

## นวัตกรรมในงานก่อสร้างในไต้หวัน

เรียบเรียงโดย รศ.ดร.สุวิมล สัจจาณิชย์

เมื่อโลกยังคงหมุนมนุษย์ได้ใช้พรสวรรค์และสติปัญญาในการมองและแก้ปัญหา อยู่ตลอดเวลา มีผู้กล่าวว่า วิศวกรรมโยธาจัดเป็นวิศวกรรมสาขาที่เก่าแก่ ที่สุดสาขาหนึ่ง ที่พัฒนามาอยู่กับมนุษย์ เพื่อรองรับความต้องการและชีวิตที่สะดวกสบายมากขึ้น อย่างไรก็ตาม งานวิศวกรรมโยธาก็ยังคงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยตลอด นอกจากจะคำนึงถึงสิ่งอำนวยความสะดวกแล้ว ยังคำนึงถึง “behind the scene” ที่วิศวกรได้ใช้ความรู้ ความคิด แก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่ต้องเผชิญ.... ปัญหาที่ลึกซึ้งกว่าที่เคยเป็นจากข้อจำกัดทางทรัพยากรต่าง ๆ และเพื่อใช้การทำงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด

รายงานฉบับนี้เก็บความมาจาก “Design and Construction Innovations for Reinforced Concrete Structures” โดย Dr. Samuel Yin ประธานคณะกรรมการบริษัท Ruentex Group และเป็นศาสตราจารย์แห่งภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยแห่งชาติไต้หวัน (National Taiwan University) ในไทเปซึ่งได้นำเสนอเป็นบทความรับเชิญในการประชุม Asian Concrete Federation ครั้งที่ 3 ที่ เมืองโฮจิมินห์ ประเทศเวียดนาม (P.77-92) ในระหว่างวันที่ 11-13 พฤศจิกายน 2551

เนื้อหา รายงานฉบับนี้กล่าวถึง นวัตกรรมใหม่ ๆ ในงานก่อสร้างของประเทศไต้หวัน โดยเน้นการออกแบบและก่อสร้างงานชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยเฉพาะการใช้ระบบอัตโนมัติในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์คอนกรีตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ในระดับอุตสาหกรรมโดยรายงานพิเศษฉบับนี้จะตัดความมาเฉพาะนวัตกรรม การใช้เหล็กปลอกหลายวงรอบ สำหรับเสา เปรียบเทียบกับวิธีที่ใช้กันตามปกติ ทั้งในด้านเทคนิคและราคา โดยกระบวนการดังกล่าว ให้ผลดีในด้านการเพิ่มความเหนียว การต้านทานแรงจากแผ่นดินไหวและกำลังรับแรงในแนวแกน

# วารสารคอนกรีต

## TCA e-magazine



นอกเหนือไปจากการลดราคาในด้านแรงงาน และระยะเวลาการก่อสร้างที่สั้นลง นอกจากนั้น การพัฒนาระบบอัตโนมัติในงานชิ้นส่วนสำเร็จรูปยังเป็นผลดีต่อคุณภาพงานที่ดีและสม่ำเสมอ รวมถึงประสิทธิภาพในการก่อสร้าง โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กอีกด้วย

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในได้หวั่น นับถอยหลังไปที่ ประมาณช่วงปี ค.ศ. 1970 ซึ่งมีการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับงานก่อสร้างบ้านพักอาศัย จำนวนมากตามนโยบายของรัฐบาลในขณะนั้น อย่างไรก็ตาม วัตถุประสงค์คุณภาพของงานชิ้นส่วนสำเร็จรูป เหล่านั้นอาจไม่ดีนักเนื่องจากการ พัฒนาเทคโนโลยียังอยู่ในขั้นเริ่มต้น ทำให้จำนวนโครงการ ก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป ลดลงอย่างรวดเร็ว และเกือบหยุดนิ่งมาจนถึงปี ค.ศ.1995 ที่ บริษัท Runhorn Pretech Engineering ได้นำเทคโนโลยีขั้นสูงในงานชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากยุโรป และญี่ปุ่นมาประยุกต์ใช้และพัฒนาต่อ

