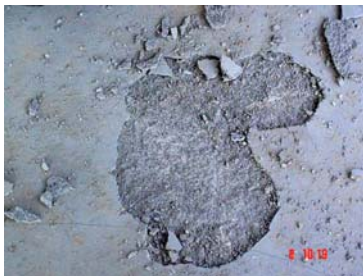


"เริ่มต้นดีก็ต้องจบให้สวย"

บุญรอด คุณติทัฬหิ และ นคร สังข์ทอง
ส่วนพัฒนาเทคโนโลยีคอนกรีตและบริการ ฝ่ายนวัตกรรมและเทคโนโลยี
บริษัทผลิตภัณฑ์และวัตถุก่อสร้าง จำกัด

ปัญหาทางคอนกรีตที่เกี่ยวข้องกับพื้นถือว่ามีอยู่ในอันดับต้นๆ ปัญหาที่พบส่วนใหญ่คือ ผิวหน้าหลุดร่อน (Delamination) (รูปที่ 1a) ผิวหน้าเป็นฝุ่น (Dusting) (รูปที่ 1b) หรือแตกลายงา (Crazing) (รูปที่ 1c) ปัญหาเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นตามอัตราการขยายตัวของงานก่อสร้างภายในประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเทพื้นของงานกลุ่ม Superstore, Ware House หรือ โรงงานอุตสาหกรรม สาเหตุของปัญหาเหล่านี้ส่วนหนึ่งมาจากการขาดทักษะของผู้รับเหมาก่อสร้างพื้นในปัจจุบัน มีการใช้แรงงานที่ขาดทักษะในการจัดแต่งผิวหน้างานพื้น (Floors Finishing) รวมทั้งวิธีการทำงานพื้นไม่เป็นไปตามมาตรฐาน การควบคุมคุณภาพการทำงานพื้นที่ไม่ดีพอ แม้แต่ผู้รับเหมาที่รับงานเฉพาะจัดแต่งผิวหน้าพื้น โดยเฉพาะจำนวนมาก ก็ประสบปัญหาเหล่านี้เช่นกัน



รูปที่ 1a ผิวหน้าหลุดร่อน



รูปที่ 1b ผิวหน้าเป็นฝุ่น



รูปที่ 1c ผิวหน้าแตกลายงา

ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้กำลังจะบอกว่าการก่อสร้างงานพื้นคอนกรีตนั้น ไม่ว่าจะมีการออกแบบมาเป็นอย่างดี มีการวางแผนงาน ดำเนินการเทคอนกรีตและควบคุมงานอย่างถูกต้อง แต่ตอนจบสุดท้ายนี้แหละคือขั้นตอน

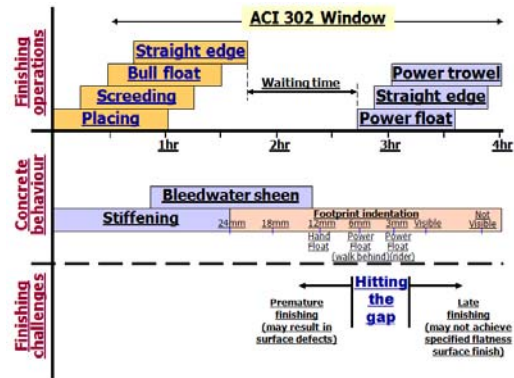
การจัดแต่งผิวหน้า (Finishing) ที่จะบอกว่าจบงานได้สวยหรือไม่ เพราะพื้นคอนกรีตที่เจ้าของงานต้องการคือพื้นผิวที่เรียบได้ระดับ ทนทานต่อการขัดสี และมีตำหนิน้อยที่สุด

