การประยุกต์ใช้งานเสริมผิวคอนกรีตแบบไม่เชื่อมประสานสำหรับผิวทางคอนกรีตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ – กรณีศึกษาจากลานจอดเครื่องบินเดิมของท่าอากาศยานนานาชาติสุราษฎร์ธานี

Application of Unbonded Concrete Overlay for Portland Cement Concrete (PCC) Pavement – A Rehabilitation of the Apron of Surat Thani International Airport

พรเลิศ อู่สินสกุล[1,*] วรุตม์ ตันติวงษ์[2] และ จตุพร สาเมือง[3]

[1,3]วิศวกรโครงการ, บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ทุ่งสง) จำกัด
[2]วย 2609, ผู้จัดการโครงการ, บริษัท พีระมิดคอนกรีต จำกัด
**Corresponding author; E-mail address: pronleru@scg.com*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอกรณีศึกษาการปรับปรุง ออกแบบและขั้นตอนการก่อสร้างที่ถูกต้องจนสามารถทำให้โครงการการปรับปรุงพื้นลานจอดเครื่องบินเดิมขนาด 45,000 ตร.ม. โดยการเททับหน้าแบบไม่เชื่อมประสานด้วยคอนกรีตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ณ ท่าอากาศยานนานาชาติสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากโครงสร้างพื้นลานจอดเครื่องบินเดิมที่ใช้งานมาระยะหนึ่ง เกิดการเสื่อมสภาพตามการใช้งาน อาทิ เกิดการแตกร้าว มีน้ำขัง และผิวหน้าหลุดร่อน เป็นต้น จึงจำเป็นต้องซ่อมแซมเพื่อให้สามารถใช้งานได้ดีตามปกติ และยืดอายุการใช้งานคงเหลือออกไป โดยใช้วิธีการออกแบบซ่อมแซมผิวคอนกรีตตามแนวทางของ AASHTO และจากการสำรวจพื้นลานจอดเดิมพบว่าโครงสร้างแผ่นพื้นคอนกรีตเดิมยังคงมีความแข็งแรงดี ดังนั้นการซ่อมแซมโดยใช้วิธีการเททับหน้าแบบไม่เชื่อมประสาน จะก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพราะสามารถซ่อมได้ง่าย รวดเร็ว ประหยัด และคุ้มค่า เนื่องจากไม่ต้องรื้อพื้นลานบินเดิมออก อย่างไรก็ตามวิธีการนี้จะต้องพิจารณาถึงความหนาของพื้นลานจอดเดิม รวมถึงวิธีการออกแบบรอยต่อให้ถ้วนถี่ด้วย

คำสำคัญ: เททับหน้าแบบไม่เชื่อมประสาน, การออกแบบรอยต่อ , การออกแบบโครงสร้าง, ผิวทางคอนกรีตแบบรอยต่อไม่มีเหล็กเสริมกันร้าว, งานเสริมผิวทางด้วยคอนกรีตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

Abstract

This paper presents a case study on rehabilitation design and proper workflow that had been used in a project of existing apron 45,000 Sq.m. by an Unbonded Concrete Overlay (UBCO) at Surat Thani International Airport, Surat Thani until the project was completed. The structure of the existing apron has deterioration from use such as cracking, potholes, and scaling. Thus, rehabilitation is needed to maintain functional ability and extend the lifetime by using a proper design with reference to AASHTO guidelines. From existing apron observation, it was found that the structure of the existing pavement is still strong. Therefore, repairing by UBCO was considered as the most effective method because it helps construction be easily applied, fast, saving, and worthwhile due to no existing pavement removal. However, this method has to be concerned about the thickness of the existing pavement and joint design.

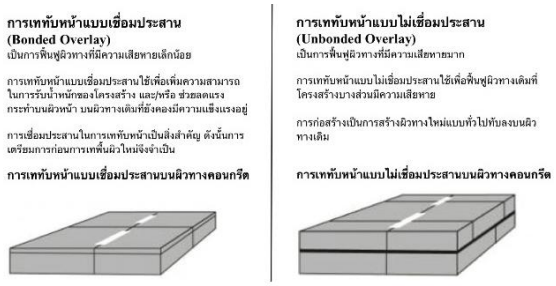
Keywords: Unbonded Concrete Overlay (UBCO), Joint Design, Bonded Concrete Overlay (BCO), Jointed Plain Concrete Pavement (JPCP), PCC overlays

1. บทนำ

กรมท่าอากาศยาน มีความต้องการที่จะซ่อมแซม ปรับปรุง และต่อขยายลานจอดเครื่องบินเดิมที่ท่าอากาศยานนานาชาติสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี เนื่องจากพื้นลานจอดเดิมที่ใช้งานอยู่นั้น เกิดการเสื่อมสภาพตามการใช้งาน อาทิ เกิดการแตกร้าว มีน้ำขัง และผิวหน้าหลุดร่อน เป็นต้น (รูปที่ 2) อนึ่งมีนโยบายการทำลานจอด เพื่อรองรับปริมาณการจอดเครื่องบินที่มากขึ้นรวมถึงให้สามารถรองรับการจอดเครื่องบินขนาดบรรทุกเยอะขึ้น เช่น Airbus A380 จึงจำเป็นต้องซ่อมแซมเพื่อให้สามารถใช้งานได้ดีตามปกติ และเพิ่มอายุการใช้งานพื้นลานจอด โดยมีแนวทางการปรับปรุงพื้นลานจอดเดิม ด้วยการออกแบบการปูใหม่แบบแข็ง (rigid pavement design) เป็นโครงสร้างที่ใช้งานได้ทุกสภาพอากาศ และมีระยะใช้ได้ยาวนาน เพื่อให้บริการการจราจรปริมาณสูงต่อวัน กระจายแรงกระทำที่ล้อในลักษณะที่ความเครียดที่เกิดขึ้นจะถูกส่งไปยังพื้นลานจอด คอนกรีตเดิม

การปรับปรุงซ่อมแซมโดยการเทคอนกรีตทับหน้าเดิม สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลักคือ การเทคอนกรีตทับหน้าแบบเชื่อมประสาน (Bonded) และการเทคอนกรีตทับหน้าแบบไม่เชื่อมประสาน (Unbonded) โดยปัจจัยในการเลือกรูปแบบจะพิจารณาจากความแข็งแรง และการรับ

น้ำหนักบรรทุกใหม่ ของโครงสร้างพื้นเดิม กล่าวคือ หากโครงสร้างพื้นเดิมสามารถรับน้ำหนักได้ โครงสร้างผิวทางยังคงมีความแข็งแรง แต่ผิวหน้าพื้นทางคงสภาพไม่ดี จะเลือกใช้วิธี เทหน้าแบบเชื่อมประสาน (Bonded Overlay) ส่วนในกรณีการพื้นลานเดิม มีโครงสร้างที่มีความเสียหายบางส่วน หรือไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ จะเลือกเทคอนกรีตทับหน้าแบบไม่เชื่อมประสาน (Unbonded Overlay) ซึ่งการปรับปรุงพื้นลานจอดสนามบินสุราษฯ จะเลือกใช้วิธีนี้ในการซ่อมแซม และยังมีเหตุผลอื่นๆ ประกอบเพราะสามารถซ่อมแซมได้ง่าย รวดเร็ว ประหยัด และคุ้มค่า เนื่องจากไม่ต้องรื้อพื้นลานบินเดิมออก ด้วย [1]



รูปที่ 1 รูปแบบการเททับหน้า [1]

1.1 วัตถุประสงค์

1. นำเสนอทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบปรับปรุง แบบเททับหน้าแบบไม่เชื่อมประสาน รวมถึงการออกแบบรอยต่อ เพื่อให้ผู้สนใจได้ทราบหลักการออกแบบ ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม เพื่อประกอบการประยุกต์ ในการทำงานที่ใกล้เคียงหรือสอดคล้องได้

2. นำเสนอขั้นตอนการก่อสร้าง เสริมผิวคอนกรีตแบบไม่เชื่อมประสานสำหรับผิวทางคอนกรีต ซึ่งจะแสดง รายละเอียด ขั้นตอนการทำงานตั้งแต่การปรับปรุงการผลิตคอนกรีต , การเททับหน้าโดยใช้เครื่อง Slipform Paver และผลการดำเนินงานในโครงการ การปรับปรุงพื้นลานจอดเครื่องบินเดิมโดยการเททับหน้าแบบไม่เชื่อมประสาน ด้วยคอนกรีตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ณ ท่าอากาศยานนานาชาติสุราษฎร์ธานี

โดยคาดหวังว่าผู้อ่านสามารถนำทฤษฎี ขั้นตอนการก่อสร้าง การแก้ไขปัญหาที่พบระหว่างการก่อสร้าง ไปใช้ในการซ่อมแซม พื้นลานจอดสนามบินอื่นๆ หรือพื้นที่มีลักษณะคล้ายกัน เช่น ถนน พื้นโรงงาน ลานกีฬา และลานจอดรถสาธารณะ ได้อย่างดี

1.2 ขอบเขตการศึกษา

การปรับปรุงพื้นลานจอดเครื่องบินในช่วงที่ 2 ซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมด 50,625 ตารางเมตร เป็นพื้นที่ส่วนงานเททับหน้าผิวทางเดิม 40,500 ตารางเมตร และพื้นที่ส่วนต่อขยายอีก 10,125 ตารางเมตร ณ ท่าอากาศยานนานาชาติสุราษฎร์ธานี

รูปที่ 2 ผิวทางพื้นลานจอดเครื่องบินเดิม

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเททับหน้าแบบไม่เชื่อมประสาน

การเททับหน้าแบบไม่เชื่อมประสานโดยทั่วไปจะใช้ความหนาอยู่ที่ 125 – 305 มิลลิเมตร มีชั้นของการฉาบผิวทางแบบ Slurry seal หรือแอสฟัลท์คอนกรีตชนิดผสมร้อน เป็นผิวทางภายใน (Separation Interlayer) แยกชั้นผิวทางเดิมกับผิวทางที่เททับออกจากกัน ช่วยทำให้ผิวทางทั้งสองเป็นอิสระต่อกันและป้องกันความเสียหายในชั้นผิวทางเดิมส่งผ่านมายังผิวทางเสริมได้ ข้อได้เปรียบของการเททับหน้าแบบไม่เชื่อมประสาน คือสามารถก่อสร้างผิวทางเสริมบนผิวทางเดิมที่อยู่ในสภาพที่ไม่ดีได้ โดยไม่ต้องซ่อมบำรุงผิวทางเดิมมากและไม่จำเป็นต้องรื้อผิวทางเดิม ไม่เหมาะสำหรับงานที่คำนึงถึงระดับพื้นหลังจากเททับหน้าใหม่แล้ว [2]

