

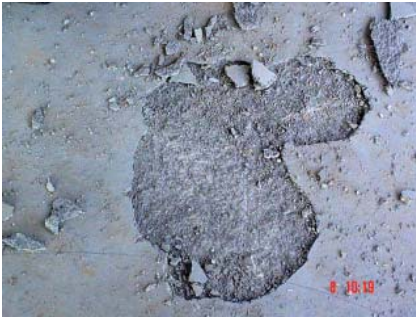
“เริ่มต้นดีก็ต้องจบให้สวย”

เรียบเรียงโดย

บุญรอด คุปต์ทิพย์ และ นคร สังข์ทอง
บริษัทผลิตภัณฑ์และวัตถุก่อสร้าง จำกัด

ปัญหางานคอนกรีตที่เกี่ยวข้องกับพื้นถือว่าอยู่ในอันดับต้นๆ ปัญหาที่พบส่วนใหญ่คือ พิวหน้าหลุดร่อน (Delamination) (รูปที่ 1a) พิวหน้าเป็นฝุ่น (Dusting) (รูปที่ 1b) หรือแตกลายงา (Crazing) (รูปที่ 1c) ปัญหาเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นตามอัตราการขยายตัวของงานก่อสร้างภายในประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเทพื้นของงานกลุ่ม Superstore, Ware House หรือ โรงงานอุตสาหกรรม สาเหตุของปัญหาเหล่านี้ส่วนหนึ่งมาจากการขาดทักษะของผู้รับเหมาก่อสร้างพื้นในปัจจุบัน มีการใช้แรงงานที่ขาดทักษะในการขัดแต่งพื้นงาน (Floors Finishing) รวมทั้งวิธีการทำงานพื้นไม่เป็นไปตามมาตรฐาน การควบคุมคุณภาพการทำงานพื้นที่ไม่ดีพอ แม้แต่ผู้รับเหมาที่รับงานเฉพาะขัดแต่งพื้นผิวโดยเฉพาะจำนวนมาก ก็ประสบปัญหาเหล่านี้เช่นกัน





รูปที่ 1a พื้นหยาบขรุขระ



รูปที่ 1b พื้นเป็นรอยเท้า



รูปที่ 1c พื้นแตกลายงา

ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้กำลังจะบอกว่าการก่อสร้างงานพื้นคอนกรีตนั้น ไม่ว่าจะมีการออกแบบมาเป็นอย่างดี มีการวางแผนงานดำเนินการเทคอนกรีตและควบคุมงานอย่างถูกต้อง แต่ตอนจบสุดท้ายนี้แหละคือขั้นตอน การขัดแต่งผิวหน้า (Finishing) ที่จะบอกว่างานได้สวยหรือไม่ เพราะพื้นคอนกรีตที่เจ้าของงานต้องการคือพื้นผิวที่เรียบได้ระดับ ทนทานต่อการขัดสี และมีตำหนิ น้อยที่สุด

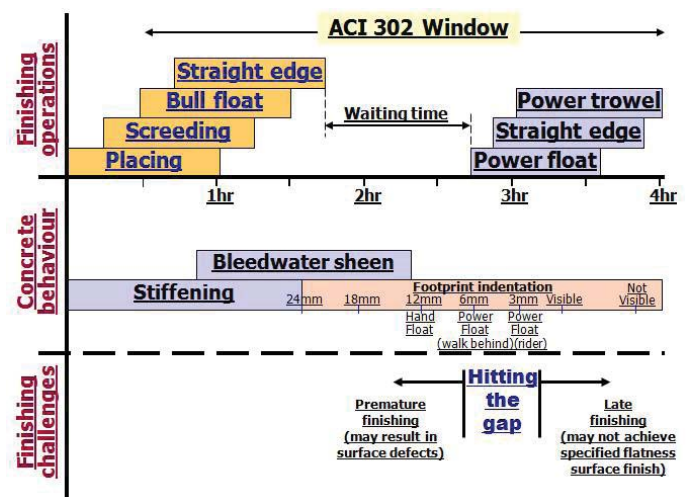
ขั้นตอนการขัดแต่งผิวหน้าพื้นคอนกรีตที่กำหนดโดย ACI 302.1R-96 "Guide for Concrete Floor and Slab Construction" น่าจะเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการทำงานของผู้รับเหมาหรือนำมาเป็นมาตรฐานในการควบคุมงาน เพื่อให้ได้พื้นคอนกรีตที่มีคุณภาพและเป็นการป้องกันปัญหา เกี่ยวกับพื้นผิวที่กล่าวมาในข้างต้น ถ้าพิจารณาจาก Window of finishability (รูปที่ 3) ส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้ที่มิหน้าที่จะขัดแต่งผิวหน้าพื้นก็คือ เวลาที่เหมาะสมเมื่อไรที่จะเริ่มทำการขัดแต่งผิว โดยพิจารณาดังนี้

