



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

ข้อกำหนดรายละเอียดเฉพาะด้านเทคนิค (ด้านวิศวกรรม) (TECHNICAL SPECIFICATION)

จ้างซ่อมแซมปรับปรุงการรั่วซึมเขื่อนและฐานยันเขื่อน
โครงการไฟฟ้าพลังน้ำแม่มาว
ตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ 1 โครงการ

กองพัฒนาพลังงานทดแทน
กุมภาพันธ์ 2569


(น.ส.อรอนงค์ โชติราชี)
นักธรณีวิทยาชำนาญการพิเศษ


(น.ส.ธัญลักษณ์ เกตุโสกา)
นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ


(นายเฉลิมเกียรติ ทองนื้อหา)
วิศวกรโยธาปฏิบัติการ

สารบัญ

1. รายละเอียดด้านเทคนิคการปรับปรุงการรั่วซึมด้วยวิธีการอัดฉีดน้ำปูนแบบ Permeation Grouting.....	1
1.1 หลักเกณฑ์ทั่วไป	1
1.2 วัสดุ.....	1
1.3 บริเวณปฏิบัติงาน	2
1.4 ลำดับการทำงานในสนาม	2
1.5 การติดตั้ง Grout Pipe (Grout Pipe Installation).....	3
1.6 การเจาะหิน (Drilling).....	3
1.7 การเจาะปูนซ้ำ (Redrilling Grout Hole).....	3
1.8 การทดสอบการรั่วซึมของน้ำแบบลูเยอง (Lugeon Test)	4
1.9 การทดสอบอัดฉีดน้ำก่อนการอัดฉีดน้ำปูน (Water Pressure Test).....	4
1.10 การอัดฉีดน้ำปูน	5
1.11 รายงาน	6
1.12 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	6
1.13 เงื่อนไขการจ่ายเงิน.....	6
2. รายละเอียดด้านเทคนิคการซ่อมแซมรอยร้าวในโครงสร้างคอนกรีต (Specification Of Crack Sealing In Concrete Structure).....	7
2.1 หลักเกณฑ์ทั่วไป	7
2.2 บริเวณปฏิบัติงาน	7
2.3 ขั้นตอนการทำงาน.....	7
2.4 วัสดุ.....	7
2.5 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน.....	8
2.6 เงื่อนไขการจ่ายเงิน.....	8

ข้อกำหนดรายละเอียดเฉพาะด้านเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION) งานปรับปรุงการรั่วซึม

ซ่อมแซมปรับปรุงการรั่วซึมเขื่อนและฐานยันเขื่อน
โครงการไฟฟ้าพลังน้ำแม่มาว ตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่
1 โครงการ

1. รายละเอียดด้านเทคนิคการปรับปรุงการรั่วซึมด้วยวิธีการอัดฉีดน้ำปูนแบบ Permeation Grouting

1.1 หลักเกณฑ์ทั่วไป

- 1) งานปรับปรุงการรั่วซึม มีจุดประสงค์เพื่อให้หินฐานรากมีความทึบน้ำและแข็งแรง โดยการปรับปรุงด้วยวิธีการอัดฉีดน้ำปูนตามแบบแปลนงานปรับปรุงการรั่วซึม แผ่นที่ (4) ถึงแผ่นที่ (9) และข้อกำหนดรายละเอียดด้านเทคนิค (Technical Specification) ตลอดจนตามความเห็นชอบของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
- 2) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาแรงงาน เครื่องจักร-เครื่องมือ ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ทุกชนิดที่จำเป็น และเหมาะสมกับงาน ทั้งนี้โดยความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างตั้งแต่เริ่มงานจนกระทั่งเสร็จงาน
- 3) ปริมาณงานที่แสดงอยู่ใน Bill of Quantity เป็นตัวเลขโดยประมาณ งานที่จะทำจริงในสนามอาจจะน้อยกว่า หรือมากกว่า ขึ้นอยู่กับสภาพธรณีวิทยาที่พบในสนามเป็นสำคัญ แต่ปริมาณงานอย่างน้อยจะต้องเป็นไปตามแบบแปลนงานปรับปรุงการรั่วซึม แผ่นที่ (4) ถึงแผ่นที่ (9) งานแต่ละรายการที่ผู้ว่าจ้างจะสั่งให้ทำมากขึ้น เพื่อลดค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำผ่านฐานรากเขื่อนจนอยู่ในเกณฑ์ที่เพียงพอ (น้อยกว่า 5 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) ผู้รับจ้างจะต้องคิดราคาเดียวกันกับราคาในสัญญา และจะถือเป็นเหตุให้ผู้รับจ้างขอยืดเวลาในการก่อสร้างเพิ่มขึ้นไม่ได้
- 4) การเจาะและอัดฉีดน้ำปูนจะต้องทำให้เสร็จตามลำดับหลุม แบบ Split Spacing Method โดยเคร่งครัด

