รายงาน

Special Project

หัวข้อเรื่อง

บันไดสำเร็จรูปเฟอร์โรซิเมนต์

โดย

นายทรงวุฒิ ธรรมรัตนางกูร รหัส 2,1905

นายสมยศ อรรฆศิลป์ รหัส 2,1924

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.อำนวย พานิชกุลพงศ์

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา Special Project

ภาควิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

วันที่ 20 เมษายน 2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าอนุมัติ

ภาควิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง

.....

(อ.สุรัตน์ หวังเจริญ)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง

กรรมการวัดผลการดำเนินงาน ..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.อานาย พานิชกุลพงศ์)

..... กรรมการ

(อ.สุรัตน์ หวังเจริญ)

..... กรรมการ

(ผศ.ศิริวัฒน์ ไชยชนะ)

..... กรรมการ

(ดร.ศรีกริช หิรัญมาศ)

..... กรรมการ

(อ.เกษม อมันตกุล)

..... กรรมการ

(อ.ศิลป์ชัย จานสุวรรณ)

..... กรรมการ

(อ.สุพจน์ ศรีนิล)

8/5/33

..... กรรมการ

(อ.วิบูลย์ วุฒิญาณ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

..... กรรมการ
(อ.ภักดิ์ชัย สกาพุฒงษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ในปัจจุบันนี้ธุรกิจการก่อสร้างของประเทศไทย เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วมาก จนมีคำกล่าวว่าใน 2 ปีที่ผ่านมาเป็นปีทองของการก่อสร้าง และเมื่อธุรกิจก่อสร้างเจริญมากเช่นนี้ ทางผู้เกี่ยวข้องกับวงการนี้ก็พยายามที่จะนำวิธีการ หรือสิ่งใหม่ ๆ มาใช้ในงานก่อสร้างเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่มีอยู่

ในฐานะที่ข้าพเจ้าก็เป็นคนที่จะต้องเกี่ยวข้องวงการนี้อีกนาน จึงมีความคิดว่า สิ่งใดก็ตามที่เป็นสิ่งสำเร็จรูปน่าจะช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่มักเกิดขึ้นในขณะก่อสร้าง นอกจากช่วยแก้ปัญหาแล้ว ยังอาจช่วยให้ประหยัดขึ้นอีกด้วย เพราะในปัจจุบัน ก็เป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่าวัสดุก่อสร้างขาดแคลนหนักเข้าทุกที รวมทั้งค่าแรงคนงานก็สูงขึ้น ดังนั้นถ้าเรานำมาใช้วัสดุที่ทำสำเร็จจากโรงงานมาอาจช่วยแก้ปัญหานี้ได้ เพราะเราสามารถสั่งวัสดุที่จะใช้ทำให้เป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป แล้วเก็บไว้พร้อมที่จะใช้ได้ทันที นิยมกันการที่จะต้องสั่งวัสดุเพื่อมาทำในงานก่อสร้างทันที ซึ่งอาจต้องมีการสั่งล่วงหน้าหลายวันทำให้งานหยุดชะงัก ซึ่งจะยังผลให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นอีกมาก

ข้าพเจ้าจึงคิดเสนองานวิจัย "บันไดสำเร็จรูปเฟอร์โรซิเมนต์" นอกเหนือจากการคิดว่าจะประหยัดชิ้นส่วนสำเร็จรูปแล้ว ข้าพเจ้ายังคิดที่จะขยายการใช้งานของเฟอร์โรซิเมนต์ด้วย จึงนำความคิดทั้ง 2 นี้มาผนวกรวมกันเข้า

ท้ายนี้ก็หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ความตั้งใจของข้าพเจ้านี้คงเป็นประโยชน์ต่อวงการก่อสร้างบ้างไม่มากก็น้อย และข้าพเจ้ายังหวังว่าคงมีผู้ที่สนใจนำไปปรับปรุงในข้อบกพร่องที่ยังมีอยู่บ้างให้ใช้งานได้ดียิ่งขึ้นไปด้วย

ด้วยความเคารพ

นายสมยศ อรรฆศิลป์

นายทรงวุฒิ ธรรมรัตนางกูร

ภาควิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศคุณประการ

งานวิจัยชิ้นนี้จะไม่สำเร็จลงได้หากไม่ได้รับความกรุณาและคำแนะนำทางด้านข้อมูลที่มีประโยชน์ต่องานวิจัยชิ้นนี้ จึงขอขอบพระคุณ

-ดร. พิชัย นิมิตรยงสกุล จากคณะวิศวกรรมโครงสร้าง สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

-คุณ ลิเลีย จากศูนย์สารนิเทศเฟอร์โรซีเมนต์ระหว่างชาติ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

-อ.อำนวย พานิชกุลพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา

-และอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง

มา ณ ที่นี้

ด้วยความเคารพอย่างสูง

นายสมยศ อรรฆศิลป์

นายทรงวุฒิ ธรรมรัตนางกูร

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

คำนำ ..... ก
ประกาศคุณประการ ..... ข

บทที่ 1 บทนำ 1
บทที่ 2 ลักษณะและหน้าที่ของบันไดโดยทั่วไป 2
บทที่ 3 เฟอร์โรซีเมนต์ 21
บทที่ 4 ลักษณะของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป 26
บทที่ 5 การวิเคราะห์ทางทฤษฎีและการออกแบบโครงสร้าง 27
บทที่ 6 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต 33
บทที่ 7 การประกอบและการติดตั้งบันไดสำเร็จรูป 42
บทที่ 8 การทดสอบการรับน้ำหนัก 49
บทที่ 9 การเปรียบเทียบระหว่างบันไดสำเร็จรูปกับบันไดคอนกรีตเสริมเหล็ก 54
บทที่ 10 บทสรุป 57
บรรณานุกรม 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

การก่อสร้างจัดเป็นธุรกิจอุตสาหกรรม ที่มีกระบวนการผลิตต่าง ๆ มากมายหลายกระบวนการ และในแต่ละกระบวนการผลิตย่อมใช้กรรมวิธีและวัสดุที่เหมาะสมและเฉพาะตัวออกไป แต่หลักการทั่วไปของธุรกิจ คือการพยายามลดต้นทุนการผลิตลง ซึ่งในอุตสาหกรรมก่อสร้างมักจะมีการคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในการค้นคิดกรรมวิธีหรือวัสดุใหม่ ๆ เพื่อทดแทนสิ่งเก่า ๆ โดยยึดหลักที่ให้วัสดุ หรือกรรมวิธีใหม่มีต้นทุนการผลิตต่ำลง ในขณะที่คุณภาพสูงขึ้น

ดังนั้นในที่นี้เราจึงพบว่าในการก่อสร้างทั่วไป ในส่วนของบันไดเป็นจุดหนึ่งที่สามารถพัฒนารูปแบบการผลิตและวัสดุชนิดใหม่ได้และยังช่วยแก้ปัญหาในการก่อสร้างที่พบอยู่ในทุกวันนี้ เช่น

ในงานอาคารสูง โดยทั่วไปในการสร้างบันไดที่ใช้เป็นเหล็กจะมีราคาสูงแต่หากเป็น คอนกรีตเสริมเหล็ก จะใช้เวลาไม่น้อยเลยในการสร้าง และเริ่มใช้งานได้ ซึ่งจะเป็นปัญหาในการทำงานส่วนอื่น ๆ ที่มีความจำเป็นที่ต้องใช้บันไดในการสัญจรผ่านทั้งของคนงาน และเครื่องมือ เพราะในงานคอนกรีตเสริมเหล็ก ต้องมีกรรมวิธีต่าง ๆ มาก โดยเริ่มที่ ตีแบบ–ผูกเหล็ก–เทคอนกรีต–บ่มคอนกรีต ซึ่งต้องใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 3 วัน จึงจะใช้งานได้ โดยต้องมีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องยังช่วยเหลืออยู่เช่น ค้ำยัน ดังนั้นในจุดนี้หากมีการค้นคว้าหาวัสดุชนิดใหม่ หรือกรรมวิธีใหม่เพื่อให้ประหยัดเวลาในการทำงาน และค่าใช้จ่ายนี้ได้

ทางออกที่ดีทางหนึ่งในการแก้ปัญหานี้ก็คือ วัสดุสำเร็จรูปที่มีการผลิตขึ้นตนมาก่อนแล้ว แล้วนำมาประกอบกันเพื่อใช้งาน ได้อย่างรวดเร็ว ส่วนในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายจะเห็นว่า วัสดุสำเร็จรูปหากมีการผลิตกันเป็นระบบอุตสาหกรรมแล้ว หรือผลิตเป็นจำนวนมาก เราสามารถที่จะลดราคาค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อหน่วยลงได้มาก จึงพอจะกล่าวได้ว่า เราสามารถพัฒนาวัสดุสำเร็จรูป มาช่วยลดต้นทุนในการผลิตลงได้

และนี่เป็นเหตุผลที่ทำให้มีการศึกษาวิจัยครั้งนี้ โดยหลักการคัดเลือกวัสดุและรูปแบบที่วิธีจะได้กล่าวในลำดับต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ลักษณะและหน้าที่ของบันไดโดยทั่วไป และโครงสร้างสำเร็จรูป

- บันไดเป็นทางติดต่อระหว่างชั้นของอาคาร แบ่งได้เป็น 2 อย่างคือ บันไดภายนอกและบันไดภายใน ส่วนแบบของบันไดนั้นทำได้ต่าง ๆ กัน ตามความเหมาะสมของสถานที่และวัสดุที่ใช้
- บันไดภายนอก คือบันไดที่อยู่ภายนอกอาคาร เช่น บันไดขึ้นบ้านที่นอกชาน บันไดระหว่างพื้นระดับต่างที่อยู่กลางแจ้ง บันไดอนุสาวรีย์ ฯลฯ เป็นต้น บันไดภายนอกถ้าเป็นไม้มักจะผุและชำรุดเร็วกว่าบันไดภายใน จึงควรเป็นบันไดอิฐ หิน หรือคอนกรีต
- บันไดภายในคือบันไดที่อยู่ภายในอาคาร อาคารพักอาศัย 2 ชั้นมักใช้บันไดไม้ ส่วนอาคารสำนักงาน อาคารสาธารณะ หรืออาคารตึกหลาย ๆ ชั้นมักใช้บันได ค.ส.ล. และถ้าเป็นตึก 4 ชั้นขึ้นไป ต้องเป็นบันได ค.ส.ล.ทั้งสิ้น ตามข้อบัญญัติกทม.

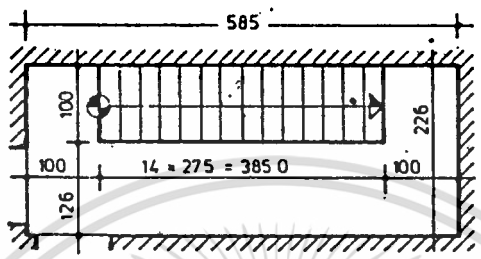
หลักเกณฑ์ในการทำบันได คือ

1. อยู่ในตำแหน่งที่เห็นง่าย เป็นศูนย์กลางที่จะแยกย้ายไปยังส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ได้สะดวกและทั่วถึง
2. มีความเอียงลาดพอเหมาะ ขึ้น-ลง สบาย
3. ช่องว่างเหนือบันไดสูงพอที่จะรู้สึกปลอดภัย ไม่ต้องก้มศีรษะหรือต้องคอยระวังไม่ให้ชนศีรษะ
4. แข็งแรง
5. ใช้วัสดุและรูปแบบเหมาะสมกับอาคารนั้น ๆ

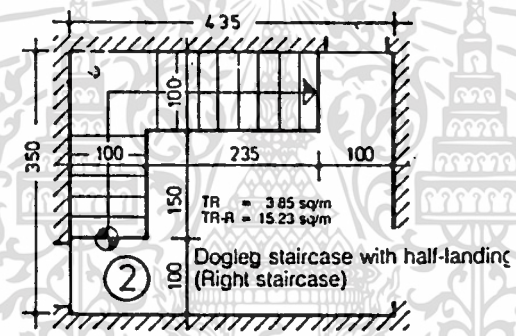
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 แบบของบันได แบบต่าง ๆ

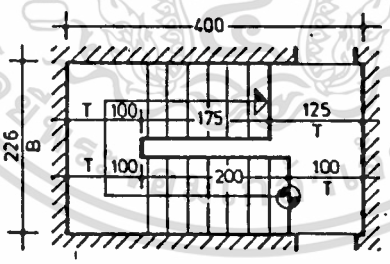
(A) Straight Stairs



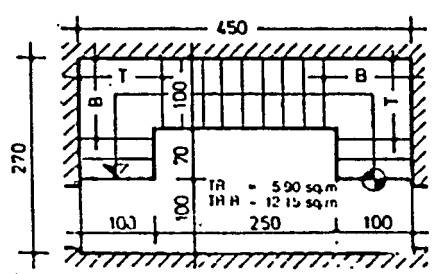
① Single-flight straight stairs (Right staircase) TR = 3 85 sq/m TR-R = 13 22 sq/m



② Dogleg staircase with half-landing (Right staircase)



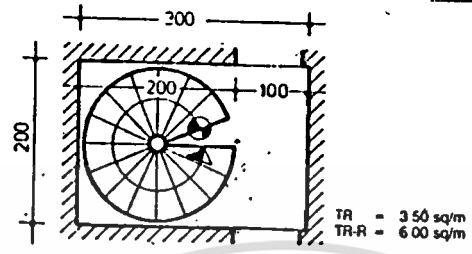
③ Half-turn staircase with landing (Right staircase) TR = 6 00 sq/m TR-R = 9 04 sq/m



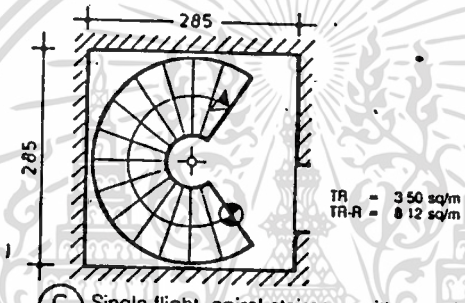
④ Triple-flight staircase, two turns, with half-landings (Left staircase)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

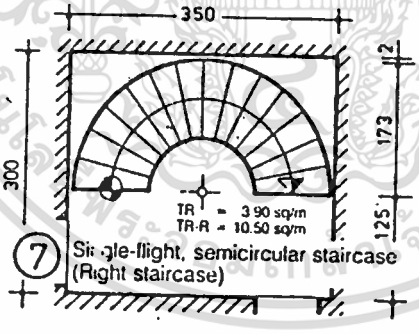
(B) Curved Stair Flights



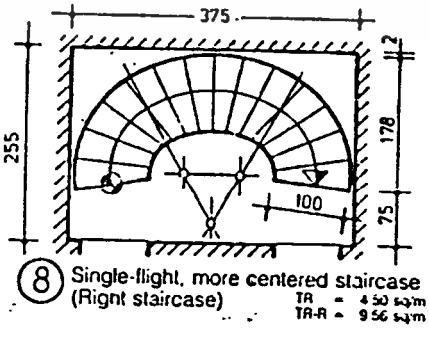
⑤ Newel staircase with round well
(Single-flight, left staircase)



⑥ Single-flight, spiral staircase with round well
(Right staircase)



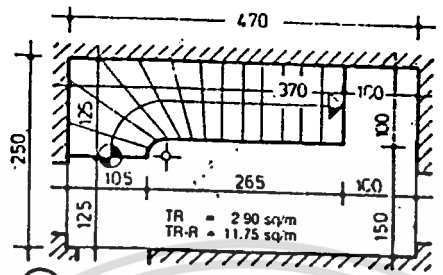
⑦ Single-flight, semicircular staircase
(Right staircase)



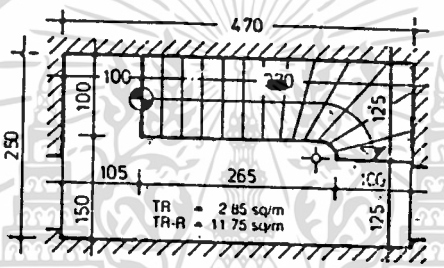
⑧ Single-flight, more centered staircase
(Right staircase) TR = 4.50 sq/m
TR-R = 9.56 sq/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

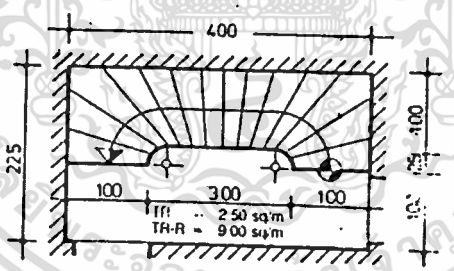
(C) Stair flights Consisting of Straight and Circular Components



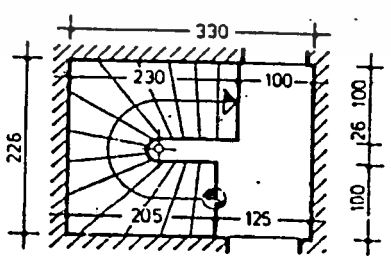
(9) Single-flight staircase with quarter turn at the starting section (Right staircase)



(10) Single-flight staircase with quarter turn at the top section (Right staircase)



(11) Single-flight staircase with two quarter turns (Left staircase)



(12) Single-flight staircase with semicircular turn (Right staircase) TR = 4.60 sq/m TR-R = 2.4[illegible] sq/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ส่วนประกอบของบันได

บันไดคือส่วนของอาคารที่ทำหน้าที่ติดต่อระหว่างชั้นล่างและชั้นบน ซึ่งอาจทำด้วยไม้อิฐหิน คอนกรีตเสริมเหล็ก หรือเหล็กล้วนๆตามความเหมาะสมของแบบและประโยชน์ใช้สอย ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้คือ

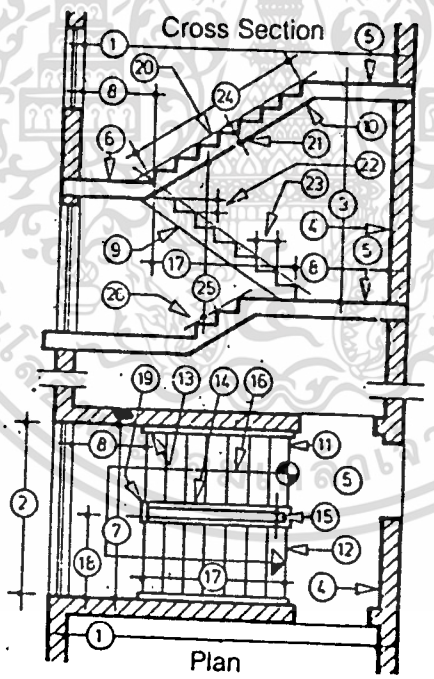
1. ลูกนอน(TREAD) คือส่วนที่เป็นพื้นยกพื้นเป็นระดับต่อๆกันเป็นไปจากพื้นชั้นล่างถึงพื้นชั้นบน จำนวนของลูกนอนรวมกันเข้าเป็นความยาวของบันได ลูกนอนแต่ละขั้นใช้กันตั้งแต่ 0.20–0.30 หรือกว่านั้น บันไดภายนอกมักใช้กว้างกว่าบันไดภายใน
2. ลูกตั้ง (RISER) คือส่วนที่เป็นความสูงของแต่ละขั้นจำนวนลูกทั้งหมดรวมกันเข้าเป็นความสูงของบันได ลูกตั้งแต่ละขั้นใช้กันตั้งแต่ 0.15–0.20ม: ลูกตั้งของบันไดบางแบบประกอบด้วยไม้บังขั้นและบางแบบเปิดโล่งก็มี
3. แม่บันได (STRINGER) คือส่วนที่เป็นคานรับน้ำหนักบันไดวางในแนวเอียง มุมของแม่บันไดขึ้นอยู่กับการกำหนดลูกตั้งและลูกนอนว่าใช้มากน้อยเพียงไร ถ้าเราใช้ลูกตั้งสูงมากขึ้นเท่าไร ก็จะได้บันไดชันมากขึ้นตามส่วน ทั้งละสัมพันธ์กับลูกนอนซึ่งมีจำนวนลดลงไปด้วย การวางแม่บันไดจึงต้องกำหนดลูกตั้งและลูกนอนเสียก่อน แม่บันไดนั้นตามปกติใช้ 2 ตัว แต่อาจออกแบบให้มีตัวเดียวตรงกลางหรือไม่มีบราษฎให้เห็นเลยก็ได้ เช่นแบบที่ฝังอยู่ในผนัง
4. พุกบันได (BEARER, CLEAT) คือส่วนของบันไดที่ทำหน้าที่เหมือนคงรับถ่ายทอดน้ำหนักจากลูกนอนแต่ละขั้นลงสู่แม่บันไดทุกบันไดมีด้วยกันหลายแบบ บางแบบอาจไม่ใช้พุกโดยฝังปลายลูกนอนไว้กับแม่บันไดเลยก็ได้
5. เสาบันได (POST) ทำหน้าที่รับน้ำหนักของราวบันได ซึ่งแม่บันไดไปพาดอยู่หรือหมายถึงเสาค้ำยันตรงปลายล่าง และบนของบันไดซึ่งรับราวบันไดก็ได้ เสาบันไดนี้บางแบบก็ไม่จำเป็นต้องใช้
6. ราวบันได (HANDRAIL) คือส่วนที่ใช้สำหรับเกาะพยุงตัวในการขึ้นบันได จำเป็นต้องมีในช่วงสูง ๆ อย่างน้อย 1 ข้างใช้เสารับเป็นระยะ หรือจะตรึงติดกับผนังก็ได้แล้วแต่แบบ ความสูงของราวบันไดจัดตั้งแต่พื้นลูกนอนถึงราวบันไดตามแนวดิ่งฉาก – 0.30 ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ลูกกรงบันได (BAILISTER) คือส่วนของบันไดที่ทำหน้าที่กันตก ใช้ยึดกับราวบันไดตลอดแนว ลูกกรงพวกนี้มีแบบและขนาดมากมาย แล้วแต่วัสดุที่ใช้

8. ช่วงบันได (FLIGHT) หมายถึงบันไดในแนวนึ่ง ๆ บันไดยาว ๆ อาจแบ่งออกเป็นหลายช่วง ช่วงหนึ่ง ๆ ไม่ควรเกิน 9–11 ขั้น (ลูกตั้ง) และแต่ละช่วงต้องมีชานบันได หรือพื้นที่ว่างคั่นไว้เป็นที่พัก

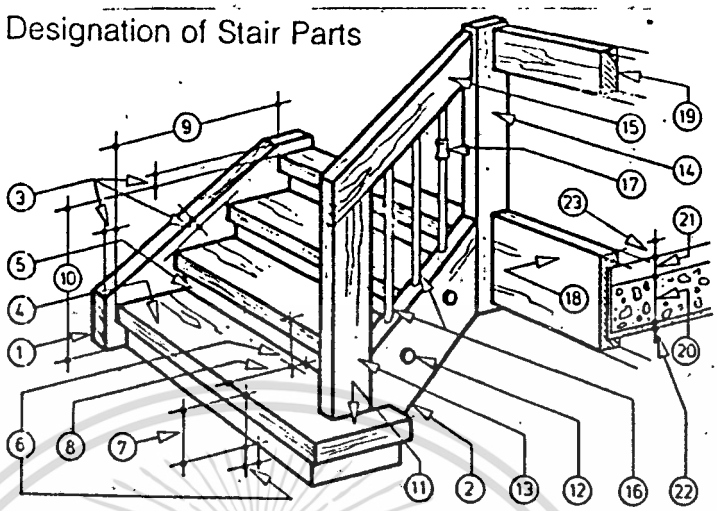
Dimensional Terms Relating to Stairs



1. Stairwell, length
2. Stairwell, width
3. Floor height
4. Stairwell wall
5. Landing
6. Half-landing
7. Landing width
8. Landing depth
9. First flight
10. Top flight
11. First step
12. Top step
13. Wall string
14. Face string
15. Stairwell
16. Walking line
17. Flight length (basic length)
18. Flight width
19. Landing (turning) post
20. Stair pitch
21. Stair depth
22. Rise (S)
23. Run (A)
24. Flight length over pitch
25. Headroom
26. Differential staircase height