ในช่วงแรกอุตสาหกรรมนี้พบกับอุปสรรคนานัปประการ ทั้งจากทัศนคติของ สาธารณชนต่อการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ไม่ดีนัก รวมถึงความยุ่งยากในการกลั่นกรอง เทคโนโลยีใหม่ ๆ ให้เป็นรูปธรรมและความด้อยประสิทธิภาพของบริษัทก่อสร้างท้องถิ่นใน การทำงาน และการพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีเหล่านี้ อย่างไรก็ตาม อุปสรรคเหล่านี้ได้รับการ แก้ไขและผ่านพ้นไปด้วยดีหลังจากยุคการเริ่มฟื้นฟู ประมาณ 2-3 ปี แรก โดยเริ่มมีการวิจัยและ การออกแบบก่อสร้างที่สอดคล้องกับชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาก ขึ้นประกอบกับปัญหาความขาด แคลนแรงงานก่อสร้าง และความผันแปรในด้านคุณภาพของงานก่อสร้างตามวิธีปกติ ทำให้การ ก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้รับความนิยมมากขึ้น โดยขยายตลาดไปสู่งานก่อสร้าง ศูนย์การค้า โรงงานที่ใช้เทคโนโลยีสูงๆ อาคารสำนักงานนอกเหนือไปจากโครงการบ้านพัก อาศัยทั่วไป

การ เติบโตของอุตสาหกรรมโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปเมื่อเปรียบเทียบกับ โครงสร้างเหล็กในได้หวั่นแสดงดังรูปที่ 1 และการเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างที่สั้นลงของ โครงสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปและวัสดุอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 2 แสดงแนวโน้มที่ดีของ

### สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย

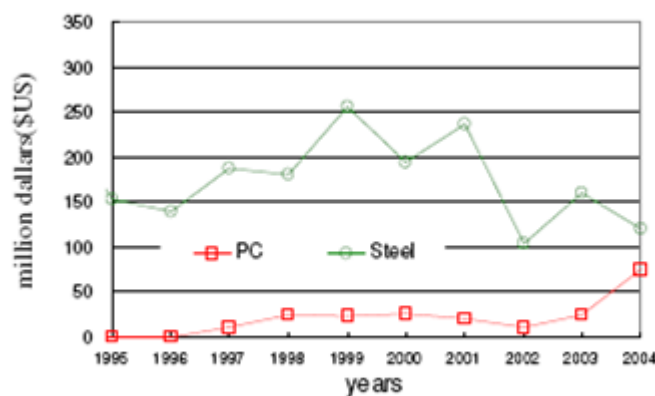
ชั้น 3 อาคารสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย 487 รามคำแหง 39 ถ.รามคำแหง แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310  
โทรศัพท์ 0-2935-6539 โทรสาร 0-2935-6538 Email : thaitca@gmail.com Homepage : <http://www.thaitca.or.th>