1.2 วัสดุ

1.2.1 ของผสม

ของผสมที่ใช้ในการอัดฉีดเป็นส่วนผสมระหว่าง Hydraulic Cement กับน้ำ หรือ Hydraulic Cement + น้ำ + Bentonite โดยต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- 1) Hydraulic Cement จะต้องมีความสอดคล้องตามมาตรฐาน ASTM C 1157-08a หรือเทียบเท่า
- 2) น้ำที่ใช้ในการผสมจะต้องเป็นน้ำที่ใสสะอาด ปราศจากสิ่งเจือปนของสารแขวนลอยน้ำมัน และสารอินทรีย์อื่นๆ

1.2.2 ท่อ Grout Pipe

ท่อที่ใช้ฝังเพื่อทำ Grout Pipe จะต้องเป็นท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ภายในไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ต้องมีความหนาขนาดปานกลาง และมีความสอดคล้องตามมาตรฐาน ASTM A 53

66, 6044

2020/04/04

✓

1.3 บริเวณปฏิบัติงาน

บริเวณที่จะต้องทำการปรับปรุงการรั่วซึมด้วยวิธีอัดฉีดน้ำปูน คือ ฐานยันเขื่อนฝั้งซ้าย ตั้งแต่ STA.0+084 ถึง STA.0+165 และบริเวณฐานรากเขื่อนด้านท้าย (Zone A) โดยการปรับปรุงการรั่วซึมจะเริ่มดำเนินการได้ก็ต่อเมื่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พิจารณาเห็นชอบแผนการดำเนินงานแล้ว การดำเนินงานจะต้องเริ่มดำเนินการจากระดับพื้นผิวลงไปจนถึงระดับหรือความลึกที่กำหนดไว้ในแบบแปลนงานปรับปรุงการรั่วซึม แผ่นที่ (4) ถึงแผ่นที่ (8) หรือจนถึงระดับความลึกที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะเป็นผู้พิจารณาสั่งการและกำหนดให้ตามสภาพธรณีวิทยาโครงสร้างที่พบ

1.4 ลำดับการทำงานในสนาม

1.4.1 งานอัดฉีดน้ำปูนเพื่อปรับปรุงการรั่วซึมฐานยันเขื่อนฝั้งซ้าย

การอัดฉีดน้ำปูนเพื่อปรับปรุงการรั่วซึมฐานยันเขื่อนฝั้งซ้าย ดำเนินการจากช่วง STA.0+084 ถึง STA.0+165 ตามแบบแปลนงานปรับปรุงการรั่วซึม แผ่นที่ (4) ถึงแผ่นที่ (8) โดยแบ่งงานเจาะ-อัดฉีดน้ำปูนออกเป็น 3 แถว คือ

- 1) Downstream Curtain Grout Row
- 2) Upstream Curtain Grout Row
- 3) Center Curtain Grout Row

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเจาะ-อัดฉีดน้ำปูน โดยเริ่มต้นจากแถว Downstream Curtain Grout Row ซึ่งอยู่ทางด้านท้ายน้ำให้เสร็จก่อน ตามด้วยแถว Upstream Curtain Grout Row ซึ่งอยู่ทางด้านเหนือน้ำ และดำเนินการแถว Center Curtain Grout Row ซึ่งอยู่ในแนวศูนย์กลางของแนวการปรับปรุงฐานยันเขื่อนฝั้งซ้ายให้เสร็จตามลำดับ

1.4.2 งานอัดฉีดน้ำปูนเพื่อปรับปรุงการรั่วซึมบริเวณฐานรากเขื่อนด้านท้าย (Zone A)

การอัดฉีดน้ำปูนเพื่อปรับปรุงการรั่วซึมบริเวณฐานรากเขื่อนด้านท้าย (Zone A) ให้เป็นไปตามแบบแปลนงานปรับปรุงการรั่วซึม แผ่นที่ (4) ถึงแผ่นที่ (8)

1.5 การติดตั้ง Grout Pipe (Grout Pipe Installation)

ในกรณีที่จะต้องทำการเจาะผ่านบริเวณชั้นหินผุหรือชั้นดิน ผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งท่อ Grout Pipe ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร โดยปลายของท่อ Grout Pipe จะต้องยึดแน่นติดกับชั้นหินแข็ง (Sound Rock) และอีกด้านหนึ่งของท่อเหล็กก็ต้องโผล่พ้นผิวดินอย่างน้อย 15 เซนติเมตร ระหว่างการทำงาน และเมื่อดำเนินการอัดฉีดน้ำปูนหินฐานรากเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ทำการถอนท่อเหล็กออกทุกหลุม ก่อนทำการอุดหลุมด้วยน้ำปูนเข้มข้น (น้ำ:ปูน อัตราส่วน 2:1) หรือ Mortar หรือ Plastic Concrete ที่เหมาะสมทันทีให้เต็มหลุม