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

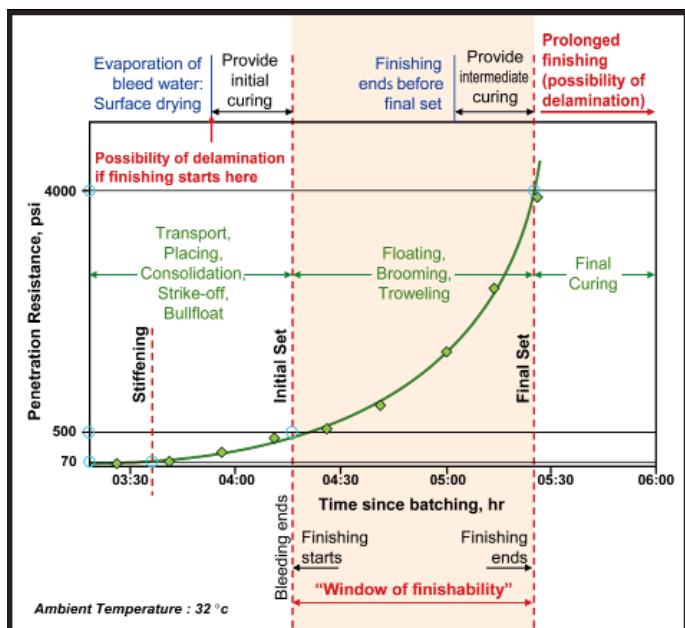
2. เมื่อ Footprint มีความลึกอยู่ระหว่าง 3 - 6 มม. (1/8 - 1/4 นิ้ว) หมายถึงให้สังเกตความลึกของรอยรองเท้า Boot ที่ข้างเดินบนพื้นคอนกรีต โดยจะสัมพันธ์กับเวลาในการก่อตัวของคอนกรีต คอนกรีตที่เทก่อนก็ควรจะต้องขัดแต่งได้ก่อนเรียงตามลำดับการเท ก่อน-หลัง



