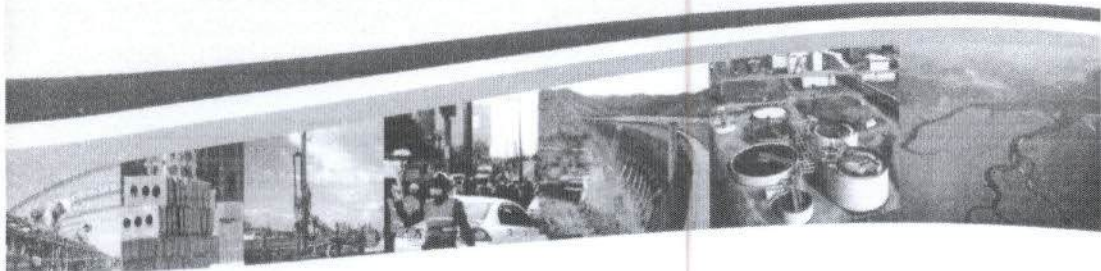




เอกสารประกอบการประชุม

การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 16
16th National Convention on Civil Engineering



วิศวกรรมโยธากับการเผชิญวิกฤตปัญหาโลก
CIVIL ENGINEERING AND GLOBAL CRISES

18 - 20 พฤษภาคม 2554 | โรงแรมเดอะชาयน์ พัทยา ชลบุรี



จัดโดย
ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
และวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.)

STR0014	การประเมินกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กและการฝึกศึกษา Evaluation of Existing Strength of RC Bridge and Case Study วิชัย กิจทวีรเวทย์, ประเสริฐ ศิริรัตนันต์, วิมล ลาวัฒน์วิสุทธิ	230
STR0016	ผลของระดับความเสียหายต่อความแข็งแกร่งเชิงคัตและความถี่ธรรมชาติของคานคอนกรีตอัดแรงแบบดึง ภายหลัง Effects of Structural Damage on Flexural Rigidity and Natural Frequencies of Post-Tensioned Prestressed Concrete Beam คณิศร มียะระภูมิ, สายันต์ ศิริมนตร์, ภกดาบุทธิ์ ชมภูมิ้ง	231
STR0018	โครงสร้างแผ่นประกบระหว่าง เหล็ก-คอนกรีต-เหล็ก: โครงสร้างทางเลือกสำหรับวิศวกรรมโครงสร้าง Steel-Concrete-Steel Sandwich Structure: An Alternative Structure for Structural Engineering มานิตย์ สักกวิวัฒน์	232
STR0019	การประเมินสะพานเหล็กยกระดับในกรุงเทพมหานคร ด้านทานแรงแผ่นดินไหวโดยวิธี แผนภาพกำลัง และความต้องการ Seismic Evaluation of Elevated Steel Bridge in Bangkok by Capacity-Demand Diagram Method มานิตย์ ท่าทอง, วิโรจน์ บุญบุญบุญ	233
STR0020	พฤติกรรมการรับแรงดัดของพื้นแผ่นเหล็กประกอบที่เพิ่ม Perforated Rib ด้านแรงเฉือน Behavior of Composite Steel Deck Floor with Perforated Rib as Shear Connector under Bending มหาดล ชุมวิโรจน์, ศระกุล อ่วมวิทย์, ศอกลุ กัญจนาลัย	234
STR0021	ระเบียบวิธี K-FEM ในการประยุกต์ใช้กับปัญหาที่วัสดุไม่เป็นเนื้อเดียวกัน The Application of Kriging based Finite Element Method (K-FEM) in Material Discontinuity Problems วิเชียร โสมณวัฒน์, วรศักดิ์ กนกกุลชัย	235
STR0022	ผลของความหนาต่อการกระจายตัวประกอบความเข้มของความเค้น Influence of Thickness on Distribution of Stress Intensity Factors กิตติศักดิ์ สุขฤทธิ์, จุฑา รุ่งอมรรัตน์	236
STR0026	อิทธิพลของอัตราส่วนความสูงต่อความหนาต่อกำลังอัดของปริซึมบล็อกประสาน Influence of Height-to-Thickness Ratio on Compressive Strength of Interlocking Block Masonry Prisms อนุกุล ศรีตรัง, กริสน์ ชัยมูล, สหฤทธ หอมพวงวงศ์	237
STR0029	การวิเคราะห์และออกแบบบันไดฐานพิกลอยแบบสมมาตร 2 ชั้น Design and Analysis of 2 Story Symmetrical Free-Standing Stairs นันทพล วัฒนมั่นคง, อำนวย พานิชกุลพงศ์, สุวัฒน์ กิระเศรษฐ์	238
STR0032	การวิเคราะห์พฤติกรรมก่อนและหลังการแตกตัวของคานคอนกรีตเสริมเหล็กด้วย RBEM Analysis of Pre- and Post-Crack Behavior of Reinforced Concrete Beam by RBEM ราชนันต์ สวัสดิ์	239
STR0033	หน่วยแรงในเหล็กเดือยของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่จุดรองรับ Stress in Dowel Bar of Reinforced Concrete Beam at Support ชานนชัย น้อยพิทักษ์, มาโนช รุจิภากร	240
STR0034	Anchorage Behaviour of Headed Reinforcement Bar in CCT Nodes Wichian Kaewkhampa, Trakool Aramraks, Wanchai Yodsudjai	241



การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 16
16th National Convention on Civil Engineering

ประกาศนียบัตรรับรองการนำเสนอบทความ

ประกาศนียบัตรฉบับนี้มีไว้เพื่อแสดงว่า

ชำนานู น้อยพิทักษ์, มาโนช ฐิติภากร

ได้เข้าร่วมและนำเสนอบทความเรื่อง

หน่วยแรงในเหล็กเดือยของจานคอนกรีตเสริมเหล็กที่จุดรองรับ

Stress in Dowel Bar of Reinforced Concrete Beam at Support

ในงานการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 16
ระหว่างวันที่ 18 – 20 พฤษภาคม 2554 ณ โรงแรมเดอะชาयน์ พัทยา



จัดโดย ภาควิชาวิศวกรรมโยธา และสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในพระบรมราชูปถัมภ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริวัณณิณี สิละวัฒนา)
ประธานคณะกรรมการดำเนินการจัดการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 16

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความ การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 16

กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

- | | | |
|----|-----------------|---------------|
| 1. | ผศ.ดร.ภัทราภรณ์ | เมฆพุกขาววงศ์ |
| 2. | ดร.วศพร | เดชะพีรพานิช |

- | | | |
|----|-----------|---------|
| 3. | ดร.อัจฉรา | ชุมวงศ์ |
|----|-----------|---------|

กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

- | | | |
|----|-------------|--------|
| 4. | ดร.เอกรัตน์ | อาชีวะ |
|----|-------------|--------|

กรมทางหลวงชนบท

- | | | |
|----|--------------|------------|
| 5. | ดร.แก่นวิทย์ | วงศ์ชูศิริ |
|----|--------------|------------|

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

- | | | |
|----|----------|--------------|
| 6. | ดร.สาโรช | บุญศิริพันธ์ |
|----|----------|--------------|

การประปานครหลวง

- | | | |
|----|------------|---------|
| 7. | นายดลเชษฐ์ | กล้าหาญ |
|----|------------|---------|

