SPECIAL PROJECT

EFFECT OF CONDUIT ON BENDING MOMENT OF CONCRETE BEAM

(คานคอนกรีตที่ไม่เสริมเหล็ก)

ADVISER

ASST. PROF. Siriwat Chaichana

BY

MR.Piti Sukontasukkul 291910

MR.Saharath Fugpholngam 231921

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY

FUCULTY OF ENGINEERING

KINGMONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG

กสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค

<u>หน้าอนุมัติ</u>

ภาควิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง อนุมัติให้รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง

....

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง

<u>กรรมการวัดผล</u>

....

อ.ศิริวัฒน์ ไชยชนะ อาจารย์ที่ปรึกษา

....

อ.อำนวย พานิชย์กุลพงษ์ กรรมการ

....

อ.ศิลป์ชัย จานสุวรรณ กรรมการ

.... 3/5/33

อ.วิบูลย์ วุฒิญาน กรรมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

027099

....

อ.เกษม อมันตกุล กรรมการ

....

อ.สุรัตน์ หวังเจริญ กรรมการ

....

อ.สุพจน์ ศรีนิล กรรมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศคุณาประการ

อ.ศิริวัฒน์ ไชยชนะ	อาจารย์ที่ปรึกษา
ร้านกิจศิริค้าไม้	เอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์ล่วงหน้า
ร้านกิจภัณฑ์	พิมพ์ดีด
คุณพ่อและคุณแม่	กำลังใจและกำลังเงิน
เพื่อนๆ	กำลังกาย

ปิติ สุคนธสุขกุล

สหรัฐ ฟักผลงาม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

คำนำ

รายงานเรื่องนี้เป็นการศึกษาถึงอิทธิพลของท่อร้อยสายไฟว่ามีผลต่อกำลังรับแรงตัดของคานมากหรือน้อยเพียงใด ขนาดของท่อ, ปริมาณท่อ หรือ ตำแหน่งท่อ แบบไหนที่จะมีอิทธิพลมากกว่ากัน เพื่อนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบอย่างคร่าวๆ

ขอให้มีประโยชน์ต่อผู้อ่านทุกท่าน

ปิติ สุคนธสุขกุล
สหรัฐ ฟักผลงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
ก.หน้าอนุมัติ	ก.
ข.ประกาศคุณาประการ	ข.
ค.คำนำ	ค.
1.บทนำ	1-2
2.ทฤษฎี	3-6
3.การ MIX DESIGN	7-13
4.วิธีการทดลอง	14-15
5.วิธีการสรุปผลการทดลอง	16
6.ตารางแสดงผลการทดลอง	
- ตารางแสดง strength ของคอนกรีต	17
- ตารางแสดงค่า point load	18-20
- ตารางแสดงผล effect of conduit on bending moment of beam	21-23
7.กราฟแสดงผลการทดลอง	
- กราฟเส้น	24-26
- กราฟแท่ง	27-29
8.สรุปผลการทดลอง	30-32
9.ตารางสรุปผลการทดลอง	33
10.การนำผลการทดลองไปใช้งาน	34-38
11.ปัญหาและอุปสรรค	39
12.รูป	40-56
13.บรรณานุกรม	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

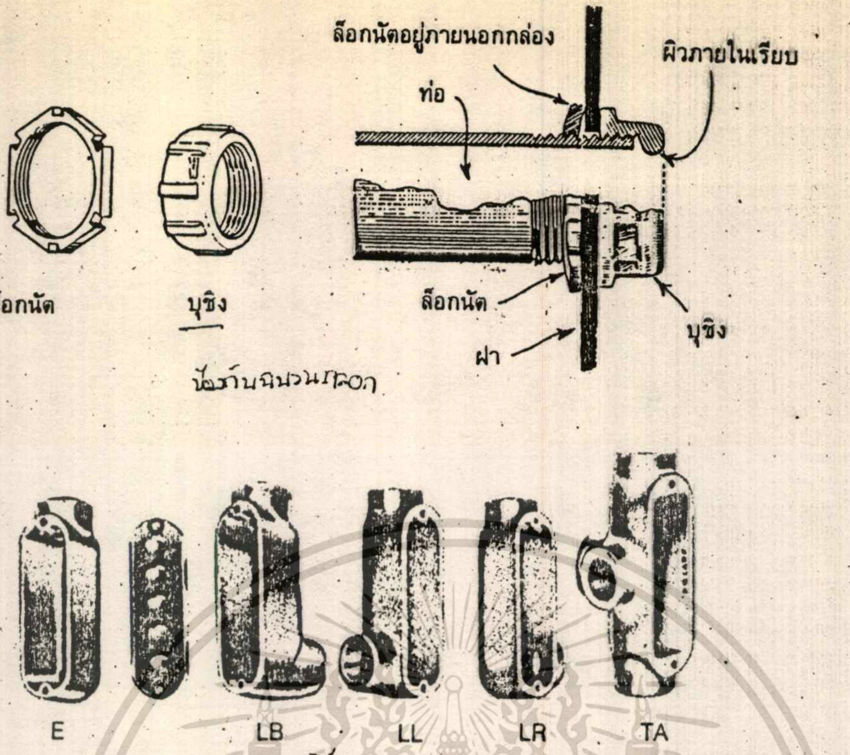
บทนำ

ที่มาของการทดลองนี้ เนื่องมาจากปัจจุบันได้มีการนำท่อร้อยสายไฟต่างชนิดกันมาใช้ในการก่อสร้างมากมาย โดยท่อชนิดนี้มีมากมายหลายชนิด ทั้ง pvc.,aluminium,ท่อพวกนี้สามารถใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว อีกทั้งให้ความสวยงามด้วย เนื่องจากท่อพวกนี้สามารถที่จะร้อยผ่านเตาแหรือร้อยลงมาที่ผนังก่ออิฐได้ ทำให้สามารถที่จะตีฝ้าปิดได้ หรือไม่ก็สามารถที่จะฉาบทับหรือ ปูกระเบื้องปิดได้

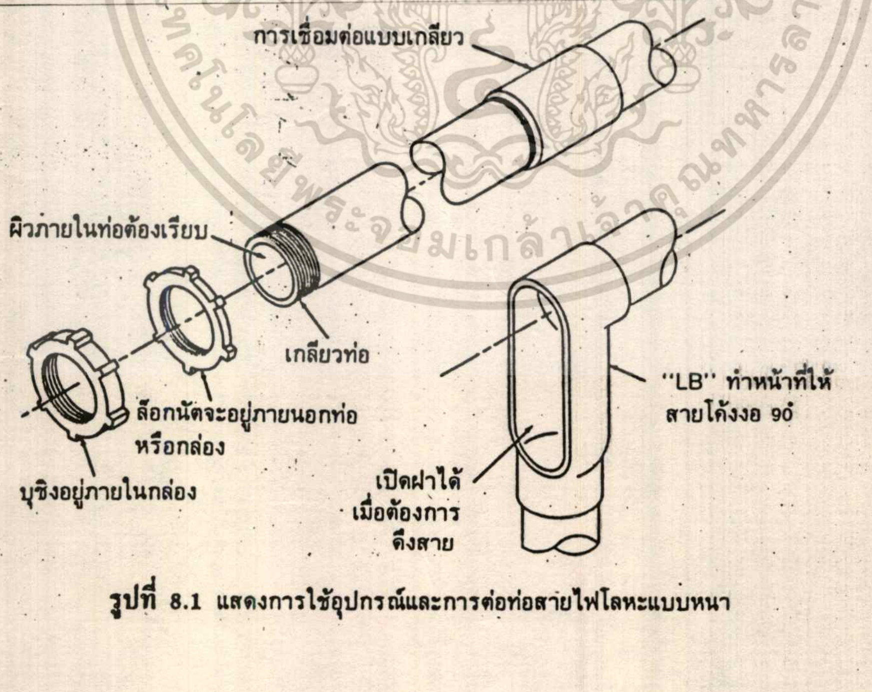
ในรูปหน้าต่อไปจะแสดงให้เห็นส่วนประกอบของท่อชนิดนี้ ที่ใช้งาน ในการใช้งานจริงนั้นเราจะร้อยท่อทิ้งไว้ จากนั้นจะร้อยสายไฟตามทีหลัง ตามจุดพักสายไฟจะเป็นกล่อง หรือตามจุดหักเลี้ยวต่างๆสามารถใช้ข้อต่อได้

และแน่นอนว่าถ้ามีการร้อยท่อในปริมาณที่มากหรือน้อยแตกต่างกันไป หรือตำแหน่งต่างๆกันไปก็ย่อมจะส่งผลกระทบต่างๆกันไปซึ่งในที่นี้เราจะมาศึกษาผลกระทบกัน โดยตั้งสมมุติฐานและทำการทดลองเพื่อสรุปผลที่ได้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำมาใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 8.2 แสดงภาพหน้าตัดของการต่อกล่องกับท่อ โดยแสดงถึงล็อกนัตและบุชิง พร้อมกับแสดงกล่องต่อหรือท่อพักสาย (condulet) แบบต่าง ๆ



รูปที่ 8.1 แสดงการใช้อุปกรณ์และการต่อท่อสายไฟโลหะแบบหนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ทฤษฎี

เมื่อคานรับแรงดัด จะเกิด Moment ขึ้น ส่วนในหน้าตัดของคานจะเกิดแรง Tension และ Compression ขึ้น ซึ่งแรง Compression และแรง Tension นี้ จะเกิดขึ้นในขนาดที่เท่า ๆ กัน แต่มีทิศทางกลับกัน โดยแรง Compression จะอยู่บนหลังคาน ส่วนแรง Tension จะอยู่ที่ท้องคาน และทำให้เกิดโมเมนต์คู่ควบขึ้นที่หน้าตัดคาน ซึ่งจะมากขึ้นเมื่อมี load มาก จนทำให้คานเกิดการพังทลาย

ในคานคอนกรีตที่ไม่เสริมเหล็ก (ที่ใช้ในการทดลอง) เมื่อมีการรับแรงดัด ก็จะเกิด Couple ขึ้น เหมือนปกติ โดยเกิดแรง Compression ที่ด้านบน และแรง Tension เกิดที่ด้านล่าง แต่เนื่องจากคอนกรีตเป็นวัสดุที่รับแรงดึงได้น้อยคือ ประมาณ 10% ของแรงอัด จึงทำให้คานคอนกรีตที่ไม่เสริมเหล็กพังทลายได้โดยง่าย เมื่อเกิดโมเมนต์ที่ไม่มากนัก เนื่องจากเกิดแรง Tension จนถึงขีดความสามารถที่คอนกรีตจะรับได้แล้วคานจึงจะพังทลายลง

ซึ่งในขณะที่คอนกรีตที่ไม่เสริมเหล็ก พังทลายโดยแรงดึงเป็นหลักนั้น ก็จะเกิดแรงอัดขึ้นด้วยในปริมาณที่เท่ากัน ซึ่งโดยตัวของคอนกรีตเองจริง ๆ แล้ว สามารถที่จะรับแรงอัดได้มากกว่าที่เกิดขึ้นขณะที่พังทลายนั้นอีกมาก

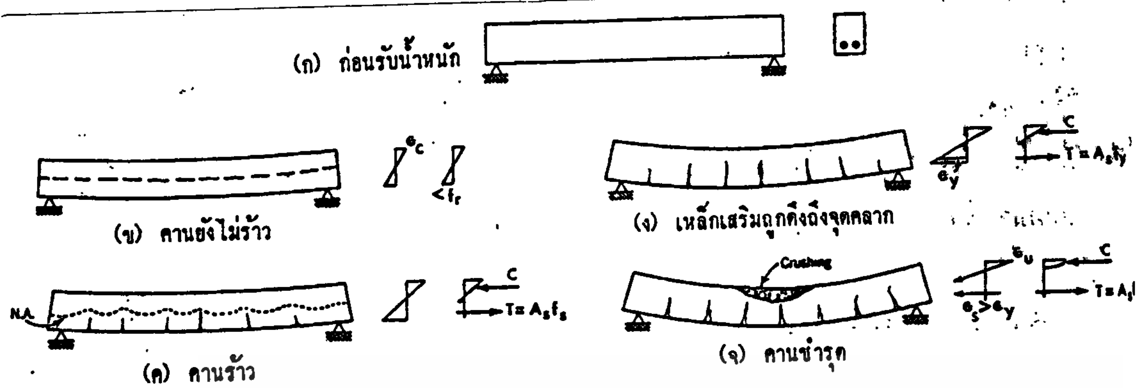
ดังนั้น เราจึงหาวัสดุมาเสริมเพื่อรับแรงดึงที่เกิดขึ้นแทนคอนกรีต ให้รับแรงดึงได้มากกว่าเดิม ซึ่งวัสดุที่ใช้นำมาเสริมก็คือ เหล็กเส้น ซึ่งเข้ามารับแรงดึงแทนคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>พฤติกรรมของคาน คสล.</u>

พิจารณาคาน คสล. ช่วงเดียวที่มีรูปตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ตามรูป ก. ในขณะที่คานยังไม่รับน้ำหนักบรรทุก จะสมมุติว่าคานนี้ยังไม่ร้าว แม้ว่ารอยร้าวอาจเกิดขึ้นบ้างเนื่องจากการหดตัวของคอนกรีต เมื่อคานรับน้ำหนักหรือแรงที่มีค่าน้อย ๆ คานจะโก่งตัวตามรูป ข. ในลักษณะที่หลังคานมีแรงตัดชนิดแรงอัดกระทำ และที่ส่วนท้องคานมีแรงตัดชนิดแรงดึงกระทำ การคำนวณหาหน่วยแรงต่าง ๆ ตลอดจนการโก่งตัวของคานในสภาวะนี้กระทำโดยถือว่าคาน คสล. นี้เป็นคานคอนกรีตล้วนโดยไม่คำนึงว่ามีเหล็กเสริมอยู่ด้วย ตำแหน่งของแนวแกนสะเทินจะอยู่ตรงกึ่งกลางของหน้าตัดคาน การกระจายของหน่วยแรง (Stress Distribution) และหน่วยการยืดหดตัว(Strain Distribution) จะเป็นเชิงเส้น มีค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะจากแกนสะเทิน คาน คสล. ในขณะนี้ยังไม่มีรอยร้าวเกิดขึ้นจนกว่าจะรับน้ำหนักบรรทุกมากขึ้น จนหน่วยแรงดึงในคอนกรีตเกินกว่าค่าโมดูลัสแห่งการแตกร้าว (Modulus of Rupture, $f_r = 1.99 f_c'$ กก./ซม.^{2}) ตามรูป ค. คอนกรีตเริ่มร้าวที่ผิวล่างโดยที่รอยร้าวมีแนวตั้งฉากกับความยาวคานที่บริเวณกลางคาน และมีแนวเฉียงที่บริเวณปลายคาน ตรงที่เกิดรอยร้าว ตำแหน่งของแนวแกนสะเทินจะขยับสูงขึ้น คอนกรีตส่วนที่อยู่เหนือรอยร้าวแต่ต่ำกว่าแนวแกนสะเทินยังรับแรงดึงได้อีกบ้างเล็กน้อย แต่มักจะไม่นำมาคิด โดยสมมุติให้เหล็กเสริมทำหน้าที่ต้านทานแรงดึงทั้งหมด ส่วนการกระจายของหน่วยแรงอัดของคอนกรีตในช่วงอีลาสติคยังคงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะห่างจากแกนสะเทิน หน่วยแรงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนี้สามารถหาได้โดยอาศัยแรงคู่ขนานที่กระทำบนระนาบของหน้าตัด หรือใช้วิธีของหน้าตัดแปลงร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป พฤติกรรมของคาน คสล. ภายใต้น้ำหนักบรรทุก

เมื่อเพิ่มน้ำหนักบรรทุกมากขึ้นอีก เหล็กจะยืดตัวมากขึ้น รอยร้าวก็เพิ่มขึ้นและมากขึ้นและแกนสะเทินก็สูงขึ้น หน่วยแรงต่าง ๆ ก็เพิ่มขึ้นเกินกว่าขีดยืดหยุ่นและเริ่มไม่เป็นสัดส่วนกับค่าโมเมนต์ดัดที่เพิ่มขึ้น เพราะถึงแม้ว่าช่วงแขนโมเมนต์จะมากขึ้น แต่พื้นที่ของคอนกรีตส่วนที่รับแรงอัดลดลง การกระจายของหน่วยแรงอัดในคอนกรีตเริ่มไม่เป็นเส้นตรง หน่วยแรงดึงและการยืดตัวในเหล็กเสริมก็เพิ่มมากขึ้น หากคานดังกล่าวเสริมเหล็กต่ำกว่าสมดุลย์ (under reinforced) เหล็กเสริมในคานจะถูกดึงจนถึงจุดคลากก่อน ดังรูป ง. เหล็กจะยืดมากเมื่อเลยจุดคลาก คานโก่งตัวมากทำให้คอนกรีตร้าวมากขึ้นจนมองเห็นได้ชัด เป็นเครื่องเตือนให้ทราบล่วงหน้าถึงการชำรุดที่จะเกิดขึ้นต่อไป หากเอาน้ำหนักบรรทุกออกเสียบ้างก็จะช่วยไม่ให้คานถึงกับพังลงมาได้ แต่ถ้าเพิ่มน้ำหนักบรรทุกอีกจนถึงน้ำหนักประลัย คอนกรีตส่วนที่อยู่เหนือแกนสะเทินจะถูกอัดแตก โดยที่การกระจายของหน่วยแรงเป็นรูปโค้งพาราโบลา มีหน่วยหดตัวสูงสุดประมาณ 0.003 - 0.004 ดังรูป จ. เรียกการชำรุดแบบนี้ว่าเป็นแบบแรงดึงเป็นหลัก (Tension Failure) สำหรับคานที่เสริมเหล็กเกินสมดุลย์ (Over Reinforced) หรือเหล็กเสริมมีกำลังจุดคลากสูงมาก คานจะชำรุดแบบแรงอัดเป็นหลัก โดยคอนกรีตถูกอัดถึงกำลังประลัยก่อนที่เหล็กเสริมจะเริ่มคลาก เป็นการชำรุดทันทีทันใดโดยไม่มีการเตือนให้ทราบล่วงหน้า ซึ่งจัดว่าอันตรายมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ในการทำ Project นี้ คานที่ใช้ในการปฏิบัติการนั้นได้ทำการร้อยท่อ Conduit ซึ่งจะมีผลทำให้การรับโมเมนต์ดัดลดลง และเราก็ได้ตั้งสมมุติฐานไว้ว่าคานที่ทำการร้อยท่อ Conduit นั้นแบบใดจะมีผลต่อการลดประสิทธิภาพการรับโมเมนต์ดัดมากที่สุด โดยเราตั้งปัจจัยไว้ดังนี้