รูปที่ 2 ปริมาณเยิ้ม (Bleeding) ที่เหมาะสม ไม่มากและไม่น้อยเกินไป



รูปที่ 3 ขั้นตอนการขัดแต่งผิวหน้าพื้นตามข้อแนะนำของ ACI 302

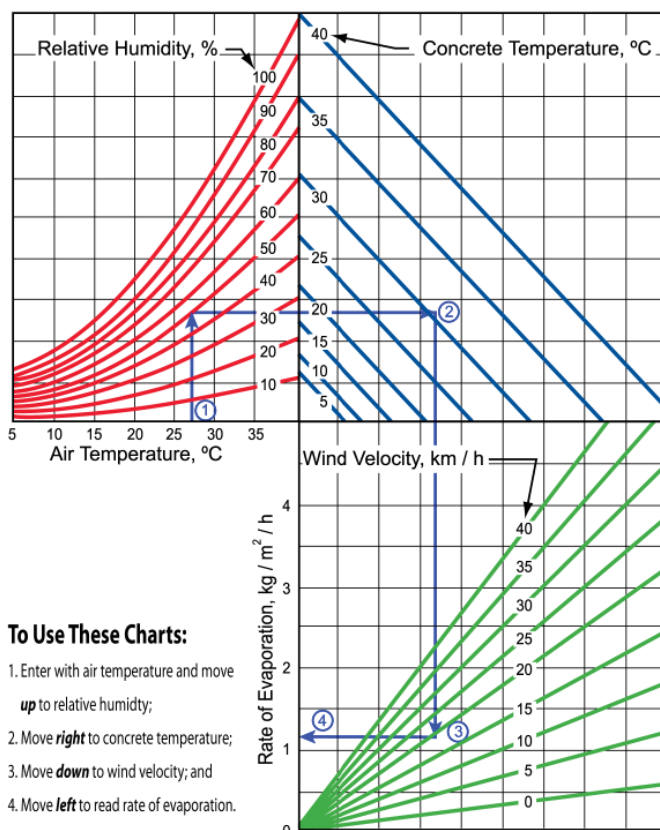


จากรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่า การสังเกตช่วงเวลาที่เหมาะสมที่จะขัดแต่งผิวหน้าคอนกรีตมีความสำคัญมาก การขัดแต่งผิวหน้าเร็วเกินไป ทำให้ผิวหน้าคอนกรีตเกิดความเสียหายได้ หากขัดแต่งผิวหน้าช้าเกินไป ทำให้ความเรียบของผิวหน้าไม่ได้ตามกำหนด นอกจากนี้คอนกรีตที่แข็งตัวในระยะเวลาต่างๆ ที่สังเกตจากความลึกของรอยเท้า (รูปที่ 5a) จะบอกให้รู้ถึงช่วงเวลาเหมาะสมที่จะขัดแต่งผิวหน้าด้วยเครื่องมือประเภทต่างๆ 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 4 ตัวอย่าง CPAC Industrial Floor Concrete แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการก่อตัวของคอนกรีตและขั้นตอนการแต่งผิวหน้า [5]



- รูปที่ 5a รอย Footprint และการวัดความลึกบนพื้นคอนกรีตในขณะกำลังก่อตัว
- รูปที่ 5b การขัดด้วยมือ
- รูปที่ 5c การขัดด้วยเครื่องขัดแบบเดินตาม
- รูปที่ 5d การขัดด้วยเครื่องขัดแบบคนนั่ง



To Use These Charts:

1. Enter with air temperature and move **up** to relative humidity;
2. Move **right** to concrete temperature;
3. Move **down** to wind velocity; and
4. Move **left** to read rate of evaporation.

รูปที่ 6 เพื่อใช้ในการประมาณค่าอัตราการระเหยของน้ำบนผิวหน้าคอนกรีต (ACI 302.1R) [2]

จากรูปที่ 4 เป็นการสร้างแผนภูมิเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมของการขัดแต่งผิวพื้นคอนกรีต ทำได้โดยทดลองผสมคอนกรีตและทดสอบหาเวลาการก่อตัวเริ่มต้น การก่อตัวสุดท้ายของคอนกรีต

เนื่องจากส่วนผสมคอนกรีตแต่ละสูตรแตกต่างกัน เช่น ชนิดปูนซีเมนต์ ปริมาณน้ำ สารลดน้ำ และสารหน่วงที่ต่างกัน ระยะเวลาการก่อตัวย่อมไม่เท่ากัน นอกจากนี้ฤดูกาล และสภาพอากาศ ส่งผลให้ระยะเวลาการก่อตัวคอนกรีตแตกต่างกันได้ แม้ว่าจะเป็นคอนกรีตสูตรผสมเดียวกันดังปัจจัยต่างๆ แสดงในตารางที่ 1 ดังนั้นการทำแผนภูมิหาระยะเวลาเหมาะสมที่จะขัดแต่งผิวพื้นจะช่วยลดปัญหาการแต่งผิวพื้นได้

ตารางที่ 1 ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการก่อตัวของคอนกรีต