2.2 หลักการออกแบบการเททับหน้าแบบไม่เชื่อมประสาน

การออกแบบอ้างอิงตามแนวทาง AASHTO 1993 [3,4] จะออกแบบโดยกำหนดให้ผิวทางเดิมยังคงมีความแข็งแรงอยู่

2.2.1 ความหนาของผิวทางเททับหน้าแบบไม่เชื่อมประสาน

$$D_{ol} = \sqrt{D_f^2 - D_{eff}^2} \quad (1)$$

เมื่อ D_{ol} คือ ความหนาผิวทางเททับหน้าแบบไม่เชื่อมประสาน

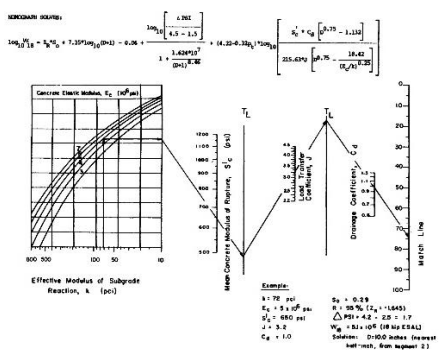
D_f คือ ความหนาผิวทางที่ต้องการเพื่อรับน้ำหนักการจราจรในอนาคต

D_{eff} คือ ความหนาประสิทธิผลของผิวทางเดิม

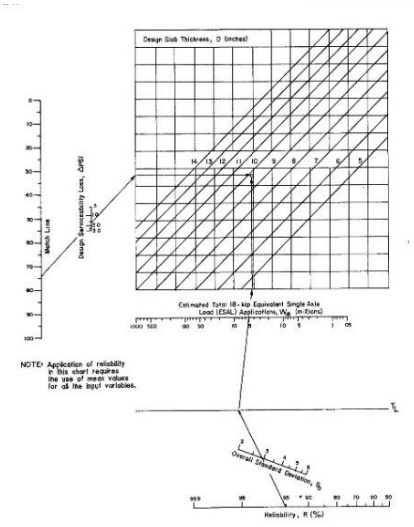
2.2.1.1 ความหนาผิวทางที่ต้องการเพื่อรับน้ำหนักการจราจรในอนาคต (D_f)

คำนวณได้จากวัสดุของผิวทางที่ใช้เททับหน้า ไม่ใช่ผิวทางเดิม โดยต้องพิจารณา อายุการใช้งานที่จะใช้ออกแบบ จำนวนช่องจราจร น้ำหนักบรรทุกที่พื้นทางรับ (ESAL) อัตราการเติบโตรายปีที่คาดหวัง (Annual growth rate) ค่าความน่าเชื่อถือของการออกแบบ (Design reliability)

ความผันแปรภายของข้อมูลทั้งหมด (Overall standard deviation) ความเสียหายจากการใช้งาน (Loss of serviceability) วัสดุชั้นรองพื้นทาง (Subbase Material) กำลังอัดประลัย (Compressive strength) โมดูลัสการแตกร้าว (Modulus of rupture) สภาพการระบายน้ำ คุณภาพของการระบายน้ำ (Quality of drainage) Loss of support (LS) ในกรณีของออกแบบการเททับหน้าแบบไม่เชื่อมประสานด้วยผิวทางคอนกรีตกำหนดให้ LS เท่ากับ 0 ลักษณะการถ่ายแรงตามชนิดของพื้นทาง และโมดูลัสต้านทานแรงกดของชั้นดิน (Effective modulus of subgrade) เมื่อได้ค่าของตัวแปรครบแล้วให้นำเข้าสมการหรือใช้กราฟ Nomograph Solves (รูปที่ 3, 4)



รูปที่ 3 การออกแบบผิวทางคอนกรีตตามแนวทาง ASSTHO (ส่วนที่ 1) [4]



รูปที่ 4 การออกแบบผิวทางคอนกรีตตามแนวทาง ASSTHO (ส่วนที่ 2) [4]

2.2.1.2 ความหนาประสิทธิผลของผิวทางเดิม (Deff)

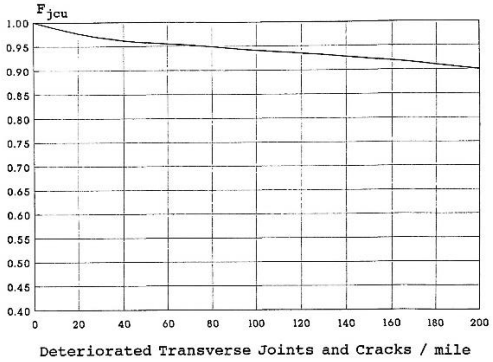
คำนวณได้จากการสำรวจผิวทางเดิม ดังแสดงในสมการที่ (2)

$$D_{eff} = F_{jcu} \times D \quad (2)$$

เมื่อ D_{eff} คือ ความหนาประสิทธิผลของผิวทางเดิม

F_{jcu} คือ สัมประสิทธิ์ปรับแก้รอยต่อและรอยแตก (สัดส่วนของการสูญเสียอายุการใช้งานจากความเสียหายของรอยต่อและรอยแตกในผิวทางเดิม) (รูปที่ 3)

D คือ ความหนาผิวทางเดิม ค่าความหนาสูงสุดไม่เกิน 250 มิลลิเมตร



รูปที่ 5 สัมประสิทธิ์ปรับแก้รอยต่อและรอยแตก [3]

2.2.2 การออกแบบรอยต่อ

โดยทั่วไปรอยต่อจะถูกออกแบบให้อยู่ไม่ตรงกับแนวรอยต่อของผิวทางเดิม เนื่องจากมีสมมติฐานว่าความหนาของผิวทางที่เททับหน้าและผิวทางภายใน (Separation Interlayer) ที่สร้างขึ้นจะป้องกันความเสียหายในชั้นผิวทางเดิมส่งผ่านมายังผิวทางเสริมได้ ดังนั้นแนวรอยต่อที่สร้างขึ้นจะช่วยพัฒนาในเรื่องการส่งถ่ายแรง

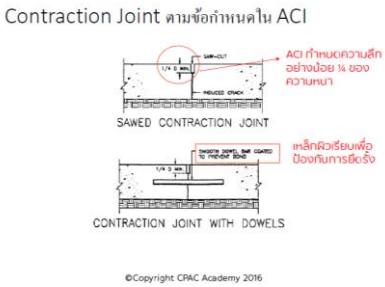
2.3 รอยต่อ

รอยต่อ คือการควบคุมรอยแตกที่อาจเกิดจากการหดตัวหรือการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ให้เกิดขึ้นในบริเวณที่กำหนด ซึ่งรอยต่อสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้ [5]

2.3.1 รอยต่อตามแนวขวาง (Transverse joint)

รอยต่อมีทิศทางขวาง ตั้งฉาก กับทิศทางการจราจร แบ่งออกได้ 3 ประเภท

1. รอยต่อเผื่อการหดตัว (Contraction Joint) มีไว้เพื่อควบคุมการแตกร้าวของแผ่นคอนกรีต โดยยอมให้แผ่นคอนกรีตสามารถหดตัวได้ในแนวราบ และเพื่อลดหน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงเสียดทาน การงอ และการบิดของแผ่นคอนกรีต เมื่อรอยต่อมีรอยแตกเกิดขึ้น คอนกรีตจะสูญเสียการถ่ายแรงไป จึงต้องมีการใส่เหล็กเดือย เพื่อให้เกิดการถ่ายแรงจากแผ่นคอนกรีตไปสู่แผ่นคอนกรีตอีกแผ่นหนึ่งได้ ACI 224.3R-95 แนะนำให้วาง รอยต่อเผื่อการหดตัว ทุกระยะ 24 เท่าของความหนาของพื้น แต่ไม่เกิน 6 เมตร โดยให้มีความลึกอย่างน้อยหนึ่งส่วนสี่เท่าของความหนาพื้น



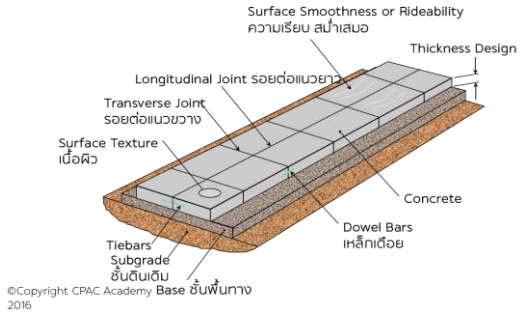
รูปที่ 6 รอยต่อเผื่อการหดตัว

2. รอยต่อเผื่อการขยายตัว (Expansion Joint) รอยต่อสำหรับพื้นเพื่อให้เป็นอิสระ เพื่อทำให้เกิดรอยร้าวจากการยึดรั้งน้อยที่สุดหากเกิดการขยายตัว เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

3. รอยต่อเพื่อการก่อสร้าง (Construction Joint) รอยต่อที่สร้างขึ้นเมื่อจำเป็นต้องมีการหยุดการก่อสร้าง ตามขั้นตอนของการก่อสร้างตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง หรือเปลี่ยนขั้นตอนการก่อสร้างของผิวทาง โดยรอยต่อเพื่อการก่อสร้างมักจะก่อสร้างตรงกับตำแหน่งของ รอยต่อเผื่อการหดตัว

2.3.2 รอยต่อตามแนวยาว (Longitudinal joint)

ในการก่อสร้างโดยทั่วไปจะไม่ทำการเทคอนกรีตทีเดียวเต็มความกว้างของผิวทาง แต่จะเทคอนกรีตกว้างทีละ 1 ช่องจราจร ดังนั้นจึงทำให้เกิดรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีตในทิศทางเดียวกับทิศทางการจราจร หรือตามยาว รอยต่อนี้ต้องถูกยึดติดกันเพื่อให้เกิดการถ่ายแรงที่สมบูรณ์โดยใช้เหล็กข้ออ้อยหรือเหล็กเส้นกลม โดยปริมาณและขนาดของเหล็กจะขึ้นอยู่กับความยาวและความกว้างของแผ่นคอนกรีต



รูปที่ 7 รอยต่อประเภทต่าง ๆ

2.4 เครื่องปูคอนกรีต (Slip-form Paver)

ระบบก่อสร้างแบบ Slip-form คือเทคโนโลยีการก่อสร้างคอนกรีตโดยการเคลื่อนตัวในแนวใดแนวหนึ่ง ใช้ระบบแม่แรงไฮดรอลิก (Hydraulic jacks) เป็นตัวขับดันขึ้นไปอย่างต่อเนื่องพร้อมกับการเทคอนกรีตและผูกเหล็กเสริมไปพร้อมกัน ซึ่งเทคโนโลยีนี้จะช่วยให้งานก่อสร้างดำเนินการได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากขึ้น ระบบก่อสร้างแบบ Slip-form มี 2 ระบบ คือ 1. ระบบแบบเคลื่อนตัวในแนวดิ่ง ใช้ก่อสร้างปล่อง ลิฟต์ ไซโล เป็นต้น และ 2. ระบบแบบเคลื่อนตัวในแนวราบ ซึ่งนิยมใช้ในงานก่อสร้างผิวทาง โดยในบทความนี้จะกล่าวถึงระบบนี้เป็นหลัก

