวิจัย

ภาพที่ ง.2 ผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัย นายวิทยา วุฒิจำนงค์

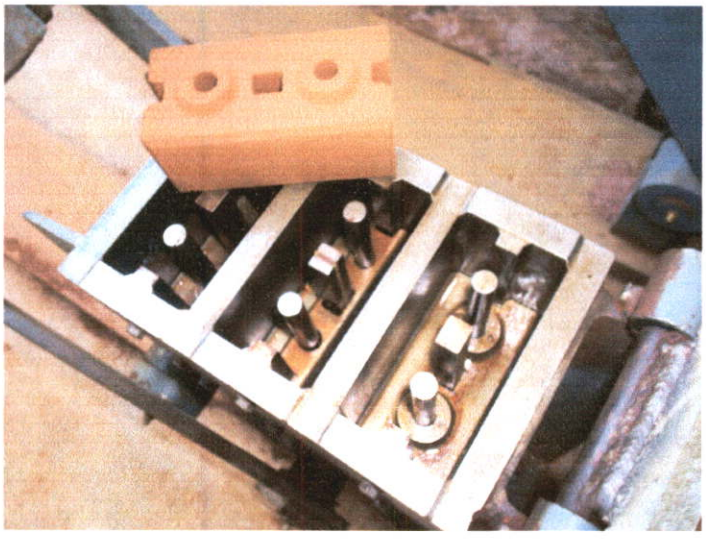
ภาพที่ ง.3 ผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัย นายพิชิต เจนบรรจง



ภาพที่ ง.4 ผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัย นายนรา รัตนวงค์

ภาพที่ ง.5 การสำรวจข้อมูลบล็อกดินซีเมนต์

ภาพที่ ง.6 การสำรวจข้อมูลบล็อกดินซีเมนต์



ภาพที่ ง.7 การสำรวจข้อมูลบล็อกดินซีเมนต์และเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์

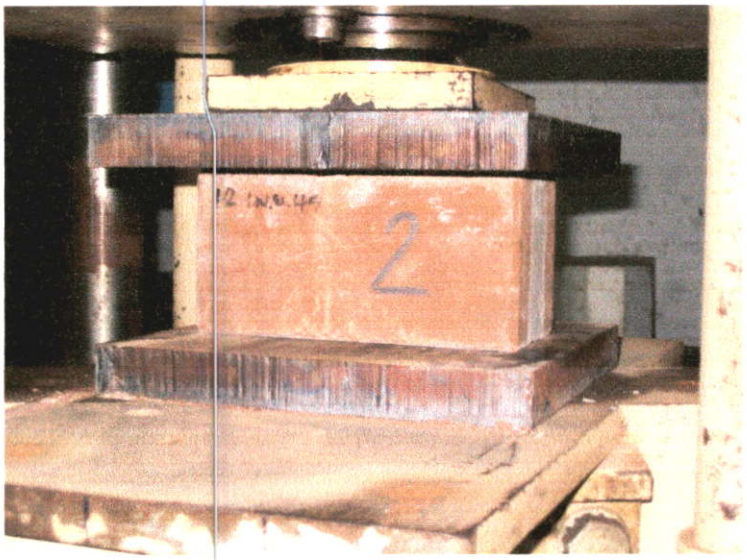
ภาพที่ ง.8 การสำรวจข้อมูลบล็อกดินซีเมนต์