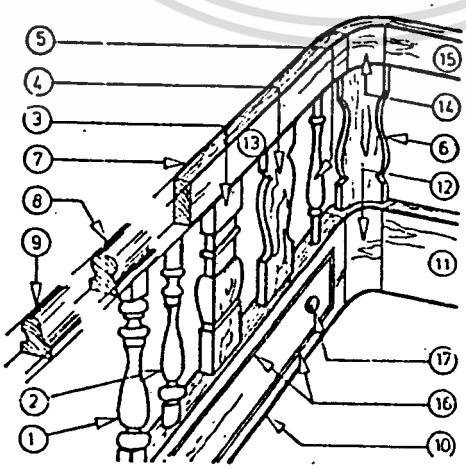
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Designation of Stair Parts



1. Wall string
2. Face string
3. Section width of string
4. Step (tread)
5. Riser
6. Undercut
7. Height of rise (S)
8. Width of tread (A)
9. Basic dimension of staircase
10. Floor height
11. Solid rectangular step
12. Stair bolt
13. Handrail standard, first step
14. Handrail standard, top step
15. Handrail
16. Handrail standard (cylindrical)
17. Handrail standard with rosette
18. Blind string
19. Balustrade handrail.
20. Ceiling height, unplastered
21. Finished height, top
22. Finished height, underside
23. Overhang blind string

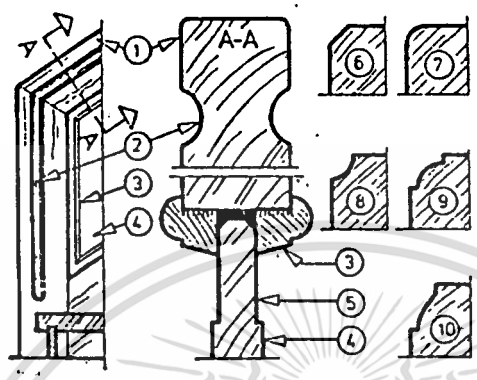
Railing Parts Made from Wood



1. Bannister, middle section turned, square ends
2. Bannister, turned
3. Rectangular bannister
4. Flat bannister with shaped edges
5. Turned handrail standard
6. Rounded bannister
7. Rectangular handrail
8. Symmetrically shaped handrail
9. Overhanging handrail
10. Face string
11. Blind string
12. String wreath.
13. Handrail
14. Handrail wreath
15. Handrail
16. Ornamental beading
17. Ornamental rosette

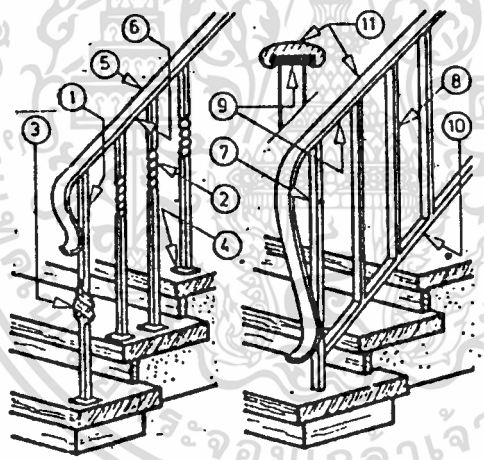
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Railing with Wooden Paneling



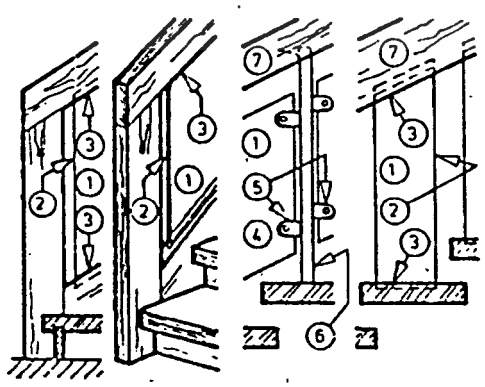
1. Molded handrail
2. Flute
3. Molded beading
4. Shaped panel
5. Profiled paneling
6. Chamfered beading
7. Rounded beading
8. Fluted beading
9. Ovolo
10. Cornice

Handrail Parts Made from Steel



1. First handrail standard (main standard), hand-forged.
2. Bar, turned
3. Openwork twist
4. Base (cover) rosette
5. Forged handrail with curved end section
6. Lower chord
7. First standard (square standard)
8. Bar (flat steel)
9. Upper chord
10. Lower chord
11. PVC handrail

Handrail with Glass Paneling



1. Glass (safety glass, acrylic glass, wire glass)
2. Edges ground (polished)
3. Fitted in groove
4. Clamped
5. Holding plates
6. Standard
7. Handrail

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
027098

2.3 การคำนวณและออกแบบขั้นบันได

อัตราส่วนลูกตั้งลูกนอน

ส่วนใหญ่แล้วการออกแบบบันไดมักจะคำนึงถึงขนาดของลูกตั้งและลูกนอนให้เหมาะสมกัน โดยอาจยึดสมการนี้ $2(S)+(A) = 63$ ซม.

โดยที่ S = ขนาดของลูกตั้ง

A = ขนาดของลูกนอน

ในขณะออกแบบมักจะคำนวณหาจำนวนลูกตั้ง ก่อน โดยกำหนดขนาดลูกตั้งเท่ากับ 18 ซม. แล้วจึงย้อนกลับมาหาขนาดลูกตั้งที่แท้จริง จากนั้นก็จะได้ขนาดลูกนอนด้วย

ตัวอย่าง ความสูงระหว่างชั้น 2.50 เมตร ช่วง 3.55 เมตร.

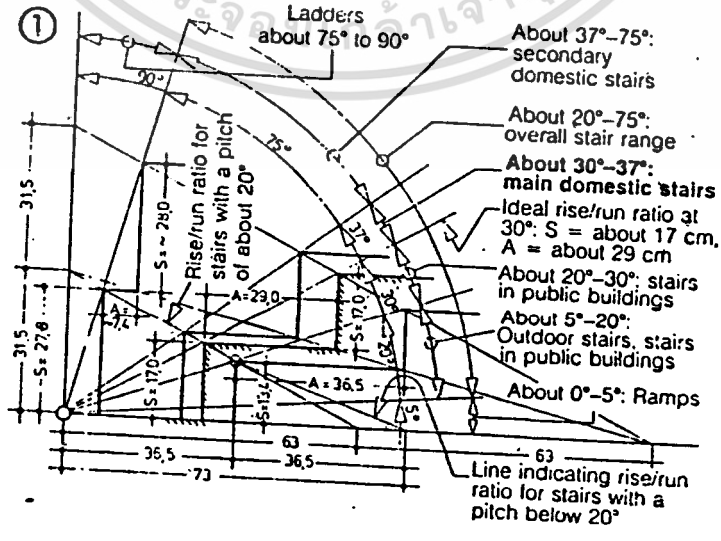
จำนวนลูกตั้ง = 250 / 18 = (13.88) 14 ลูก

ความสูงของลูกตั้ง = 250 / 14 = 17.86 ซม.

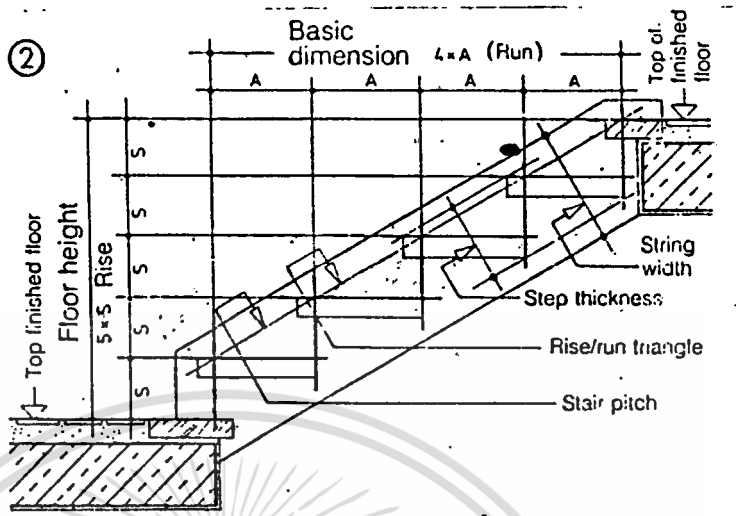
ขนาดลูกนอน = 355 / 13 = 27.30 ซม.

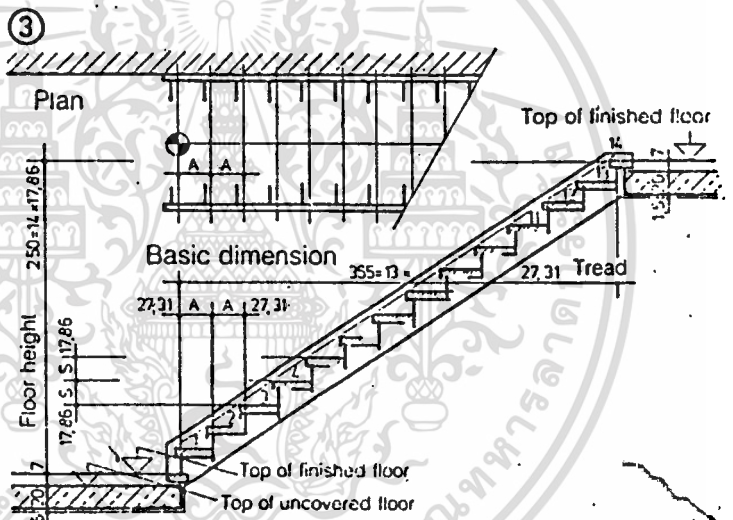
ตรวจสอบอัตราส่วนลูกตั้งลูกนอน

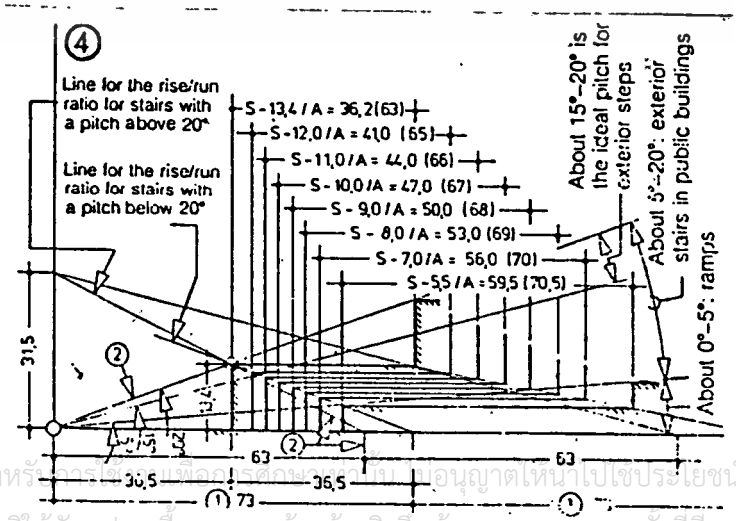
2 * 17.86 + 27.30 = 63.03 ซม. ใช้ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้







เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงขนาดขั้นบันได

Floor height	No. of rises	Height of rises	No. of treads	Depth of treads	Basic dimension	Basic dimension range
	13	19.23	12	24.54	294	270-323
250	14	17.86	13	27.29	355	324-383
	15	16.67	14	29.67	415	384-443
	13	19.31	12	24.38	293	269-321
251	14	17.93	13	27.14	353	322-382
	15	16.73	14	29.53	413	383-441
	13	19.38	12	24.23	291	267-319
252	14	18.00	13	27.00	351	320-380
	15	16.80	14	29.40	412	381-440
	13	19.46	12	24.08	289	265-317
253	14	18.07	13	26.86	349	318-378
	15	16.87	14	29.27	410	379-438
	13	19.54	12	23.92	287	263-315
254	14	18.14	13	26.71	347	316-376
	15	16.93	14	29.13	408	377-436
	13	19.62	12	23.77	285	261-314
255	14	18.21	13	26.57	345	315-374
	15	17.00	14	29.00	406	375-434
	13	19.69	12	23.62	283	259-312
256	14	18.29	13	26.43	344	313-372
	15	17.07	14	28.87	404	373-432
	13	19.77	12	23.46	282	258-310
257	14	18.36	13	26.29	342	311-370
	15	17.13	14	28.73	402	371-430
	13	19.85	12	23.31	280	256-308
258	14	18.43	13	26.14	340	309-369
	15	17.20	14	28.60	400	370-428
	13	19.92	12	23.15	278	254-306
259	14	18.50	13	26.00	338	307-367
	15	17.27	14	28.47	399	368-427
	13	20.00	12	23.00	276	252-304
260	14	18.57	13	25.86	336	305-365
	15	17.33	14	28.33	397	366-425

Floor height	No of rises	Height of rises	No. of treads	Depth of treads	Basic dimension	Basic dimension range
	14	18.64	13	25.71	334	308-
261	15	17.40	14	28.20	395	364-
	16	16.31	15	30.38	456	425-
	14	18.71	13	25.57	332	306-
262	15	17.47	14	28.07	393	362-
	16	16.38	15	30.25	454	423-
	14	18.79	13	25.43	331	305-
263	15	17.53	14	27.93	391	360-
	16	16.44	15	30.13	452	421-
	14	18.86	13	25.29	329	303-
264	15	17.60	14	27.80	389	358-
	16	16.50	15	30.00	450	419-
	14	18.93	13	25.14	327	301-
265	15	17.67	14	27.67	387	356-
	16	16.56	15	29.88	448	417-
	14	19.00	13	25.00	325	299-
266	15	17.73	14	27.53	385	355-
	16	16.63	15	29.75	446	415-
	14	19.07	13	24.86	323	297-
267	15	17.80	14	27.40	384	353-
	16	16.69	15	29.63	444	413-
	14	19.14	13	24.71	321	295-
268	15	17.87	14	27.27	382	351-
	16	16.75	15	29.50	443	412-
	14	19.21	13	24.57	319	293-
269	15	17.93	14	27.13	380	349-
	16	16.81	15	29.38	441	410-
	14	19.29	13	24.43	318	292-
270	15	18.00	14	27.00	378	347-
	16	16.88	15	29.25	439	408-
	14	19.36	13	24.29	316	290-
271	15	18.07	14	26.87	376	345-
	16	16.94	15	29.13	437	406-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

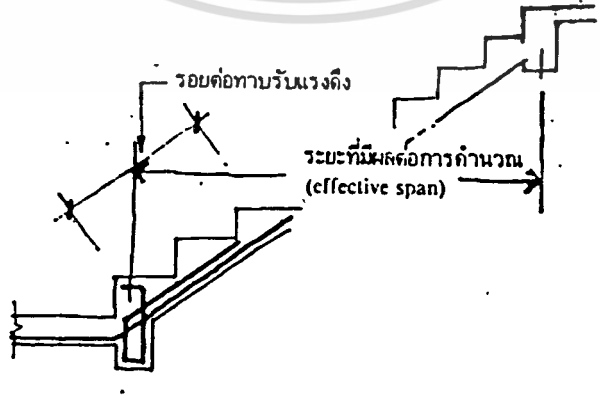
Floor height	No. of rises	Height of rises	No. of treads	Depth of treads	Basic dimension	Basic dimension range
272	14	19.43	13	24.14	314	288-342
	15	18.13	14	26.73	374	343-403
	16	17.00	15	29.00	435	404-465
273	14	19.50	13	24.00	312	286-341
	15	18.20	14	26.60	372	342-401
	16	17.06	15	28.88	433	402-463
274	14	19.57	13	23.86	310	284-339
	15	18.27	14	26.47	371	340-399
	16	17.13	15	28.75	431	400-461
275	14	19.64	13	23.71	308	282-337
	15	18.33	14	26.33	369	338-397
	16	17.19	15	28.63	429	398-459
276	14	19.71	13	23.57	306	280-335
	15	18.40	14	26.20	367	336-396
	16	17.25	15	28.50	428	397-458
277	14	19.79	13	23.43	305	279-333
	15	18.47	14	26.07	365	334-394
	16	17.31	15	28.38	426	395-456
278	14	19.86	13	23.29	303	277-331
	15	18.53	14	25.93	363	332-392
	16	17.38	15	28.25	424	393-454
279	15	18.60	14	25.80	361	333-390
	16	17.44	15	28.13	422	391-451
	17	16.41	16	30.18	483	452-515
280	15	18.67	14	25.67	359	331-388
	16	17.50	15	28.00	420	389-449
	17	16.47	16	30.06	481	450-513
281	15	18.73	14	25.53	357	329-386
	16	17.56	15	27.88	418	387-447
	17	16.53	16	29.94	479	448-511
282	15	18.80	14	25.40	356	328-384
	16	17.63	15	27.75	416	385-445
	17	16.59	16	29.82	477	446-509
283	15	18.87	14	25.27	354	326-383
	16	17.69	15	27.63	414	384-443
	17	16.65	16	29.71	475	444-507
284	15	18.93	14	25.13	352	324-381
	16	17.75	15	27.50	413	382-441
	17	16.71	16	29.59	473	442-505
285	15	19.00	14	25.00	350	322-379
	16	17.81	15	27.38	411	380-440
	17	16.76	16	29.47	472	441-504
286	15	19.07	14	24.87	348	320-377
	16	17.88	15	27.25	409	378-438
	17	16.82	16	29.35	470	439-502
287	15	19.13	14	24.73	346	318-375
	16	17.94	15	27.13	407	376-436
	17	16.88	16	29.24	468	437-500
288	15	19.20	14	24.60	344	316-373
	16	18.00	15	27.00	405	374-434
	17	16.94	16	29.12	466	435-498
289	15	19.27	14	24.47	343	315-371
	16	18.06	15	26.88	403	372-432
	17	17.00	16	29.00	464	433-496

Floor height	No. of rises	Height of rises	No. of treads	Depth of treads	Basic dimension	Basic dimension
290	15	19.33	14	24.33	341	313-
	16	18.13	15	26.75	401	370-
	17	17.06	16	28.88	462	431-
291	15	19.40	14	24.20	339	311-
	16	18.19	15	26.63	399	369-
	17	17.12	16	28.76	460	429-
292	15	19.47	14	24.07	337	309-
	16	18.25	15	26.50	398	367-
	17	17.18	16	28.65	458	427-
293	15	19.53	14	23.93	335	307-
	16	18.31	15	26.38	396	365-
	17	17.24	16	28.53	456	426-
294	15	19.60	14	23.80	333	305-
	16	18.38	15	26.25	394	363-
	17	17.29	16	28.41	455	424-
295	15	19.67	14	23.67	331	303-
	16	18.44	15	26.13	392	361-
	17	17.35	16	28.29	453	422-
296	15	19.73	14	23.53	329	301-
	16	18.50	15	26.00	390	359-
	17	17.41	16	28.18	451	420-
297	16	18.56	15	25.88	388	358-
	17	17.47	16	28.06	449	418-
	18	16.50	17	30.00	510	479-
298	16	18.63	15	25.75	386	356-
	17	17.53	16	27.94	447	416-
	18	16.56	17	29.89	508	477-
299	16	18.69	15	25.63	384	354-
	17	17.59	16	27.82	445	414-
	18	16.61	17	29.78	506	475-
300	16	18.75	15	25.50	383	353-
	17	17.65	16	27.71	443	412-
	18	16.67	17	29.67	504	473-
301	16	18.81	15	25.38	381	351-
	17	17.71	16	27.59	441	411-
	18	16.72	17	29.56	502	472-
302	16	18.88	15	25.25	379	349-
	17	17.76	16	27.47	440	409-
	18	16.78	17	29.44	501	470-
303	16	18.94	15	25.13	377	347-
	17	17.82	16	27.35	438	407-
	18	16.83	17	29.33	499	468-
304	16	19.00	15	25.00	375	345-
	17	17.88	16	27.24	436	405-
	18	16.89	17	29.22	497	466-
305	16	19.06	15	24.88	373	343-
	17	17.94	16	27.12	434	403-
	18	16.94	17	29.11	495	464-
306	16	19.13	15	24.75	371	341-
	17	18.00	16	27.00	432	401-
	18	17.00	17	29.00	493	462-
307	16	19.19	15	24.63	369	339-
	17	18.06	16	26.88	430	399-
	18	17.06	17	28.89	491	4[illegible]

2.4) บันไดคอนกรีตเสริมเหล็ก

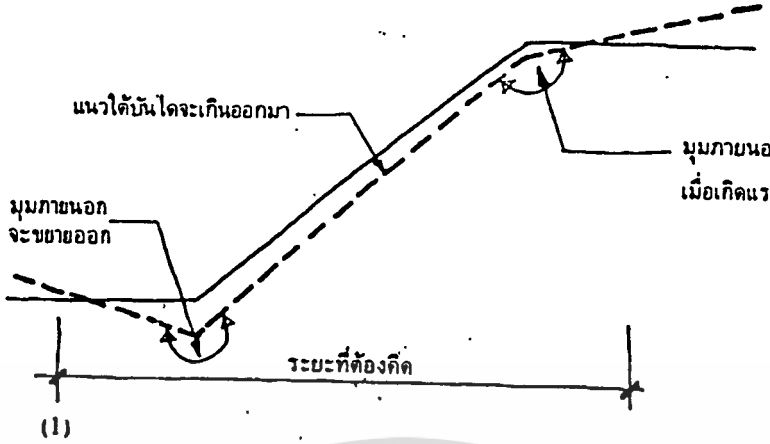
บันไดทำหน้าที่พาดต่อจากชั้นล่างขึ้นชั้นบน บันไดควรเลือกสร้างด้วยวัสดุทนไฟ โดยเฉพาะบันไดที่ใช้สัญจรเป็นบันไดคอนกรีตเสริมเหล็กหรือบันไดเหล็ก การวางบันไดอาจพาดแผ่นบันได บางลักษณะมีคานรับให้แผ่นหรือขางแผ่น บันไดอาจพาดให้ขึ้นไปครึ่งช่วง แล้วมีพักบันได (LANDING) อยู่ใกล้คอนกลาง แล้วพาดบันไดให้เลี้ยวขึ้นต่างฉากกันนอกจากนี้มีบันไดเวียนแบบมีคานและไม่มีคานรับ โครงสร้างเหล่านี้เป็นความร่วมมือกันของสถาปนิกและวิศวกรที่จะออกแบบได้อย่างเหมาะสม สวยงามมั่นคง นอกจากบันไดเหล็กที่มีลักษณะไม่เหมาะกับอาคารแล้ว บันไดคอนกรีตจะถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวาง อาจเป็นเพราะลักษณะที่มั่นคงและหล่อได้ตามรูปร่างต้องการได้ทั้งการคำนวณได้ขนาดที่มีความปลอดภัยนั่นเอง