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

การเย็มน้ำ (Bleeding) สำหรับคอนกรีตงานพื้น ในประเทศไทยซึ่งถือว่ามีความภูมิอากาศค่อนข้างร้อน จำเป็นต้องเลือกใช้ส่วนผสมคอนกรีตที่มีปริมาณน้ำเย็มน้ำประมาณ 1 - 3 % ขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่เทคอนกรีตนั้นๆ In-Door หรือ Out-Door ถ้าเป็นพื้นที่ที่เทคอนกรีต Out-Door แล้วเลือกใช้คอนกรีตที่มีปริมาณน้ำเย็มน้ำต่ำๆ เมื่อพื้นผิวคอนกรีตเจอแสงแดดและแรงลม สิ่งแรกจะเกิดก่อนคือ การแตกร้าวแบบ Plastic Shrinkage เพราะอัตราการระเหยของน้ำที่ผิวมากกว่าอัตราการเย็มน้ำขึ้นมาที่ผิวหน้าคอนกรีต สิ่งที่จะตามมาอีกคือผิวหน้าแห้งแข็งเป็นเปลือก (Crusting) ซึ่งโดยปกติคอนกรีต งานพื้นจะต้องแข็งตัวไล่จาก

ด้านล่างขึ้นบน (Down to Top) แต่ในกรณีดังกล่าวจะกลับกันคือไล่จากบนลงล่าง (Top to Down) ทำให้มีโอกาสสร้างความเสียหายรุนแรงต่อพื้นผิวคอนกรีตเมื่อทำการขัดแต่งผิวหน้า โดยไล่ตั้งแต่ขัดแต่งผิวไม่ทันทำให้ต้องใช้น้ำพรมที่ผิวทำให้สีของพื้นด้านล่างไม่สม่ำเสมอ เกิดฟูน ระดับและความเรียบไม่ได้ และหลุดร่อนในที่สุด การแก้ไขที่ดีที่สุดคือการป้องกัน โดยต้องเริ่มตั้งแต่ ผู้ออกแบบ ผู้รับเหมา และผู้ผลิตคอนกรีต ต้องมีการประชุมวางแผนร่วมกัน โดยควรต้องมีการทำ Mock-Up เพื่อคัดเลือกส่วนผสมคอนกรีตและวิธีการทำงานที่เหมาะสม เช่น ต้องทำระบบฟ้าใบกันลม (Windbreak) (รูปที่ 7) และเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศโดยพัดลมไอน้ำ ทั้งนี้เพื่อลดอัตราการระเหยของน้ำบนผิวหน้าคอนกรีต (Evaporation Rate) ที่สามารถลดการเกิดปัญหาดังกล่าวได้ ยังมีวิธีการง่ายๆ ในการสังเกตว่าน้ำเย็มน้ำ (Bleeding) หยุดหรือยัง ถ้าในทางทฤษฎีจะบอกไว้ว่า “When Setting Start Bleeding is Stop” เมื่อไรที่คอนกรีตเริ่มแข็งตัว การเย็มน้ำ (Bleeding) ก็จะหยุดทันที แต่ในภาคสนามสามารถสังเกตโดยการนำถั่วพลาสติกมาคว่ำบนผิวหน้าคอนกรีตที่คิดว่าหยุดเย็มน้ำแล้วประมาณ 5 - 10 นาที แล้วเปิดดูถ้าเห็นว่าไม่มีน้ำเย็มน้ำที่ผิวเกิดขึ้นแล้วก็ตรวจสอบการแข็งตัวของคอนกรีตด้วยรอยเท้า (Foot-print) ก่อนจะเริ่มลงมือขัดแต่งผิวหน้า



