

การศึกษาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้างโครงสร้างลานตากพีชผล

ขจรศักดิ์ แยมสังข์

ผู้จัดการส่งเสริมคุณภาพ CPAC ภาคเหนือ 4

กิจการ CPAC ภาคเหนือ

บทคัดย่อ : การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดความเสียหายที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้างโครงสร้างลานตากพีชผลและเพื่อยกระดับคุณภาพของงานก่อสร้างของงานในพื้นที่ รวมทั้งเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องของเจ้าของงานเกี่ยวกับความเสียหายที่เกิดขึ้น ทั้งนี้เป็นการสนับสนุนนโยบายของบริษัท ในการสร้างความแตกต่างที่เหนือกว่าคู่แข่ง ทั้งนี้ได้เข้าไปสำรวจและศึกษาพฤติกรรมการใช้งานของพื้นลานตาก ตลอดจนปัญหาและความเสียหายของพื้นคอนกรีตลานตากพีชผล โดยได้เข้าไปสำรวจโรงสีและลานตากข้าวในพื้นที่ จ.นครสวรรค์ จ.กำแพงเพชรและ จ.พิจิตร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการขยายตัวของพื้นที่ลานตากข้าว ทั้งนี้จากการสำรวจมีโรงสีและลานตากข้าวมีโครงการดำเนินการก่อสร้างภายในปี 2546-2547 เป็นพื้นที่ไม่ต่ำกว่า 270 ไร่ คิดเป็นปริมาณคอนกรีตถึงกว่า 60,000 ลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากนโยบายของกลุ่มจังหวัดโดยการกำหนดให้เป็นศูนย์กลางค้าข้าวของประเทศ

สำหรับพื้นลานตากข้าวเดิมเมื่อใช้งานไปได้ระยะเวลาหนึ่งจะพบความเสียหายเกิดขึ้นซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ความเสียหายที่เกิดกับผิวคอนกรีต ได้แก่ การเป็นหน้าข้าวตัง (Scaling) การแตกกะเทาะ (Spalling)
2. ความเสียหายที่เกิดกับโครงสร้างคอนกรีต ได้แก่ รอยแตกร้าวตามมุม (Corner crack) รอยแตกร้าวในแนวทแยงมุม (Diagonal crack) รอยแตกร้าวในแนวยาว (Longitudinal crack) รอยแตกร้าวตามขวาง (Transverse crack)

และจากการวิเคราะห์สามารถระบุสาเหตุของความเสียหายได้เป็น 3 กลุ่ม คือ สาเหตุจากคอนกรีต สาเหตุจากการใช้งานและสาเหตุจากการใช้งาน สำหรับสาเหตุจากคอนกรีตในฐานะที่บริษัท เป็นผู้ผลิตคอนกรีตผสมเสร็จทางหน่วยงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้มีการพัฒนาส่วนผสมคอนกรีตสำหรับลานตากพีชผลซีแพค (CPAC Agricultural Concrete) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวแล้ว แต่ในส่วนของสาเหตุจากการใช้งานและสาเหตุจากการใช้งาน ถึงแม้ว่าบริษัท จะไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับสาเหตุทั้ง 2 สาเหตุดังกล่าวโดยตรงแต่ก็ไม่สามารถที่จะละเลยได้เพราะหากเกิดปัญหาความเสียหายของคอนกรีตเกิดขึ้น ลูกค้าซึ่งส่วนใหญ่ไม่ได้มีความรู้เกี่ยวกับคอนกรีตและงานก่อสร้างเลยจะไม่สามารถแยกแยะสาเหตุได้ ทำให้ลูกค้าเกิดความเข้าใจผิดและหากไม่ได้รับการอธิบายที่ถูกต้องก็จะทำให้ภาพลักษณ์ของบริษัท เสียไป กอปรกับนโยบายของผู้บริหารที่ต้องการเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้บริโภคที่ใช้คอนกรีตผสมมือหรือคอนกรีตไม่เล็ก ซึ่งงานลานตากพีชผลเป็นอีกงานหนึ่งที่ผู้บริโภคที่พิจารณาใช้คอนกรีตจากประเด็นในเรื่องราคาเป็นหลัก นิยมที่จะใช้ไม่เล็กหรือรถโม้ในการผสมคอนกรีต ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการกำหนดแนวทางในการทำงานคอนกรีตสำหรับพื้นคอนกรีตลานตากพีชผล

5. การสำรวจงานพื้นคอนกรีตสำหรับลานตากพืชผล

5.1 ปริมาณงานและความต้องการใช้งานพื้นคอนกรีตสำหรับลานตากพืชผล

จากการสำรวจโรงสีและลานตากข้าวที่อยู่ในพื้นที่การจัดส่งของโรงงานคอนกรีตผสมเสร็จซีแพค พื้นที่ จ.นครสวรรค์ จ.กำแพงเพชรและ จ.พิจิตร พบว่าแต่ละ

หน่วยงานมีโครงการขยายพื้นที่ลานตากข้าวซึ่งเป็นส่วนที่มีปริมาณการใช้คอนกรีตค่อนข้างสูงโดยพื้นคอนกรีตที่มีความหนา 15 เซนติเมตร นั้นคือ มีปริมาณการใช้คอนกรีต 240 ลูกบาศก์เมตรต่อพื้นที่ 1 ไร่ และสำหรับในปี 2546 ถึงต้นปี 2547 มีหน่วยงานที่มีโครงการจะขยายพื้นที่ลานตาก ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 โรงสีและลานตากข้าวที่มีโครงการขยายพื้นที่ลานตากในปี 2546 และ 2547*

หน่วยงาน	สถานที่ก่อสร้าง	พื้นที่, ไร่
ลานตากข้าวหนองขาม	อ.เมืองนครสวรรค์	20
โรงสีร่วมเสริมกิจ	อ.เมืองนครสวรรค์	10
โรงสีไฟไทยรุ่งเรือง	อ.เมืองนครสวรรค์	6
โรงสีไฟเต็กฮั่วฮวด	อ.พยุหะคีรี	6
ลานตากข้าวเฮียเกษม	อ.ชุมแสง	7
โรงสีรักษ์ประเสริฐดี	อ.ชุมแสง	17
โรงสีเรืองไทย	อ.ลาดยาว	8
โรงสีไฟไทยทองเฮง	อ.ท่าตะโก	7
โรงสีสมประสงค์	อ.ท่าตะโก	8
โรงสีเทพประทานพร	อ.ท่าตะโก	5
โรงสีธัญญาเรือง	อ.ท่าตะโก	20
โรงสีหนองหลวงทวีกิจ	อ.ท่าตะโก	20
ลานตากข้าว สจ.ไพจิตร	อ.ท่าตะโก	30
โรงสีสิงห์เจริญ	อ.หนองบัว	7
โรงสีไทยประดิษฐ์	อ.หนองบัว	12
โรงสีแหลมทอง	อ.หนองบัว	12
โรงสีทรัพย์เจริญ	อ.หนองบัว	8
โรงสีทรัพย์ยืนยง	อ.เมืองกำแพงเพชร	25
โรงสีสว่างพาณิชย์	อ.เมืองกำแพงเพชร	10
โรงสีสว่างถาวร	อ.เมืองกำแพงเพชร	10
โรงสีมังกรทองไรซ์	อ.เมืองพิจิตร	20

หน่วยงาน	สถานที่ก่อสร้าง	พื้นที่, ไร่
โรงสีมั่งกรทองไรซ์	อ.เมืองพิจิตร	20
โรงสี KKR	อ.โพทะเล	30
โรงสีเพชรารวรรณ	อ.โพทะเล	15
ท่าข้าวภคินันท์	อ.โพทะเล	5
ท่าข้าวโพทะเล	อ.โพทะเล	7
โรงสีพงษ์อนุกุลบุตร	อ.โพทะเล	12
รวม	337 ไร่	
	80,880 ลบ.ม.	

* ข้อมูลจากการสำรวจด้วยการสอบถามหน่วยงานเมื่อมิถุนายน 2546

6. ความเสียหายของพื้นคอนกรีตสำหรับ ลานตากพืชผล

ความเสียหายของพื้นคอนกรีตสามารถแบ่งตามจุดที่เกิดความเสียหาย ออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ความเสียหายที่เกิดกับผิวคอนกรีต
2. ความเสียหายที่เกิดกับโครงสร้างคอนกรีต

6.1) ความเสียหายที่เกิดกับผิวคอนกรีต

6.1.1 การเป็นหน้าข้าวตั้ง (Scaling)

สังเกตได้จากผิวของแผ่นคอนกรีตปรากฏเนื้อปูนซีเมนต์กร่อนหายไปจนมีหินโผล่ลอยหน้าอยู่ทั่วไป เกิดจากส่วนผสมของคอนกรีตเหลวเกินไป หินผสมคอนกรีตสกปรกทำให้ดินทรายลอยขึ้นบนผิวหน้าในระหว่างเทแต่งผิวหน้าคอนกรีต ลักษณะเช่นนี้ตัวโครงสร้างของคอนกรีตอาจจะยังแข็งแรงทนทานพอใช้งานได้แต่ผิวหน้าจะไม่เรียบทำให้การใช้งานไม่ดีเท่าที่ควร



รูปที่ 1 การเป็นหน้าข้าวตั้ง (Scaling)

6.1.2 การแตกกะเทาะ (Spalling)

บริเวณผิวหน้าของคอนกรีตหลุดร่อนออกมาเป็นแผ่น ส่วนใหญ่เกิดกับพื้นคอนกรีตที่มีการตกแต่งผิวคอนกรีตโดยการขัดมันซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ผงโรยที่ผิวหน้า หากช่วงเวลาในการตกแต่งผิวหน้าเกินไปก็อาจทำให้บริเวณผิวหน้าไม่เชื่อมติดกับโครงสร้างพื้นคอนกรีตด้านล่างและหลุดร่อนออกมาเป็นแผ่นในภายหลัง นอกจากนี้ยังอาจเกิดจากการนำปูนซีเมนต์ผงที่เก็บไว้นานจนเกินไปมาใช้ในการโรยผิวหน้า



รูปที่ 2 การแตกกะเทาะ (Spalling)



รูปที่ 3 การแตกกะเทาะ (Spalling)



รูปที่ 4 การแตกกะเทาะ (Spalling)

6.2) ความเสียหายที่เกิดกับโครงสร้างคอนกรีต

6.2.1 รอยแตกเนื่องจากการหดตัว (Shrinkage crack)

