

ในครั้งนี้ได้รับบทความต่อเนื่องจาก พศ.ดร.สมิทร สงพิริยะกิจ ที่อธิบายถึงเรื่องการจัดการกับรอยต่อของคอนกรีต ในกรณีที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดตามตำแหน่งของรอยต่อก่อสร้างตามที่ควรจะเป็น ซึ่งเชื่อได้ว่าหลังจากที่ท่านสมาชิกได้อ่านแล้ว จะสามารถนำไปปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ความคิดของอาจารย์สมิทรที่ได้นำเอาประเด็นของเนื้อหาที่อ่านเข้าใจยากจากมาตรฐานการออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก มาทำให้ง่าย น่าจะเป็นตัวอย่างที่ดีในการสื่อสารให้เกิดความเข้าใจของท่านสมาชิกโดยทั่วกัน

อยากได้ทราบความคิดเห็นจากทุกท่านหลังจากที่ได้อ่านบทความต่าง ๆ ในสารพันปัญหาคอนกรีต มา 2-3 ฉบับที่ผ่านมาแล้ว ตลอดจนขอคำแนะนำหรือคำถาม/ปัญหาที่ต้องการทราบโดยขอช่องทางสื่อสารกันได้ที่ anek@thailand.com ครับ



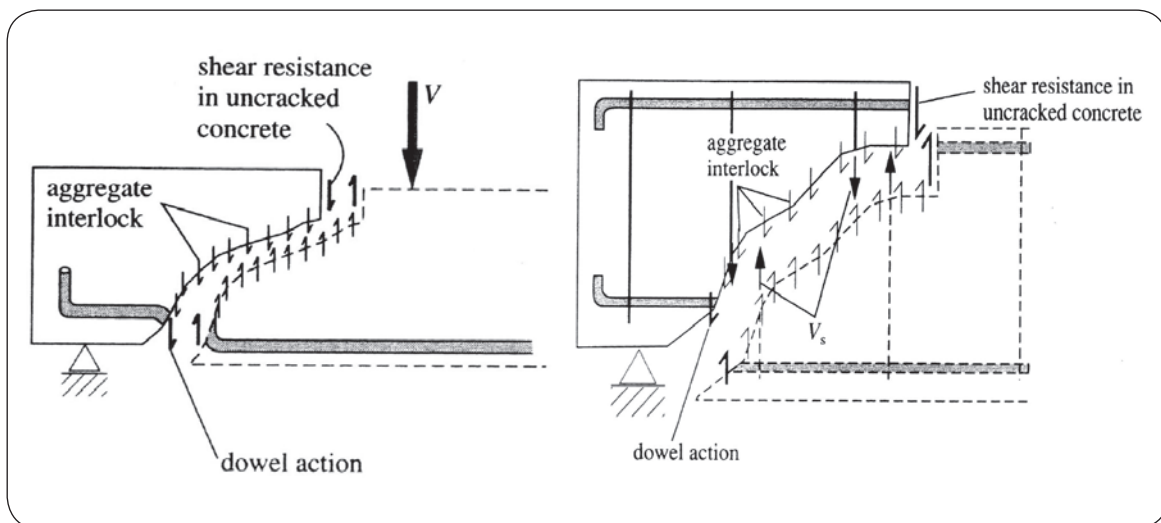
กำลังรับแรงเฉือนระหว่าง รอยต่อคอนกรีตเก่า..และ..ใหม่ ของหน้าตัดรับแรงดัด

ในครั้งก่อนนี้ ได้กล่าวถึงตำแหน่งการหยุดคอนกรีตในการเทพื้นไปเรียบร้อยแล้ว อย่างไรก็ตามถ้าหากไม่สามารถหยุดคอนกรีตในตำแหน่งดังที่ได้กล่าวมาได้ วิศวกรอาจจำเป็นต้องพิจารณาถึงกำลังรับแรงเฉือนของรอยต่อคอนกรีตนั้นด้วย

ก่อนที่จะได้กล่าวต่อไป อยากจะนำสมาชิกทุกท่านทบทวนถึงกลไกการรับแรงเฉือนของหน้าตัดคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นเบื้องต้น คงจำกันได้ว่า ในองค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กรับแรงดัดและแรงเฉือนที่มีเหล็กเสริมลางตามยาวทำหน้าที่รับแรงดัดอันเนื่องมาจากการดัดขององค์อาคารเป็นหลัก เช่น ชิ้นส่วนของแผ่นพื้น และคาน การถ่ายแรงเฉือนในองค์อาคารประเภทนี้ประกอบด้วย 3 กลไก (เมื่อไม่มีเหล็กดัดรับแรงเฉือน) ประการแรกคือ ผ่านเหล็กเสริมนอน ที่เรียกว่า dowel action

กลไก dowel action นี้เกิดจากแรงปฏิกิริยาต้านทานแรงดัด-ดิ่ง ของเหล็กเสริมในตำแหน่งที่เกิดแรงเฉือน ที่ประกอบกันกับการต้านทานการแตกร้าวของคอนกรีตบริเวณเหล็กเสริม โดยอาจกล่าวได้ว่า dowel action เป็นกลไกที่เกิดขึ้นจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเสริมนั่นเอง

กลไกที่สองถูกเรียกว่า aggregate interlock เป็นการต้านแรงเฉือนที่เกิดจากการขัดกันของอนุภาค



รูปที่ 1 free body diagram แสดงการถ่ายแรงเฉือนบริเวณหน้าตัด

มวลรวมแต่ละอนุภาคในหน้าตัดขณะแตกร้าว แรงเสียดทานของมวลรวมแต่ละอนุภาคจะช่วยกันต้านทานแรงเฉือนที่ไหลผ่านหน้าตัดนี้

ส่วนกลไกที่สามเป็นการต้านแรงเฉือน ของหน้าตัดส่วนที่อยู่เหนือแกนสะเทินของหน้าตัดที่ยังไม่แตกร้าวและรับแรงอัดร่วมอยู่ด้วย รูปที่ 1 แสดง free body diagram ของแรงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

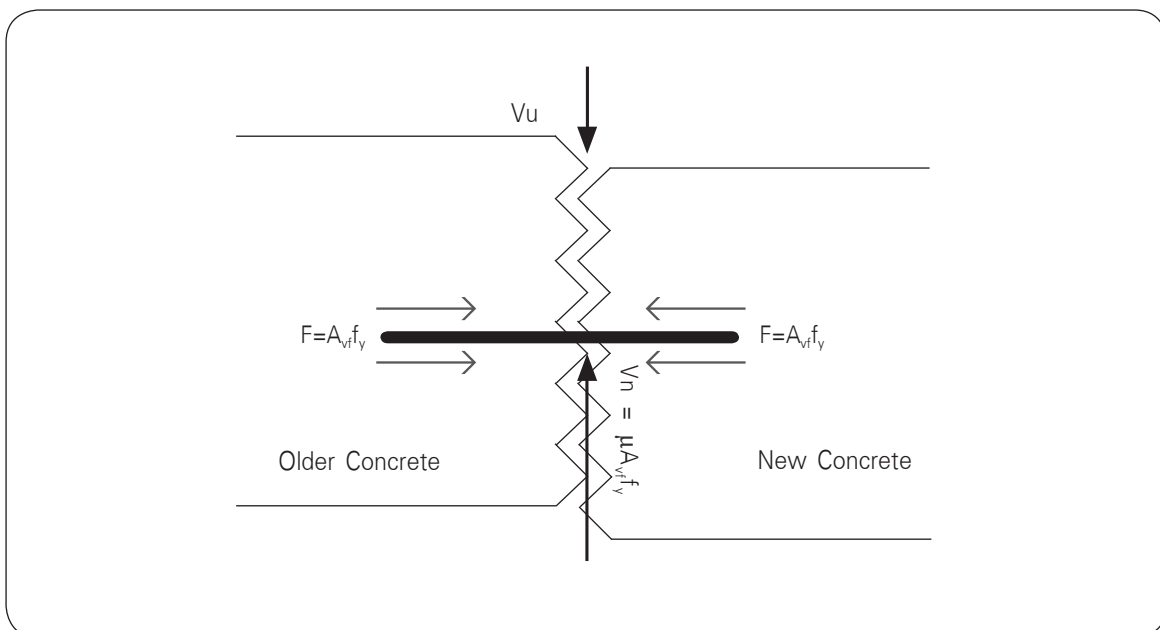
จากทั้งสามกลไกตามที่ได้กล่าวมา dowel action จะวิบัติก่อนเมื่อน้ำตัดรับแรงเฉือนถึงความสามารถสูงสุด (กำลังระบุ) ของหน้าตัด (V_n) จากนั้นจึงเกิดการวิบัติในกลไกที่สองและสาม ตามลำดับ อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตก็ยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่า แต่ละกลไกใดจะรับแรงได้เท่าใด

กำลังรับแรงเฉือนของคอนกรีต (V_c) จึงนิยามที่จะกล่าวถึงในภาพรวม มากกว่า ผลรวมของแรงประกอบทั้งสามแรงนี้ เช่น $V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} bd$

จะเห็นได้จากสูตรว่าการคำนวณค่า V_c ไม่ได้อาศัยกำลังและหน้าตัดของเหล็กนอนตามยาว (dowel action) เลย มาตรฐาน วสท. 1008-38 ให้สมการข้างต้นเป็นสมการอย่างง่ายในการคำนวณหาค่า V_c แต่ก็ได้ให้สมการคำนวณที่ละเอียดมากขึ้น ในกรณีที่ต้องการจะพิจารณาถึง ปริมาณเหล็กเสริมนอนเช่นกัน (โปรดดูข้อ 4403 ใน วสท. 1008-38)

อย่างไรก็ตามในบางมาตรฐานก็พิจารณา dowel action อย่างละเอียด นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการรับกำลังเฉือนของหน้าตัดคอนกรีต เช่น ความขรุขระของหน้าตัด ขนาดของหน้าตัด กำลังอัดของคอนกรีต ปริมาณเหล็กเสริมนอน อัตราส่วนของหน้าตัดต่อความยาวของคาน เป็นต้น

มาถึงกำลังรับแรงเฉือนของคอนกรีตเก่าและใหม่ที่เทต่อกัน วสท. 1008-38 ได้กล่าวถึงไว้ในข้อ 4407 เรื่องแรงเฉือน-ความเสียดทาน (shear-friction) ประมาณหนึ่งหน้ากระดาน ซึ่งจะขอสรุปคร่าวๆ ไว้ในที่นี้ ส่วนรายละเอียดเชื่อว่าจะไปหาอ่านเองได้



รูปที่ 2 Model การถ่ายแรงเฉือนแบบ shear-friction

มาตรฐาน วสท กล่าวไว้ว่า “ให้ใช้ข้อกำหนด 4407 เมื่อเห็นสมควรที่จะพิจารณาว่ามีการถ่ายแรงเฉือนผ่านระนาบที่กำหนดให้ เช่น รอยร้าวที่มีอยู่หรือคาดว่าจะเกิดขึ้น ผิวต่อระหว่างวัสดุที่ไม่เหมือนกัน และ ผิวต่อระหว่างคอนกรีตที่หล่อในเวลาต่างกัน”

กลไกการถ่ายแรงเฉือนแบบ แรงเฉือน-ความเสียดทาน นี้แตกต่างจากการถ่ายแรงเฉือนในหน้าตัดคานปกติที่ได้กล่าวมาข้างต้นอย่างสิ้นเชิง กล่าวคือลักษณะของรอยร้าวจะถูกกำหนดขึ้นหรือสมมุติขึ้นอย่างชัดเจน เช่นในกรณีของรอยต่อคอนกรีตเก่าและใหม่ กำลังรับแรงเฉือนของหน้าตัดนี้ขึ้นอยู่กับแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของคอนกรีตเมื่อมีเหล็กเสริมรับแรงดึงสร้างแรงบีบ (clamping force) หน้าตัดทั้งสองเข้าหากัน (ดูรูปที่ 2) ความสามารถในการถ่ายแรงเฉือน จึงขึ้นอยู่กับความหยาบที่ผิวคอนกรีตและขนาดของแรงกดบนผิวสัมผัสเป็นหลัก

กำลังเฉือนระบุ V_n คำนวณได้จากสมการ $V_n = \mu A_{vf} f_y$ โดยใช้ค่า ϕ เท่ากับ 0.85 และ A_{vf}

เป็นพื้นที่หน้าตัดเหล็กที่ผ่านระนาบแรงเฉือน ส่วน f_y เป็นกำลังครากของเหล็กมีค่าไม่เกิน 4000 กก/ซม² และ μ เป็นสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

โดย μ สำหรับคอนกรีตปกติ มีค่าดังต่อไปนี้

- คอนกรีตที่หล่อติดกับคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วโดยตั้งใจทำให้เกิดผิวหยาบลึกประมาณ 6 มม.....1.0
- คอนกรีตที่หล่อติดกับคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วโดยไม่มีผิวรอยต่อที่ทำให้หยาบ0.6

แต่ V_n ต้องมีค่าไม่เกิน $0.2 f'_c A_c$ และไม่เกิน $56 A_c$ ซึ่งมีหน่วยเป็น กิโลกรัม

จากสูตรข้างต้น ทำให้สามารถหาปริมาณเหล็กเสริม A_{vf} ที่ต้องการได้ อย่างไรก็ตาม ความยาวระยะฝังเพิ่มของเหล็กเสริมต้องพอเพียงให้เหล็กสามารถถ่ายแรงดึงจนถึงจุดครากได้

ในกรณีที่เหล็กเสริมรับแรงดึงอยู่ก่อนแล้วเนื่องจากโมเมนต์ดัด เช่นแผ่นพื้น จะต้องเพิ่มเหล็กเสริมเพื่อสร้างแรงบีบอัดอีกต่างหากด้วย

หวังว่าสมาชิกอ่านแล้วจะได้ความรู้เพิ่มเติมขึ้นบ้าง หากสนใจที่จะค้นคว้าเพิ่มเติมก็อาจหาอ่านได้จากมาตรฐาน วสท. 1008-38 ครับ