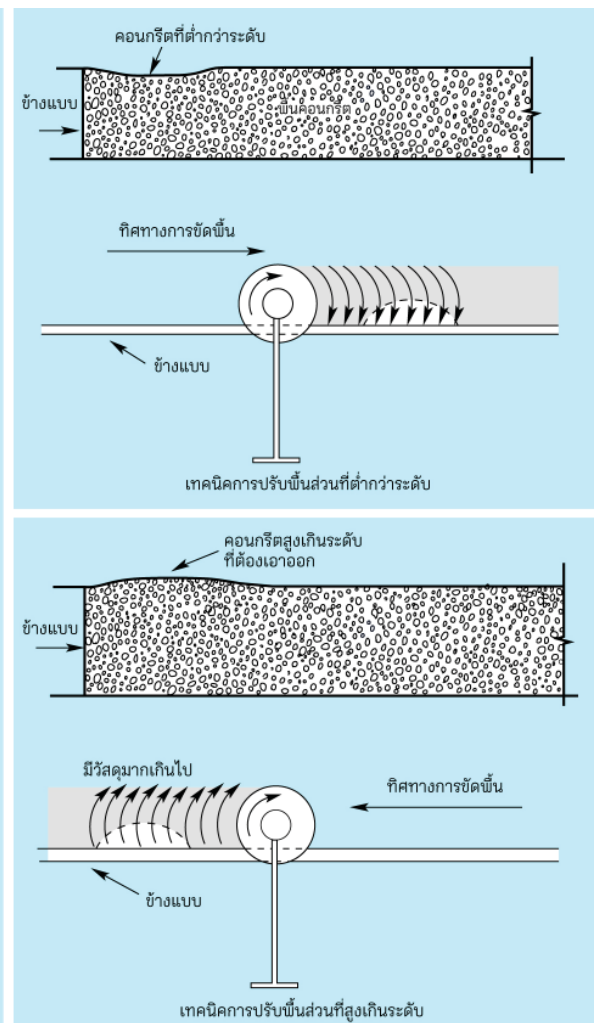
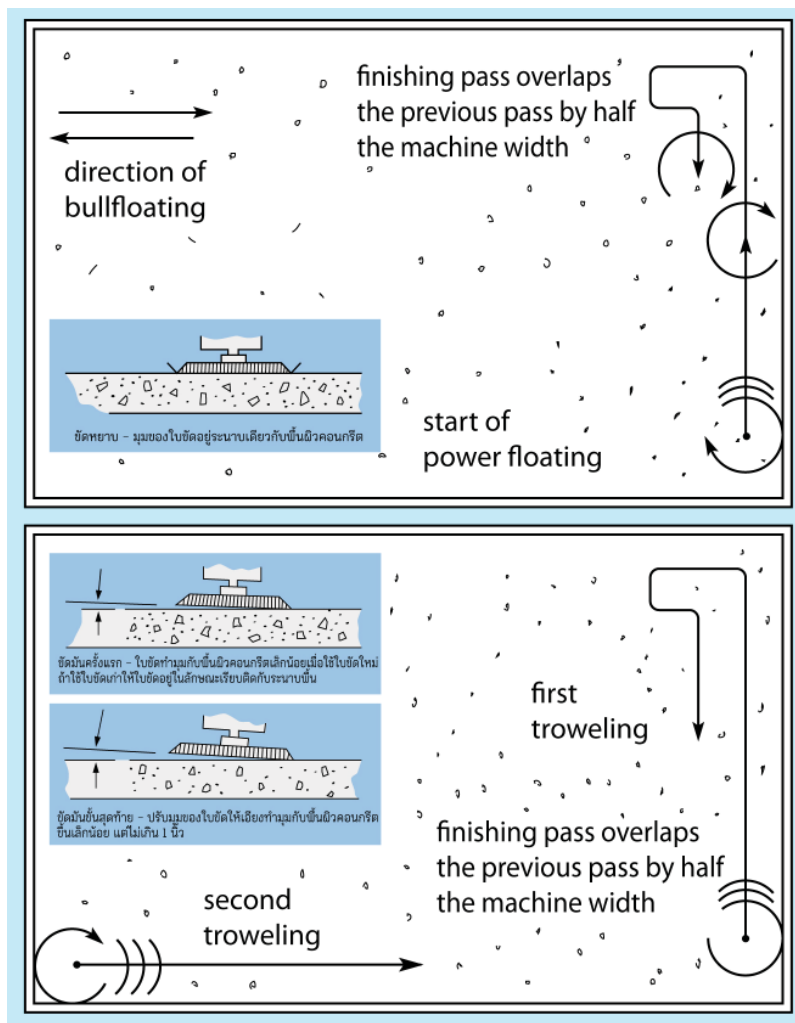
รูปที่ 7 การใช้ Bull Float ในการปรับความเรียบของพื้น