เกิดจากแผ่นคอนกรีตหดตัวในระหว่างบ่มคอนกรีต สังกัดได้ง่ายจากรอยแตกจะเกิดเป็นเส้นสั้นๆ และไม่เป็นระเบียบทั้งตามขวางและตามยาวของแนวทาง

รอยแตกกว้างเนื่องจากการหดตัวสามารถแบ่งออกได้ช่วงระยะเวลาที่เกิดเป็น 2 ลักษณะ คือ

6.2.2 รอยแตกกว้างแบบพลาสติก (Plastic Shrinkage Crack)

● กลไกของการเกิดรอยแตกกว้าง

รอยแตกกว้างชนิดนี้เกิดจากการที่คอนกรีตสูญเสียความชื้นไปสู่สิ่งแวดล้อมโดยการระเหยของน้ำบริเวณผิวของคอนกรีตที่สัมผัสกับอากาศ ในช่วงหลังจากที่เทคอนกรีตเสร็จแล้ว จนถึงช่วงที่คอนกรีตเริ่มก่อตัว ซึ่งคอนกรีตในช่วงเวลานี้เรียกว่าคอนกรีตในช่วงพลาสติก (Concrete in Plastic State)

การสูญเสียความชื้นของคอนกรีตบริเวณผิวของคอนกรีตที่สัมผัสกับอากาศ จะทำให้อช่องว่างคะปิลลารี (Capillary Pores) บริเวณผิวที่สัมผัสอากาศสูญเสียความชื้นไป เกิดแรงดึงแบบคะปิลลารี (Capillary Tension) ขึ้นพร้อมๆ กับการลดปริมาตรของคอนกรีตบริเวณที่แห้ง เมื่อแรงดึงนี้มีค่ามากกว่ากำลังรับแรงดึงของคอนกรีตในช่วงพลาสติกซึ่งมีค่าต่ำมาก รอยแตกกว้างก็จะเกิดขึ้น สาเหตุและกลไกของการหดตัวแบบพลาสติก และการแตกกว้างที่เกิดจากการหดตัวแบบพลาสติก จะมีความคล้ายคลึงกับการหดตัวแบบแห้ง (Drying Shrinkage) และการแตกกว้างที่เกิดจากการหดตัวแบบแห้ง (Drying Shrinkage Crack) เพียงแต่การหดตัวแบบแห้ง จะหมายถึงการหดตัวที่เกิดขึ้นหลังจากที่คอนกรีตแข็งตัวแล้ว การหดตัวแบบพลาสติกจะรุนแรงในสภาพอากาศร้อน ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำและลมแรง การแตกกว้างเนื่องจากการหดตัวแบบพลาสติกนี้มักจะเกิดขึ้นรอบ ๆ มวลรวม (ในซีเมนต์เพสต์) รูปแบบการแตกกว้างเนื่องจากการหดตัวแบบพลาสติกมักจะเป็นแนวขนานกัน มีความยาวประมาณ 0.1 ถึง 1 เมตร และมีความลึก 25 ถึง 50 มิลลิเมตร จากผลการศึกษาพบว่า การแตกกว้างเองจากการหดตัวแบบพลาสติกจะเกิดขึ้นถ้าอัตราการระเหยมีค่ามากกว่า 1 กก./ตร.ม./ชั่วโมง โดยประมาณ

- **บริเวณที่มักจะเกิดการแตกร้าวที่เกิดการหดตัวแบบพลาสติก**

ผิวบนของโครงสร้างคอนกรีตที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศมาก เช่น ผิวถนน ผิวของพื้นอาคารคอนกรีต เป็นต้น

- **ช่วงเวลาที่เกิดการหดตัวแบบพลาสติก**
ช่วงตั้งแต่หลังจากเทคอนกรีตเสร็จจนถึงช่วงการก่อตัวสุดท้ายของคอนกรีต

- **ข้อเสนอแนะและวิธีการป้องกัน**

1. ป้องกันการระเหยของน้ำจากผิวคอนกรีต เช่น ใช้พลาสติกหรือกระสอบเปียกน้ำคลุมผิวคอนกรีตหลังจากเทคอนกรีตเสร็จแล้ว
2. ไม่ออกแบบส่วนผสมคอนกรีตให้มีปริมาณเพสต์มากเกินไป
3. คอนกรีตที่มีการเฝ้บ้งมักจะเป็นผลดีในการป้องกันรอยแตกร้าวชนิดนี้ แต่อย่างไรก็ตามไม่ควรให้มีการเฝ้บมากเกินไป เนื่องจากถือว่าการเฝ้บเป็นการแยกตัวชนิดหนึ่งของคอนกรีตที่จะทำให้เนื้อคอนกรีตมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ ดังนั้น ถ้าสามารถป้องกันการระเหยของน้ำจากผิวคอนกรีตได้ ก็ไม่ควรออกแบบให้คอนกรีตมีการเฝ้บ
4. ถ้าเกิดรอยแตกร้าวขึ้นในช่วงก่อนที่คอนกรีตก่อตัว ก็สามารถตกแต่งผิวคอนกรีตใหม่ได้ เพื่อกำจัดรอยแตกร้าวนั้น

6.2.3 การหดตัวแบบแห้ง (Drying Shrinkage)

การหดตัวแบบแห้งเกิดจากการที่คอนกรีตอยู่ในภาวะอากาศที่มีความชื้นต่ำ ทำให้คอนกรีตบริเวณผิวที่สัมผัสกับอากาศสูญเสียน้ำ และเกิดการหดตัว โดยที่การหดตัวที่เกิดขึ้นนั้น บางส่วนไม่อาจกลับคืนสู่สภาพเดิมได้แม้ว่าจะทำให้คอนกรีตเปียกชื้นขึ้นมาใหม่

- **กลไกของการเกิดการแตกร้าว**

การหดตัวแบบแห้งและการแตกร้าวเนื่องจากการหดตัวแบบแห้ง มีกลไกการเกิด

เช่นเดียวกับการเกิดรอยแตกแบบพลาสติก นั่นคือในคอนกรีตบริเวณที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศ มีความชื้นต่ำกว่าความชื้นในช่องว่างคัปิลลารี (Capillary Pores) มาก เนื่องจากสูญเสียน้ำอิสระ (Free Water) ไปสู่อากาศได้ด้วยการระเหย ทำให้เกิดแรงดึงขึ้นในช่องว่างคัปิลลารี ประกอบกับปริมาตรของคอนกรีตลดลง หรือหดตัวลงจากการสูญเสียน้ำ ถ้าการหดตัวนี้ถูกยึดรั้ง ไม่ว่าจะด้วยโครงสร้างที่อยู่รอบข้างหรือด้วยเนื้อคอนกรีตภายในที่ไม่มีการสูญเสียความชื้น รอยแตกร้าวก็อาจเกิดขึ้นได้ถ้าการยึดรั้งนี้ก่อให้เกิดหน่วยแรงยึดรั้งที่มีค่าสูงกว่ากำลังแรงดึงของคอนกรีตในขณะนั้น การแตกร้าวที่เกิดจากการหดตัวแบบแห้งจะแตกต่างกับการแตกร้าวแบบพลาสติกตรงที่ช่วงเวลาการเกิดการแตกร้าวแบบพลาสติก จะเกิดในช่วงที่คอนกรีตอยู่ในช่วงพลาสติก และสามารถแก้ไขได้ง่ายโดยการตกแต่งผิวคอนกรีตก่อนที่คอนกรีตจะแข็งตัว ส่วนการแตกร้าวที่เกิดจากการหดตัวแบบแห้งจะเกิดหลังจากที่คอนกรีตแข็งตัวแล้ว ซึ่งไม่สามารถจะตกแต่งผิวใหม่ได้แล้ว

- **ปัจจัยที่มีผลต่อการหดตัวแบบแห้ง**

เนื่องจากการหดตัวแบบแห้งเกิดจากการสูญเสียน้ำออกจากคอนกรีตไปสู่บรรยากาศแวดล้อม ดังนั้นปัจจัยทั้งภายในและภายนอกที่มีผลต่อการสูญเสียความชื้นออกจากคอนกรีต จึงมีผลต่อการหดตัวแบบแห้งทั้งสิ้น ปัจจัยดังกล่าวมีดังต่อไปนี้

1. ปริมาณน้ำต่อลูกบาศก์เมตรของคอนกรีต คอนกรีตที่มีปริมาณน้ำต่อลูกบาศก์เมตรของคอนกรีตมาก จะมีปริมาณน้ำอิสระ (Free Water) มาก น้ำอิสระเป็นน้ำที่สามารถจะระเหยออกจากคอนกรีตได้
2. อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ คอนกรีตที่มีอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์สูง จะทำให้มีช่องว่างคัปิลลารี (Capillary Pores) มาก ปริมาณน้ำอิสระก็จะมากด้วย การ

ที่คอนกรีตมีช่องว่างกะปิลลารีมาก จะทำให้น้ำระเหยออกจากคอนกรีต ได้สะดวก

3. ปริมาณมวลรวม โดยปกติแล้วการหดตัวจะเกิดในซีเมนต์เพสต์ ดังนั้นคอนกรีตที่มีปริมาณซีเมนต์เพสต์น้อยหรือ อีกนัยหนึ่งมีปริมาณมวลรวมมาก ก็จะทำให้เกิดการหดตัวน้อยลงด้วย
4. ชนิดและคุณภาพของมวลรวม เนื่องจากมวลรวมมักจะเป็นส่วนที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของปริมาตร ดังนั้นมวลรวมจึงมีคุณสมบัติที่จะช่วยต่อต้านการหดตัวในคอนกรีตได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามวลรวมมีโมดูลัสของความยืดหยุ่นสูง การแตะกันของมวลรวมเป็นกลไกที่สำคัญอันหนึ่งของการต้านทานการหดตัวซึ่งเกิดจากซีเมนต์เพสต์ได้ มวลรวมที่มีการดูดซึมน้ำมาก ก็มักจะก่อให้เกิดการหดตัวแบบแห้งในคอนกรีตมากตามไปด้วย ตัวอย่างมวลรวมที่มีการดูดซึมน้ำมาก เช่น มวลรวมเบา (Light Weight Aggregate) เป็นต้น ซึ่งปกติแล้วมวลรวมที่มีค่าการดูดซึมน้ำสูงก็มักจะมีค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นต่ำด้วย ทำให้แรงต้านทานการหดตัวต่ำตามไปด้วย ขนาดละเอียดของมวลรวมที่ดี ก็จะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้การหดตัวของคอนกรีตลดลงเนื่องจากจะทำให้คอนกรีตต้องการปริมาณซีเมนต์เพสต์น้อยลง
5. ชนิดและปริมาณของวัสดุผสม การใช้สารปอซโซลาน หรือวัสดุผลบางชนิด ก็มีผลต่อการหดตัวของคอนกรีต เช่น ถ้าลอยสามารถช่วยลดการหดตัวแบบแห้งได้ เนื่องจากช่วยลดความต้องการน้ำของคอนกรีต และถ้าลอยบางชนิดก็ยังมีคุณสมบัติช่วยให้คอนกรีต