1.6 การเจาะหิน (Drilling)

- 1) ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบฟอร์มที่จะบันทึกผลการเจาะหิน (Drilling Report) ให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ตรวจสอบและเห็นชอบก่อนเริ่มทำการเจาะ
- 2) ขนาดของหลุมเจาะจะต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 48 มิลลิเมตร โดยตำแหน่งและทิศทางของหลุมเจาะอัดฉีดน้ำปูนให้เป็นไปตามแบบแปลนงานปรับปรุงการรั่วซึม แบบแปลนงานปรับปรุงการรั่วซึม แผ่นที่ (4) ถึงแผ่นที่ (8) หรือให้อยู่ในดุลยพินิจและพิจารณาเห็นชอบของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กำหนดให้ตามสภาพธรณีวิทยาโครงสร้างที่พบในสนามเป็นสำคัญ โดยอาจจะเป็นหลุมเจาะในแนวตั้ง หรือเอียงไม่เกิน 15 องศาจากแนวตั้ง
- 3) หลุมเจาะอัดฉีดน้ำปูน ให้เจาะแบบ Percussion Drilling
- 4) ในหลุมหนึ่งๆ ให้ดำเนินการเจาะตั้งแต่พื้นผิวลงไปจนถึงระดับก้นหลุมตามแบบแปลนงานปรับปรุงการรั่วซึม แบบแปลนงานปรับปรุงการรั่วซึม แผ่นที่ (4) ถึงแผ่นที่ (8) หรือตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานหรือคณะกรรมการตรวจรับ ที่จะเป็นผู้กำหนดให้ในสนาม และทันทีที่เจาะเสร็จผู้รับจ้างจะต้องรายงานผลการเจาะให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานทราบ พร้อมทั้งส่งรายงานบันทึกผลการเจาะไปพร้อมด้วย
- 5) ในขณะที่ยังเจาะไม่ถึงระดับความลึกที่กำหนด ถ้าพบว่าน้ำที่ใช้ในการเจาะหายไปมาก หรือมีน้ำใต้ดินพุ่งขึ้นมามาก หรือผนังของหลุมเจาะพังมาก หรือก้านเจาะตกลงเร็วมาก ให้ผู้รับจ้างหยุดทำการเจาะ แล้วรายงานให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ทราบทันทีเพื่อพิจารณาสั่งการต่อไป
- 6) การเจาะให้ใช้ลมเป็นตัวพาเศษดินเศษหินขึ้นมาจากหลุมเจาะ ให้ปราศจากสิ่งเจือปนและคราบน้ำมัน
- 7) ห้ามใช้น้ำโคลน (Bentonite) ในการเจาะ
- 8) หลุมที่เจาะเสร็จแล้ว ทิ้งไว้เพื่อรอทำการทดสอบหาค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำด้วยความดัน และดำเนินการอัดฉีดน้ำปูนต่อไปนั้น จะต้องมิวัสดุอุดปากหลุมเพื่อป้องกันมิให้น้ำและวัสดุอื่นๆ ไหลลงไปหลุมเจาะได้
- 9) เมื่อเจาะเสร็จจะต้องทำการล้างหลุมเจาะให้สะอาดทุกครั้ง และพร้อมที่จะให้ทำการตรวจสอบความลึกได้ตลอดเวลา และจะต้องส่งรายงานบันทึกผลการเจาะให้กับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ทันที

1.7 การเจาะปูนซ้ำ (Redrilling Grout Hole)