เครื่องปูคอนกรีต (Slip-form Paver) รุ่น Wirtgen Group SP 64 Slip-form pavers เครื่องปูคอนกรีตนี้สามารถปูพื้นได้กว้าง 2.00-7.50 เมตร ความหนาสูงสุดที่ปูได้คือ 0.45 เมตร ใช้ระบบออโต้ (Super smooter) ในการปรับ คอนกรีตหลังออกจากเตา ใช้ระบบไฮโดรลิคในการยิงเหล็กเดือยและเหล็กยึด ใช้เครื่องจี้เขย่า (Vibrator) 16 ตัว (ใส่ได้มากสุด 18 ตัว) เพื่อช่วยไล่อากาศในคอนกรีต ใช้การหมุนของเกลียวสว่าน (Auger) และการเลื่อนในการกระจายคอนกรีตให้เต็มหน้าแบบ การปรับระดับแบบควบคุมขอบคอนกรีตหลังเตาใช้ระบบไฮโดรลิค ใช้เชื้อเพลิงเต็มถัง 400.00 ลิตร ที่การปู 150 เมตร หนา 0.45 เมตร จะใช้น้ำมันประมาณ 100 ลิตร และหากหยุดเดินเครื่อง เครื่องจะยกตัวเล็กน้อย

รูปที่ 8 Wirtgen Group SP 64 Slipform pavers

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 รายละเอียดข้อมูลการก่อสร้างลานจอดสนามบิน

3.1.1 ข้อมูลโครงการ

1. โครงการและสถานที่ตั้ง: งานขยายลานจอดเครื่องบิน ท่าอากาศยานนานาชาติสุราษฎร์ธานี ตำบลหัวเตย อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี (รูปที่ 9)

2. ลักษณะงาน: ใช้เครื่อง Slip-form Paver ในการก่อสร้างผิวทางลานจอดสนามบิน ความหนา 0.40 เมตร สำหรับพื้นลานจอดเดิมขนาด 45,000 ตารางเมตร และความหนา 0.45 เมตร สำหรับพื้นที่ลานจอดส่วนขยายขนาด 5,625 ตารางเมตร

รูปที่ 9 สถานที่ตั้งโครงการ ลานจอดเครื่องบิน ท่าอากาศยานนานาชาติสุราษฎร์ธานี

3.1.2 คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในงานก่อสร้าง

1. งาน BST (Bituminous surface treatment) ใช้ยางแอสฟัลท์ชนิด RC-70 และ RC-250 ใช้ตามมาตรฐาน ASTM D2028 ในขณะที่ RS-2K ใช้ตามมาตรฐาน ASTM D977

2. งานคอนกรีต กำหนดคุณสมบัติของชั้นคอนกรีตที่ 28 วัน คือมีกำลังต้านทานแรงดัด (Flexural strength) ที่ 42 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร โดยใช้มาตรฐาน ASTM C78 ในการทดสอบ , ค่าการยุบตัวอยู่ที่ 3-5 เซนติเมตร และมีปริมาณซีเมนต์ต่ำสุด 350 กิโลกรัม ต่อคอนกรีต 1 ลูกบาศก์เมตร โดยส่วนผสมคอนกรีต ที่ใช้ในงานปูผิวทาง ดังแสดงดังรูปที่ 10

CPAC READY MIXED CONCRETE
MIX DESIGN

PROJECT	:	โครงการงาน - ขยายลานจอดเครื่องบิน ท่าอากาศยานสุราษฎร์ธานี		
CUSTOMER	:	บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ทุ่งสง) จำกัด เพื่อเป็นข้อมูลสนองให้ บ.พีระมิดคอนกรีต จก.		
CONTRACTOR	:	บ.พีระมิดคอนกรีต จก.		
เลขที่ : ESO2100785 V.6	PRODUCT CODE	:	38NCB0AB58	
Cubic compressive strength		:	380	ksc.
Cylindrical compressive strength		:	320	ksc.
Slump		:	3 - 5	cm.
Water-cementitious materials ratio		:	0.46	
Maximum size of coarse aggregate		:	19	mm.
CALCULATION OF PROPORTION VOLUME FOR 1 CU.M. OF CONCRETE				
Required water		=	165	ltr.
Solid volume of cementitious materials	= 360 / 3.15	=	114	ltr.
Solid volume of fine aggregate	= 850 / 2.65	=	321	ltr.
Solid volume of coarse aggregate	= 1,120 / 2.70	=	415	ltr.
Air Content	= 1 x 1,000 / 100	=	10	ltr.
Total volume		=	1025	ltr.
COMPOSITION FOR 1 CU.M. of CONCRETE				
Cementitious materials		=	360	kg
Water		=	165	ltr
Sand (Normal)		=	850	kg
Rock (3/4"-#4)		=	560	kg
Rock (1" - 1/2")		=	560	kg
CPAC 20405		=	1800	cc

รูปที่ 10 แสดงส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ในงานผิวทาง

3. มวลรวมละเอียด เลือกใช้มวลรวมละเอียดที่ไม่มีส่วนประกอบที่ทำปฏิกิริยากับอัลคาไลน์ในปูนซีเมนต์และมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM C33

4. มวลรวมหยาบ เลือกใช้มวลรวมหยาบที่ไม่มีส่วนประกอบที่ทำปฏิกิริยากับอัลคาไลน์ในปูนซีเมนต์และมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM C33 มีความสึกกร่อนไม่เกิน 40% โดยการทดลองตามมาตรฐาน ASTM C131 สำหรับขนาดเล็ก และ ASTM C33 สำหรับมวลรวมขนาดใหญ่ นอกจากนี้มวลรวมหยาบจะต้องมีหินแบนยาวไม่เกิน 8% ของน้ำหนัก โดยทดลองตามมาตรฐาน ASTM D4791

5. เหล็กที่ใช้ เหล็กเส้นกลม (Dowel Bar) มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.20 จุดคลาก (Yield Strength) ไม่ต่ำกว่า SR24 หรือ 2400 กก./ตร.ซม. กรณีเหล็กข้ออ้อย (Tie Bar) มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.24 จุดคลาก (Yield Strength) ไม่ต่ำกว่า SD30 หรือ 3000 กก./ตร.ซม. เหล็กกลมผิวเรียบ ไม่มีปีกหรือลูกคลื่น โดยต้องเคลือบด้วยจารบี หรือสารที่ผู้ควบคุมงานกำหนด 1 ชั้น ก่อนการใช้งาน

6. น้ำที่ใช้ต้องเป็นน้ำสะอาดปราศจากน้ำมัน เกลือ กรด ด่าง น้ำตาล อินทรียวัตถุ หรือสิ่งเจือปน น้ำที่ใช้ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน AASHOT T26 หรือเป็นน้ำที่บริโภคได้ โดยไม่ทำการทดสอบก็ได้

7. วัสดุที่ใช้บ่มคอนกรีต ใช้ Sika® Antisol® E TH เป็นสารที่ใช้ฉีดพ่นลงผิวคอนกรีต โดยจะก่อตัวเป็นชั้นฟิล์มบาง ๆ เคลือบที่ผิวของคอนกรีต โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการแข็งตัวของคอนกรีต ทำหน้าที่ป้องกันการระเหยของน้ำจากผิวหน้าคอนกรีตสด ช่วยปรับปรุงลักษณะของพื้นผิว ลดการแตกร้าว และช่วยให้ได้กำลังอัดตามที่ต้องการ

8. สารผสมเพิ่ม (Admixtures) ใช้สารลดน้ำ (Water-reducing) และสารควบคุมการก่อตัว (Set-controlling) ตามมาตรฐาน ASTM C494

3.1.3 คุณสมบัติของเครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในงานก่อสร้าง

1. เครื่องผสมคอนกรีต (Central Plant Mixer) ต้องมีประสิทธิภาพในการผสมคอนกรีตให้คละกันสม่ำเสมอได้ในเวลาที่กำหนด ไม่เกิดการแยกตัว และมีอุปกรณ์ควบคุมไม่ให้คอนกรีตเทออกมาก่อนเวลาที่ตั้ง โดยจะต้องทำความสะอาดและตรวจสอบการเสื่อมประสิทธิภาพหรือเกิดการชำรุดอย่างสม่ำเสมอ

2. รถผสมคอนกรีตและส่งคอนกรีต (Truck Mixer and Truck Agitators) ใช้สำหรับผสมคอนกรีตและขนส่งคอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้วจากเครื่องผสมคอนกรีต ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM C94

3. รถดั้ม (Non-Agitator Truck) ใช้ในการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จแล้ว จะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM C94

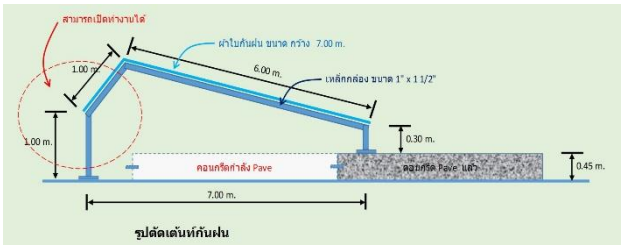
4. เครื่องปูคอนกรีต (Slip-form Paver) จะต้องให้พลังงานและขับเคลื่อนด้วยตัวเองได้ และออกแบบมาเพื่อทำงานผิวคอนกรีตโดยเฉพาะ มีน้ำหนักและกำลังเพียงพอที่จะทำงานผิวคอนกรีต ตามขนาดความกว้างของแผ่นคอนกรีตได้อย่างมั่นคงและมีอุปกรณ์ควบคุมแนวระดับและแนวดิ่งด้วยระบบ Electronic และ Hydraulic

3.2 การเตรียมแผนเตรียมสำหรับแก้ไขปัญหาการเทคอนกรีตในช่วงฤดูฝน

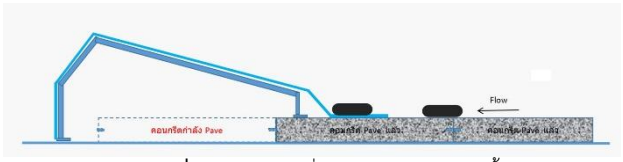
เนื่องจากโครงการอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคม-ธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนของทางภาคใต้ แต่แผนการทำงาน ต้องทำต่อเพื่อให้งานเทลาน เสร็จตามแผนที่วางไว้ จึงต้องมีการเตรียมความพร้อม โดยมีอุปกรณ์ที่ต้องเตรียมได้แก่ โครงเต็นท์ ผ้าใบพลาสติก (Blue sheet) เครื่องปั๊มสูบน้ำและถุงทรายขนาด 25x65 เซนติเมตร ก่อนการเทคอนกรีตในแต่ละวันจะต้องเริ่มจากการดู