ขั้นตอนการขัดแต่งผิวหน้าพื้นคอนกรีตที่กำหนดโดย ACI 302.1R-96 “Guide for Concrete Floor and Slab Construction” น่าจะเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการทำงานของผู้รับเหมา หรือนำมาเป็นมาตรฐานในการควบคุมงาน เพื่อให้ได้พื้นคอนกรีตที่มีคุณภาพและเป็นการป้องกันปัญหาเกี่ยวกับพื้นผิวที่กล่าวมาในข้างต้น ถ้าพิจารณาจาก Window of finishability (รูปที่ 3) ส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้ที่มีหน้าที่ขัดแต่งผิวหน้าพื้นก็คือ เวลาที่เหมาะสมเมื่อไรที่ควรจะเริ่มทำการขัดแต่งผิว โดยพิจารณาดังนี้

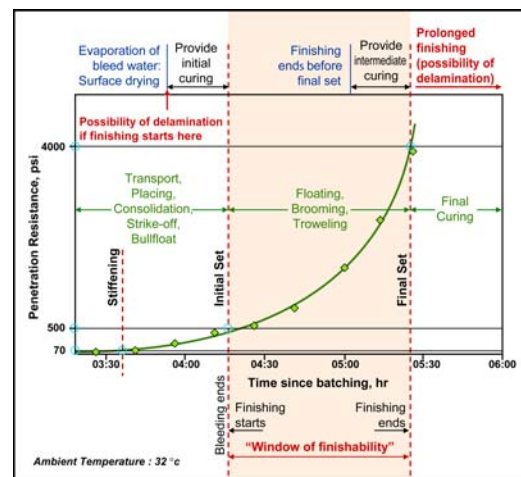
1. เมื่อพื้นคอนกรีตนั้นๆ ไม่ปรากฏว่ามีน้ำเยิ้มที่ผิว (Bleeding Water) กล่าวคือต้องรอจนกว่าน้ำที่เยิ้มขึ้นมาบนผิวหมดก่อน โดยระหว่างที่รอนี้สามารถใช้เครื่องมือเช่น Bull Float (รูปที่ 7) หรือ สายยาง ลากเอาน้ำที่เยิ้มบนผิวหน้าออกได้ และต้องมั่นใจว่าไม่มีน้ำเยิ้มขึ้นมาเพิ่มอีกในภายหลัง



รูปที่ 2 ปริมาณเยิ้มน้ำ (Bleeding) ที่เหมาะสม ไม่มากและไม่น้อยเกินไป



รูปที่ 3 ขั้นตอนการขัดแต่งผิวหน้าพื้นตามข้อเสนอแนะของ ACI 302



รูปที่ 4 ตัวอย่าง CPAC Industrial Floor Concrete แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการก่อตัวของคอนกรีตและขั้นตอนการแต่งผิวหน้า [5]

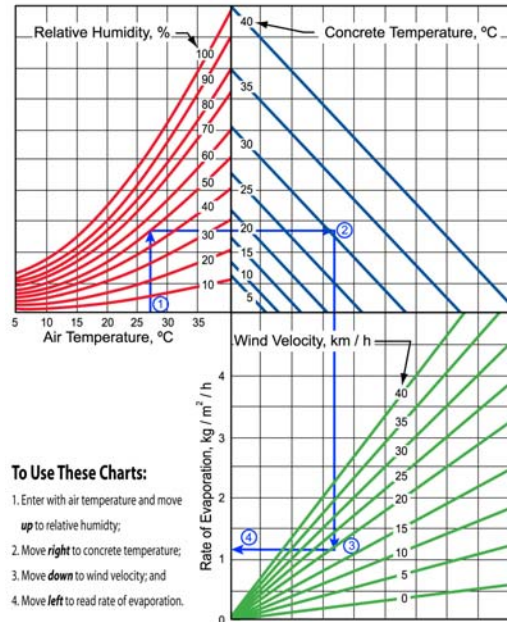
2. เมื่อ Footprint มีความลึกอยู่ระหว่าง 3 - 6 มม. (1/8 - 1/4 นิ้ว) หมายถึงให้สังเกตความลึกของรอยรองเท้า Boot ที่ข้างเดินบนพื้นคอนกรีต โดยจะสัมพันธ์กับเวลาในการก่อตัวของคอนกรีต คอนกรีตที่เทก่อนก็ควรจะต้องขัดแต่งได้ก่อนเรียงตามลำดับการเท ก่อน-หลัง

จากรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่า การสังเกต

ช่วงเวลาที่เหมาะสมที่จะขัดแต่งผิวหน้าคอนกรีตมีความสำคัญมาก การขัดแต่งผิวหน้าเร็วเกินไป ทำให้ผิวหน้าคอนกรีตเกิดความเสียหายได้ หากขัดแต่งผิวหน้าช้าเกินไป ทำให้ความเรียบของผิวหน้าไม่ได้ตามกำหนด นอกจากนี้คอนกรีตที่แข็งตัวในระยะเวลาต่างๆ ที่สังเกตจากความลึกของรอยเท้า (รูปที่ 5a) จะบอกให้รู้ถึงช่วงเวลาที่เหมาะสมที่จะขัดแต่งผิวหน้าด้วยเครื่องมือประเภทต่างๆ เช่น ความลึก 12 มม. ทำการขัดด้วยมือ (Hand float) (รูปที่ 5b) ความลึก 6 มม. ทำการขัดด้วยเครื่องขัดแบบเดินตาม (Walk-behind power float) (รูปที่ 5c) ความลึก 3 มม. ทำการขัดด้วยเครื่องขัดแบบคนนั่ง (Ride-on Power Float) (รูปที่ 5d)



รูปที่ 5a รอย Footprint และการวัดความลึกบนพื้นคอนกรีตในขณะที่กำลังก่อตัว
รูปที่ 5b การขัดด้วยมือ
รูปที่ 5c การขัดด้วยเครื่องขัดแบบเดินตาม
รูปที่ 5d การขัดด้วยเครื่องขัดแบบคนนั่ง



รูปที่ 6 เพื่อใช้ในการประมาณค่าอัตราการระเหยของน้ำบนผิวหน้าคอนกรีต (ACI 302.1R) [2]

จากรูปที่ 4 เป็นการสร้างแผนภูมิเพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมของการขัดแต่งผิวพื้นคอนกรีต ทำได้โดยทดลองผสมคอนกรีตและทดสอบหาเวลาการก่อตัวเริ่มต้น การก่อตัวสุดท้ายของคอนกรีต

เนื่องจากส่วนผสมคอนกรีตแต่ละสูตรแตกต่างกัน เช่น ชนิดปูนซีเมนต์ ปริมาณน้ำ สารลดน้ำและสารหน่วงที่ต่างกัน ระยะเวลาการก่อตัวย่อมไม่เท่ากัน นอกจากนี้ฤดูกาล และสภาพอากาศ ส่งผลให้ระยะเวลาการก่อตัวคอนกรีตแตกต่างกันได้ แม้ว่าจะเป็นคอนกรีตสูตรผสมเดียวกันดังปัจจัยต่างๆ แสดงในตารางที่ 1 ดังนั้นการทำแผนภูมิจึงหาช่วงเวลาเหมาะสมที่จะขัด

แต่งผิวพื้นจะช่วยลดปัญหาการแต่งผิวพื้นได้
ตารางที่ 1 ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการก่อ
ตัวของคอนกรีต

สภาพอากาศ	การก่อตัวของคอนกรีต
- อากาศร้อน (ฤดูร้อน)	- คอนกรีตแข็งตัวเร็ว
- ฝนตก (ความชื้นสูง)	- คอนกรีตแข็งตัวช้า
- อากาศเย็น (ต่ำกว่า 25°C)	- คอนกรีตแข็งตัวช้ามาก

