สรุปผลงานเรื่องที่ 3

การวางแผน และแก้ไขปัญหางานก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนครศรีธรรมราช

โดย

นายธเนศ ดิษฐปัญญา
ตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโยธา
(ด้านวางแผน) วิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ
ตำแหน่งเลขที่ 13
กรมชลประทาน

ผลงานนี้เป็นเอกสารประกอบการประเมินผลงาน
เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิศวกรรมโยธา
(ด้านควบคุมการก่อสร้าง) วิศวกรโยธาทรงคุณวุฒิ
ตำแหน่งเลขที่ 8
กรมชลประทาน

สรุปผลงานเรื่องที่ 3

การวางแผน และแก้ไขปัญหางานก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนครศรีธรรมราช

โครงการศึกษาวางแผนและออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราชตอนล่าง โดยการก่อสร้างคลองระบายน้ำสายที่ 3 เป็นโครงการที่มีเป้าหมายเพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยที่เกิดขึ้นอย่างซ้ำซากในพื้นที่เมืองนครศรีธรรมราชตอนล่าง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของชุมชนสูงและมีความเปราะบางต่อการเกิดน้ำท่วมจากปริมาณน้ำฝนที่มากและระบบระบายน้ำที่ไม่เพียงพอ การดำเนินงานในโครงการนี้ได้นำความรู้และเทคโนโลยีทางวิศวกรรมปฐพีเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหาอย่างครอบคลุมและยั่งยืน

ที่มาของปัญหา

เมื่อปลายเดือนพฤศจิกายน 2531 ได้เกิดอุทกภัยขึ้นในเขตพื้นที่หลายจังหวัดในภาคใต้ ทำให้เกิดความเสียหายแก่พื้นที่เพาะปลูก บ้านเรือน ตลอดจนชีวิตทรัพย์สินของราษฎร และทรัพย์สินของทางราชการเป็นจำนวนมาก ซึ่งจังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นอีกจังหวัดที่ได้รับผลกระทบ เนื่องจากเมืองนครศรีธรรมราชตั้งอยู่ริมทะเลทางด้านอ่าวไทย มีลำน้ำธรรมชาติซึ่งเกิดจากเทือกเขานครศรีธรรมราชไหลผ่านตัวเมืองอยู่หลายสาย เมื่อเกิดฝนตกหนักในบริเวณเทือกเขานครศรีธรรมราชจะมีปริมาณน้ำในคลองต่าง ๆ ปริมาณมากไหลผ่านตัวเมือง แต่คลองต่าง ๆ มีขนาดเล็กลงเนื่องจากถูกบุกรุกและตื้นเขิน ทำให้น้ำระบายลงสู่ทะเลไม่ทัน จึงเกิดการไหลบ่าท่วมตัวเมืองเป็นประจำทุกปี

เหตุผลความจำเป็น

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชบรมนาถบพิตร ทรงห่วงใยต่อปัญหาความเดือดร้อนและความเสียหายเนื่องจากอุทกภัยที่เกิดขึ้นในครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง พระองค์ทรงพระราชทานพระราชดำริเกี่ยวกับการบรรเทาอุทกภัยและฟื้นฟูพื้นที่ที่ได้รับความเสียหายดังกล่าวแก่ เจ้าหน้าที่ของกรมชลประทาน และเจ้าหน้าที่ของสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.) เมื่อวันที่ 24 ธันวาคม 2531 ณ อาคารชัยพัฒนา สวนจิตรลดา เพื่อเป็นแนวทางสำหรับทางราชการในการเข้าไปฟื้นฟูสภาพพื้นที่ และแก้ไขป้องกันมิให้พื้นที่เหล่านั้นและบริเวณข้างเคียงต้องได้รับความเสียหายเช่นนี้อีกต่อไป โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริที่พระราชทาน ประกอบด้วย

1) โครงการอ่างเก็บน้ำกระทูนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
2) โครงการอ่างเก็บน้ำคลองดินแดงอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
3) โครงการบรรเทาอุทกภัยบ้านคีรีวงอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
4) โครงการฟื้นฟูพื้นที่และบรรเทาอุทกภัยบ้านนาสารอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
5) โครงการแม่น้ำปากพนังอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

6) โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองหาดใหญ่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

7) โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

กรมชลประทานได้ศึกษารายละเอียดและจัดทำรายงานเบื้องต้นและเสนอแผนงานฟื้นฟูพื้นที่และแก้ไขปัญหาอุทกภัยภาคใต้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการป้องกันและแก้ไขปัญหาอุทกภัยในภาคใต้ โดยมีนายกรัฐมนตรีเป็นประธาน เมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 2532 และอนุมัติโดยคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 4 มีนาคม 2532 โดยให้กรมชลประทานดำเนินการตามแผนงานที่เสนอทั้ง 7 โครงการ นั้น โดยด่วน

ต่อมา กรมชลประทานได้ว่าจ้างที่ปรึกษาเพื่อดำเนินการศึกษาความเหมาะสมโครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช และได้ทำการศึกษาความเหมาะสมแล้วเสร็จเมื่อ ปี พ.ศ. 2545 สามารถสรุปแผนการพัฒนาตามแนวทางการศึกษาได้ดังนี้

1) โครงการบรรเทาอุทกภัยระยะเร่งด่วน มีพื้นที่บรรเทาอุทกภัยในเขตเทศบาลนครนครศรีธรรมราช ในส่วนพื้นที่ชุมชนเดิมและพื้นที่เศรษฐกิจ คาดว่า จะเริ่มดำเนินการเตรียมโครงการและออกแบบรายละเอียดในช่วงปี พ.ศ. 2545 - 2546 จะทำการก่อสร้างในปี พ.ศ. 2547 และจะเริ่มดำเนินการและบำรุงรักษาในปี พ.ศ. 2548 จนถึงปีสิ้นสุดโครงการปี พ.ศ. 2578 ทั้งนี้ คาดว่าจะมีผู้ได้รับประโยชน์ประมาณ 6,400 ครัวเรือน (คาดการณ์ ณ ปี พ.ศ. 2563 ซึ่งเป็นช่วงระยะกลางโครงการ)

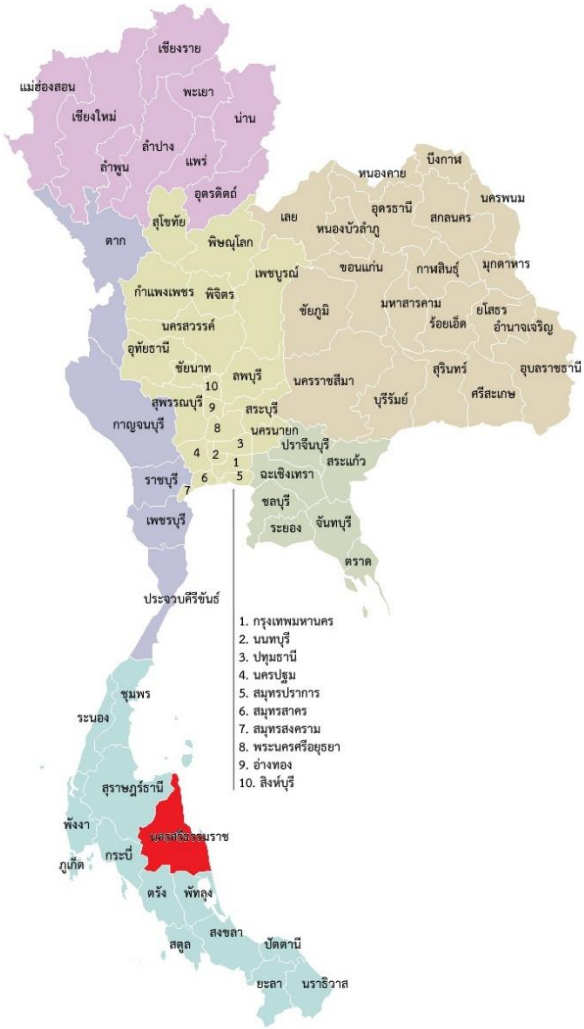
2) โครงการบรรเทาอุทกภัยระยะยาว มีพื้นที่บรรเทาอุทกภัยทั้งในเขตเมืองนครศรีธรรมราชและนอกเขตเมืองนครศรีธรรมราช คาดว่า จะเริ่มดำเนินการเตรียมโครงการและออกแบบรายละเอียดในช่วงปี พ.ศ. 2545 - 2547 จะทำการก่อสร้างในปี พ.ศ. 2548 และจะเริ่มดำเนินการและบำรุงรักษาในปี พ.ศ. 2549 จนถึงปี พ.ศ. 2578 ทั้งนี้ คาดว่าจะมีผู้รับประโยชน์ประมาณ 23,600 ครัวเรือน (คาดการณ์ ณ ปี พ.ศ. 2563)

