



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

ข้อกำหนดรายละเอียดเฉพาะด้านเทคนิค (ด้านวิศวกรรม) (TECHNICAL SPECIFICATION)

จ้างซ่อมแซมปรับปรุงการรั่วซึมเขื่อนและฐานยันเขื่อน
โครงการไฟฟ้าพลังน้ำแม่มาว
ตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ 1 โครงการ

กองพัฒนาพลังงานทดแทน
กันยายน 2568

(น.ส.อรอนงค์ โชติราษี)
นักธรณีวิทยาชำนาญการพิเศษ

(น.ส.ธัญลักษณ์ เกตุโสภา)
นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ

(นายเฉลิมเกียรติ ทองเนื้อห้า)
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).....	4
1.8 การทดสอบการรั่วซึมของน้ำแบบลูยอง (Lugeon Test)	4
1.9 การทดลองอัดฉีดน้ำก่อนการอัดฉีดน้ำปูน (Water Pressure Test).....	5
1.10 การอัดฉีดน้ำปูน	5
1.11 รายงาน	6
1.12 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	7
1.13 เงื่อนไขการจ่ายเงิน.....	7
2. รายละเอียดด้านเทคนิคการซ่อมแซมรอยร้าวในโครงสร้างคอนกรีต (Specification Of Crack Sealing In Concrete Structure).....	8
2.1 หลักเกณฑ์ทั่วไป	8
2.2 บริเวณปฏิบัติงาน	8
2.3 ขั้นตอนการทำงาน.....	8
2.4 วัสดุ.....	9
2.5 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน.....	10
2.6 เงื่อนไขการจ่ายเงิน.....	10


68 60 พ

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 งานที่จะทำจริงในสนาม อาจจะน้อยกว่า หรือมากกว่า ขึ้นอยู่กับสภาพธรณีวิทยาที่พบในสนามเป็นสำคัญ แต่ปริมาณงานอย่างน้อย จะต้องเป็นไปตามแบบแปลนงานปรับปรุงการรั่วซึม แผ่นที่ (4) ถึงแผ่นที่ (9) งานแต่ละรายการที่ผู้ว่าจ้างจะสั่งให้ทำมากขึ้น เพื่อลดค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำผ่านฐานรากเขื่อนจนอยู่ในเกณฑ์ที่เพียงพอ (น้อยกว่า 5 ลูกบาศก์เมตร) ผู้รับจ้างจะต้องคิดราคาเดียวกันกับราคาในสัญญา และจะถือเป็นเหตุให้ผู้รับจ้างขอยืดเวลาในการก่อสร้าง เพิ่มขึ้นไม่ได้

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 จะต้องมีความแข็งแรงตามมาตรฐาน ASTM C 150
- 2) น้ำที่ใช้ในการผสมจะต้องเป็นน้ำที่ใสสะอาด ปราศจากสิ่งเจือปนของสารแขวนลอยน้ำมัน และสารอินทรีย์อื่นๆ

 
6 ก.ค. 67

1.2.2 ท่อ Grout Pipe

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

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)


Bornt
๒๓ ธ.ค. ๖๖

1.5 การติดตั้ง Grout Pipe (Grout Pipe Installation)

ในกรณีที่จำเป็นต้องทำการเจาะผ่านบริเวณชั้นหินผุหรือชั้นดิน ผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งท่อ Grout Pipe ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร โดยปลายของท่อ Grout Pipe จะต้องยึดแน่นติดกับชั้นหินแข็ง (Sound Rock) และอีกด้านหนึ่งของท่อเหล็กก็ต้องโผล่พ้นผิวดินอย่างน้อย 20 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) ในกรณีที่ยังเจาะไม่ถึงระดับความลึกที่กำหนด ถ้าพบว่าน้ำที่ใช้ในการเจาะหายไปมาก หรือมีน้ำใต้ดินพุ่งขึ้นมามาก หรือผนังของหลุมเจาะพังมาก หรือก้านเจาะตกลงเร็วมาก ให้ผู้รับจ้างหยุดทำการเจาะ แล้วรายงานให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ทราบทันทีเพื่อพิจารณาสั่งการต่อไป
- 6) การเจาะให้ใช้ลมเป็นตัวพาเศษดินเศษหินขึ้นมาจากหลุมเจาะ ให้ปราศจากสิ่งเจือปนและคราบน้ำมัน
- 7) ห้ามใช้น้ำโคลน (Bentonite) ในการเจาะ
- 8) หลุมที่เจาะเสร็จแล้ว ทิ้งไว้เพื่อรอทำการทดสอบหาค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำด้วยความดัน และดำเนินการอัดฉีดน้ำปูนต่อไปนั้น จะต้องมิวัสดุอุดปากหลุมเพื่อป้องกันมิให้น้ำและวัสดุอื่นๆ ไหลลงไปในหลุมเจาะได้
- 9) เมื่อเจาะเสร็จจะต้องทำการล้างหลุมเจาะให้สะอาดทุกครั้ง และพร้อมที่จะให้ทำการตรวจสอบความลึกได้ตลอดเวลา และจะต้องส่งรายงานบันทึกผลการเจาะให้กับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ทันที