หลักการของการขัดแต่งผิวหน้าคอนกรีต

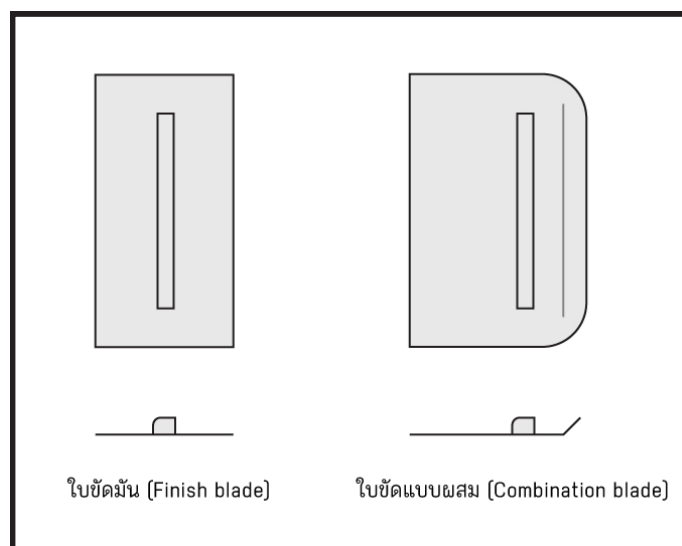
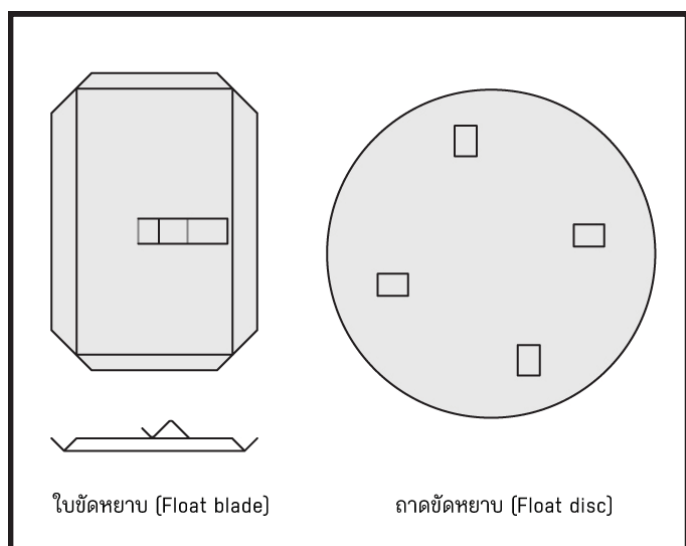
การขัดแต่งผิวหน้าพื้นจะเริ่มจากการขัดแบบ Floating เพื่อทำให้หินจมลงไปข้างล่าง ปรับพื้นให้เรียบและตบผิวหน้าคอนกรีต ผิวหน้าคอนกรีตขณะเริ่มขัดจะต้องไม่มีน้ำเยิ้มและแข็งตัวระดับหนึ่ง ลำดับขั้นการขัดต้องสัมพันธ์กับลำดับการเทคอนกรีต คือ คอนกรีตที่เทก่อนที่จะต้องขัดผิวได้ก่อนเรียงตามลำดับการเทคอนกรีต (รูปที่ 9) เพราะฉะนั้นผู้ที่ทำหน้าที่ขัดผิวหน้าคอนกรีตจำเป็นต้องรู้ลำดับการเทคอนกรีตด้วย ลำดับขั้นต่อไปคือการขัดแบบ Troweling เพื่อให้ผิวหน้าพื้นมีความแน่น และ เรียบ มีผิวหน้าแกร่ง ซึ่งถือเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการขัดผิวหน้าพื้นคอนกรีต โดยที่ผู้ขัดจะต้องทำการเปลี่ยนใบขัดแต่งให้ถูกต้อง (รูปที่ 9) และเอียงใบเล็กน้อยในการขัด



รูปที่ 8 ขั้นตอนการขัดแบบ Troweling ด้วยใบพัด



รูปที่ 9 เทคนิคในการปรับแต่งผิวหน้าพื้นโดยใช้ Power Floating และ Power Troweling [3]