# วารสารคอนกรีต

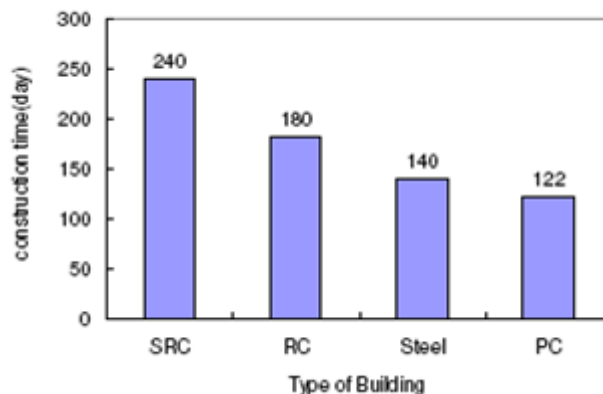
## TCA e-magazine



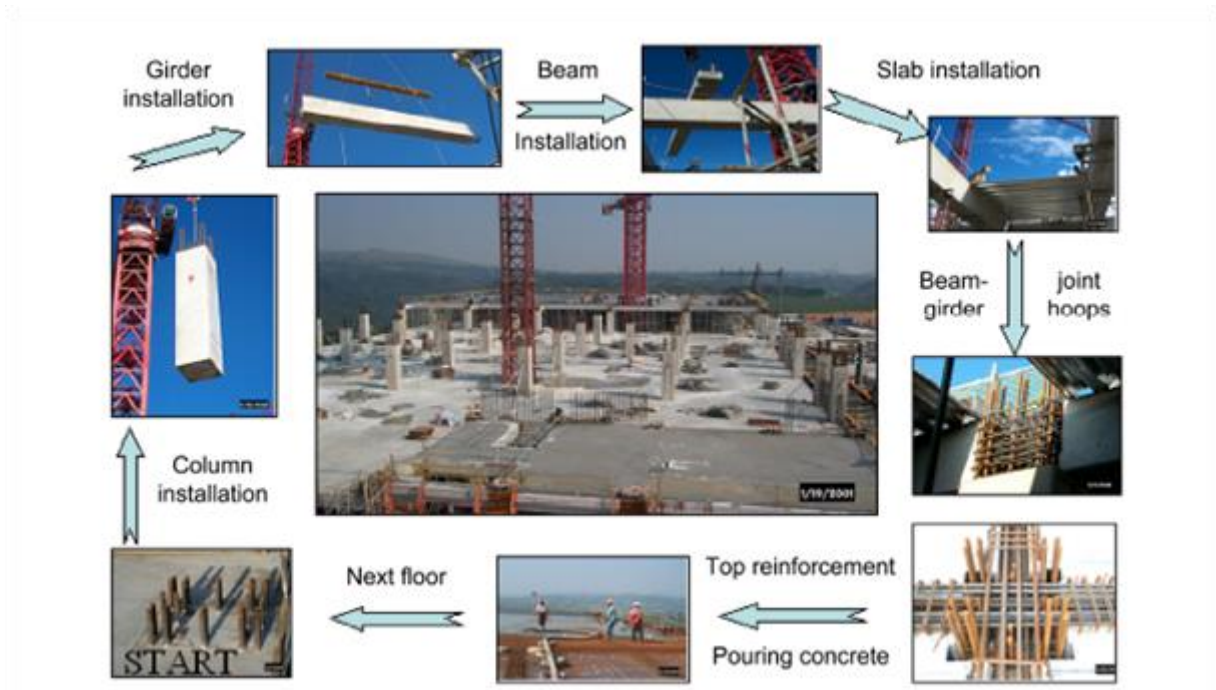
อุตสาหกรรมนี้ในอนาคต สำหรับรูปที่ 3 เป็นรูปแบบขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป สำหรับอาคารต่างๆไป ต่อชั้น



รูปที่ 1 การเปรียบเทียบยอดขายต่อปีของโครงสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปและเหล็กในได้หวัน ระหว่างปี 1995-2004 (1)



รูปที่ 2 การเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างของโครงการที่ใช้วัสดุต่างๆ กัน (1)



รูปที่ 3 แสดงขั้นตอนการทำงานชิ้นส่วนสำเร็จรูป ต่อชั้น ในกรณีทั่วไป (1)

ขั้น ตอนการทำงานเริ่มจากติดตั้งเสาแกนเหล็ก และคานรองจากนั้นจึงติดตั้งพื้น จากนั้นจึงติดตั้งและติดตั้งเหล็กตามขวางในบริเวณจุดต่อ และวางเหล็กพื้น แล้วจึงเทคอนกรีต ซึ่งการก่อสร้างพื้นมาตรฐาน (Standard floor) นี้จะเสร็จภายใน 3-4 วัน โดยขึ้นกับดินฟ้าอากาศ น้อยกว่าการทำงานคอนกรีตตามปกติ ซึ่งทำให้สามารถควบคุมคุณภาพของงาน และระยะเวลา ได้ง่ายขึ้น

นอกจากนั้นการใช้วิธีอัดโน้มตีประกอบเหล็กเสริมในเสายังเป็นนวัตกรรมใหม่ อย่าง หนึ่งที่รองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมชิ้นส่วนสำเร็จรูปในได้หวั่นและเป็นจุด สำคัญของ รายงานพิเศษฉบับนี้