- 1) โดยปกติหลุมหนึ่งๆ จะกำหนดให้ทำการเจาะจากระดับพื้นผิวลงไปจนถึงระดับก้นหลุมแล้วทำการอัดฉีดน้ำปูนเป็นช่วงๆ จากระดับก้นหลุมขึ้นมาหาปากหลุม (Upstage Grouting) แต่ถ้าหากยังเจาะไม่ถึงก้นหลุมหรือถึงระดับที่กำหนด แล้วพบว่าน้ำที่ใช้เจาะหายไปมาก หรือมีน้ำใต้ดินพุ่งขึ้นมามาก หรือหลุมเจาะพังมาก ฯลฯ เป็นต้น ผู้ควบคุมงานฯ จะพิจารณาให้หยุดทำการเจาะไว้ก่อน เพื่อทำการอัดฉีดน้ำปูนในช่วงนั้นๆ ก่อน (Downstage Grouting) ซึ่งเมื่อผู้รับจ้างดำเนินการอัดฉีดน้ำปูนในช่วงนั้นๆ เสร็จแล้ว จะต้องทิ้งไว้เพื่อให้ปูนแข็งตัวไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จึงอนุญาตให้ดำเนินการเจาะต่อไปได้ โดยเจาะผ่านปูนในช่วงที่ได้ทำการอัดฉีดไว้ก่อนแล้ว เรียกว่าเป็นการเจาะปูนซ้ำ (Redrilling Grout Hole)
- 2) ในการเจาะปูนซ้ำ ผู้รับจ้างจะให้ทำการเจาะแบบ Percussion Drilling และกระทำในแถว Curtain เท่านั้น
- 3) การคิดราคางานค่าเจาะปูนซ้ำครั้งหนึ่งๆ จะคิดให้ตามความลึกของน้ำปูนที่แข็งตัว แต่ต้องไม่เกินช่วงความลึกที่ได้ทำการอัดฉีดน้ำปูนไว้แล้ว
- 4) ก่อนที่จะเริ่มงานเจาะปูนซ้ำ ผู้รับจ้างจะต้องรายงานให้ผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ ตรวจสอบและเห็นชอบก่อนทุกครั้ง

๖๒.๕๐๗/

A

๑๐๗๗

5) เมื่อเจาะเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานบันทึกผลการเจาะไปพร้อมกับรายงานการเจาะหินในช่วงต่อไปเสมอ

1.8 การทดสอบการรั่วซึมของน้ำแบบลูยอง (Lugeon Test)

เป็นการทดสอบหาค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำด้วยความดันเป็นช่วงๆ ช่วงละ 3 เมตร จากระดับปากหลุมถึงระดับก้นหลุม โดยการ Set Packer (อัดลูกยาง) ทดสอบหาค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำใช้เวลาในการทดสอบ 5 นาที/ช่วงความลึก แบ่งการทดสอบออกเป็น 5 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที โดยค่าความดันที่ใช้ในการทดสอบโดยประมาณ เป็นดังนี้

ครั้งที่ 1 ใช้ความดันเป็น $\text{kg/cm}^2 = (0.09-0.18) \times \text{ความลึกเป็นเมตร (จากปากหลุมถึงกึ่งกลางของช่วงที่จะทำการทดสอบ)}$

ครั้งที่ 2 ใช้ความดันเป็น $\text{kg/cm}^2 = (0.16-0.32) \times \text{ความลึกเป็นเมตร (จากปากหลุมถึงกึ่งกลางของช่วงที่จะทำการทดสอบ)}$

ครั้งที่ 3 ใช้ความดันเป็น $\text{kg/cm}^2 = (0.23-0.46) \times \text{ความลึกเป็นเมตร (จากปากหลุมถึงกึ่งกลางของช่วงที่จะทำการทดสอบ)}$

ครั้งที่ 4 ใช้ความดันเป็น $\text{kg/cm}^2 = (0.16-0.32) \times \text{ความลึกเป็นเมตร (จากปากหลุมถึงกึ่งกลางของช่วงที่จะทำการทดสอบ)}$

ครั้งที่ 5 ใช้ความดันเป็น $\text{kg/cm}^2 = (0.09-0.18) \times \text{ความลึกเป็นเมตร (จากปากหลุมถึงกึ่งกลางของช่วงที่จะทำการทดสอบ)}$

การทดสอบหาค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำด้วยความดันดังกล่าวข้างต้นนี้ สามารถเปลี่ยนแปลงค่าความดันที่ใช้ได้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้โดยให้อยู่ในดุลยพินิจและพิจารณาเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ ในการทดสอบแต่ละครั้งให้ผู้รับจ้างคำนวณหาค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำเป็นหน่วย Lugeon มาให้เสร็จ จึงจะถือว่าได้ทำการทดสอบหาค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำเสร็จสมบูรณ์ตามที่ได้กำหนดไว้ในรายละเอียดด้านเทคนิคนี้ โดยผลการทดสอบผู้รับจ้างจะต้องรายงานให้ผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ ทราบอย่างน้อย 1 ชุด ภายในวันถัดไป (เป็นอย่างช้า)