ปัจจัยควบคุม:-

- ขนาดหน้าตัดของคาน (Section)
- ความยาวของคาน (Long Span)
- กำลังอัดของคอนกรีต (Strength of Concrete)

ปัจจัยผันแปร:-

- ปริมาณหน้าตัดของท่อ (Area of Conduit)
- ตำแหน่งในการวางท่อ (Position of Conduit)

เราจะทำการตั้งสมมุติฐานไว้ว่า จุดที่น่าจะมีผลมากที่สุด ก็คือ บริเวณกึ่งกลางคานระดับล่าง

อนึ่ง ในคานคอนกรีตล้วนที่ทดสอบนี้ คอนกรีตจะมีส่วนในการรับแรงดึง แต่สำหรับคานคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นจะออกแบบให้เหล็กเสริมเป็นตัวรับแรงดึงเท่านั้น ดังนั้นเมื่อมีการร้อยท่อ Conduit ณ ตำแหน่งของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ต้องรับแรงดึง ปริมาณของคอนกรีตในส่วนที่หายไปก็แทบจะไม่มีผลต่อกำลังรับแรงดึงของคานเลย ดังนั้นการที่จะนำผลการทดสอบนี้ไปใช้ ก็จะใช้ได้กับเฉพาะการวางตำแหน่งท่อที่อยู่เหนือแนวแกนสะเทินเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การ mix design คอนกรีต

ในการ mix ครั้งนี้เราใช้มาตราฐาน ACI มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกค่าความยุบตัวที่เหมาะสมกับประเภทของงาน เราเลือกจากตารางข้างล่าง

ประเภทของงาน	ค่าความยุบตัว (ซม.)	
	ค่าสูงสุด*	ค่าต่ำสุด
งานฐานราก กำแพง คอนกรีตเสริมเหล็ก	8.0	2.0
งานฐานรากคอนกรีตไม่เสริมเหล็ก งานก่อสร้างใต้น้ำ	8.0	2.0
งานพื้น คาน และผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก	10.0	2.0
งานเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก	10.0	2.0
งานพื้นถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก	8.0	2.0
งานคอนกรีตขนาดใหญ่	5.0	2.0

2. เลือกขนาดโตสุดของวัสดุ ไม่ควรเกิน 1/5 ของส่วนที่แคบที่สุดของแบบหรือ 3/4 ของ spacing

3. หาปริมาณน้ำที่จะทำการผสมและปริมาณฟองอากาศที่จะเกิดขึ้นจากตารางในหน้าถัดไป ปกติปริมาณน้ำที่ต้องการในหนึ่งหน่วยปริมาตรเพื่อให้ได้ค่าการยุบตัวตามที่ต้องการนั้น ขึ้นกับขนาดโตสุดของวัสดุ รูปร่าง และ ส่วนขนาดคละของวัสดุผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4. เลือก w/c ขึ้นกับชนิดการใช้งาน และกำลังอัดประลัยของคอนกรีต โดยเลือกจากตารางด้านล่างนี้

กำลังอัดประลัยของคอนกรีต ที่ 28 วัน (กก./ซม.^{2})	อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ โดยน้ำหนัก	
	คอนกรีตไม่กระจายกักฟองอากาศ	คอนกรีตกระจายกักฟองอากาศ
450	0.38	—
400	0.43	—
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

5. คำนวนปริมาณซีเมนต์ที่ต้องใช้ เมื่อทราบปริมาณน้ำต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของคอนกรีต และ w/c แล้ว ปริมาณซีเมนต์ที่ต้องใช้ในคอนกรีตต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรย่อมหาได้เท่ากับ ปริมาณน้ำในขั้น 3 หารด้วย อัตราส่วนในขั้นที่ 4

6. คำนวนปริมาณวัสดุผสมหยาบ โดยใช้ตารางด้านในหน้าต่อไป ซึ่งแตกต่างตามค่า โมดูลัสความละเอียดของทราย และขนาดโตสุดของหินที่ใช้ ปริมาณวัสดุผสมหยาบคิดเป็นน้ำหนักมีค่าเท่ากับปริมาตรของวัสดุผสมหยาบคูณด้วยหน่วยน้ำหนักของวัสดุผสมหยาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 7.3 ปริมาณน้ำที่ต้องการสำหรับค่าความยุบตัวและวัสดุผสมขนาดต่าง ๆ

ค่าความยุบตัว (ซม.)	ปริมาณน้ำเป็นลิตรต่อคอนกรีต 1 ม.^{3} สำหรับวัสดุผสมขนาดต่าง ๆ							
	$\frac{3}{8}$" (10มม.)	$\frac{1}{2}$" (12.5มม.)	$\frac{3}{4}$" (20มม.)	1" (25มม.)	$1\frac{1}{2}$" (40 มม.)	2" (50มม.)	3" (75มม.)	6" (150 มม.)
คอนกรีตที่ไม่มีสารกระจายกักฟองอากาศ								
3 — 5	205	200	185	180	160	155	145	125
8 — 10	225	215	200	195	175	170	160	140
15 — 18	240	230	210	205	185	180	170	—
ปริมาณฟองอากาศ (%) โดยปริมาตร	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

ตารางที่ 7.3 (ต่อ)

ค่าความยุบตัว (ซม.)	ปริมาณน้ำเป็นลิตรต่อคอนกรีต 1 ม.^{3} สำหรับวัสดุผสมขนาดต่าง ๆ							
	$\frac{3}{8}$" (10มม.)	$\frac{1}{2}$" (12.5มม.)	$\frac{3}{4}$" (20มม.)	1" (25มม.)	$1\frac{1}{2}$" (40 มม.)	2" (50มม.)	3" (75มม.)	6" (150 มม.)
คอนกรีตที่มีสารกระจายกักฟองอากาศ								
3 — 5	180	175	165	160	145	140	135	120
8 — 10	200	190	180	175	160	155	150	135
15 — 18	215	205	190	185	170	165	160	—
ปริมาณฟองอากาศ (%) โดยปริมาตร	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

หมายเหตุ ปริมาณน้ำที่แสดงนี้เป็นปริมาณสูงสุดสำหรับหินที่มีรูปร่างดี ช่วยให้ทำงานง่ายและลดหลั่นดีตามข้อกำหนด ถ้าจำเป็นต้องเพิ่มน้ำในส่วนผสม จะต้องเพิ่มปูนซีเมนต์ เพื่อให้อัตราส่วนระหว่างน้ำกับซีเมนต์คงที่ นอกจากผลการทดลองแสดงว่าคอนกรีตมีกำลังสูงเกินต้องการ

ถ้าส่วนผสมต้องการน้ำน้อยกว่ากำหนด ยังไม่ควรลดปริมาณปูนซีเมนต์นอกจากผลการทดลองแสดงว่าคอนกรีตให้กำลังสูงกว่าต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 7.4 อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์สูงสุดโดยน้ำหนักที่ยอมให้ใช้ได้สำหรับคอนกรีตในสภาวะเปิดเผยรุนแรง

ชนิดของโครงสร้าง	โครงสร้างที่เปียกตลอดเวลา หรือมีการเยือกแข็งและการละลายของน้ำสลับกันบ่อยๆ (เฉพาะคอนกรีตกระจายกักฟองอากาศเท่านั้น)	โครงสร้างในน้ำเค็ม หรือถูกกับซัลเฟต
โครงสร้างบาง ๆ ที่มีเหล็กหุ้มบางกว่า 3 ซม.	0.45	0.40*
โครงสร้างอื่น ๆ ทั้งหมด	0.50	0.45*

*ถ้าใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทนซัลเฟต (ประเภทสองหรือประเภทห้า) อาจเพิ่มค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์นี้ได้อีก 0.05

ตารางที่ 7.6 ปริมาตรของวัสดุผสมหยาบต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของคอนกรีต

ขนาดโตสุดของหิน	ปริมาตรของวัสดุผสมหยาบในสภาพแห้งและอัดแน่นต่อหน่วยปริมาตรของคอนกรีต สำหรับค่าโมดูลัสความละเอียดของทรายต่าง ๆ กัน			
	2.40	2.60	2.80	3.00
$\frac{3}{8}''$ (10 มม.)	0.50	0.48	0.46	0.44
$\frac{1}{2}''$ (12.5 มม.)	0.59	0.57	0.55	0.53
$\frac{3}{4}''$ (20 มม.)	0.66	0.64	0.62	0.60
1" (25 มม.)	0.71	0.69	0.67	0.65
$1\frac{1}{2}''$ (40 มม.)	0.76	0.74	0.72	0.70
2" (50 มม.)	0.78	0.76	0.74	0.72
3" (75 มม.)	0.81	0.79	0.77	0.75
6" (150 มม.)	0.87	0.85	0.83	0.81

หมายเหตุ ค่าที่กำหนดให้นี้ เป็นค่าสำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็กทั่ว ๆ ไป สำหรับงานคอนกรีตที่ทำได้ง่ายกว่า เช่น ถนน พื้น เป็นต้น อาจเพิ่มค่าเหล่านี้ขึ้นได้อีก 10 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

7.หาปริมาณวัสดุผสมละเอียด

เมื่อได้ค่าต่างๆ มาจนถึงขั้นที่ 6 แล้ว ปริมาตรวัสดุละเอียดจะหาได้จาก ปริมาตรของคอนกรีต-ปริมาตรเนื้อแท้วัสดุอื่นๆ

โดยที่ ปริมาตรเนื้อแท้ (ซึ่งเป็นปริมาตรที่ไม่มีช่องว่างในเนื้อ) ของวัสดุคำนวนได้จากความถ่งจำเพาะ และ น้ำหนักของวัสดุคือ

ปริมาตรเนื้อแท้วัสดุ

= น้ำหนักของวัสดุ/(ความถ่วงจำเพาะ * หน่วยน้ำหนักของน้ำ)

8.ปรับส่วนผสมด้วยความชื้น วัสดุที่ใช้งานจริงมีความชื้นสูงกว่าใน สภาวะอิ่มตัวและผิวแห้ง โดยเพิ่มน้ำหนักของวัสดุผสมขึ้นเท่ากับน้ำหนักน้ำที่ติดมาและลดน้ำ ในส่วนผสมออกจำนวนที่เท่ากัน ในกรณีที่แห้งไปก็ต้องมีการเติมแก้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MIX DISIGN

ในการออกแบบการ mix ครั้งนี้ เราตั้งกำลังอัดประลัยเฉลี่ยของคอนกรีตรูปทรงกระบอกที่ต้องการไว้ที่ 300 ksc เมื่ออายุ 28 วัน ให้ใช้ซีเมนต์ที่มี ถพ.= 3.15 และใช้หินขนาดโตสุด 40 mm. (1 1/2 ") มีถพ. = 2.40 มีหน่วยน้ำหนักแห้ง = 1197.76 มีปริมาณความชื้น 1.5 % ใช้ทราย มีถพ.= 2.08 ปริมาณความชื้น 4 % มีค่าโมดูลัสความละเอียด = 2.6

ขั้นตอนการผสม

1.กำหนดค่า slump = 8 cm.

2.หินขนาด 1 1/2"

3.จากตารางในหน้าที่แล้ว เราใช้ slump 8 cm. หินขนาด 1 1/1" เพราะฉะนั้นใช้ปริมาณน้ำ = 195 ลิตร/ลบ.เมตรของคอนกรีต

4.จากตาราง สำหรับคอนกรีต กำลัง 300 ksc ดังนั้นต้องใช้ w/c = 0.55

5.ปริมาณซีเมนต์ที่ต้องการ = 195/0.55 = 354.45 kg.

6.ปริมาณวัสดุผสมหยาบ จากตารางเมื่อมีค่า โมดูลัสความละเอียดเท่ากับ 2.6 และ มีขนาดไม่เกิน 1 1/2" จะได้ปริมาณหินในสภาพแห้งอัดแน่น = 0.74 ลบ.ม./ลบ.ม.ของคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

หน่วย นน.หิน = 1197.76

ดังนั้นน้ำหนักของหิน = 1197.76*0.74 = 886.94 kg.

7. ปริมาณทราย

ปริมาตรน้ำ	= 195/1000	= 0.195
ปริมาตรซีเมนต์	= 354.45/(3.15*1000)	= 0.112
ปริมาตรหิน	= 886.34/(2.40*1000)	= 0.369
ปริมาตรฟองอากาศ	= 0.01	
รวม	= 0.681	
ปริมาตรทราย	= 1-0.681	= 0.335
น้ำหนักทรายแห้ง	= 2.08*0.335*2.08	= 698.42 kg.

8. ปรับนน.ตามความชื้น

น้ำหนักหิน	= 886.346*1.015	= 921.8 kg.
น้ำหนักทราย	= 698.42*1.04	= 708.9 kg.
น้ำหนักปูน	= 354.45 kg.	
น้ำหนักน้ำ	= 195-886.34*0.015-698.42*0.04	
	= 153.8 kg.	

อัตราส่วน = 1:2:2.6 w/c = 0.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

วิธีทดลอง

1.นำท่อ พีวีซี. ขนาด 3/4" มาตัดเป็นท่อนๆ ให้มีความยาวท่อนละ 15 ซม. โดยพื้นที่คิดเป็น 1.91 ตาราง ซม. และคิดเป็น 0.18% ของหน้าตัดคาน (LONG SECTION)

2.ตัดไม้ขนาด 20×100 ซม. 2 แผ่นต่อคาน 1 ตัว

" 15×100 ซม. 1 "

" 15×20 ซม. 2 "

ประกอบแบบเป็นรูป สี่เหลี่ยมผืนผ้า

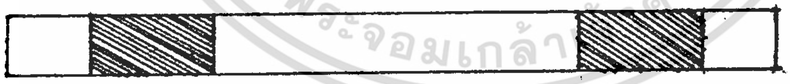
3.ตำแหน่งในการฝังท่อเป็นดังนี้

เนื่องจากคานวางบน support เข้ามาด้านละ 10 ซม. ทำให้คานมี span เท่ากับ 80 ซม. เพราะฉะนั้นพื้นที่เท่ากับ 1600 ตร.ซม.

ในการวางตำแหน่งที่จะแบ่งพื้นที่การวางเป็น 3 โซน

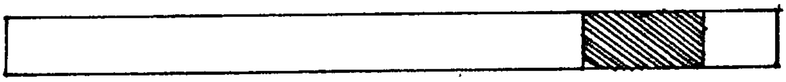
โซนที่ 1 วางท่อที่ตำแหน่งริมคานทั้ง 2 ด้าน

เข้ามาไม่เกินข้างละ L/5 หรือ 16 ซม. จากริมคาน

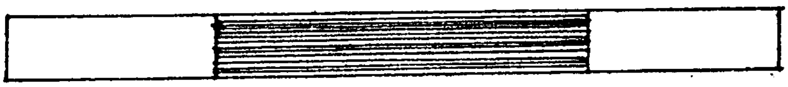


โซนที่ 2 วางที่ตำแหน่งริมคานเพียง 1 ด้าน

เข้ามาไม่เกินข้างละ L/5 หรือ 16 ซม. จากริมคาน



โซนที่ 3 วางที่ตำแหน่งกลางคาน



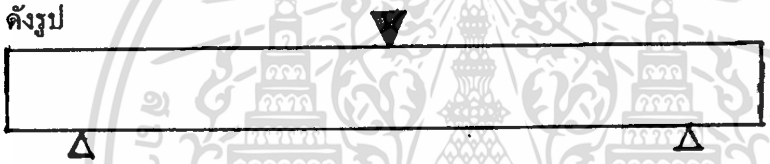
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

แต่ละโซน จะแบ่งระดับการฝังท่อเป็นสามระดับ คือ บน กลาง ล่าง และแต่ละระดับก็จะมีปริมาณการวางท่อในขนาดต่างๆกัน คิดเป็น % ดังนี้ 0.18 %,0.36 %,0.54 %,0.72 %,0.90 % และ %

4.ผสมคอนกรีต ในสัดส่วน 1: 2: 2.6 และ w/c= 0.53

5.ในช่วงที่ทำการผสมคอนกรีต เราไม่สามารถที่ทำการผสมได้ทีเดียวครบทุกตัวอย่าง เพราะฉะนั้นทุกครั้งที่ทำการผสมจะต้องเก็บตัวอย่างคานเต็มที่ไม่มีการร้อยท่อเก็บไว้หนึ่งตัวอย่าง และเก็บตัวอย่าง cylinder ไว้ 1 ตัวอย่าง เพื่อใช้เป็นมาตรฐานการประเมินผล ซึ่งจะกล่าวถึงในช่วงการประเมินผล

6.หลังจากที่ทำการหล่อเสร็จแล้ว จะต้องมีการบ่มน้ำไม่ต่ำกว่า 28 วันเป็นอย่างน้อย ถึงจะนำมากด ดังรูป



แต่ละชุดที่ทำการกดเสร็จต้องมีการจดบันทึก เพื่อที่จะนำมาเปรียบเทียบ และสรุปผล

7.ทุกครั้งก่อนการกด ต้องทำให้แห้งก่อนโดยนำขึ้นจากน้ำ แล้วปล่อยทิ้งไว้ 1 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การสรุปผลการทดลอง

1. การคำนวนหาค่า

นำค่าแรงกดที่คำนวนได้มาเข้าสูตร

M = P*L/(4*100) kg-m

P = แรงกดที่อ่านได้เมื่อคานคอนกรีตเกิดถึงจุดประลัย (kg)

L = ความยาวของช่วงคาน 80 ซม.

2. การสรุปผล ให้ค่า M เป็นค่า moment ที่คานตัวอย่างแต่ละตัวรับได้ (kg-m)

M' เป็นค่า moment ที่คานตัวอย่างที่ไม่มีการฝังท่อ (kg-m)

โดยนำมาเข้าสูตรคำนวนเป็น % ดังนี้

% = M/M'* 100

โดยค่าทุกค่าที่นำมาเข้าสูตรจะต้องเป็นค่าที่กดได้ในครั้งเดียวกัน เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง สาเหตุที่ต้องดีค่าเป็น % เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่มีค่าเป็นมาตราฐานเดียวกัน

3. นำค่าที่ได้ทุกค่ามาใส่ตาราง และเขียนกราฟ โดยใช้เป็น %

และสรุปหาปริมาณการฝังท่อในจำนวนที่เหมาะสม เพื่อให้กำลังการรับแรงดัดที่ลดลงไม่เกินจากค่าที่ยอมให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

S T R E S S   T A B L E

HIS RESULT IS BASE ON CUBE (15*15*15 cm.)