พยากรณ์อากาศจาก web site : https://weather.tmd.go.th/srt.php (ซึ่งมีความแม่นยำสูง)

หากมีความเสี่ยงที่ฝนจะตกเกิน 80% จะงดการเท และหากเริ่มเทคอนกรีตไปแล้วจะต้องเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ให้พร้อม โดยจะออกแบบสร้างโครงเต็นท์คลุมที่ 80 เมตร (หลักการคือ การเทพื้นลานจอดจะมีทั้งหมด 140 เมตร ระยะเวลาการก่อตัวคอนกรีต จะอยู่ที่ 2 ชั่วโมง คือผิวหน้าแข็งแล้ว จะได้ระยะประมาณ 60 เมตร ดังนั้นควรเตรียมความยาวเต็นท์เผื่อไว้อย่างน้อย 140 – 60 = 80 เมตร) การทำโครงเต็นท์ เพื่อให้สามารถเปิดเข้าไปทำงานแต่งหน้าผิว ต่อได้ (รูปที่ 11) โดยหากนำผ้าใบไปคลุมบนผิวคอนกรีตโดยตรง ในคอนกรีตที่ผิวหน้ายังไม่แข็งตัว น้ำหนักของผ้าใบและฝนที่ตกลงมาอาจจะส่งผลต่อผิวบนของคอนกรีตเสียหายได้ จากนั้นใช้ถุงทรายดักน้ำ เพื่อเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำไม่ให้น้ำไปกัดเซาะผิวของคอนกรีต (รูปที่ 12)



รูปที่ 11 เต็นท์คลุมผิวทางคอนกรีตกรณีมีฝนตก

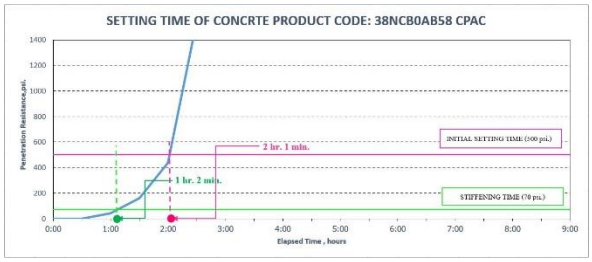


รูปที่ 12 ถุงทรายเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำ

3.3 การทดลองผสมคอนกรีต (Trial Mix)

การทดลองส่วนผสมคอนกรีตเพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติเหมาะสมและตรงตามรายละเอียดมาตรฐานควบคุมการก่อสร้างสนามบิน ที่ตรงต่อความต้องการทั้งทางด้านคุณภาพและความเหมาะสมกับวิธีที่ใช้ในการก่อสร้าง รายการการทดสอบหลัก คือ การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต ระยะเวลาการก่อตัว และกำลังต้านทานแรงดัดของคอนกรีต

รูปที่ 13 แสดงทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต



รูปที่ 14 แสดงระยะเวลาการก่อตัวคอนกรีตที่ใช้ *Pavement*

ใบรายงานผลการทดสอบ เลขที่ SIE 409R/64

วันที่ 20 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2564

การทดสอบกำลังต้านแรงดัดคานคอนกรีต

Trial Mix ขยายคานจอดสนามบิน 28NCB0AB58 SL=4.0 วันหล่อตัวอย่าง 15 มิ.ย. 2564 (28 วัน)	หน่วย	Sample Number A7	A8	A9	เฉลี่ย
ความกว้าง	ซม.	15.31	15.25	15.27	-
ความยาว(ระหว่างจุดรองรับ)	ซม.	55.00	55.00	55.00	-
ความสูง	ซม.	15.27	15.25	15.37	-
แรงอัดสูงสุด	กก.	2,382	2,505	2,445	-
ความต้านทานหน่วยแรงดัด	กก./ซม.^{2}	55.0	58.3	55.9	56.4

(นายศิณห์ เกื้อกาญจน์)
วิศวกรผู้ควบคุมการทดสอบ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนงศักดิ์ ชื่นใจ)
ผู้อำนวยการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูมดล บางรักษ์)
ผู้อำนวยการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายงานนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น
ห้ามคัดถ่ายใบรายงานผลการทดสอบแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ

รูปที่ 15 กำลังต้านทานแรงดัดของคอนกรีต

3.4 การลาดแอสฟัลท์ BST (Bituminous surface treatment)

ก่อนเริ่มต้นการเทเสริมผิวคอนกรีต (PCC Overlay on Exiting concrete pavement) ทำการเพิ่มชั้นไม่ยึดเกาะ (unbonded process) โดยทางโครงการเลือกใช้กระบวนการ BST (Bituminous surface treatment)

การทำชั้นดังกล่าวเริ่มจากการตรวจสอบอุปกรณ์และเครื่องตรวจปรับเครื่องพ่นแอสฟัลท์ให้ใช้งานได้ดี และต้องลาดแอสฟัลท์ให้ถูกต้องตาม

อุณหภูมิและปริมาณที่กำหนด หลังจากการลาด BST (แสดงดังรูปที่ 16) จะต้องทิ้งไว้ช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อให้น้ำมันใน Cut Back Asphalt ระเหยออกไป หรือแอสฟัลท์อิมัลชันแตกตัวและน้ำระเหยออกไป จึงก่อสร้างพื้นทางต่อไป

รูปที่ 16 เพิ่มชั้น (Unbonded process) โดยทางโครงการเลือกใช้กระบวนการ BST (Bituminous surface treatment)

3.5 ขั้นตอนก่อนการเทคอนกรีต (Before Paving)

3.5.1 การเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือและสถานที่

เริ่มจากการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือ และปรับเทียบให้มีความถูกต้องแม่นยำ แล้วทำสำรวจพื้นที่ วัดระดับพื้นโดยเก็บค่าระดับของพื้นที่ทุกระยะ 5 เมตร เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการควบคุมปริมาณคอนกรีต จากนั้นสร้างแนวเส้นบอกระดับ (String Line) เพื่อเป็นแนวให้เครื่องปูคอนกรีตเคลื่อนที่ไปตามแนวที่ตั้งไว้ เตรียมถังน้ำและน้ำ เพื่อใช้ฉีดรดน้ำบริเวณพื้นทางที่จะทำการเทคอนกรีตให้ชุ่ม ไม่น้อยกว่า 8 – 10 ชั่วโมง เพื่อป้องกันการดูดซึมน้ำจากคอนกรีตในขณะที่เท เตรียมเหล็ก Bar chair และเหล็กเดือยแล้วทำการมัดเหล็กเดือยเข้ากับตัว Bar chair พร้อมทาจารบีตามแบบ ส่วนตำแหน่งเหล็กยึดให้ใช้สีสเปย์ฉีดพ่น ทำเครื่องหมายบริเวณตำแหน่งการวางเหล็กตามแบบไว้

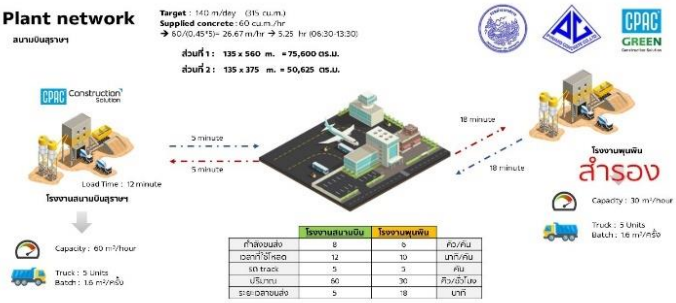
รูปที่ 17 การเตรียมเหล็ก Bar chair

3.5.2 การเตรียมเครื่องปูคอนกรีต Slip-form Paver

เริ่มจากการล้างทำความสะอาด ปรับเทียบ และปรับค่าความสูงของผิวบนคอนกรีตให้ได้ค่าตามที่ต้องการ โดยในโครงการนี้จะใช้ Wirtgen Group SP 64 Slipform pavers เนื่องจากประหยัดด้านต้นทุน และให้ความสะดวกเรื่องการแต่งผิวหน้าคอนกรีตมากกว่า

3.5.3 การจัดทำแผนการผลิตและเลือกโครงข่ายโรงงานผสมคอนกรีต (RMC Plant Network)

การเลือกโรงงานผสมคอนกรีตดำเนินการเพื่อไม่ให้หน้างานเกิดปัญหาเรื่องความไม่ต่อเนื่องการดำเนินงาน จึงต้องสำรองโรงงานผลิตคอนกรีตต่อการใช้งาน ต่อการทำงาน ในวันที่มีการก่อสร้าง



รูปที่ 18 การวางโครงข่ายโรงงานผสมคอนกรีต

3.5.4 การเตรียมรถบรรทุกคอนกรีต

ภายในโครงการมีการใช้รถผสมคอนกรีตในการจัดส่งคอนกรีต และใช้รถดั๊มที่มีปริมาณความจุสูงสุดที่ 8-10 ลูกบาศก์เมตรเข้ามาช่วยในการรองรับและขนส่งคอนกรีตเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเทพื้นคอนกรีตให้มีความต่อเนื่อง โดยควบคุมค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Slump) ให้อยู่ที่ 3-5 เซนติเมตร และหลังการใช้งานจะต้องฉีดพ่นน้ำมัน และล้างท้ายกระบะทุกวัน เพื่อป้องกันคอนกรีตติดท้ายกระบะ

3.6 ขั้นตอนระหว่างการเทคอนกรีต (During Paving)

การเทคอนกรีตของเครื่องปูคอนกรีต (Slip-form Paver) จะต้องเทลงบนเหล็กบริเวณรอยต่อโดยตรงก่อน เพื่อป้องกันไม่ให้เหล็กเกิดการเคลื่อนตัวเมื่อเครื่องปูคอนกรีตเคลื่อนตัวผ่าน

3.6.1 การเทคอนกรีต

การเทคอนกรีตให้เทล่วงหน้าก่อนที่เครื่องปูคอนกรีตจะเคลื่อนตัวมาถึงเป็นระยะ 30-50 เมตร โดยใช้รถขุด (Backhoe) ช่วยในการเกลี่ยคอนกรีต ซึ่งตัวรถขุดควรมีความยาวแขนในการทำงาน มากกว่าความกว้างของการปูคอนกรีต เช่น ในการก่อสร้างผิวทางลาดจอดเครื่องบินนี้ขนาดความกว้างของการปูคอนกรีตอยู่ที่ 5 เมตร จึงใช้รถขุดที่มีความยาวของแขนในการทำงานที่ 6 เมตร เป็นต้น