จากผลการศึกษาฯ ที่ผ่านมาพบว่า การแก้ไขตามมาตรการต่าง ๆ ยังไม่มีการดำเนินการอย่างเต็มรูปแบบ ซึ่งปัญหาอุปสรรคหลักเกิดจากการจัดหาที่ดินตามมาตรการขุดขยายคลองผันน้ำเลี่ยงเมือง บางส่วนต้องผ่านเข้าพื้นที่ชุมชน ไม่สามารถดำเนินการได้ ประกอบกับปัจจุบันสภาพพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมไปมาก ปัญหาน้ำท่วมจึงยังไม่ได้รับการแก้ไข และมีแนวโน้มที่จะรุนแรงขึ้นทุกปี

กรมชลประทานได้เห็นความสำคัญในการบรรเทาปัญหาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราชจึงได้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (กรมชลประทาน) และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้มีการประชุมหารือ เมื่อวันที่ 28 มิถุนายน 2554 มติที่ประชุมเห็นควรใช้ระบบคลองส่งน้ำควบคู่กับการระบายน้ำเพื่อผันน้ำไม่ให้เข้าเขตเทศบาลนครนครศรีธรรมราช ขุดขยายคลอง - ขุดลอกคลองเดิม ตามแผนที่เคยศึกษาไว้เดิม และให้ศึกษาทบทวนแนวทางการแก้ไขปัญหาอุทกภัยบริเวณเขตเทศบาลนครนครศรีธรรมราชอย่างเป็นระบบต่อไป

ดังนั้น กรมชลประทาน จึงได้มีคำสั่งที่ ข 1201/2555 ลงวันที่ 2 พฤศจิกายน 2555 แต่งตั้งคณะทำงานศึกษาจัดทำรายงานวางโครงการและออกแบบรายละเอียดโครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยมีหน้าที่ศึกษารวบรวมข้อมูล วิเคราะห์สภาพปัญหาน้ำท่วม

หาแนวทางเลือกในการบรรเทาปัญหาอุทกภัย และจัดทำรายงานวางโครงการและออกแบบรายละเอียดโครงการ รวมทั้งได้มีการปรับปรุงองค์ประกอบและอำนาจหน้าที่เพื่อให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพประสิทธิผลสูงสุด รายละเอียดตามคำสั่งที่ ข 238/2556 ลงวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2556 และคำสั่งที่ ข 1337/2557 ลงวันที่ 14 พฤศจิกายน 2557 โดยเริ่มดำเนินการศึกษาและทบทวนรายงานการศึกษาและการสำรวจ - ออกแบบรายละเอียด เพื่อพิจารณาแนวทางเลือกในการก่อสร้างคลองในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้สามารถระบายน้ำได้สูงสุด 750 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (ที่รอบปีการเกิดซ้ำ 25 ปี) แต่อย่างไรก็ตามในขั้นตอนการสำรวจ - ออกแบบรายละเอียดของคลองระบายน้ำสาย 3 ประสบปัญหาการก่อสร้างคลองและคันคลองระบายน้ำสาย 3 วางอยู่บนชั้นดินอ่อนมาก และข้อจำกัดเรื่องการถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดิน กรมชลประทานจึงได้ว่าจ้างที่ปรึกษาทำการปรับปรุงชั้นดินอ่อนเพื่อให้ความสามารถรับน้ำหนักตัวคลองและคันคลองได้แล้วเสร็จเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 โดยการศึกษาวางโครงการแล้วเสร็จเมื่อเดือนกันยายน พ.ศ. 2559 และการสำรวจออกแบบแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2560



รูปที่ 1 การวางแผน และแก้ไขปัญหางานก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนครศรีธรรมราช

การวางแผน และแก้ไขปัญหางานก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 โครงการบรรเทาอุทกภัย เมืองนครศรีธรรมราชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนครศรีธรรมราช

↓

ที่มาของปัญหา

ปัญหาเกิดจากฝนตกหนักและน้ำหลากในพื้นที่ราบลุ่มนครศรีธรรมราช ขณะที่ระบบระบายน้ำเดิมไม่เพียงพอ ทำให้เกิดน้ำท่วมซ้ำซากในเขตเมืองและพื้นที่เศรษฐกิจ

↓

เหตุผลความจำเป็น

มีความจำเป็นต้องก่อสร้างคลองระบายน้ำขนาดใหญ่ เพื่อแก้ปัญหาน้ำท่วมซ้ำซากในเมืองนครศรีธรรมราช และเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการน้ำเพื่อเศรษฐกิจและการเกษตร

↓

ทบทวนเอกสารผลการศึกษาที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ศึกษา