PECIMEN	DATE	ULTIMATE LOAD (kg)	COMPRESSIVE STRENGTH (ksc)
#1	28/2/33	47400.00	210.67
#2	10/3/33	100850:00	448.22
#3	10/3/33	69900.00	310.67
#4	13/3/33	89250.00	396.67
#5	13/3/33	73350.00	326.00
#6	13/3/33	57750.00	256.67
#7	13/3/33	100350.00	446.00
AVERAGE		76978.57	342.13

NOTE   AREA OF EACH SPECIMEN IS 225 SQ.CM.
This result is higher than cylender
result 13 % approximatly
so when you want to use this
you must time it with 0.87

VERAGE COMPRESSION STRENGTH IS 342.13 * 0.87= 297.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

P O I N T   L O A D   T A B L E 1

NUMBER	TYPE	% CONDUIT AREA	POINT LOAD OF BEAM WITH CONDUIT (kg)	POINT LOAD OF BEAM WITHOUT CON: (kg)	% POINT LOAD	MOMENT - (kg-m)
1	d	-	-	2925.00	0.00	58500.00
2	d	-	-	2805.00	0.00	56100.00
3	d	-	-	3030.00	0.00	60600.00
4	d	-	-	2820.00	0.00	56400.00
averag(d)	D	-		2895.00	0.00	57900.00
5	A1	0.36	2870.39	2895.00	99.15	57407.85
6	A1	0.72	2771.67	2895.00	95.74	55433.46
7	A1	1.08	2692.35	2895.00	93.00	53847.00
8	A1	1.44	2684.82	2895.00	92.74	53696.46
9	A1	1.80	2677.88	2895.00	92.50	53557.50
10	A2	0.36	2552.81	2895.00	88.18	51056.22
11	A2	0.72	2465.96	2895.00	85.18	49319.22
12	A2	1.08	2208.02	2895.00	76.27	44160.33
13	A2	1.44	2129.85	2895.00	73.57	42597.03
14	A2	1.80	2009.13	2895.00	69.40	40182.60
15	A2	4.90	1859.75	2895.00	64.24	37194.96
16	A3	0.36	2837.10	2895.00	98.00	56742.00
17	A3	0.72	2573.66	2895.00	88.90	51473.10
18	A3	1.08	2558.02	2895.00	88.36	51160.44
19	A3	1.44	2292.84	2895.00	79.20	45856.80
20	A3	1.80	2244.78	2895.00	77.54	44895.66

NOTE : TYPE A = BEAM WITH CONDUIT AT THE END SIDE (TWO SIDE)
A1 = AT THE TOP LEVEL (5 CM. FROM SURFACE)
A2 = AT THE MIDDLE LEVEL (10 CM. FROM SURFACE)
A3 = AT THE BOTTOM LEVEL (15 CM. FROM SURFACE)
TYPE B = BEAM WITH CONDUIT AT THE END SIDE (ONE SIDE)
B1 = AT THE TOP LEVEL (5 CM. FROM SURFACE)
B2 = AT THE MIDDLE LEVEL (10 CM. FROM SURFACE)
B3 = AT THE BOTTOM LEVEL (15 CM. FROM SURFACE)
TYPE C = BEAM WITH CONDUIT AT THE CENTER ZONE
C1 = AT THE TOP LEVEL (5 CM. FROM SURFACE)
C2 = AT THE MIDDLE LEVEL (10 CM. FROM SURFACE)
C3 = AT THE BOTTOM LEVEL (15 CM. FROM SURFACE)
TYPE D = BEAM WITHOUT CONDUIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POINT LOAD TABLE 2

NUMBER	TYPE	% CONDUIT AREA	POINT LOAD OF BEAM WITH CONDUIT (kg)	POINT LOAD OF BEAM WITHOUT CON. (kg)	% OF POINT LOAD	MOMENT (kg-m)
1	B1	0.18	2793.68	2895.00	96.50	55873.50
2	B1	0.36	2756.04	2895.00	95.20	55120.80
3	B1	0.54	2756.04	2895.00	95.20	55120.80
4	B1	0.72	2677.88	2895.00	92.50	53557.50
5	B1	0.90	2663.40	2895.00	92.00	53268.00
6	B2	0.18	2808.15	2895.00	97.00	56163.00
7	B2	0.36	2802.36	2895.00	96.80	56047.20
8	B2	0.54	2761.83	2895.00	95.40	55236.60
9	B2	0.72	2735.78	2895.00	94.50	54715.50
10	B2	0.90	2660.51	2895.00	91.90	53210.10
11	B2	4.90	2549.92	2895.00	88.08	50998.32
12	B3	0.18	2761.83	2895.00	95.40	55236.60
13	B3	0.36	2756.04	2895.00	95.20	55120.80
14	B3	0.54	2712.62	2895.00	93.70	54252.30
15	B3	0.72	2677.88	2895.00	92.50	53557.50
16	B3	0.90	2606.95	2895.00	90.05	52138.95

NOTE : TYPE A = BEAM WITH CONDUIT AT THE END SIDE (TWO SIDE)
A1 = AT THE TOP LEVEL (5 CM. FROM SURFACE)
A2 = AT THE MIDDLE LEVEL (10 CM. FROM SURFACE)
A3 = AT THE BOTTOM LEVEL (15 CM. FROM SURFACE)
TYPE B = BEAM WITH CONDUIT AT THE END SIDE (ONE SIDE)
B1 = AT THE TOP LEVEL (5 CM. FROM SURFACE)
B2 = AT THE MIDDLE LEVEL (10 CM. FROM SURFACE)
B3 = AT THE BOTTOM LEVEL (15 CM. FROM SURFACE)
TYPE C = BEAM WITH CONDUIT AT THE CENTER ZONE
C1 = AT THE TOP LEVEL (5 CM. FROM SURFACE)
C2 = AT THE MIDDLE LEVEL (10 CM. FROM SURFACE)
C3 = AT THE BOTTOM LEVEL (15 CM. FROM SURFACE)
TYPE D = BEAM WITHOUT CONDUIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POINT LOAD TABLE 3

NUMBER	TYPE	% CONDUIT AREA	POINT LOAD OF BEAM WITH CONDUIT (kg)	POINT LOAD OF BEAM WITHOUT CON. (kg)	% OF POINT LOAD	MOMENT (kg-m)
1	C1	0.18	2880.53	2895.00	99.50	57610.50
2	C1	0.36	2863.16	2895.00	98.90	57263.10
3	C1	0.54	2851.58	2895.00	98.50	57031.50
4	C1	0.72	2828.42	2895.00	97.70	56568.30
5	C1	0.90	2816.84	2895.00	97.30	56336.70
6	C2	0.18	2866.05	2895.00	99.00	57321.00
7	C2	0.36	2863.16	2895.00	98.90	57263.10
8	C2	0.54	2854.47	2895.00	98.60	57089.40
9	C2	0.72	2851.58	2895.00	98.50	57031.50
10	C2	0.90	2845.50	2895.00	98.29	56909.91
11	C2	4.90	1859.75	2895.00	64.24	37194.96
12	C3	0.18	2384.61	2895.00	82.37	47692.23
13	C3	0.36	2331.63	2895.00	80.54	46632.66
14	C3	0.54	2350.74	2895.00	81.20	47014.80
15	C3	0.72	2119.72	2895.00	73.22	42394.38
16	C3	0.90	2075.72	2895.00	71.70	41514.30

NOTE : TYPE A = BEAM WITH CONDUIT AT THE END SIDE (TWO SIDE)
A1 = AT THE TOP LEVEL (5 CM. FROM SURFACE)
A2 = AT THE MIDDLE LEVEL (10 CM. FROM SURFACE)
A3 = AT THE BOTTOM LEVEL (15 CM. FROM SURFACE)
TYPE B = BEAM WITH CONDUIT AT THE END SIDE (ONE SIDE)
B1 = AT THE TOP LEVEL (5 CM. FROM SURFACE)
B2 = AT THE MIDDLE LEVEL (10 CM. FROM SURFACE)
B3 = AT THE BOTTOM LEVEL (15 CM. FROM SURFACE)
TYPE C = BEAM WITH CONDUIT AT THE CENTER ZONE
C1 = AT THE TOP LEVEL (5 CM. FROM SURFACE)
C2 = AT THE MIDDLE LEVEL (10 CM. FROM SURFACE)
C3 = AT THE BOTTOM LEVEL (15 CM. FROM SURFACE)
TYPE D = BEAM WITHOUT CONDUIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESULT TABLE 1

NUMBER	TYPE	DATE TEST	% OF CONDUIT AREA	MOMENT OF BEAM WITHOUT CONDUIT (M')	MOMENT OF BEAM WITH CONDUIT (M)	%' RECEIVING MOMENT (M/M')*100	REDUCED MOMENT (100-%')
1	A1		0.36	57900.00	57407.85	99.15	0.85
2	A1		0.72	57900.00	56433.46	95.74	4.26
3	A1		1.08	57900.00	53847.00	93.00	7.00
4	A1		1.44	57900.00	53696.46	92.74	7.26
5	A1		1.80	57900.00	53557.50	92.50	7.50
6	A2		0.36	57900.00	51056.22	88.18	11.82
7	A2		0.72	57900.00	49319.22	85.18	14.82
8	A2		1.08	57900.00	44160.33	76.27	23.73
9	A2		1.44	57900.00	42597.03	73.57	26.43
10	A2		1.80	57900.00	40182.60	69.40	30.60
11	A2		4.90	57900.00	37194.96	64.24	35.76
12	A3		0.36	57900.00	56742.00	98.00	2.00
13	A3		0.72	57900.00	51473.10	88.90	11.10
14	A3		1.08	57900.00	51160.44	88.36	11.64
15	A3		1.44	57900.00	45856.80	79.20	20.80
16	A3		1.80	57900.00	44895.66	77.54	22.46

NOTE: TYPE A = BEAM WITH CONDUIT AT THE END SIDE (TWO SIDE)
A1 = AT THE TOP LEVEL (5 CM. FROM SURFACE)
A2 = AT THE MIDDLE LEVEL (10 CM.FROM SURFACE)
A3 = AT THE BOTTOM LEVEL (15 CM. FROM SURFACE)
TYPE B = BEAM WITH CONDUIT AT THE END SIDE (ONE SIDE)
B1 = AT THE TOP LEVEL (5 CM. FROM SURFACE)
B2 = AT THE MIDDLE LEVEL (10 CM.FROM SURFACE)
B3 = AT THE BOTTOM LEVEL (15 CM. FROM SURFACE)
TYPE C = BEAM WITH CONDUIT AT THE CENTER ZONE
C1 = AT THE TOP LEVEL (5 CM. FROM SURFACE)
C2 = AT THE MIDDLE LEVEL (10 CM.FROM SURFACE)
C3 = AT THE BOTTOM LEVEL (15 CM. FROM SURFACE)
TYPE D = BEAM WITHOUT CONDUIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESULT TABLE 2

NUMBER	TYPE	DATE TEST	% OF CONDUIT AREA	MOMENT OF BEAM WITHOUT CONDUIT (M')	MOMENT OF BEAM WITH CONDUIT (M)	%' RECEIVING MOMENT (M/M')*100	REDUCED MOMENT (100-%')
1	B1		0.18	57900.00	55873.50	96.50	3.50
2	B1		0.36	57900.00	55120.80	95.20	4.80
3	B1		0.54	57900.00	55120.80	95.20	4.80
4	B1		0.72	57900.00	53557.50	92.50	7.50
5	B1		0.90	57900.00	53268.00	92.00	8.00
6	B2		0.18	57900.00	56163.00	97.00	3.00
7	B2		0.36	57900.00	56047.20	96.80	3.20
8	B2		0.54	57900.00	55236.20	95.40	4.60
9	B2		0.72	57900.00	54715.50	94.50	5.50
10	B2		0.90	57900.00	53210.10	91.90	8.10
11	B2		4.90	57900.00	50998.32	88.08	11.92
12	B3		0.18	57900.00	55236.60	95.40	4.60
13	B3		0.36	57900.00	55120.80	95.20	4.80
14	B3		0.54	57900.00	54252.30	93.70	6.30
15	B3		0.72	57900.00	53557.50	92.50	7.50
16	B3		0.90	57900.00	52138.95	90.05	9.95

NOTE: TYPE A = BEAM WITH CONDUIT AT THE END SIDE (TWO SIDE)
A1 = AT THE TOP LEVEL (5 CM. FROM SURFACE)
A2 = AT THE MIDDLE LEVEL (10 CM.FROM SURFACE)
A3 = AT THE BOTTOM LEVEL (15 CM. FROM SURFACE)
TYPE B = BEAM WITH CONDUIT AT THE END SIDE (ONE SIDE)
B1 = AT THE TOP LEVEL (5 CM. FROM SURFACE)
B2 = AT THE MIDDLE LEVEL (10 CM.FROM SURFACE)
B3 = AT THE BOTTOM LEVEL (15 CM. FROM SURFACE)
TYPE C = BEAM WITH CONDUIT AT THE CENTER ZONE
C1 = AT THE TOP LEVEL (5 CM. FROM SURFACE)
C2 = AT THE MIDDLE LEVEL (10 CM.FROM SURFACE)
C3 = AT THE BOTTOM LEVEL (15 CM. FROM SURFACE)
TYPE D = BEAM WITHOUT CONDUIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESULT TABLE 3

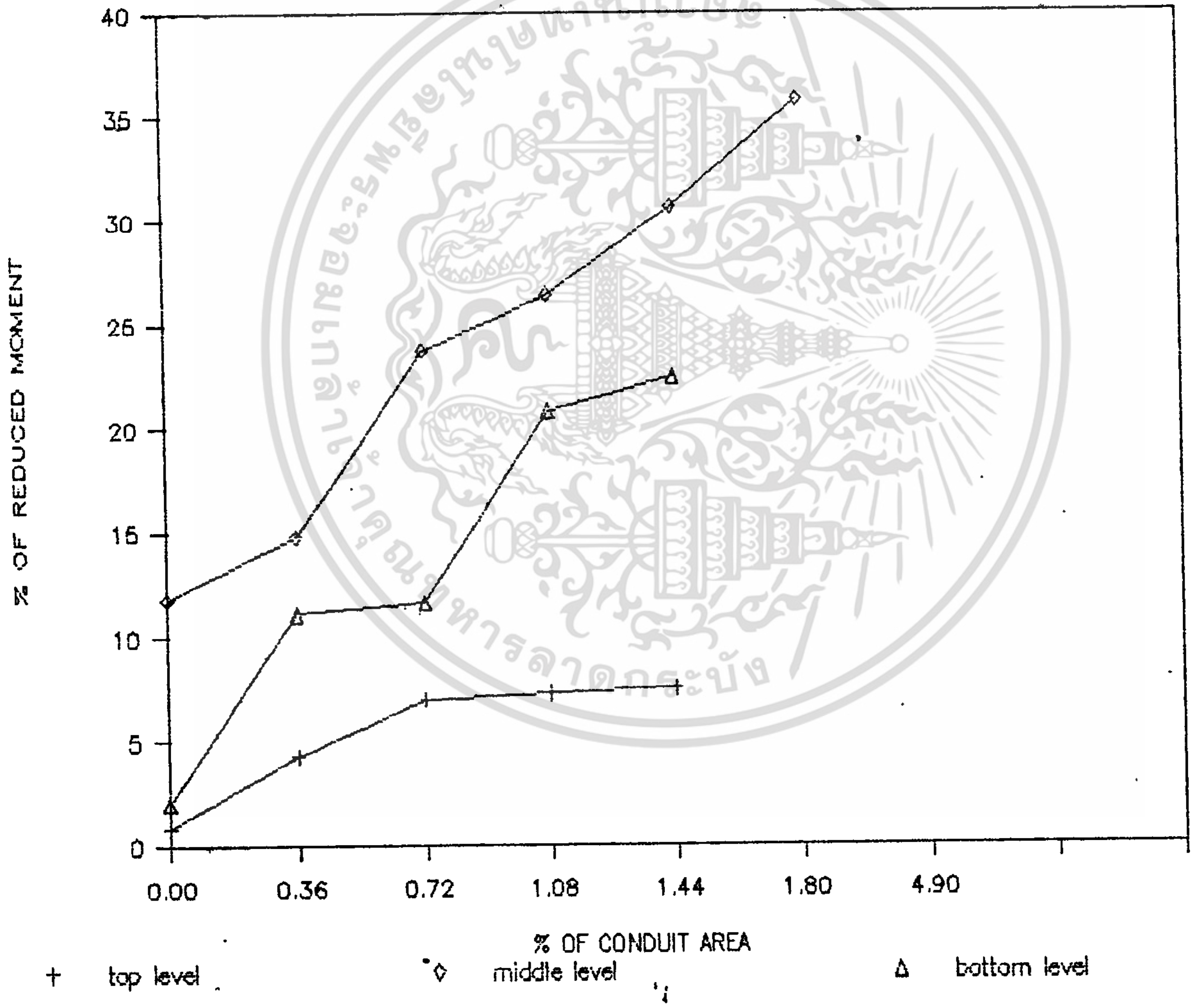
TYPE	DATE TEST	% OF CONDUIT AREA	MOMENT OF BEAM WITHOUT CONDUIT (M')	MOMENT OF BEAM WITH CONDUIT (M)	%' RECEIVING MOMENT (M/M')*100	REDUCED MOMENT (100-%')
C1		0.18	57900.00	57610.50	99.50	0.50
C1		0.36	57900.00	57263.10	98.90	1.10
C1		0.54	57900.00	57031.50	98.50	1.50
C1		0.72	57900.00	56568.30	97.70	2.30
C1		0.90	57900.00	56336.70	97.30	2.70
C2		0.18	57900.00	57321.00	99.00	1.00
C2		0.36	57900.00	57263.10	98.90	1.10
C2		0.54	57900.00	57089.40	98.60	1.40
C2		0.72	57900.00	57031.50	98.50	1.50
C2		0.90	57900.00	56909.91	98.29	1.71
C2		4.90	57900.00	37194.96	64.24	35.76
C3		0.18	57900.00	47692.23	82.37	17.63
C3		0.36	57900.00	46632.66	80.54	19.46
C3		0.54	57900.00	47014.80	81.20	18.80
C3		0.72	57900.00	42394.38	73.22	26.78
C3		0.90	57900.00	41514.30	71.70	28.30

NOTE: TYPE A = BEAM WITH CONDUIT AT THE END SIDE (TWO SIDE)
A1 = AT THE TOP LEVEL (5 CM. FROM SURFACE)
A2 = AT THE MIDDLE LEVEL (10 CM.FROM SURFACE)
A3 = AT THE BOTTOM LEVEL (15 CM. FROM SURFACE)
TYPE B = BEAM WITH CONDUIT AT THE END SIDE (ONE SIDE)
B1 = AT THE TOP LEVEL (5 CM. FROM SURFACE)
B2 = AT THE MIDDLE LEVEL (10 CM.FROM SURFACE)
B3 = AT THE BOTTOM LEVEL (15 CM. FROM SURFACE)
TYPE C = BEAM WITH CONDUIT AT THE CENTER ZONE
C1 = AT THE TOP LEVEL (5 CM. FROM SURFACE)
C2 = AT THE MIDDLE LEVEL (10 CM.FROM SURFACE)
C3 = AT THE BOTTOM LEVEL (15 CM. FROM SURFACE)
TYPE D = BEAM WITHOUT CONDUIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF CONDUIT ON BENDING MOMENT