การ ขึ้นรูปเหล็กปลอกอย่างต่อเนื่อง จัดเป็นหัวใจสำคัญของการก่อสร้างที่ใช้ระบบอัตโนมัติ ในงานโครงสร้าง การผูกเหล็กปลอกด้วยแรงคนจัดเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลา และแรงงานอย่างมาก ดังนั้นการพัฒนาการขึ้นรูปเหล็กปลอกทั้งปลอกเดี่ยวหรือหลายปลอกต่อเนื่องดัง แสดงในรูปที่ 4 ซึ่งใช้เครื่องตัดอัตโนมัติและรูปที่ 5 ซึ่งพัฒนามาใช้ Universal Machine ทำให้สามารถขึ้นรูปได้ทั้งเหล็กปลอกเดี่ยว และเหล็กปลอกแบบประกอบหลายวงได้อย่างต่อเนื่องดังเปรียบเทียบ กับการผูกเหล็กตามปกติในรูปที่ 6 7 และ 8 นอกจากเทคนิคการขึ้นรูปเหล็กปลอกข้างต้นแล้ว Dr.Y.L.Yin (2) ยังได้พัฒนานวัตกรรมของการใช้เหล็กปลอกเกลียวหลายวงรอบ (5 วงรอบ) “Yin s spiral” กับ งานเสาตีเหล็กมัดด้วย โดยประกอบด้วยเหล็กปลอกเกลียววงรอบใหญ่ 1 วง และวงรอบเล็ก 4 วง ที่ซ้อนวงรอบใหญ่ดังแสดงในรูปที่ 9 ซึ่งทำให้ได้การเสริมเหล็กที่เหมาะสมกับงานชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยลดแรงงานและระยะเวลาก่อสร้างลง โดยมีประสิทธิภาพในด้านราคาด้วย ลักษณะการขึ้นรูป เหล็กปลอกเกลียวหลายวงรอบด้วยเครื่องจักรแสดงในรูปที่ 10 และ 11

นอกจากนั้นผลการทดลองเสาคอนกรีตเสริมเหล็กหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ใช้เหล็กปลอกลักษณะนี้ ในห้องปฏิบัติการยังแสดงถึงการพัฒนา “Confining effect” ที่ดีขึ้น และมีความเหนียวที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับเสาคอนกรีตเสริมเหล็กปกติ

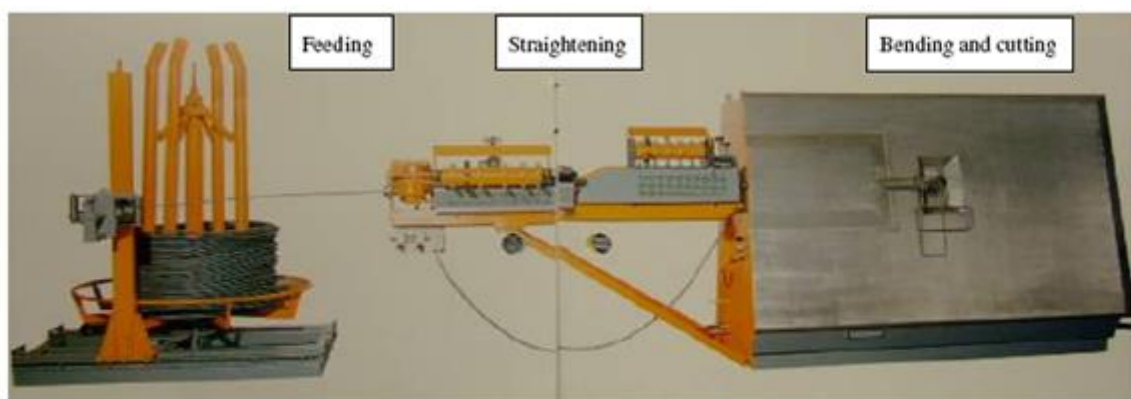


Figure 6. Automated bending device

รูปที่ 4 การใช้เครื่องตัดอัตโนมัติในการขึ้นรูปเหล็กปลอก (1)



Figure 7 Universal machine (Eurobend S.A., 2006)



รูปที่ 5 การพัฒนาใช้เครื่อง Universal Machine ทำให้สามารถขึ้นรูปทั้งเหล็กปลอกเดี่ยว และเหล็กปลอกแบบประกอบหลายวงได้อย่างต่อเนื่อง (1)