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- | | | |
|-----|-----------------|----------------|
| 8. | พ.อ.ดร.กนก | วีรวงศ์ |
| 9. | รศ.ดร.เกษม | ชูจารุกุล |
| 10. | ผศ.ดร.จรรยา | รุ่งอมรรัตน์ |
| 11. | ผศ.ดร.จิตติชัย | รจนกนกนาฏ |
| 12. | ผศ.ดร.ฉัตรพันธ์ | จินตนาภักดี |
| 13. | ศ.ดร.เฉลิมชนม์ | สฤทธะพงษ์ |
| 14. | รศ.ดร.ฐิรวัด | บุญญะฐิ |
| 15. | ผศ.ดร.ธเนศ | ศรีศิริโรจนการ |
| 16. | ผศ.ดร.นพดล | จอกแก้ว |
| 17. | อ.ดร.บุญชัย | แสงเพชรงาม |
| 18. | อ.ดร.เบญจพร | บุญชยาอนันต์ |
| 19. | ผศ.ดร.พิสุทธิ | เพียรมนกุล |
| 20. | รศ.ดร.เพชรพร | เขาวกิจเจริญ |
| 21. | ผศ.ดร.มาโนช | โลหเตปานนท์ |

- | | | |
|-----|--------------------|---------------|
| 22. | ผศ.ดร.วัชร | เพียรสุภาพ |
| 23. | ผศ.ดร.วัฒนชัย | สมิททาการ |
| 24. | รศ.วิชัย | เยี่ยงวีรชน |
| 25. | ผศ.ดร.วิทิต | ปานสุข |
| 26. | รศ.ดร.วิศณุ | ทรัพย์สมพล |
| 27. | รศ.ดร.วิสุทธิ | ช่อวิเชียร |
| 28. | ผศ.ดร.ศักดิ์สิทธิ์ | เฉลิมพงศ์ |
| 29. | รศ.ดร.สมพงษ์ | ศิริโสภณศิลป์ |
| 30. | ผศ.ดร.สรรเพชญ | ชื่อนิธิไพศาล |
| 31. | รศ.ดร.สุจรีต | คุณธนกุลวงศ์ |
| 32. | รศ.ดร.สุธา | ชาวเขียร |
| 33. | ผศ.ดร.เสรี | จันทร์โยธา |
| 34. | อ.ดร.อัศววัชร | เล่นวารี |

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

- | | | |
|-----|----------------|-------------------|
| 35. | อ.ดร.จิระกานต์ | ศิริวิญญ์ไมตรี |
| 36. | อ.ชูพันธุ์ | ชมภูจันทร์ |
| 37. | ดร.นันทวัฒน์ | ชมหวาน |
| 38. | ผศ.นิมิตร | เจ็ดจันทร์พิพัฒน์ |

- | | | |
|-----|----------------|--------------|
| 41. | รศ.ดร.วราวุธ | วุฒินิชย์ |
| 42. | อ.ดร.วิษุวัฒน์ | แต่สมบัติ |
| 43. | อ.ดร.สมชาย | ประยงค์พันธ์ |
| 44. | รศ.สันติ | ทองฟ้านัก |



จัดโดย ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
และวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.)

39.	รศ.ดร.บัญชา	ขวัญยืน	45.	ผศ.ดร.เอกสิทธิ์	โหมสิตสกุลชัย
40.	อ.ดร.ปนัดดา	กลสิกิจวัฒน์			

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร

46.	อ.ดร.ธวัชชัย	ตันชัยสวัสดิ์
-----	--------------	---------------

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

47.	รศ.ดร.ก่อโชค	จันทรวงกูร	67.	อ.ดร.วรวงศ์	ศรีโสฬส
48.	รศ.ดร.กอบเกียรติ	ผ่องพุฒิ	68.	อ.ดร.วรรณดี	ไทยสยาม
49.	ผศ.ดร.กิจพัฒน์	ภูววรรณ	69.	ผศ.ดร.วราเมศวร์	วิเชียรแสน
50.	อ.ดร.จิระวัฒน์	กณะสุด	70.	รศ.วัชรินทร์	วิทยกุล
51.	รศ.ดร.ชวเลข	วณิชเวทิน	71.	ผศ.ดร.วันชัย	ยอดสุดใจ
52.	รศ.ชัยวัฒน์	ขยันการนาวิ	72.	อ.ว่าที่ร้อยตรีธนัช	สุขวิมลศรี
53.	รศ.ดร.ตระกุล	อร่ามรักษ์	73.	รศ.ดร.ศุภกิจ	นนทนานันท์
54.	อ.ดร.ทรงพล	จารุวิเศษ	74.	ผศ.ดร.ศุภวุฒิ	มัลลิกฤษณะชลี
55.	ผศ.ดร.ทรงวุฒิ	เฮงพระธานี	75.	ดร.สมปวรธนา	ฤทธิ์พริ้ง
56.	อ.ดร.ทวีศักดิ์	จิรณถาวร	76.	รศ.ดร.สมโพธิ์	วิวิธเกยูรวงศ์
57.	อ.ดร.ธีรพงศ์	จันทร์เพ็ง	77.	อ.สมฤทัย	ทะสดวง
58.	ผศ.ดร.นฤมล	วงศ์ธนาสุนทร	78.	อ.สมศักดิ์	โชติชนาทวีวงศ์
59.	รศ.ดร.นุชนารถ	ศรีวงศ์ตานนท์	79.	รศ.ดร.สันติ	ชินานูวัตวงศ์
60.	อ.ดร.बारเมศ	วรรณะภูติ	80.	อ.ดร.สิตางค์	พิลัยหล้า
61.	รศ.ดร.เบญจพล	เวทย์วิวัฒน์	81.	อ.ดร.สุชาติ	เหลื่องประเสริฐ
62.	รศ.ประทีป	ดวงเดือน	82.	ผศ.ดร.สุนิรัตน์	กุศลาคัย
63.	ผศ.ดร.ปิยะ	โชติกร	83.	รศ.ดร.สุวิมล	สังจาวณิชย์
64.	ผศ.ดร.พงศ์ศักดิ์	หนูพันธ์	84.	อ.ดร.เหมือนมาศ	วิเชียรสินธุ์
65.	รศ.ภัชราภรณ์	สุวรรณวิทยา	85.	ผศ.ดร.อดิษฐ์	พรพรหมินทร์
66.	ผศ.ดร.รุ่งรัตน์	ภัสชัยเพ็ญ	86.	อ.ดร.อภินิติ	โชติสังกาศ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

87.	ดร.สิริวงศ์	กลิ่นคำสอน	88.	อ.ดร.อำพน	จรัสจรวงเกียรติ
-----	-------------	------------	-----	-----------	-----------------

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

89.	อ.ดร.พิชิตต์	จรัสบำรุงโรจน์	91.	อ.ดร.อดิเทพ	ศรีคงศรี
90.	อ.ดร.สุนิศา	สุภาพ			

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

92.	ผศ.ดร.ธเนศ	เสถียรนาม	97.	อ.ดร.วันชัย	สะตะ
93.	ศ.ดร.ปริญญา	จินดาประเสริฐ	98.	รศ.ดร.วันเพ็ญ	วิโรจนกัญ
94.	ผศ.ดร.พงศกร	พรรณรัตน์ศิลป์	99.	ผศ.ดร.วิเชียร	ปลื้มกมล
95.	ผศ.ดร.พนกฤษณ	คลังบุญครอง	100.	รศ.วีระ	หอสกุลไท