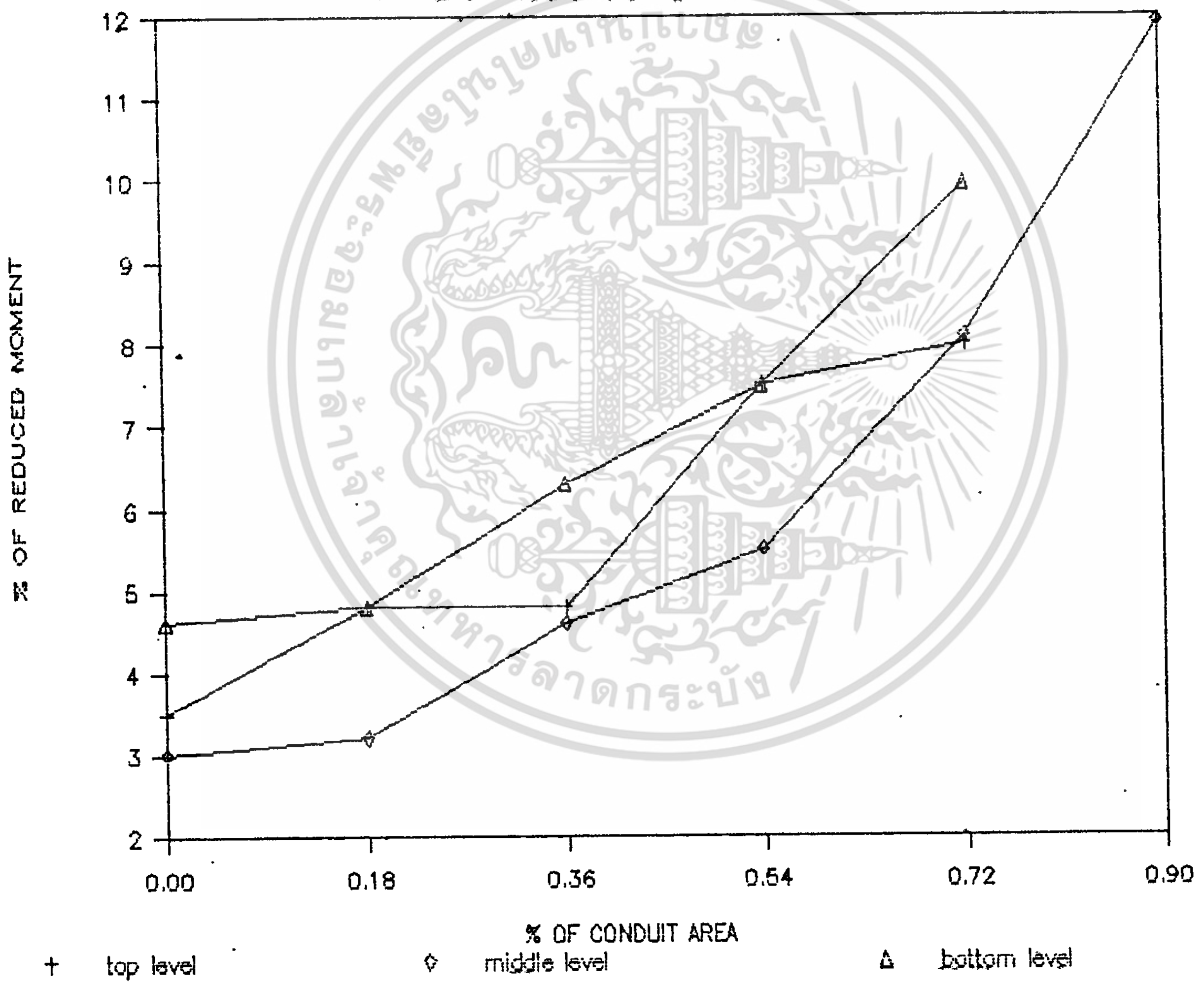
AT THE END OF BEAM (TWO SIDE)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

EFFECT OF CONDUIT ON BENDING MOMENT

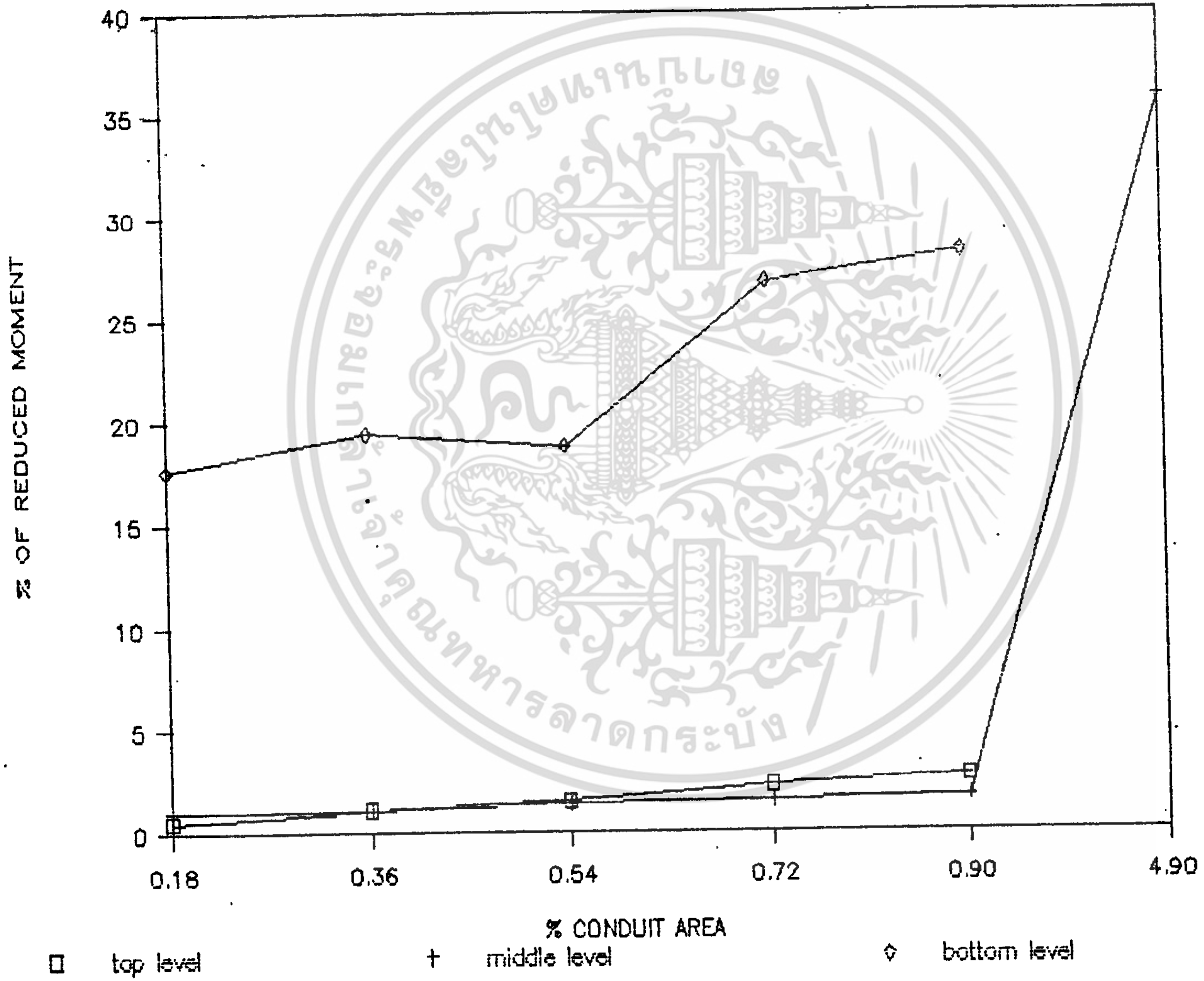
AT THE END SIDE OF BEAM (ONLY ONE SIDE)

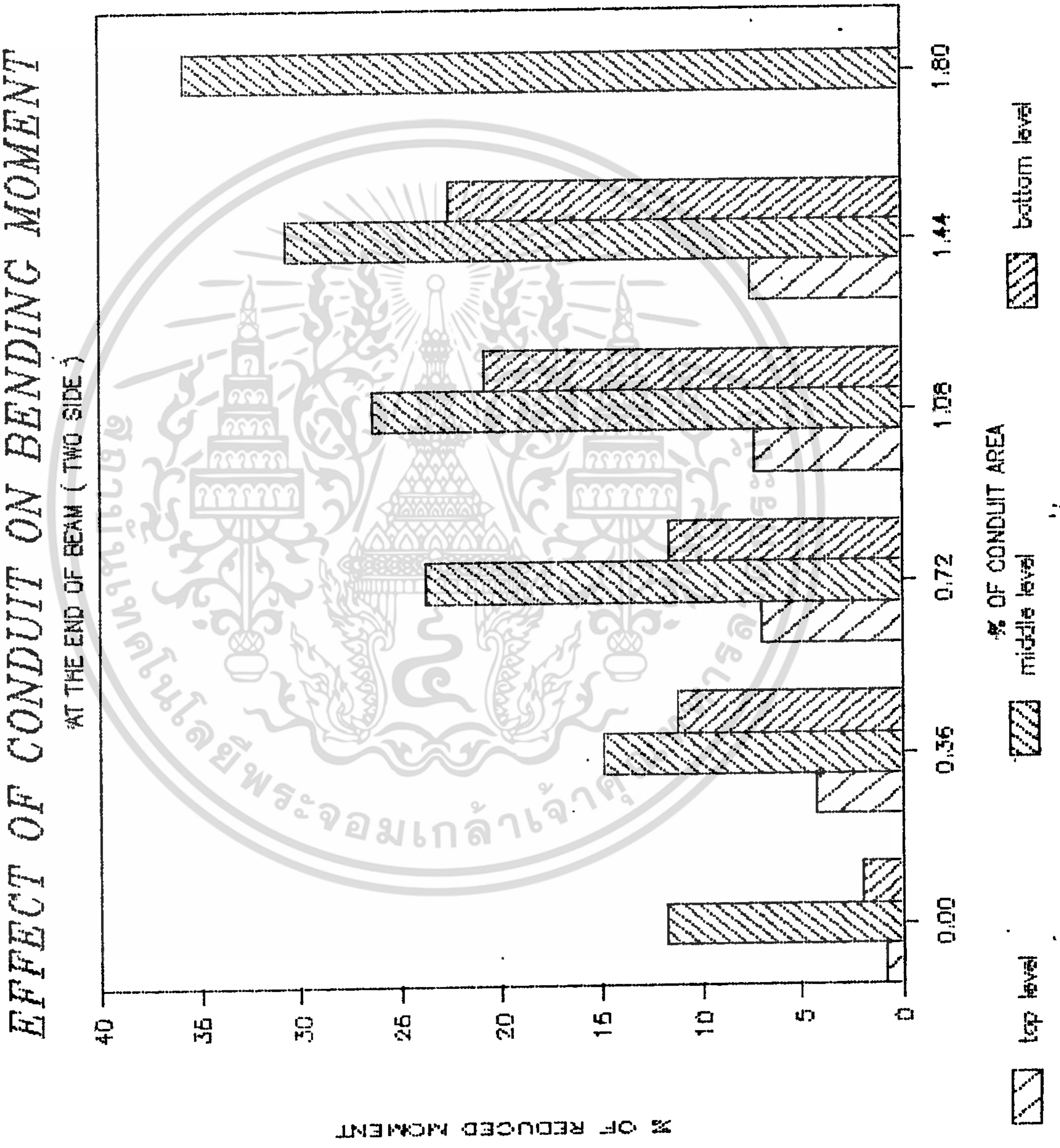


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

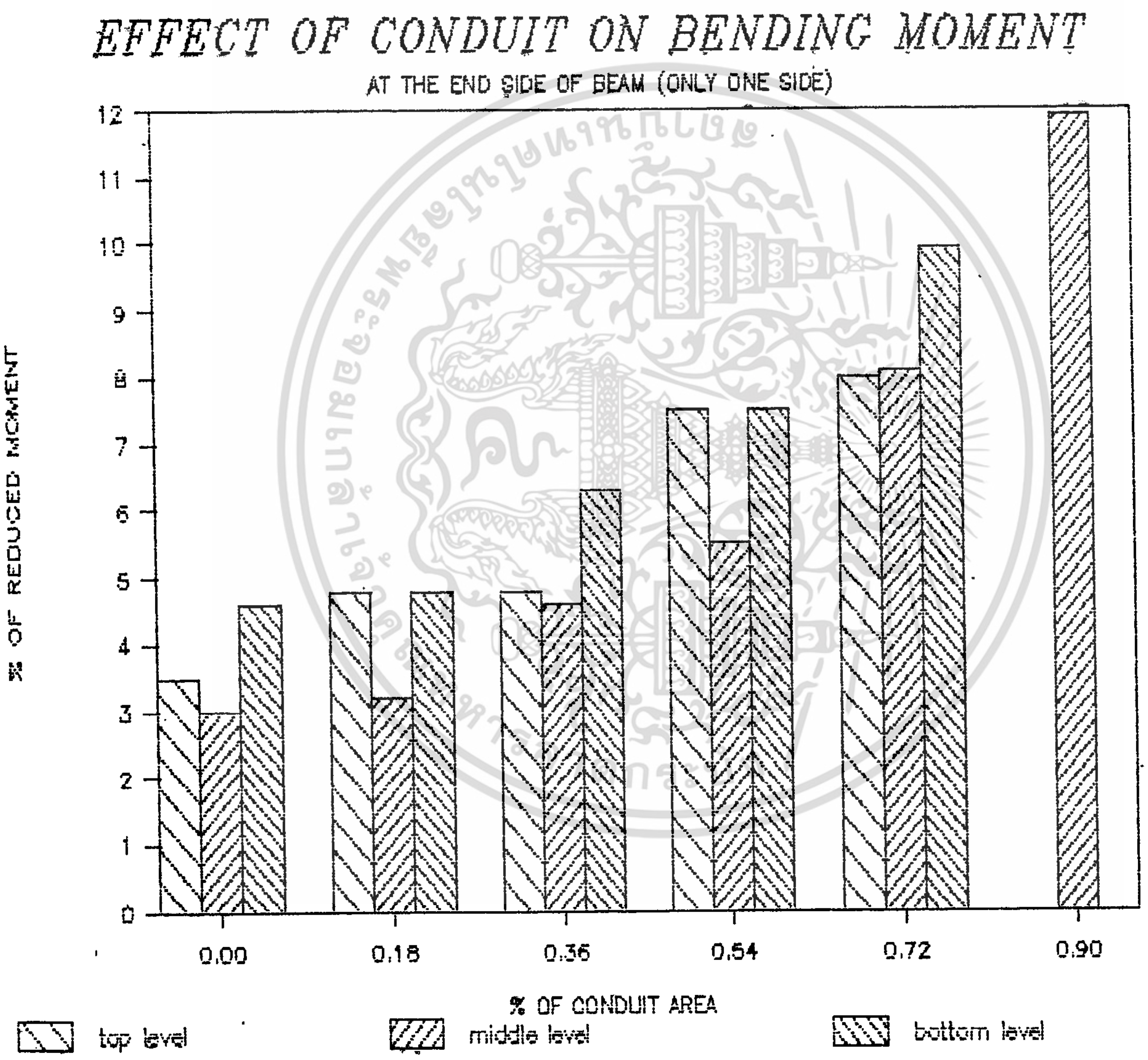
EFFECT OF CONDUIT ON BENDING MOMENT

AT THE CENTER OF BEAM

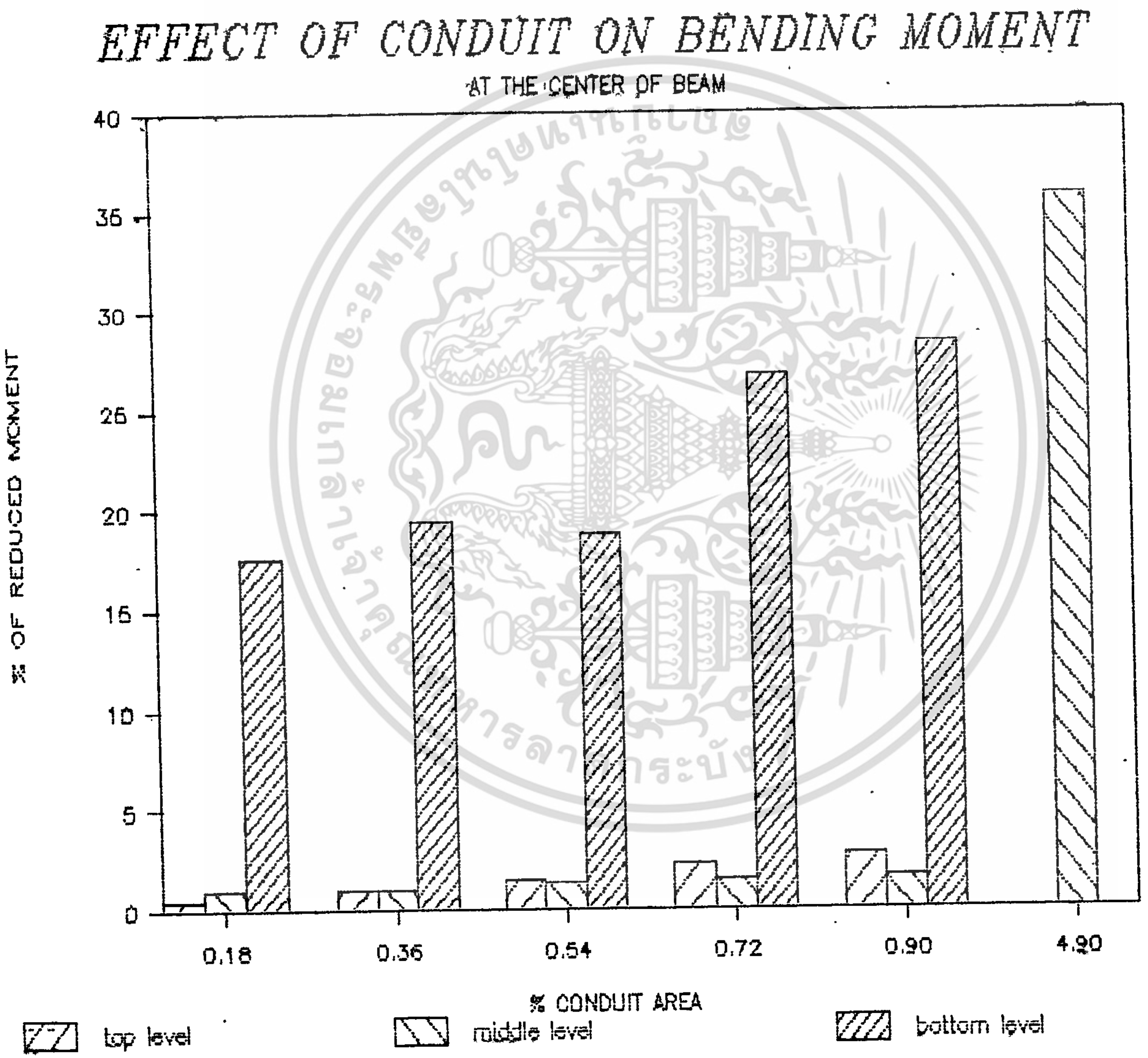




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สรุปผลการทดลอง

จากกราฟแสดงผลการทดลองรูปแรก พบว่าอิทธิพลของท่อ conduit ที่มีผลต่อคานที่มีการฝังท่อที่ริมคานทั้งสองด้านนั้น จะขึ้นกับปัจจัยสองประการดังที่เคยตั้งสมมุติฐาน ไว้ในตอนแรก นั่นคือ ปริมาณท่อ และ ระดับที่ฝัง