การทดสอบหาค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำแต่ละครั้งที่น้ำรั่วขึ้นมาปากหลุม ผู้รับจ้างจะต้องรายงานปริมาณน้ำและตำแหน่งที่รั่วให้ชัดเจน และผู้รับจ้างจะต้องอุดรอยรั่วนั้นให้ได้ ถ้าไม่สามารถป้องกันการรั่วขึ้นมาปากหลุมหรือบริเวณหลุมเจาะได้ ให้ผู้รับจ้างหยุดทำการทดสอบ และถือว่าเป็นการทดสอบที่ไม่สมบูรณ์ที่ไม่สามารถคำนวณหาค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำที่ถูกต้องได้ และจะไม่มีค่าใช้จ่ายค่าทดสอบในครั้งนั้นๆ ด้วย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบหาค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำ ได้แก่ มาตรวัดความดัน (Pressure Gauge) ต้องสามารถอ่านค่าได้ทั้งในหน่วยที่เป็น kg/cm^2 และ psi และสามารถอ่านได้อย่างละเอียด ไม่คลุมเครือ มาตรวัดน้ำ (Water Meter) ต้องมีขนาดอย่างน้อยที่สุด 25 มิลลิเมตร และสามารถอ่านได้ละเอียดในหน่วยของ 1 ลิตร สายยางและชุดลูกยางที่ใช้สำหรับการ Set Packer ต้องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์และพร้อมที่จะให้ใช้งานได้เป็นอย่างดี

การทดสอบหาค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำด้วยความดัน จะทำเฉพาะเวลากลางวันหรือกลางคืนที่มีแสงสว่างเพียงพอ หรือตามความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ

1.9 การทดลองอัดฉีดน้ำก่อนการอัดฉีดน้ำปูน (Water Pressure Test)

เป็นการทดสอบหาค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำด้วยความดันเป็นช่วงๆ ช่วงละ 3.00 เมตร จากระดับปากหลุมถึงระดับก้นหลุม โดยการ Set Packer (อัดลูกยาง) ใช้เวลาในการทดสอบ 30 นาที/ช่วงความลึก

แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที ซึ่งใช้สำหรับการทดสอบในหลุมอัดฉีดหลุมอื่นๆ ที่ไม่ได้ดำเนินการทดสอบแบบ Lugeon Test และจะต้องทำการทดสอบก่อนการดำเนินการอัดฉีดน้ำปูน โดยค่าความดันที่ใช้ในการทดสอบ ผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ จะเป็นผู้พิจารณาและกำหนดให้ในสนามตามสภาพโครงสร้างทางธรณีวิทยาฐานรากที่พบเป็นสำคัญ

1.10 การอัดฉีดน้ำปูน

- 1) ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบฟอร์มรายงานการอัดฉีดน้ำปูน (Grouting Report) ให้ผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ ตรวจสอบและเห็นชอบก่อนเริ่มดำเนินการอัดฉีดน้ำปูน
- 2) ให้ใช้ Hydraulic Cement เป็นวัสดุสำหรับผสมเพื่อการอัดฉีด
- 3) เครื่องผสมน้ำปูนจะต้องมีรอบความเร็วในการผสมไม่น้อยกว่า 800 รอบ/นาที
- 4) เครื่องกวนน้ำปูนจะต้องมีรอบความเร็วในการกวนน้ำปูนไม่ให้ตกตะกอนไม่น้อยกว่า 100 รอบ/นาที
- 5) เครื่องอัดฉีดน้ำปูนต้องมี Working Pressure ไม่น้อยกว่า 20 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และต้องมี Discharge Capacity ไม่น้อยกว่า 60 ลิตร/นาที
- 6) ต้องล้างหลุมเจาะให้สะอาดทุกครั้งที่ทำการอัดฉีดน้ำปูน เว้นแต่ในกรณีที่ผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ สั่งการให้ดำเนินการต่อเนื่องจากการทดลองอัดฉีดน้ำ
- 7) ให้ดำเนินการอัดฉีดน้ำปูนแต่ละครั้งด้วยความดัน และอัตราส่วนผสมน้ำปูนตามที่ผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ จะเป็นผู้กำหนดให้
- 8) ต้องติดตั้งวาล์วปิด-เปิดให้น้ำปูนลงหลุม และมีเตอร์วัดความดันต่อเข้ากับท่อส่งน้ำปูนบนปากหลุมทุกครั้ง การดำเนินการอัดฉีดน้ำปูนแต่ละครั้งต้องกระทำอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งอัตราการไหลของน้ำปูนน้อยกว่า 1.0 ลิตร/นาที/เมตร และด้วยความดันที่กำหนดเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที จึงจะสามารถหยุดการดำเนินการอัดฉีดน้ำปูนในช่วงนั้นๆ ได้ แต่จะต้องรักษาระดับความดันสำหรับการอัดฉีดในหลุมไว้ด้วยการปิดวาล์วที่ปากหลุมไว้ไม่น้อยกว่า 30 นาที หรือจนกว่าน้ำปูนที่อัดฉีดเข้าไปในหลุมจะแข็งตัวพอและไม่มีแรงดันน้ำปูนย้อนกลับ
- 9) ในกรณีที่น้ำปูนรั่วขึ้นมาปากหลุม หรือบริเวณใกล้เคียง ผู้รับจ้างจะต้องหยุดดำเนินการอัดฉีดทันที และจะต้องพยายามอุดรอยรั่วนั้นให้ได้ด้วยเชือกหรือเศษผ้า หรือตามกรรมวิธีที่ผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ และนักธรณีวิทยาโครงการของผู้รับจ้าง จะเห็นสมควร จึงจะสามารถทำการอัดฉีดต่อไปได้
- 10) ให้ผู้รับจ้างหยุดดำเนินการอัดฉีดและทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง ในกรณีดังต่อไปนี้
 - (1) เมื่อทำการอัดฉีดน้ำปูนเข้าไปในหลุมอัดฉีดมากกว่า 3,000 ลิตร แล้วแต่ยังไม่ได้ความดันตามที่กำหนด
 - (2) เมื่อเกิดการรั่วของน้ำปูนที่ทำการอัดฉีดขึ้น แต่ไม่สามารถที่จะทำอุดการรั่วนั้นได้ด้วยวิธีการใดๆ และเมื่อการดำเนินการอัดฉีดน้ำปูนต้องหยุดชะงักลงในแต่ละช่วงก่อนเริ่มดำเนินการอัดฉีดใหม่ ให้ผู้รับจ้างใช้น้ำสะอาดจำนวน 30-50 ลิตร โดยมีอัตราการไหลของน้ำประมาณ 5-10 ลิตร/นาที ทำการฉีดล้างหลุมทุกครั้ง
- 11) เมื่อทำการอัดฉีดน้ำปูนตลอดหลุมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการปิดหลุม หรือ Plug หลุมด้วยวิธี Grout Plug โดยใช้น้ำปูนเข้มข้น หรือน้ำปูน อัตราส่วน 2 : 1 (น้ำ : ปูน) และเมื่อมีการยุบตัวก็จะต้องนำมารอกเพิ่มเติมจนเต็มหลุม เพื่อปิดปากหลุมให้เรียบร้อย จึงจะถือว่าการดำเนินการอัดฉีดน้ำปูน ในหลุมนั้นๆ ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์