(จากการศึกษาแนวทางป้องกันน้ำท่วมเมืองนครศรีธรรมราช โดยหน่วยงานราชการและสถาบันวิชาการ)

↓

วางแผนพิจารณาแนวทางในการก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 โครงการบรรเทาอุทกภัย เมืองนครศรีธรรมราชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนครศรีธรรมราช

- การก่อสร้างคลองระบายน้ำสายหลัก (คลองระบายน้ำสาย 1, 2 และ 3) เพื่อเร่งระบายน้ำออกสู่ทะเล
- การเสริมประสิทธิภาพระบบระบายน้ำภายในเมือง เช่น ขุดลอกคูคลองเดิม ปตร. และสถานีสูบน้ำ
- มาตรการเสริม เช่น การใช้พื้นที่ชะลอน้ำ (Retention Area) และการจัดการพื้นที่ลุ่มต่ำเพื่อเป็นแก้มลิง

↓

วางแผนดำเนินการเตรียมความพร้อมด้านศึกษาพิจารณาโครงการ สำรวจ และออกแบบ

↓

วางแผนดำเนินการคำนวณปริมาณงานและราคางาน และจัดเข้าแผนงาน

↓

การวางแผนแก้ไขปัญหาทางด้านวิศวกรรมที่เกี่ยวเนื่องกับการวางแผนงานก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนครศรีธรรมราช

↓

ผลสัมฤทธิ์ของการดำเนินการ

โครงการก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 เมืองนครศรีธรรมราชแล้วเสร็จ สามารถระบายน้ำได้ 750 ลบ.ม./วินาที ลดความรุนแรงของน้ำท่วม เก็บกักน้ำเพื่อการเกษตร และป้องกันน้ำเค็มรุก ตอบโจทย์การแก้ปัญหาอุทกภัยอย่างมีประสิทธิภาพ

รูปที่ 2 ผังกระบวนงาน (Workflow) การวางแผน และแก้ไขปัญหางานก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนครศรีธรรมราช

1. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อสนองพระราชดำริ เมื่อวันที่ 24 ธันยาคม 2531 ณ อาคารชัยพัฒนา สวนจิตรลดา

1.2 เพื่อบรรเทาอุทกภัยที่เกิดจากปริมามน้ำท่วมที่ไหยผ่านตัวเมืองนครศรีธรรมราช และพื้นที่ข้างเคียงไม่ให้เข้าไปท่วมพื้นที่ในเขตชุมชนและเขตเศรษฐกิจของเมือง

1.3 เพื่อเก็บกักน้ำไว้ใช้เพื่อการเกษตรกรรม และการอุปโภค - บริโภค ในช่วงฤดูแล้ง

2. ขั้นตอนการดำเนินการ

2.1 ศึกษาแบบก่อสร้างทั้งหมด รวมทั้งแบบอ้างอิงที่เกี่ยวข้อง พร้อมรวบรวมรายละเอียดอื่น ๆ

2.2 วางแผนงานก่อสร้าง จากข้อมูลที่ทำการตรวจสอบข้างต้นนั้น จะนำมาประกอบการวิเคราะห์ การคำนวณปริมาณงาน กำหนดขั้นตอนการทำงานให้สอดล้องกับสภาพภูมิประเทศ อุทกวิทยา ธรณีวิทยา และฤดูกาล

2.3 การควบคุมคุณภาพดิน (การเลือกดิน บดอัด การทดสอบ SPCT, Modified Proctor, Sand Cone Method) ควบคุมคุณภาพคอนกรีต (Mix Design, Slump Test, ทดสอบกำลังอัด 7 และ 28 วัน) และควบคุมวัสดุอื่น ๆ เช่น เหล็กเสริม แผ่นยางกันน้ำ กาบิออน

2.4 ขั้นตอนก่อสร้างหลัก

2.4.1 เคลียร์พื้นที่ สำรวจและปักผัง

2.4.2 ทดลองเสาเข็มดินซีเมนต์ (Cement Column) และ Jet Grout

2.4.3 ดำเนินการตอกเสาเข็ม ก่อสร้าง Sand Cement Stabilized Mat

2.4.4 ขุดคลองตามแบบ พร้อมโครงสร้างประกอบ เช่น กำแพงกันดิน และระบบรับน้ำหนัก

2.4.5 ใช้เทคนิค Jet Grouting และ Low Pressure Grout สำหรับปรับปรุงดินฐานราก

2.5 การตรวจสอบและประเมินผล

2.5.1 ตรวจสอบผลงานรายวันและรายเดือน (ปริมาณงานดิน คอนกรีต ค่าใช้จ่ายเครื่องจักร วัสดุ และแรงงาน)