ภาพที่ ง.9 การสำรวจข้อมูลบล็อกดินซีเมนต์

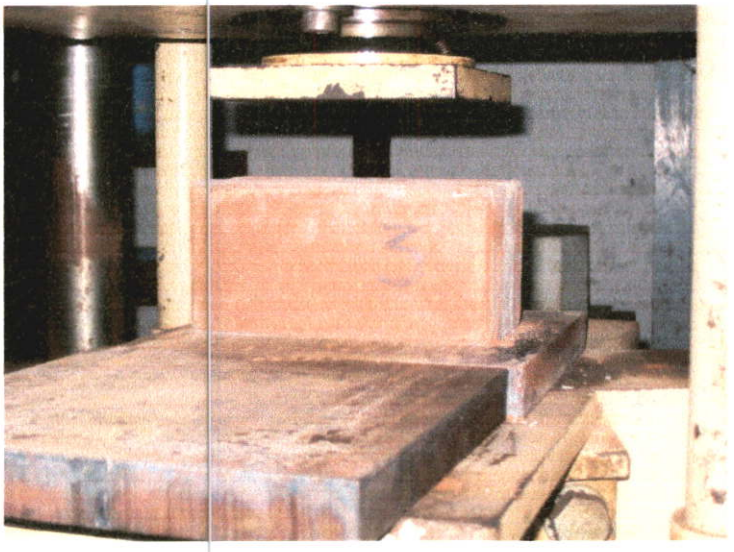
ภาพที่ ง.10 การสำรวจข้อมูลบล็อกดินซีเมนต์

ภาพที่ ง.11 การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการหยดน้ำปูน

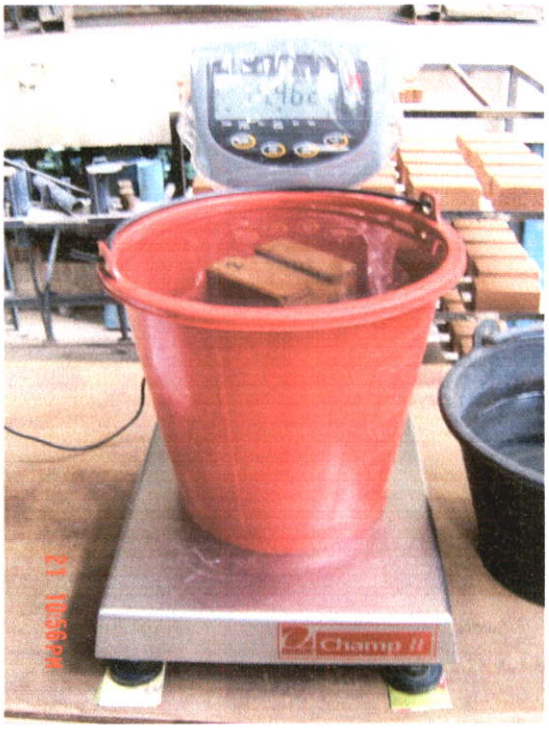
ภาพที่ ง.12 การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการหยดน้ำปูน



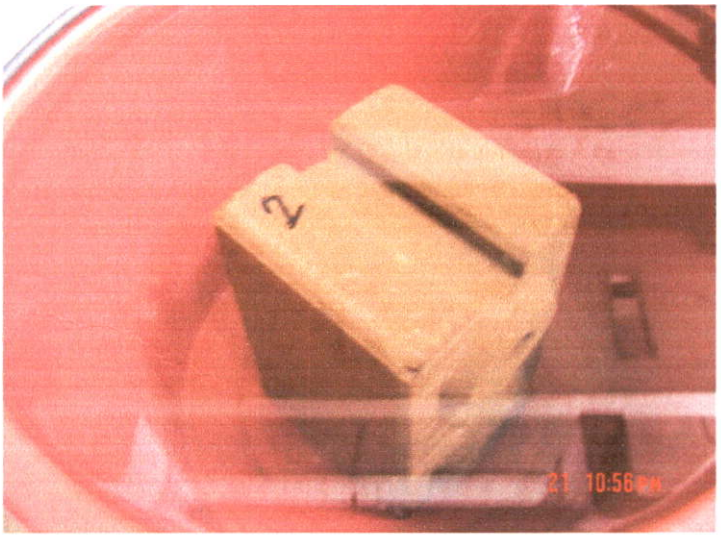
ภาพที่ ง.13 การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการเข้าเครื่องกดอัด