โดยสังเกตุจากกราฟเส้นแรก(เส้นบนสุด) ซึ่งเป็นกราฟที่แสดงถึงอิทธิพลของท่อที่มีต่อกำลังรับโมเมนต์ของคานที่มีการฝังท่อที่ริมคานสองในระดับกลาง (จากผิวบนลงมา 5 ซม.) จะพบว่าในระดับกลางจะเป็นระดับที่ได้รับอิทธิพลจากท่อ conduitมากที่สุด คือ แม้ปริมาณท่อที่ฝังจะน้อยแต่ก็มีผลทำให้กำลังการรับโมเมนต์ลดลงมากกว่าในระดับบนและล่าง แต่ถ้ากล่าวถึงอิทธิพลของท่อที่มีผลต่อกำลังรับโมเมนต์ของคานชนิดนี้แล้ว พบว่ามีผลในทุกระดับที่ฝัง เพียงแต่ในระดับกลางจะมีผลมากที่สุด และในระดับล่างจะได้รับผลกระทบน้อยที่สุด คือ ถ้าสังเกตจากกราฟ พบว่าค่าเกือบที่จะเป็นค่าคงที่

ดังนั้นเราสามารถที่จะสรุปในกราฟรูปแรกนี้ได้ว่า ไม่ควรที่จะฝังท่อในระดับกลางคานที่ริมสองด้าน และในระดับบนสามารถฝังได้ แต่จำกัดปริมาณไว้ที่ไม่ให้เกิน 1.44 % ของหน้าตัดเพราะจากกราฟเราพบว่า ค่ากำลังรับโมเมนต์ลดลงถึง 20 % ส่วนในระดับล่างนั้น ผลการทดลองมาถึงค่าที่ 1.8 % ก็ยังมีผลกระทบน้อยมาก

จากกราฟการทดลองรูปที่สอง พบว่าอิทธิพลของท่อ conduit ที่มีต่อกำลังรับแรงตัดของคานที่มีการฝังท่อที่ริมคานเพียงด้านเดียวนั้น ปัจจัยที่มีผลต่อกำลังรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โมเมนต์ตัดของคานจะขึ้นกับปัจจัยเพียงประการเดียว คือ ปริมาณท่อ ส่วนระดับของท่อที่ฝังนั้นมีผลกระทบน้อยมาก

จากกราฟพบว่าค่า % reduced moment ในคานชนิดนี้มีค่าเกาะกลุ่มในระดับใกล้เคียงกันตามปริมาณการฝังท่อ เช่น ที่ปริมาณการฝังท่อ 0.18% พบว่ามีค่า reduced moment ใกล้เคียงกันคืออยู่ในช่วง 3 - 4.5 % ไม่ว่าจะเป็นการฝังท่อในระดับใดก็ตาม หรือว่าในช่วง 0.36 % ก็จะให้ค่าในช่วง 3.1 - 4.7 % ไม่ว่าจะเป็นระดับใดก็ตาม ฯลฯ

ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าในการฝังท่อแบบนี้นั้นจะฝังที่ระดับใดก็ได้เพราะไม่มีผลกระทบ แต่ที่มีผลกระทบคือปริมาณท่อ ซึ่งถ้าเพิ่มมากก็ยิ่งทำให้รับโมเมนต์ได้น้อยลงด้วย แต่ที่ไม่สามารถสรุปออกมาเป็นปริมาณที่แน่นอนนั้นก็เนื่องมาจาก เรายังไม่ได้มีการฝังท่อถึงในระดับปริมาณ ที่น่าจะเป็นอันตรายมากต่อกำลังรับแรงตัดของคาน ซึ่งสิ่งนี้มีสาเหตุมาจากความจำกัดของเนื้อที่ ,covering,spacing ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในช่วงทฤษฎี

จากกราฟผลการทดลองรูปที่สาม พบว่าอิทธิพลของท่อ conduit ที่มีต่อคานคอนกรีตที่มีการฝังท่อในแนวกลาง (center) จะขึ้นกับปัจจัย 2 ประการดังที่เคยตั้งสมมุติฐานไว้ในตอนแรก นั่นคือ ปริมาณท่อ และ ระดับที่ฝัง โดยในกราฟรูปนี้จะเห็นได้ชัดมากกว่ากราฟรูปอื่นมาก

จากกราฟ พบว่าระดับที่แทบจะไม่ได้รับอิทธิพลต่อปริมาณท่อที่ฝังนั้นคือระดับบนและระดับกลาง (5 และ 10 cm.ตามลำดับ) โดยเมื่อมีการฝังท่อถึงในปริมาณที่เราตั้งไว้สูงสุดในการทดลอง ค่า % reduced moment ที่มีก็ยังมีค่า ไม่เกิน 5 % ซึ่งคิดว่าไม่น่าที่จะมีผลต่อกำลังรับโมเมนต์มากนัก

ส่วนในระดับล่างนั้น พบว่าปริมาณการฝังท่อมีอิทธิพลสูงมากกว่าที่คิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไว้ จากกราฟพบว่า เมื่อค่า % conduit area มีค่าเพียง 0.18 % ค่า % reduced moment มีค่ามากถึงเกือบประมาณ 18 % จึงเห็นว่าไม่ควรอย่างยิ่งที่จะมีการฝังท่อในคานคอนกรีตที่แนวกลางและในระดับล่าง เป็นอันขาด

ส่วนสาเหตุน่าจะเป็นไปได้ว่า เนื่องจากส่วนล่างเป็นส่วนที่เกิดแรงดึง เมื่อคานรับแรงดัด ดังนั้นถ้าเนื้อที่คอนกรีตส่วนนี้ขาดหายไปก็ย่อมส่งผลกระทบมากกว่าส่วนอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางแสดงผลสรุป

ZONE ที่ทำการฝังท่อ	สรุปผล		สรุปผลกระทบจาก area	
	LEVEL	EFFECT	EFFECT OF % CONDUIT AREA	%ที่คาดว่าจะเกิดอันตราย
1.คานที่มีการฝังท่อที่ริมคานทั้งสองด้าน (ไม่เกิน L/5)	บน	ปานกลาง	มาก	0.72 ขึ้นไป
	กลาง	มาก	มาก	0.36 ขึ้นไป
	ล่าง	น้อย	น้อย	4.9 ขึ้นไป
2.คานที่มีการฝังท่อที่ริมคานเพียงด้านเดียว (ไม่เกิน L/5)	บน	น้อย	น้อย	4.9 ขึ้นไป
	กลาง	"	"	"
	ล่าง	"	"	"
3.คานที่มีการฝังท่อที่กลางคาน	บน	น้อย	น้อย	4.9 ขึ้นไป
	กลาง	"	"	"
	ล่าง	มาก	มาก	0.18 ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

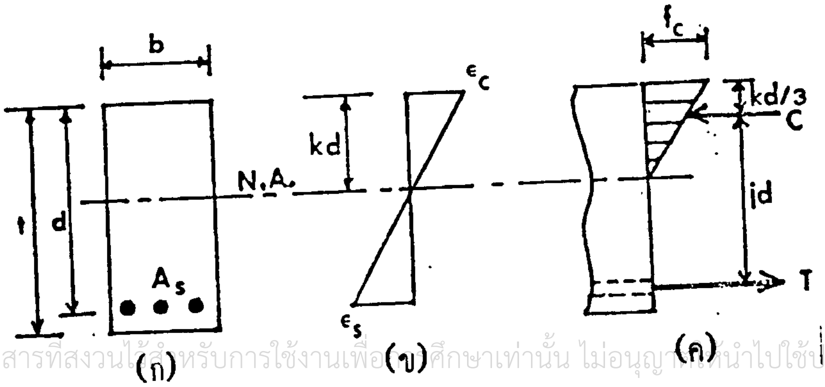
การนำไปใช้งาน

แม้ว่าในการทดลองนี้เราจะทำการทดลองด้วยคานคอนกรีตที่ไม่เสริมเหล็ก แต่เราก็สามารถที่จะนำค่าที่ได้จากการทดลองนี้ไปประยุกต์ใช้งานได้

เมื่อเราทำการออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็กนั้น ในการออกแบบด้วยทฤษฎี elastic นั้น ก่อนอื่นเราจะต้องทราบค่า Fc และค่า Fs และค่า n จากนั้นเราก็จะทราบค่า k,j และทำการหาขนาดของหน้าตัดออกมาให้ได้ จากนั้นก็ทำการคำนวนหาปริมาณของเหล็กเสริม ที่จะเพียงพอในการรับโมเมนต์ที่เกิดขึ้น โดยเหล็กเสริมนั้นมี 2 อย่างคือเหล็กเสริมรับแรงดึงและเหล็กเสริมรับแรงอัด

จากข้างต้นนั้นเป็นการกล่าวถึงการออกแบบคาน คสล.แบบคร่าวๆ ซึ่งเมื่อเราหาทุกอย่างออกมาแล้วนั้น เมื่อมีการฝังท่อร้อยสายไฟเกิดขึ้นในคานเราก็จะนำผลการทดลองของเรามาใช้ในการลดค่ากำลังการรับ moment ของคาน คสล. ได้ ซึ่งค่านั้นก็คือ ค่า Mu

ในส่วนของคานคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นเราสามารถนำผลการทดลองของเรามาใช้ได้จริง ในกรณีที่มีการฝังท่อที่บริเวณบนเหนือแกน neutral axis เท่านั้น ส่วนในบริเวณที่ต่ำกว่าแกนลงมา เราถือว่าคอนกรีตไม่ได้ทำการรับแรงอะไร เหล็กเป็นรับไปทั้งหมด ดังนั้นถ้าเนื้อที่คอนกรีตบริเวณนี้หายไม่มากนักก็คงมีผลกระทบน้อยมาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

EXAMPLE 1

ให้การออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่มี span ยาว 4 เมตร และรับโมเมนต์ 1900 kg-m โดยกำหนดให้ใช้คานที่มีขนาดเท่ากับ 20*40 cm. กำหนดหน่วยแรงที่ยอมให้ Fc = 45 kg/sq.cm. Fs = 1200 kg/sq.cm. n = 14

และถ้ามีการฝังท่อร้อยสายไฟ มีเนื้อที่เท่ากับ 144 sq.cm.ที่กลางคาน ต่ำกว่าผิวบนลงมา 12 ซม. และการฝังนี้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อกำลังของคอนกรีตเท่าใด และควรแก้ไขโดยการเสริมเหล็กเพิ่มอย่างไร

ในการออกแบบคานจริงที่ไม่มีการฝังท่อสายไฟ

จากค่า Fs, Fc, n ทำให้เราสามารถหาค่า k,j ได้จากตารางที่ 4 หน้า 383 จากหนังสือคอนกรีตเสริมเหล็กของ วินิต ช่อวิเชียร

k = 0.334

j = 0.885

Mc = Fc*k*j*b*d*d/2

Mc = 45*0.334*0.885*0.20*35*35/2 = 1678 kg-m

Mc < M

ต้องออกแบบให้มีทั้งเหล็กเสริมรับแรงดึงและแรงอัดด้วย

M1 = 1678 kg-m

M2 = 1900 - 1678 = 222 kg-m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>เหล็กเสริมรับแรงดึง</u>

As1 = M1/(Fs*j*d) = 1678*100/(1200*0.885*35)

= 4.5 sq.cm.

As2 = M2/(Fs*(d-d') = 222*100/(1200*(35-5))

= 0.6 sq.cm.

เนื้อที่เหล็กเสริมรับแรงดึง As = As1 + As2 = 4.5 + 0.6

= 5.1 sq.cm.

<u>ดังนั้นใช้เหล็กเสริมรับแรงดึง</u> เหล็ก 15 มม. 3 เส้น

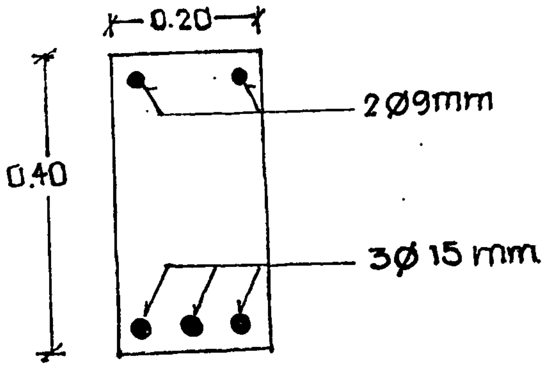
<u>เหล็กเสริมรับแรงอัด</u>

As'= As2*(1-k)/(2*(k-d'/d))

= 0.98 sq.cm.

<u>ดังนั้นใช้เหล็กเสริมรับแรงอัด</u> เหล็ก 9 มม. 2 เส้น

ได้การเสริมเหล็กดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ในกรณีที่มีการฝังท่อร้อยสายไฟ

ต้องมีการออกแบบใหม่ หาตำแหน่งของแกน neutral axis

แกนสะเทิน = k*d

= 0.334*35 = 12 cm.

ในกรณีที่มีการฝังท่อในบริเวณกลางคานที่บริเวณเหนือแกนนี้ขึ้น คือจากผิวบนลงมา 12 cm. เราสามารถที่จะนำผลการทดลองของเรามาประยุกต์ใช้ได้

เพราะฉะนั้นพื้นที่ด้านหน้า = 400*40 = 16000 sq.cm.

และ % ของพื้นที่ท่อร้อยสายไฟ = 140*100/16000 = 0.875 %

ในที่นี้เราฝังที่ต่ำกว่าผิวบนลงมา 12 ซม.ซึ่งถือว่าอยู่ใน middle level

จากตาราง ค่า % of conduit area = 0.90 % at the middle level ให้ค่า reduced moment = 1.71 %

เพราะฉะนั้นค่า moment ที่คอนกรีตรับได้จะลดลง

= 1678*0.0171

= 28.69 kg-m

moment ที่คอนกรีตรับได้จริง

= 1678 - 28.69

= 1649.31 kg-m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

<u>หาค่าเหล็กเสริมรับแรงดึง</u>

As1 = 1649.31*100/(1200*0.885*35)

= 4.44 sq.cm.

As2 = (1900-1649.31)*100/(1200*(35-5))

= 0.696 sq.cm.

รวมเหล็กเสริมรับแรงดึง

= 4.44 + 0.696

= 5.136 sq.cm.

<u>ใช้เหล็ก 15 มม. 3 เส้น</u>

<u>หาค่าเหล็กเสริมรับแรงอัด</u>

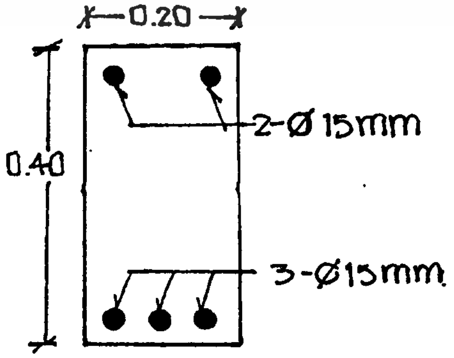
As'= As2*(1-k)/(2*(k-d'/d))

= 0.696*(1-0.334)/(2*(0.334-5/35))

= 1.21 sq.cm.