ลักษณะของช่วงบันได ทำให้เกิดแรงขึ้นจึงต้องพิจารณาที่จะเสริมเหล็กในตำแหน่งที่จะรับแรงดึงและรับแรงเฉือนดังแสดงในรูปที่ 146 แสดงบันไดที่พาดคลอดช่วง จากศูนย์กลางของคานตัวล่างกับคานตัวบนที่แผ่นบันไดไปพาดเป็นระยะที่มีผลต่อการคำนวณ การเสริมเหล็กรับแรงดึงในส่วนสำคัญแต่ต่อยื่นเข้าไปในแผ่นบันไดด้วย ส่วนรูปที่ แสดงบันไดที่พาดครึ่งช่วงกับพักบันได ซึ่งประมาณว่า เมื่อรับกำลังขึ้น บันไดจะแตกสภาพตามเส้นประ ฉะนั้น ตามมุมเส้นประทั้งล่างและบนจะขยายออก จึงต้องเสริมเหล็กต้านแรงดึงนั้นตามรูปที่ 147 (1) และ (2) เหล็กที่เสริมจะวิ่งเข้าไปช่วยในบริเวณที่เกิดแรงดึงเพื่อต้านเอาไว้ด้วย

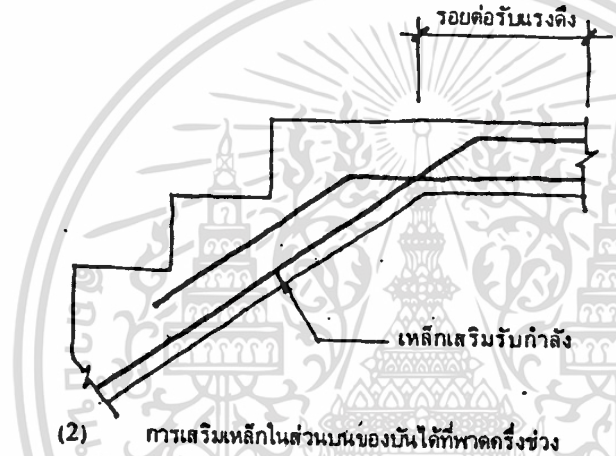


แสดงบันได ที่พาดคลอดช่วงชนิดธรรมดา (single flight stair)

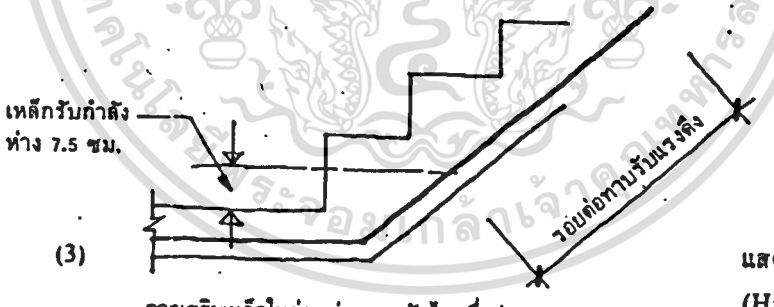
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(1)



(2) การเสริมเหล็กในส่วนบนของบันไดที่พาดครึ่งช่วง



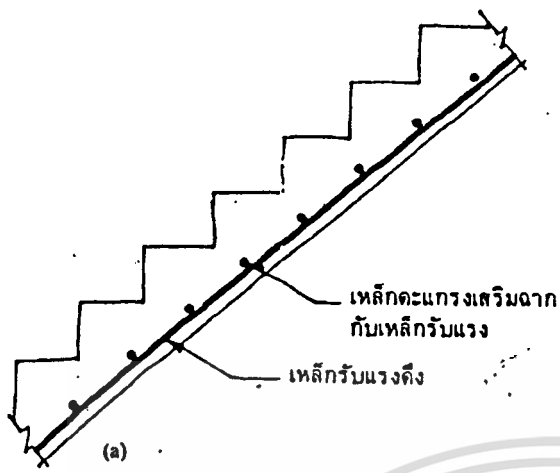
(3) การเสริมเหล็กในส่วนล่างของบันไดครึ่งช่วง

แสดงบันไดที่พาดครึ่งช่วงกับพักบัน
(Half flights with landing)

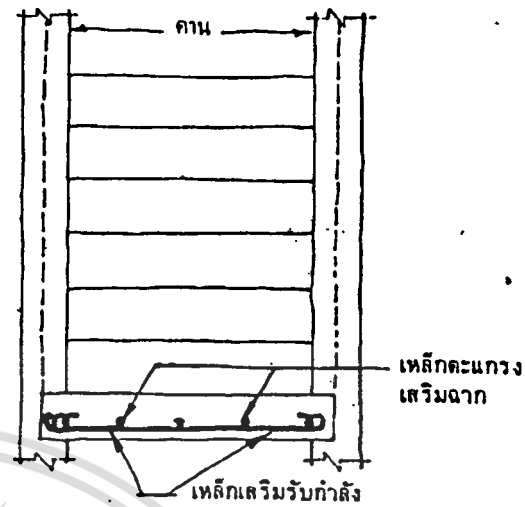
(a) แสดงบันไดที่พาดตลอดช่วง เป็นชนิดที่แผ่นบันไดพาดคานหัวท้าย จะเสริมเหล็กรับกำลัง และเส
เป็นตะแกรงตอนใกล้ท้องพื้นบันได 148 (b) แสดงการนำคานมารับทั้งสองข้างขนาบแผ่นบันไดไว้ การเส
เหล็กรับกำลังจึงต้องวิ่งทางขวางกับแนวพาดขึ้น และมีเหล็กตะแกรงวางฉากกับเหล็กขวาง เช่นเดียวกัน

แสดงขั้นบันไดสอดอยู่กับคานทั้งช่วงบนและช่วงล่าง ให้สังเกตการเสริมเหล็กรับกำลังที่สอดเข้าไป
คาน และ เป็นแบบขยายการเสริมเหล็กในบันไดในลักษณะที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

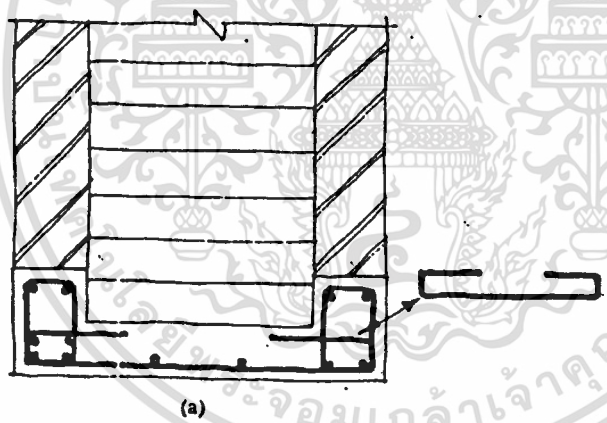


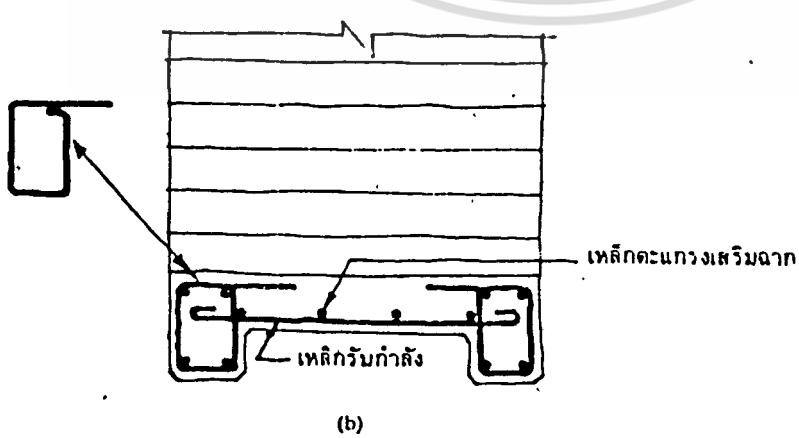
คานรับตรงปลายบันไดหัวท้าย



คานรับ 2 ข้างของบันได

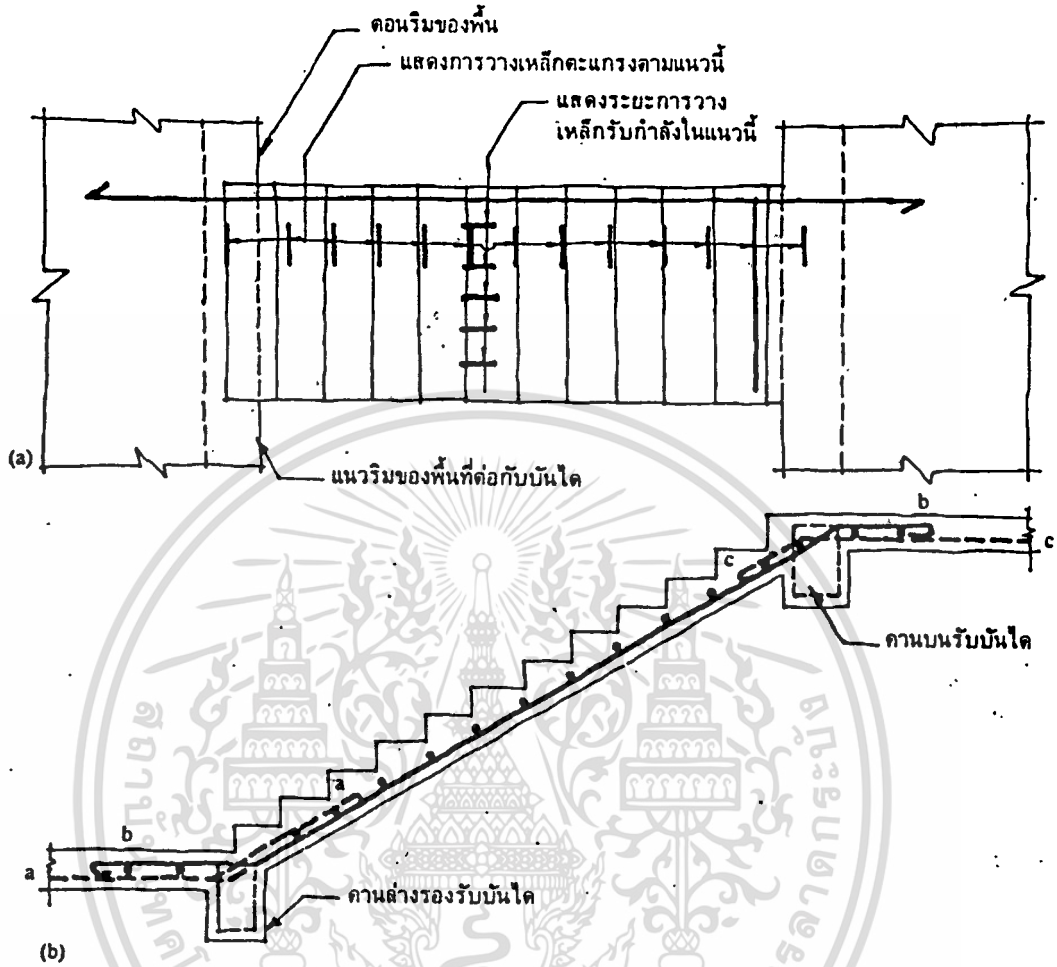
แสดงบันไดที่พาดตลอดช่วงชนิดธรรมดา



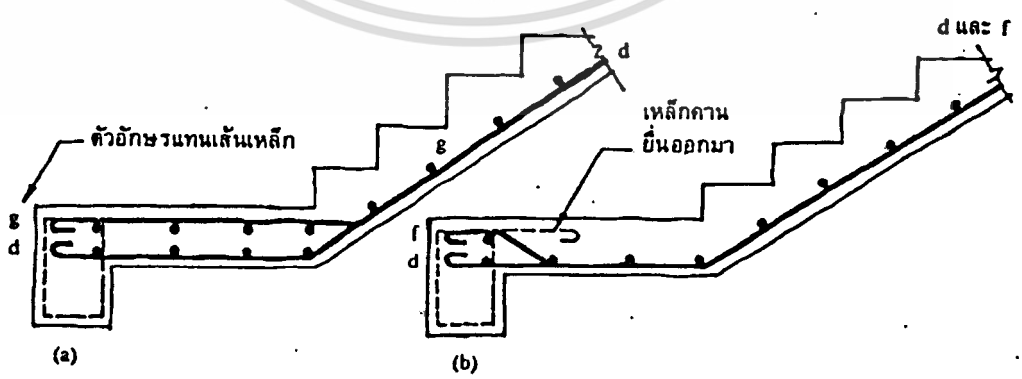


แสดงขั้นของบันได
ลอดอยู่ในคานทางข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

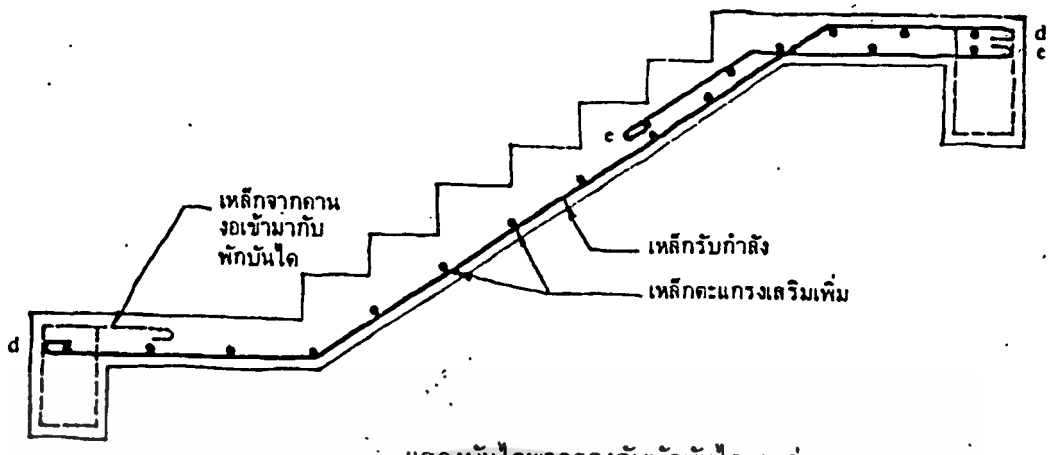


แสดงบันไดพาดตรง

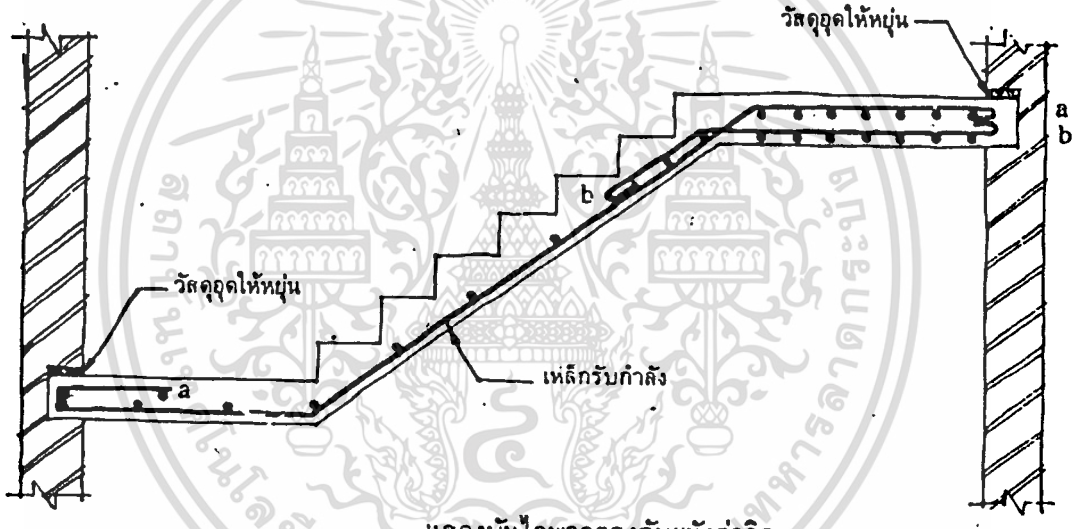


แสดงรูปขยายการเสริมร่วมของพักบันไดและแผ่นบันได

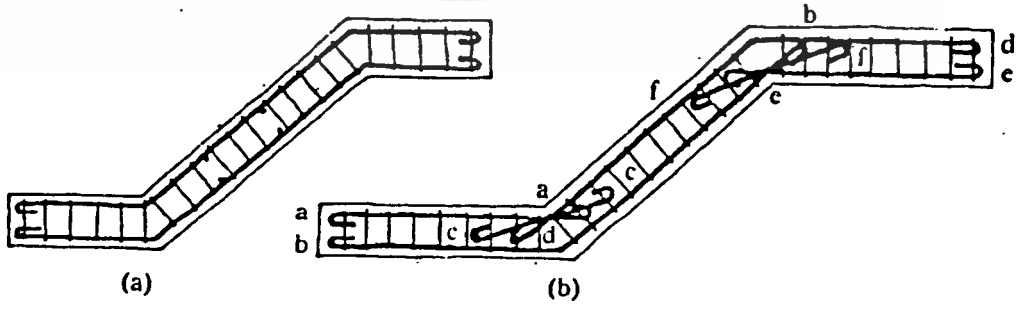
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงบันไดพาดตรงกับพักบันไดบน-ล่าง

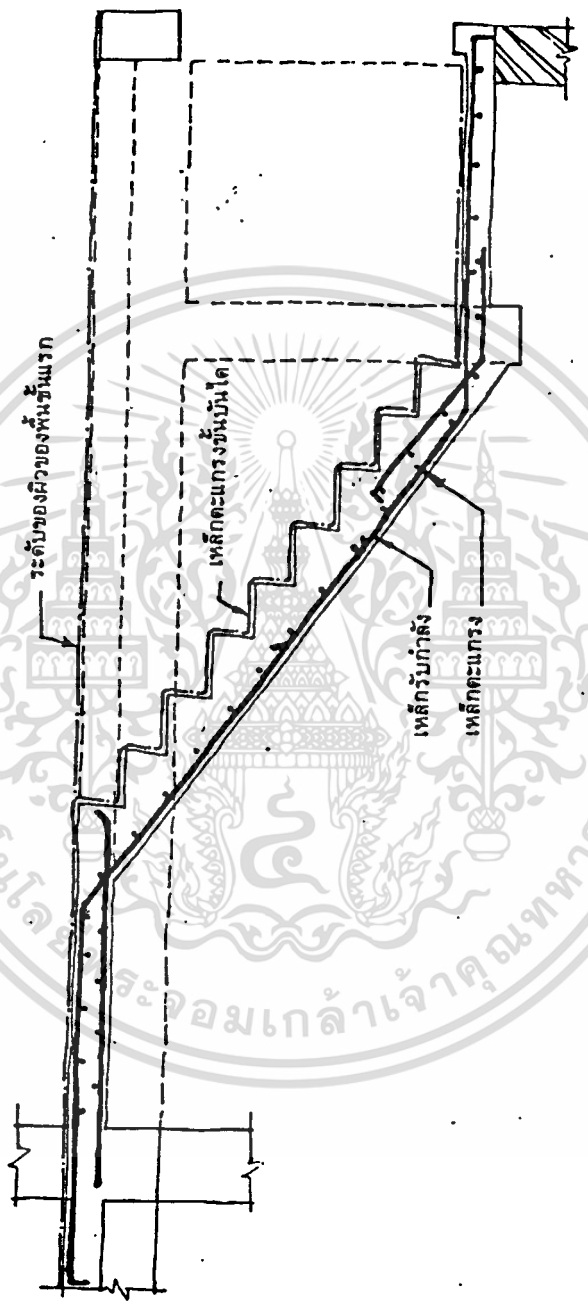


แสดงบันไดพาดตรงกับผนังก่ออิฐ



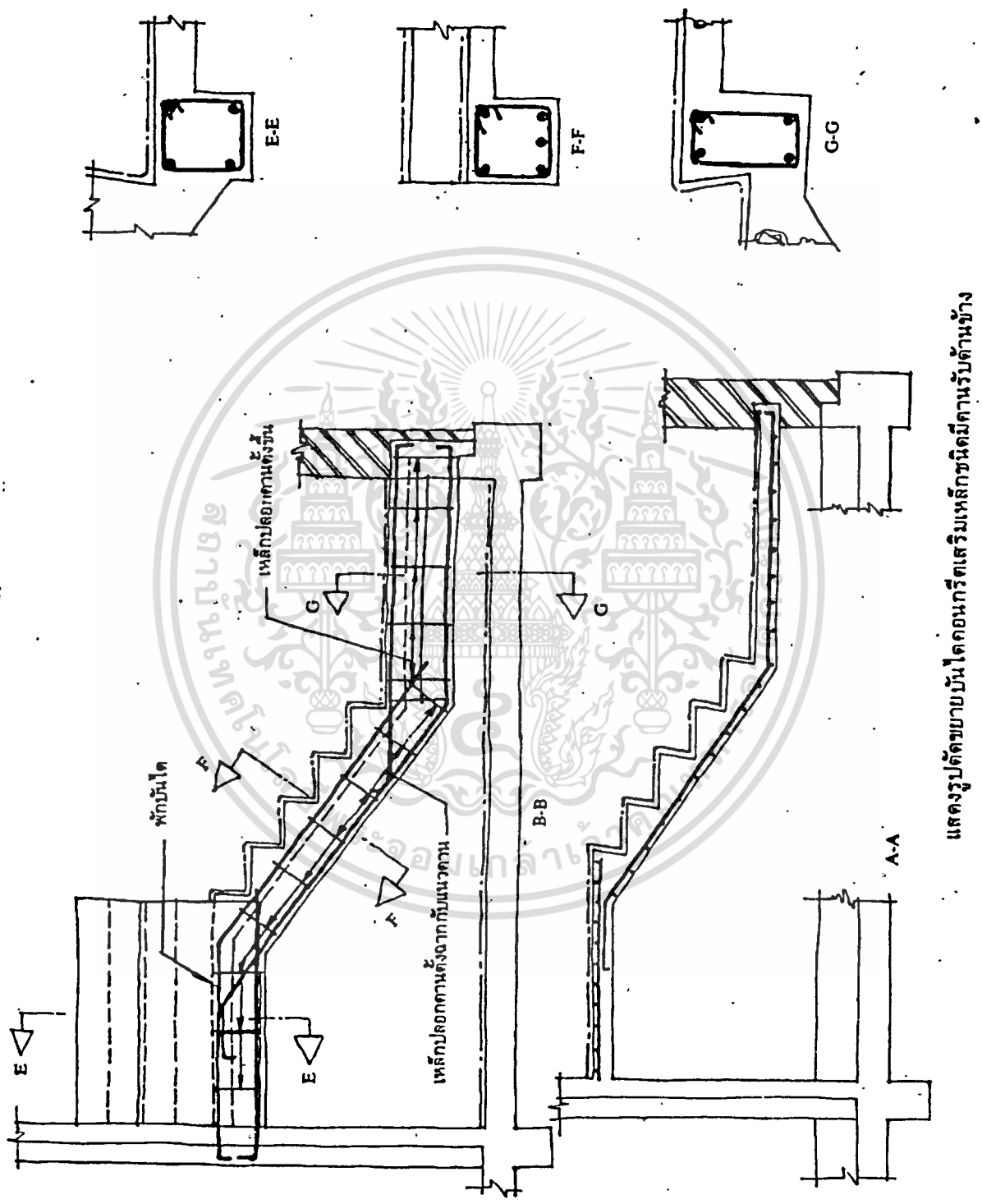
แสดงคานรับบันได พาดตรง อาจรองล่างหรือขนาบข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงรูปตัดของบันไดพาดตรงที่มีพักบันไดบน-ล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงรูปตัดขยายบันไดคอนกรีตเสริมเหล็กชนิดมีคานรับด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 เฟอร์โรซีเมนต์

ในการผลิตฉนวนสำเร็จรูป วัสดุที่เลือกนำมาใช้ในการผลิตคือ เฟอร์โรซีเมนต์ เนื่องจากเหตุผลและข้อได้เปรียบของเฟอร์โรซีเมนต์ ดังที่จะเสนอแนวทางการคัดเลือกวัสดุดังนี้