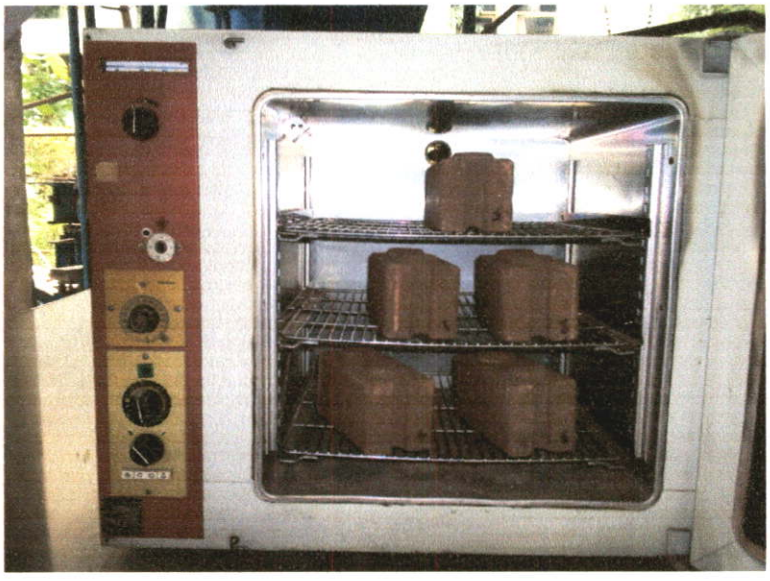
ภาพที่ ง.14 การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการเข้าเครื่องกดอัด



ภาพที่ ง.15 การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการชั่งนน.เปียก



ภาพที่ ง.16 การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการชั่งนน.เปียก



ภาพที่ ง.17 การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการเข้าเตาอบแห้ง

ภาพที่ ง.18 การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการเข้าเตาอบแห้ง

ภาพที่ ง.19 การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการชั่งนน.แห้ง

ภาพที่ ง.20 การทดสอบมาตรฐาน ขั้นตอนการชั่งนน.แห้ง

ภาคผนวก จ หนังสือราชการ

ที่ วว 5101/4039

วท.

14 สิงหาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเข้าร่วมอบรม/สาธิตการผลิตบล็อกประสาน วท.

เรียน นายประมุข มุมมีลป์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แผ่นพับกำหนดการอบรม จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) โดยฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท (ฝถท.) จะจัดอบรม/สาธิตการผลิตบล็อกประสาน วท. เรื่อง "เทคโนโลยีบล็อกประสาน วท. เพื่อธุรกิจชุมชน และอุตสาหกรรมขนาดย่อม" ในวันจันทร์ที่ 9 กันยายน 2545 เวลา 08.30-16.30 น. ณ ห้องประชุม 4 อาคาร 1 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) 196 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กทม. 10900 รายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท (ฝถท.) มีความยินดีขอเรียนเชิญท่าน หรือผู้แทนเข้าร่วมอบรม/สาธิตการผลิตบล็อกประสาน วท. ดังกำหนด วัน เวลา และสถานที่ระบุข้างต้น กรุณาตอบรับในแผ่นพับและส่งกลับมายัง วท. หรือแจ้งทางโทรสารหมายเลข 0-2579-1121-30 ต่อ 4107, 0-2561-4771 ก่อนวันอบรมฯ 3 วัน จักขอบคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายโกวิทย์ ยันตศาสตร์)
ผู้อำนวยการฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท

ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท
โทร. 579 1121-30 ต่อ 4109 (โกวิทย์)
โทรสาร 561-4771

ที่ วท 5201/0508

วว.

31 มกราคม 2546

เรื่อง การติดตามประเมินผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีบล็อกประสาน วว.

เรียน นายปธานุช บุญศิลปี

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1) แบบสอบถาม จำนวน 1 ชุด
2) เอกสารบริการทดสอบดินเบื้องต้น จำนวน 1 แผ่น

ตามที่ท่านได้เข้ารับการฝึกอบรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีบล็อกประสาน วว. ในปี พ.ศ. 2544 หรือ 2545 ที่ผ่านมานั้น สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ประสงค์จะขอทราบว่าท่านได้นำความรู้จากการเข้ารับการฝึกอบรมดังกล่าว ไปทำการผลิตบล็อกประสานเพื่อใช้ส่วนตัวหรือประกอบอาชีพหรือไม่ ดังนั้น กรุณาตอบแบบสอบถามและส่งกลับ วว. เพื่อ วว. จะได้นำข้อมูลมาประเมินผลการดำเนินงานถ่ายทอดเทคโนโลยีบล็อกประสาน วว. ว่าได้เกิดการขยายผลมากหรือน้อยและจะประเมินผลถึงการใช้วัสดุท้องถิ่น รายได้ การพัฒนาชนบท รวมทั้งเศรษฐกิจชุมชนในระดับตำบลและอำเภอของแต่ละจังหวัดที่ วว. ได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีบล็อกประสาน วว.