<u>ใช้เหล็กเสริมรับแรงอัด 15 มม. 2 เส้น</u>

รูปแสดงการเสริมเหล็ก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปัญหาและอุปสรรคในการทดลอง

1. น้ำหนักของคาน เนื่องจากในการทดลองหน้าตัดของคานมีขนาด 15*20*100 ทำให้คานมีน้ำหนักต่อ 1 ตัวมากกว่า 70 kg ซึ่งเป็นอุปสรรคในการยกขึ้นทดสอบ ในการหาที่บ่ม ในการประกอบแบบ ฯลฯ

2. เนื่องจากช่วง span ในการทดสอบมีค่า 80 cm. ทำให้พื้นที่ฝังท่อริมคานทั้งสองด้าน L/5 มีค่าเพียง 16 cm. อีกทั้งเราต้องควบคุม covering ,ควบคุมระยะห่างของท่อ ทำให้เราไม่สามารถฝังท่อได้ในปริมาณมาก จึงทำให้ได้ผลการทดลองไม่หลากหลาย

3. การทำแบบ เป็นการยุ่งยากมากที่จะควบคุมท่อที่วางเอาไว้ให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ เนื่องจากการเทคอนกรีตต้องมีการกระทุ้งเพื่อให้คอนกรีตเรียบ ต้องกระทำด้วยความระมัดระวังเป็นอย่างมากเพื่อไม่ให้เกิดการคลาดเคลื่อน

4. การควบคุมคุณภาพคอนกรีต เนื่องจากการทำนั้นไม่สามารถที่จะเทคอนกรีตให้เสร็จได้ในครั้งเดียว เพราะต้องใช้ปริมาณคอนกรีตมาก อีกทั้งปริมาณไม้แบบมีจำกัด ทำให้ต้องทำการผสมหลายครั้ง ดังนั้นกำลังของคอนกรีตที่ได้ในแต่ละครั้งจึงอาจมีการคลาดเคลื่อน แต่เราสามารถป้องกันได้ด้วยการควบคุมคุณภาพอย่างใกล้ชิด

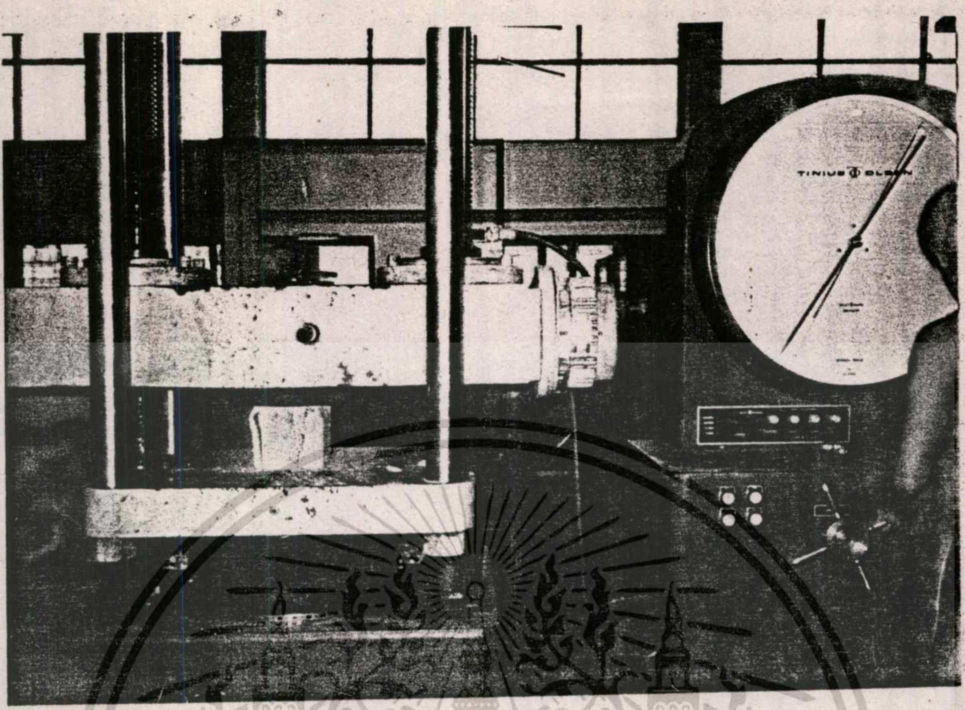
ววววววววววววววววววววววว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปประกอบ

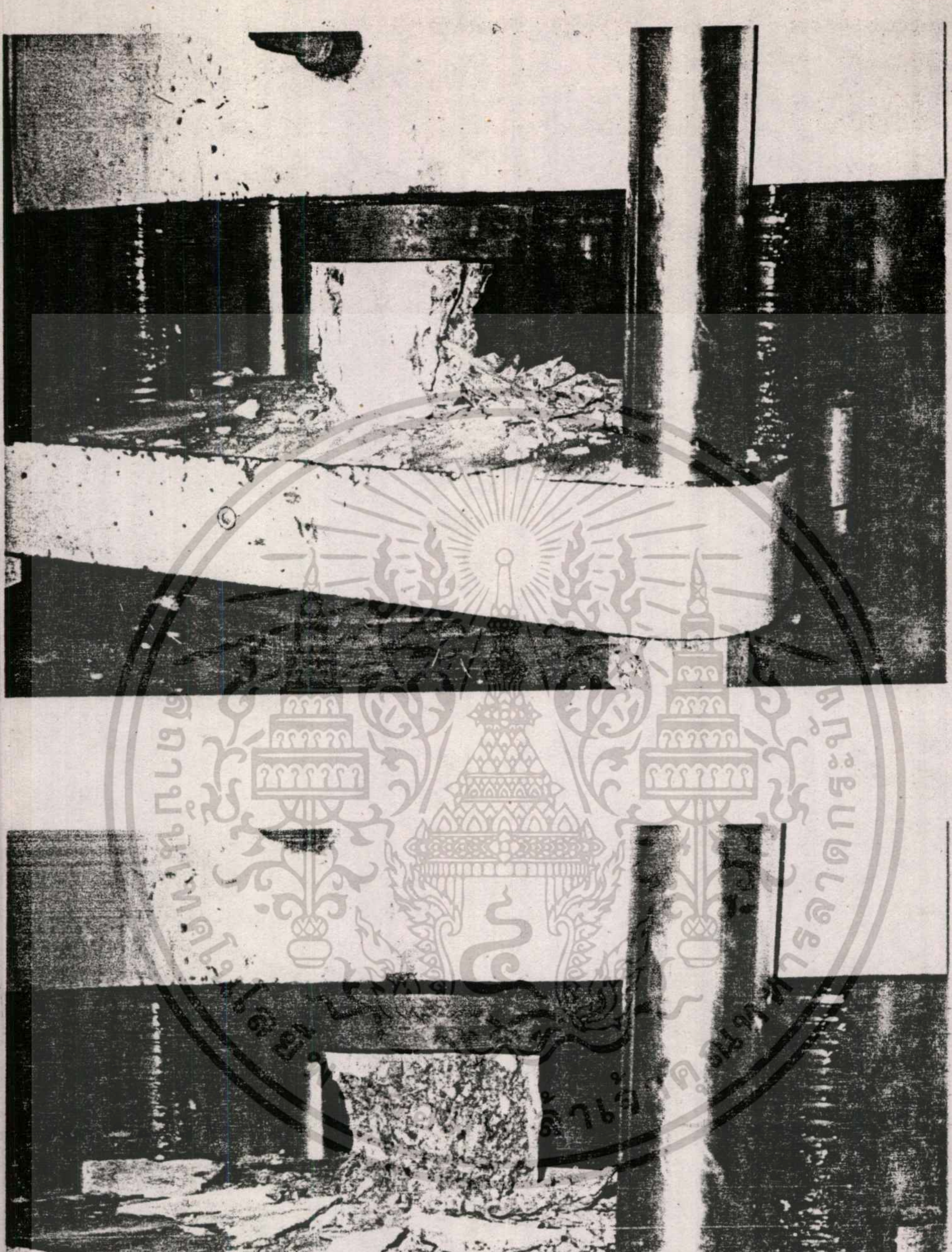
การทดลองต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



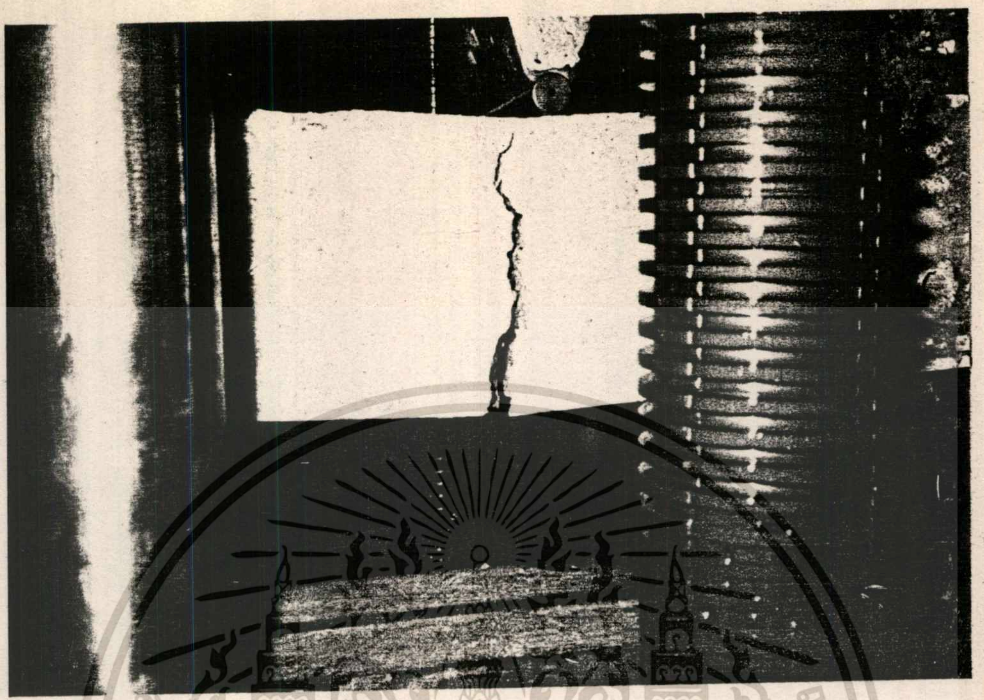
การทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต

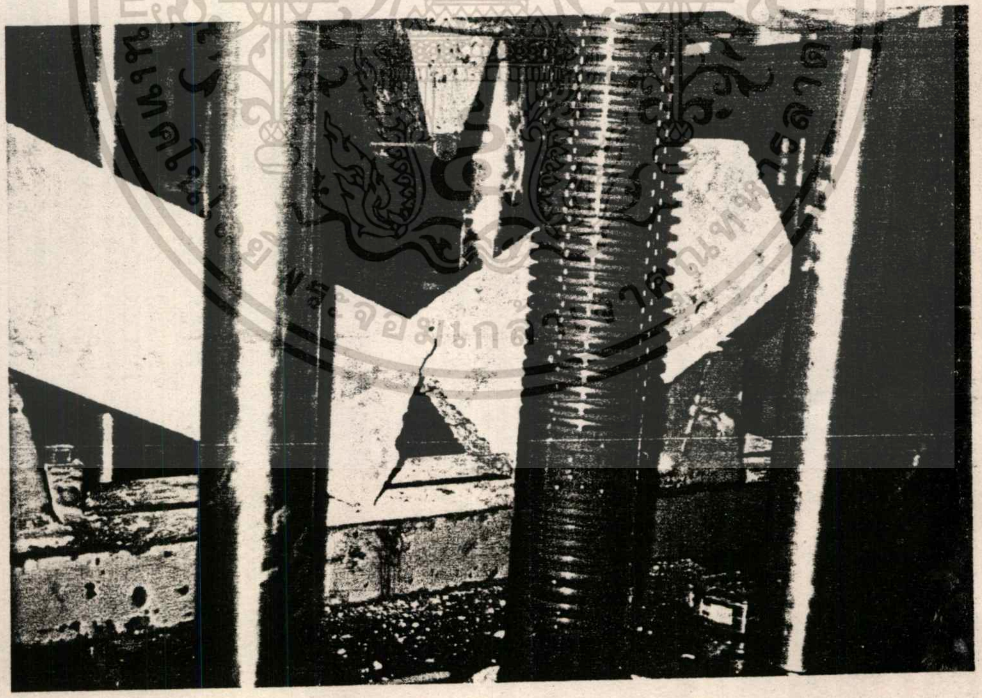
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



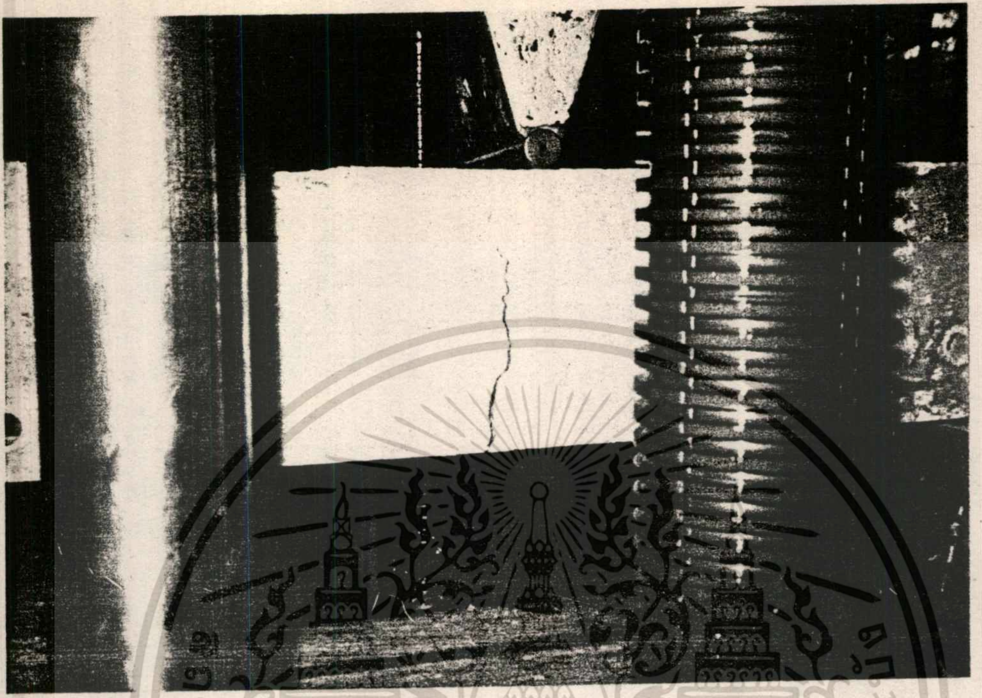
ก้อนคอนกรีตที่ถูกกดจนพังทลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

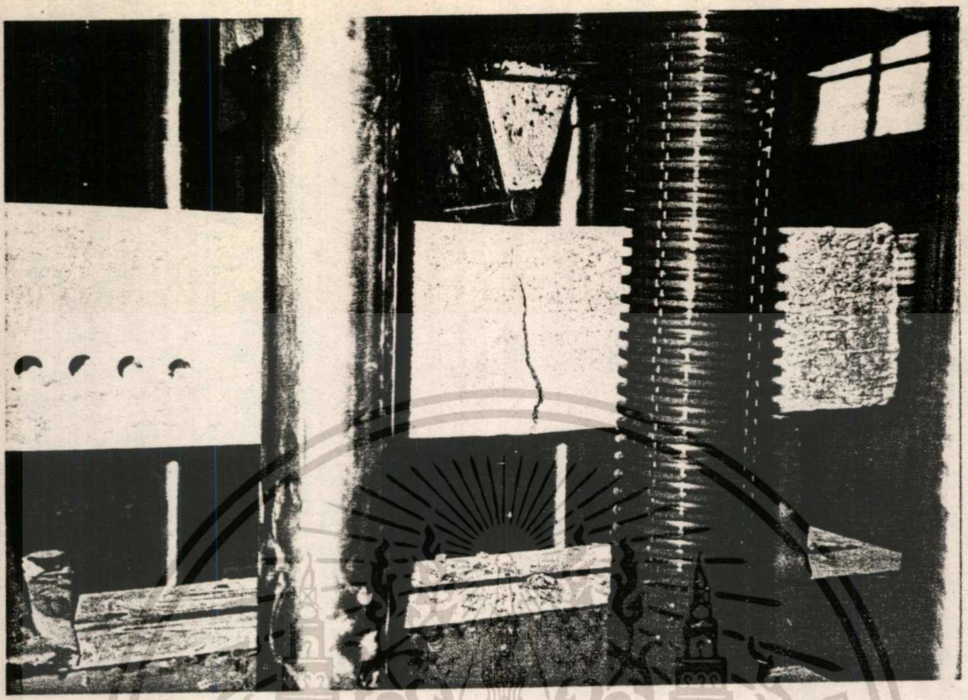




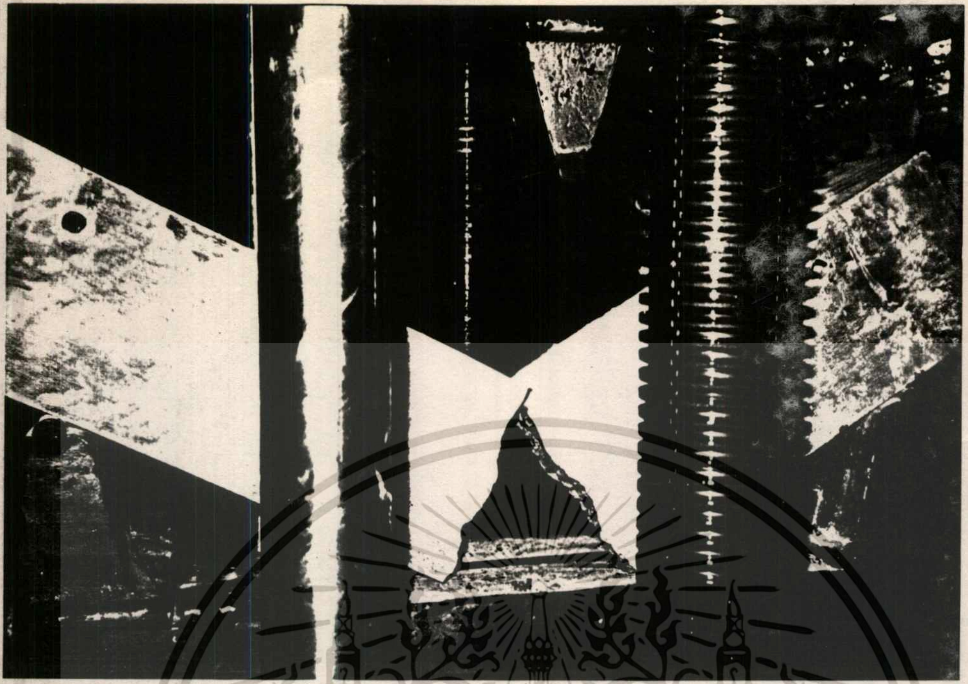
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