96. รศ.พัชรีย์ หอวิจิตร

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

- | | | |
|------|---------------|----------------|
| 101. | ผศ.ดร.ชยานนท์ | หรรษภิญโญ |
| 102. | รศ.ดร.ธนพร | สุปรียศิลป์ |
| 103. | ผศ.ธิตี | เชี่ยวชาญวิทย์ |
| 104. | ผศ.ดร.บุญเทพ | นาเนกรังสรรค์ |
| 105. | ผศ.ดร.ประพนธ์ | เขมดำรง |
| 106. | อ.ดร.ปรีดา | พิชยาพันธ์ |
| 107. | ผศ.ดร.ปุ่น | เที่ยงบุรณธรรม |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

- | | | |
|------|----------------|------------------|
| 115. | ผศ.ดร.จินต์ | อโณทัย |
| 116. | ผศ.ดร.เจริญชัย | ไชยพัตราภรณ์ |
| 117. | รศ.ดร.เฉลิมราช | วันทวิน |
| 118. | ศ.ดร.ชัย | จตุรพิทักษ์กุล |
| 119. | อ.ดร.ชัยณรงค์ | อริสกุล |
| 120. | อ.ดร.ชัยวัฒน์ | เอกวัฒน์พานิชย์ |
| 121. | ผศ.ดร.ชูชัย | สุจิรวงศ์ |
| 122. | ผศ.ดร.ทวิช | พลูเงิน |
| 123. | อ.ธงชัย | โพธิ์ทอง |
| 124. | ดร.ธรรมบุญ | เฮงษ์ภูิกุล |
| 125. | อ.ดร.ธัญลักษณ์ | ราษฎร์ภักดี |
| 126. | ผศ.ดร.นิตยา | หวั่งวงศ์วิโรจน์ |
| 127. | อ.ดร.ประพัทธ์ | พงษ์เกียรติกุล |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

- | | | |
|------|------------------|----------------|
| 140. | รศ.ดร.กมลวัลย์ | ลือประเสริฐ |
| 141. | อ.ดร.กวิน | ตันติเสวี |
| 142. | รศ.ดร.กิตติชัย | ธนทรัพย์สิน |
| 143. | ผศ.ดร.เทอดศักดิ์ | รองวิริยะพานิช |
| 144. | ผศ.ดร.นิรันดร์ | อนันต์ธนกุล |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

- | | | |
|------|------------|---------------|
| 150. | อ.ดร.มานิช | สรรพกิจพิพากร |
|------|------------|---------------|

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- | | | |
|------|---------------|-------------|
| 152. | ผศ.ดร.ฉัตรชัย | โชติษฐาญกุล |
| 153. | อ.ดร.ธีรยุทธ | ลิมาพันธ์ |

- | | | |
|------|---------------|--------------|
| 108. | อ.ดร.พุทธิพล | ดำรงชัย |
| 109. | ผศ.ดร.ยงยุทธ | สุขวนาชัยกุล |
| 110. | อ.ดร.รังสรรค์ | อุดมศรี |
| 111. | รศ.ลำดวน | ศรีศักดิ์ |
| 112. | รศ.สมใจ | กาญจนวงศ์ |
| 113. | รศ.ดร.เสนีย์ | กาญจนวงศ์ |
| 114. | อ.อุดม | ฉัตรศิริกุล |

- | | | |
|------|-----------------|-----------------|
| 128. | ผศ.ดร.พรเกษม | จงประดิษฐ์ |
| 129. | อ.ดร.พิชญ์ | สุธีวรรณ |
| 130. | อ.ดร.วรัช | ก้องกิจกุล |
| 131. | อ.ดร.วีระชาติ | ตั้งจิรภัทร |
| 132. | ผศ.ดร.สนิธา | วงษา |
| 133. | รศ.ดร.สมเกียรติ | รุ่งทองใบสุรีย์ |
| 134. | ศ.ดร.สมชาย | ชูชีพสกุล |
| 135. | ผศ.ดร.สมโพธิ | อยู่ไ |
| 136. | ผศ.ดร.สุทัศน์ | ลีลาทวิวัฒน์ |
| 137. | อ.ดร.อภินันท์ | อัฐกุล |
| 138. | อ.ดร.อำพล | การุณสุนทวงษ์ |
| 139. | รศ.เอนก | ศิริพานิชกร |

- | | | |
|------|-----------------|--------------|
| 145. | รศ.ดร.ปิติ | สุคนธ์สุขกุล |
| 146. | อ.ดร.พรรณพิมพ์ | มะเปี่ยม |
| 147. | อ.ดร.ภาณุวัฒน์ | ปิ่นทอง |
| 148. | ผศ.ดร.วรรณวิทย์ | แต่มทอง |
| 149. | อ.ดร.สุชัญญา | โปษะนันท์ |

- | | | |
|------|-------------|---------|
| 151. | ผศ.ดร.สัจจา | บุญฉัตร |
|------|-------------|---------|

- | | | |
|------|-------------|-----------|
| 158. | อ.ดร.ศิริตล | ศิริธร |
| 159. | ผศ.สนั่น | ตั้งสถิตย |



จัดโดย ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
และวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.)

154.	ผศ.ดร.ปรียาพร	โกษา	160.	รศ.ดร.สิทธิชัย	แสงอาทิตย์
155.	ผศ.ดร.พรพจน์	ตันแสง	161.	รศ.ดร.สุขสันต์	ห่อพิบูลสุข
156.	อ.ดร.รัฐพล	ภูบพผพันธ์	162.	ผศ.ดร.สุดจิต	ครุจิต
157.	ผศ.ดร.วชรภูมิ	เบญจโอพาร	163.	อ.ดร.อภิชน	วัชรเรนทร์วงศ์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์					
164.	อ.เกษมชาติ	ศรีวัลย์	168.	อ.ดร.ภาวิณี	เอี่ยมตระกูล
165.	รศ.ดร.ชวลิต	ชาลีรักษ์ตระกูล	169.	ผศ.ดร.ภูษิต	เลิศวัฒนารักษ์
166.	ผศ.ดร.दनัย	วันทนากร	170.	รศ.ดร.วีรยา	นิมอ้อย
167.	รศ.ดร.บุรฉัตร	ฉัตรวีระ	171.	อ.ดร.หาญพล	พึงรัมย์
มหาวิทยาลัยนเรศวร					
171.	อ.ดร.กำพล	ทรัพย์สมบูรณ์	176.	รศ.วิชัย	ฤกษ์ภูริทัต
172.	อ.ดร.ดุสิต	สถิตเศรษฐทวี	177.	อ.ดร.ศิริชัย	ตันรัตนวงศ์
173.	ผศ.ดร.ทวิศักดิ์	ตะกระโทก	178.	รศ.ดร.สมบัติ	ชื่นชุกลิน
174.	ผศ.ดร.ปาจิรีย์	ทองสนิท	179.	ผศ.ดร.สสิกรณ์	เหลื่องวิเศษเจริญ
175.	อ.ดร.รัฐภูมิ	ปรีชาตปรีชา			
มหาวิทยาลัยบูรพา					
180.	ผศ.ดร.ทวีชัย	สำราญวานิช	183.	ผศ.ดร.สยาม	ยัมศิริ
181.	อ.ดร.ธรรมบุญ	รัศมีมาสเมือง	184.	ผศ.ดร.สุเมศวร์	พิริยะวัฒน์
182.	อ.ดร.พัชรพงษ์	อาสนจินดา			
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม					
185.	อ.ดร.กริสน์	ชัยมูล	189.	ผศ.ดร.เรืองรุชดี	ชีระโรจน์
186.	อ.ชัยชาญ	โชติถนอม	190.	อ.ดร.สหลาภ	หอมวุฒิวงค์
187.	อ.ดร.นิดา	ชัยมูล	191.	อ.สุดารัตน์	คำปลิว
188.	ผศ.ดร.เพชร	เพ็งชัย	192.	ผศ.ดร.อนงค์ฤทธิ์	แข็งแรง
มหาวิทยาลัยมหิดล					
193.	Asst.Prof.Dr. Ranjna	Jindal	203.	อ.พนม	ชัยสิทธิ์
194.	อ.ดร.กฤษณ์	สุภกิจย์	204.	อ.ดร.ยุทธนา	พันธุ์กมลศิลป์
195.	ผศ.ดร.กวี	ไกรระวี	205.	อ.ดร.ระวี	สุวรรณเดโชไชย
196.	อ.ดร.กาญจนา	นาคะภากร	206.	ผศ.ดร.วรรณสิริ	พันธุ์อุไร
197.	อ.ดร.จารุวรรณ	วงศ์ทะเนตร	207.	ผศ.ดร.วเรศรา	วีระวัฒน์
198.	ผศ.ดร.ธวัช	ลีละวัฒน์	208.	อ.ดร.วัจน์นัท	มัตติทานนท์
199.	ผศ.ดร.บันลือ	เอมระจุ	209.	ผศ.สมพงษ์	ชื่นอัม
200.	ผศ.ดร.เบญจภรณ์	ประภักดี	210.	ผศ.ดร.อัจฉรา	อัครจุฑาลชัย
201.	อ.ดร.ประวีณ	ชมปรีดา	211.	ผศ.ดร.อารียา	ฤทธิมา
202.	ผศ.ปิยะ	รัตนสุวรรณ	212.	รศ.อนุญัย	อุยเสถียร