วว. โดยฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท หวังเป็นอย่างยิ่งในความร่วมมือตอบแบบสอบถามและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายโกวิทย์ ยันตศาสตร์)
ผู้อำนวยการฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท

ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท
โทร. 0 2579 1121-30 ต่อ 4109 (โกวิทย์)
โทรสาร 0 2561 4771
Email : tistr@tistr.or.th

ที่ ศธ 0524.04 / 4305

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๔ กันยายน 2548

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัย

เรียน นายวิทยา วุฒิจำนงค์

ด้วย นายประมุข บุญศิลป์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก" โดยมี ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ความรู้ในการทำวิจัยของนายประมุข บุญศิลป์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

48

ที่ ศธ 0524.04 / **4305**

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๕ กันยายน 2548

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัย

เรียน นายพิชิต เจนบรรจง

ด้วย นายประมุข บุญศิลป์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดบล๊อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก" โดยมี ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ความรู้ในการทำวิจัยของนายประมุข บุญศิลป์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

พยพิชิต เจนบรรจง
ได้รับ แบบประเมินแบบเครื่องอัดบล๊อกซีเมนต์
เรียบร้อยแล้ว

ที่ ศธ 0524.04 / **4305**

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๕ กันยายน 2548

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัย

เรียน นายนรา รัตนวงค์

ด้วย นายประมุข บุญศิลป์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดบล็อกดินซีเมนต์โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก" โดยมี ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ความรู้ในการทำวิจัยของนายประมุข บุญศิลป์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

ได้รับเอกสารแล้ว
(นรา รัตนวงค์)

ที่ ศธ 0524.04/ **1630**

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๐ เมษายน 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทดสอบตัวอย่างบล็อกดินซีเมนต์และขอความอนุเคราะห์ขอใช้สถานที่และเครื่องมือในการทดสอบตัวอย่างบล็อกดินซีเมนต์เพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการฝ่ายเผยแพร่ความรู้ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
(นายวิทยา วุฒิจำนงค์)

ด้วย นายประมุข บุญศิลป์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดบล๊อกดินซีเมนต์ โดยใช้เทคนิคเชิงกลไก" โดยมี ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวและขอใช้สถานที่และเครื่องมือในการทดสอบตัวอย่างบล็อกดินซีเมนต์ เพื่อการวิจัย ของนายประมุข บุญศิลป์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

วว.

ที่ วท 5201/ / 563

/ 8 เมษายน 2549

เรื่อง ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดบล็อกประสาน

เรียน คุณประมุข บุญศิลป์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เอกสารแสดงชั้นคุณภาพของบล็อก และการใช้งานในแต่ละชั้นคุณภาพ จำนวน 1 ชุด

ตามที่ท่านได้ส่งตัวอย่างบล็อกประสานมาให้ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) โดยฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท (ฝถท.) ทำการทดสอบความต้านแรงอัดเมื่อวันที่ **18 เมษายน 2549** ผลการทดสอบได้ผลดังนี้

1. ความต้านแรงอัดเฉลี่ยจากพื้นที่รวม **10.6** เมกกะปาสกาล(MPa)
2. ความต้านแรงอัดของก้อนที่มีค่าต่ำสุด **9.0** เมกกะปาสกาล(MPa)

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างบล็อกประสานมีความต้านทานแรงอัดเทียบเท่ากับ **คอนกรีตบล็อก รับน้ำหนักประเภท ข** (รายละเอียดดังเอกสารแนบ)

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิทยา วุฒิจำนงค์)
ผู้อำนวยการฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท

ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท
โทร 0 2579 1121-30 ต่อ 4104(วิทยา)
โทรสาร 0 2561 4771
E-mail: blockprasan@yahoo.com
www.blockprasaninfo.com