เฟอร์โรซีเมนต์เป็นรูปแบบหนึ่งของคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งสามารถทำเป็นรูปต่าง ๆ ได้ดี เฟอร์โรซีเมนต์จะทำได้โดยใช้ปูน ทราย กับตะแกรงลวด ซึ่งตะแกรงนี้อาจทำจากวัสดุอื่น ๆ ที่ไม่ใช่โลหะก็ได้ เฟอร์โรซีเมนต์มีความแตกต่างจากคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไปตรงที่ การเสริมเหล็กมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอและการจัดอย่างเป็นระเบียบ

3.1 แนวทางค้นคว้า

ปัจจุบันนี้ค่าใช้จ่ายในงานก่อสร้างสูงขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากราคาค่าวัสดุก่อสร้างที่มีราคาสูงขึ้นเสมอ รวมทั้งการปรับค่าแรงขั้นต่ำให้เท่ากับค่าครองชีพที่สูงขึ้นดังนั้นจึงได้มีผู้ที่อยู่ในวงการค้นนี้พยายามที่จะลดต้นทุนการผลิตลงให้ต่ำลงการที่จะลดให้ต่ำลงได้นั้น ก็อาจมีแนวทางดังนี้ คือ

1. การนำวัสดุก่อสร้างใหม่ ๆ มาใช้แทนคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งเฟอร์โรซีเมนต์เป็นรูปแบบที่ใช้แทนได้อย่างดี โดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนาด้วยแล้วเพราะ

1.1) วัตถุดิบที่ใช้ทำเฟอร์โรซีเมนต์ ซึ่งประกอบด้วยทราย ซีเมนต์ และลวดตาข่าย มีพร้อมอยู่แล้วในประเทศต่าง ๆที่กำลังพัฒนา

1.2) สามารถทำให้เป็นรูปต่าง ๆ ได้เกือบทุกชนิด ตามความต้องการ ปรับปรุงให้เข้ากับการออกแบบได้เสมอ ถ้าใช้อย่างถูกต้องแล้ว เฟอร์โรซีเมนต์จะทนกว่าไม้และราคาถูกกว่าเหล็ก จึงสามารถใช้เป็นตัวแทนสำหรับวัสดุเหล่านี้ในงานต่าง ๆ มาก

1.3) สามารถที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการทำเฟอร์โรซีเมนต์ได้ในเวลาอันรวดเร็ว

1.4) การทำเฟอร์โรซีเมนต์ไม่ต้องใช้เครื่อง จักรกลขนาดใหญ่

1.5) สามารถทำการซ่อมแซมเฟอร์โรซีเมนต์ได้ง่ายภายในเวลาอันรวดเร็ว เพียงแต่ใช้เครื่องมือธรรมดาในงานฉาบปูนทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทำวัสดุในรูปแบบสำเร็จรูป ซึ่งจะช่วยให้งานเสร็จได้เร็วขึ้น ควบคุมคุณภาพได้ดีเพราะทำในโรงงาน ใช้คนงานเพียงไม่กี่คนในการประกอบ ประหยัดไม้แบบ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ก็นำไปช่วยลดต้นทุนการก่อสร้างได้ดี

ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำแนวทางในการลดต้นทุนการก่อสร้างทั้ง 2 ข้อนี้มาเป็นหลักการในการวิจัย ซึ่งได้ตั้งเป้าหมายในการวิจัย "การทำบันไดสำเร็จรูปเฟอร์โรซีเมนต์" ซึ่งคิดว่ามีความเป็นไปได้สูงมาก เนื่องจากเฟอร์โรซีเมนต์ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ทำสิ่งต่าง ๆ มาได้เป็นอย่างดีแล้ว เช่น เรือ พื้น อ่างเก็บน้ำ ฉางเก็บผลิตภัณฑ์การเกษตร และอื่น ๆ อีกมากมาย

3.2 ข้อดีในการใช้เฟอร์โรซีเมนต์

1. ความแข็งแรง สามารถรับแรงอัดและดึงได้สูง
2. ความทนทาน มีความทนทานมาก เพราะไม่เป็นสนิมไม่ยุกร่อนหรือแตกร้าวอย่างง่าย ๆ
3. ความต้านทานต่อแรงอัดต่าง ๆ เนื่องจากเฟอร์โรซีเมนต์มีความยืดหยุ่นตัวสูงสามารถทนต่อแรงกระแทก สั่นสะเทือน และระเบิดได้ดี
4. การนำความร้อน คุณสมบัติในการนำความร้อนของเฟอร์โรซีเมนต์ต่ำมาก คือประมาณ 1 ใน 6 ของเหล็ก
5. การแต่งผิวหน้า สามารถจะตบแต่งผิวหน้าของเฟอร์โรซีเมนต์ได้อย่างเรียบร้อย และสวยงาม
6. การทาสี เราสามารถที่จะทาสีเฟอร์โรซีเมนต์เพื่อให้ดูสวยงามได้ และสีจะฉาบผิวของมันได้อย่างสนิท
7. การแตกร้าว เนื่องจากเวลาส่วนใหญ่ปูนจะจายอยู่ตอนในแผ่นเฟอร์โรซีเมนต์รอยแตกร้าวต่าง ๆ จึงมักไม่ค่อยมี และในกรณีที่มีรอยร้าวเกิดขึ้นรอยร้าวนั้นจะมีขนาดเล็กมาก
8. การบำรุงรักษา เฟอร์โรซีเมนต์แทบไม่ต้องมีการบำรุงรักษาเลย เนื่องจากมันมีความต้านทานต่อการเน่าเปื่อยเป็นสนิม ความร้อน ความเย็น และอื่น ๆ
9. การซ่อมแซม การซ่อมแซมเฟอร์โรซีเมนต์ทำได้ง่ายดาย สะดวกและประหยัดโดยการ เอาปูนทรายโบกลงไปตรงส่วนที่เสียหาย ซึ่งมักจะเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นแห่งๆ เท่านั้น เฟอร์โรซีเมนต์ที่ได้รับการบ่มแข็งอย่างระมัดระวังจะมีกำลังต่างๆ เหมือนของเดิมทุกอย่าง

3.3 วัสดุและกรรมวิธี

เฟอร์โรซีเมนต์จะประกอบด้วย ซีเมนต์ มวลรวมละเอียดซึ่งปกติจะถูกกำหนดให้มีขนาดคละกันดีผ่านตะแกรงเบอร์ 8 ได้ (2.36 มม.) น้ำ มวลรวมกรงไก่เหล็กเส้น และสารเคมีผสมเพิ่มต่างๆที่เห็นว่าควรนำมาช่วยปรับปรุงคุณภาพบางอย่างที่ต้องการ

พฤติกรรมของเฟอร์โรซีเมนต์นั้นส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของมอร์ตาร์ที่ใช้ เพราะมอร์ตาร์จะเป็นส่วนประกอบที่ใช้อยู่ในเฟอร์โรซีเมนต์มากที่สุดคือมากถึง 95% ของ ปริมาตรทั้งหมดของเฟอร์โรซีเมนต์ (โดยประมาณ) ดังนั้นเราจึงควรที่จะระมัดระวังในการปฏิบัติโดยให้อัตราส่วนของมวลรวมละเอียดต่อซีเมนต์ และน้ำต่อซีเมนต์ถูกต้อง เพราะสิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติของมอร์ตาร์

มอร์ตาร์ มอร์ตาร์ในงานเฟอร์โรซีเมนต์ โดยปกติแล้วจะใช้อัตราส่วนซีเมนต์ต่อทราย ประมาณ 1:1.5 ถึง 1:2.5 (โดยน้ำหนัก) และอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ประมาณ 0.35 ถึง 0.5 (โดยน้ำหนัก) ค่าการยุบตัว (SLUMP) ของมอร์ตาร์ไม่ควรมากกว่า 2 นิ้ว (50 มม.) และค่ากำลังรับแรงอัดที่ 28 วันของมอร์ตาร์รูปทรงกระบอกไม่ควรน้อยกว่า 5000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (ประมาณ 365 กก. ต่อ ตร.ซม.)

เหล็กเสริม เหล็กเสริมที่ใช้ต้องสะอาด ปราศจากการเป็นสนิม ไม่มีคราบน้ำมัน ไม่ถูกเคลือบสี หรือสารอื่นๆที่มีลักษณะคล้ายคลึง เหล็กเสริมในงานเฟอร์โรซีเมนต์นี้จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ เหล็กเสริมเอกหรือเหล็กเสริมตะแกรง (REINFORCEMENT MESH) และเหล็กเสริมโครง (SKELETON STEEL).

เหล็กเสริมตะแกรง (WIRE MESH,, REINFORCE MESH) เป็นเหล็กที่สำคัญมากในงานเฟอร์โรซีเมนต์ เพราะจะเสริมกระจายอยู่ทั่วมอร์ตาร์ เหล็กตะแกรงที่ใช้โดยทั่วไปเป็นเหล็กตะแกรงที่ไขว้เกลียวกันเป็นตะแกรงรูปหกเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยมหรือที่รู้จักกันทั่วไปก็คือเหล็กตะแกรงที่นำมาทำกรงไก่นั่นเอง เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสริมตะแกรงนี้จะวางอยู่ทั้งด้านนอกและในของเหล็กเสริมโครง ซึ่งอาจมีเพียง 2 ชั้นหรือมากกว่านั้นก็ได้ขึ้นอยู่กับการออกแบบ

เหล็กเสริมโครง (SKELETON STEEL) โดยปกติแล้วจะใช้เพื่อเป็นตัวให้เหล็กเสริมตะแกรงยึดให้ได้รูปตามต้องการ และยังช่วยเพิ่มความแข็งแรงของเฟอร์โรซีเมนต์อีกด้วย ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ในราว 1% ถึง 8% ของปริมาตรทั้งหมด ซึ่งมักจะใช้เหล็กเส้นกลมขนาด ϕ 6 มม., ϕ9มม. และ ϕ 12 มม. ที่ใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป และระยะห่างอย่างต่ำประมาณ 7.5 ซม. ถึง 30 ซม.

การบดอัด

การบดอัดเป็นสิ่งสำคัญในงานเฟอร์โรซีเมนต์ ก่อนที่จะทำการบดอัดให้ตรวจดูระยะการวางเหล็กเสริม ขนาด ความสะอาดก่อนลงมือ โดยปกติวิธีที่ดีที่สุดของการบดอัดคือ การบดอัดด้วยมือ เพราะนิ้วมือจะสามารถทำให้มอร์ตาร์เข้าแทรกในส่วนต่างๆของตะแกรงได้ดี และโดยปกติแล้วในงานเฟอร์โรซีเมนต์นั้นไม่จำเป็นจะต้องใช้ไม้แบบเพราะตะแกรงเหล็กนั้นจะเป็นตัวให้มอร์ตาร์ยึดเกาะได้ แต่ในบางกรณีก็อาจใช้แบบรองด้านหนึ่งก็ได้ เพื่อช่วยให้ทำงานง่ายขึ้นในกรณีที่มอร์ตาร์ที่ใช้อาจเหลวมาก หลังจากทำการบดอัดเสร็จแล้วก็ทำการตกแต่งผิวหน้าให้เรียบร้อยดูสวยงาม

การบ่ม

เฟอร์โรซีเมนต์ก็เหมือนกับคอนกรีตคือต้องมีการบ่มเพื่อซีเมนต์ทำปฏิกิริยากับน้ำอย่างสมบูรณ์ การบ่มจะต้องทำการบ่มให้ทั่วถึงชิ้นงานทั้งชิ้น มิฉะนั้นอาจทำให้เกิดรอยต่างได้ และควรบ่มไม่น้อยกว่า 10 วัน การบ่มอาจทำโดยใช้กระสอบป่านคลุมแล้วฉีดน้ำ วันละ 3–4 ครั้ง หรืออาจแช่น้ำเลยก็ได้ หลังจากบ่มน้ำเรียบร้อยแล้วอาจนำมาผ่านขั้นตอนการ เคลือบผิวและทาสีตามความต้องการก่อนนำไปใช้งานนี้

3.4 การทดสอบ

การสังเกตและการทดสอบของโครงสร้างเฟอร์โรซีเมนต์ในระหว่างออกแบบทำการก่อสร้างและนำไปใช้งาน มีดังนี้

1.การทดสอบคุณสมบัติด้านกายภาพ เคมี คุณสมบัติทางกลของส่วนประกอบต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ เช่น ความบริสุทธิ์ของน้ำ กำลังรับแรงของแวดตะแกรง (STRENGTH OF MESH)ขนาดของเม็ดทราย (SIEVE ANALYSIS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทดสอบค่าความยุบตัว (SLUMP) ของมอร์ตาร์

3. ทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างเฟอร์โรซีเมนต์ โดยสังเกตุว่ารับน้ำหนักได้เท่าไรจึงเริ่มเกิดรอยแตกร้าว (CRACKING)

4. ทดสอบและสังเกตุสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับโครงสร้างเฟอร์โรซีเมนต์ เมื่อนำไปใช้งาน เช่น ความคงทนต่อการเกิดสนิม การเกิดรอยแตกร้าว

คุณสมบัติทางกลของเฟอร์โรซีเมนต์จะสามารถทำนายได้จากสิ่งต่อไปนี้

1. กำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ (COMPRESSIVE STRANGTH OF MORTAR) ซึ่งสามารถทดสอบได้โดยนำก้อนตัวอย่างไปหากำลังออกมา

2. กำลังรับแรงดึงของเวทตะแกรง (TENSILE PROPERTIES OF THE MESH REINFORCEMENT) ถ้าเป็นชนิดตะแกรงสี่เหลี่ยมสามารถทดสอบได้โดยวิธีทดสอบแรงดึงแบบธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ลักษณะของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป

ในโครงสร้างสำเร็จรูป ได้ถูกเลือกใช้กันอย่างแพร่หลาย จนรู้สึกว่าการก่อสร้างในปัจจุบันได้นำระบบสำเร็จรูปเข้ามาใช้ในการสร้างอาคารพักอาศัยในระบบถึงสำเร็จรูป อาทิ สร้างสะพาน งานประกอบตกแต่งเพื่อความงามทางสถาปัตยกรรม การนำระบบสำเร็จรูป มาใช้ทำให้เกิดการประหยัดทั้งวัสดุ โดยเฉพาะประหยัดเวลาในการก่อสร้างได้มาก แต่การขนส่งและยกชิ้นติดตั้งจำเป็นต้องใช้ปั้นจั่นหรือเครน นอกจากนี้ความนิยมของเจ้าของอาคารในเรื่องอาคารสำเร็จรูป คนไทยยังมีน้อยกว่าการสร้างอาคารหล่อในที่ ทั้งนี้อาจเชื่อว่า ความแข็งแรงจะไม่เต็มที่ ที่จริงแล้วการสร้างระบบสำเร็จรูปหรือกึ่งสำเร็จรูป ต้องมีการออกแบบรอยต่อในส่วนต่างของอาคารอย่างถี่ถ้วน และมีความแข็งแรงที่เพียงพอ

สำหรับเทคนิคการก่อสร้าง นำระบบกึ่งสำเร็จรูป หรือจะนำระบบสำเร็จรูปเป็นชิ้น ๆ แล้วนำมาต่อกันและสร้างเชื่อมด้วยระบบสร้างในสถานที่อีก ได้พยายามสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปกันอยู่ตลอดเวลา จำต้องมีการพิจารณางานเพื่อการออกแบบ

หลักการออกแบบ

การออกแบบชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป มีเรื่อง ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1) ชิ้นส่วนต้องมีความแข็งแรง เนื่องจากต้องหล่อชิ้นงาน ก่อน ซึ่งเป็นส่วนของอาคาร เมื่อชิ้นส่วนแข็งแรงพอแล้ว จึงยกและขนส่งไปเพื่อติดตั้งในที่ก่อสร้าง จะต้องเตรียมตำแหน่งยก อุปกรณ์ประกันเพื่อให้งานไม่ไปกระทบให้เกิดความเสียหาย และต้องเตรียมตำแหน่งการยกได้สะดวก ถ้าเป็นการวางซ้อนกันต้องประกบไว้ให้แน่นแล้วกันกระเทือนไว้ด้วย

2) แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนัก ตามสภาพของอาคารแต่ละชนิด จะมีน้ำหนักของชิ้นส่วนเอง และน้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในอาคารนั้น และน้ำหนักจากการต่อจากชิ้นส่วนอื่นอีกด้วย

3) โครงสร้างที่นำมาประกอบกันอย่างมั่นคง โดยเฉพาะแรงที่เกิดทางแนวราบ เช่น แรงลมหรือเขย่าอันเนื่องจากแผ่นดินไหว โครงสร้างจะต้องสามารถต้านแรงดังกล่าวได้

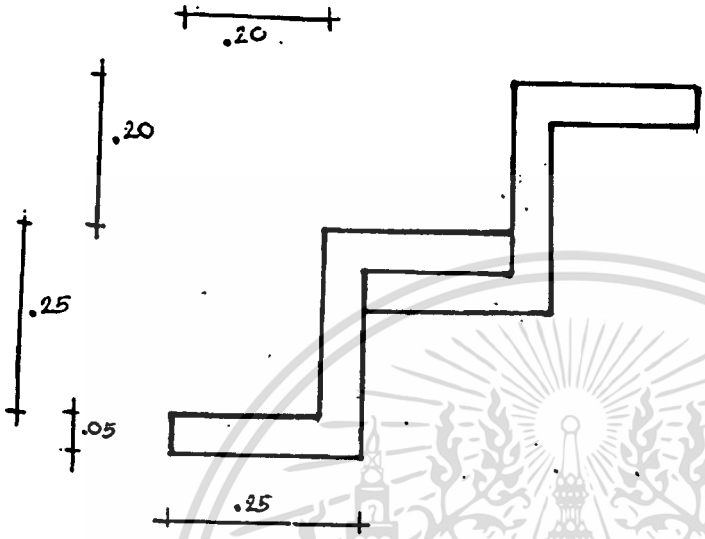
4) ความแข็งแรงของรอยต่อ เมื่อเกิดแรงขึ้นในแผ่นก่อน จะถ่ายถ่ายมายังรอยต่อต้อ พิจารณาเรื่องรอยต่อในด้านความแข็งแรง และง่ายในการสานเมื่อติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 การวิเคราะห์ทางทฤษฎีและการออกแบบโครงสร้าง

5.1 การวิเคราะห์ขั้นต้น

ในส่วนแรกของการออกแบบได้มีการพิจารณาคัดเลือก ขนาดและรูปร่างที่เหมาะสมของบันไดสำเร็จรูป จากการพิจารณาจึงได้เลือกขนาดดังรูป

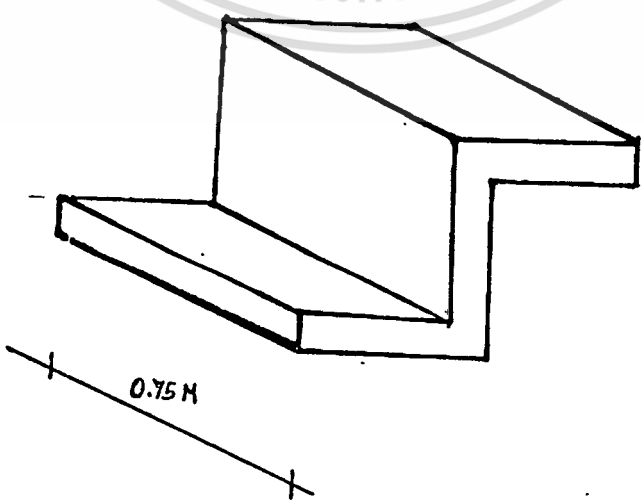


ลูกตั้ง 0.25 ม.
ลูกนอน 0.20 ม.
ความหนา 0.05 ม.

จากการออกแบบ และสร้างจะได้ ชิ้นส่วน 1 ชิ้น มีน้ำหนักประมาณ 70 กิโลกรัม เมื่อนำมาประกอบกันในลักษณะบันได จะเป็นลักษณะของ พื้นช่วงเดียวดังรูป และกำหนดเลือกขนาดความยาวช่วงมาตรฐาน

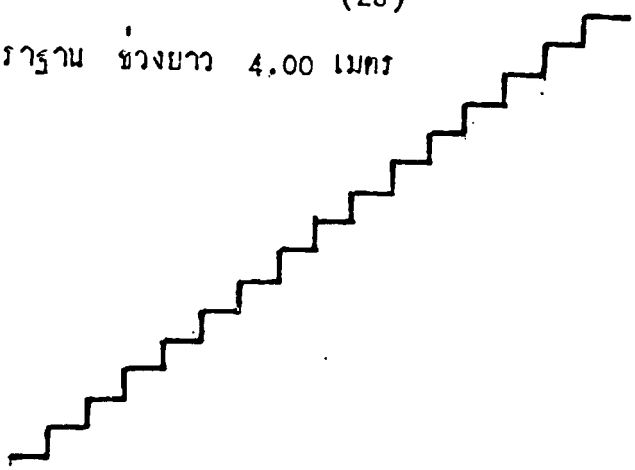
ความยาวช่วง (1) มาตรฐาน 4.00 ม. 15 ชิ้น
(2) ที่ทดลองสร้างจริง 1.25 ม. 4 ชิ้น

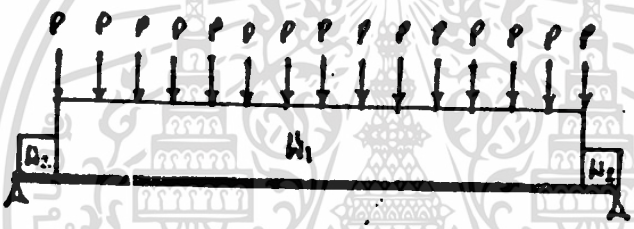
กำหนด $LL = 200\ KG/M^2$



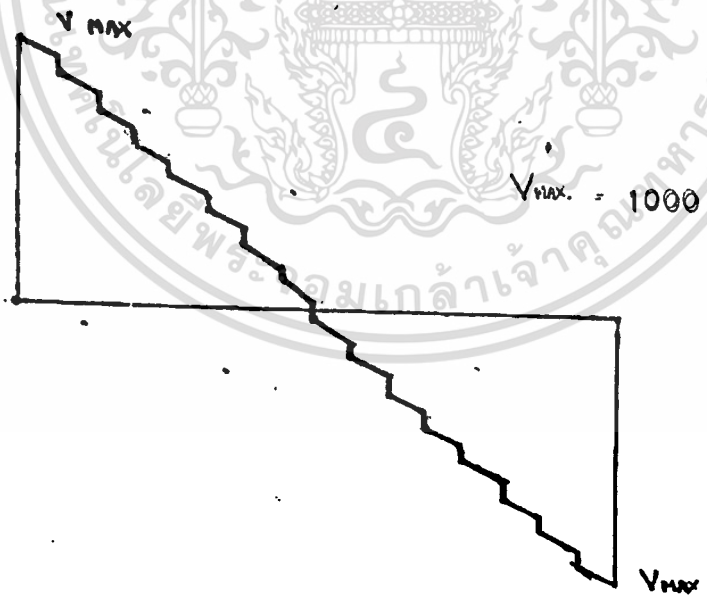
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ขนาดมาตรฐาน ช่วงยาว 4.00 เมตร
15 ขั้น

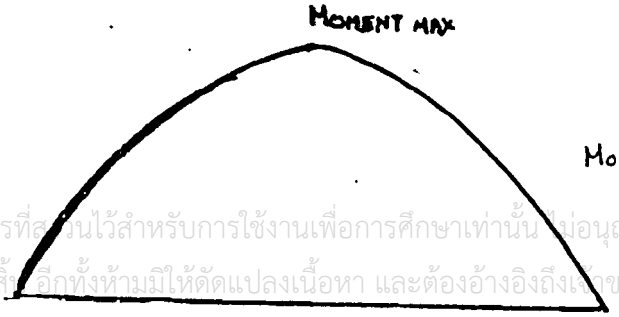




P = 30 กิโลกรัม @.25 M.
น.น.จร 200 ก.ก./ตารางเ
ω_1 = 200 ก.ก./ตารางเมตร
ω_2 = 100 ก.ก./ตารางเมตร



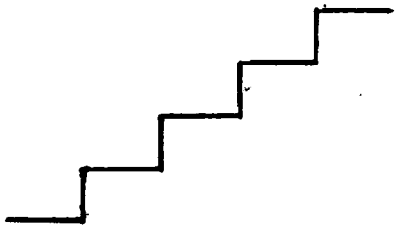
$V_{MAX.}$ = 1000 ก.ก.