มหาวิทยาลัยรังสิต

213.	รศ.กิริติ	ลิวจินกุล
214.	อ.ดร.เกียรติศักดิ์	สหศักดิ์มนตรี
215.	อ.ดร.ธรรมบุญ	สุสำเภา
216.	ผศ.ดร.ธรรมศักดิ์	รุจิระบรรยง

มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

220.	ผศ.ดร.ชีวินทร์	ลัมศิริ
221.	อ.ดร.ประยงค์	กิริติอุไร

มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

223.	อ.ดร.นคร	กกแก้ว
------	----------	--------

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

225.	ผศ.ดร.ธนาตล	คงสมบูรณ์
226.	ผศ.สุดนิรันดร์	เพชรรัตน์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

228.	ผศ.ดร.ชัยศรี	สุขสาโรจน์
229.	รศ.ดร.ธนิต	เฉลิมยานนท์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

231.	อ.ดร.กรรณิกา	รัตนพงษ์เลขา
232.	ผศ.กฤษณ์	ศรีวรมาศ
233.	ผศ.ดร.กิตติศักดิ์	ขันตยวิชัย
234.	ผศ.ดร.เกรียงศักดิ์	แก้วกุลชัย
235.	อ.จักรกฤษณ์	อัมพูช
236.	อ.ดร.ณัดกิจ	ชาวีรัตน์
237.	ผศ.ดร.ทวีศักดิ์	วังไพศาล

โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

244.	พ.ต.ดร.ณัฐพร	นุทยะสกุล
245.	พ.ท.ณัฐภูมิ	ศรีเพชร
246.	ร.ต.ดร.ต้องการ	แก้วเฉลิมทอง

สถาบันพัฒนาการชลประทาน

250.	อ.ดร.วิษณุ	ศรีวงษา
------	------------	---------

สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

251.	ผศ.ดร.มงกุฏ	เพียรชนะกุลชัย
------	-------------	----------------

217.	ผศ.ดร.วินัย	อวยพรประเสริฐ
218.	รศ.วิสูตร	จิระดำเกิง
219.	ผศ.สมศักดิ์	เอื้ออัชฌาสัย

222.	ผศ.ดร.อนุชิต	อุทัยภักดี
------	--------------	------------

224.	อ.ดร.ปกรณ	ดิษฐกิจ
------	-----------	---------

227.	อ.อารีย์	หาญสืบสาย
------	----------	-----------

230.	รศ.สราวุธ	จรัสงาม
------	-----------	---------

238.	ผศ.ดร.ชนกร	ทวิวุฒิ
239.	อ.ดร.วัลยา	วิริยเสนกุล
240.	ผศ.ดร.วิภาดา	สนองราษฎร์
241.	ผศ.ดร.วิวัฒน์	พัทศนันท์
242.	รศ.ดร.สถาพร	โกดา
243.	ผศ.ดร.สิทธา	เจนศิริศักดิ์

247.	พ.ท.ดร.ไท	ชาญกุล
248.	พ.ท.ดร.ปรีชา	อภิวันท์ตระกูล
249.	พ.อ.ดร.อนันต์	ปัจวิทย์

252.	ศ.ดร.สมนึก	ตั้งเดิมสิริกุล
------	------------	-----------------



จัดโดย ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
และวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

253. อ.ดร.ประพัทธ์พงษ์ อุปลา
254. ผศ.สมเกียรติ ขวัญพฤษ

255. รศ.สิริวัฒน์ ไชยชนะ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

256. รศ.ดร.พานิช วุฒิพฤษ

257. ผศ.ดร.สมิตร ส่งพิริยะกิจ

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

258. อ.ดร.ธราวุธ ทิพย์เดโช

สำนักงานโยธา กรุงเทพมหานคร

259. นายธวัชชัย นภาศักดิ์ศรี

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)

260. ผศ.ดร.ปริญญ์ ภูณัติทาง

261. ดร.ชัชวาล สิมะสกุล

หน่วยงานภาคเอกชน / อื่น ๆ

- | | | | |
|------|---------------|----------------|--|
| 262. | Prof.Dr.CT. | Thomas | NJIT, USA |
| 263. | นายจรง | เจียมอนุกุลกิจ | บริษัท เดคโค เอ็นจิเนียริง แอนด์ คอนซัลแทนท์ จำกัด |
| 264. | ดร.สรสไชย | องค์ประเสริฐ | บริษัท ทีมคอนซัลติ้ง เอ็นจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด |
| 265. | ดร.สุจิต | จิตติรัตนกร | บริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน) |
| 266. | ดร.ธรรมบุญ | มโนสุทธิกิจ | บริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) |
| 267. | ดร.กิตตินันท์ | ศิริจรูญชัย | |
| 268. | รศ.ดร.พิชัย | นิมิตรยงสกุล | |
| 269. | นายธนัย | ชรินทร์สาร | |
| 270. | ดร.สมเกียรติ | มณีสถิตย์ | |
| 271. | ดร.อิสรทัต | รัศมีทัต | |