การเยิ้ม (Bleeding) สำหรับคอนกรีตงานพื้น ในประเทศไทยซึ่งถือว่ามีสภาพภูมิอากาศค่อนข้างร้อน จำเป็นต้องเลือกใช้ส่วนผสมคอนกรีตที่มีปริมาณน้ำเยิ้มประมาณ 1 - 3 % ขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่เทคอนกรีตนั้นๆ In-Door หรือ Out-Door ถ้าเป็นพื้นที่เทคอนกรีต Out-Door แล้วเลือกใช้คอนกรีตที่มีปริมาณน้ำเยิ้มต่ำๆ เมื่อพื้นผิวคอนกรีตเจอแสงแดดและแรงลม สิ่งแรกจะเกิดก่อนคือการแตกร้าวแบบ Plastic Shrinkage เพราะอัตราการระเหยของน้ำที่ผิวมากกว่าอัตราการเยิ้มขึ้นมาที่ผิวหน้าคอนกรีต สิ่งที่จะตามมาอีกคือผิวหน้าแห้งแข็งเป็นเปลือก (Crusting) ซึ่งโดยปกติคอนกรีตงานพื้นจะต้องแข็งตัวไล่จากด้านล่างขึ้นบน (Down to Top) แต่ในกรณีดังกล่าวจะกลับกันคือไล่จากบนลงล่าง (Top to Down) ทำให้มีโอกาสสร้างความเสียหายรุนแรงต่อพื้นผิวคอนกรีตเมื่อทำการขัดแต่งผิวหน้า โดยไล่ตั้งแต่ขัดแต่งผิวไม่ทันทำให้ต้องใช้น้ำพรมที่ผิว ทำให้สีของพื้นด่างไม่

สม่ำเสมอ เกิดฝุ่น ระดับและความเรียบไม่ได้ และหลุดร่อนในที่สุด การแก้ไขที่ดีที่สุดคือการป้องกัน โดยต้องเริ่มตั้งแต่ ผู้ออกแบบ ผู้รับเหมา และผู้ผลิตคอนกรีต ต้องมีการประชุมวางแผนร่วมกัน โดยควรต้องมีการทำ Mock-Up เพื่อคัดเลือกส่วนผสมคอนกรีตและวิธีการทำงานที่เหมาะสม เช่นต้องทำระบบผ้าใบกันลม (Windbreak) (รูปที่ 7) และเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศโดยพัดลมไอน้ำ ทั้งนี้เพื่อลดอัตราการระเหยของน้ำบนผิวหน้าคอนกรีต (Evaporation Rate) ก็สามารถลดการเกิดปัญหาดังกล่าวได้ ยังมีวิธีการง่ายๆ ในการสังเกตว่าน้ำเยิ้ม (Bleeding) หยุดหรือยัง ถ้าในทางทฤษฎีจะบอกไว้ว่า “When Setting Start Bleeding is Stop” เมื่อไรที่คอนกรีตเริ่มแข็งตัว การเยิ้ม (Bleeding) ก็จะหยุดทันที แต่ในภาคสนามสามารถสังเกตโดยการนำถังพลาสติกมาคว่ำบนผิวหน้าคอนกรีตที่คิดว่าหยุดเยิ้มแล้วประมาณ 5 - 10 นาที แล้วเปิดดูถ้าเห็นว่าไม่มีน้ำเยิ้มที่ผิวเกิดขึ้นแล้วก็ตรวจสอบการแข็งตัวของคอนกรีตด้วยรอยเท้า (Footprint) ก่อนจะเริ่มลงมือขัดแต่งผิวหน้า