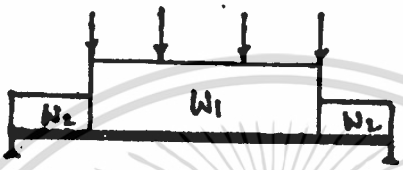


$MOMENT_{MAX}$ = 963.12 ก.ก.-เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ขนาดทดลองสร้าง ช่วงยาว 1.25 เมตร 4 ขั้น



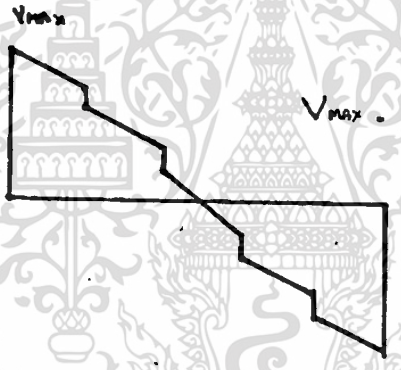


P - 30 กิโลกรัม @ .ขอน

น.น.จร 200 ก.ก./ตารางเมตร

ω_1 200ก.ก./ตารางเมตร

ω_2 100ก.ก./ตารางเมตร



V_{max} = 285 ก.ก.

Moment max = 80.62 ก.ก.-เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ

เนื่องจากปัจจุบันนี้การออกแบบเฟอร์โรซีเมนต์ยังไม่สามารถที่จะสรุปออกมาเป็นทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบอย่างแน่นอน ดังนั้นในการออกแบบโครงสร้างนี้จึงกำหนดให้ใช้ขนาดใกล้เคียงกับการออกแบบโดยทฤษฎี อิลาสติก โดยในการออกแบบให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของเฟอร์โรซีเมนต์

5.3 สมมติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ออกแบบ

1) โหล็กเสริมตะแกรงจะต้องถูกจัดวางอยู่ในแนวห่างจากขอบพื้นสม่ำเสมอเท่ากันตลอด และจะต้องมีขนาด รูปร่างเท่ากัน เชื่อมต่อเนื่องกันตลอดพื้น
2) หน่วยแรงที่เกิดในเหล็กเสริมไม่เกินค่าหน่วยแรงที่ยอมให้คือ F_y ไม่เกิน 100,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว (7,000 กก/ซม^2) และ $F_s = 0.6\ F_y$
3) หน่วยแรงดึงที่เกิดในเหล็กเสริมตะแกรงถูกสมมติให้แพร่กระจายสม่ำเสมอกันตลอดหน้าตัด
4) ความเครียดดึง (TENSILE STRAIN) ที่เกิดในเหล็กเสริมตะแกรงเป็นสัดส่วนกับหน่วยแรงที่เกิดขึ้น
5) หน้าตัดระนาบก่อนรับแรงกระทำยังคงอยู่ในระนาบเดิม ภายหลังรับแรงกระทำ
6) F'_c มอร์ตาร์ไม่น้อยกว่า 5,000 PSI. (=365 KSC) ใช้ $F_c = 0.45\ F'_c$
7) ภายหลังการทดสอบรอยแตกร้าว 0.004IN (0.10MM) เมื่อรับ
8) เหล็กโครงใช้ปริมาตรมากกว่า 1% แต่น้อยกว่า 8%

5.4 ตามทฤษฎีอิลาสติก

$F_y = 2400$KSC , $F_s = 0.6F_y = 1440$ KSC

$F_c = 0.45F'_c = 166.5$ KSC

$F'_c =$ จากการทดสอบมอร์ตาร์ $= 370$ KSC

$n = 13$, $k = 1/1+F_s/nF_c = 0.6$

$j = 1-k/3 = 0.8$

$R = 0.5F_ckj = 39.36$ KSC

1) $M = 963.12$ KG M

$V = 1000$ KG

$M_c = Rbd^2$, $d = 5.71$ Cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$A_s = M/F_s jd =$ 14.62

$= 14.62\ Cm^2$ - DB12 @ 7 cm.

$V_c = 0.29\sqrt{F_c}\ bd = 0.29\sqrt{370} * 100 * 2.5 = 1394.8$ KG

2) $M = 80.62$ KG-M

$V = 265$ KG

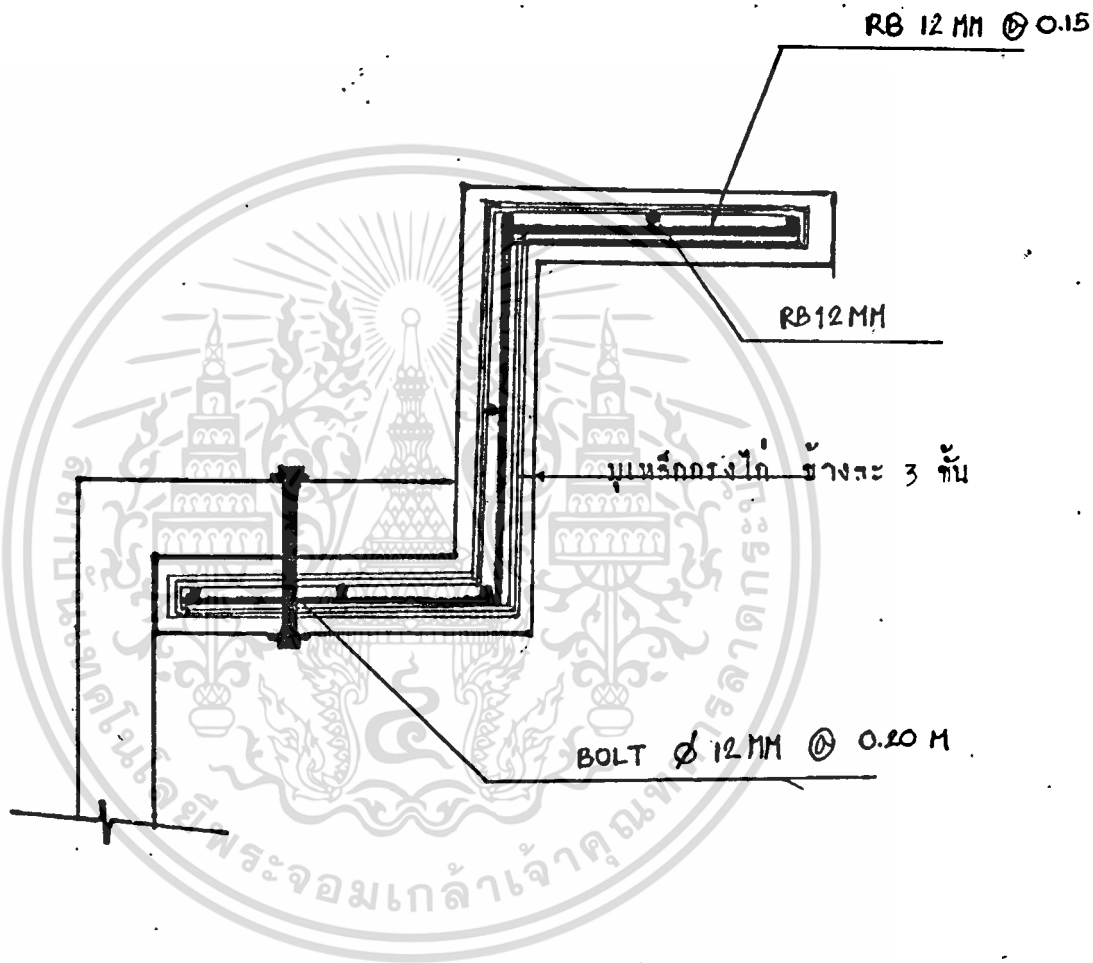
$d = \sqrt{80.62/39.96} = 1.42$ Cm

$A_s = M/F_s jd = 4.9\ Cm^2$ - DB12 @ .20 M.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 จากการเปรียบเทียบกับการออกแบบทางยืนาสติกเลือกใช้ขนาดของโครงสร้าง ดังนี้ ใช้เหล็กโครง ใช้ RB12 @ .15 ใช้เหล็ก 6 เส้น ดังรูป และใช้เหล็กรังไก่ด้านบน 3 ชั้น ด้านล่าง 3 ชั้น

การยึดชั้นบันไดติดกันใช้ BOLT ขนาด D12mm ยาว 12.5 ซม. 4 ตัว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6 วัสดุและกรรมวิธีการผสิต

6.1) วัสดุ

1. เหล็กเสริมโครง เหล็กกลมก่อสร้างผิวเรียบ ขนาด ϕ 9 มม.
2. เหล็กเสริมตะแกรง เหล็กกรงไก่ตา 6 เหลี่ยม ขนาด 1/2" โดยใช้เส้นลวดเบอร์ 24 ดูรูป 5
3. ซีเมนต์ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท ตราช้าง
4. ทราย ทรายน้ำจืดมี GRADATION ดังแสดงในตาราง GRADATION
5. ตัวยาเพิ่มความเหนียว (Plasticizer) ใช้อัตราส่วนตามบริษัทผู้ผลิตแนะนำ
6. ลวดผูกเหล็ก ใช้ชนิดเดียวกับที่ใช้ในงานก่อสร้าง เป็นลวดเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.25 มม.
7. น้ำ น้ำที่ใช้ผสมเป็นน้ำสะอาดที่สามารถดื่มได้
8. ไม้แบบ

6.2) เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เกรียงไม้บรรทัดยาว 1 อัน
2. เกรียงเหล็กใบโพธิ 2 อัน
3. คีมผูกลวด 2 อัน
4. จอบผสมปูน 1 อัน
5. ถุงมือยาง 4 คู่
6. ถังสังกะสี 4 ใบ
7. กระสอบป่าน 10 ใบ (สำหรับบ่ม)
8. ฆ้อน

6.3) ส่วนผสมของมอร์ตาร์

1. มอร์ตาร์ใช้ส่วนผสมซึ่งวัดโดยน้ำหนัก ดังต่อไปนี้คือ ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน 1 ส่วน ต่อทราย 2 ส่วน ผสมกัน
2. อัตราส่วนของน้ำที่ใช้ผสมในมอร์ตาร์ใช้วัดโดยน้ำหนักดังนี้ น.น. : น.น. ปูนซีเมนต์ เท่ากับ 0.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4) วิธีการผลิต

1. ได้มีการสร้างแบบสำหรับที่จะหล่อเรซินโพลีเมนต์ ตามขนาดและหน้าตัดที่ได้ออกแบบไว้ ดังแสดงในรูป และก่อนจะทำการหล่อทำการเคลือบผิวไม้แบบด้วยวาร์บีทั่วแบบ
2. ผูกเหล็กเสริมโครง จัดวางตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังแสดงในรูป
3. นำลวดตาข่ายมาผูกกรุเข้ากับโครงเหล็กที่ผูกเสร็จเรียบร้อยแล้วในข้อ 2 การกรุนั้น กรุทั้งด้านบนและด้านรองเหล็กโครง ด้านละ 3 ชั้น ใช้ลวดผูกเหล็กผูกเหล็กตะแกรงยึดติดกับเหล็กโครงเป็นระยะ ๆ โดยห่างกันประมาณ 15 ซม. เมื่อเรียบร้อยแล้วนำไปใส่ในแบบจัดให้พอดี ดังแสดงในรูป
4. เริ่มนำมอตาร์ที่ผสมตามขั้นตอนเรียบร้อยแล้ว อัดลงไปในแบบดังแสดงในรูป มอตาร์ที่นำมาอัดนี้ส่วนหนึ่งนำไปหล่อเป็นลูกบาศก์ เพื่อนำไปทดสอบหากำลัง
5. เมื่อดำเนินการตามข้อ 4 เรียบร้อยแล้ว ปล่อยทิ้งไว้ 24 ชม. แล้วจึงนำไปบ่มโดยการแช่น้ำดังรูป จนครบ 28 วัน จึงนำไปทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดง Gradation

Concrete Technology Laboratory

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY

KMIT. LADKRABANG

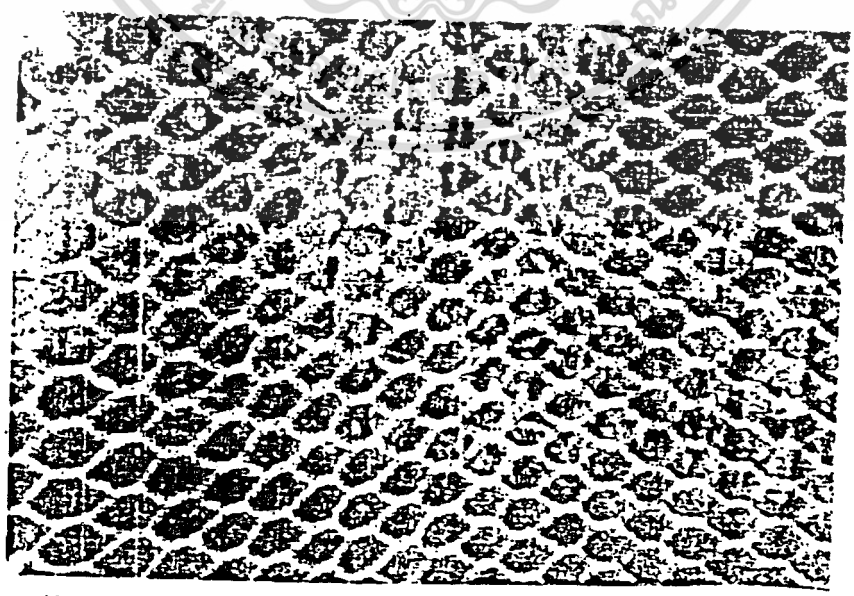
SIEVE ANALYSIS

Project Prefab.ferrocemant floor Sample.....

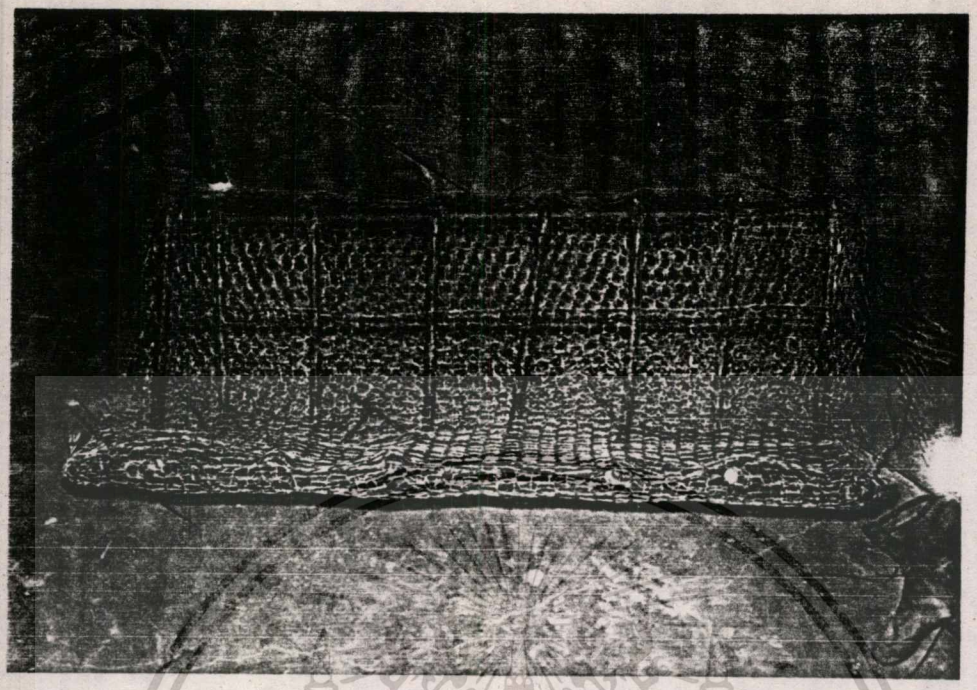
Location..... Test No.....

Tested by Siriwat Date 5 February 1981

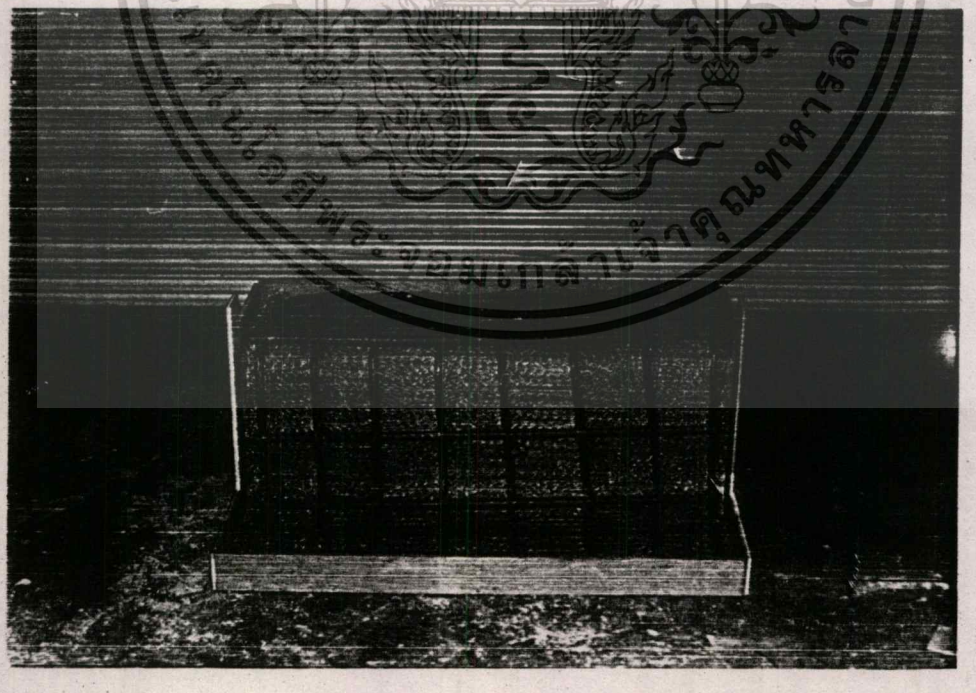
Sieve No.	sieve opening in	Wt. sieve gm.	Wt. sieve + sand gm.	Wt. sand retained gm.	retained	Cum. percent retained	percent finer
4		567.4	575.5	8.1	8.1	1.604	
8		546.4	590.9	44.5	52.6	10.418	
20		478.7	644	165.3	217.9	43.157	
30		456.2	531.2	75	292.9	58.011	
50		434	573	139	431.9	85.541	
100		408	468.5	60.5	492.4	97.524	
pan		408	420.5	12.5	504.9	100.000	
Fineness Modulus ...			3.96				



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดงโครงเหล็กที่บุด้วยเหล็กกรงไก่



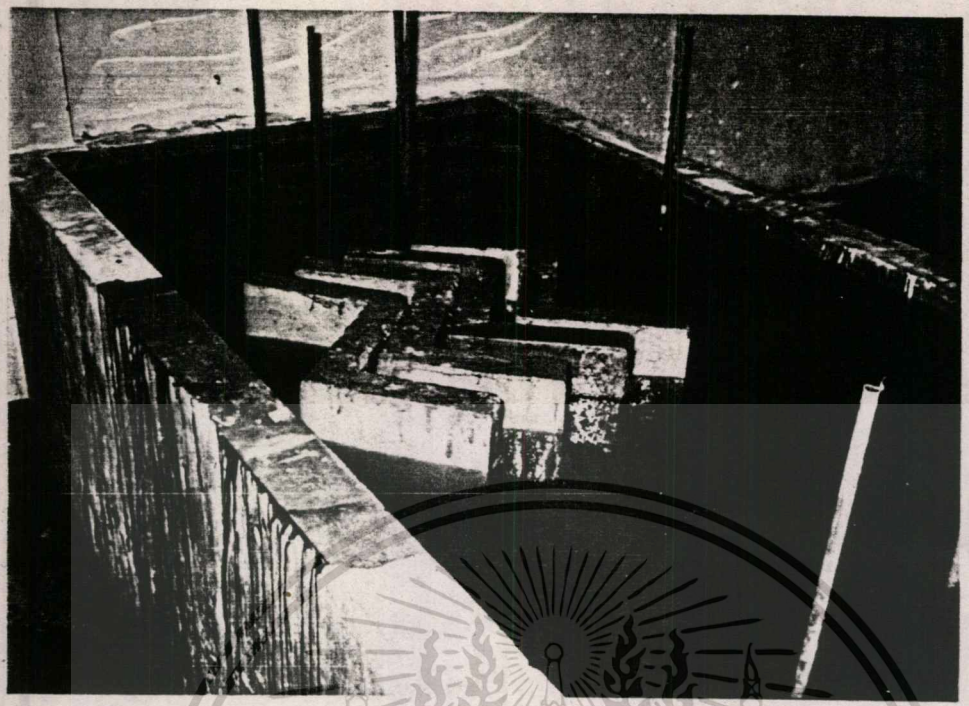
ภาพแสดงแบบที่ทำขึ้นเพื่อช่วยในการ...าบมาร์คาได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงการฉาบและขัดมันร์ตา

ภาพแสดงการฉาบและขัดมันร์ตา

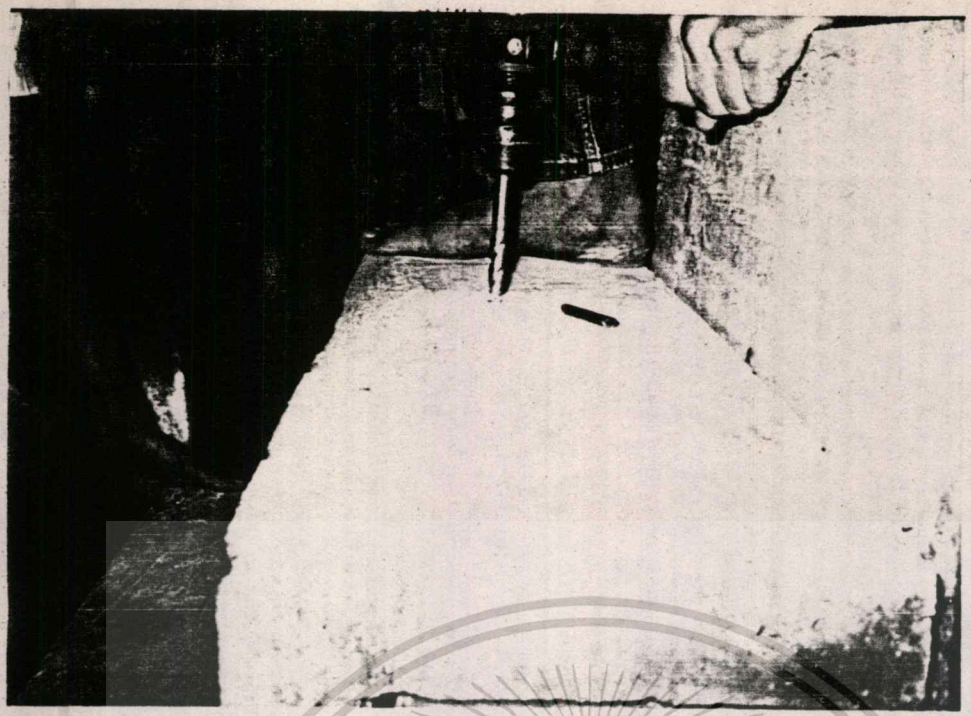
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดงการบ่มชั้นส่วนบันไดโดยการแช่น้ำ