ขยายตัวเล็กน้อย ทำให้ลดเคຍการหดตัวได้บางส่วน การใช้ผงซิลิกาฟูมก็สามารถช่วยลดการหดตัวแบบแห้งได้เนื่องจากช่วยเพิ่มความแน่นให้กับคอนกรีตการใช้ผงฝุ่นหินก็อาจสามารถช่วยลดการหดตัวแบบแห้งด้วยเช่นกัน ถ้าการใช้นั้นไม่เป็นการเพิ่มปริมาณปูนซีเมนต์ต่อลูกบาศก์เมตรของคอนกรีต เป็นต้น

6. อุณหภูมิและความชื้นของสิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะทำให้คอนกรีตสูญเสียน้ำได้เร็วขึ้น จึงทำให้เกิดการหดตัวแบบแห้งมากขึ้น
7. มิติและรูปร่างลักษณะของโครงสร้างคอนกรีต โครงสร้างที่มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมากก็จะสูญเสียความชื้นได้เร็ว จึงทำให้เกิดรอยแตกร้าวเนื่องจากการหดตัวแบบแห้งได้ง่าย

- บริเวณที่มักเกิดรอยแตกร้าวเนื่องจากการหดตัวแบบแห้ง

การหดตัวแบบแห้งมักจะเกิดขึ้นให้เห็นตรงบริเวณผิวคอนกรีตที่สัมผัสอากาศ บางครั้งถ้าเป็นผนังบางก็อาจมีรอยแตกเข้าไปถึงพื้นผิวอีกด้านหนึ่งได้ ในกรณีของผิวถนนก็มักจะเห็นรอยแตกตามขวางหรือตามยาว รอยแตกตามมุมช่องเปิดของหน้าต่างหรือประตูก็เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งของบริเวณที่มักเกิดรอยแตกร้าวเนื่องจากการหดตัวแบบแห้ง

- ช่วงเวลาที่เกิดรอยแตกร้าวเนื่องจากการหดตัวแบบแห้ง

ช่วงเวลาที่เกิดรอยแตกร้าวเนื่องจากการหดตัวแบบแห้งมักจะเป็นช่วงเวลาหลังจากเสร็จสิ้นการบ่มเป็นต้นไป รอยแตกร้าวนี้อาจจะเพิ่มขึ้นไปได้เรื่อย ๆ แม้แต่อายุคอนกรีตจะมากจนเป็นปีแล้วก็

ตาม แต่ส่วนใหญ่แล้วมักจะเริ่มเกิดให้เห็นในช่วง 2-3 เดือนแรกหลังจากสิ้นสุดการบ่ม

- วิธีป้องกันการเกิดรอยแตกร้าว
เนื่องจากการหดตัวแบบแห้ง

การป้องกันการเกิดการแตกร้าวเนื่องจากการหดตัวแบบแห้งอาจทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

1. การใส่เหล็กเสริมเพิ่มเพื่อช่วยรับแรงดึงที่เกิดขึ้นเนื่องจากการหดตัว
2. การออกแบบให้คอนกรีตมีการหดตัวแบบแห้งต่ำ ซึ่งอาจทำได้ดังนี้
 - 2.1) ลดปริมาณน้ำต่อลูกบาศก์เมตร และอัตราส่วนปริมาณน้ำต่อปูนซีเมนต์ของคอนกรีตซึ่งอาจใช้น้ำยาลดน้ำช่วย
 - 2.2) ไม่ออกแบบให้คอนกรีตมีปริมาณเพสต์มากเกินไปจนความจำเป็น
 - 2.3) ใช้สารผสมบางชนิดช่วย เช่น ถั่วลอถอย ซิลิกาฟูม ผงฝุ่นหิน ซึ่งการเลือกวัสดุเหล่านี้ต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติด้านอื่นที่ต้องการของคอนกรีต และความเหมาะสมในเรื่องราคาประกอบกันด้วย
 - 2.4) ใช้สารช่วยในการขยายตัว (Expansive Agent)
 - 2.5) ใช้มวลรวมที่มีการดูดซึมน้ำน้อยและมีขนาดคละที่ดี
3. บ่มคอนกรีตให้นานเพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคอนกรีตที่มีการใช้สารปอซโซลานในปริมาณมาก ยิ่งบ่มคอนกรีตนาน การหดตัวแบบแห้งของคอนกรีตก็จะยิ่งต่ำลง
4. การทาสี ปูกระเบื้อง หรือ เคลือบผิวคอนกรีตด้วยวัสดุต่าง ๆ ก็จะช่วยให้การหดตัวแบบแห้งลดลงหรืออาจไม่เกิดขึ้นเลยก็ได้

6.2.4 รอยแตกร้าวเนื่องจากการเหล็กเดือยฝังยึดแน่น (Frozen Dowel Bars)

เหล็กเดือยไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ขณะแผ่นคอนกรีตหดตัวและขยายตัวเนื่องจากปลายด้านหนึ่งขาดการเคลือบหล่อลื่นให้ดีพอ เป็นสาเหตุให้เกิดรอยแตกตามขวางในบริเวณรอยต่อ (Joint) ซึ่งยังผลให้ผิวทางแตกเสียหายมากขึ้นอีกเพราะกำลังในการถ่ายน้ำหนักของเหล็กเดือยหมดไป

6.2.5 รอยแตกร้าวเนื่องจากการห่อตัว (Warping crack)

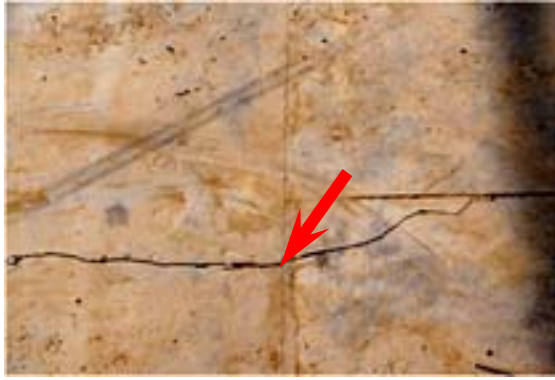
ในแผ่นคอนกรีตที่เป็นแผ่นเดือยโดยไม่มีแนวรอยต่อตามยาว จะเกิดการแตกร้าวเนื่องจากการห่อตัวของแผ่นคอนกรีต เพราะอุณหภูมิสูงในเวลากลางวัน และต่ำในเวลากลางคืน แรงห่อตัวเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิจะเกิดสูงสุดในบริเวณกลางแผ่นคอนกรีต รอยแตกร้าวประเภทนี้ไม่ก่อให้เกิดผลเสียหายมากนัก ถ้าแผ่นคอนกรีตมีเหล็กเสริมกันแตกร้าว (Temperature Steel) รอยแตกร้าวนี้เกิดปรากฏให้เห็นทั้งตามแนวขวางและตามแนวยาวของทาง

6.2.6 รอยแตกร้าวเนื่องจากการหดตัวเมื่ออุณหภูมิต่ำ (Contraction crack)

เกิดในแผ่นคอนกรีตที่มีความยาวมาก ๆ โดยเฉพาะพื้นคอนกรีตที่ไม่เสริมเหล็กกัน แตกร้าวจะเห็นรอยแตกตามขวางของทาง เมื่อผิวทางแตกร้าวแล้วก็จะไม่มีการถ่ายน้ำหนักไปให้แผ่นคอนกรีตต่างแผ่นกัน ทำให้เกิดการแตกร้าวเพิ่มขึ้นในแผ่นคอนกรีตอีกเป็นช่วง ๆ



รูปที่ 5 รอยแตกร้าวในแนวขวาง (Transverse crack)



รูปที่ 6 รอยแตกกว้างในแนวขวาง (Transverse crack)



รูปที่ 7 รอยแตกกว้างในแนวขวาง (Transverse crack)



รูปที่ 8 รอยแตกกว้างในแนวขวาง (Transverse crack)



รูปที่ 9 รอยแตกกว้างในแนวขวาง (Transverse crack)

6.2.7 การอัดทะลัก (Pumping and blowing)

การอัดทะลักเกิดตรงบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีต (Joint) โดยเฉพาะรอยต่อเพื่อขยายตัว น้ำฝนที่ซึมผ่านช่องรอยต่อลงไปขังอยู่ใต้แผ่นคอนกรีต โดยที่ไม่สามารถไหลออกไปพ้นจากใต้แผ่นคอนกรีต เมื่อมีน้ำหนักล้นมาทับน้ำที่อยู่ใต้แผ่นคอนกรีตก็ทะลักย้อนกลับมาเหนือแผ่นคอนกรีต ขณะเดียวกันก็ละลายนำเม็ดดินละเอียดตามขึ้นมาด้วยจนเกิดช่องว่างและแผ่นคอนกรีตทรุดแตกในที่สุด ในทำนองเดียวกันการเกิด blowing จะปรากฏบริเวณขอบของผิวทางใกล้ไหล่ทาง



รูปที่ 10 รอยแตกกว้างตามมุม (Corner crack)

6.2.8 ผิวทางคอนกรีตแตกเนื่องจากโครงสร้างไม่แข็งแรง (Structural Breaking)

แผ่นคอนกรีตเมื่อเกิดการล้าเพราะมีน้ำหนักบรรทุกสูงบดทับบ่อยครั้ง จะแตกบริเวณมุม หรือแตกตามขวางและบางครั้งก็แตกตามยาว การแตกของผิวทางในลักษณะนี้พิสูจน์หรือหาสาเหตุได้ค่อนข้างลำบาก นอกจากจะต้องรู้ถึงสภาวะดินรองรับ พื้นคุณภาพและความแข็งแรงของคอนกรีต สภาวะดินฟ้าอากาศ โดยปกติแล้วถ้ารอยแตกเกิดใกล้บริเวณรอยต่อจะมีผลเนื่องมาจากโครงสร้างด้านล่างไม่แข็งแรงแต่ถ้ารอยแตกเกิดบริเวณมุมอาจเนื่องมาจากการห่อตัวของแผ่นคอนกรีตเพราะอุณหภูมิจากแสงแดด และอาจเกิดการแตกร้าวจากการสร้างพื้นบนทรายละเอียดและเกิดการทรุดตัวเมื่อรับน้ำหนักสูงมากจนเกิด Overstress ในผิวทางและแตกร้าวในที่สุด