**หน่วยแรงในเหล็กเดือยของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่จู่รองรับ****Stress in dowel bar of reinforced concrete beam at support**ชำนาญ น้อยพิทักษ์ (Chumnahn Noipitak)¹มานิช รุจิภากร (Manoch Rujipakorn)²¹นักศึกษาปริญญาโทมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี nahn@hotmail.com²อาจารย์ประจำภาควิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี drmanoch@yahoo.com**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้ศึกษาหน่วยแรงในเหล็กเสริมของคานคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่ตำแหน่งรอยต่อระหว่างเสา-คาน โดยการสร้างแบบจำลองเสา-คาน ที่เทคอนกรีตแบบมีรอยต่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองเสา-คานที่เทคอนกรีตแบบไม่มีรอยต่อ แบบจำลองมีขนาดคาน 20X40X100 ซม. เสริมเหล็กแกนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. เหล็กปลอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. เสริมที่ระยะห่าง 15 ซม. ขนาดเสา 20X20X100 ซม. เสริมเหล็กแกนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. เหล็กปลอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. เสริมที่ระยะห่าง 15 ซม. ผลการทดสอบ แบบจำลองที่เทคอนกรีตแบบมีรอยต่อรับแรงโดยรวมลดลงจากแบบจำลองที่เทคอนกรีตแบบไม่มีรอยต่อ ร้อยละ 8.8 ถึง ร้อยละ 15 จากการทดสอบพบว่าปริมาณเหล็กแกนที่เพิ่มขึ้นในคานคอนกรีตที่มีรอยต่อสามารถรับแรงได้เพิ่มขึ้นด้วย เมื่อเพิ่มเหล็กเดือยจากปริมาณเหล็กแกนเดิมร้อยละ 23.66 ถึงร้อยละ 32.62 ทำให้คานคอนกรีตที่มีรอยต่อสามารถรับแรงเทียบเท่ากับคานคอนกรีตที่ไม่มีรอยต่อได้ ดังนั้นจากการศึกษาสรุปได้ว่า เมื่อต้องเทคอนกรีตระหว่างเสา-คาน แบบมีรอยต่อ ควรมีการเสริมเหล็กเดือยเพิ่มในรอยต่อ เพื่อให้คานสามารถรับแรงได้เพิ่มขึ้น

ABSTRACT

This research study was focused on stress in dowel bar of reinforced concrete beam at support, particularly at the joint of the column-beam. The beam specimens cast were in 20X40X100 cm. rectangular beam mold, reinforced with DB16 cm. bar as well as with RB 6 mm. stirrup at spacing of 15 cm. While, column specimens cast were in 20X20X100 cm. rectangular beam mold, reinforced with DB16 cm. bar as well as with RB 6 mm. stirrup at spacing of 15 cm. When comparing to joint reinforced concrete beam at support and without joint reinforced concrete, it was found that load generally decreased at 8.8 -15 per cent. From the study, it revealed that the increasing quality of main reinforced steel bar could strengthen the joint, when enhancing dowel bar 23.66 - 32.62 per cent of original main reinforced steel bar could strengthen the joint the same as without joint beam concrete. Based on the results, it can be concluded that the number of dowel bar should be increased when interval placing concrete technique was introduced at the joint of reinforced concrete beam near support.

KEYWORDS: Reinforced concrete, Concrete connection, Dowel bar



ที่มาและความสำคัญของปัญหาที่ศึกษา

ปัจจัยที่ควรคำนึงเป็นลำดับต้นๆ ในการก่อสร้าง คือ ความประหยัด ความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน ตลอดจนวิธีการก่อสร้างที่ไม่ยุ่งยาก ส่วนในเชิงวิศวกรรมคือ นำความสามารถและข้อดีในด้านต่างๆ ทางกลศาสตร์ของวัสดุมาใช้งานอย่างเหมาะสมและเต็มประสิทธิภาพสูงสุด

ในงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กได้นำข้อดีด้านกลศาสตร์ของคอนกรีตและเหล็กเสริมมาใช้ร่วมกัน ในคานคอนกรีตเสริมเหล็กปัจจุบันใช้เหล็กเสริมทำเป็นปลอกเสริมต้านทานแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในแนวทแยง กรณีแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในแนวตั้งบริเวณรอยต่อของคอนกรีตที่มีระยะเวลาการก่อตัวแตกต่างกัน วิศวกรผู้รับผิดชอบที่เกี่ยวข้องต้องตรวจสอบ ออกแบบเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถรับแรงเฉือนที่เกิดขึ้นได้ การออกแบบเพิ่มเติม เพื่อให้องค์ประกอบของโครงสร้างได้ใช้งานอย่างเต็มประสิทธิภาพอย่างปลอดภัย ผู้ออกแบบจำเป็นต้องรู้ข้อมูลในการออกแบบให้ถูกต้องตามพฤติกรรมที่เกิดขึ้น

จากสาเหตุที่กล่าวมาข้างต้นทำให้มีแนวคิดในการรวบรวมข้อมูล การออกแบบ การดำเนินการก่อสร้าง ลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้น พร้อมนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาสาเหตุของความเสียหาย ตลอดจนศึกษาถึงวิธีการเสริมเหล็กเดือย ผลสรุปของการศึกษาในครั้งนี้ สามารถนำข้อมูลไปใช้เป็นพื้นฐานในการพิจารณาประกอบการออกแบบของวิศวกร เพื่อการป้องกันความเสียหายอันเนื่องมาจากแรงเฉือน

บทความปริทัศน์และทฤษฎีพื้นฐาน

กรณีไม่สามารถเทคอนกรีตให้แล้วเสร็จได้ในครั้งเดียว ทำให้เกิดรอยต่อระหว่างคอนกรีตเก่าและคอนกรีตใหม่ การคำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมรับแรงเฉือน (A_{vf}) บริเวณรอยต่อที่ไม่มีเหล็กถูกตั้งรับแรงเฉือนได้ดังนี้

$$V_n = \mu A_{vf} f_y \quad (1)$$

V_n = กำลังแรงเฉือนที่ยอมให้เกิดขึ้น

μ = สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

A_{vf} = ปริมาณเหล็กเสริมรับแรงเฉือน

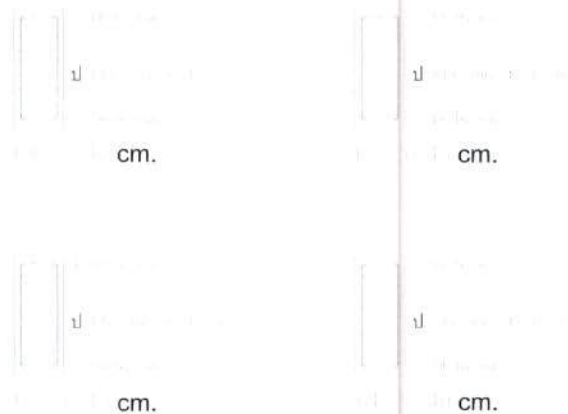
f_y = กำลังคลากของเหล็กเสริม

อย่างไรก็ตามในการออกแบบปริมาณเหล็กเสริมรับแรงเฉือนในคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่รอยต่อเสา – คาน ควรพิจารณาเหล็กแกนที่เสริมรับโมเมนต์ดัดร่วมด้วย เพื่อหาข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการพิจารณาคำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมรับแรงเฉือน และแนวทางการป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากแรงเฉือนและแรงโมเมนต์ดัดบริเวณจุดต่อเสา-คาน ตลอดจนพัฒนาวิธีการเสริมกำลัง ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยมีการศึกษาหน่วยแรงในเหล็กแกนของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่รอยต่อเสา – คาน เพื่อรวบรวมข้อมูล ลักษณะรูปแบบความเสียหายที่เกิดขึ้น เนื่องจากแรงกระทำบริเวณรอยต่อ พร้อมวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้น