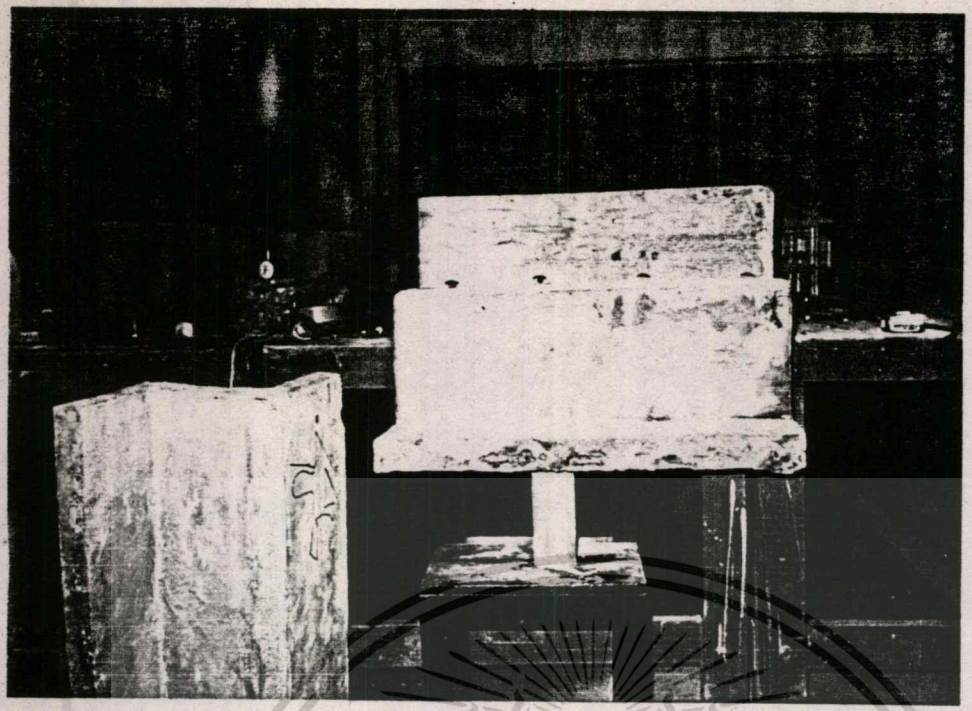
ภาพแสดงส่วนที่ไม่จมน้ำ ใช้กระสอบคลุมและรดน้ำเสมอ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาได้ โดยไม่ต้องขออนุญาต ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



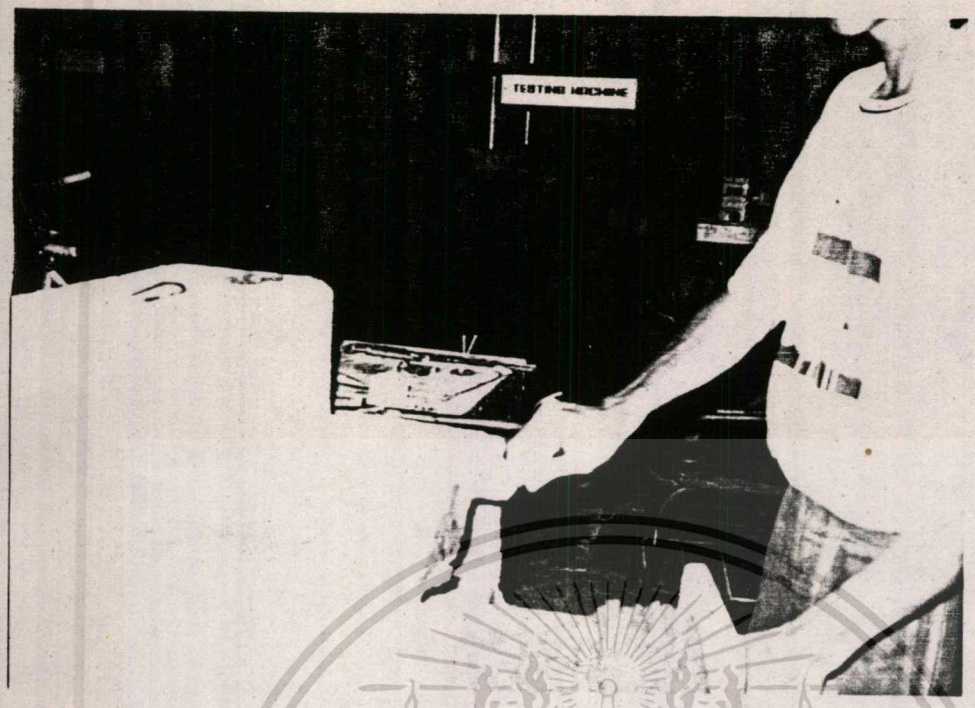
ภาพแสดงการใช้สว่านเจาะรูเพื่อใส่ BOLT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

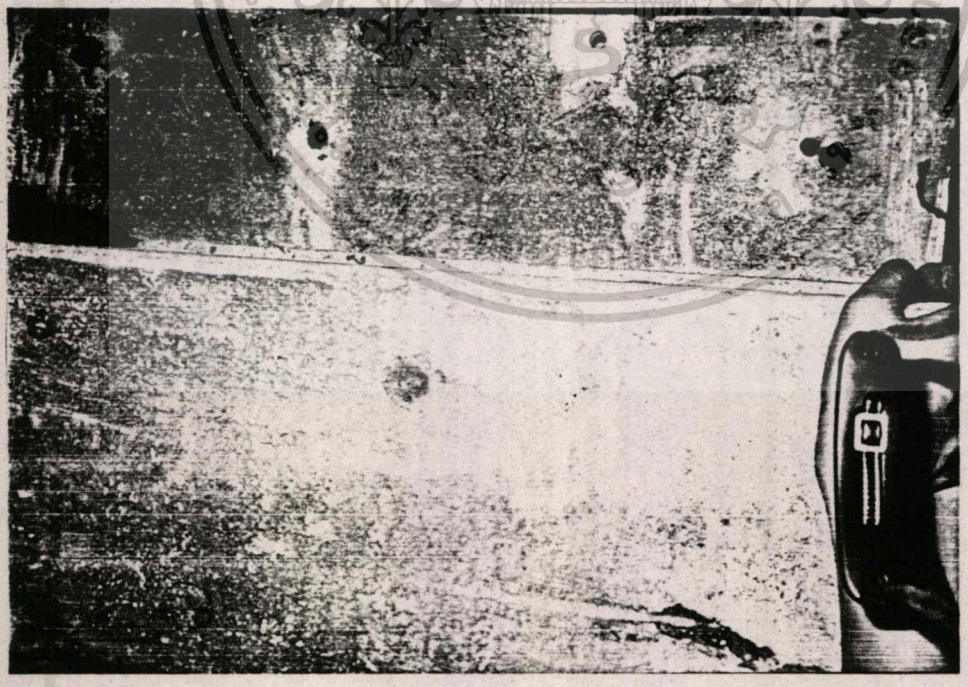


ภาพแสดงการทดสอบ SLUMP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดงการซ่อมแซมโดยเพียงใช้มอร์ตาฉาบหรืออุดรอยที่เสียเท่านั้น



ภาพแสดงรอยที่ซ่อมแซมเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7 การประกอบและติดตั้งบันไดสำเร็จรูป

ในการประกอบและติดตั้ง การยึดชิ้นส่วนติดกันใช้ BOLT ยึด โดยใช้ขนาด 4 หุน ส่วนในการติดตั้งมีขั้นตอนดังนี้

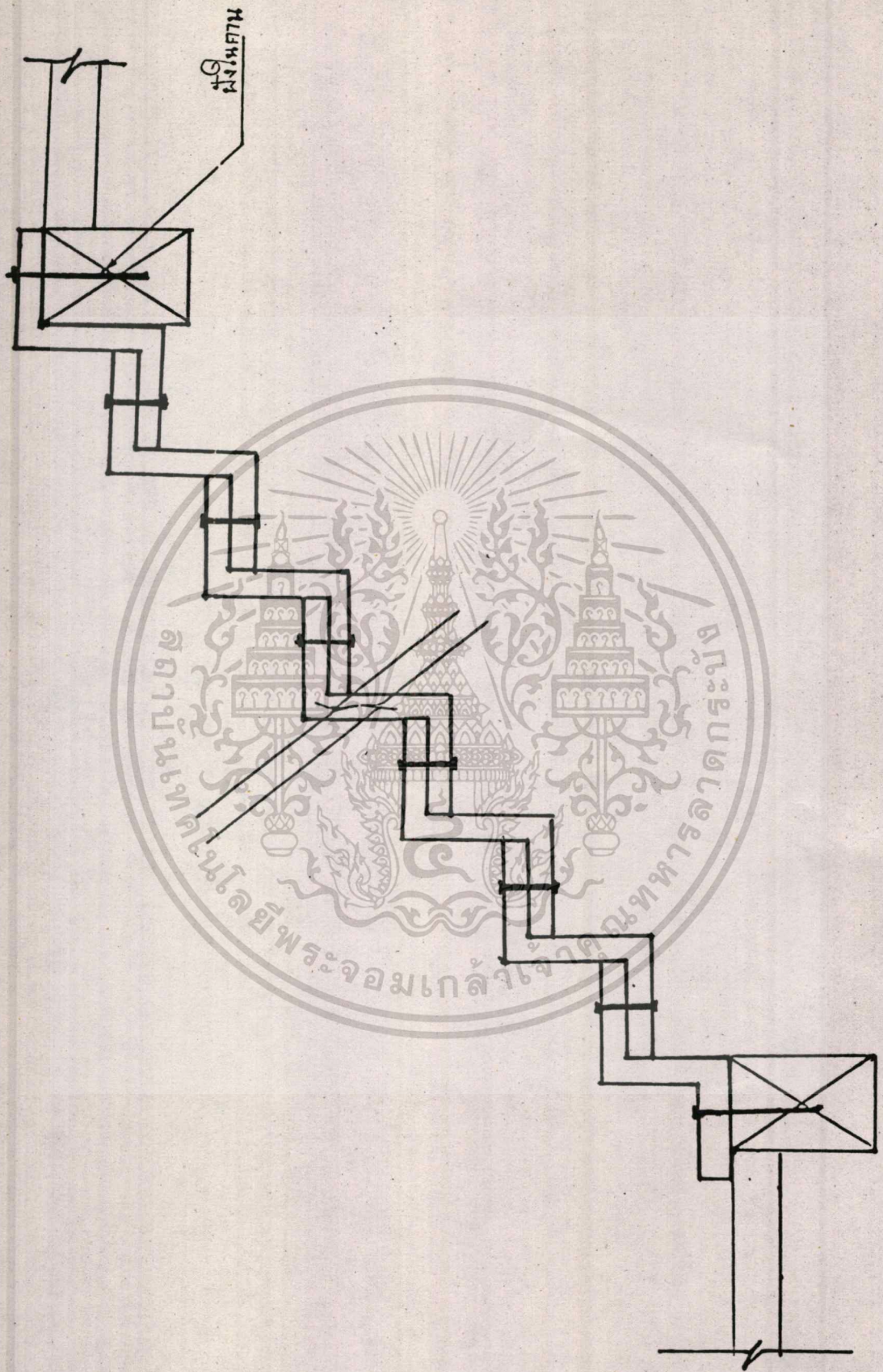
1) เมื่อเลือกขนาดของขั้นบันไดให้มีขนาดความสูงระหว่างขั้นสัมพันธ์บันไดเมื่อประกอบแล้วเสร็จ และทำการกำหนดจุดที่ที่จะติดตั้งแล้ว ในกรณีที่อยู่ในระหว่างการก่อสร้างเราสามารถเตรียมการก่อนได้โดยการฝัง BOLT ก่อนโดยการเชื่อมปลายกับเหล็กโครงสร้างหรือให้มีระยะฝังในคอนกรีตที่เพียงพอ หรืออีกกรณีที่เป็นการติดตั้งบันไดภายหลังเช่นการต่อเติมเพิ่ม อาจใช้ BOLT ชนิดพิเศษที่เจาะใส่ภายหลังที่มีอยู่หลายแบบก็ได้

2) เริ่มติดตั้งบันไดขั้นบนสุดก่อน โดยการวางพาดส่วนบนกับจุดที่รองรับที่เตรียมไว้ให้ตรงกับ BOLT ที่เตรียมไว้แล้วยึดให้แน่น ในการประกอบเพื่อความสะดวกควรตั้งนั่งร้านเพื่อสะดวกในการทำงาน โดยใช้คนงานติดตั้ง 3 คน คือยกประกอบ 2 คน และยึด BOLT อีกหนึ่งคน

3) ทำการประกอบขั้นต่อไป โดยทำไล่ลงมาข้างล่างทีละขั้น จนถึงขั้นสุดท้ายให้ยึดติดกับคานหรือพื้นที่รับน้ำหนักเหมือนขั้นบนสุด

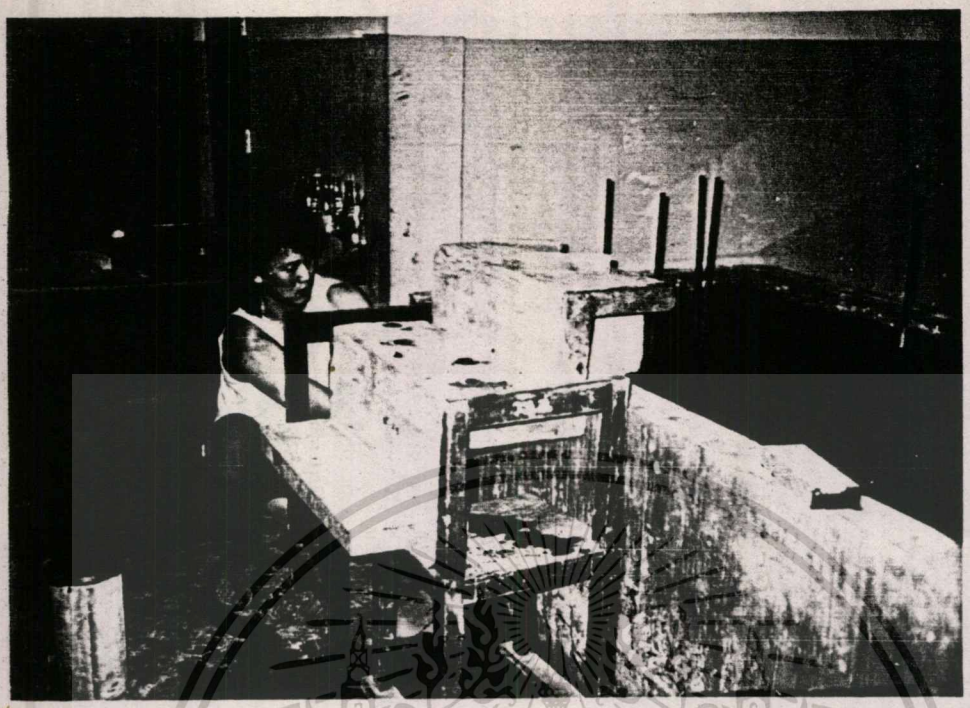
จากขั้นตอนที่กล่าวมา จะประมาณคนงานเพียง 3 คน และเวลาที่ใช้สำหรับบันได 15 ขั้น ประมาณ 5-6 ชั่วโมงเท่านั้นด้วย ก็สามารถใช้งานได้เลยซึ่งเป็นข้อได้เปรียบของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ส่วนภายหลังหากต้องการตกแต่งก็สามารถทำได้ โดยการปูกระเบื้องได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

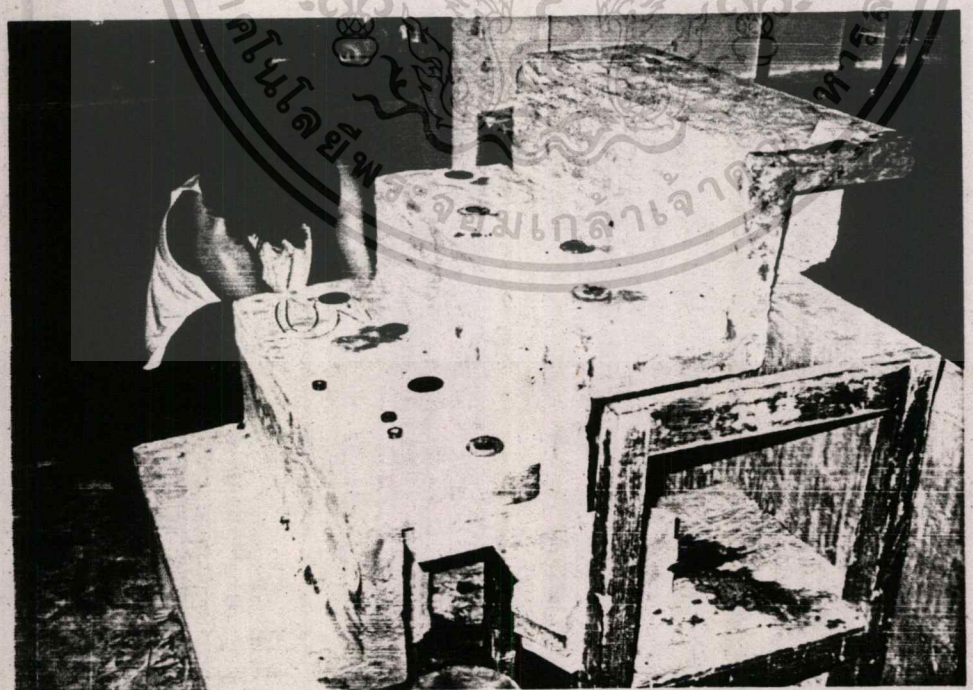


สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงขั้นตอนการประกอบและติดตั้งบันได

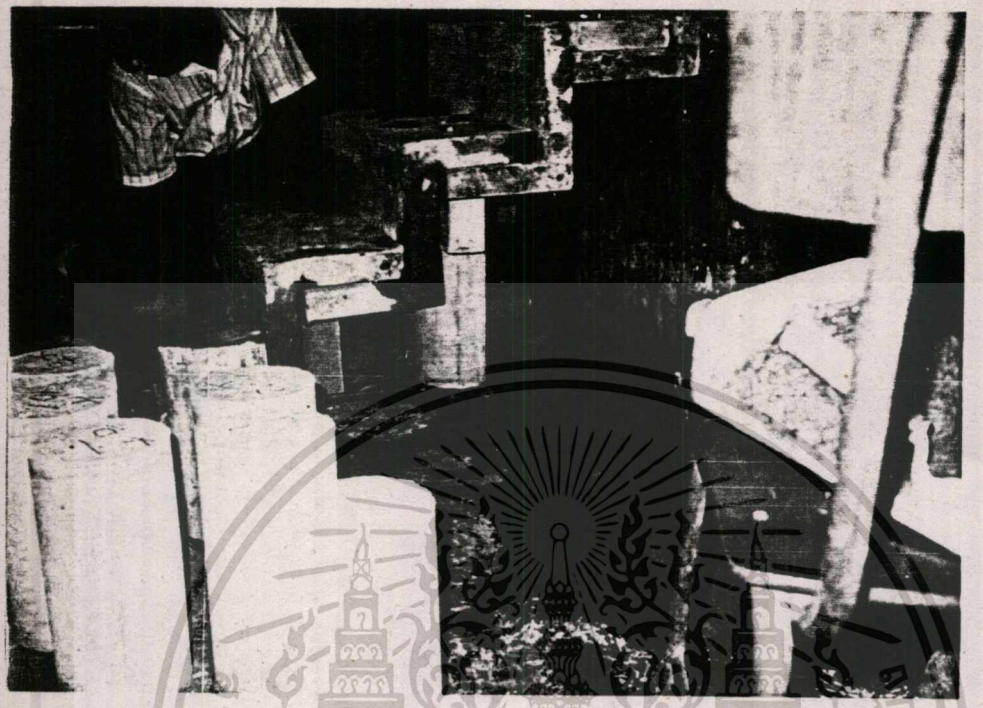


ขั้นแรกโดยการติดตั้งบันไดขั้นบนสุดก่อน โดยให้ยึดติดกับผนังหรือพื้นที่สามารถรับน้ำหนักได้ โดยอาจมีการเตรียมการก่อนโดยการฝัง BOLT ไว้ก่อนหรือเจาะใส่ภายหลัง

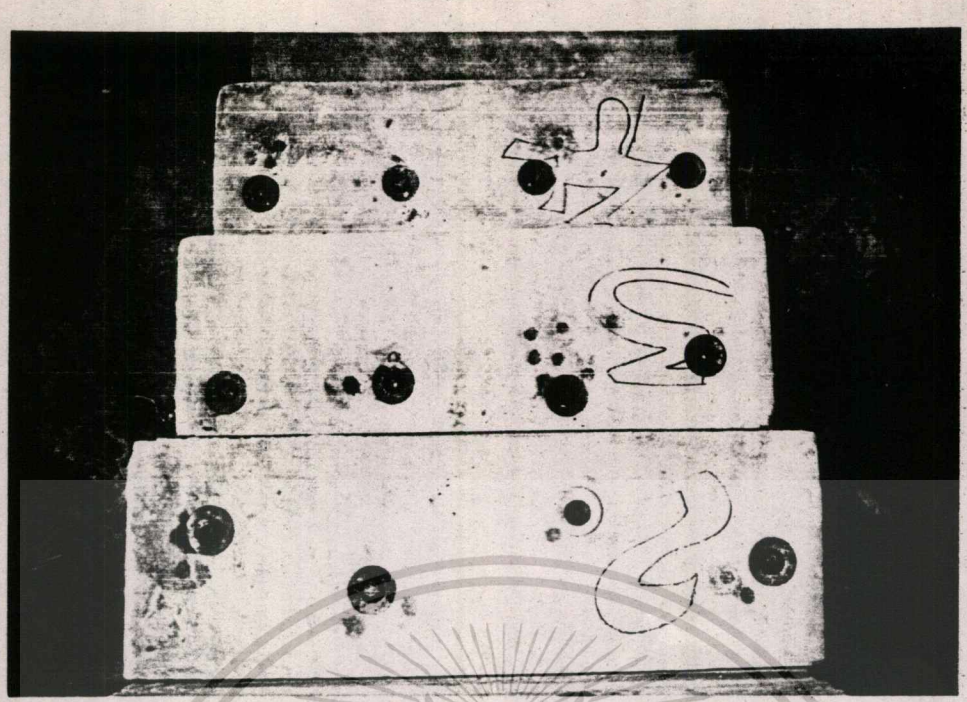


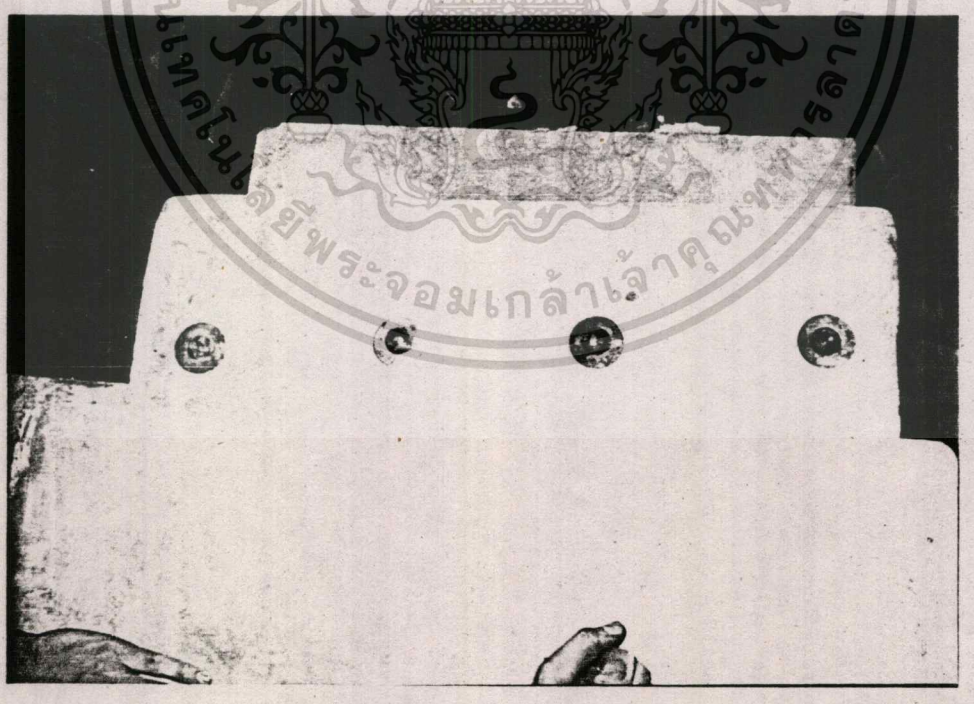
ประกอบขั้นต่อไปโดยการวางซ้อนที่ส่วนปลายล่าง แล้วใช้ BOLT ยึด ขั้นต่อไปก็ทำวิธีเดียวกัน จนถึงขั้นสุดท้ายให้ยึดติดกับผนังหรือพื้นที่รับน้ำหนักได้เช่นกัน ขั้นบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