12) เมื่อดำเนินการอัดฉีดน้ำปูนเสร็จเรียบร้อยแล้วในแต่ละครั้ง ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานบันทึกผลการอัดฉีด ให้ผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ ตรวจสอบและเซ็นรับรองทันทีเพื่อใช้เป็นหลักฐานในการเบิกจ่ายเงินต่อไป

1.11 รายงาน

นอกจากรายงานบันทึกผลการทำงานในสนามตามหัวข้อที่ 1.5 – 1.10 แล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายงานการเจาะ (Drilling Report) รายงานการทดสอบอัดฉีดน้ำก่อนการอัดฉีดน้ำปูน (Water Pressure Test Report) และรายงานการอัดฉีดน้ำปูน (Grouting Report) ของแต่ละหลุมที่ทำเสร็จ ส่งให้กับผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ อย่างละไม่น้อยกว่า 10 ชุด โดยไม่มีการแยกจ่ายเงินค่าจัดทำรายงานดังกล่าวแต่อย่างใด

1.12 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

การวัดปริมาณงานหลุมเจาะเพื่อการอัดฉีดน้ำปูน เพื่อการประเมินสภาพธรณีวิทยาโครงสร้าง และเพื่อการตรวจสอบผลการอัดฉีดน้ำปูน จะแยกวัดปริมาณงานเพื่อการจ่ายเงิน ดังนี้

1) ค่าฝังท่อกรูเพื่อการเจาะและอัดฉีด (Grout Pipe Installation) วัดปริมาณงานการฝัง Grout Pipe ในแต่ละหลุมเป็นเมตรตามที่แสดงในแบบหรือตามที่ผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ รับรอง การจ่ายเงินจะคิดเป็นราคาต่อหน่วย ซึ่งจะรวมค่าใช้จ่ายในการเจาะหลุม การจัดหาและติดตั้งท่อเหล็ก และการดูแลท่อระหว่างการปฏิบัติงาน

2) ค่าเจาะหินหลุม Curtain Grout Holes แบบ Percussion Drilling วัดปริมาณงานเจาะจากระดับพื้นผิวหรือระดับที่ผู้ควบคุมงานยอมรับถึงระดับก้นหลุมตามที่ผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ รับรอง มีหน่วยเป็นเมตร ใช้นิยมสองตำแหน่ง

3) ค่าเจาะปูนซ้ำ (Redrilling Grout Hole) วัดปริมาณงานเจาะปูนที่แข็งและทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง ตามความลึกที่เจาะจริง แต่ไม่เกินช่วงความลึกที่ได้ทำการอัดฉีดน้ำปูนไว้แล้ว มีหน่วยเป็นเมตร ใช้นิยมสองตำแหน่ง