รูปที่ 19 การเทคอนกรีตก่อนเครื่องปูคอนกรีตเคลื่อนตัวมาถึง

3.6.2 หน้าเครื่อง (Front of machine)

เริ่มจากการวางเหล็ก Bar chair ในแนวรอยต่อตามแนวขวาง ทุกระยะ 5 เมตร โดยยึดให้เหล็กเดือยและเหล็กยึดอยู่ติดกันแน่น แล้วเกลี่ยคอนกรีตโดยใช้รถขุด ให้ได้ระดับตามที่ออกแบบไว้ จากนั้นเสียบเหล็กเดือยหรือเหล็กยึดในแนวรอยต่อตามแนวยาว

3.6.3 หลังเครื่อง (Behind machine)

เริ่มจากการแต่งผิวคอนกรีตด้วยเครื่องปูคอนกรีต โดยเครื่องจะทำการปาดผิวคอนกรีตไปพร้อม ๆ กับการบดอัดคอนกรีตและเคลื่อนตัวไปข้างหน้า แต่อาจมีผิวคอนกรีตบางส่วนที่ลอดผ่านเหล็กปาดคอนกรีตมาได้ จึงต้องใช้การแต่งผิวด้วยแรงคน โดยการใช้ไม้ปาดในการแต่งผิว และใช้เกรียงเหล็กในการเก็บและปรับแต่งขอบข้างคอนกรีต ในกรณีที่ขอบข้างไหล่ตกหรือไม่สมบูรณ์ แล้วกรีดหน้าลายผิวคอนกรีตเพื่อเพิ่มแรงเสียดทานระหว่างพื้นคอนกรีตกับยางล้อรถ

รูปที่ 20 การแต่งผิวหน้าคอนกรีตหลังเครื่องปูคอนกรีต

3.6.4 การควบคุมคุณภาพงาน

การเทคอนกรีต ต้องมีการเก็บตัวอย่างคอนกรีตสดที่เท ทุกๆ 50 ลบ.ม. เพื่อนำไปทดสอบค่ากำลังดัด นอกจากนี้มีการตรวจสอบความหนาด้านบนผิวหน้า ด้วยการส่องกล้องสำรวจ การตรวจสอบความเรียบของพื้นด้วย Straightedge ทุกระยะ 5 เมตร โดยไม่มีจุดใดที่แตกต่างเกิน 6 มม. หากพบความแตกต่างจะทำการแก้ไขทันที และการตรวจสอบความกว้างของพื้นทาง จดบันทึกไว้ในตารางการควบคุมคุณภาพ ทุกวันทำงาน

รูปที่ 21 การตรวจสอบความเรียบและเอียงของผิวทาง

3.7 ขั้นตอนหลังการเทคอนกรีต (After Paving)

3.7.1 การปิดแบบและบ่มคอนกรีต

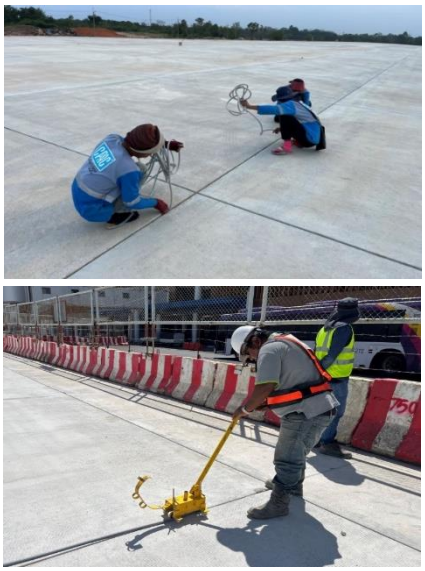
หลังทำการก่อสร้างเสร็จในแต่ละวันจะต้องทำการเข้าแบบและรอยต่อเพื่อการก่อสร้าง แล้วทำการบ่มคอนกรีต ในงานลานจอดสนามบินเดิมของท่าอากาศยานนานาชาติสุราษฎร์ธานีนี้จะใช้ วิธีการบ่มคอนกรีตแบบฉีดพ่น Sika® Antisol® E TH ลงบนผิวคอนกรีต โดยคุณสมบัติของน้ำยาบ่มคอนกรีตจะช่วยลดความเสี่ยงของการแตกร้าวเนื่องจากการหดตัวของคอนกรีตที่สูญเสียน้ำ ลดการเกิดฝุ่น และช่วยให้ได้กำลังของคอนกรีตตามที่ต้องการ

3.7.2 การตัดแนวรอยต่อ

รอยต่อตามแนวขวางจะต้องทำการตัดภายในเวลา 5-6 ชั่วโมงหลังจากการเทคอนกรีตเสร็จ ในการตัดไม่ควรใช้ใบตัดขนาดเดียว เพราะเครื่องจะร้อนและเส้นไม่คม จึงใช้ใบตัด 2 ขนาด (14 นิ้ว และ 20 นิ้ว) โดยใช้ใบตัดขนาด 14 นิ้วตัดนำ และตามด้วยใบตัดขนาด 20 นิ้ว เพื่อให้แนวรอยตัดตรงไม่เบี้ยว ควรเตรียมถังน้ำ 200 ลิตร ช่วยหลอเลี้ยงใบตัดและลดฝุ่นขณะทำงาน ส่วนรอยต่อตามแนวยาวนั้นจะตัดเมื่อ หลังจากคอนกรีตแข็งตัวแล้ว มักจะดำเนินการตัด เมื่อเสร็จงานหลายๆ ช่อง โดยตัดและเก็บงาน ก่อนที่จะหยอดยางมะตอย และเปิดการใช้งาน

3.7.3 การใส่วัสดุคั่น (Bond Breakers) และวัสดุอุดรอยต่อ

หลังจากตัดแนวรอยต่อให้ทำความสะอาดผิวคอนกรีต โดยใช้เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงในการเป่าเศษฝุ่นและวัสดุอุดร่องออก รอจนแห้ง จากนั้นใช้ช้างน้อย (ซึ่งเป็นอุปกรณ์เครื่องมือช่วยใส่การใส่วัสดุคั่น) แล้วหยอดยางมะตอย ลงในร่องรอยต่อที่ทำการเก็บแต่งไว้ก่อนหน้า



รูปที่ 22 การใส่วัสดุคั่น (*Bond Breakers)* และวัสดุอุดรอยต่อด้วยช้างน้อย

3.7.4 การทดสอบผิวทาง

หลังจากที่ทำผิวคอนกรีตแข็งตัวพอเพียงแล้วจะต้องทำการตรวจสอบผิวหน้าคอนกรีตโดยใช้ Straightedge (รูปที่ 23) ที่มีความยาว 5.0 เมตร โดยผิวคอนกรีตที่เทจะต้องเป็นไปดังนี้

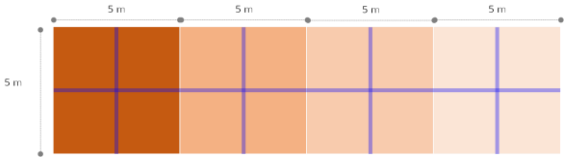
1. ไม่มีจุดใดจุดหนึ่งแตกต่างเกิน 6 มิลลิเมตร เมื่อวาง Straightedge 5.0 เมตร ทาบ

2. กรณีที่มีจุดใดสูงเกิน 6 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 12 มิลลิเมตร ให้ใช้เครื่องมือดำเนินการปาดแต่งออกให้ได้ความแตกต่างไม่เกิน 6 มิลลิเมตร

3. กรณีที่มีจุดใดแตกต่างกันเกิน 12 มิลลิเมตร แผ่นคอนกรีตนั้น ๆ จะต้องดำเนินการรื้อออกและทำการเทคอนกรีตใหม่ โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

แนววิธีการวัดทาบ ทำการวัดในจุดกึ่งกลาง ของแผงคอนกรีต ทุกๆ ขนาด 5 x 5 เมตร ทั้งแนวตั้งและแนวนอน (เส้นสีม่วงแสดง แนวการตรวจวัดทดสอบผิว) ดังรูปที่ 24 โดยไม่มีจุดใดแตกต่างเกิน 6 มิลลิเมตร

รูปที่ 23 Straightedge [6]



รูปที่ 24 แสดงการแนวการตรวจสอบสถาพผิวทาง

รูปที่ 25 ลานจอดเครื่องบินหลังการเทคอนกรีตและตัดรอยตัดแล้วเสร็จ

ก่อนการส่งมอบพื้นที่ได้ทำความสะอาดโดยใช้หลักการ 5ส. พื้นลานจอด ให้เรียบร้อย ดังรูปที่ 26

รูปที่ 26 การทำความสะอาดและความเรียบร้อยในการทำงาน

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 โครงข่ายโรงงานผสมคอนกรีต (Plant Network)

การเลือกโครงข่ายโรงงานผสมคอนกรีตในงานก่อสร้างเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมาก เนื่องจากจะส่งผลต่อความต่อเนื่องในการทำงาน และคุณภาพของงานโดยตรง โดยในโครงการนี้ได้พิจารณาโรงงานผสมคอนกรีตไว้ 5 แห่ง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบการใช้งานโรงงานผสมคอนกรีต 5 แห่ง

No.	โรงงานผลิต	ระยะทาง (กม.)	ระยะเวลาการเดินทาง	กำลังการผลิตสำหรับสนามบิน	จำนวนรถโม่ (คัน)

			(นาที)	ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง	
1	CPAC Site สนามบินสุราษฎร์	1	5	60	5
2	FC. CPAC หนองขรี	5	10	30	5
3	CPAC พุนพิน	12	18	30	5
4	CPAC ศรีวิชัย	8	10	50	6
5	หนองขรี การช่าง	6	10	30	5

โดยในการพิจารณาเลือกจะคำนึงถึงระยะเวลาในการจัดส่ง และกำลังการผลิตสำหรับสนามบิน โดยจากการคำนวณปริมาณการใช้คอนกรีตทั้งหมดที่ใช้ต่อวัน จะได้เท่ากับ 150 x 5 x 0.40 เท่ากับ 300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเลือกโรงงานผสมคอนกรีตที่มีกำลังการผลิตมากพอที่จะช่วยลดระยะเวลาในการทำงานให้อยู่ในระยะเวลาที่สามารถทำงานได้ใน 1 วัน จากตารางที่ 1 ทำให้สามารถเลือกโรงงานผสมคอนกรีตหลักได้เป็นที่ CPAC @ Site สนามบินสุราษฎร์ และเลือก CPAC พุนพิน เป็นโรงงานผสมคอนกรีตสำรอง