วิธีการศึกษา วิเคราะห์ วิจัย

คานคอนกรีตเสริมเหล็กแบบคานยื่น จำนวน 8 ตัวอย่าง มีรูปแบบการเสริมเหล็กแกนแตกต่างกัน แสดง ดังภาพที่ 1 โดยหล่อแบบไม่มีรอยต่อ 4 ตัวอย่าง หล่อแบบมีรอยต่อ 4 ตัวอย่าง และคานคอนกรีตเสริมเหล็กแบบช่วงเดียว ลักษณะการเสริมเหล็กแกน กรณี B1 ยาว 4 ม. จำนวน 2 ตัวอย่าง โดยหล่อแบบไม่มีรอยต่อ 1 ตัวอย่าง หล่อแบบมีรอยต่อ 1 ตัวอย่าง



ภาพที่ 1 ลักษณะเหล็กเสริม

คุณสมบัติของคอนกรีต

กำลังอัดสูงสุด 180 กก./ตร.ซม. ที่อัตราส่วน น้ำ/ซีเมนต์ คงที่เท่ากับ 0.63

คุณสมบัติของเหล็กเสริม

เหล็กปลอก SR24 ขนาด RB 6 พื้นที่หน้าตัด 0.275 ตร.ซม. กำลังดึงจุดกลาง 6,575 กก./ตร.ซม.

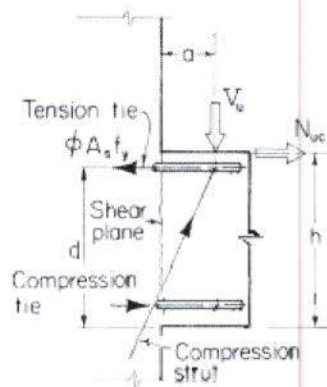
เหล็กแกน SD30 ขนาด DB 16 พื้นที่หน้าตัด 1.930 ตร.ซม. กำลังดึงจุดกลาง 4,027 กก./ตร.ซม.

วิธีการทดสอบหาค่ากำลังเฉือนสูงสุดที่จุดต่อเสา – คาน

แท่งตัวอย่างทดสอบหาค่ากำลังเฉือน ลักษณะตามภาพที่ 2 เป็นแบบคานยื่น ถูกทดสอบด้วยเครื่องทดสอบไฮดรอลิก วัดค่าแรงด้วย Load Cell แรงกระทำผ่านแผ่นเหล็กถูกบังคับให้กระทำบริเวณ Shear Plane แสดงดังภาพที่ 3 ในการทดสอบจะเพิ่มแรงจนกระทั่งคานเกิดการวิบัติ



ภาพที่ 2 แท่งตัวอย่างทดสอบหาค่ากำลังเฉือน



ภาพที่ 3 Structural action of a corbel

วิธีการทดสอบแบบจำลองด้วยวิธีโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ ABAQUS

คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ทดสอบในแบบจำลองกำหนดค่าตามเงื่อนไขการออกแบบ

คุณสมบัติของคอนกรีต

กำลังอัดประลัย (f'_c) = 180 กก./ตร.ซม.

โมดูลัสความยืดหยุ่น (E_c) = $15,120 \sqrt{f'_c}$ = 202,856 กก./ตร.ซม.

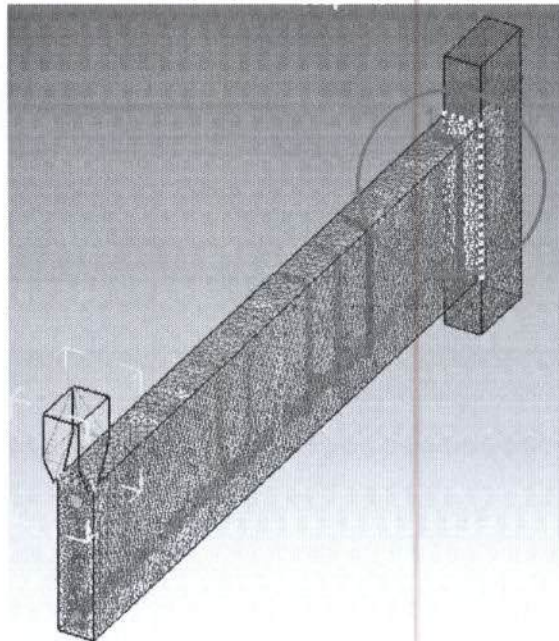
อัตราส่วนปัวซอง (ν_c) = 0.15

คุณสมบัติเหล็กเสริม

โมดูลัสความยืดหยุ่น (E_s) = 2.04×10^6 กก./ตร.ซม.

อัตราส่วนปัวซอง (ν_s) = 0.30

แรงเสียดทานระหว่างผิวคอนกรีตที่รอยต่อเสา - คาน $\mu = 0.6$ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างผิวเหล็กแกนกับผิวคอนกรีตเป็นแบบ มีแรงยึดแน่นเพียงพอ



ภาพที่ 4 แบบจำลองคานช่วงเดียวยาว 4 ม. มีแรงกระทำเป็นจุดที่ตำแหน่งกลางคาน

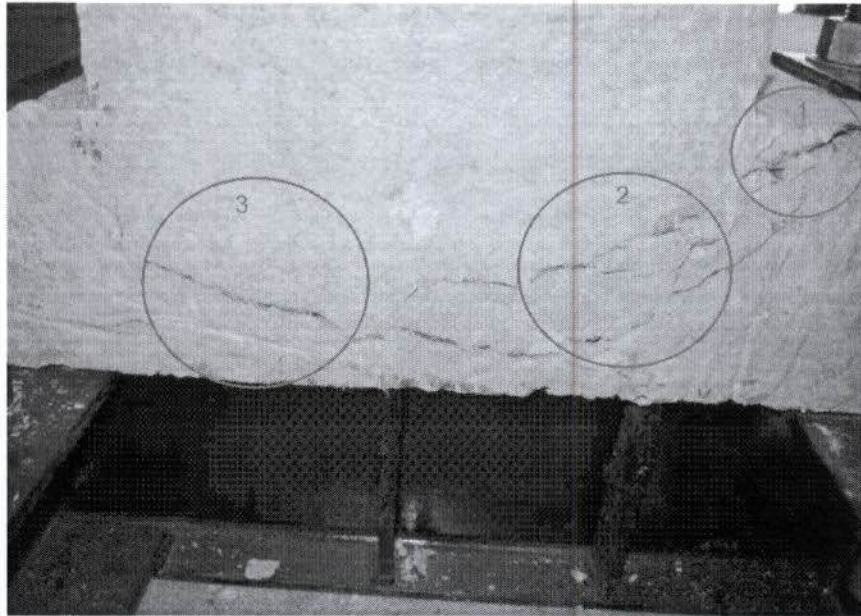
เนื่องจากชิ้นส่วนของโครงสร้างเป็นแบบสมมาตร จึงจำลองเสาคอนกรีต คานคอนกรีต เหล็กแกนคาน และเหล็กปลอกเพียงครึ่งด้านของโครงสร้างจริงเพื่อให้ค่าในการวิเคราะห์น้อยลง แบบจำลอง เป็นคานช่วงเดียว มีแรงแบบจุดกระทำกลางคาน กำหนดให้เสาคอนกรีตถูกยึดแน่น พิจารณาค่าหน่วยแรงที่เกิดขึ้นในเหล็กแกนที่บริเวณรอยต่อเสา – คาน ในตำแหน่งที่ 1 มีลักษณะประกอบดังภาพที่ 4