4) ค่าทดสอบการรั่วซึมของน้ำแบบลูยอง (Lugeon Test) วัดปริมาณงานเป็นครั้งที่ทดสอบได้ผล และเป็นที่ยอมรับของผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ

5) ค่าทดสอบอัดฉีดน้ำก่อนการอัดฉีดน้ำปูน (Water Pressure Test) วัดปริมาณงานเป็นครั้งที่ทดสอบได้ผล และเป็นที่ยอมรับของผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ

6) ค่าดำเนินการอัดฉีดน้ำปูนรวมค่าวัสดุ Hydraulic Cement (Cement Take) วัดปริมาณงานเป็นน้ำหนักของเนื้อปูนที่ถูกอัดฉีดเข้าไปในหินฐานรากเท่านั้น (Cement Take Only) โดยให้คิดค่าแรงในการอัดฉีด และวัสดุทุกชนิดรวมกัน มีหน่วยเป็นถุง ถุงละ 50 กิโลกรัม ใช้นิยมสองตำแหน่ง

1.13 เงื่อนไขการจ่ายเงิน

จะกำหนดจ่ายเป็นหลุมตามที่ผู้รับจ้างได้ดำเนินการแล้วเสร็จตลอดความลึกตามแบบ และตามข้อกำหนดรายละเอียดด้านเทคนิค (Technical Specification) รวมทั้งการอุดหลุมให้เต็มด้วยน้ำปูนเข้มข้นหรือน้ำปูน อัตราส่วน 2 : 1 (น้ำ : ปูน) จนเป็นที่ยอมรับของผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ หลุมใดที่ดำเนินการยังไม่เสร็จสมบูรณ์ จะนำผลงานมาพิจารณาจ่ายเงินตามรายการที่ 1.12 ข้อ 1) – 6) ไม่ได้

๒๓.๓๖๔





2. รายละเอียดด้านเทคนิคการซ่อมแซมรอยร้าวในโครงสร้างคอนกรีต (Specification Of Crack Sealing In Concrete Structure)

2.1 หลักเกณฑ์ทั่วไป

การอัดฉีดสารเคมี สำหรับซ่อมแซมรอยแตกของโครงสร้างคอนกรีต และเพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำเท่านั้น ผู้ปฏิบัติงานอาจทำการปรับแก้ตำแหน่ง ทิศทาง เพื่อให้มีความเหมาะสมกับสภาพของโครงการฯ โดยให้อยู่ภายใต้ดุลพินิจของผู้ควบคุมงาน

2.2 บริเวณปฏิบัติงาน

บริเวณที่จะต้องทำการปรับปรุงการรั่วซึมด้วยวิธีอัดฉีดน้ำปูน คือ บริเวณงานปรับปรุงใน Gallery (Zone B) ที่กำหนดไว้ในแบบแปลนงานปรับปรุงการรั่วซึม แผ่นที่ (4) และแผ่นที่ (9) โดยการปรับปรุงการรั่วซึมจะเริ่มดำเนินการได้ก็ต่อเมื่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พิจารณาเห็นชอบแผนการดำเนินงานแล้ว

2.3 ขั้นตอนการทำงาน

1. ทำความสะอาดบริเวณรอบ ๆ รอยแตกเพื่อให้เห็นสภาพของรอยแตกได้อย่างชัดเจน
2. เจาะหลุมสำหรับอัดฉีดสารเคมี โดยวางมุมเอียงเพื่อให้หลุมเจาะเข้าไปตัดกับรอยแตกเดิม องศาการเจาะควรอยู่ระหว่าง 45-90 องศา รายละเอียดตามแบบ แผ่นที่ (9) ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพหน้างาน
3. ดำเนินการยาแนวรอยแตกระหว่างจุดอัดฉีดด้วยสารเคมีประเภทอีพอกซีเรซิน เพื่อป้องกันไม่ให้สารเคมีที่อัดฉีดรั่วซึมออกมาจากรอยแตกในระหว่างการอัดฉีด เมื่ออีพอกซีเรซินแข็งตัวแล้วให้ดำเนินการเตรียมอัดฉีดสารเคมีต่อไป
4. ดำเนินการผสม และอัดฉีดสารเคมีตามคำแนะนำของผู้ผลิต ทั้งนี้ในกรณีที่มีการรั่วซึมของสารเคมีออกมาจากรอยแตก ให้ดำเนินการอุดจุดรั่วซึมดังกล่าวในทันที
5. แรงดันที่ใช้ในการอัดฉีดไม่ควรจะเกินกว่า 10% ของกำลังอัดประลัยของวัสดุโดยรอบ แต่จะต้องสูงกว่าแรงดันของน้ำใต้ดินในบริเวณดังกล่าวอย่างน้อย 2 บาร์
6. เมื่ออัตราการไหลของสารเคมีมีอัตราการลดลงหรือหยุด จะถือว่าสารเคมีได้เข้าไปเต็มรอยแตกแล้ว ให้หยุดการอัดฉีดในหลุมนั้น ๆ และย้ายไปตำแหน่งถัดไป
7. เมื่อสารเคมีแข็งตัวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ให้ตัดสารเคมีที่แข็งตัวส่วนเกินออก
8. ชันลูกยางอุดหลุมออกจากรูเจาะ และปิดรูเจาะให้เรียบร้อยด้วยมอร์ต้าซ่อมแซมโครงสร้างหรืออีพอกซีเรซิน
9. ในการอัดฉีด ให้ดำเนินการอัดฉีดจากจุดสูงสุดลงมา โดยสารเคมีที่ใช้ในการอัดฉีดควรจะเป็นสารโพลียูรีเทนเรซิน หรือสารโพลีเมอร์โดยมีคุณสมบัติตามรายการด้านล่าง