ปัจจัย ที่ใช้ในการพิจารณา การใช้โรงงงาน CPAC พุนพิน เป็นโรงงานผสมคอนกรีตสำรอง ข้อมูลในการพิจารณาด้านการทำงานดังนี้

1. การขนส่งโรงงาน CPAC พุนพิน การเดินทางของรถบรรทุกคอนกรีตจะเป็นการวิ่งทางตรง ไม่ติดการกลับรถ และงานก่อสร้างด้านหน้าสนามบินซึ่งมีประสิทธิภาพ การบริหาร ในการขนส่งคอนกรีตได้ดี

2. กำลังการผลิต ในโรงงานผลิต ที่ 2 , 4 , 5 ตามตาราง จะมีการจองส่งคอนกรีต ของการก่อสร้างในพื้นที่บริเวณรอบๆ การจัดการล็อคโรงงาน CPAC พุนพิน ให้สามารถส่งคอนกรีตในเวลาทำงาน Pavement ได้จึงสะดวกกว่า

4.2 การควบคุมปริมาณคอนกรีต

การควบคุมปริมาณคอนกรีตเป็นการจัดการงบประมาณที่สำคัญอย่างหนึ่ง โดยหากขาดการบริหารจัดการกับการควบคุมปริมาณคอนกรีตที่ดีอาจส่งผลให้เกิดคอนกรีตเหลือทิ้งจำนวนมาก และส่งผลต่องบประมาณของโครงการโดยตรงได้ โดยในโครงการนี้ได้มีการพัฒนานำการสำรวจด้วยกล้องและการคำนวณด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอ็กซ์เซล (Microsoft Excel) เข้ามาช่วยในการการควบคุมปริมาณคอนกรีต เริ่มจากการสำรวจด้วยกล้องระดับวิธีการดำเนินการ แบ่งตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นก่อนเริ่มงาน (Pre-execution) เตรียมการทำข้อมูลระดับพื้นลานจอดเดิม จากสนามบินสุราษฯ จะเป็นพื้นลานจอดเดิม โดยต้องใช้ทีมสำรวจ Survey เก็บระดับพื้นเดิม ซึ่งจะมีระยะ 5x5 เมตร ตามขนาดความกว้าง รอยต่อคอนกรีต (Joint) ซึ่งจะเก็บข้อมูลค่าระดับทั้งหมด ขนาด 135x 375 เมตร

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ ข้อมูล (Analysis) จากข้อมูลค่า Survey ที่ได้มาออกแบบ เทียบกับค่าระดับ และความหนาของพื้นลานจอดตามค่าออกแบบ เพื่อคำนวนหาจำนวนคอนกรีตที่ประมาณการต้องใช้ในแต่ละวันตามแผนงาน

ทำให้ได้ข้อมูลของค่าระดับพื้นทางเดิมของลานจอดทุกระยะ 5 เมตร ทั้งแนวยาวและแนวตั้ง จากนั้นนำข้อมูลของค่าระดับพื้นเดิมดังกล่าวมาหาปริมาณคอนกรีตที่ใช้จริงในแต่ละช่อง โดยคำนึงถึงค่าความลาดเอียงที่กำหนดตามแบบด้วย ทำให้ได้ข้อมูลของปริมาณคอนกรีตที่ใช้ในช่องขนาด 5x5 เมตร (รูปที่ 27) นอกจากการคำนวน ปริมาณการคอนกรีต ที่ต้องใช้งานแล้ว ได้ออกแบบ ตารางควบคุมการใช้งานปริมาณคอนกรีต ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ระหว่าง วันที่ Station Line ความยาว Pavement ปริมาณคอนกรีตตามคำนวน ปริมาณคอนกรีตตามใช้งานจริง และส่วนต่าง ของปริมาณข้างต้น ซึ่งได้ตั้งชื่อเรียกว่า Dashboard Monitor Concrete (รูปที่ 28)

3. ขั้นตอนการทำงาน (Execution) ขั้นตอนการทำงานในแต่ละวันจะมีพนักงานที่เป็นหัวหน้าควบคุมและสั่งการผลิตคอนกรีต ที่จะคอยประสานงานกับโรงงานผลิต และการขนส่งคอนกรีต มาใช้ในการ Pavement ซึ่งทางหัวหน้างานจะทราบปริมาณคอนกรีตตามแผนงาน ข้อ 2 เป็นจำนวนควบคุม โดยทุกวันจะต้องมากรอก ข้อมูลผลจำนวน คอนกรีตที่ใช้จริง หากมากกว่า ทางหัวหน้างานจะรายงานสาเหตุที่เกิดขึ้นเพื่อส่งให้วิศวกรควบคุมงาน ทราบและหาวิธีการแก้ไข และป้องกันต่อไป

Line	560	565	570	575	580	585	590	595	600	605	610	615	620	625	630	635	640	645	650	655	660	665	670
Line 1	12.300	12.581	13.013	13.144	13.138	13.156	12.925	12.594	12.450	12.469	12.600	12.606	12.656	12.875	13.150	13.388	13.481	13.188	12.731	12.688	13.063	13.250	12.963
Line 2	10.913	11.569	11.919	11.894	11.669	11.581	11.538	11.450	11.369	11.269	11.119	10.981	11.119	11.463	11.725	11.944	12.063	11.781	11.556	11.688	12.031	12.106	11.819
Line 3	9.919	11.088	11.425	11.256	11.000	10.856	10.838	10.994	11.000	10.919	10.863	10.550	10.400	10.513	10.563	10.963	11.306	11.106	11.000	11.144	11.456	11.494	11.369
Line 4-1	6.280	7.056	7.328	7.216	7.008	6.872	6.840	6.968	6.912	6.840	6.960	6.776	6.536	6.488	6.440	6.784	7.120	7.032	7.056	7.144	7.304	7.320	7.320
Line 4-2	3.694	3.744	3.748	3.708	3.721	3.735	3.721	3.735	3.739	3.694	3.636	3.605	3.618	3.640	3.636	3.654	3.699	3.640	3.600	3.627	3.582	3.568	3.456
Line 5	10.163	10.250	10.281	10.256	10.256	10.225	10.169	10.175	10.181	10.144	10.081	9.987	9.969	10.006	10.044	10.081	10.131	10.038	9.962	9.950	9.781	9.762	9.712
Line 6	10.225	10.163	10.131	10.163	10.100	9.987	9.906	9.925	9.944	9.981	9.969	9.781	9.719	9.781	9.850	9.838	9.813	9.788	9.737	9.669	9.488	9.500	9.644
Line 7	10.263	10.188	10.100	10.125	10.069	9.900	9.831	9.888	9.944	10.169	10.306	9.831	9.575	9.669	10.231	10.188	9.650	9.687	9.581	9.563	9.488	9.450	9.381
Line 8	9.931	10.000	9.938	9.844	9.769	9.669	9.694	9.706	9.706	9.881	10.006	9.694	9.525	9.575	10.044	9.981	9.544	9.669	9.594	9.550	9.531	9.463	9.275
Line 9	9.662	9.688	9.631	9.481	9.369	9.425	9.500	9.387	9.306	9.287	9.256	9.306	9.400	9.375	9.263	9.219	9.263	9.363	9.438	9.438	9.456	9.431	9.388
Line 10	9.325	9.313	9.325	9.288	9.219	9.206	9.244	9.187	9.100	9.119	9.113	9.106	9.169	9.187	9.150	9.119	9.050	9.044	9.144	9.225	9.256	9.306	9.438
Line 11	9.038	9.100	9.113	9.038	9.044	9.044	9.044	9.031	8.994	8.988	8.988	9.025	9.100	9.163	9.238	9.213	9.075	8.969	8.919	8.913	9.000	9.188	9.369
Line 12	9.044	9.138	9.106	8.938	8.925	8.994	8.956	8.881	8.912	8.944	8.969	9.063	9.050	9.075	9.213	9.163	9.050	8.987	8.925	8.906	9.087	9.256	9.300
Line 13	8.956	9.025	9.056	8.944	8.925	8.962	8.937	8.931	8.900	8.919	8.981	9.019	8.963	8.987	9.050	8.962	8.906	8.937	8.956	8.950	9.106	9.281	9.269
Line 14	8.863	8.837	8.938	8.969	8.925	8.937	8.956	9.000	8.969	8.963	9.000	8.994	9.044	8.994	8.925	8.919	8.887	8.913	8.894	8.894	9.019	9.200	9.231
Line 15	8.981	8.919	8.988	9.000	8.888	8.838	8.888	8.938	8.919	8.919	8.931	8.938	9.006	8.919	8.837	8.844	8.831	8.863	8.850	8.937	9.031	9.056	9.037
Line 16	9.031	8.944	8.963	8.931	8.881	8.781	8.794	8.869	8.819	8.813	8.838	8.856	8.863	8.825	8.869	8.838	8.769	8.856	8.900	8.956	8.950	8.969	8.944
Line 17	8.913	8.831	8.838	8.844	8.869	8.769	8.731	8.819	8.838	8.850	8.825	8.831	8.844	8.794	8.819	8.838	8.838	8.844	8.863	8.906	8.869	9.025	9.019
Line 18	8.819	8.750	8.744	8.750	8.794	8.794	8.863	8.869	8.812	8.837	8.844	8.863	8.881	8.794	8.719	8.812	8.913	8.794	8.769	8.856	8.900	9.119	9.125
Line 19	8.838	8.706	8.694	8.713	8.725	8.806	8.919	8.838	8.763	8.788	8.806	8.825	8.838	8.794	8.775	8.875	8.919	8.825	8.806	8.906	8.988	9.138	9.150

รูปที่ 27 ปริมาณคอนกรีตที่ใช้ในแต่ละช่องพื้นที่ขนาด 5x5 เมตร

DASHBORD MONITOR CONRETE +-

Date	Line	Offset	ST.	Length (m.)	plan (ม³) Survey	Actual Concrete (ม³)	Diff(ม³)
12/12/2022	12,16	55-60,75-80	0+715 - 0+790	150	282.800	274	8.800
13/12/2022	2	5-10	0+715 - 0+790	75	179.203	169	10.203
14/12/2022	8,4.1	35-40,15-18.2	0+715 - 0+790,0+715 - 0+795	75	255.290	253.5	1.790
17/12/2022	4-26	20-130	0+790 - 0+795	115	209.767	190	19.767
จบงาน Pave ตามจอดเครื่องมินครับ							
16,19,20, 21/12/65	Transition slab		0+535 - 0+865	922.403	415.081	401.5	13.581

Overview Concrete PavementURT (Phase2)

Plan Pave (m²)	50,625.00	DIFF	Save จาก ตามงาน	238.065
Actual Pave (m²)	50,625.00	0.00	Margin concrete	1.15%