6๓๕๗

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

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


๖๓.๕๐๗

การทดสอบหาค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำด้วยความดันดังกล่าวข้างต้นนี้ สามารถเปลี่ยนแปลงค่าความดันที่ใช้ได้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้โดยให้อยู่ในดุลยพินิจและพิจารณาเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ ในการทดสอบแต่ละครั้งให้ผู้รับจ้างคำนวณหาค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำเป็นหน่วย Lugeon มาให้เสร็จ จึงจะถือว่าได้ทำการทดสอบหาค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำเสร็จสมบูรณ์ตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดด้านเทคนิคนี้ 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

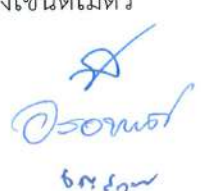
การทดสอบหาค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำด้วยความดัน จะทำเฉพาะเวลากลางวันหรือกลางคืนที่มีแสงสว่างเพียงพอ หรือตามความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ

1.9 การทดลองอัดฉีดน้ำก่อนการอัดฉีดน้ำปูน (Water Pressure Test)

เป็นการทดสอบหาค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำด้วยความดันเป็นช่วงๆ ช่วงละ 3.00 เมตร จากระดับปากหลุมถึงระดับกันหลุม 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) เครื่องกวนน้ำปูนจะต้องมีรอบความเร็วในการกวนน้ำปูนไม่ให้ตกตะกอน ประมาณ 120 รอบ/นาที
- 5) เครื่องอัดฉีดน้ำปูนต้องมี Working Pressure ไม่น้อยกว่า 20 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และต้องมี Discharge Capacity ไม่น้อยกว่า 60 ลิตร/นาที


6/11/66

6) ต้องล้างหลุมเจาะให้สะอาดทุกครั้งที่จะทำการอัดฉีดน้ำปูน เว้นแต่ในกรณีที่ผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ สั่งการให้ดำเนินการต่อเนื่องจากการทดลองอัดฉีดน้ำ

7) ให้ดำเนินการอัดฉีดน้ำปูนแต่ละครั้งด้วยความดัน และอัตราส่วนผสมน้ำปูนตามที่ผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ จะเป็นผู้กำหนดให้

8) ต้องติดตั้งวาล์วปิด-เปิดให้น้ำปูนลงหลุม และมีเตอร์วัดความดันต่อเข้ากับท่อส่งน้ำปูนบนปากหลุมทุกครั้ง การดำเนินการอัดฉีดน้ำปูนแต่ละครั้งต้องกระทำอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งอัตราการไหลของน้ำปูนน้อยกว่า 1.0 ลิตร/นาที่/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 แต่ไม่สามารถที่จะทำการอุดการรั่วนั้นได้ด้วยวิธีการใดๆ และเมื่อการดำเนินการอัดฉีดน้ำปูนต้องหยุดชะงักลงในแต่ละช่วงก่อนเริ่มดำเนินการอัดฉีดใหม่ ให้ผู้รับจ้างใช้น้ำสะอาดจำนวน 30-50 ลิตร โดยมีอัตราการไหลของน้ำประมาณ 5-10 ลิตร/นาที่ ทำการฉีดล้างหลุมทุกครั้ง

11) เมื่อทำการอัดฉีดน้ำปูนตลอดหลุมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการปิดหลุม หรือ Plug หลุมด้วยวิธี Grout Plug โดยใช้น้ำปูนเข้มข้น หรือน้ำปูน อัตราส่วน 2 : 1 (น้ำ: ปูน) และเมื่อมีการยุบตัวก็จะต้องนำมากรอกเพิ่มเติมจนเต็มหลุม เพื่อปิดปากหลุมให้เรียบร้อย จึงจะถือว่าการดำเนินการอัดฉีดน้ำปูน ในหลุมนั้นๆ ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์