6.2.9 พื้นคอนกรีตโก่งแตกเพราะการขยายตัว (Blowups)

ปัจจุบันพื้นคอนกรีตส่วนมากจะไม่ออกแบบให้มีรอยต่อเพื่อขยายตัวเพราะเป็นจุดอ่อนที่ทำให้เกิดการอัดทะลักได้ง่าย จึงออกแบบเฉพาะรอยต่อเพื่อการหดตัวซึ่งมีช่องว่างพอที่จะช่วยให้มีการขยายตัวของพื้นคอนกรีตได้ ในบางครั้งขณะที่พื้นคอนกรีตหดตัวและขยายตัวเกิดการติดขัดเพราะมีเศษหินและทรายหลุดเข้าไปติดอยู่ในช่องว่างระหว่างรอยต่อทำให้แผ่นคอนกรีตดันตัวลอยสูงขึ้นในช่วง เพราะการขยายตัวและแตกหักในที่สุดเมื่อมีน้ำหนักกดทับ วิธีป้องกันต้องคอยดูแลซีลรอยต่อมิให้หลุดร่อน

6.2.10 การเคลื่อนตัวในชั้นใต้ดินลึก (Deep-Foundation Movement)

เกิดลักษณะเช่นเดียวกับพื้นลาดยางตรงบริเวณที่พื้นดินอ่อนมาก พื้นดินเป็นประเภท Organic silt เกิดการทรุดตัวเมื่อเปิดใช้งานพื้นคอนกรีต ดินบริเวณใกล้เคียงจะบวมปูดขึ้นมาให้เห็นห่างจากริมพื้นคอนกรีต 20-30 เมตร และจุดที่พื้นเริ่มทรุดตัวปรากฏรอยแตกให้เห็นบนผิวทาง



รูปที่ 11 รอยแตกกว้างในแนวยาว (Longitudinal crack)

6.2.11 รอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีตทรุดตัว (Faulted or Depressed Joints)

พื้นคอนกรีตที่ไม่มีเหล็กเดือยหรือลึนรางช่วยในการถ่ายน้ำหนักระหว่างแผ่นคอนกรีตจะเกิดการทรุดตัวเกือบทุกช่วงต่อและขณะเดียวกันก็อาจเกิดการอัดทะลักด้วย ผลเสียที่เกิดขึ้นทำให้

การใช้งานพื้นเกิดการสะดุดตลอดเวลา การแก้ไขควรใช้วิธีอัดซีเมนต์เหลวเข้าไปใต้บริเวณที่ทรุด (Mud Jack)



รูปที่ 12 รอยแตกกว้างเนื่องจากทรุดตัวไม่เท่ากัน (Differentiate settlement crack)

6.2.12 การบดทับของล้อเฉพาะแนว (Channelized Traffic)

บริเวณที่ได้รับการบดทับบ่อยที่สุดเดิมอยู่เป็นส่วนใหญ่ จะทำให้บริเวณดังกล่าวแตกกว้างได้ เพราะน้ำหนักกดทับมีปริมาณและจำนวนครั้งเกินกว่าที่ออกแบบไว้มาก

7. ความรู้เกี่ยวกับพื้นคอนกรีต

7.1) พื้นคอนกรีต (Concrete pavement)

พื้นคอนกรีตออกแบบให้วางบนพื้นดินที่บดอัดแน่น (Slab on ground) อาจมีผลดีในด้านประหยัดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างแต่จะต้องยอมรับว่าพื้นดังกล่าวนี้จะต้องมีการทรุดตัว (Settlement) พื้นคอนกรีต (Concrete pavement) เป็นพื้นแบบแข็ง (Rigid pavement) ทำด้วยคอนกรีตวางอยู่บนพื้นดินเดิมหรือชั้นรองพื้น (Sub-base) เนื่องจากพื้นคอนกรีตมีความแข็งแรงทำให้มันสามารถกระจายน้ำหนักลงสู่ดินได้เป็นบริเวณกว้าง ความสามารถในการรับน้ำหนัก (Load-carrying capacity) ขึ้นอยู่กับตัวแผ่นพื้นคอนกรีตเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นปัจจัยสำคัญของความแข็งแรงของพื้นคอนกรีตก็คือกำลังของคอนกรีตเอง การเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยของดินเดิมหรือรองพื้นจะมีผลต่อความสามารถในการรับน้ำหนักของพื้นคอนกรีตน้อยมาก

7.2) โครงสร้างของพื้นคอนกรีต

7.2.1 พื้นผิวคอนกรีต (Concrete surface pavement)

พื้นผิวคอนกรีต ทำหน้าที่รับน้ำหนักแล้วถ่ายลงสู่ชั้นรองพื้นและดินเดิม คุณสมบัติของหินและทรายที่ใช้ผสมคอนกรีตต้องมีความแข็งแรง ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศซึ่งเปลี่ยนแปลงตลอดปี การควบคุมคุณสมบัติของคอนกรีตในระหว่างก่อสร้างจึงมีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง

หน้าที่ของพื้นผิวคอนกรีต (Function of pavement)

1. รับน้ำหนักแล้วถ่ายลงสู่ชั้นรองพื้นและดินเดิม
2. ป้องกันการสึกกร่อน (Abrasion) ของชั้นรองพื้น
3. ป้องกันการขรุขระเนื่องจากแรงเฉือน (Shear failure) ในชั้นรองพื้น
4. ป้องกันความชื้นหรือน้ำซึมลงไปทำลายโครงสร้างของพื้น
5. ป้องกันไม่ให้เกิดการอัดทะลัก (Pumping Action)

7.2.2. ชั้นทราย

การใส่ชั้นทรายแทรกเข้าไประหว่างแผ่นพื้นคอนกรีตกับชั้นรองพื้นมีวัตถุประสงค์ดังนี้ คือ

1. เพื่อปรับผิวที่รองรับแผ่นพื้นให้เรียบ ให้แผ่นพื้นได้รับการรองรับเต็มสม่ำเสมอ การที่ชั้นรองพื้นเป็นหลุมบ่อจะทำให้ลักษณะการรองรับเสียไป
2. ช่วยควบคุมการหดตัวและพองตัวของดินเดิม
3. ทำหน้าที่เป็นชั้นระบายน้ำใต้พื้นซึ่งจะช่วยลดการเกิด Pumping

7.2.3. ชั้นรองพื้น (Subbase)

ชั้นรองพื้นในพื้นคอนกรีตมีประโยชน์ในการ

1. เพิ่มความแข็งแรงให้แก่ดินเดิม
2. ป้องกันความเสียหายของถนนเนื่องจากการอัดทะลัก (Pumping Action)
3. ระบายน้ำใต้พื้นคอนกรีต
4. ควบคุมการบวมตัวและหดตัวของชั้นดินเดิม ป้องกันไม่ให้เกิดการแตกร้าวในผิวทาง
5. ยกกระดานของพื้นผิวคอนกรีตให้สูงพื้นระดับน้ำท่วม

ถ้าหากในพื้นที่ที่สามารถหาทรายถมได้ในราคาไม่แพง สามารถนำทรายถมมาใช้เป็นชั้นรองพื้น เนื่องจากการบดอัดกระทำได้ง่ายและสะดวก ข้อสำคัญจะต้องป้องกันมิให้เกิดการไหลของทรายออกจากบริเวณที่เป็นโครงสร้างของพื้นเพราะทรายจะสามารถบดอัดได้แน่นและรับน้ำหนักได้ดีเมื่ออยู่ในลักษณะจำกัดไม่ให้เกิดเคลื่อนที่หรือไหลไปไหน

เมื่อพื้นคอนกรีตเปิดใช้งานจะมี Stress เกิดขึ้นในแผ่นพื้น เนื่องจากสาเหตุ 4 ประการ คือ

- ก. น้ำหนักบรรทุก
- ข. อุณหภูมิของแผ่นพื้นคอนกรีต
- ค. ความชื้นในแผ่นพื้นคอนกรีต
- ง. การขยายตัวและการบวมตัวของดินเดิม

Stress เนื่องจากความชื้นในแผ่นพื้นคอนกรีต และจากการขยายตัวและการบวมตัวของดินเดิม

7.2.4. การเสริมเหล็กในแผ่นคอนกรีต

เหล็กที่เสริมในแผ่นคอนกรีตมิได้มีจุดประสงค์เพื่อรับแรงจากล้อยานพาหนะ แต่มีจุดประสงค์เพื่อ

- 1) ป้องกันการแตกร้าวในแผ่นคอนกรีต เนื่องจากอุณหภูมิและถ้าเกิดการแตกร้าว ก็ยังยึดรอยแตกร้าวมิให้แยกห่างออกจากกัน
- 2) ลดการแอ่นตัวของแผ่นคอนกรีต
- 3) ลดรอยต่อของแผ่นคอนกรีต
- 4) ยึดอายุการใช้งานของผิวทาง

บริเวณรอยต่อตามขวาง (Transverse Joint) จะเสริมเหล็กเดือย (Dowel Bar) เพื่อทำหน้าที่ถ่ายน้ำหนักจากล้อในระหว่างแผ่นคอนกรีตที่อยู่ติดกันตามที่กล่าวมาแล้วในเบื้องต้น แนวรอยต่อตามยาว (Longitudinal Joint) ต้องเสริมเหล็กยึด (Tie Bar) ด้วยเหล็กข้ออ้อย เพื่อยึดแผ่นคอนกรีตมิให้หลุดแยกออกจากกัน

● เหล็กเสริมเพื่อป้องกันการแตกร้าวเนื่องจากอุณหภูมิ (Temperature Steel)

ปริมาณเหล็กเสริมในแผ่นคอนกรีต เพื่อป้องกันการแตกร้าวคำนวณได้จาก

$$A_s = \frac{wlf}{2 f_s}$$

$$A_s = \frac{wLf}{f_s}$$

กำหนดให้

A_s = พื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริม, ตร.ซม./เมตร

w = น้ำหนักแผ่นคอนกรีต, กก./ตร.เมตร

f = สัมประสิทธิ์ความเสียหายระหว่างผิวทาง และพื้นที่ทางมีค่าประมาณ 1.5

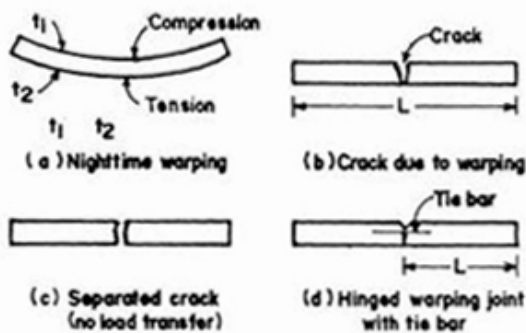
L = ความยาวของแผ่นคอนกรีต, เมตร

f_s = Allowable Steel Stress, กก./ตร.ซม.