ความกว้าง(ซม)	20.00	ความหนา(ซม)	10.0	ความยาว(ซม)	10.0	สัดส่วนความสูงต่อความกว้าง	1.00
แรงกด(กก)	ต้านแรงอัดแห้งสูง2.5	ต้านแรงอัดจริง				แฟคเตอร์แก้ความสูง	0.66
26800	13.14	8.68	88.5			1.50	0.86
34100	16.72	11.05	112.6			2.00	1.00
27600	13.53	8.94	91.2			2.50	1.11
37200	18.24	12.05	122.9			3.00	1.20
31300	15.35	10.14	103.4				
	Ave	10.17	103.7				
	min	8.68	88.5				
			ksc.				

ความกว้าง(ซม)	20.00	ความหนา(ซม)	10.0	ความยาว(ซม)	10.0	สัดส่วนความสูงต่อความกว้าง	1.00
แรงกด(กก)	ต้านแรงอัดแห้งสูง2.5	ต้านแรงอัดจริง				แฟคเตอร์แก้ความสูง	0.66
26800	13.14	8.68	9.0			1.50	0.86
34100	16.72	11.05	11.5			2.00	1.00
27600	13.53	8.94	9.3			2.50	1.11
37200	18.24	12.05	12.5			3.00	1.20
31300	15.35	10.14	10.5				
	Ave	10.17	10.6				
	min	8.68	9.0				
			MPA				

วว.

ที่ วท 5201/1634

24 เมษายน 2549

เรื่อง ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำบล็อกประสาน

เรียน คุณประมุข บุญศิลป์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เอกสารแสดงชั้นคุณภาพของบล็อก และการใช้งานในแต่ละชั้นคุณภาพ จำนวน 1 ชุด

ตามที่ท่านได้ส่งตัวอย่างบล็อกประสานมาให้ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) โดยฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท (ฝถท.) ทำการทดสอบค่าการดูดซึมน้ำตัวอย่างบล็อกประสาน เมื่อวันที่ **24 เมษายน 2549** ผลการทดสอบได้ผลดังนี้:

1.ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ย	**158**	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
2.ค่าความหนาแน่นแห้งเฉลี่ย	**2,074**	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างบล็อกประสาน มีค่าการดูดซึมน้ำเทียบเท่ากับ **คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักประเภท ก** (รายละเอียดดังเอกสารแนบ)

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิทยา วุฒิจำนงค์)
ผู้อำนวยการฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท

ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท
โทร 0 2579 1121-30 ต่อ 4104(วิทยา)
โทรสาร 0 2561 4771
E-mail: blockprasan@yahoo.com
www.blockprasaninfo.com

วว.

ที่ วท 5201/ 1633

24 เมษายน 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญและขอความอนุเคราะห์ขอใช้สถานที่และเครื่องมือในการทดสอบตัวอย่างบล็อกดินซีเมนต์เพื่อการวิจัย

เรียน คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อ้างถึง หนังสือคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ ศธ 0524.04/1630 ลงวันที่ 20 เมษายน 2549

ตามหนังสืออ้างถึง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทดสอบตัวอย่างบล็อกดินซีเมนต์และขอความอนุเคราะห์ขอใช้สถานที่และเครื่องมือในการทดสอบตัวอย่างบล็อกดินซีเมนต์เพื่อการวิจัยของ นายประมุข บุญศิลป์ ความละเอียดทราบแล้ว นั้น

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท (ฝถท.) ขอเรียนว่า ยินดีให้ความร่วมมือในเรื่องดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิทยา วุฒิจำนงค์)
ผู้อำนวยการฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท

ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท
โทร. 0 2579 1121-30 ต่อ 4104 (วิทยาฯ)
โทรสาร 0 2567 4771
E-mail: blockprasan@yahoo.com
www.blockprasaninfo.com

ตารางที่ 2 มาตรฐานการแบ่งชั้นคุณภาพของบล็อกประสานตามความต้านแรงอัดและการดูดซึมน้ำ (มอก.57-2530, มอก.58-2530)