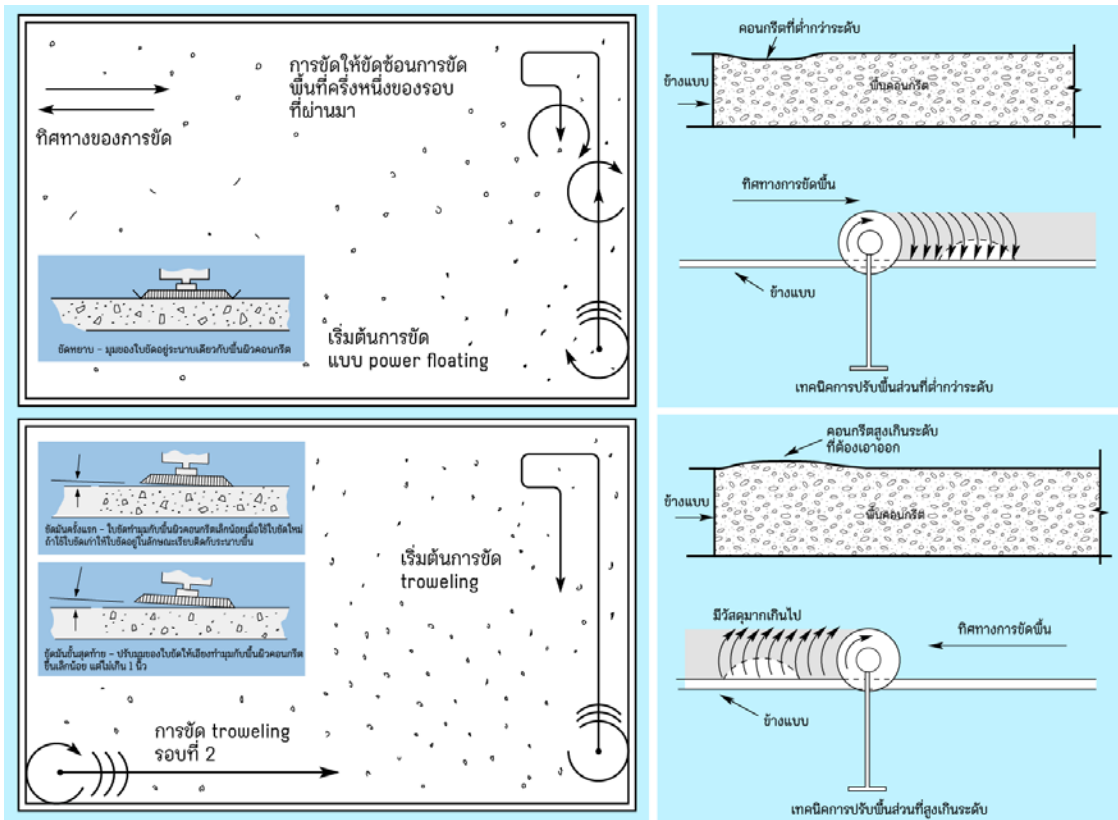
วารสารคอนกรีต TCA e-magazine



รูปที่ 7 การใช้ Bull Float ในการปรับความเรียบของพื้น



รูปที่ 8 ขั้นตอนการขัดแบบ Troweling ด้วยใบพัด

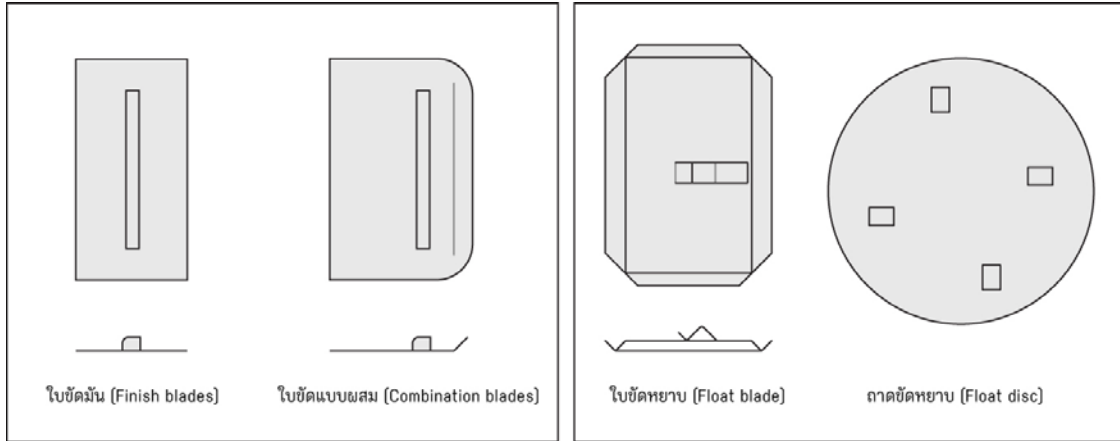


รูปที่ 9 เทคนิคในการปรับแต่งผิวหน้าพื้นโดยใช้ Power Floating และ Power Troweling [3]

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>



รูปที่ 10 การเลือกใบขัดผิวหน้าพื้นคอนกรีต

หลักการของการขัดแต่งผิวหน้าคอนกรีต

การขัดแต่งผิวหน้าพื้นจะเริ่มจากการขัดแบบ Floating เพื่อกดให้หินจมลงไปข้างล่าง ปรับพื้นให้เรียบและตบผิวหน้าคอนกรีต ผิวหน้าคอนกรีตขณะเริ่มขัดจะต้องไม่มีน้ำเยิ้ม และแข็งตัวระดับหนึ่ง ลำดับขั้นการขัดต้องสัมพันธ์กับลำดับการเทคอนกรีต คือ คอนกรีตที่เทก่อนก็ต้องขัดผิวได้ก่อนเรียงตามลำดับการเทคอนกรีต (รูปที่ 9) เพราะฉะนั้นผู้ที่ทำหน้าที่ขัดผิวหน้าคอนกรีตจำเป็นต้องรู้ลำดับการเทคอนกรีตด้วย