การเสริมเหล็กเพื่อป้องกันการแตกร้าว จะต้องเสริมบริเวณใกล้ผิวบนต่ำกว่าผิวทางประมาณ 5 ซม. และเหล็กเสริมนี้จะไม่ต่อเนื่องไปยังแผ่นคอนกรีตใกล้เคียง แต่หยุดห่างจากรอยต่อของแต่ละแผ่น ประมาณ 7.5 ซม.

● **เหล็กยึดแผ่นคอนกรีต (Tie Bar)**

ใช้ยึดรอยต่อตามยาว (Longitudinal Joint) เหล็กยึดจะต้องเป็นเหล็กข้ออ้อย เพื่อทำหน้าที่ยึดแผ่นคอนกรีตตรงรอยต่อมิให้หลุดแยกจากกัน และขณะเดียวกัน การทำ Key Joint ก็ช่วยในการถ่ายน้ำหนักระหว่างแผ่นพื้นคอนกรีตใกล้เคียง



รูปที่ 13 การเกิดรอยแตกตามความยาวในแผ่นคอนกรีตเนื่องจากแผ่นคอนกรีตห่อตัว (a, b และ c) และหากมีการเสริมเหล็กยึดช่วยให้มี Grain interlock (d)

ปริมาณของเหล็กยึดคำนวณได้จากสูตร

หน้าที่ของ Tie Bar เป็นเพียงตัวยึดมิใช่เพื่อถ่ายน้ำหนักจึงใช้เหล็กขนาดเล็ก 12 มม. ระยะห่าง 75-90 ซม.

ความยาวของเหล็กยึด โดยปกติจะบวกความยาวเพิ่มอีก 7.5 ซม. สำหรับการวางเหล็กไม่ได้แนว (Misalignment) ขณะก่อสร้างคำนวณได้จาก

$$t = \frac{1 f_s d}{2 \mu} + 7.5$$

การกำหนดความยาวของเหล็กยึด กำหนดให้

- t = ความยาวของเหล็กยึด, ซม.
- d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็ก, ซม.
- ΣO = เส้นรอบวงของเหล็กยึด, ซม.

● **เหล็กเดือย (Dowel Bar)**

ทำหน้าที่ถ่ายน้ำหนักระหว่างแผ่นคอนกรีต ใช้กับรอยต่อตามขวาง เช่น รอยต่อก่อสร้าง รอยต่อเพื่อการหดตัว และรอยต่อเพื่อขยายตัว

7.2.5. รอยต่อในแผ่นคอนกรีต

แบ่งลักษณะรอยต่อตามจุดประสงค์การใช้งาน ดังนี้

● **รอยต่อเพื่อการหดตัว (Contraction Joint)**

เป็นรอยต่อที่ตัดเจาะแบ่งแผ่นคอนกรีต หลังจากคอนกรีตแข็งตัวแล้วด้วยเลื่อยตัดคอนกรีตหรือฝูกลูกกลิ้งไป 1/4 ของความหนาแผ่นคอนกรีต ขณะคอนกรีตยังไม่แข็งตัว ระยะห่างของรอยต่อประมาณ 6.0-8.0 เมตร ตามปกติแล้วแผ่นคอนกรีตผิบนใหญ่มักมีรอยแตกเนื่องจากการหดตัวและขยายตัว เพื่อเป็นการบังคับให้แผ่นคอนกรีตแตกอย่างเป็นระเบียบดูสวยงาม จึงตัดเจาะรอยต่อไว้เฉพาะผิวบน เมื่อใช้งานไปแล้วรอยแตกก็จะแตกจนไปถึงผิวล่างตรงรอยต่อจะต้องอุดยาแนวด้วย Sealing Compound เพื่อป้องกันมิให้น้ำซึมลงไปทำลาย

โครงสร้างของพื้นทางข้างใต้ และรอยต่อนี้จะต้องมีเหล็กเดือย เพื่อทำหน้าที่ถ่ายน้ำหนักไปให้แผ่นคอนกรีตที่อยู่ติดกันช่วยรับน้ำหนัก เนื่องจากบริเวณรอยต่อจะมีการยึดหดตัวตลอดเวลา ครึ่งหนึ่งของเหล็กเดือยทุกเส้นจึงต้องทาด้วยวัสดุที่ไม่ทำให้มีการยึดเกาะกับเนื้อคอนกรีต เช่น ยางมะตอย สี ฯลฯ

- **รอยต่อก่อสร้าง (Construction Joint)**

เป็นรอยต่อที่ตัดแผ่นคอนกรีตแยกขาดจากกัน โดยการกันแบบเทคอนกรีต และมีเหล็กเดือยทำหน้าที่ถ่ายน้ำหนัก รอยต่อชนิดนี้ใช้กับบริเวณที่จำเป็นต้องหยุดเทคอนกรีตเมื่อสิ้นสุดเวลาทำงานในแต่ละวัน ในร่องรอยต่อก็จะต้องอุดยาแนวด้วย Sealing Compound ป้องกันน้ำซึมจากผิวทางลงไปข้างล่าง

- **รอยต่อเพื่อการขยายตัว. (Expansion Joint)**

เป็นรอยต่อที่ตัดแผ่นคอนกรีตแยกห่างจากกัน ระยะห่างประมาณ 3/4 นิ้ว ถ้าวันระยะห่างมากกว่านี้ จะมีปัญหาเรื่องอุดยาแนวหลุดล่อนได้ง่าย ช่องว่างระหว่างแผ่นคอนกรีตตอนล่าง จะต้องใส่แผ่นวัสดุที่ยืดหยุ่นและมีความทนทาน ซึ่งผลิตมาเพื่อใช้กับงานประเภทนี้โดยเฉพาะ ป้องกันมิให้มิก้อนหินตกแทรกเข้าไปอยู่ในร่องรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีต ช่วงตอนผิวบนอุดยาแนวด้วย Sealing Compound และมีเหล็กเดือยทำหน้าที่ถ่ายน้ำหนักปลายข้างหนึ่งของเหล็กเดือย นอกจากทาด้วยวัสดุป้องกันการยึดเกาะของคอนกรีตแล้ว จะต้องมีการมี Expansion Cap สวมไว้ด้วย เพื่อให้เหล็กเดือยเคลื่อนขยับตัวได้อย่างสะดวก ระยะห่างของรอยต่อประเภทนี้ยาวประมาณ 60-80 เมตร และบริเวณรอยต่อระหว่างพื้นคอนกรีตกับโครงสร้างอื่นของอาคาร เช่น คานคอดินก็ควรมีรอยต่อเพื่อการขยายตัว เนื่องจากรอยต่อเพื่อการขยายตัวนี้เป็นจุดอ่อน ต้องมีการดูแลบำรุงรักษาอย่างดีมิให้วัสดุอุดยาแนวหลุดล่อนเพื่อป้องกันมิให้น้ำซึมลงไปใต้ดินและเกิดการอัดทะลักของดิน หากไม่มีรอยต่อนี้ก็อาจจะเกิดผลเสียหายในผิวทางคอนกรีต เนื่องจาก Blowup

หรือพื้นคอนกรีตบางช่วงโก่งลอยขึ้นเนื่องจาก การขยายตัวของแผ่นคอนกรีต

ความกว้างของร่องรอยต่อตามขวางนี้คำนวณได้จากสูตร

$$Z = L(12)(\epsilon\Delta t + \delta)$$

กำหนดให้

L = ความยาวของแผ่นคอนกรีต, ฟุต

Z = ความกว้างของร่องรอยต่อ, นิ้ว

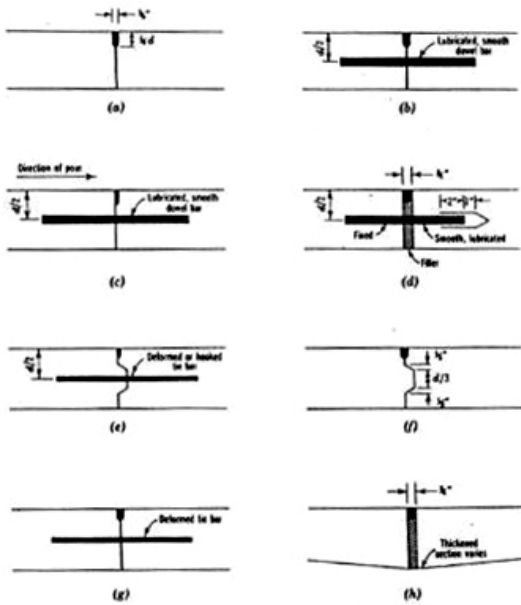
ϵ = สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงปริมาตรคอนกรีต เนื่องจากอุณหภูมิ, 5×10^{-5} นิ้ว/นิ้ว/°ฟ

δ = สัมประสิทธิ์การหดตัวคอนกรีต, 5×10^{-5} นิ้ว/นิ้ว

Δt = ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ, °ฟ

ถ้ารอยต่อกว้างไม่เกิน 1 มม. อาจไม่จำเป็นต้องมีเหล็กเดือย การถ่ายน้ำหนักอาศัย Grain interlock ก็พอเพียง

สำหรับรอยต่อที่จำเป็นต้องมีเหล็กเดือย ควรจะมีความกว้างไม่เกิน 6.25 มม. รอยต่อตามยาว (Hinge or Warping Joint) ระหว่างรอยต่อทำเป็น Key Joint เพื่อช่วยในการถ่ายน้ำหนักและมี Tie Bar ยึดรอยต่อมิให้แยกจากกัน



รูปที่ 14 รายละเอียดรอยต่อประเภทต่างๆ ของพื้นคอนกรีต (a),(b) รอยต่อเพื่อการหดตัว (Contraction joint) (c) รอยต่อก่อสร้าง (Construction joint) (d) รอยต่อเพื่อการขยายตัว (Expansion joint) (e),(f),(g) รอยต่อตามยาว (Longitudinal joint) (h) รอยต่อเพื่อการขยายตัวกรณีเพิ่มความหนาของขอบ (Thickened edge expansion joint)

8. การทำงานพื้นคอนกรีต

8.1 การลำเลียง

เมื่อผสมคอนกรีตเสร็จเรียบร้อย จำเป็นที่จะต้องทำการลำเลียงคอนกรีตจากเครื่องผสม หรือจากบริเวณที่ผสมไปยังบริเวณที่จะเทลงแบบ การลำเลียงที่ถูกต้องควรทำให้ลักษณะที่จะให้ได้คอนกรีตที่สม่ำเสมอ ไม่แยกตัวก่อนเทลงแบบ และต้องมีวิธีป้องกันคอนกรีตจากสภาพแวดล้อมที่จะมีผลเสีย เช่น ความร้อนและความชื้น เป็นต้น

การเลือกวิธีการลำเลียง ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

- ปริมาณและอัตราความเร็วในการเทคอนกรีต
- ขนาดและชนิดของงานก่อสร้าง
- ลักษณะภูมิประเทศ สถานที่ทำงาน เส้นทางในการขนส่ง

- ค่าใช้จ่าย อันได้แก่ ค่าแรงงาน ราคาค่าเครื่องจักร

วิธีการลำเลียงที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน มีดังนี้ การใช้รถเข็น รถดั้มพ์ รถคอนกรีตผสมเสร็จ สายพานและคอนกรีตปั๊ม

สำหรับการเทพื้นคอนกรีต โดยปกติแล้วที่ผสมคอนกรีตจะอยู่ในระดับเดียวกันหรือสูงกว่าบริเวณที่จะเทคอนกรีต

- 1) ที่ผสมคอนกรีตอยู่ในระดับเดียวกับบริเวณที่ต้องการจะเทคอนกรีต

1.1) โดยการใช้อุปกรณ์ เมื่อเข็นไปถึงที่ก่อสร้างแล้วก็จัดการเทลงไปในแบบได้เลย

1.2) โดยการใช้อุปกรณ์ผสมเสร็จซึ่งเหมาะกับงานก่อสร้างที่รถผสมคอนกรีตสามารถเข้าเทได้ถึงหน่วยงาน

- 2) ที่ผสมคอนกรีตอยู่ในระดับสูงกว่าบริเวณที่ต้องการจะเทคอนกรีต

ใช้รางลำเลียง อาจจะเป็นรางเหล็กหรือไม้ก็ได้ สิ่งที่ต้องระวังสำหรับการขนคอนกรีตด้วยวิธีนี้ก็คือ ส่วนผสมของคอนกรีตจะต้องไม่แห้งหรือเหลวเกินไปจะต้องเหลวพอดีที่จะไหลในรางได้ง่ายและไม่เกิดการแยกตัว และคอนกรีตสามารถที่จะไหลลงไปในที่ๆ ต้องการอย่างสม่ำเสมอได้

- 3) การใช้คอนกรีตปั๊ม

การลำเลียงในลักษณะนี้เหมาะกับงานขนาดใหญ่และต้องใช้ปริมาณของคอนกรีตเป็นจำนวนมาก และสถานที่ทำงานจำกัด โดยการต่อท่อส่ง ซึ่งท่อส่งนี้ออกจะเลี้ยวหรือโค้งได้ตามต้องการ สำหรับระยะทางที่จะปั๊มคอนกรีต จะขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องปั๊ม

8.2 การเทและการอัดแน่น

การเทและการอัดแน่นคอนกรีตที่ถูกต้องวิธี จะเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในขบวนการผลิตคอนกรีต อันรวมถึงตั้งแต่การชั่งตวงส่วนผสม การผสม การลำเลียงและการบ่มคอนกรีต ความสำเร็จของการเทและการอัดแน่นจะเกิดได้เฉพาะหน่วยงานก่อสร้างที่มีการวางแผน และการเตรียมงานที่ดีเท่านั้น เนื่องจากวิธีการทั้ง 2 ดำเนินไปพร้อมๆ กันและเป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นควรถือว่า การเทและการอัดแน่นเป็นขั้นตอน

เดียวเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามในที่นี่ เราจะแยกพิจารณาเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

- การเทคอนกรีต

วัตถุประสงค์หลักของการเทคอนกรีตคือ การนำคอนกรีตไปให้ใกล้จุดที่ต้องการจะเทมากที่สุด โดยต้องทำอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพเพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการแยกตัว และคอนกรีตสามารถถูกอัดแน่นได้อย่างเต็มที่

การลำเลียงคอนกรีตอาจทำได้หลายวิธีตั้งแต่การใช้รถเข็น Dumper รถผสมคอนกรีตหรือใช้ปั๊ม โดยต้องการเทให้ตรงจุดที่ต้องการมากที่สุดแต่ในหลายกรณีไม่สามารถทำได้ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ข้างต้น ข้อเสนอแนะเหล่านี้ควรระลึกไว้เสมอ

- หลีกเลี่ยงการใช้มือดันหรือใช้เครื่องจักรเขี่ยดันคอนกรีตให้เคลื่อนที่
- ควรเทคอนกรีตให้เป็นชั้นที่สม่ำเสมอ ไม่ใช้กองเป็นภูเขาหรือเป็นชั้นตามแนวเอียง
- ความหนาของการเทแต่ละชั้น ควรเหมาะสมกับวิธีการจี้เขี่ย เพื่อให้มั่นใจว่าฟองอากาศหนีออกจากด้านล่างของชั้นนั้น ๆ ได้
- อัตราการเทคอนกรีตลงแบบ และอัตราการเขี่ยเข้าแบบควรเท่ากัน
- โครงสร้างที่สามารถเห็นได้ชัดเจน เช่น เสา , กำแพงของสะพาน หรือทางยกระดับ ควรเทคอนกรีตเข้าแบบด้วยอัตราอย่างน้อย 2 เมตร/ชั่วโมง และหลีกเลี่ยงการล่าช้าอันจะทำให้เกิด Cold Joint

- การอัดแน่น

วัตถุประสงค์ของการอัดแน่นก็เพื่อที่จะไล่อากาศ (Entrapped Air) ออกจากส่วนผสมคอนกรีตให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และบังคับให้ส่วนผสมต่าง ๆ เข้าใกล้กัน เพื่อจะได้คอนกรีตที่แข็งตัวแล้วที่มีช่องว่างน้อยที่สุด

เหตุผลที่สำคัญในการที่จะต้องขจัดฟองอากาศออกไปจากคอนกรีต คือ

- 1) ช่องว่าง (Void) จะทำให้กำลังอัดของคอนกรีตลดลงโดยทุก ๆ 1% ของอากาศ (Entrapped Air) จะทำให้กำลังอัดลดลง 5-6%
- 2) ช่องว่างจะเพิ่มความสามารถซึมผ่านได้ของน้ำ (Permeability) ซึ่งส่งผลให้ความต้านทานลดลง
- 3) ช่องว่างที่อยู่ใต้เหล็กเสริมจะลดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเหล็กเสริมกับมอร์ต้า
- 4) ช่องว่างทำให้ผิวคอนกรีตดูไม่สวยงามหรืออาจก่อให้เกิดรูโพรง (Honeycombing)

สรุป คอนกรีตที่อัดแน่นอย่างสมบูรณ์จะมีเนื้อแน่น มีความแข็งแรงทนทานและป้องกันการซึมผ่านของน้ำสู่คอนกรีต ส่วนคอนกรีตที่อัดแน่นไม่ดีจะไม่แข็งแรง ไม่ทนทาน เกิดรูโพรง และมีความพรุนมาก

8.3 การบ่มคอนกรีต

การบ่ม (Curing) คือ วิธีการที่ช่วยให้ปฏิกิริยาไฮเดรชันของซีเมนต์ เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ซึ่งจะส่งผลให้การพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง วิธีการทำโดยให้น้ำแก่คอนกรีตหลังจากที่คอนกรีตแข็งตัวแล้ว

หน้าที่สำคัญของการบ่มคอนกรีต คือ ป้องกันการสูญเสียความชื้นจากเนื้อคอนกรีต cjt รักษาระดับอุณหภูมิให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม

สำหรับวัตถุประสงค์ที่สำคัญของการบ่มคอนกรีตคือ

- 1) เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีกำลังและความทนทาน
- 2) เพื่อป้องกันการแตกร้าวของคอนกรีต โดยรักษาระดับอุณหภูมิให้เหมาะสม และลดการระเหยของน้ำให้น้อยที่สุด

การบ่มอาจหมายถึงการควบคุมอุณหภูมิของคอนกรีตด้วยทั้งนี้เพราะอุณหภูมิที่สูงจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาไฮเดรชันให้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว อันทำให้คุณภาพของคอนกรีตเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะแรก อย่างไรก็ตามการเร่งนี้อาจก่อให้เกิดผลเสียต่อคุณสมบัติของคอนกรีตในระยะยาว

อิทธิพลของการบ่มต่อกำลังอัดของคอนกรีตซึ่งสรุปได้ดังนี้

- กำลังของคอนกรีตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงวันแรก ๆ ถ้าได้รับการบ่ม ซึ่งชี้ถึงความสำคัญของการบ่มในระยะแรก
- กำลังของคอนกรีตมีโอกาสมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ หลังอายุ 28 วัน โดยอัตราการเพิ่มของกำลังของข้าง แต่ก็ยังเพิ่มขึ้นตลอดเวลา หากได้รับการบ่มที่ดี
- หากขาดความชื้น กำลังคอนกรีตจะเพิ่มขึ้นช้าลง เพราะความชื้นที่เหลือน้อย แต่หลังจากนั้นกำลังจะไม่เพิ่มขึ้นอีก เช่นกำลังของคอนกรีตที่ได้รับการบ่ม 3 วัน จะมีกำลังเพียง 75-80% ของกำลังคอนกรีตที่บ่มขึ้นครบ 28 วัน

จะเห็นได้แล้วว่า เราควรบ่มคอนกรีต ให้นานที่สุดเท่าที่จะทำได้ นั่นคือ บ่มจนกว่าคอนกรีตมีกำลังสูงตามที่ต้องการ ในทางปฏิบัติมักไม่สามารถบ่มคอนกรีตได้นานนัก ทั้งนี้ก็เพราะข้อจำกัดในเรื่องกำหนดการก่อสร้างและค่าใช้จ่าย

การบ่มขึ้นถึง 7 วัน ทำให้เราสามารถได้กำลังของคอนกรีตสูงทัดเทียมกับกำลังคอนกรีตที่บ่มและทดสอบในสภาพขึ้นถึง 28 วัน ตามมาตรฐานอเมริกา แนะนำให้ใช้เวลาบ่มขึ้น 7 วัน สำหรับโครงสร้างคอนกรีตทั่วไป หรือเวลาที่จำเป็นเพื่อให้ได้กำลัง 70% ของกำลังอัดหรือกำลังดัดที่กำหนดแล้วแต่ว่าเวลาไหนน้อยกว่ากัน แต่สำหรับคอนกรีตที่มีปริมาณมาก ๆ เช่นฐานรากแผ่ขนาดใหญ่ เราจำเป็นต้องบ่มนานถึงอย่างน้อย 2 สัปดาห์

ในกรณีที่การบ่มต้องหยุดชะงักไประยะเวลาหนึ่งด้วยเหตุผลใดๆ ก็ตาม เมื่อคอนกรีตได้รับความชื้นปฏิกิริยาไฮเดรชันก็สามารถเกิดขึ้นต่อไป ทำให้กำลังของคอนกรีตสูงเพิ่มขึ้นไปอีก

กรรมวิธีการบ่มที่อุณหภูมิปกติ

สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ การเพิ่มความชื้นและวิธีป้องกันการเสียน้ำ

- การเพิ่มความชื้น โดยให้ความชื้นต่อผิวหน้าของคอนกรีตโดยตรงในระยะแรกที่คอนกรีตแข็งตัว วิธีนี้นอกจากจะเป็นวิธีบ่มที่ดีแล้ว ยังสามารถช่วยลดอุณหภูมิที่ผิวของคอนกรีตลงด้วยจึงเหมาะกับคอนกรีตที่เทในอากาศร้อน การบ่มแบบนี้ทำได้หลายวิธี รวมทั้งมีข้อดีข้อเสีย สามารถสรุปได้ดังตาราง

การตกแต่งผิวหน้าคอนกรีต

เพื่อให้ได้ผิวหน้าของคอนกรีตที่สวยงามและเป็นเนื้อเดียวกัน ควรเทคอนกรีตให้ต่อเนื่องกันด้วยคอนกรีตที่มีส่วนผสมเหมือนกัน ใช้วัสดุผสมคอนกรีตประเภทเดียวกันและใช้วิธีการเทคอนกรีตแบบเดียวกัน

ข้อแนะนำ

- การเทคอนกรีตโดยไม่ต่อเนื่องจะทำให้เกิดรอยต่อ ในกรณีที่จำเป็นต้องมีรอยต่อควรมีการวางแผนเพื่อให้รอยต่อนั้นเป็นเส้นตรงเพื่อความสวยงาม

การตกแต่งผิวหน้าคอนกรีตที่ไม่ได้มีการใช้แบบหล่อ

โดยปกติผิวหน้าคอนกรีตที่ไม่ได้มีการใช้แบบหล่อจะหมายถึงผิวหน้าของคอนกรีตในแนวราบ

หลังจากทำให้คอนกรีตแน่นและปาดผิวหน้าคอนกรีต เพื่อให้ได้ระดับและรูปร่างที่ต้องการแล้ว ควรรอให้น้ำที่เยิ้มออกจากคอนกรีตระเหยหรือถูกกำจัดหมดก่อนที่จะตกแต่งผิวหน้าคอนกรีต แต่ไม่ควรตกแต่งผิวมากหรือนานเกินไป

รอยแตกที่เกิดบนผิวที่ตกแต่งไปแล้ว สามารถจะกำจัดได้โดยการทำให้แน่นหรือตกแต่งอีกครั้งก่อนคอนกรีตเริ่มก่อตัว

ในกรณีที่ต้องการผิวหน้าคอนกรีตที่เรียบและแน่น สามารถทำได้โดยกดเกรียงลงบนผิวหน้าคอนกรีตที่ต้องการตกแต่งให้ทั่ว

ควรหลีกเลี่ยงงานตกแต่งผิวหน้าคอนกรีตในขณะที่ฝนตก

ข้อแนะนำ

- ถ้าไม่กำจัดน้ำที่เยิ้มขึ้นมาบนผิวหน้าของคอนกรีตก่อนการตกแต่งผิว จะทำให้เกิดรอยแตกเล็ก ๆ จำนวนมากบนผิวหน้าคอนกรีต หลังจากตกแต่งผิวหน้าคอนกรีตเสร็จแล้ว การที่ตกแต่งผิวมากหรือนานเกินไป จะทำให้ซีเมนต์เพสต์ขึ้นมาอยู่บนผิวหน้าเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะนำไปสู่การแตกร้าวบนผิวหน้าได้
- สาเหตุของรอยแตกก่อนการก่อตัวของคอนกรีต อาจเกิดจากการหดตัวแบบพลาสติก (Plastic shrinkage) หรือการทรุดตัว (settlement) ซึ่งในกรณีหลังจะทำให้เกิดรอยแตกบนผิวคอนกรีตตามแนวเหล็กเสริมได้

- การกดเครื่องลงบนผิวหน้าคอนกรีตให้ทั่ว เพื่อให้ได้ผิวหน้าคอนกรีตที่แน่นสามารถทำได้โดยรอให้ผิวหน้าคอนกรีตเริ่มมีความแข็งพอประมาณ การทดสอบอาจทำได้โดยใช้นิ้วมือกดดู ช่วงเวลาที่เหมาะสมจะเป็นช่วงที่เมื่อใช้นิ้วมือกดดูแล้วเริ่มไม่ปรากฏรอยนิ้วมือให้เห็นบนผิวหน้าของคอนกรีต
- ถ้าฝนตกลงบนคอนกรีตที่เพิ่งเสร็จใหม่ ๆ น้ำจะชะผิวคอนกรีตสดและทำให้มอร์ตาร์ที่ผิวหรือใกล้ๆ ผิวหน้ายกลงได้ ดังนั้น ควรหยุดงาน ตกแต่งผิวคอนกรีตจนกว่าฝนจะหยุดตก หรือถ้าจะตกแต่ผิวขณะฝนตกควรมีหลังคาป้องกันฝนที่ไต้ผลเต็มที่

การตกแต่งผิวหน้าคอนกรีตที่มีการใช้แบบหล่อ

โครงสร้างหรือองค์อาคารที่เป็นคอนกรีตเปลือยจะต้องมีการควบคุมการเทคอนกรีตและการทำให้คอนกรีตแน่น เพื่อให้ได้ผิวหน้าที่มีมอร์ตาร์ปกคลุมจนทั่ว

รอยสันหรือขอบบนผิวคอนกรีตควรได้รับการกำจัดเพื่อให้ได้ผิวหน้าคอนกรีตที่เรียบ ส่วนรูพรุนหรือรอยแตกควรทำการซ่อมแซมด้วยมอร์ตาร์หรือคอนกรีตที่มีส่วนผสมที่เหมาะสม โดยการสกัดคอนกรีตส่วนที่ไม่แข็งแรงออก พรมน้ำให้เปียกแล้วจึงซ่อมด้วยมอร์ตาร์หรือคอนกรีตที่เตรียมไว้

ในกรณีที่เกิดรอยแตกกว้างอย่างรุนแรงเนื่องจากการหดตัว หรือจากความแตกต่างของอุณหภูมิต้องทำการซ่อมแซมโดยวิธีที่เหมาะสม

ข้อแนะนำ

- โดยปกติหลังจากแกะแบบหล่อแล้ว ผิวหน้าของคอนกรีตที่ดีควรจะเป็นผิวหน้าที่เคลือบคลุมไปด้วยมอร์ตาร์ โดยไม่เห็นเม็ดหินหรือทรายอย่างชัดเจน ทั้งนี้ ยกเว้นในกรณีพิเศษที่ผิวหน้าถูกออกแบบให้เห็นเม็ดทรายหรือหิน
- การตกแต่งผิวเป็นพิเศษบางอย่าง เช่น การใช้แปรง การขัด การถู หรือการฉาบด้วยพลาสติกเตอร์อาจทำได้เมื่อถอดแบบแล้ว และคอนกรีตมีกำลังบ้างพอสมควร แต่สำหรับการทำหินขัด การสกัดโดยใช้ฉ้อนหรือใช้ทรายพ่นผิว จะทำได้ก็ต่อเมื่อคอนกรีตแข็งตัวโดยตลอดเสียก่อน การอุดรูพรุนและ

ฟองอากาศอาจทำได้โดยที่ทำให้ผิวคอนกรีตเปียกโดยทั่วกันก่อนแล้วให้ใช้ส่วนผสมปูนซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทรายละเอียด 2.5 ส่วน ทุให้ทั่วๆ ด้วยอุปกรณ์แต่งผิว

- รอยแตกบางชนิดมีผลเสียต่อการรับแรงขององค์อาคาร ดังนั้น การซ่อมรอยแตกต่าง ๆ ต้องคำนึงถึงความจำเป็นและวิธีการที่เหมาะสมด้วย การซ่อมบริเวณที่ชำรุดควรกระทำโดยที่ไม่ขัดขวางการป่มคอนกรีต

การตกแต่งผิวหน้าของคอนกรีตที่รับแรงอัดสี่

ถ้าต้องการให้คอนกรีตมีความต้านทานแรงอัดสูง ควรใช้คอนกรีตที่มีอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ต่ำ และต้องทำให้แน่นเป็นอย่างดี อีกทั้งต้องป่มให้เพียงพอด้วย

ข้อแนะนำ

- โดยปกติผิวคอนกรีตประเภทนี้ หมายถึง ผิวถนน ผิวเขื่อน ทางน้ำล้น ท่อน้ำ เป็นต้น การเพิ่มความต้านทานต่อการขัดสีของคอนกรีตทำได้โดยใช้คอนกรีตที่มีอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ต่ำ ใช้มวลรวมที่มีความแข็งแรงสูง เทและทำให้แน่นอย่างดี และป่มให้แน่นที่สุดเท่าที่จะทำได้ การเพิ่มความต้านทานการขัดสี อาจทำได้โดยการใช้คอนกรีตพิเศษชนิดต่าง ๆ เช่น โพลีเมอร์คอนกรีต หรือคอนกรีตเสริมใยเหล็ก เป็นต้น

9. การซ่อมพื้นคอนกรีต

การชำรุดเสียหายของพื้นคอนกรีตมีผลเนื่องมาจากสาเหตุสำคัญ 2 ประการ คือ

1) เกิดจากตัวผิวทางคอนกรีตเอง เช่น ส่วนผสมของคอนกรีตไม่เหมาะสม หินและซีเมนต์ที่ใช้ขาดความแกร่งและทนทาน การเสริมเหล็ก เช่น Dowel bars ไม่พอหรือไม่ถูกต้องรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีตไม่เรียบรอยหลุดล่อนน้ำไหลซึมเข้าไปทำลายชั้นใต้ผิวคอนกรีตได้

2) เกิดจากชั้นดินรองพื้นอ่อนเกินไปจนไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกทุกหนักได้ทำให้เกิดการทรุดตัวแตกหักในแผ่นคอนกรีต

การเกิด Pumping และ Blowing

เกิดจากการที่น้ำซึมผ่านผิวคอนกรีตตรงรอยต่อ (Joint) หรือขอบพื้นคอนกรีตแล้วลงไปซังอยู่ใต้ผิวคอนกรีตที่ก่อสร้างบนชั้นดินลูกรัง โดยไม่มีชั้นทรายรองรับ ทำให้น้ำไม่สามารถซึมไหลออกไปจากใต้ผิวทางได้ เมื่อมีรถแล่นผ่านน้ำหนักของล้อรถก็จะมีบีบอัดน้ำให้ไหลขึ้นสู่ผิวบน ขณะเดียวกันก็พาเอาเม็ดดินเล็กๆ (Fine Particles) ติดขึ้นมาด้วย นานเข้าก็เกิดโพรงภายใต้ผิวคอนกรีต ทำให้ใต้พื้นคอนกรีตไม่มีดินรองรับ เมื่อมีน้ำหนักมากก็แตกหักเสียหาย Pumping ส่วนใหญ่จะเกิดตรงรอยต่อตามขวาง (Transverse Joint) และ Blowing จะเริ่มเกิดตรงขอบพื้นคอนกรีต การป้องกันชั้นดินโดยการกำหนดให้มีชั้นทราย (Sand Cushion) หนาประมาณ 10 ซม. รองรับระหว่างใต้ผิวคอนกรีต กับชั้นรองพื้น เพื่อช่วยให้การระบายน้ำใต้ผิวเป็นไปด้วยดีจนพื้นขอบพื้นคอนกรีตลงสู่คูระบายน้ำด้านข้าง

รอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีต

พื้นคอนกรีตเมื่อใช้งานไปนานๆ รอยต่อ (Joint) ระหว่างแผ่นจะเป็นจุดอ่อนที่น้ำสามารถไหลซึมผ่านลงไปใต้พื้นคอนกรีตได้ หรือขณะเดียวกันก้อนหินขนาดเล็กก็อาจจะตกลงไประหว่างรอยต่อและเป็นสาเหตุให้พื้นคอนกรีตแตกได้เมื่อเกิดการขยายตัว เพราะแรงเค้นที่เกิดเนื่องจากการขยายตัวของผิวทางไปอัดกับก้อนหินที่ตกลงไปซังอยู่ในร่องรอยต่อ จึงจำเป็นต้องอุดซ่อมรอยต่อด้วยยางมะตอย (Asphalt Cement) หรือยางมะตอยผสมยางธรรมชาติ (Rubber Asphalt) วิธีการซ่อมมีดังนี้

- ขุดลอก Joint Sealer เก่าออกให้หมด และทำความสะอาดร่องรอยต่อให้แห้งสะอาดปราศจากฝุ่นด้วยเครื่องอัดลม
- อุดร่องรอยต่อด้วยยางมะตอย (AC.) หรือ Rubber asphalt

รอยแตกตามมุมของแผ่นคอนกรีต

เกิดจากน้ำหนักไปกดทับตรงมุมขณะแผ่นคอนกรีตเกิด Warping Stress ผิวล่างขยายตัวมากกว่าผิวบน ทำให้ขอบของแผ่นพื้นคอนกรีตกระดกสูงกว่าพื้นที่ตรงส่วนกลาง เมื่อรถบรรทุกหนักแล่นทับจึงแตกวิธีการซ่อมมีดังนี้

- สกัดเศษคอนกรีตที่แตกออก

- ปรับแต่งระดับของพื้นทางให้แน่นแล้วลงแทคโค้ทให้ทั่วบริเวณที่จะซ่อม
- ใช้แอสฟัลท์คอนกรีตใส่แทนส่วนของคอนกรีตที่ตัดออกไป แล้วบดอัดให้แน่นเป็นชั้น ๆ ละไม่เกิด 10 ซม. จนเสมอกับผิวพื้นเดิม

รอยแตกตามขวาง (Transverse Crack)

เกิดจาก Pumping Action หรือเนื่องจากพื้นทางอ่อน น้ำหนักมากเกินไป

วิธีการซ่อม

- ทำความสะอาดรอยแตกด้วย Sand Blast ให้ลึกลงไป 1 นิ้ว และบริเวณผิวบนรอยแตกอีกข้างละ 1 นิ้ว
- ใช้ลมเป่าไล่ฝุ่นจากบริเวณรอยแตกให้หมด
- ใช้ Rubber Asphalt หยอดในรอยแตกให้เต็ม
- ถ้ารอยแตกเกิดจาก Pumping Action และมีโพรงอยู่ใต้ผิวทางจะต้องทำ Mud Jack ซึ่งเป็นส่วนผสมของปอร์ตแลนด์ซีเมนต์กับหินขนาดตั้งแต่ 2 มิลลิเมตร ลงไปถึง 0.0135 มิลลิเมตร ผสมกันในอัตราส่วนระหว่างซีเมนต์กับหิน 1: 10 ถึง 1:3 โดยปริมาตร แล้วเจาะรูบนแผ่นพื้นคอนกรีตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร ห่างจากขอบรอยต่อ 500 มิลลิเมตร และอัดส่วนผสมลงไปด้วยเครื่องจนกระทั่งเต็มโพรงข้างล่าง ขณะเดียวกันจะต้องเปลี่ยนวัสดุตรงขอบพื้นคอนกรีตในแนวรอยต่อให้น้ำสามารถไหลจากใต้แผ่นคอนกรีตลงสู่คูระบายน้ำด้านข้างได้อย่างสะดวก

รอยแตกตามยาว (Longitudinal Crack)

เกิดจากการหดตัวของคอนกรีต (Shrinkage) ในกรณีแผ่นคอนกรีตใหญ่เกินไปและไม่มีร่องรอยต่อตรงกลาง หรือเกิดจากการขยายตัวของดินคั่นทางเกิดจาก Warping Stress วิธีการซ่อม กระทำเช่นเดียวกับการซ่อมรอยแตกตามขวาง

ผิวหน้าถนนคอนกรีตหลุดร่อน (Scaling)

เกิดจากปูนซีเมนต์ตรงส่วนผิวบนหลุดหายไปหรือเสื่อมสลายไปเหลือแต่เพียงเม็ดหินโผล่เป็นหน้าข้าวตัง ทั้งนี้เกิดจากหลายสาเหตุ เช่น อัตราส่วนผสม

ของคอนกรีตไม่ถูกต้อง น้ำผสมคอนกรีตไม่สะอาด การบ่มผิวคอนกรีตไม่ดีพอ คุณภาพของปูนซีเมนต์ไม่ดีขณะเทคอนกรีตมีฝนตกทำให้น้ำฝนชะล้างซีเมนต์ผิวหน้าหายไป และประการสำคัญคือการควบคุมคุณภาพของงานก่อสร้างไม่เข้มงวดพอ ทำให้ได้ผลงานที่ไม่ดี

วิธีแก้ไข

- ถ้าผิวหน้าหลุดหายไปลึกไม่เกิน 3/8 นิ้ว ใช้วิธีซ่อมโดย Slurry Seal
- ถ้าผิวหน้าหลุดหายไปลึกเกินกว่า 3/8 นิ้ว จะต้องลงแทคโคทแล้วปูทับด้วยแอสฟัลท์คอนกรีต
- ข้อเสนอแนะควรที่จะเข้มงวดขณะก่อสร้างโดยให้ทุบทิ้งขณะที่เห็นว่าการทำงานของผู้รับเหมามีคุณภาพไม่ดี ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดความระมัดระวังในส่วนผสมของคอนกรีตและการทำงานมากยิ่งขึ้น

10. หน่วยงานตัวอย่าง



รูปที่ 15 โรงสีเกียรติก้อนไรซ์ จ.นครสวรรค์



รูปที่ 16 โรงสีทรัพย์ยืนยง จ.กำแพงเพชร

11. แผนงานในอนาคต

- ติดตามผลในระยะยาวของการใช้งานพื้นคอนกรีตสำหรับงานพื้นลานตากข้าว
- ศึกษาพฤติกรรมกรรมการใช้งานและพัฒนาส่วนผสมสำหรับงานพื้นลานตากมันสำปะหลัง

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ตามวัตถุประสงค์ด้วยความช่วยเหลือจากกลุ่มบุคคลดังนี้ คือ คุณนฤชา เกษมสำราญ หน่วยงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำการดำเนินการโครงการนี้และพนักงานในหน่วยงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ในการให้ความช่วยเหลือในด้านข้อมูลทางเทคนิค และคุณปณิกร นิลเสนา ผู้จัดการภาคเหนือ 4 ที่ได้ให้คำแนะนำและผลักดันโครงการนี้ รวมทั้งพนักงานในพื้นที่ที่ได้มีส่วนร่วมในการนำแนวทางและความรู้จากโครงการนี้ไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง ตลอดจนเจ้าของหน่วยงานโรงสีและลานตากข้าวในพื้นที่ จ.นครสวรรค์ จ.กำแพงเพชร และ จ.พิจิตร ซึ่งไม่สามารถเอ่ยชื่อได้ทั้งหมดที่ให้โอกาสในการนำแนวทางในการทำงานพื้นลานตากพืชผลไปใช้ในการปฏิบัติงานของผู้รับเหมาอย่างจริงจัง

เอกสารอ้างอิง

- กองบรรณาธิการ : โลกคอนกรีต, CPAC NEWS ฉบับที่ 3/2544 เดือน กรกฎาคม-กันยายน, บริษัท ผลิตภัณฑ์และวัตถุก่อสร้าง จำกัด, 2544.
- จิรพัฒน์ โชติทิไกร : การออกแบบทาง, พิมพ์ครั้งที่ 3, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 2546.
- ชัชวาลย์ เศรษฐบุต : คอนกรีตเทคโนโลยี, พิมพ์ครั้งที่ 8, บริษัท ผลิตภัณฑ์และวัตถุก่อสร้าง จำกัด, 2543.

- ประณต กุลประสูตร : เทคนิคงานปูน-คอนกรีต, พิมพ์ครั้งที่ 4, บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด(มหาชน), กรุงเทพฯ 2539.
- พิภพ สุนทรสมัย : ปฏิบัติการและควบคุมงานคอนกรีต, พิมพ์ครั้งที่ 14, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ 2539.
- Peter H.Emmons : Concrete Repair and Maintenance Illustrated, R.S. MEANS COMPANY, INC.,MA 1994