ชั้นคุณภาพ		ความต้านแรงอัดต่ำสุด (เมกะพาสคัล)				การดูดซึมน้ำสูงสุด (กก./ลบ.ม.)					
		เฉลี่ยจากพื้นที่รวม		เฉลี่ยจากพื้นที่สุทธิ							
		ค่าเฉลี่ยจากบล็อก 5 ก้อน	ค่าต่ำสุดใน 5 ก้อน	ค่าเฉลี่ยจากบล็อก 5 ก้อน	ค่าต่ำสุดใน 5 ก้อน						
รับน้ำหนัก	ก	7.0	5.5	14	11	240	224	208	192	176	160
	ข	7.0	5.5			288	272	256	240	224	208
	ค	5.0	4.0								
ไม่รับน้ำหนัก		2.5	2.0								
ความหนาแน่นแห้งของบล็อก (กก./ลบ.ม.)						≤1,680	1,681 ถึง 1,760	1,761 ถึง 1,840	1,841 ถึง 1,920	1,921 ถึง 2,000	>2,000

ตารางที่ 2 ข้อกำหนดในการใช้งานบล็อกในแต่ละชั้นคุณภาพ (มอก.57-2530, มอก.58-2530)

การรับน้ำหนัก	ลักษณะของผนัง	ฉาบปูนป้องกันผิว	ไม่ฉาบผิว
ผนังรับน้ำหนัก	ผนังฐานราก และผนังชั้นฐาน	ก และ ข	ก[1)]
	ผนังภายนอก (เหนือระดับดิน)	ก, ข และ ค	ก[1)]
	ผนังภายใน	ก, ข และ ค	ก, ข และ ค
ผนังไม่รับน้ำหนัก	ผนังภายนอก (เหนือระดับดิน)	ทุกชั้นคุณภาพ[2)]	ก[1)]
	ผนังภายใน	ทุกชั้นคุณภาพ[2)]	ทุกชั้นคุณภาพ[2)]

หมายเหตุ [1)] ควรทาผิวด้านนอกด้วยน้ำยากันซึม

[2)] ทุกชั้นคุณภาพ หมายถึง คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักชั้นคุณภาพ ก, ข และ ค และคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

บล็อกคุณภาพ ก มีความแข็งแรงเป็นพิเศษสามารถทนการกัดกร่อนของน้ำได้ดี ใช้ก่อสร้างได้แม้ในส่วนที่อยู่ใต้ดินหรือที่เปียกชื้น แต่เพื่อความสวยงามในการใช้งานผนังภายนอกที่เปียกชื้น และโดนแสงแดดควรทำการป้องกันตะไคร่น้ำเกาะเป็นคราบดำ โดยการทาน้ำยากันซึมหรือฉาบผิว ผนังภายในที่เปียกชื้นแต่ไม่โดนแสงแดด เช่นห้องน้ำ ไม่จำเป็นต้องทำการป้องกันผิว

บล็อกคุณภาพ ข มีความแข็งแรง สามารถทนการกัดกร่อนของน้ำได้ระดับหนึ่ง สามารถใช้งานเป็นโครงสร้างรับน้ำหนักได้ โดยการใช้งานเป็นโครงสร้างรับน้ำหนักในระดับฐานรากใต้ดิน หรือผนังภายนอกที่ไม่มีกันสาดป้องกันที่เพียงพอ และผนังที่ชื้นน้ำตลอดเวลาเช่นภาคใต้ หรือผนังห้องน้ำควรฉาบป้องกัน

บล็อกคุณภาพ ค มีความแข็งแรง สามารถทนการกัดกร่อนของน้ำได้ระดับหนึ่ง สามารถใช้งานเป็นโครงสร้างรับน้ำหนักได้ ยกเว้นโครงสร้างรับน้ำหนักในระดับฐานรากใต้ดินที่สัมผัสกับน้ำตลอดเวลา การใช้งานเป็นโครงสร้างผนังภายนอกที่ไม่มีกันสาดป้องกันที่เพียงพอ และผนังที่ชื้นน้ำตลอดเวลาเช่นภาคใต้ หรือผนังห้องน้ำควรฉาบป้องกัน

บล็อกประเภทไม่รับน้ำหนักจะไม่ทนต่อการกัดกร่อนของน้ำ ไม่ควรใช้ก่อสร้างเป็นโครงสร้างรับน้ำหนัก การใช้ผนังตกแต่งระดับฐานรากใต้ดินที่ผิวผนังสัมผัสกับดิน

การสร้างผนังบล็อกทุกชั้นคุณภาพบริเวณที่มีน้ำขังเช่นส่วนต่อกับระเบียง, พื้นชั้นล่างควรฉาบป้องกันการกัดเซาะหรือตะไคร่น้ำบริเวณ 2 แถวล่างสุด

แบบสอบถามข้อมูลเบื้องต้นบล็อกประสาน วว.