2.4 วัสดุ

2.4.1 รายละเอียดวัสดุสารโพลียูรีเทนเรซิน (SPECIFICATION OF PU RESIN)

สารโพลียูรีเทนเรซินที่จะนำมาใช้ควรมีคุณสมบัติดังนี้

- VISCOSITY AT 25 °C, mPa.s 50-250
- DENSITY OF MIXTURE 1.1-1.2 kg/l
- VOLUME EXPANSION (FREE FOAMED) > 20

๒๓.๕๖๗/ ๐๖๐๗/ ๘

- FLASH POINT > 100 °C
- COMPRESSIVE STRENGTH > 25 MPa
- FLEXURAL STRENGTH > 10 MPa

การขออนุมัติใช้วัสดุ ให้ผู้รับจ้างแนบเอกสารประกอบผลิตภัณฑ์จากผู้จัดจำหน่าย ก่อนการใช้วัสดุอย่างน้อย 15 วัน

2.4.2 รายละเอียดวัสดุสารโพลีเมอร์ (SPECIFICATION OF HYDROPHILIC PREPOLYMER)

สารโพลีเมอร์ที่จะนำมาใช้ควรมีคุณสมบัติดังนี้

- VISCOSITY 200-650 mPa.s
- pH 6-9

การขออนุมัติใช้วัสดุ ให้ผู้รับจ้างแนบเอกสารประกอบผลิตภัณฑ์จากผู้จัดจำหน่าย ก่อนการใช้วัสดุอย่างน้อย 15 วัน

2.4.3 รายละเอียดวัสดุสารอีพอกซีเรซิน (SPECIFICATION OF EPOXY RESIN)

สารอีพอกซีเรซินที่จะนำมาใช้ควรมีคุณสมบัติดังนี้

- FLASH POINT > 100 °C
- COMPRESSIVE STRENGTH > 60 N/sq.mm. (7 DAYS)
- TENSILE STRENGTH > 20 N/sq.mm. (7 DAYS)
- TENSILE ADHESION STRENGTH > 3 N/sq.mm. (CONCRETE SUBSTRATE)

การขออนุมัติใช้วัสดุ ให้ผู้รับจ้างแนบเอกสารประกอบผลิตภัณฑ์จากผู้จัดจำหน่าย ก่อนการใช้วัสดุอย่างน้อย 15 วัน

2.5 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

การวัดปริมาณงานการซ่อมแซมรอยร้าวในโครงสร้างคอนกรีต จะแยกวัดปริมาณงานเพื่อการจ่ายเงิน ดังนี้

1) ค่าเจาะหลุมสำหรับอัดฉีดสารเคมี วัดปริมาณงานจากจุดที่ทำการเจาะเพื่ออัดฉีดสารเคมีตามตำแหน่งที่แสดงในแบบหรือตามที่คุณควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ รับรอง การจ่ายเงินจะคิดเป็นราคาต่อหน่วย

2) ค่าดำเนินการอัดฉีดรวมค่าวัสดุ วัดปริมาณงานเป็นน้ำหนักของเนื้อวัสดุที่ถูกอัดฉีดเข้าไปในโครงสร้างคอนกรีตเท่านั้น โดยให้คิดค่าแรงในการอัดฉีด และวัสดุทุกชนิดรวมกัน มีหน่วยเป็นกิโลกรัม ใช้ทศนิยมสองตำแหน่ง

2.6 เงื่อนไขการจ่ายเงิน

จะกำหนดจ่ายเป็นจุดตามที่ได้รับจ้างได้ดำเนินการแล้วเสร็จ จุดใดที่ดำเนินการยังไม่เสร็จสมบูรณ์จะนำผลงานมาพิจารณาจ่ายเงินตามรายการที่ 2.5 ไม่ได้

โดย ๕๓๗

๕

๕๓๗