รูปที่ 28 ตาราง Dashboard Monitor Concrete

4.3 การใช้เครื่องปูคอนกรีต (Slip-form Paver)

การทำงานด้วยเครื่องปูคอนกรีต (Slip-form paver) พบว่ามีบางกรณีที่การทำงานด้วยเครื่องนั้น ต้องอาศัยประสบการณ์เข้ามาช่วยในการดำเนินงาน ดังนี้

4.3.1 การทำงานกรณีด้านหลังเครื่อง

เมื่อเทคอนกรีตแล้ว คอนกรีตจะไม่เต็มแบบ ต้องติดตั้งแบบเพื่อเติมคอนกรีตส่วนที่ขาด และเทคอนกรีตด้วยมือให้แล้วเสร็จก่อนคอนกรีตจากเครื่องปูคอนกรีตจะเซ็ตตัว เพื่อให้คอนกรีตยังคงเป็นเนื้อเดียวกัน

รูปที่ 29 การทำงานกรณีด้านหลังเครื่องไม่มีพื้นที่ถอยได้ไม่สุดแบบ

4.3.2 การทำงานช่วงเปิดแบบเทต่อจากแผงคอนกรีตที่ปูแล้วเสร็จ

กรณีดังกล่าวเครื่องจักรถอยได้ไม่สุด เนื่องจากเครื่องจักรกว้าง 5.00 เมตร แต่คอนกรีตปูแล้วเสร็จ กว้าง 5.02-5.05 เมตร ทำให้ติดชุดประคองยิงเหล็กเดือยและเหล็กยึด แก้ไขโดยใช้การเร่งเครื่องเขย่าสั่น (Vibrators) เพื่อให้คอนกรีตไหลเข้าแบบมากที่สุด ปรับค่าการยุบตัวของคอนกรีตที่ 5 เซนติเมตร

รูปที่ 30 การทำงานช่วงเปิดแบบเทต่อต่อจากแผงคอนกรีตที่ปูเสร็วแล้ว

4.4 แผนงาน

จากแผนงาน (รูปที่ 31) จะเห็นได้ว่ามีการแบ่งพื้นที่การเทผิวทางคอนกรีตออกเป็น 2 ส่วน ตามแนวของรอยต่อเผื่อการขยายตัว (Expansion Joint) จากนั้นทำการวางแผนการเทคอนกรีตและตัดแนวรอยต่อเป็นสัดส่วน และจากกราฟของเปอร์เซ็นต์งานตามแผนสะสม (เส้นสีส้ม) เปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์งานที่ทำได้จริงสะสม (เส้นสีฟ้า) ในรูปที่ 24 จะเห็นได้ว่าเส้นกราของเปอร์เซ็นต์งานที่ทำได้จริงสะสมนั้นสูงกว่าหมายความว่างานที่ทำนั้นดำเนินการได้ถึงเป้าและเร็วกว่าแผนที่วางไว้ เป็นผลให้จากระยะเวลาแผนการก่อสร้างของโครงการที่วางไว้ 153 วัน สามารถทำสำเร็จลงได้ภายใน 138 วัน เร็วกว่าแผนที่วางไว้ 15 วัน

รูปที่ 31 แผนงานและกราฟเปรียบเทียบ

4.5 ปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไข

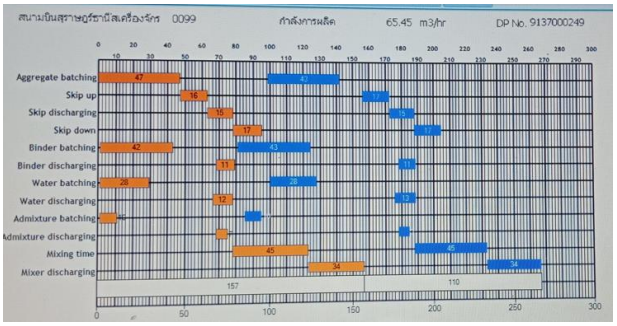
4.5.1 คอนกรีตหน้าเครื่องไม่มี

สาเหตุ : เกิดจากโรงงานผสมคอนกรีตไม่ทันและมีรถขนส่งคอนกรีตไปที่หน้างานไม่เพียงพอ

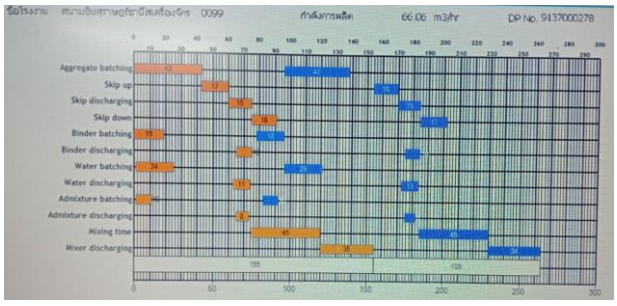
แนวทางการแก้ไข :

1. เพิ่มจำนวนรถดั๊มรับคอนกรีตเป็น 10 คัน เป็นรถดั๊มจากโรงงานผสมคอนกรีตที่สนามบิน 4 คัน และจากโรงงานผสมคอนกรีตที่พุนพิน 6 คัน

2. การปรับปรุงกระบวนการผลิต ทำได้โดยการเพิ่มกำลังการผลิต จากการปรับตั้งเรื่องเวลาระบบการปล่อยคอนกรีต ลงรถดั๊ม ปรับแก้กระบวนการชั่งตักวัตถุดิบ ลดระยะเวลาการปล่อยวัตถุดิบจาก 18 วินาที เป็น 14 วินาที ตรวจเช็คระบบท่อปล่อยซีเมนต์และปล่อยน้ำ พร้อมลดระยะเวลาการปล่อยซีเมนต์จาก 34 วินาที เป็น 20 วินาที ซึ่งผลจากการปรับแก้กระบวนการผลิต คือกำลังการผลิตเพิ่ม ขึ้นมา 1 ลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 32 ระยะเวลาที่ใช้ในการผสมคอนกรีต ก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิต



รูปที่ 33 ระยะเวลาที่ใช้ในการผสมคอนกรีต หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต

4.5.2 คอนกรีตเกิดการแตกร้าวที่บริเวณนอกรอยต่อ

สาเหตุ : อาจเกิดจากการตัดรอยต่อไม่ลึกมากพอ ส่งผลให้การแตกไปเกิดในบริเวณอื่นแทน

แนวทางการแก้ไข :

1. การเกร้าท์ภายนอก การสกัดออกแล้วเทคอนกรีตใหม่ เหมาะกับรอยร้าวที่มีขนาดใหญ่และอยู่ห่างจากรอยต่อ หากเจ้าของโครงการกังวลในเรื่องความสวยงามแนะนำให้ทำการซ่อมแซมด้วยวิธีนี้เนื่องจากหลังทำการซ่อมแซมแล้วจะมีความกลมกลืนมากกว่าการเกร้าท์ภายใน สามารถทำได้โดยเริ่มจากกำหนดขอบเขตในการซ่อมโดยใช้ใบตัดตามแนวตั้งและนอน ให้มีระยะห่างจากรอยแตกร้าวตามความเหมาะสม จากนั้นทำการสกัดคอนกรีตบริเวณดังกล่าวออกให้หมด (Full depth) และเตรียมขอบบริเวณพื้นที่ที่จะซ่อมแซมให้เป็นสี่เหลี่ยม ไม่ให้เป็นขุย ทำความสะอาดคอนกรีตบริเวณที่ต้องสัมผัสกับวัสดุซ่อมแซม เจาะและเสียบเหล็กเสริมเพิ่มตามที่วิศวกรออกแบบ เทคอนกรีตในที่ที่จะซ่อมแซมและทำการแต่งผิวคอนกรีตให้เรียบร้อย

2. การเกร้าท์ภายใน (Epoxy Injection) เหมาะกับรอยร้าวที่มีขนาดไม่ใหญ่มากและอยู่บริเวณใกล้เคียงกับรอยต่อ หากทำการสกัดอาจจะตัดโดนเหล็กได้ ซึ่งส่งผลต่อการรับแรงของพื้น โดยสีที่ได้จากการซ่อมอาจจะมีความแตกต่างจากผิวของคอนกรีตเล็กน้อย สามารถทำได้โดย เริ่มจากทำความสะอาดรอยร้าวด้วยแปรงหรือเป่าลมออก อุดรอยร้าวด้วย Epoxy 2 ส่วนผสมสำหรับฉีดอัดประสานรอยแตกร้าว แล้ววางหัวแปะระยะห่าง 30-40 เซนติเมตร จากนั้นใส่น้ำยา Epoxy 2 ส่วนผสมสำหรับฉีดอัดประสานรอยแตกร้าว ให้เต็มทุกหัว ทิ้งไว้ 1 คืน หลังจากนั้นจึงทำการเจียรขัดแต่งผิวให้เรียบ

4.5.3 คอนกรีต ใต้เครื่องเกิดการแข็งตัวทำให้ผิวที่ได้ไม่เรียบเนียน

สาเหตุ : การสำรองปริมาณคอนกรีตที่ไม่เพียงพอ ทำให้การทำงานไม่ต่อเนื่อง จึงต้องหยุดการเดินเครื่อง

แนวทางการแก้ไข :

ผู้ดูแลโรงงาน ควรติดต่อผู้ควบคุมงานโดยเร็วในกรณีที่ไม่มีรถ เพื่อให้ผู้ควบคุมงานทำการวางแผนตัดจบรอยต่อ และให้คนงานแต่งหน้าคอนกรีตใหม่

รูปที่ 34 คอนกรีต ใต้เครื่องเกิดการแข็งตัว

4.5.4 คนกรีตไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

สาเหตุ : การเปลี่ยนคนดูแลควบคุมการผลิตคอนกรีตใหม่ ซึ่งอาจจะละเลยการดูเนื้อคอนกรีตก่อนส่งออก หรือผู้ผลิตปล่อยคอนกรีตก่อนครบเวลาการผสมคอนกรีต (Mixing time)

แนวทางการแก้ไข :

1. ตักคอนกรีตออกจากหน้าเครื่อง แล้วใช้รถขุดช่วยในการผสมคอนกรีตที่เหลือ
2. เพื่อมาตรการในการตรวจสอบ คุณภาพการผลิตคอนกรีต เพื่อคงคุณภาพของงาน
3. เพิ่มเวลาการผสมคอนกรีตจาก 45 วินาที เป็น 60 วินาที

4.5.5 เนื้อคอนกรีตออกทราย ทำให้ไหล่ร่วงขอบคอนกรีตไม่คม มีรูมาก

สาเหตุ : คุณภาพของมวลรวม มีเศษคอนกรีตติดในเครื่องปูคอนกรีต หรือการปะปนกันของทรายกับหินที่แผงกั้นวัสดุ