รูปที่ 10 การเลือกใบขัดผิวหน้าพื้นคอนกรีต

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

เกิดอะไรขึ้นถ้าเริ่มขัดแต่งผิวหน้าช้าเกินไป

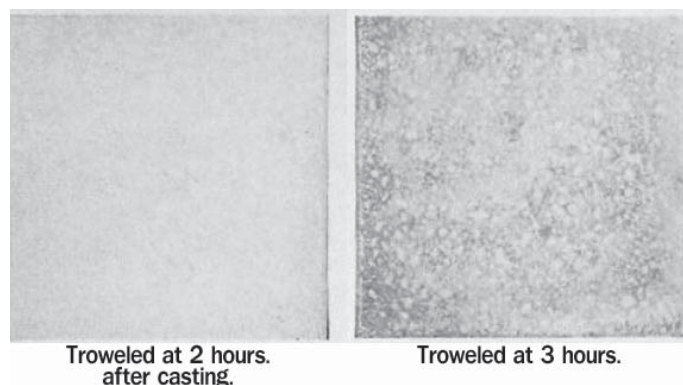
อาจเกิดการผิดพลาดในการตรวจสอบ Footprint หรือ ความไม่พร้อมของเครื่องมือในการขัดแต่งผิวหน้าพื้นคอนกรีต ขั้นตอนขัดแต่งที่เริ่มจาก Power Floating ในส่วนนี้จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับความเรียบแบน (Flatness Tolerance) ทำให้พื้นผิวมีปริมาณปูนทราย (Mortar) ต่ำกว่าที่ควร ขอบแนะนำกำหนดไว้ประมาณ 3 มม. ซึ่งจะสัมพันธ์กับความลึกของ Footprint และถ้าในช่วงต้นการเทคอนกรีตมีการเกลี่ยคอนกรีต (Screeding) เพื่อให้ได้ระดับที่กำหนดไว้ไม่ดีพอ ในขั้นตอนการขัดแบบ Floating ก็จะทำให้ยากขึ้นและยังส่งผลไปยัง ขั้นตอนถัดไปคือ การขัดแบบ Troweling ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ทำให้ผิวหน้าของพื้นมีความหนาแน่นสูง รวมถึงเรียบเนียน ทนทานต่อการขัดสีเมื่อแข็งตัวแล้ว ถ้ากระบวนการก่อนหน้าไม่ดีพอ เช่นมีปริมาณปูนทราย (Mortar) ที่พวน้อยเกินไปก็จะเห็นรอยหินเป็นจุดดำๆ (Black



รูปที่ 11 พื้นที่ขัดแต่งผิวหน้าเสร็จต้องทำการบ่มทันที ในภาพบ่มด้วย Curing Compound

Spot) เมื่อมีการใช้งานพื้นไปชั้กพักก็อาจเกิดการกระเทาะของปูนทรายบางๆ ที่อยู่เหนือเม็ดหินนั้นๆ ได้ (Mortar Flaking) หรือถ้าขัดผิวไม่ทันแล้วใช้เวลาในการขัดแต่งในขั้นตอนสุดท้ายมากจนเกินไปก็จะเกิดรอยไหม้ดำๆ หรือเป็นแถบใบพัดเป็นหย่อมๆ ได้ (รูปที่ 12)

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เห็นได้ว่าเพียงเฉพาะขั้นตอนสุดท้าย (Finishing) ของงานพื้นก็มีขั้นตอนรายละเอียดมากมาย ดูไม่ง่ายเหมือนกับชื่อที่เรา มักจะใช้เป็นคำสับประมาณว่า “พื้น...พื้น” เลยใช่ไหมครับ แต่อย่างน้อยบทความนี้น่ามีประโยชน์สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายเพื่อหันมาให้ความสำคัญและสามารถใช้เป็นแนวทางในการทำงานหรือควบคุมงานได้เพื่อให้พื้นคอนกรีตที่ออกแบบมาอย่างดีมีขั้นตอนการก่อสร้างและควบคุมการเทคอนกรีตที่มาตรฐาน สุดท้ายมีวิธีการขัดแต่งผิวหน้าที่ถูกต้องเท่านี้ก็น่าจะจบได้สวยแล้วนะครับ



รูปที่ 12 ขั้นตอน Troweling ที่ช้าหรือนานเกินไป มีโอกาสส่งผลต่อสีของพื้นผิวได้ [4]

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