ผลการวิเคราะห์และอภิปราย

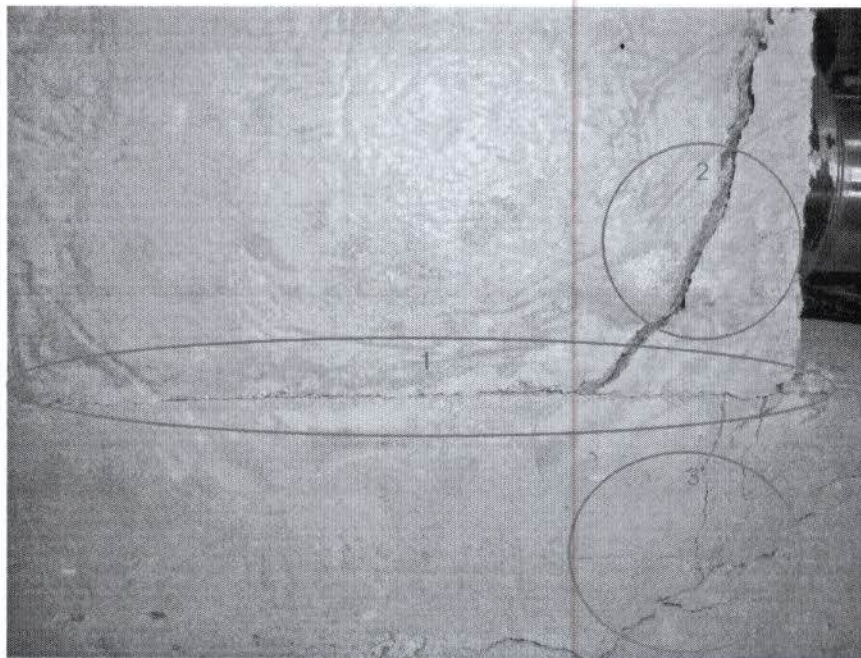
ผลทดสอบหาค่ากำลังเฉือนสูงสุดที่จุดต่อเสา – คาน

จากผลการทดสอบหาค่ากำลังเฉือนสูงสุดที่จุดต่อเสา – คาน พิจารณารอยแตกร้าว

กรณีเทแบบไม่มีรอยต่อลักษณะความเสียหายจะมีรอยแยกเกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่ 1 เป็นลำดับแรก ตามภาพที่ 5 ส่วนตำแหน่งที่ 2 และ 3 เกิดจากการถ่ายแรงของเหล็กแกนสู่คอนกรีตเสา ผลทำให้คอนกรีตบริเวณเสาเสียหายเกิดรอยร้าวและแยกออกจากกันตามลำดับ ส่วนกรณีเทแบบมีรอยต่อลักษณะความเสียหายจะแตกต่างจากการเทแบบไม่มีรอยต่อ คือจะเกิดการเคลื่อนตัวที่ตำแหน่งที่ 1 เป็นลำดับแรกตามภาพที่ 6 ความเสียหายของคานในตำแหน่งที่ 2 เสียหายเนื่องจากการถ่ายแรงของเหล็กแกนสู่คอนกรีตคาน ผลทำให้คอนกรีตคานเสียหายเกิดรอยร้าวและแยกออกจากกัน ส่วนตำแหน่งที่ 3 เสียหายเนื่องจากการถ่ายแรงของเหล็กแกนคานสู่คอนกรีตเสา ผลทำให้คอนกรีตบริเวณเสาเสียหายเกิดรอยร้าวและแยกออกจากกันเหมือนกรณีเทแบบไม่มีรอยต่อ



ภาพที่ 5 ลักษณะรอยแตกร้าวกรณีแบบไม่มีรอยต่อ



ภาพที่ 6 ลักษณะรอยแตกร้าวกรณีแบบมีรอยต่อ

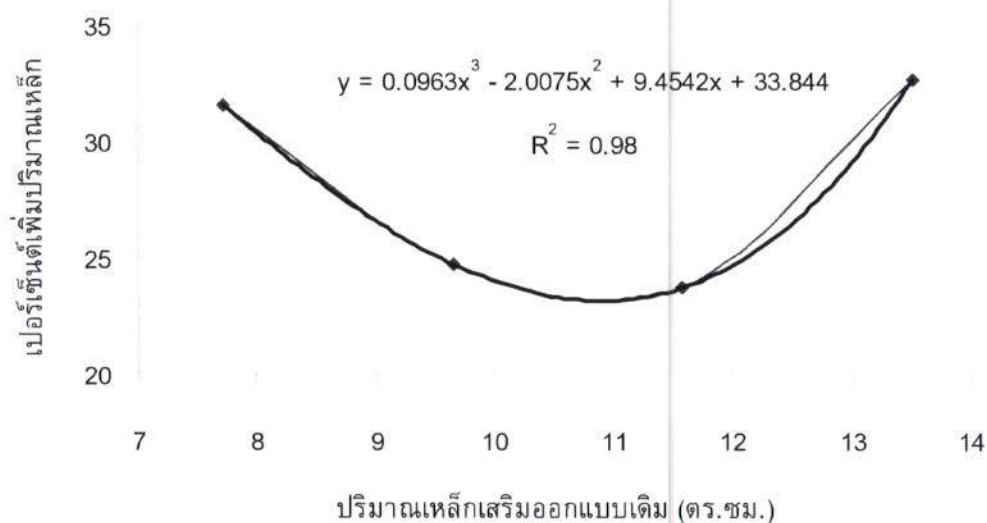


พิจารณาด้านการรับกำลัง จากผลการทดสอบพิจารณาเปรียบเทียบผลการรับกำลัง เนื่องจากการเทแบบมีรอยต่อ ทำให้แรงยึดเกาะระหว่างคอนกรีตลดลงส่งผลให้การรับแรงโดยรวมลดลงร้อยละ 8.8 ถึงร้อยละ 15 ของคานที่เทแบบไม่มีรอยต่อ เมื่อพิจารณาปริมาณเหล็กแกนที่เพิ่มขึ้นในคานคอนกรีตที่มีรอยต่อ สามารถรับแรงได้เพิ่มขึ้นด้วยตามลำดับ แสดงผลในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าผลการทดสอบแรงเฉือนสูงสุด

ลักษณะการเสริมเหล็ก	ปริมาณเหล็กเสริม As (ตร.ซม.)	ผลทดสอบค่าแรงเฉือนสูงสุดของคาน (P_u)				ปริมาณเหล็กที่ต้องการเนื่องจากแรงเฉือนสูงสุด	
		WSD (กก.)	ไม่มีรอยต่อ (กก.)	มีรอยต่อ (กก.)	ΔP_u ลดลง (%)	ปริมาณเหล็กเสริม As (ตร.ซม.)	ผลต่างปริมาณเหล็กที่เพิ่มขึ้น (%)
B1	7.72	4,305	9,560	8,719	8.8	10.15	31.49
B2	9.65	4,305	9,987	9,088	9	12.03	24.67
B3	11.58	4,305	10,682	9,613	10	14.32	23.66
B4	13.51	4,305	11,857	10,078	15	17.92	32.62