ลำดับขั้นต่อไปคือการขัดแบบ Troweling เพื่อให้ผิวหน้าพื้นมีความแน่น และ เรียบ มีผิวหน้าแกร่ง ซึ่งถือเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการขัดผิวหน้าพื้นคอนกรีต โดยที่ผู้ขัดจะต้องทำการเปลี่ยนใบขัดแต่งให้ถูกต้อง (รูปที่ 9) และเอียงใบเล็กน้อยในการขัดเที่ยวแรก โดยไล่ลำดับตามแนวการขัด พอเริ่มขัดเที่ยวที่สอง

ก็จะเอียงใบขัดให้ทำมุมมากขึ้นประมาณ 5 – 10 องศา เพื่อที่จะทำให้พื้นผิวมีความหนาแน่นสูงและเรียบเนียน โดยจะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จก่อน Final Set จากนั้นจึงทำการบ่มทันที ส่วนใหญ่จะใช้ Curing Compound (รูปที่ 11)



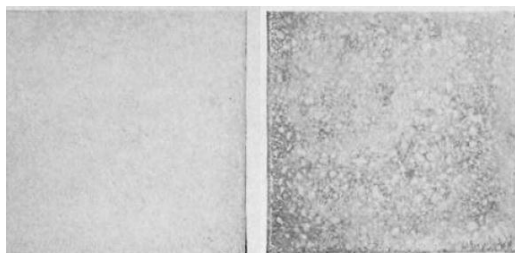
รูปที่ 11 พื้นที่ขัดแต่งผิวหน้าเสร็จต้องทำการบ่มทันที ในภาพบ่มด้วย Curing Compound เกิดอะไรขึ้นถ้าเริ่มขัดแต่งผิวหน้าช้าเกินไป

อาจเกิดการผิพลาตในการตรวจสอบ Footprint หรือ ความไม่พร้อมของเครื่องมือใน

วารสารคอนกรีต TCA e-magazine



การขัดแต่งผิวหน้าพื้นคอนกรีต ชั้นตอนขัดแต่งที่เริ่มจาก Power Floating ในส่วนนี้จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับความเรียบแบน (Flatness Tolerance) ทำให้พื้นผิวมีปริมาณปูนทราย (Mortar) ต่ำกว่าที่ควร ช้อแนะนำกำหนดไว้ประมาณ 3 มม. ซึ่งจะสัมพันธ์กับความลึกของ Footprint และถ้าในช่วงคันการเทคอนกรีตมีการเกลี่ยคอนกรีต (Screeding) เพื่อให้ได้ระดับที่กำหนดไว้ไม่ดีพอ ในขั้นตอนการขัดแบบ Floating ก็จะทำให้ยากขึ้น และยังส่งผลไปยังขั้นตอนถัดไปคือ การขัดแบบ Troweling ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ทำให้ผิวหน้าของพื้นมีความหนาแน่นสูง รวมถึงเรียบเนียน ทนทานต่อการขัดสีเมื่อแข็งตัวแล้ว ถ้ากระบวนการก่อนหน้าไม่ดีพอ เช่นมีปริมาณปูนทราย (Mortar) ที่ผิวน้อยเกินไปก็จะเห็นรอยหินเป็นจุดดำๆ (Black Spot) เมื่อมีการใช้งานพื้นไปซักพักก็อาจเกิดการกระเทาะของปูนทรายบางๆ ที่อยู่เหนือเม็ดหินนั้นๆ ได้ (Mortar Flaking) หรือถ้าขัดผิวไม่ทันแล้วใช้เวลาในการขัดแต่งในขั้นตอนสุดท้ายมากเกินไปก็จะเกิดรอยไหม้ดำๆ หรือเป็นแถบใบพัดเป็นหย่อมๆ ได้ (รูปที่ 12)



Troweled at 2 hours after casting.

Troweled at 3 hours.

รูปที่ 12 ชั้นตอน Troweling ที่ช้าหรือนานเกินไป มีโอกาสส่งผลต่อสีของพื้นผิวได้ [4]

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เห็นได้ว่าเพียงเฉพาะขั้นตอนสุดท้าย (Finishing) ของงานพื้นก็มีขั้นตอนรายละเอียดมากมาย ดูไม่ยากเหมือนกับชื่อที่เรามักจะใช้เป็นคำสัพประมาทว่า “พื้น...พื้น” เลยใช่ไหมครับ แต่อย่างน้อยบทความนี้ก็มีประโยชน์สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายเพื่อหันมาให้ความสำคัญและสามารถใช้เป็นแนวทางในการทำงานหรือควบคุมงานได้ เพื่อให้พื้นคอนกรีตที่ออกแบบมาอย่างดีมีขั้นตอนการก่อสร้างและควบคุมการเทคอนกรีตที่มาตรฐาน สุดท้ายมีวิธีการขัดแต่งผิวหน้าที่ถูกต้องเท่านี้ก็น่าจะจบได้สวยแล้วนะครับ

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>

เอกสารอ้างอิง

1. *ACI 302.1R, "Guide for Concrete Floor and Slab Construction"*, American Concrete Institute
2. *"Design and Control of Concrete Mixtures"*, Engineering Bulletin 001, 14th Edition, Kosmatka, S.H.; Kerkhoff, B.; and Panarese, W.C., Portland Cement Association, Skokie, IL, 2002, p. 236.
3. *"Power floating and troweling"*, CARL O. PETERSON OPERATIVE PLASTERERS AND CEMENT MASONS JOB CORPS TRAINING PROGRAM
4. *"DISCOLORED CONCRETE FLATWORK"*, N.R. Greening and R. Landgren, Portland Cement Association, Skokie, Illinois
5. *"DELAMINATION – A STATE-OF-THE-ART REVIEW"*, Dipayan Jana, PROCEEDINGS OF THE TWENTY-NINTH CONFERENCE ON CEMENT MICROSCOPY QUEBEC CITY, PQ, CANADA MAY 20 -24, 20072007