1. ชื่อโรงงาน กะปุ๋มบุญสิงห์ เบอร์โทรศัพท์ 06-6347002
   สถานที่ตั้ง ก.ลิ่นไทย เลขที่ไหม กทม. โทร ๐
   จำนวนการผลิต/จำหน่ายต่อเดือน ไม่จำกัดนะ ก้อน
2. ชนิดของเครื่องอัดบล็อก
   ☐ มือโยก ☐ ไฮดรอลิก ☐ เครื่องสั่น ☑ อื่นๆ เครื่องอัดบล็อก (ตัวเล็ก - ใหญ่)
3. ลักษณะของดอก
   ☐ ดอกกลม ☐ ดอกกากบาท ☑ ดอกกลมมีรู ☐ อื่นๆ.....
4. ขนาดก้อน
   ☐ 12.5 x 25 x 10 ☐ 15 x 30 x 10 ☑ 10 x 20 x 10 ☐ อื่นๆ.....
5. วัตถุดิบและส่วนผสม

วัตถุดิบ	น้ำ	ซีเมนต์	ดิน	หินฝุ่น	ทราย	อื่น ๆ.....	อื่น ๆ.....
สัดส่วน (ตัวอย่าง)	0.8	1	5	1	-	-	-
☐ โดยน้ำหนัก ☐ โดยปริมาตร		1	7				

ประเภทของปูน ☐ ปูนปอร์ตแลนด์ (โครงสร้าง) ตรา .....
☑ ปูนผสม (ก่อฉาบ) ตรา TPI

6. น้ำหนักโดยเฉลี่ย ..... กก/ก้อน
7. วิธีการบ่ม อบ 15 วัน 49 อายุการบ่มก่อนขาย ..... วัน
8. ราคาขายบล็อกประสานหน้าโรงงาน — บาท/ก้อน
9. วัน/เดือน/ปี ที่ผลิตบล็อกตัวอย่างที่ส่งมาทดสอบ 15 / มิ.ย. / 49

(ถ้าผ่านการทดสอบคุณภาพบล็อกแล้ว กรุณาส่งสำเนาใบรับรองการทดสอบมาที่ วว.เพื่อช่วยในการประชาสัมพันธ์แด่ผู้สนใจ)

11. มีบริการรับเหมาก่อสร้างหรือไม่ ☐ มี ☑ ไม่มี
12. ปัญหาเรื่องเครื่องอัด(ถ้ามี).....ชื่อผู้จำหน่าย.....
    ผู้จำหน่ายเครื่องอัดมีบริการหลังการขายหรือไม่ ☐ มี/พอใจ ☐ ไม่มี/ไม่พอใจ
13. ปัญหาที่ต้องการให้ วว. สนับสนุน/ข้อเสนอแนะ.....
.....

กรุณาส่ง

ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท (ฝถท.)
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
196 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นาย ประมุข บุญศิลป์
วัน เดือน ปีเกิด	14 เมษายน 2521
ภูมิลำเนา	กรุงเทพมหานครฯ
ที่อยู่	92/11-12 ซ.สายไหม6 ถ.สายไหม แขวงสายไหม เขตสายไหม กทม. 10220
ประวัติการศึกษา	ปี2537 สำเร็จการศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย
	ปี2540 สำเร็จการศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างเคหะภัณฑ์ คณะช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง
	ปี2542 สำเร็จการศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาเครื่องจักรกลงานไม้ คณะวิชาช่างอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	ปี2544 สำเร็จการศึกษา ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปะอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	ปี2549 สำเร็จการศึกษา ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง