

คอนกรีต Topping

บนแผ่นพื้น Hollowcore แตกร้าว

เขียนและเรียบเรียงโดย

ชนินทร์ ธรรมาภิรมย์

วรพงษ์ พนาวสู

“ เมื่อเกิดปัญหาด้านเทคนิคเช่นเดียวกันหรือคล้ายๆกันนี้ผู้ที่เข้าแก้ปัญหาหน้างานจะได้มีแนวทางในการวิเคราะห์ตลอดจนตอบคำถามลูกค้าถึงสาเหตุ การป้องกัน การแก้ไข และความรับผิดชอบต่อความเสียหายที่เกิดขึ้น ”



วิธีการ

จากการที่ลูกค้าร้องเรียนเรื่องคอนกรีตแตกร้าวคือคอนกรีตรหัส ZBDM35A0C0 คอนกรีตกันซึมซีแพคสำหรับเทพื้น topping บนพื้น Hollowcore หนา 15 ซม. ในขณะที่คอนกรีต topping หนา 8 ซม.

ทีมงานได้เข้าทำการตรวจสอบสภาพทั่วไปและรวบรวมข้อมูลที่พอจะหาได้

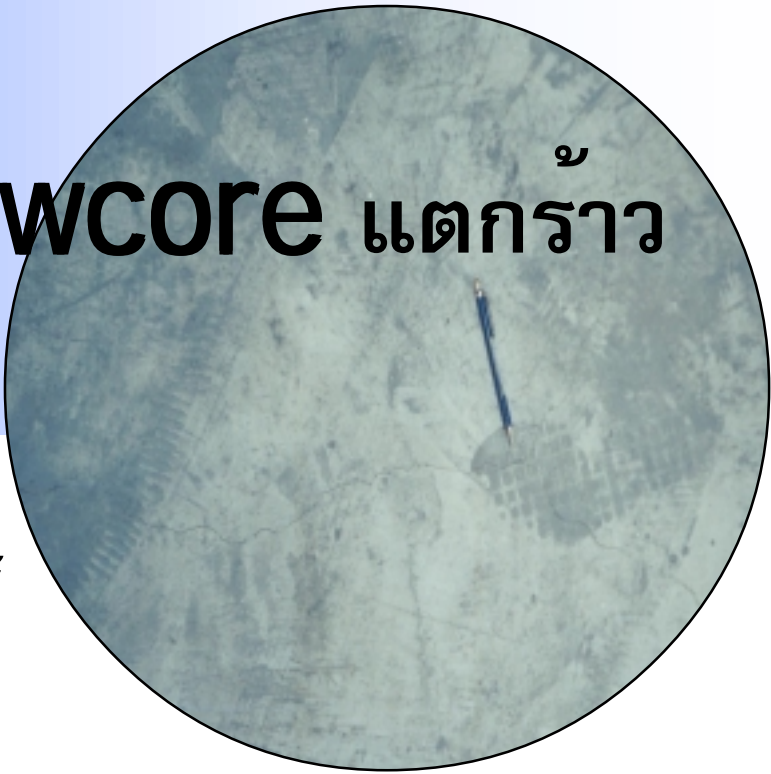


การวิเคราะห์

รอยร้าวที่สังเกตได้มี 2 ลักษณะ คือ



รอยร้าวที่มีรูปแบบที่ไม่แน่นอน



1. รอยร้าวที่มีรูปแบบที่ไม่แน่นอน

แนวของรอยร้าวจะเกิดขึ้นอย่างไม่มีทิศทางที่แน่นอนมีสาเหตุจากการหดตัวของคอนกรีตแบบแห้ง (drying shrinkage) ซึ่งเกิดขึ้นจากการสูญเสียน้ำในคอนกรีตทำให้เกิดช่องว่างในเนื้อคอนกรีตนำไปสู่การหดตัวทำให้เกิดรอยแตกร้าวในจุดที่ไม่สามารถรับแรงดึงได้

2. รอยร้าวที่มีรูปแบบที่แน่นอน

เกิดขึ้นตามแนวรอยต่อระหว่างแผ่นพื้น (ตามแนวคาน) ซึ่งรอยร้าวมีสาเหตุจากเป็นแนวที่เป็นรอยต่อของแผ่นพื้นพอดี ทำให้มีโอกาสเกิดรอยร้าวง่ายและเป็นแนวตลอดความยาวรอยต่อคาดว่าเป็นรอยร้าวที่เกิดจากการรับแรงดึงที่บริเวณรอยต่อของแผ่นพื้นเนื่องมาจากการแอ่นตัวของแผ่นพื้น เมื่อน้ำหนักมากระทำ สาเหตุอื่นๆที่อาจเป็นไปได้ ได้แก่ การวางระดับของแผ่นพื้นไม่เท่ากัน



2.1 รอยร้าวตามแนวคานหลัก

เกิดจากการรับแรงดึงที่บริเวณรอยต่อของแผ่นพื้นเนื่องมาจากการแอนตัวของแผ่นพื้น เมื่อมีน้ำหนักมากกระทำ การออกแบบความต่อเนื่องที่รอยต่อเพื่อต้านโมเมนต์กลับที่เกิดขึ้นบริเวณผิวบนของรอยต่อพื้นบนจุดรองรับ ไม่ถูกต้องเพียงพอหรือการก่อสร้างไม่เป็นตามแบบ ทำให้เกิดรอยร้าวขึ้น

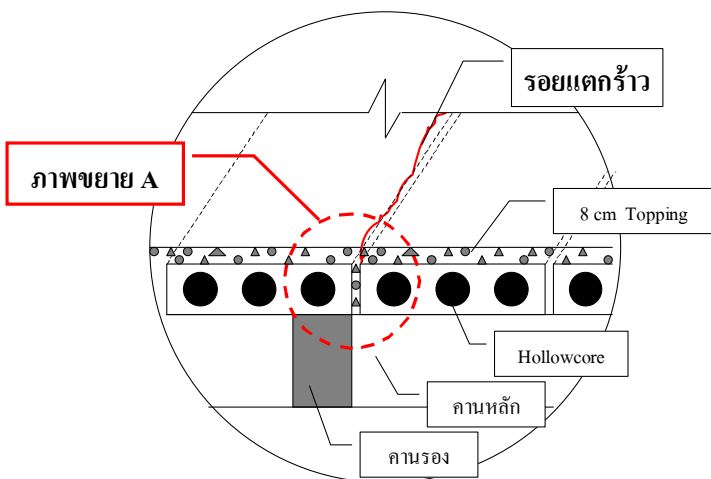
ทั้งนี้รอยแตกร้าวอาจมีผลมาจากผลกระทบรองต่าง ๆ เช่น การหดตัว (Shrinkage) และ การคืบ (Creep) ของคอนกรีต, การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ซึ่งล้วนแต่มีผลทำให้เกิดหน่วยแรงดึงในแผ่นนั้น

2.2 รอยร้าวตามแนวคานรอง

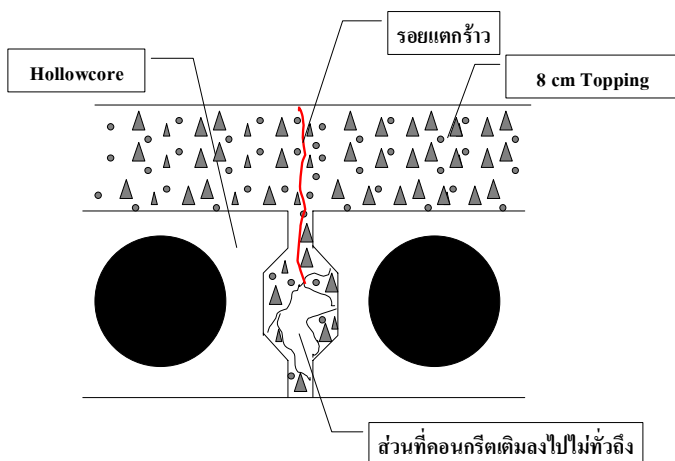
อาจเกิดจากรอยแตกร้าวบริเวณรอยต่อแผ่นพื้นบนแนวคานเนื่องจากคอนกรีตเดิมลงรอยต่อไม่ทั่วถึง



รอยร้าวที่มีรูปแบบที่แน่นอน



รอยร้าวตามแนวคานหลัก



ภาพขยาย A

การป้องกัน

1. ควบคุมค่า Slump คอนกรีตก่อนการเท

ไม่ให้เกินค่าที่กำหนดออกแบบ เพราะปริมาณน้ำส่วนเกินจะทำให้คอนกรีตหดตัวมาก

2. ทำให้พื้นผิว Hollowcore เปียกชุ่มน้ำก่อนที่จะเท

คอนกรีต topping เพื่อไม่ให้พื้น Hollowcore ดูดน้ำจากคอนกรีตมากเกินไป

3. การเสริมเหล็กตะแกรงทำหน้าที่รับแรงดึงเมื่อคอนกรีตหดตัวเนื่องจากอุณหภูมิ

โดยต้องระวังเรื่องระดับของเหล็กตะแกรงจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมคือ covering ประมาณ 3 ซม. แต่จากการ Coring เนื้อคอนกรีต topping ผ่านเหล็กเสริมพบว่าเหล็กเสริมอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 3 ซม. ทำให้การทำหน้าที่ช่วงรับแรงดึงของเหล็กเสริมลดลง



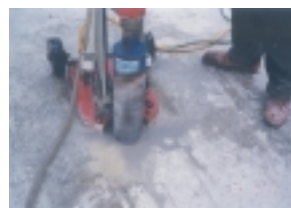
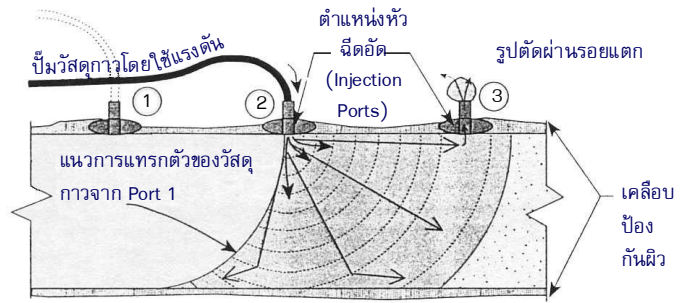
4. การควบคุมระดับความแตกต่างในแนวตั้งของแผ่นพื้น Hollowcore

ความแตกต่างในแนวตั้งของแผ่นพื้น Hollowcore แผ่นที่ติดกันไม่ควรเกิน 18 มม. ซึ่งเป็นค่าที่ยอมให้ได้ตาม ACI 117-90 "Standard Specifications for tolerances for concrete construction and materials" ถ้าค่าความแตกต่างเกินจากนี้อาจเป็นสาเหตุของการแตกร้าวของ Topping ได้

5. พิจารณาออกแบบเหล็กเสริมตามแรงดึง

เนื่องจากโมเมนต์กลับที่เกิดบริเวณผิวบนของรอยต่อพื้นบนจุกรองรับ โดยให้สามารถต้านโมเมนต์กลับเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกที่มากกระทำต่อระบบพื้นภายหลังที่หน้าตัดพื้นมีพฤติกรรมเป็นแบบเชิงประกอบแล้ว ซึ่งคือน้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) และน้ำหนักบรรทุกตายตัวที่มากกระทำภายหลัง (Superimposed Dead Load) รวมถึงผลกระทบรองต่าง ๆ เช่น การหดตัวและการคืบของคอนกรีต การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ซึ่งมีผลทำให้เกิดหน่วยแรงดึงในแผ่นพื้น ซึ่งควรนำมาพิจารณาในการออกแบบด้วย

High Pressure



ตัวอย่างการซ่อมด้วยวิธี High Pressure

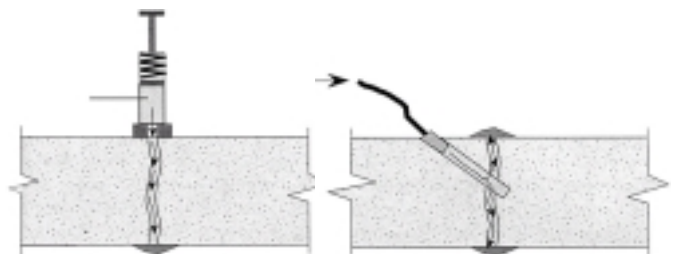
การแก้ไข

เนื่องจากโครงสร้างมีความต้องการความทนทานในการใช้งาน ดังนั้นควรดำเนินการซ่อมรอยร้าว เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับโครงสร้าง โดยการซ่อมอาจทำได้ 2 วิธี ได้แก่

1. การใช้ Epoxy Injection :

ใช้วิธีการเจาะและอัดแรงดันเป็นวิธีเชื่อมประสานรอยร้าวคอนกรีตให้กลับเป็นเนื้อเดียว โดยวิธีการฉีด (Injection) เรซินประเภท Epoxy ที่มีความหนืดต่ำด้วยแรงดันต่ำ ซึ่งได้มีการพัฒนาวิธีการต่างๆหลายวิธี

Low Pressure



2. การใช้วัสดุ Non-Shrink :

ใช้การสกัดแนวแตกร้าว และซ่อมปิดด้วยวัสดุ

Non-Shrink



Technical Service



การเตรียมความต่อเนื่อง ในระบบพื้นที่ที่มีการเท คอนกรีตทับหน้า

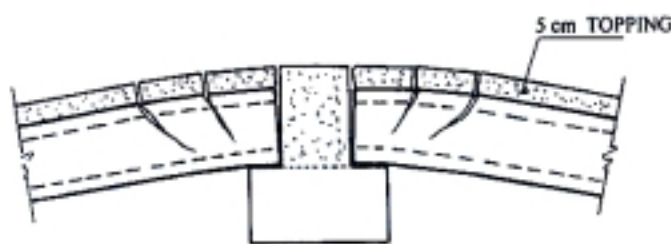
การเตรียมความต่อเนื่อง โดยการเทคอนกรีตทับหน้าเป็นวิธีที่นิยมทำมากที่สุดในเมืองไทยเพราะระบบพื้นสำเร็จรูปในเมืองไทยส่วนใหญ่ถูกออกแบบและก่อสร้างให้มีหน้าตัดเชิงประกอบ(คือแผ่นพื้นประกบกับคอนกรีตทับหน้า) เพื่อเพิ่มกำลังรับน้ำหนักบรรทุกและความสามารถในการกระจายน้ำหนักตามขวางของระบบพื้น และเพื่อความสะดวกในงานตกแต่งผิวพื้น โดยผู้ก่อสร้างไม่ต้องมาคอยกังวลว่าพื้นสำเร็จรูปที่หล่อมาจากโรงงานจะมีผิวเสมอกันไหมและจะมีการโก่งตัวเริ่มต้นเท่ากันหรือไม่

การที่คอนกรีตทับหน้าถูกเทบนแผ่นพื้นต่อเนื่องไปยังรอยต่อเป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้เกิดความต่อเนื่องขึ้นในระบบพื้น สิ่งที่เราต้องทำเพื่อไม่ให้รอยต่อที่ต่อเนื่องดังกล่าวเกิดการแตกร้าวก็คือ ต้องเสริมเหล็กดามแรงดึงเนื่องจากโมเมนต์ลบที่เกิดขึ้นบริเวณผิวบนของรอยต่อพื้นบนจุดรองรับถามว่าปริมาณเหล็กเสริมดังกล่าวควรเป็นเท่าไร

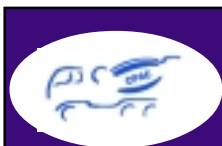
จากสาเหตุของการแตกร้าวข้างต้น คาดว่าเป็นสาเหตุหลัก แต่จากข้อมูลที่ได้รับอาจมีสาเหตุอื่นอีกได้แก่ อาจมีแรงกระทำขณะขัดผิวหน้าในขณะที่คอนกรีตเริ่มแข็งตัวอาจมีผลต่อการแตกร้าว

ข้อควรระวัง

โครงสร้างควรที่จะได้รับการซ่อมแซมตามแนวทางที่ได้ชี้แจงไปแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงสร้างที่เป็นพื้นที่ต้องรับน้ำหนักกระทำอย่างต่อเนื่อง



การแตกร้าวของปลายแผ่นพื้น
ซึ่งเทคอนกรีตทับหน้าเพื่อรับโมเมนต์ลบประลัย



ตอบว่าปริมาณเหล็กเสริมดังกล่าวควรถูกออกแบบให้สามารถต้านโมเมนต์ลบ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกที่มากกระทำต่อระบบพื้นภายหลังจากที่หน้าตัดพื้นมีพฤติกรรมเป็นแบบเชิงประกอบแล้ว ซึ่งก็คือน้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) และน้ำหนักบรรทุกตายตัวที่มากกระทำภายหลัง (Superimposed dead load) นั้นเอง

เหล็กเสริมเพื่อเตรียมความต่อเนื่องของรอยต่อต้องถูกเสริมในคอนกรีตทับหน้าดังนั้นคอนกรีตทับหน้าก็ควรมีความหนาพอที่จะหุ้มเหล็กเสริมได้ตามเกณฑ์กำหนดของคอนกรีตเหล็กเสริม โดยปกติความหนาของคอนกรีตทับหน้า 5 ซม.เป็นความหนาที่เหมาะสมในเชิงปฏิบัติมากที่สุด

ความต่อเนื่องในระบบพื้นที่มีการเทคอนกรีตทับหน้าจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อพฤติกรรมของระบบพื้นเป็นไปตามสมมติฐานต่อไปนี้

1. จะต้องไม่เกิดการเลื่อนไถลแยกจากกัน (Slip) ระหว่างผิวสัมผัสของแผ่นพื้นและคอนกรีตทับหน้า
2. แผ่นพื้นจะต้องมีพฤติกรรมแบบหน้าตัดเชิงประกอบเมื่อรับน้ำหนักบรรทุก

สมมติฐานข้อ 1 เป็นสิ่งที่ต้องระวังในทางปฏิบัติ เพราะในกรณีที่แผ่นพื้นมีผิวเรียบมาก ๆ อาจก่อให้เกิดการแยกตัวระหว่างคอนกรีตทับหน้าและแผ่นพื้น ได้อย่างไรก็ตามโดยลักษณะกระบวนการผลิตแผ่นพื้นสำเร็จรูปในประเทศไทยพบว่ามักไม่เกิดปัญหาดังกล่าว เพราะผิวบนของแผ่นพื้นที่ผลิตมักจะหยาบพออยู่แล้ว ผิวที่จะเรียบมักเป็นผิวด้านท้องพื้นซึ่งติดกับแบบหล่อเหล็กมากกว่า

ดังที่กล่าวมาแล้วในเบื้องต้นการเทคอนกรีตทับหน้าเป็นการเชื่อมต่อแผ่นพื้นแต่ละช่วงเดี่ยวเข้าเป็นช่วงต่อเนื่อง จึงทำให้เกิดโมเมนต์ลบที่รอยต่อและปลายแผ่นพื้นที่จู่รองรับ ดังนั้นที่บริเวณดังกล่าวจึงต้องถูกออกแบบการเสริมกำลังให้ต้านโมเมนต์ลบเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกจนได้อย่างเพียงพอ ไม่เช่นนั้นเมื่อแผ่นพื้นรับ

Calculation of reinforcements resisting surface cracking

DATE : 23/01/1996
 PRODUCT : HC150 x 1200 mm. x 8.00 m
 TOPPING 5 cm (210 ksc cylinder at 28 days)
 LL = 400 ksc * 1.2 = 480 kg/m
 MLL = $\frac{480 * 8^2}{10}$ = 3072 kg-m/m
 $n=9$, $k=0.3689$, $j=0.877$, $d=17$ cm

1) Secondary reinforcement (SR24)

$$A_s = 0.0025 * 100 * 5 = 1.25 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

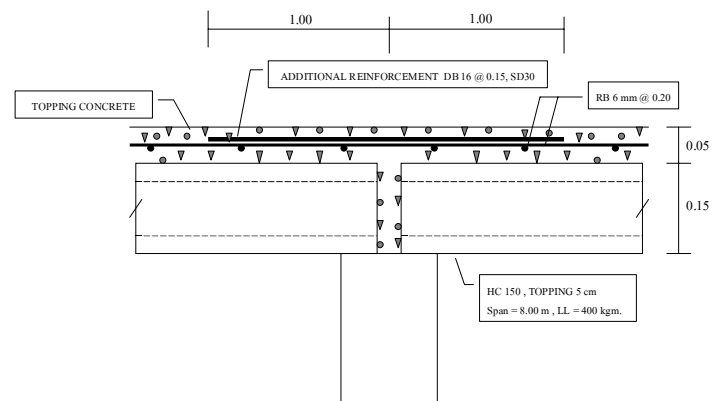
USE RB 6 mm @ 0.20m (1.42 cm² /m)

2) Negative reinforcement (SD30)

$$A_s = 3072 * 100 / (1500 * 0.877 * 17) = 13.736 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$A_s \text{ req} = 13.736 - 1.42 = 12.32 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

USE DB 16 mm @ 0.15 (13.40 cm² /m)



รายละเอียดการเสริมเหล็กต้านโมเมนต์ลบที่จู่รองรับ

น้ำหนักบรรทุกจรก็จะเกิดรอยแตกกราวหากรอยแตกกราวมีขนาดใหญ่ขึ้น และแผ่ขยายเข้าไปในหน้าตัดรูกลวงจนถึงระดับของลวดอัดแรง ก็จะทำให้กำลังรับแรงเฉือนประลัยของแผ่นพื้นลดลงอย่างมาก เพื่อที่จะป้องกันการแผ่ขยายของรอยแตกกราวดังกล่าว จึงควรทำการออกแบบให้ความเครียดเนื่องจากแรงดึงในบริเวณผิวบนของปลายแผ่นพื้นมีค่าไม่เกินค่าที่ยอมให้ตามมาตรฐานการออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก

ดร.ทินกร มนต์ประภัสสร
 วิศวกรรมาสาร