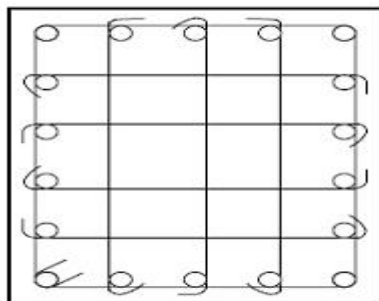


Figure 8



Traditional stirrups

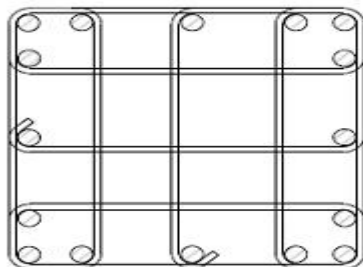


Figure 9. One-bar hoops



รูปที่ 6-7

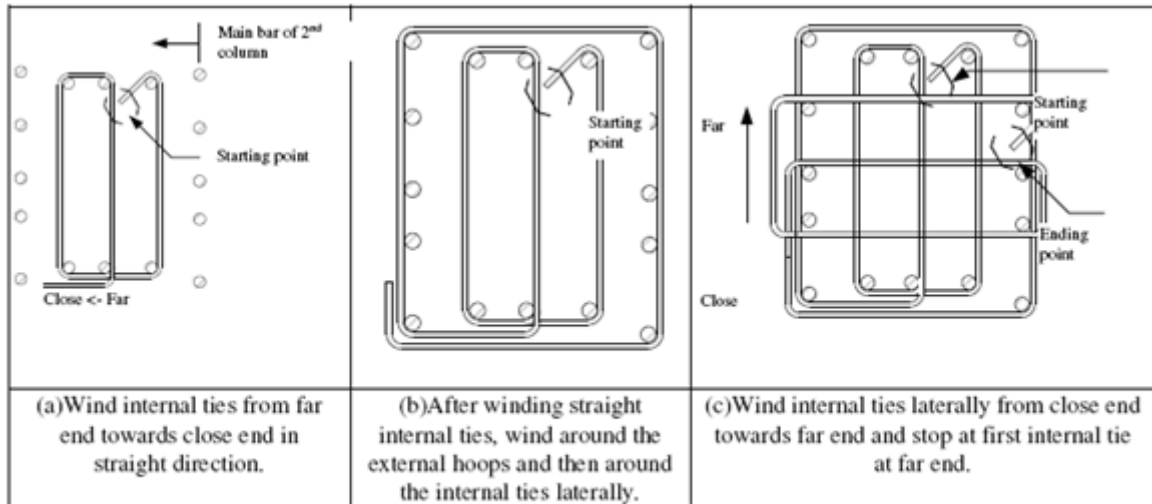
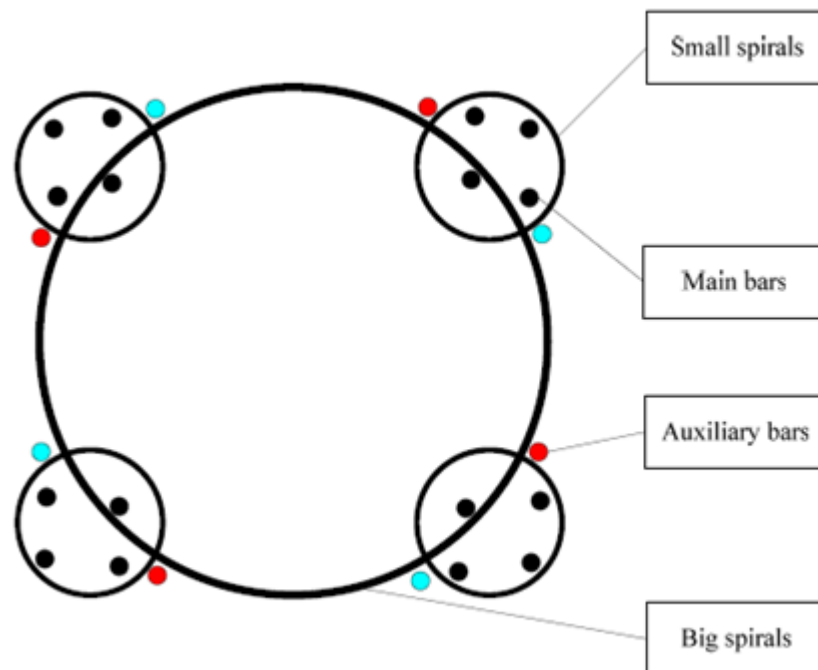