เมื่อเปรียบเทียบผลต่างของปริมาณเหล็กเสริมจากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าเมื่อมีเหตุจำเป็นไม่สามารถเทคอนกรีตเสา - คาน ให้แล้วเสร็จในครั้งเดียวได้ ควรเพิ่มปริมาณเหล็กในคานเพื่อรับแรงเฉือนได้มากเท่ากับคานที่เทเสร็จในครั้งเดียวโดยการเพิ่มปริมาณเหล็กเฉียจากที่ออกแบบเดิม



ภาพที่ 7 กราฟ เปอร์เซนต์เพิ่มปริมาณเหล็ก เฉพาะกรณีขนาดคานทดสอบ



กราฟเปอร์เซ็นต์เพิ่มปริมาณเหล็ก เฉพาะกรณีขนาดคานทดสอบแสดงในภาพที่ 7 คือการเพิ่มปริมาณเหล็กแกน ในคานที่เทแบบมีรอยต่อ ทำให้คานสามารถรับแรงได้มากขึ้นเทียบเท่ากับคานที่เทแบบไม่มีรอยต่อ โดยการนำผลต่างปริมาณเหล็กที่เพิ่มขึ้น เปรียบเทียบกับปริมาณเหล็กเสริมที่ออกแบบเดิม

อย่างไรก็ตามเงื่อนไขการออกแบบแรงเฉือนสูงสุดจะแปรผันตามเหล็กเสริมปลอกและกำลังอัดของคอนกรีต ซึ่งในคานตัวอย่างทดสอบนี้ยอมให้รับแรงเฉือนสูงสุดที่ 4,305 กก. เมื่อพิจารณาพื้นที่หน้าตัดเหล็กรับแรงเฉือนที่ต้องการบริเวณจุดต่อ ถ้าให้เหล็กแกนรับภาระแรงเฉือนโดยลำพัง ปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการ 7.175 ตร.ซม.

ถ้าพิจารณาแรงบิดที่ผิวสัมผัสของหน้าตัดคอนกรีตเก่าและคอนกรีตใหม่ช่วยรับภาระแรงร่วมด้วย แทนค่าจากสมการที่ 1 ปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการ 4.783 ตร.ซม.

ซึ่งตัวเลข 7.175 และ 4.783 มีค่าน้อยกว่าเหล็กเสริมในคานทุกกรณี ถ้าต้องการเพิ่มปริมาณเหล็กแกนในคานที่เทแบบมีรอยต่อ เพื่อเพิ่มความสามารถการรับแรงให้เทียบเท่ากับคานที่เทแบบไม่มีรอยต่อต้องเพิ่มปริมาณเหล็กอีกร้อยละ 33.90 (ได้จากการแทนค่าจากภาพที่ 7) ปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการ 9.61 ตร.ซม. ดังนั้นต้องเพิ่มเหล็กเดียวในคานกรณี B1 เพียงกรณีเดียว จึงจะทำให้คานสามารถต้านทานแรงเฉือนที่ยอมให้ตามค่าที่ออกแบบเดิมได้อย่างปลอดภัยทุกกรณี

จากการจำลองคานช่วงเดียวแบบง่ายยาว 4 ม. มีแรงกระทำเป็นจุด (P_u) กลางคานผลการเปรียบเทียบค่าหน่วยแรงในเหล็กเดียวที่จุดต่อเสา - คาน กับแบบจำลองทดสอบด้วยวิธีโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าหน่วยแรงในเหล็กเดียวที่จุดต่อเสา - คาน กับวิธีโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์

ลักษณะการเสริมเหล็ก	แรงสูงสุดที่ยอมให้ P_u (kg-force)	ลักษณะรอยต่อ	ค่าหน่วยแรงดึงในเหล็กแกนที่จุดต่อเสา - คาน (ksc.)			
			วิธี WSD		วิธีโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์	
			กลางคาน	ปลายคาน	กลางคาน	ปลายคาน
B1	1,870	ไม่มีรอยต่อ	154.9	78.8	164.3	48.3
		มีรอยต่อ	154.9	-	73.5	95.8
B2	2,804	ไม่มีรอยต่อ	157.2	118.2	145.2	91.7
		มีรอยต่อ	157.2	-	191.3	159.9
B3	3,656	ไม่มีรอยต่อ	165.8	154.2	164.8	117.7
		มีรอยต่อ	165.8	-	238.4	156
B4	3,909	ไม่มีรอยต่อ	141.5	164.8	149	126
		มีรอยต่อ	141.5	-	259	166.3



จากตารางที่ 2 พิจารณาค่าหน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้นในเหล็กแกนกรณีเทคอนกรีตแบบมีรอยต่อ ผลจากการเคลื่อนตัวบริเวณรอยต่อทำให้เหล็กแกนบริเวณรอยต่อรับแรงโดยลำพัง หน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้นกับเหล็กแกนจึงมีค่ามากกว่ากรณีเทแบบไม่มีรอยต่อ เมื่อนำค่าหน่วยแรงมาวิเคราะห์เทียบกับแผนภูมิโมเมนต์ดัดผลของแผนภูมิเป็นแบบคานช่วงเดียวยึดแน่นที่ปลายทั้งสองด้าน

สรุปผล

เมื่อเทคอนกรีตที่เสา - คานแบบมีรอยต่อจะมีผลทำให้คาน รับแรงเฉือนโดยรวมลดลงร้อยละ 8.8 ถึง ร้อยละ 15 ปริมาณเหล็กแกนที่เพิ่มขึ้นทำให้รอยต่อสามารถรับแรงได้เพิ่มขึ้น การเพิ่มเหล็กเดือยร้อยละ 23.66 ถึงร้อยละ 32.62 ของปริมาณเหล็กเสริมเดิมทำให้รอยต่อสามารถรับแรงเทียบเท่ากับคอนกรีตที่ไม่มีรอยต่อได้ ผลกระทบของโมเมนต์ในเหล็กเดือยบริเวณรอยต่อเป็นแบบคานยึดแน่นที่ปลายคานทั้งสองด้าน ส่วนผลกระทบแรงเฉือนต่อเหล็กเดือยบริเวณรอยต่อเป็นแบบคานช่วงเดียว อย่างง่าย เมื่อเทคอนกรีตที่เสา - คาน แบบมีรอยต่อทำให้เหล็กแกนรับภาระแรงเฉือนมากขึ้นจากที่ออกแบบเดิม ควรเพิ่มปริมาณเหล็กแกนในคานเพื่อรับแรงเฉือนได้มากเท่ากับคานที่เทเสร็จในครั้งเดียว โดยการเพิ่มปริมาณเหล็กเดือยเพื่อรับภาระแรงที่เกิดขึ้นได้อย่างปลอดภัยตามกรณีคานที่ต้องการเหล็กเดือยเพิ่มจากการออกแบบเดิม

อ้างอิง

- ยุทธการ มณีจันทร์, กิจพัฒน์ ภูววรรณ, 2553. ไฟไนต์เอลิเมนต์สำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก, เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 15, อุบลราชธานี, 12 - 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2553, บทความเลขที่ STR 050.
- สมิตร ส่งพิริยะกิจ, 2553. กำลังรับแรงเฉือนระหว่างรอยต่อคอนกรีตเก่าและใหม่ของหน้าดัดรับแรงดัด, โยธาสาร, เล่มที่ 2: เลขหน้า 70 - 73.
- ABAQUS/CAE User's Manual, version 6.7, Dassault Systemes, Providence, RI, 2007.
- M Gohnert. 2006. Contractor Postulates on shear in reinforced concrete. Journal of the South African institution of civil engineering, Volume 48 Number 4: 9-13