12) เมื่อดำเนินการอัดฉีดน้ำปูนเสร็จเรียบร้อยแล้วในแต่ละครั้ง ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานบันทึกผลการอัดฉีด ให้ผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ ตรวจสอบและเซ็นรับรองทันทีเพื่อใช้เป็นหลักฐานในการเบิกจ่ายเงินต่อไป

1.11 รายงาน

นอกจากรายงานบันทึกผลการทำงานในสนามตามหัวข้อที่ 1.5 – 1.10 แล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายงานการเจาะ (Drilling Report) รายงานการทดลองอัดฉีดน้ำก่อนการอัดฉีดน้ำปูน (Water Pressure Test Report) และรายงานการอัดฉีดน้ำปูน (Grouting Report) ของแต่ละหลุมที่ทำเสร็จ ส่งให้กับ


ดร. กว

ผู้ควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ อีก อย่างละไม่น้อยกว่า 10 ชุด โดยไม่มีการแยกจ่ายเงินค่าจัดทำ รายงานดังกล่าวแต่อย่างใด

1.12 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

การวัดปริมาณงานหลุมเจาะเพื่อการอัดฉีดน้ำปูน เพื่อการประเมนสภาพธรณีวิทยาโครงสร้าง และเพื่อการตรวจสอบผลการอัดฉีดน้ำปูน จะแยกวัดปริมาณงานเพื่อการจ่ายเงิน ดังนี้

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

2) ค่าเจาะหินหลุม Curtain Grout Holes แบบ Percussion Drilling วัดปริมาณงานเจาะจากระดับพื้นผิวหรือระดับที่คุณควบคุมงานยอมรับถึงระดับก้นหลุมตามที่คุณควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ รับรอง มีหน่วยเป็นเมตร ทศนิยมสองตำแหน่ง

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

4) ค่าทดสอบการรั่วซึมของน้ำแบบลูยอง (Lugeon Test) วัดปริมาณงานเป็นครั้งที่ทดสอบได้ผล และเป็นที่ยอมรับของคุณควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ

5) ค่าทดสอบอัดฉีดน้ำก่อนการอัดฉีดน้ำปูน (Water Pressure Test) วัดปริมาณงานเป็นครั้งที่ทดสอบได้ผล และเป็นที่ยอมรับของคุณควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ

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

1.13 เงื่อนไขการจ่ายเงิน

จะกำหนดจ่ายเป็นหลุมตามที่คุณรับจ้างได้ดำเนินการแล้วเสร็จตลอดความลึกตามแบบ และตามข้อกำหนดรายละเอียดด้านเทคนิค (Technical Specification) รวมทั้งการอุดหลุมให้เต็มด้วยน้ำปูนเข้มข้น หรือน้ำปูน อัตราส่วน 2 : 1 (น้ำ : ปูน) จนเป็นที่ยอมรับของคุณควบคุมงานฯ หรือคณะกรรมการตรวจรับ หลุมใดที่ดำเนินการยังไม่เสร็จสมบูรณ์ จะนำผลงานมาพิจารณาจ่ายเงินตามรายการที่ 1.12 ข้อ 1) – 6) ไม่ได้



6/5/60

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 จะถือว่าสารเคมีได้เข้าไปเต็มรอยแตกแล้วให้หยุดการอัดฉีดในหลุมนั้น ๆ และย้ายไปตำแหน่งถัดไป
7. เมื่อสารเคมีแข็งตัวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ให้ตัดสารเคมีที่แข็งตัวส่วนเกินออก
8. ชันลูกยางอุดหลุมออกจากรูเจาะ และปิดรูเจาะให้เรียบร้อยด้วยมอร์ต้าซ่อมแซมโครงสร้างหรืออีพอกซีเรซิน
9. ในการอัดฉีด ให้ดำเนินการอัดฉีดจากจุดสูงสุดลงมา โดยสารเคมีที่ใช้ในการอัดฉีดควรจะเป็นสารโพลียูรีเทนเรซิน หรือสารโพลีเมอร์โดยมีคุณสมบัติตามรายการด้านล่าง


68.80m

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
- 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


60.8000

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



66.8