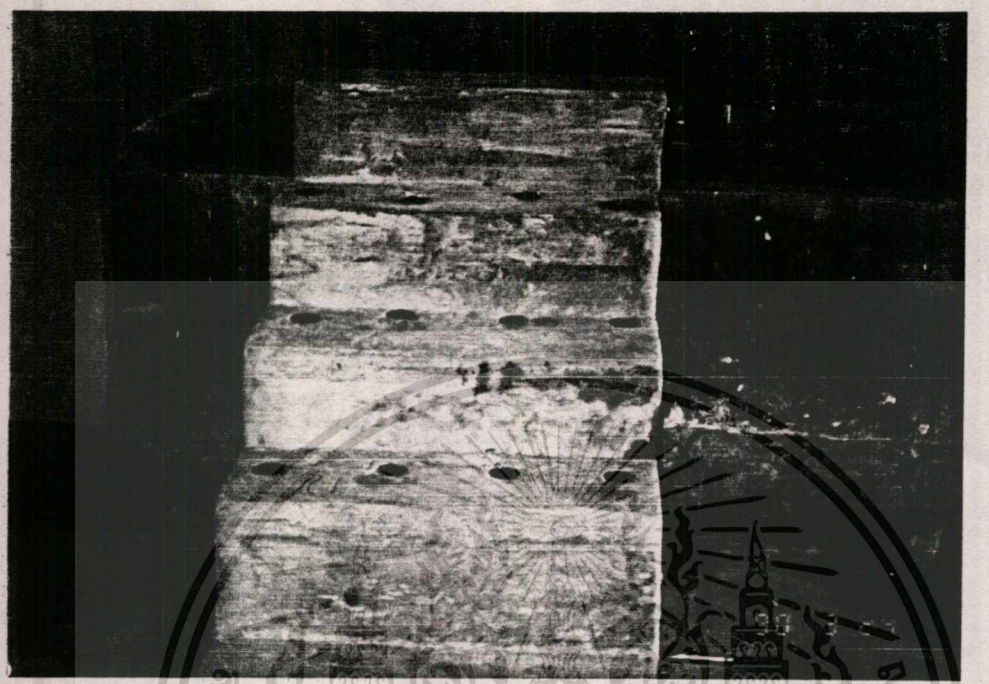


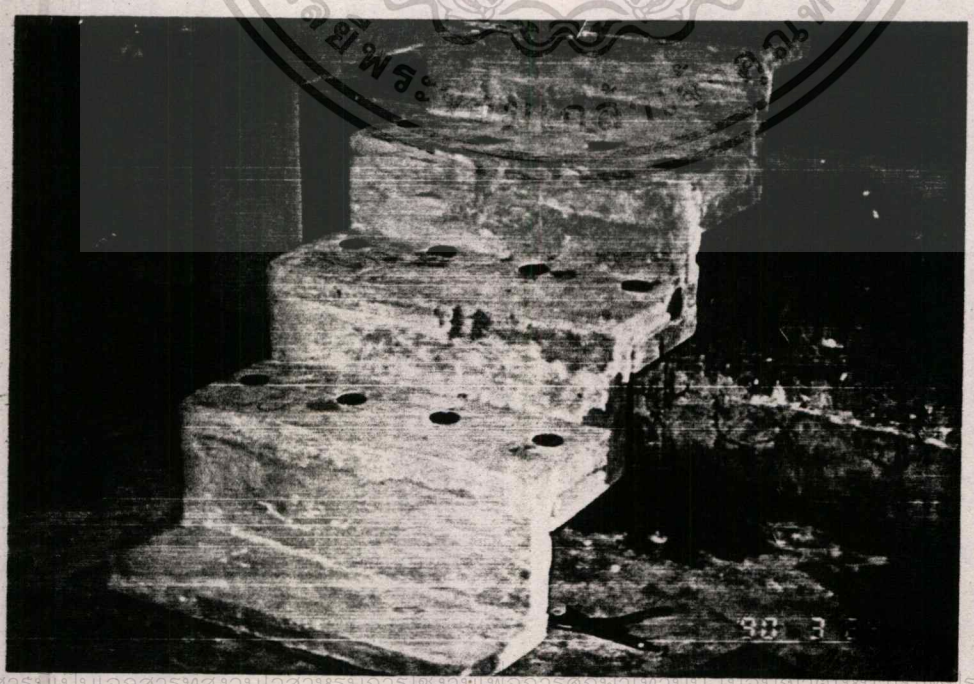


ควรมีการใช้แหวนขนาดใหญ่เพื่อเพิ่มเนื้อที่รับแรงเฉือนแบบทะลุ

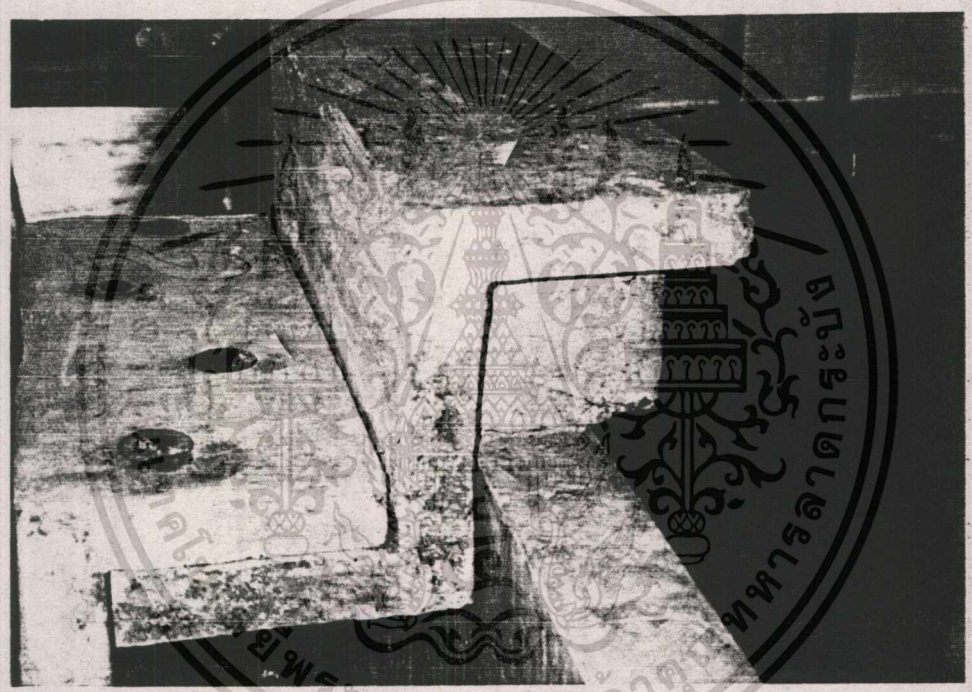
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงเบื่อคิดทั้งเรียบร้อยแล้ว





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8 การทดสอบการรับน้ำหนัก

วิธีการทดสอบการรับน้ำหนักของบันไดสำเร็จรูปนี้ ใช้วิธีเดียวกับการทดสอบการรับน้ำหนักของพื้นโดยใช้วิธีทดสอบการรับน้ำหนักแบ่งเป็นน้ำหนักแผ่สม่ำเสมอ แล้ววัดค่าความแอ่นตัว

8.1 วิธีเตรียมชิ้นทดสอบ

เตรียมตัวอย่างบันไดสำเร็จรูปที่จะทดสอบตามลักษณะงานจริง ความกว้างของบันไดที่ใช้ทดสอบต้องไม่น้อยกว่าหนึ่งในสามของช่วงความยาว

8.2 วิธีการทดสอบ

1) ประกอบติดตั้งระบบบันไดสำเร็จรูปบนแท่นรองรับ
2) จัดตำแหน่งจุดกึ่งกลางเพื่อวัดการแอ่นตัวขณะยังไม่ได้บรรทุกน้ำหนัก
3) เริ่มใส่น้ำหนักบรรทุก โดยใส่เป็นช่วงคือ ร้อยละ 25 ร้อยละ 50 ร้อยละ 75 ร้อยละ 100 ร้อยละ 125 ร้อยละ 150 ของน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย
4) หลังจากใส่น้ำหนักบรรทุกแต่ละค่าให้หาค่าการแอ่นตัวทุกช่วงหลังจากเวลาผ่านไปแล้ว 15 นาที แล้วจึงเพิ่มน้ำหนักอีกช่วง การใส่น้ำหนักบรรทุกต้องระวังไม่ให้เกิดการกระแทก
5) เมื่อเพิ่มน้ำหนักบรรทุกจนถึง 1.5 เท่าของน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วอ่านค่าการแอ่นตัวอีกครั้ง
6) เริ่มปลดน้ำหนักออกโดยปฏิบัติตามขั้นตอนย้อนกลับกับตอนบรรทุกน้ำหนักทุกประการ

8.3 ผลการทดสอบ

เมื่อทำการทดสอบตามขั้นตอน การหาค่าการแอ่นตัวจะพบว่าในช่วงแรกไม่มีการแอ่นตัวเลย แต่เมื่อถึงที่ 1.5 เท่าของน้ำหนักบรรทุกแล้วทิ้งไว้ 24 ชม. แล้วมาวัดค่าการตัวจะพบว่ามีการแอ่นตัวลงมาประมาณ 3 มม ส่วนรอยแตกร้าวเนื่องจากน้ำหนักบรรทุก ไม่พบเห็นอย่างเด่นชัดเลย

8.4 สรุปผลการทดลอง

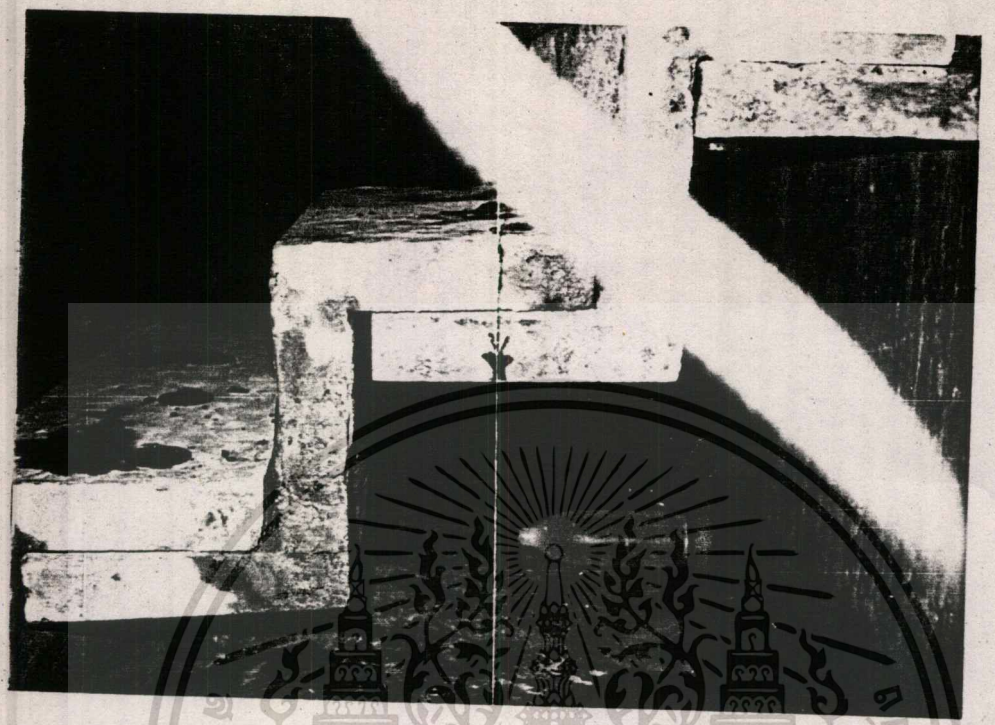
จากการทดสอบจะเห็นได้ว่า บันไดสำเร็จรูปนี้ สามารถรับน้ำหนักได้เพิ่มขึ้น

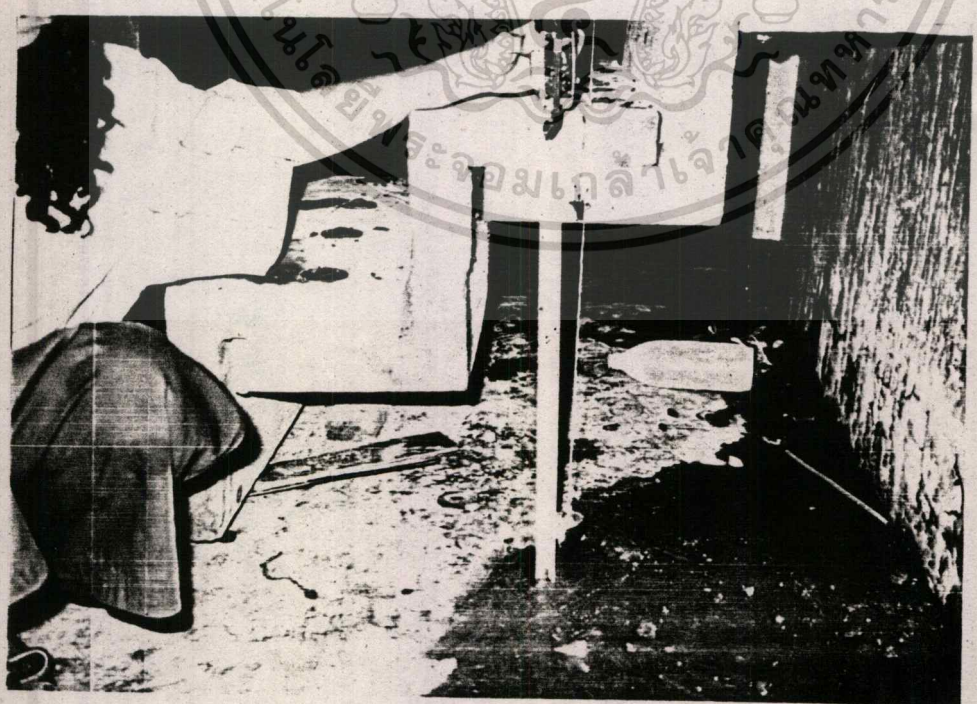
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกจากนี้ยอกแบบไว้และการแอ่นตัวก็มีน้อยมากซึ่งที่เป็นเช่นนี้ก็เป็นเพราะเนื่องจากคุณสมบัติที่ได้เปรียบของเฟอร์โรซีเมนต์ ที่มีความแข็งแรงมากกว่าเมื่อเทียบกับคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป ซึ่งสามารถหามาใช้งานได้จริง และหากนำมาพัฒนาเพื่อหาวิธีการรับน้ำหนักบรรทุกได้แน่นอนแล้ว ก็สามารถที่จะลดขนาดความหนาหรือปริมาณเหล็กโครงหรือเหล็กตะแกรงกรงไก่ลงไปอีกเพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการผลิตลงได้อีก

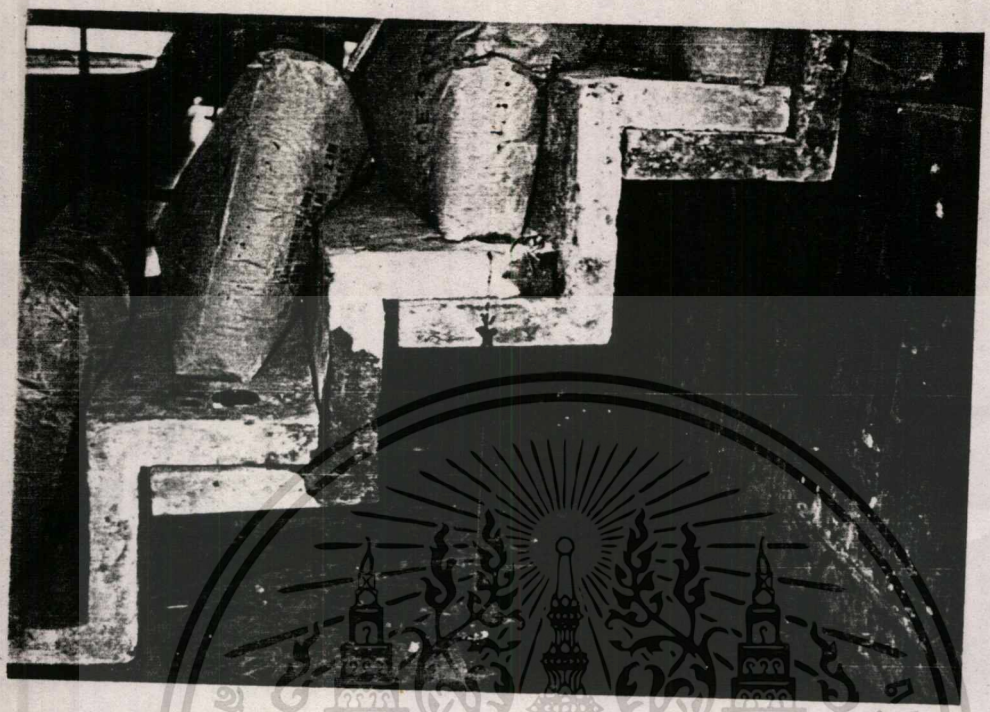
และเราอาจจะหาค่าต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้นหากเราสามารถทำการขยายความยาวของบันไดที่ใช้ในการทดสอบให้ยาวกว่านี้ได้อีก

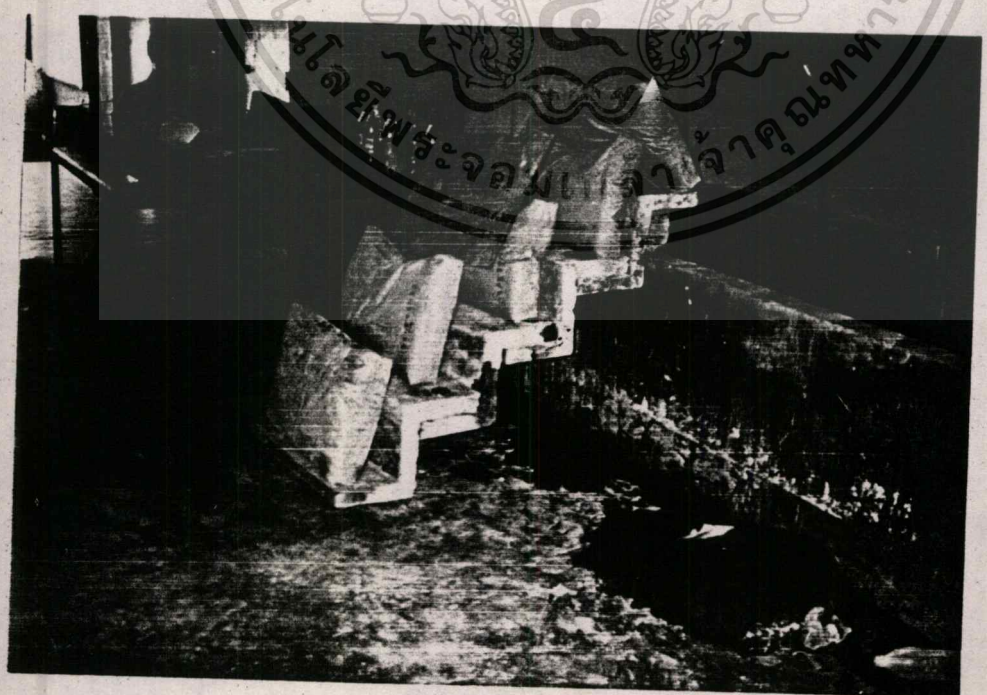
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