แนวทางการแก้ไข :

1. เอาคอนกรีตช่วงขอบออกประมาณ 0.50 เมตร จากนั้นทำการเข้าแบบ แล้วใช้เครื่องจี้เขย่า แต่งผิวหน้าให้เรียบร้อย
2. นำเศษคอนกรีตที่อาจติดที่เครื่องออก เพื่อลดภาระแก่เครื่องปูคอนกรีต
3. ตรวจสอบเนื้อคอนกรีตทุกครั้ง ขณะปล่อยลงรถขนส่งและต้องตรวจสอบอีกครั้งระหว่างการทำงาน
4. ตรวจสอบแผ่นกั้นวัสดุ ว่ามีการรั่วไหลหรือชำรุดหรือไม่ หากมีก็ให้ดำเนินการซ่อมแซม และอาจลดปริมาณวัสดุในแผงกั้นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปะปนของหินและทรายในปริมาณที่มากเกินไป

รูปที่ 35 เนื้อคอนกรีตออกทรายทำให้ไหล่ร่วง

4.5.6 ขอบรอยต่อบิ่น

สาเหตุ : ขอบของคอนกรีตตามแนวยาวประกบไม่ตรงกัน ทำให้เมื่อเทเนื้อคอนกรีตใหม่ลงไปจึงไปติดกับอีกฝั่งด้วย เมื่อทำรอยตัด จึงเกิดการบิ่นและใช้ใบลบมุมไม่หาย

แนวทางการแก้ไข :

1. ใช้หินเจียรเก็บงาน อาจมีผลทำให้แนวรอยตัดกว้างขึ้นแต่แนวรอยตัดที่ตรง
2. ตัดรอยตัดเข้าข้างใดข้างหนึ่ง ไม่ตัดกลางเส้น

4.6 การติดตามผลหลังการส่งมอบงาน

หลังจากการตรวจรับและส่งมอบพื้นที่ให้ ทางกรมท่าอากาศยานเรียบร้อย ได้มีการเปิดใช้งาน ตลอดที่ผ่านมา ไม่พบการแจ้งแก้ไข การแตกร้าว ของพื้นลานจอด มีการใช้งานได้อย่างดี ดังรูปที่ 36 ,37

รูปที่ 36 การเปิดใช้งานของลานจอด เครื่องบินสนามบินนานาชาติ สุราษฯ

รูปที่ 37 การเปิดใช้งานของลานจอด เครื่องบินสนามบินนานาชาติ สุราษฯ

5. บทสรุป/ข้อเสนอแนะ

โครงการงานขยายลานจอดเครื่องบิน ท่าอากาศยานนานาชาติสุราษฎร์ธานี ได้กำหนดให้มีการปรับปรุงผิวทางเดิมโดยการเททับหน้าแบบไม่เชื่อมประสาน (Unbonded Overlay) ด้วยคอนกรีตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ได้ดำเนินการแล้วเสร็จด้วยดี สามารถสรุปผลพร้อมข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. จากการสำรวจพบว่าผิวทางเดิมของลานจอดเครื่องบินเกิดการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน รวมถึงทางท่าอากาศยานต้องการให้สามารถรับน้ำหนักบรรทุกของเครื่องบินได้มากขึ้น จึงต้องการปรับปรุงโดยประเมินความแข็งแรงโครงสร้างสภาพพื้นลานเดิม มีการทดสอบด้วยตุ้มน้ำหนักกระแทก (Falling Weight Deflectometer) เลือกการซ่อมแซมโดยใช้วิธีการเททับหน้าแบบไม่เชื่อมประสาน โดย BST (Bituminous surface treatment) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี การ

ใช้วิธีดังกล่าว สามารถเพิ่มปรับปรุง ได้ง่าย รวดเร็ว ประหยัด และคุ้มค่า จากไม่ต้องรื้อพื้นลานจอดเดิมออก

2. ขั้นตอนการก่อสร้างพื้นลานจอดใหม่ โดยการเททับหน้าคอนกรีตเดิมแบบไม่เชื่อมประสาน (Unbonded) จะมีการเตรียมการหลายขั้นตอน เริ่มจากการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต การฉีดน้ำล้างผิวทางเดิมแล้วลาดแอสฟัลท์ BST (Bituminous surface treatment) ต่อมาทำการสำรวจค่าระดับของพื้นที่ แล้วใช้ในการควบคุมปริมาณคอนกรีต โดยการนำข้อมูลของค่าระดับพื้นลานเดิม คำนวนปริมาณคอนกรีตในขนาด 5x5 เมตร โดยคำนึงถึงค่าความลาดเอียงที่กำหนดตามแบบด้วย ทำให้ได้ข้อมูลของปริมาณคอนกรีตที่ใช้ควบคุมการทำงานเปรียบเทียบปริมาณคอนกรีตที่ใช้ในการเทจริง การเตรียมการติดตั้งค่า Slip-form paver ด้วยกล้องระดับตามแนวเส้นบอกระดับ (String Line) และเตรียมงานเหล็กเดือยที่ใช้ในในการทำงานแต่ละวัน
3. วางแผนการผลิตและเลือกโครงข่ายโรงงานผสมคอนกรีต (RMC Plant Network) โดยพิจารณาเลือกจะคำนึงถึงระยะเวลาในการจัดส่ง กำลังการผลิตของโรงงาน เพื่อที่ใช้ในการทำงาน การเตรียมรถบรรทุกคอนกรีตในการจัดส่งคอนกรีตและรถโม่ เพื่อให้คอนกรีตส่งถึงหน้างานอย่างต่อเนื่อง
4. การเทพื้นลานคอนกรีตด้วยเครื่องปูคอนกรีต (Slip-form Paver) ก่อนเริ่มเดินเครื่องปูคอนกรีต มีเทคอนกรีตไว้ล่วงหน้า 30-50 เมตร เพื่อให้เครื่องสามารถเดินได้ต่อเนื่อง โดยไม่ต้องรอคอนกรีต (อัตราการเดินเครื่องจะเร็วกว่า อัตราการส่งคอนกรีต) ในการทำงาน หน้าเครื่องปูคอนกรีต ต้อง วางเหล็ก Bar chair และเหล็กเดือยโดยใช้รถแบคโฮช่วยเกลี่ยคอนกรีต และการวางเหล็กเดือยให้ได้ตามการออกแบบ การเสียบเหล็กเดือย เพื่อใช้ยึดในแนวรอยต่อตามแนวยาว ส่วนการทำงาน หลังเครื่องปูคอนกรีต มีการแต่งผิวคอนกรีตด้วยเครื่องปูคอนกรีต และด้วยแรงคน ตรวจสอบค่าระดับความเรียบ กรีดหน้าลาย นอกจากนี้ต้องตรวจสอบระดับความหนา ความกว้าง ของคอนกรีตสดที่ทำการเทแล้วเสร็จให้ตรงตามแบบ การจัดเตรียมอุปกรณ์ฝนตกไว้ตลอด หากมีโอกาสฝนตก
5. หลังการเทคอนกรีต เริ่มแข็งตัว หลังจากการเท ประมาณ 6 ชั่วโมง จะเริ่มการตัดแนวรอยต่อ เพื่อการหดตัว (Contraction Joint) ทำความสะอาดผิวคอนกรีต รอจนแห้ง แล้วใส่การใส่วัสดุคั่นในแนวรอยต่อ (Bond breaker) และหยอดยางลงในร่องที่ทำการตัดไว้ สุดท้ายจึงทำการตรวจค่าความเรียบของผิวทางอีกครั้ง
6. การนำผลการทำงานเพื่อประยุกต์ อ้างอิงการคำนวนตามทฤษฎีข้างต้น และขั้นตอนการทำงาน ด้วยใช้เครื่องมือ หรือเทคโนโลยีในการก่อสร้าง รวมถึงการจัดการตั้งแต่ การวางแผนโรงงานผลิตคอนกรีต การจัดการขนส่ง การใช้งานเครื่อง Slip-form paver (โดยไม่ต้องตั้งแบบ) การเก็บผิว แต่งหน้าคอนกรีต และเทคนิคการทำงาน การออกแบบเครื่องมือในการทำงานที่ทางผู้เขียนได้ คิดค้นใหม่ เพื่อให้การทำงานสะดวก รวดเร็ว ราบลื่น และมองว่า จะเป็นประโยชน์ ต่อการจัดการงานก่อสร้างพื้นลานจอดสนามบินอื่นที่ได้มีแผนงานแก้ไข ปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ การแก้ไขพื้นเดิม ให้สามารถรับน้ำหนักบรรทุกมากขึ้น โดยไม่ต้องรื้อพื้นเดิมออก สามารถประยุกต์ ในงานอื่นๆ ได้เช่น การปรับปรุงถนน , การปรับปรุงพื้นลานอุตสาหกรรม เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท พีระมิดคอนกรีต จำกัด CPAC (ซีแพค) : บริษัท ผลิตภัณฑ์และวัตถุก่อสร้าง จำกัด และ บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ทุ่งสง) จำกัด ที่ได้ทำงานร่วมกันกับผู้เขียนอย่างดี และได้สนับสนุนข้อมูล และผลการวิเคราะห์เพื่อการเขียนบทความนี้ ผู้เขียนขอขอบคุณบุคลากรที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและผลักดันให้โครงการนี้ประสบความสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] Helga, N.T., Jeff, R., Robert, O.R. and Dale, H. (2012). *Guide to the Design of Concrete Overlays Using Existing Methodologies.* National Concrete Pavement Technology Center Institue for Transportation, Iowa State University, pp.2-3.

[2] บุญรอด คุปติทัฬหิ. 2553, “การเทคอนกรีตทับหน้า”, *TCA-magazine วารสารคอนกรีต*, ฉบับที่ 10, หน้า 32-35.

[3] Pavement Interactive, *Structural PCC Overlays* [Online]. Available: https://pavementinteractive.org/reference-desk/maintenance-and-rehabilitation/rehabilitation/structural-pcc-overlays-v1/ [Accessed 20 มีนาคม 2566].

[4] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). (1993). *Guide for Design of Pavement Structures*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., pp. 325-331.

[5] ชยธันว์ พรหมศร, ธนศักดิ์ ใฝกระโทก, เลิศ พัดฉวี และ พรชัย ศิลารมย์, 2546, การประเมินสภาพผิวทางถนนที่มีผิวชนิดปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตโดยใช้เครื่องมือ Falling Weight Deflectometer ในประเทศไทย, หน้า 8-9.

[6] Pavement Interactive, *Structural Veritas Steel Straightedges* [Online]. Available: https://www.leevalley.com/en-gb/shop/tools/hand-tools/marking-and-measuring/56676-veritas-steel-straightedges [Accessed 22 มีนาคม 2566].