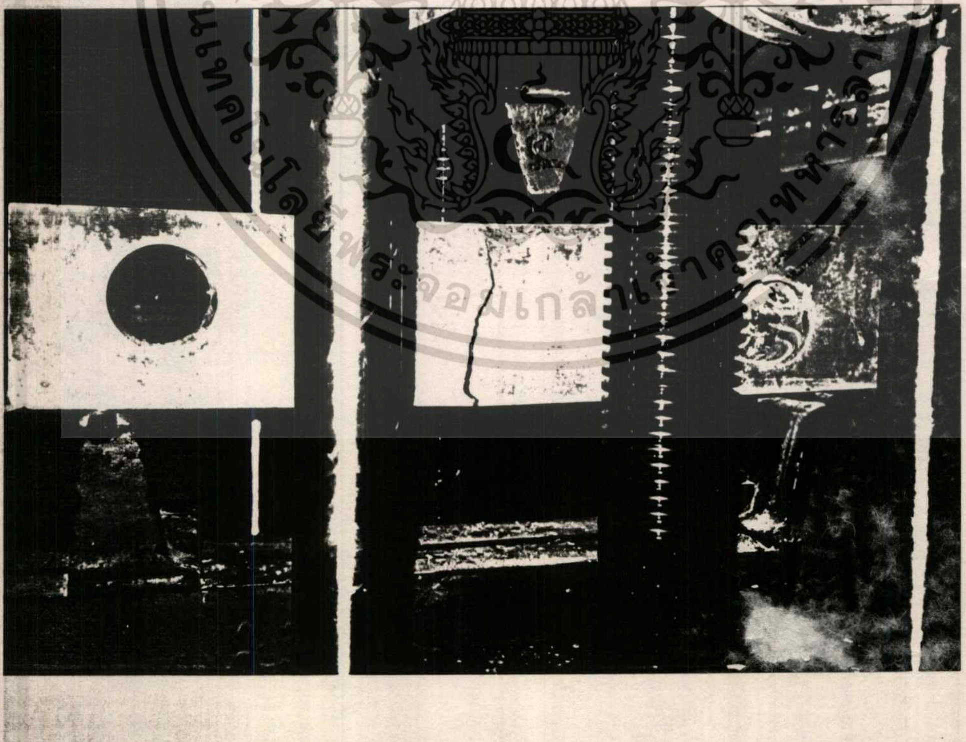


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

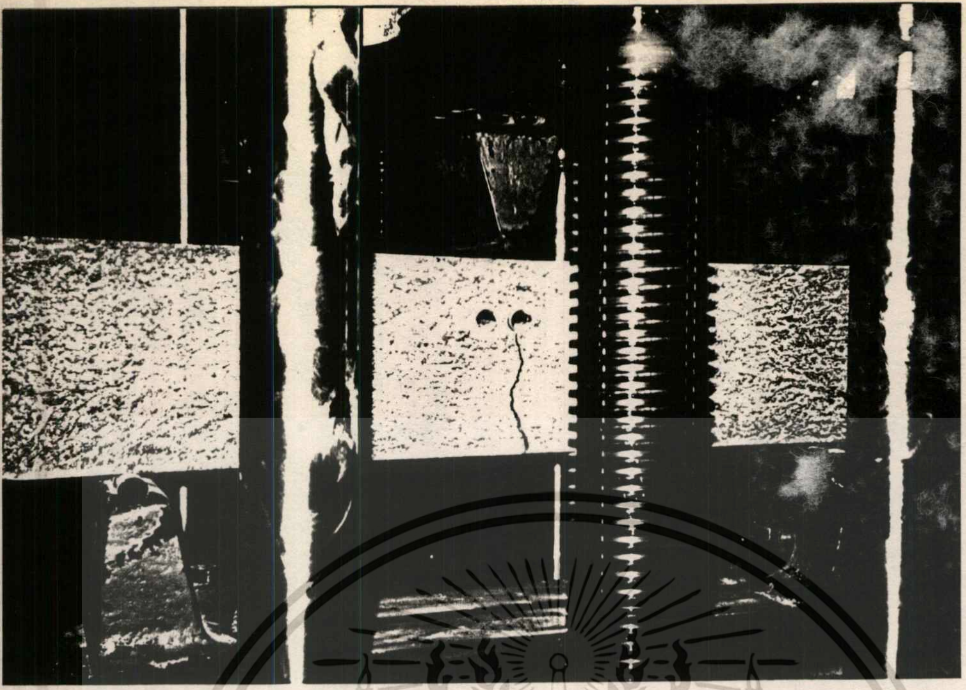


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

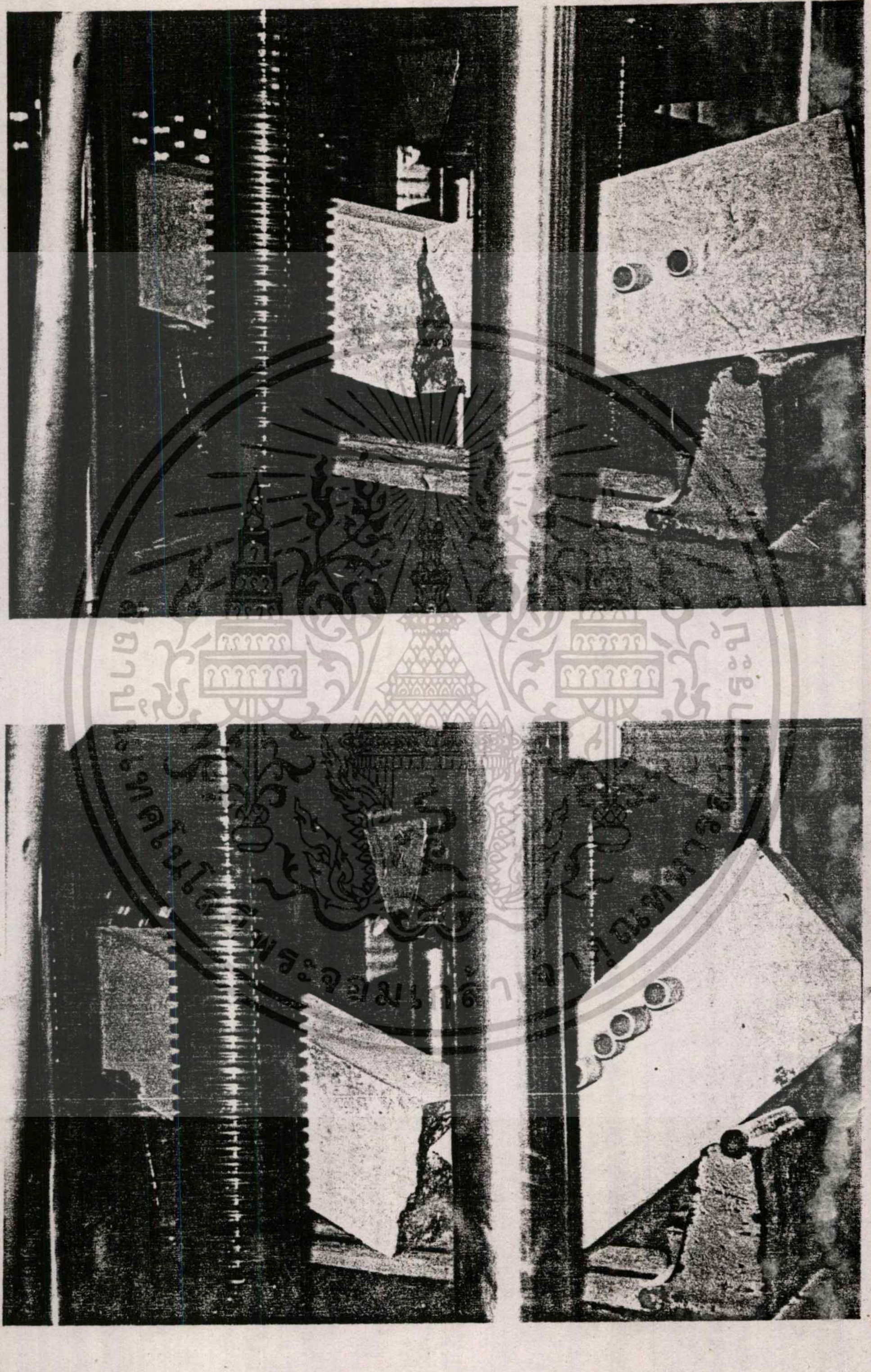




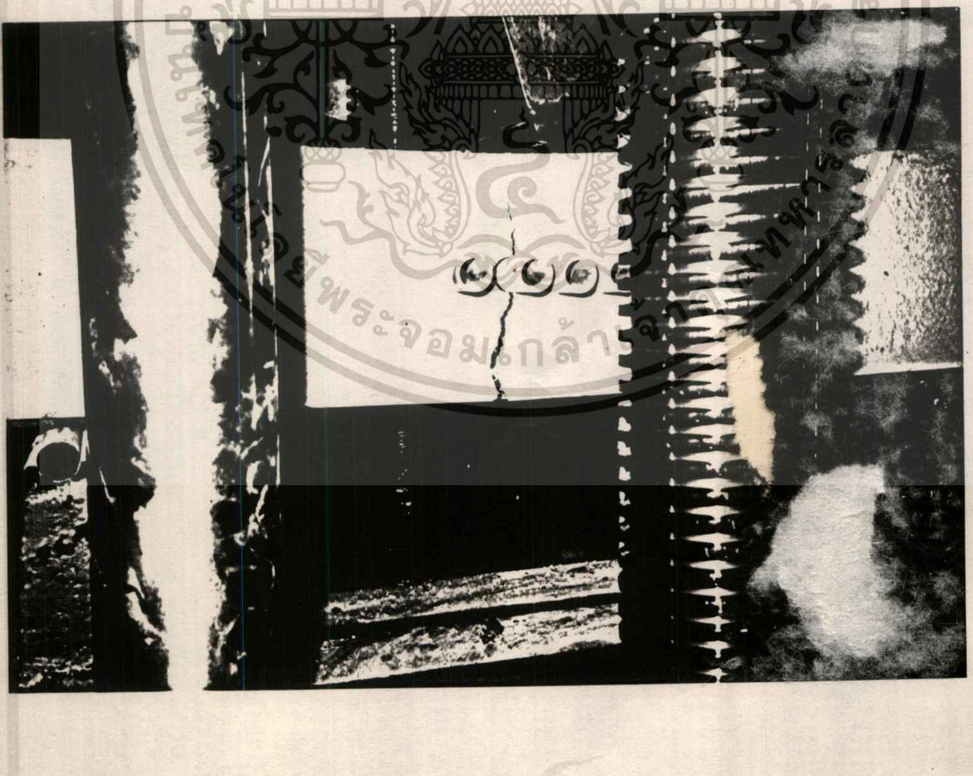
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



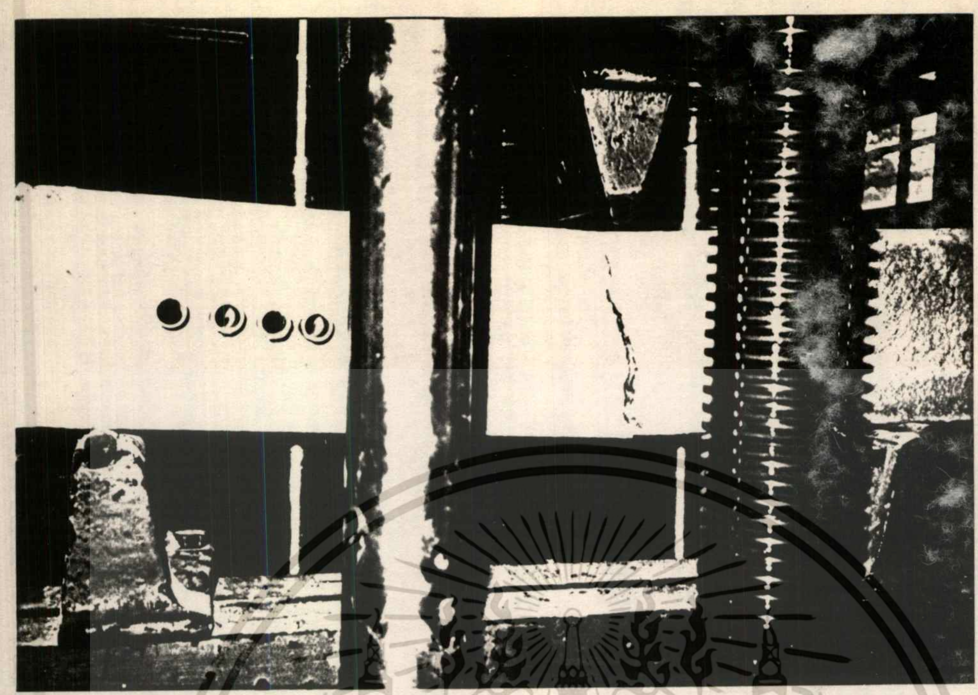
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

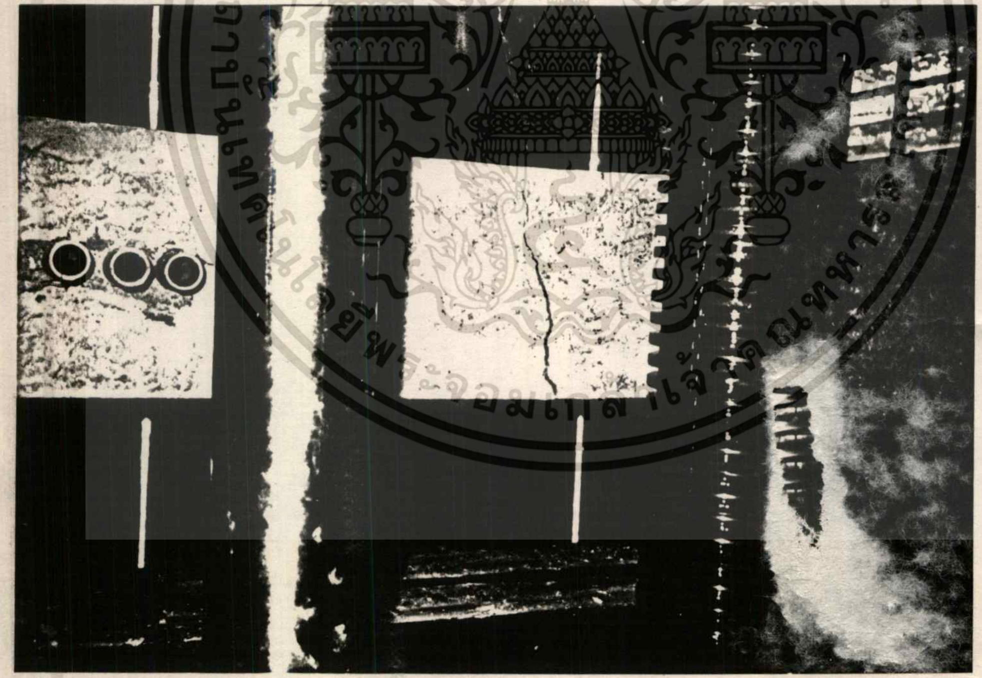


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

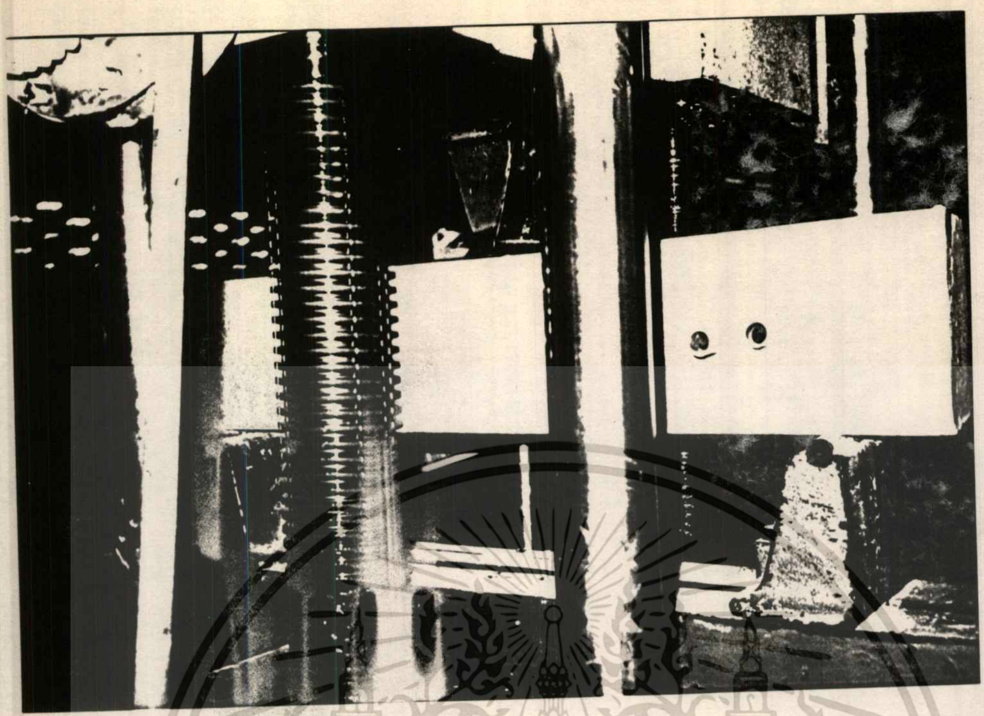


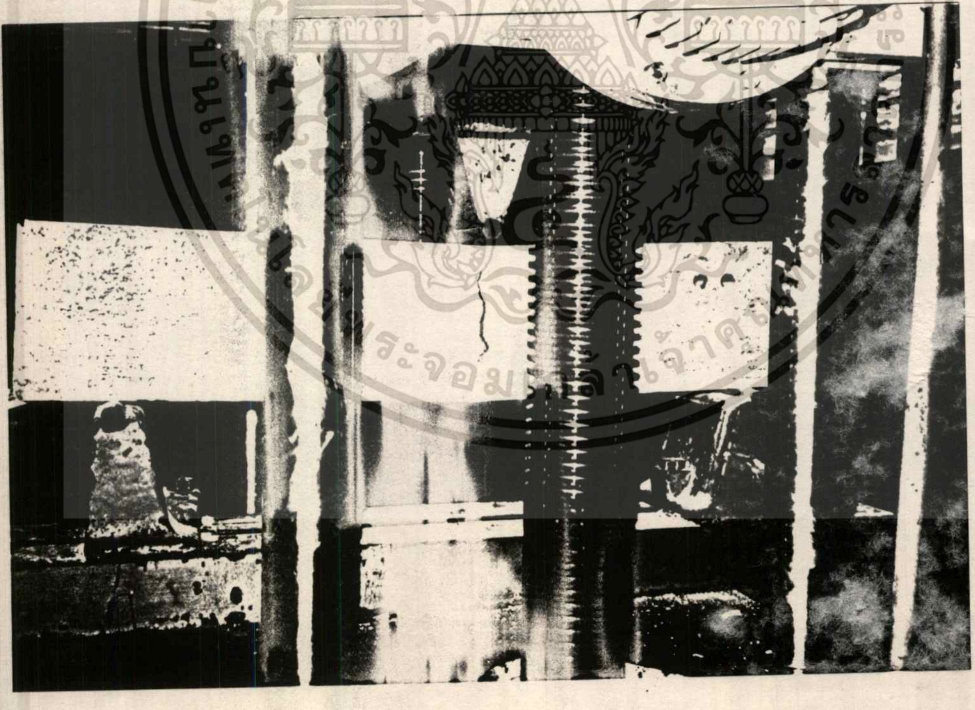
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