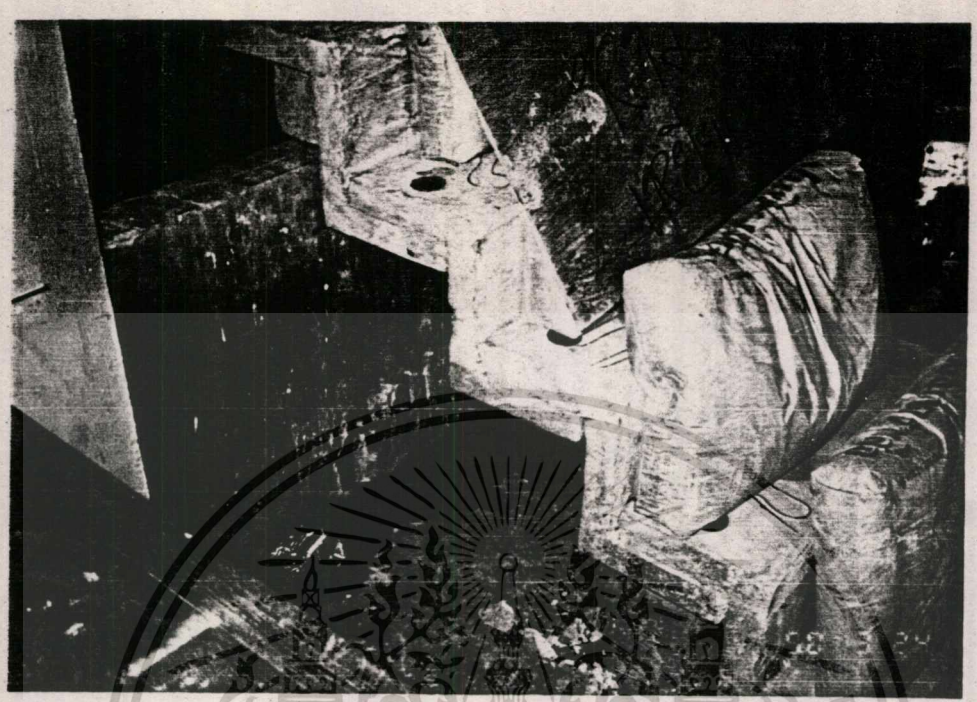


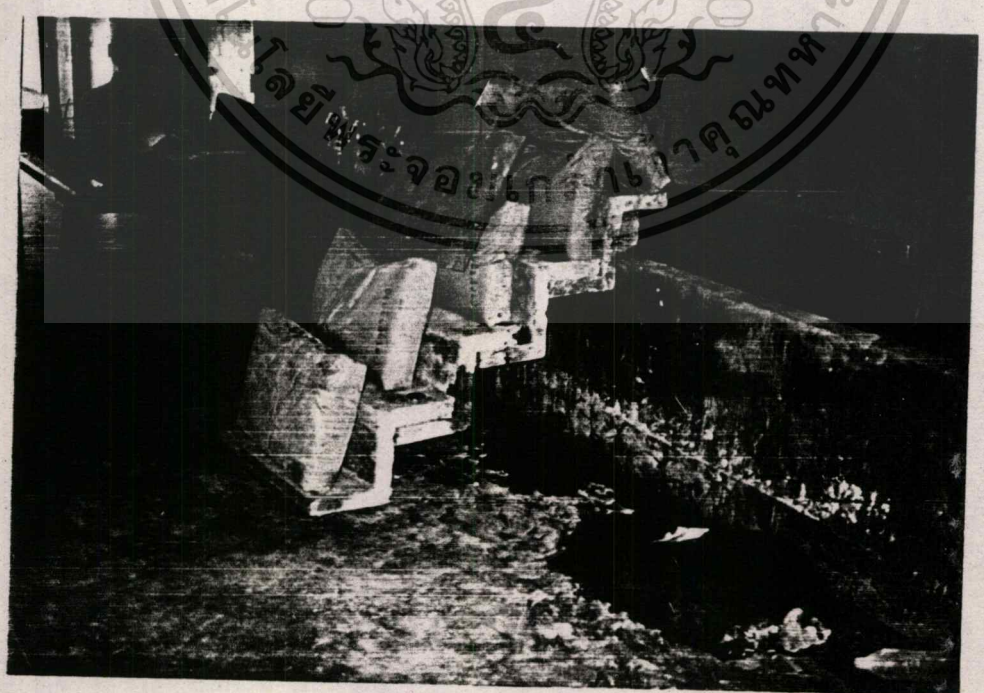
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 9 การเปรียบเทียบระหว่างบันไดสำเร็จรูปกับบันไดคอนกรีตเสริมเหล็ก

ในการค้นทุนการผลิตของบันไดสำเร็จรูปที่สร้างขึ้น กับบันไดคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้กันทั่วไปขณะนี้ จะทำการยกตัวอย่างขนาดของช่วงความยาวและความสูงระหว่างชั้นที่เท่ากันมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาข้อสรุปผล โดยเลือกขนาดช่วงความยาวบันไดเท่ากับ 2.50 เมตร และความสูงระหว่างชั้นเท่ากับ 2.20 เมตร โดยมากใช้บันไดสำเร็จรูปต้องใช้ 11 ชั้น โดยราคากำหนดใช้ขณะเดือนกุมภาพันธ์ 2533

การประมาณราคาค้นทุนการผลิต

บันไดสำเร็จรูป

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตราช้าง	4 ถุง	4/95	380.00 บาท
ทรายละเอียด-หยาบ	0.41 $ม^3$	0.41/200	28.00 บาท
เหล็กเส้น	91.81 ก.ก.	13.50/91.81	1239.43 บาท
ลวดกรงไก่ ยาว 49.5 เมตร		18/49.5	891.00 บาท
ลวดผูกเหล็ก	3 ก.ก.	3/20	60.00 บาท
โบลท์ขนาด 12 ม.ม.	48 ตัว		180.00 บาท
แหวนรอง	88 ตัว		50.00 บาท
ไม้แบบ (สำหรับทำพร้อมกัน 6 ชั้น)			810.80 บาท
ค่าแรงงานการผลิต	ช่างไม้ 1 คน 1วัน		120.00 บาท
	ช่างเหล็ก 2 คน 2 วัน		480.00 บาท
	ช่างฉาบ-ปูน 2 คน 2 วัน		480.00 บาท
ค่าแรงการประกอบและติดตั้ง	แรงงาน 3 คน 1 วัน		360.00 บาท
		รวมทั้งสิ้น	5079.23 บาท

ในกรณีที่ทำการผลิตในรูปอุตสาหกรรมอาจลดค่าใช้จ่ายบางตัว เช่น ค่าแรงการผลิต และ ค่าไม้แบบ เหลือทั้งสิ้น 3188.43 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปันไดคอนกรีตเสริมเหล็ก

คอนกรีต	0.40 $ม^3$	0.4 / 1300	520.00 บาท
เหล็กเส้น	52.73 ก.ก.	52.73 / 13.50	711.85 บาท
ลวดผูกเหล็ก	1 ก.ก.		20 .00 บาท
ไม้แบบ			1484.60 บาท
ค่าแรง ช่างเหล็ก	3 คน 2 วัน		720.00 บาท
ช่างปูน	4 คน 1 วัน		480.00 บาท
ช่างไม้	3 คน 1 วัน		360.00 บาท
กรรมกร (งานบ่มคอนกรีต)	1 คน 7 วัน		588.00 บาท
		รวมทั้งสิ้น	4884.45 บาท

จากตัวเลขที่สรุปออกมา จะเห็นได้ว่าในตัวอย่างต้นปันไดสำเร็จรูปจะมีราคาแพงเล็กน้อย คือ ประมาณ 200.00 บาท แต่ในความเป็นจริงหากมีการผลิตและจำหน่ายในรูปแบบอุตสาหกรรม ต้นทุนการผลิตจะลดลงมากเพราะงานไม้แบบจะลดลง เพราะแบบที่ใช้จะเป็นแบบถาวร ในการลงทุนเพียงครั้งแรกและค่าบำรุงรักษาเท่านั้น และค่าแรงการผลิตจะลดลงเนื่องจากจะมีการใช้เครื่องจักรมาใช้ ซึ่งจากตัวอย่างถ้าหากตัดค่าไม้แบบและค่าแรงการผลิตจะเหลือเพียง 3188.43 บาทเท่านั้น

นอกจากในต้นทุนการผลิตโดยตรงที่กล่าวแล้ว ยังสามารถลดต้นทุนการผลิตทางอันเนื่องจากการที่ปันไดสามารถใช้งานได้ทันทีที่ประกอบเสร็จ ทำให้การทำงานได้สะดวกและรวดเร็วกว่า ซึ่งจุดนี้จะช่วยลดต้นทุนการก่อสร้างทั้งหมดอันเนื่องจากเวลาโดยบางที่อาจจะมีค่ามากกว่าส่วนที่ลดต้นทุนทางตรงก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบระหว่างบันไดสำเร็จรูปกับบันไดคอนกรีตเสริมเหล็ก

บันไดสำเร็จรูป	บันไดคอนกรีตเสริมเหล็ก
1) ประกอบง่ายกว่า เร็วกว่าและสามารถใช้งานได้ทันทีที่ประกอบเสร็จ ไม่เกิน 1 วัน	1) ในการสร้างต้องใช้เวลามากกว่าในการตั้งแบบ-ผูกเหล็ก-เทคอนกรีต-รอเวลาคอนกรีตสามารถรับน้ำหนักได้
2) น้ำหนักเบากว่า ลดภาระน้ำหนักต่อโครงสร้าง	2) มีน้ำหนักมากกว่า
3) ใช้แรงงานและอุปกรณ์ในการติดตั้งน้อย	3) ใช้แรงงานมากกว่าและหลายประเภท และอาจมีการใช้อุปกรณ์ขนาดใหญ่เช่น เครนในการเทคอนกรีต
4) ไม่ต้องใช้แบบหล่อ และค้ำยันแต่อาจใช้ค้ำยันเพื่อความสะดวกในการติดตั้งเท่านั้น เมื่อติดตั้งเสร็จสามารถถอดออกได้ทันที	4) ใช้แบบหล่อซึ่งนับวันจะมีราคาแพงขึ้น และค้ำยันต้องใช้นานมากกว่า
5) คุณสมบัติของเพลโรซีเมนต์ช่วยให้แข็งแรงและทนทานกว่าคอนกรีตเสริมเหล็กทำให้ระยะออกแบบให้มีขนาดเล็กกว่าได้	5) แข็งแรงทนทานแต่ต้องออกแบบให้มีขนาดใหญ่เพียงพอ
6) สามารถถอดและเคลื่อนย้ายได้โดยสามารถนำมาประกอบใช้ใหม่ในตำแหน่งใหม่ได้	6) เมื่อรื้อถอนต้องทำลายไม่สามารถนำมาใช้ได้อีก
7) ราคาจะถูกกว่าเมื่อผลิตออกมาในรูปอุตสาหกรรมในจำนวนมากๆ และยังช่วยลดค่าก่อสร้างทั้งหมดเนื่องจากการลดของเวลาในการก่อสร้างทั้งหมด	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 10 บทสรุป

ธุรกิจก่อสร้างจัดได้ว่าเป็นธุรกิจที่ให้กำไรน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับธุรกิจชนิดอื่น แต่ด้วยมูลค่าการลงทุนที่สูงมากทำให้เป็นธุรกิจขนาดใหญ่ที่สำคัญอยู่เสมอ แต่เนื่องจากภาวะการเปลี่ยนแปลงของสภาพเศรษฐกิจทำให้ต้นทุนการก่อสร้างมีค่าสูงมาก ดังนั้นวิธีที่จะลดต้นทุนให้ลดลงแต่คุณภาพต้องไม่ลดลงคือการใช้เทคโนโลยีใหม่ทำการพัฒนาวัสดุและกรรมวิธีใหม่เพื่อเพิ่มคุณภาพในการทำงาน ดังนั้นวัสดุสำเร็จรูปจึงเป็นทางออกที่ดีทางหนึ่ง

บันไดสำเร็จรูปที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นนี้จะช่วยลดต้นทุนการก่อสร้างลงได้บ้างทั้งทางตรงและทางอ้อม

1) ทางตรง ราคาวัสดุและค่าแรง ขึ้นชื่อว่าวัสดุสำเร็จรูปกระบวนการผลิตย่อมต้องทำในรูปที่ทำออกมาเป็นจำนวนมากๆ ในขณะเดียวกันนี้ทำให้ต้นทุนในการผลิตลดลง เนื่องจากย่อมมีการใช้อุปกรณ์แรงงานและเครื่องมือจำนวนน้อยในการผลิตทำให้ราคาของเหล่านี้ลดลง หากจะมีการเปรียบเทียบกับบันไดคอนกรีตเสริมเหล็กแล้วงานเฟอร์โรซีเมนต์จะประหยัดค่าไม้แบบ หรือหากมีการใช้ในการผลิตก็อาจมีแบบหล่อถาวรทำให้ประหยัดค่าไม้แบบเมื่อเทียบกับคอนกรีตเสริมเหล็ก แต่ในจุดที่แพงขึ้นคือการใช้เหล็กกรงไก่ที่มีราคาแพง แต่ถ้าหากมีการพัฒนาต่อไปอาจสามารถลดการใช้เหล็กกรงไก่ลง หรือมีวัสดุอื่นทดแทนลงได้ทำให้ต้นทุนทางด้านนี้ลดลง เหล็กโครงเฟอร์โรซีเมนต์ใช้น้อยลงได้เมื่อเทียบกับคอนกรีตเสริมเหล็ก

ค่าแรง ก็เป็นอีกส่วนประกอบที่ทำให้ได้เปรียบคอนกรีตเสริมเหล็ก เพราะในการผลิตในระบบอุตสาหกรรมย่อมใช้แรงงานในการผลิตน้อยลง ส่วนในการติดตั้งก็สามารถทำได้เพียงคนไม่กี่คน (2–3 คน)

2) ทางอ้อม ในการก่อสร้างทุกวันนี้ เวลาในการก่อสร้างเป็นเครื่องชี้ที่สำคัญมากที่จะบ่งบอกในเรื่องต้นทุนการก่อสร้าง ยิ่งเราสามารถดำเนินงานให้ต่อเนื่องได้มากเท่าไหร่ ไม่มีการหยุดชะงักของงานก่อสร้างทำให้ราคาค่าก่อสร้างลดลงได้ ซึ่งประโยชน์ในทางอ้อมนี้จัดได้ว่ามีค่ามากกว่าทางตรงมากมายนัก

บันไดสำเร็จรูปสามารถช่วยในจุดนี้ได้คือ ในงานคอนกรีตเสริมเหล็กโดยเฉพาะในงานอาคารสูง จะใช้เวลาในการทำส่วนของบันไดตามมาทีหลัง เช่น ตีแบบ–ผูกเหล็ก–รอเวลาเทคอนกรีต(ซึ่งส่วนมากนิยมทำพร้อมงานเทคอนกรีตส่วนอื่นๆ)–เทคอนกรีตแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนกรีต–รอเวลาคอนกรีตรับน้ำหนักได้ ทั้งหมดนี้ไม่ต่ำกว่า 3–5 วันจึงจะใช้งานบันไดนี้มาก ซึ่งระหว่างที่รอนี้จะเป็นอุปสรรคต่อการทำงานของคนงานที่ต้องการผ่านบันไดนี้ แต่ถ้าใช้บันไดสำเร็จรูปที่สามารถประกอบเสร็จได้ภายในเวลาไม่เกิน 4–5 ชั่วโมงเท่านั้น สำหรับบันไดช่วงยาว 2–3 เมตร และใช้งานได้เลยทันทีหลังประกอบเสร็จ ซึ่งข้อได้เปรียบนี้จะทำให้งานทั้งโครงการทำได้สะดวกขึ้นเวลาน้อยลงซึ่งนั่นว่าอาจจะช่วยลดต้นทุนได้มากมาย

อีกทั้งข้อได้เปรียบของบันไดสำเร็จรูปนิดนี้คือ เมื่อติดตั้งแล้วสามารถใช้งานได้เลย การตกแต่งก็อาจทำเพียงปูกระเบื้องเลย ซึ่งจะสะดวกมากและอีกประการหนึ่งคือเมื่อต้องการรื้อบันไดออกก็สามารถทำได้ง่าย และชิ้นส่วนเก่าที่รื้อออกมาก็ยังสามารถนำมาใช้งานได้อีก

จากการคัดเลือกรูปแบบและวัสดุที่ใช้ทำ จะเห็นจากการที่เลือกใช้เออร์โรวีเมนต์ก็เพราะข้อได้เปรียบของเออร์โรวีเมนต์ที่มีความแข็งแกร่งเนื่องจากการกระจายของเหล็กไปทั่วเนื้อคอนกรีตทำให้เราสามารถออกแบบให้บันไดมีขนาดบางกว่าคอนกรีตเสริมเหล็ก ทำให้น้ำหนักชิ้นส่วนเบาทำให้เวลาติดตั้งประกอบสามารถทำได้โดยคนเพียง 2–3 คนเท่านั้นทั้งยังใช้เวลาน้อยอีกด้วย อีกทั้งการบำรุงรักษาก็ไม่ต้องทำมากและการซ่อมแซมก็ทำได้ง่าย เช่นมีรอยแตกก็เพียงเอาปูนทรายมาอุดฉาบเท่านั้น

ในบางท่านอาจมีข้อสงสัยว่าถ้าในการทำงานจริง เกิดปัญหาว่าเมื่อประกอบชิ้นส่วนบันไดแล้ว เกิดไม่บรรจบกับคานที่รองรับพอดีจะมีวิธีแก้ไขอย่างไร ซึ่งปัญหาที่กล่าวนี้จะขอแบ่งปัญหาที่เกิดจากการผิดพลาดได้ดังนี้

กรณีที่เกิดการผิดพลาดของระยะในแนวนอน คือชิ้นส่วนบันไดชิ้นสุดท้ายไม่มาบรรจบพอดีกับคานที่จะรองรับ ซึ่งถ้าชิ้นส่วนนั้นมาไม่ถึงคานก็อาจใช้วิธีทำบ่ายื่นจากคานออกไปรับได้ หรือถ้าชิ้นส่วนนั้นเกินคานออกไปก็อาจทำให้และทำการตกแต่งผิวให้แลดูไม่น่าเกลียด

กรณีที่เกิดการผิดพลาดของระยะในแนวตั้ง ก็อาจแก้ไขโดยการเพิ่มความลึกคานหรือบากคานเพื่อที่จะรองรับชิ้นส่วนบันไดให้พอดีตามแต่กรณี

การผิดพลาดทั้งสองกรณีที่กล่าวมานี้ มักจะเป็นการผิดพลาดที่มีระยะเพียงเล็กน้อย ซึ่งจะสามารถทำการแก้ไขได้ไม่ยาก อีกทั้งถ้ามีการผลิตชิ้นส่วนบันไดสำเร็จรูปชนิดนี้ออกมาเป็นระบบอุตสาหกรรมแล้ว ก็คงจะมีขนาดของชิ้นส่วนให้สามารถเลือกใช้ได้หลายขนาดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการแก้ไขดังที่กล่าวมานี้เป็นเพียงแนวทางในการแก้ไขอย่างคร่าว ๆ เท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่แล้ววิธีการแก้ไขมักจะขึ้นกับปัญหาในหน้างานที่เกิดขึ้นมากกว่า

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ จะเห็นได้ว่า "ชิ้นโคสำเร็จรูปเมอร์โรนิเมนต์" มีความเป็นไปได้สูงมากที่จะนำมาใช้งาน และจะสามารถก่อเกิดประโยชน์อย่างมากขึ้นอีก ถ้าได้รับการพัฒนาและปรับปรุงในส่วนที่จะกล่าวต่อไปนี้ให้ดียิ่งขึ้น

1. การรับน้ำหนัก เนื่องจากชิ้นตัวอย่างที่ทำขึ้นนั้นเมื่อทดสอบให้รับน้ำหนักบันทุกถึงที่ 1.5 เท่าของน้ำหนักที่ออกแบบไว้ เริ่มเกิดรอยแตกร้าว ซึ่งเป็นรอยแตกร้าวที่เล็กมากตรงบริเวณจุดที่ใช้นอตยึด ซึ่งโดยปกติแล้วถ้าจะผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปออกมาใช้ในงาน ควรจะสามารถรับน้ำหนักบันทุกได้ถึง 2-3 เท่าของน้ำหนักบันทุกที่ออกแบบไว้ ซึ่งผู้วิจัยขอสันนิษฐานว่าการแตกร้าวที่เกิดขึ้นนี้อาจเกิดจาก

1.1) เนื่องจากผู้วิจัยได้ลงมือทำชิ้นส่วนเองทุกขั้นตอนโดยไม่ได้ใช้ช่าง จึงอาจทำให้คุณภาพของชิ้นส่วนด้อย โดยเฉพาะขั้นตอนการบดอัดฉาบมอร์ตาร์ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในงานเมอร์โรนิเมนต์ อาจได้รับการทำที่ไม่ดีพอทำให้เกิดมีโพรงอยู่ภายใน เป็นเหตุให้กำลังรับน้ำหนักลดลง

1.2) การฉาบผิวหน้าของแต่ละชิ้นส่วนบันได้ไม่เรียบ จึงทำให้เวลาประกอบไม่สามารถทำให้ผิวของชิ้นส่วนที่ซ้อนกันนอนอย่างสนิทได้ จึงอาจเป็นเหตุให้มีการบิดไปมาของชิ้นส่วนบันไดในขณะทำการรับน้ำหนัก

เหตุผล 2 ข้อนี้เป็นปัญหาที่เกิดจากคุณภาพแรงงานและขั้นตอนการทำงาน

1.3) การเสริมเหล็ก การใช้มอร์ตาร์ การใช้นอตยึด อาจมีกำลังในการรับน้ำหนักได้ไม่เพียงพอ ซึ่งก็เนื่องมาจากงานเมอร์โรนิเมนต์ไม่มีทฤษฎีในการคำนวณออกแบบที่แน่นอน ซึ่งส่วนใหญ่มักจะใช้วิธีการทดลองทำขึ้นมาแล้วทดสอบว่าสามารถใช้งานได้หรือไม่

2. เรื่องวัสดุที่จำเป็นต้อง ใช้ในงานเมอร์โรนิเมนต์ โดยเฉพาะเวลากรงไก่มีราคาที่แพงมาก ซึ่งถ้าสามารถค้นหาวัสดุอื่นมาใช้แทนได้ โดยคำนึงถึงความสามารถในการรับแรง ต้นทุน และกระทบอื่น ๆ ก็จะช่วยให้งานเมอร์โรนิเมนต์แพร่หลายไปอีกมาก ซึ่งก็เคยมีผู้ที่คิดนำเอาไม้ไผ่มาใช้แทนเวลากรงไก่แล้ว แต่ผลยังไม่เป็นที่น่าพอใจ เพราะไม้ไผ่เป็นอินทรีย์สารมีการเน่าเปื่อยผุพังได้ อีกทั้งแรงยึดเกาะระหว่างผิวของไม้ไผ่กับมอร์ตาร์จะมีปัญหามาก เพราะปกติก็ยึดเกาะกันไม่ค่อยอยู่แล้ว อีกทั้งเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ให้เกิดการแยกตัวนั้น จะทำให้ไม่มีแรงยึดระหว่างไม้กับมอร์ตาร์เหลือเลย ซึ่งก็จะทำให้ชิ้นส่วนนี้ยกขึ้นมานั้นไม่สามารถนำไปใช้งานอีกต่อไปได้

ผู้วิจัยจึงอยากให้ผู้ที่สนใจได้มีการศึกษาวิจัยกันต่อไป เพื่อประโยชน์ต่อวงการก่อสร้าง อนึ่งเนื่องจากผู้วิจัยมีเวลาอันจำกัดจึงทำการวิจัยไว้เพียงเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ผศ.ดร. พิภพ สุนทรสมัย เอนกรีตคอนสตรัคชั่นและเชียนแบบอาคารสูง สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

นส. กิริวัณ์ ไชยชนะ รายงานการวิจัย"แผ่นพื้นเฟอร์โรซิเมนต์สำหรับอาคารที่อาศัยผู้มีรายได้ต่ำ ภาควิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำแนะนำวิชาการ สวป.ฉบับที่ 5 การสร้างโครงสร้างซิเมนต์เสริมเหล็ก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย

เอไอทีและสถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ โครงการฝึกอบรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท หลักสูตรการสร้างถังเก็บน้ำความจุ 10000 – 16000 ลิตรด้วยเฟอร์โรซิเมนต์ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและพลังงาน

ACI COMMITTEE 549 , GUIDE FORTHE DESIGN , CONSTRUCTION AND REPAIR OF FERROCEMENT.

ACI STRUCTURAL JOURNAL COMMITEE REPORT (ACI 549.1R-88 TITLE NO.85-S33)

L.ROBLES-AUSTRIACO , R.P.PAMA AND J.VALLIST ,, FERROCEMENT-AN INNOVATIVE TECHNOLOGY FORHOUSING JOURNAL OF FERROCEMENT:VALL 11NO.1 JANUARY 1981

JENS OVERGARD – NARONG SUKAPADDHANADHI , REPORT NO.1 FERROCEMENT ROOFING ELEMENT, RESEARCH PROJECT NO.21/17 ROOFING ELEMENT INFERROCEMENT

JENS OVERGAARD – NARONG SUKAPADHANADHI , REPORT NO.2 FERROCEMENT ROOFING ELEMENT 2 , RESEARCH PROJECT NO.21/17 ROOFING ELEMENT IN FERROCEMENT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้