Figure 10. One-bar hoops winding for odd number of internal ties

รูปที่ 8



รูปที่ 9 การเสริมเหล็กที่ใช้ Muti-spiral stirrup (1)



รูปที่ 10 เครื่องมือที่ใช้ขึ้นรูปเหล็กปลอกเกลียววงรอบใหญ่ (1)

จะเห็นได้ว่ากระบวนการนี้ได้พัฒนาแนวคิดมาจากเหล็กปลอกเกลียววงรอบเดี่ยวรวมกันห้าวางโดยใช้เครื่องจักรขึ้นรูป (Spiral machine) ป้อนเหล็กจากขดเข้าไปในโครงขด (Coil frame) ซึ่งทำหน้าที่ทั้งเป็นตัวป้อน, การยึด การขึ้นขดและตัดซึ่งได้รับการควบคุมอย่างดีและมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน และคุณภาพการเป็นหน่วยเดียวกันของเหล็กปลอกวงรอบเล็กและใหญ่ ทั้งนี้จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์หลายอย่างเช่น “Spacing control” อุปกรณ์การควบคุมความตรง และตัวรับ (Support) เป็นโครงช่วย (auxiliary frame) ในกระบวนการ Spacing control หรือ “CD frame” ซึ่งยึดติดกับแบบหรือทำหน้าที่หลักในการควบคุมระยะห่าง (pitch) ของเหล็กปลอกเกลียว โดยอาจทำจากไม้หรือท่อเหล็ก หรือ ก้อนคอนกรีตก็ได้ ขึ้นกับความสะดวกและมีลักษณะสอดคล้องกับที่ออกแบบไว้ สำหรับอุปกรณ์ควบคุมความตรงจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ การสอดเหล็กเสริมเหล็กในภายหลัง และช่วยป้องกันการพินของภาพเหล็กเสริมหลักและเหล็กปลอกเกลียว ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานดีขึ้นอย่างมาก ส่วนตัวยึดหรือตัวรับมีส่วนในการช่วยลดแรงงานที่ต้องใช้ เนื่องจาก “CD frame” ของเหล็กปลอกวงรอบเล็กจะยึดกับ frame ทั้งด้านหน้า และด้านหลังดังในรูปที่ 11





(a) Position of the small spirals.



(b) Assembly of the bottom two small spirals.



(c) Assembly of the upper two small spirals.



(d) Use templates at both ends of the cages to position the main bars.

รูปที่ 11 การติดตั้งเหล็กปลอกวงรอบเล็ก เข้ากับติดตั้งเหล็กปลอกวงรอบใหญ่ (1)

จะเห็นได้ว่าการพัฒนาเช่นนี้เป็นเรื่องจำเป็นสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างสมัยใหม่ ซึ่งเริ่มจะพบกับปัญหา การขาดแคลนแรงงานที่มีทักษะจำกัดของงานก่อสร้างในระยะเวลา และราคา รวมถึงระบบการทำงานที่ปลอดภัยต่อมนุษย์ อย่างไรก็ตามการพัฒนาดังนี้ต้องการการพัฒนาแนวคิด คุณภาพของคนและเทคโนโลยีในด้านเครื่องจักรกลที่มารองรับ กรณีศึกษาของ

# วารสารคอนกรีต

## TCA e-magazine



ได้วันนี้จัดเป็นความก้าวหน้าหนึ่งในวงการก่อสร้างที่แสดงถึง ความพยายามของมนุษย์ ที่จะก้าวข้ามข้อจำกัดใหม่ๆ ที่ต้องเผชิญหน้าตลอดเวลา

### บรรณานุกรม

1. Samuel Yin , 2008, “Design and Construction Innovation for Reinforced Concrete structures, PO5 in Proceeding of the 3 rd ACF conference, 11-13 Nov.2008, Hochimin City Vietnam (P77-92)
2. Van-Liang Yin “Multi-Spiral Stirrups” with Taiwan Patent No. M241456

### สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย

ชั้น 3 อาคารสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย 487 รามคำแหง 39 ถ.รามคำแหง แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310  
โทรศัพท์ 0-2935-6539 โทรสาร 0-2935-6538 Email : thaitca@gmail.com Homepage : <http://www.thaitca.or.th>