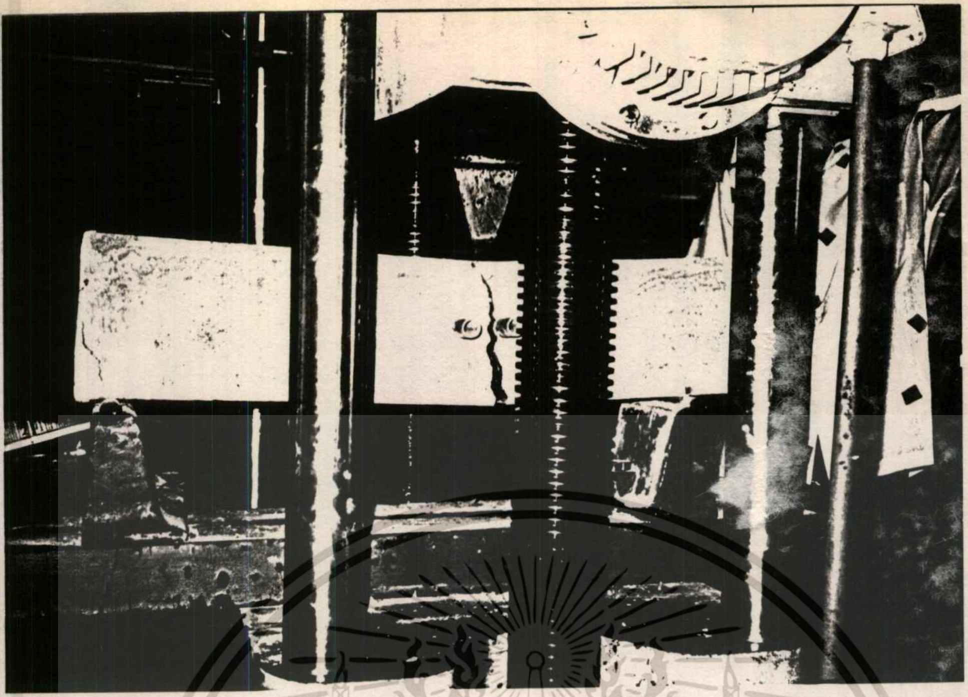


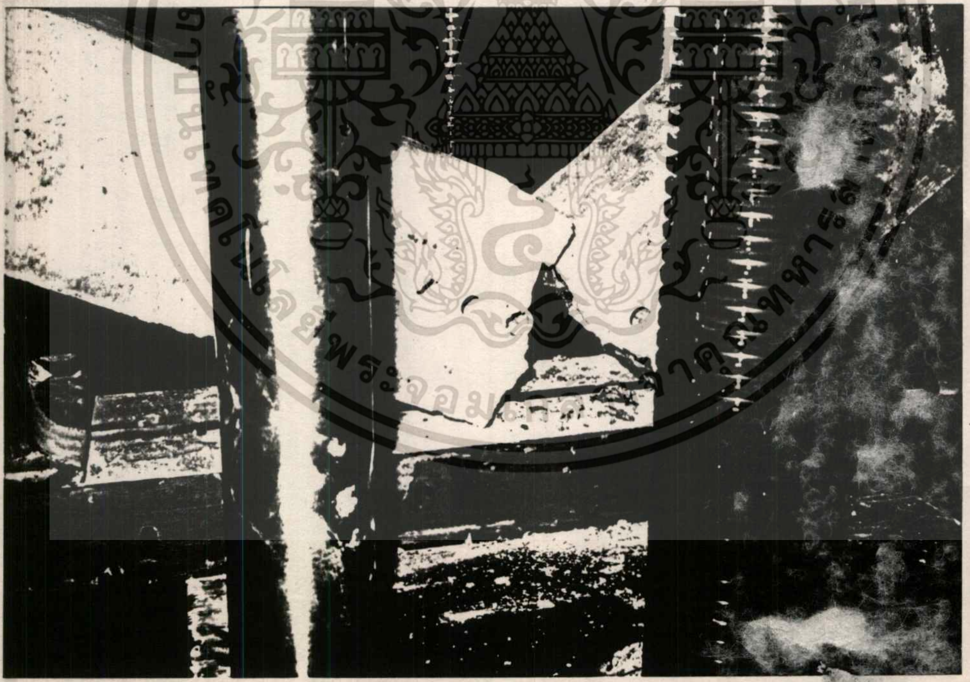
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



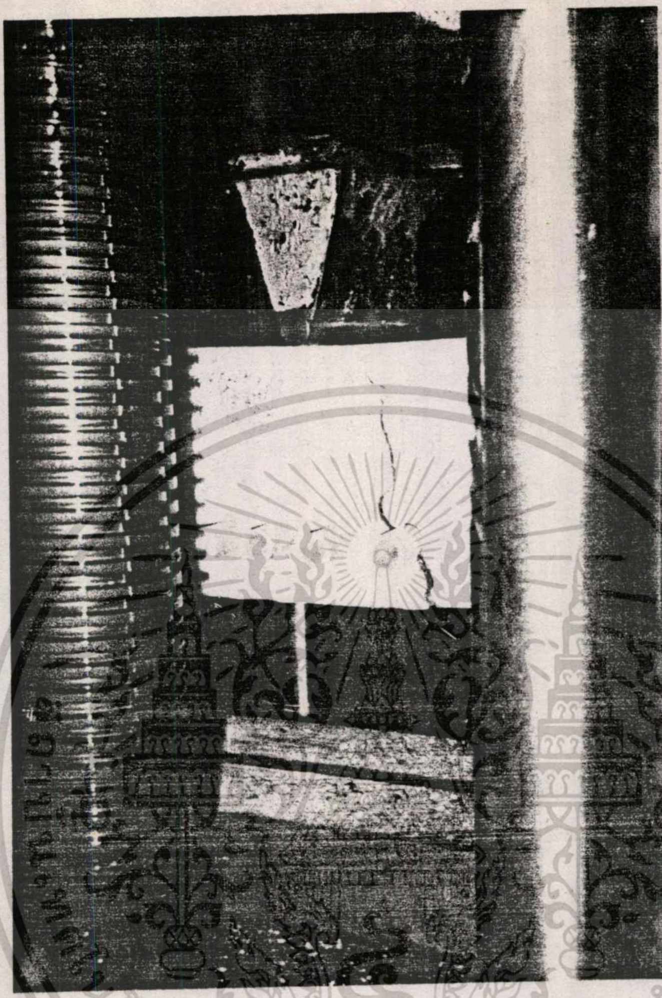


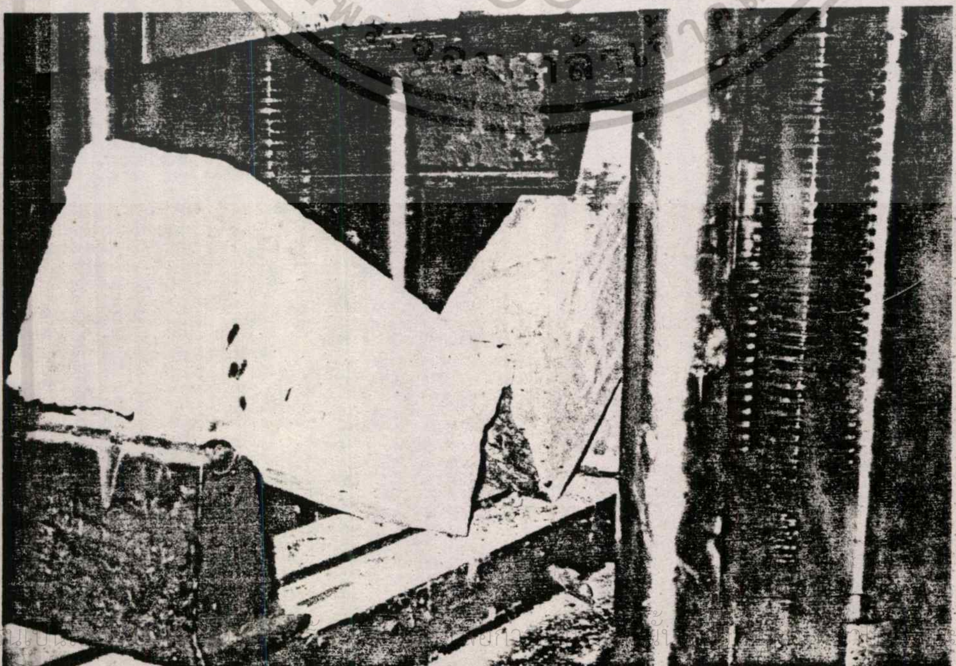
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



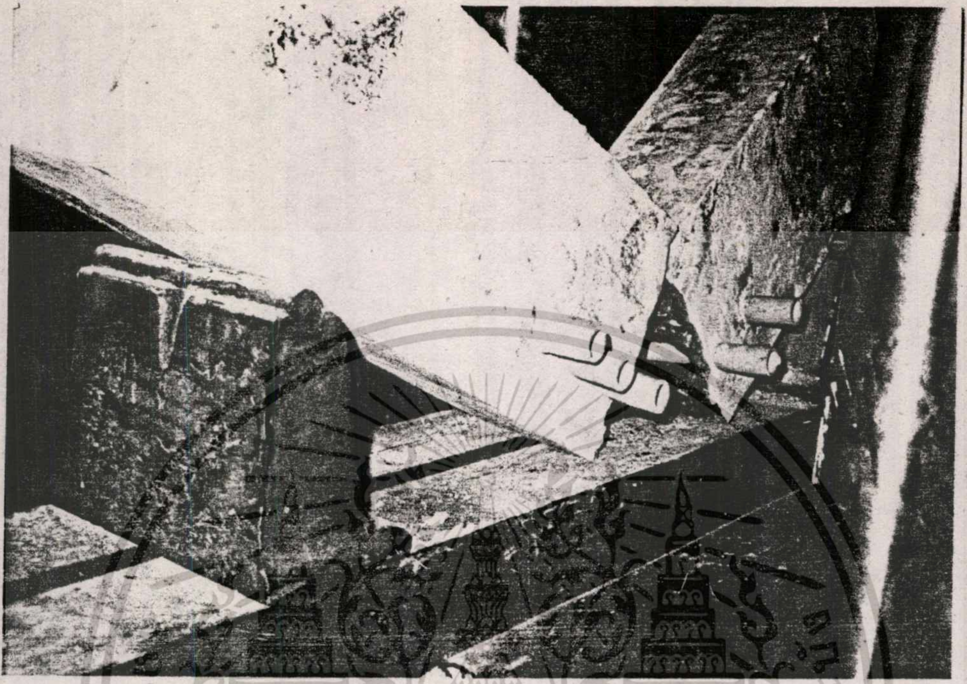


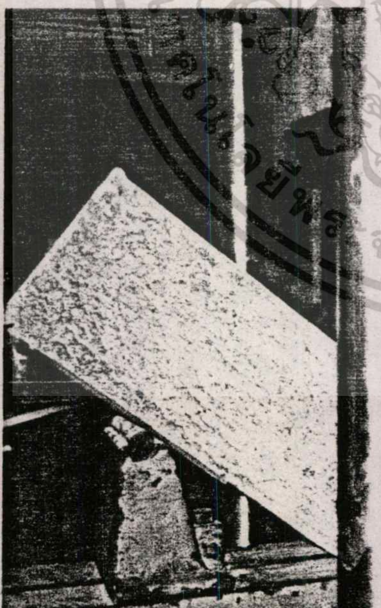
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

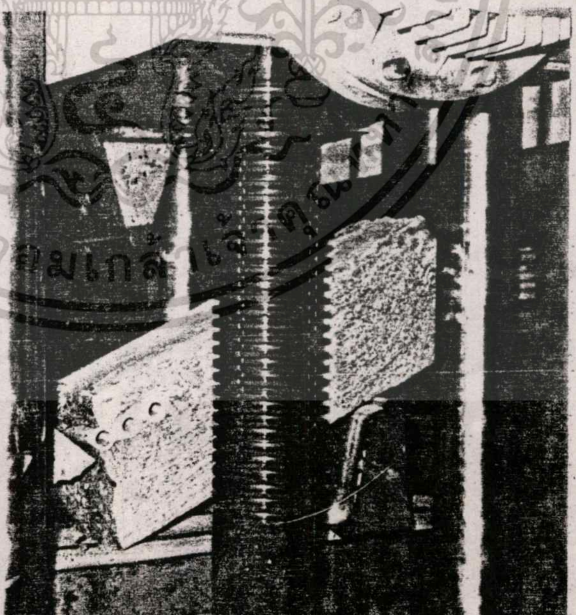




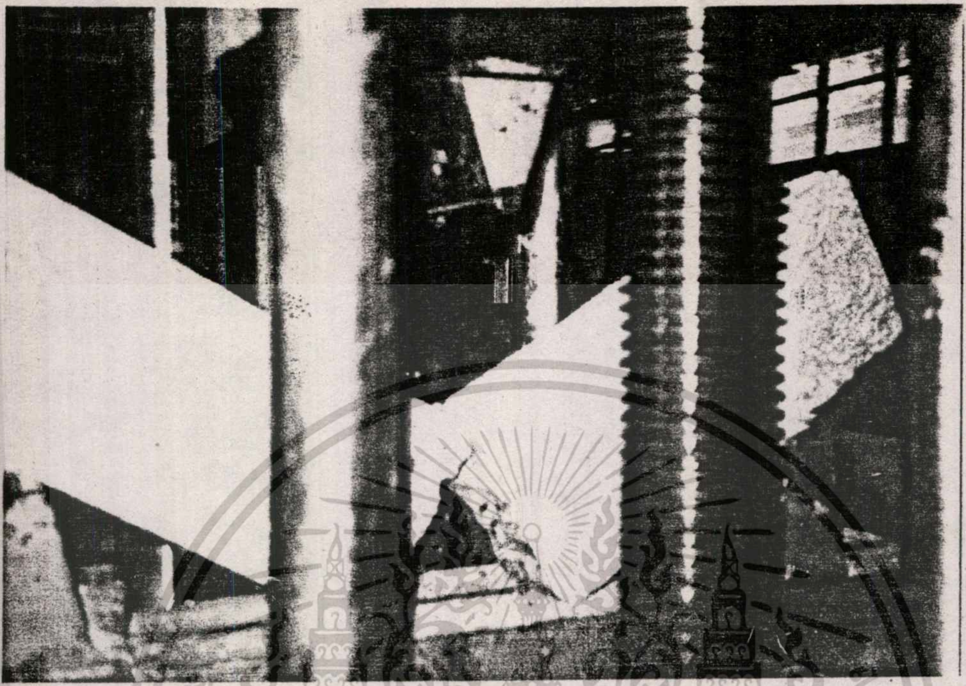
เอกสารน ... ะโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น จึงห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงที่มาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

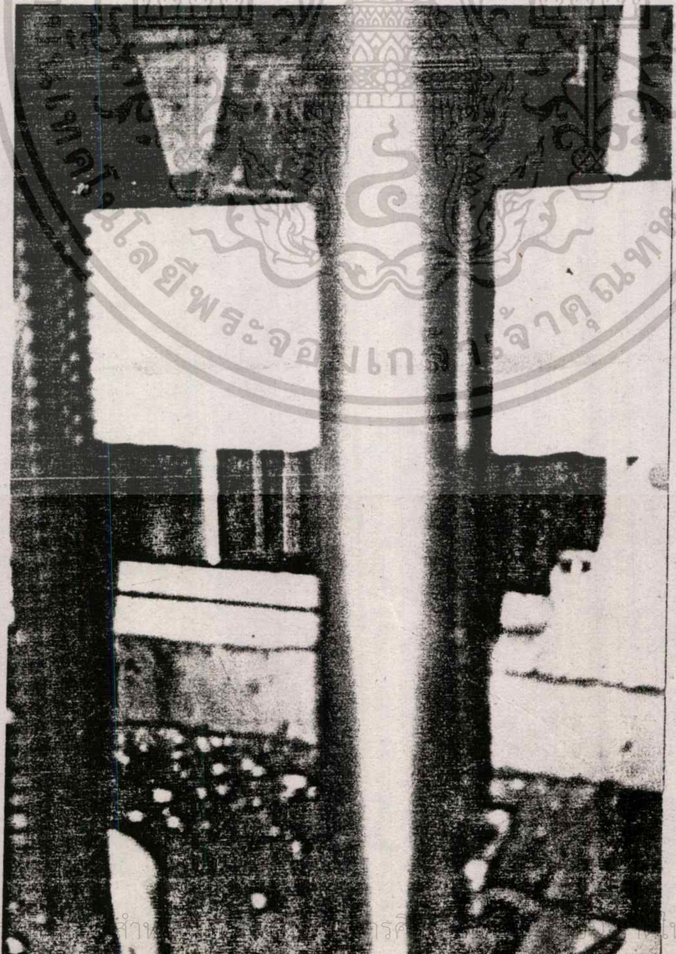




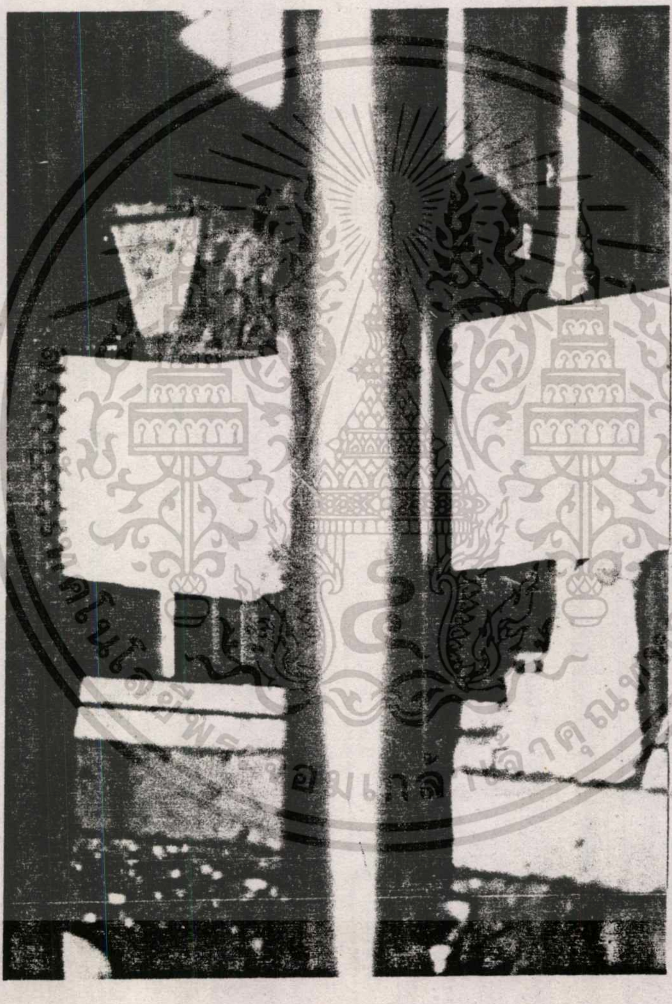


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า





เอกสารนี้เป็นเอกสาร ... ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บรรณานุกรม

1. ศจ.วินิต ช่อวิเชียร : " คอนกรีตเทคโนโลยี " พิมพ์ครั้งที่ 7 , กรุงเทพฯ 2529
2. ศจ.สนั่น เจริญเผ่า และ ศจ.วินิต ช่อวิเชียร : " คอนกรีตเสริมเหล็ก " พิมพ์ครั้งที่ 7 กรุงเทพฯ 2530
3. ผศ.ศิริวัฒน์ ไชยชนะ : " วิเคราะห์โครงสร้าง " สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
4. เอกสาร " เรื่องของคอนกรีต " ของบริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด
5. เอกสาร " คอนกรีตวิทยา " ของบริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด
6. ผศ.ศิริวัฒน์ ไชยชนะ : " ปฏิบัติการคอนกรีตเทคโนโลยี " สถาบันเทคโนฯ ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า