2.5.2 ทดสอบการรับน้ำหนักเสาเข็มตามมาตรฐาน ASTM D1143

2.5.3 ตรวจสอบคุณภาพเสาเข็มโดย Core Test, Pull out Test, Unconfined Compression Test

2.6 การแก้ไขปัญหา

2.6.1 ผู้ควบคุมงานและผู้ขอประเมินทำหน้าที่ตรวจสอบ/ควบคุม

2.6.2 ปรับแผนหรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้หลักวิศวกรรม เพื่อให้งานเสร็จตามกำหนด มีคุณภาพ และตรงตามวัตถุประสงค์

3. ผลสำเร็จขั้นสุดท้ายของโครงการ

สามารถแก้ไขปัญหางานก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อให้สามารถก่อสร้างได้แล้วเสร็จตามแผนงานที่วางไว้ และใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยแบ่งเป็นผลสำเร็จของงานเชิงปริมาณ และผลสำเร็จของงานเชิงคุณภาพ ดังนี้

3.1 ผลสำเร็จของงานเชิงปริมาณ

จากการดำเนินงาน แก้ไขปัญหาอุปสรรคต่างๆ งานก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนครศรีธรรมราช ได้แก่ ปัญหาทางลำเลียงวัสดุก่อสร้าง เนื่องจากไม่มีพื้นที่ในการทำทางลำเลียงก่อสร้างจึงต้องออกแบบ และก่อสร้างทางลำเลียง ในพื้นที่ก่อสร้างคลองระบายน้ำ ปัญหาเครื่องจักรหนัก ไม่สามารถเข้าทำงานในบริเวณดินอ่อนได้ ปัญหาน้ำท่วมขังบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง ตลอดจนการผันน้ำออกจากโครงการ การก่อสร้างคันกั้นน้ำเพื่อป้องกันน้ำทะเลหนุนเข้าท่วมพื้นที่โครงการ เมื่อสามารถวางแผน แก้ไขปัญหาอุปสรรคงานก่อสร้างแล้วเสร็จ ทำให้สามารถก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 ที่มีเสถียรภาพมั่นคงแข็งแรง และเมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จ จะทำให้เกิดผลสำเร็จของงานเชิงปริมาณ ดังนี้

1) คลองระบายน้ำสาย 3 เพื่อบรรเทาอุทกภัยในเขตเมืองนครศรีธรรมราช สามารถระบายน้ำ 750 ลบ.ม./วินาที

3.2 ผลสำเร็จของงานเชิงคุณภาพ

งานก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนครศรีธรรมราช ความยาวทั้งสิ้น 12.50 กิโลเมตร มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ตัวเมืองนครศรีธรรมราชและบริเวณใกล้เคียงและเพื่อเป็นแหล่งเก็บกักน้ำสำหรับการเกษตรกรรมริมฝั่งคลองระบายน้ำ รวมทั้งสามารถป้องกันการรุกล้ำของน้ำเค็มเข้ามาในบริเวณพื้นที่โครงการในช่วงฤดูแล้ง โดยเมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จทั้งโครงการ จะทำให้ได้รับประโยชน์ดังนี้

1) บรรเทาอุทกภัยในเขตเมืองนครศรีธรรมราชและลดพื้นที่น้ำท่วมได้ประมาณร้อยละ ๙๐ ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ ๑๒ ตำบล ในเขตเทศบาลนครนครศรีธรรมราชและพื้นที่ใกล้เคียง คิดเป็นครัวเรือน ที่ได้รับประโยชน์ ๓๒,๒๕๓ ครัวเรือน

2) สามารถเก็บกักน้ำต้นทุนเพื่อกิจกรรมการใช้น้ำในด้านต่าง ๆ ในฤดูแล้งประมาณ ๕.5 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีพื้นที่รับประโยชน์อยู่บริเวณสองฝั่งคลองระบายน้ำ ประมาณ ๑๗,๔๐๐ ไร่

4. การนำไปใช้ประโยชน์/ผลกระทบ

4.1 สามารถดำเนินการก่อสร้างแก้ไขปัญหาอุปสรรค ต่างๆ ของงานก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนครศรีธรรมราช และก่อสร้างคลองที่มีเสถียรภาพมั่นคงแข็งแรง

4.2 ลดปัญหาและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในการปฏิบัติงาน

4.3 ใช้เป็นเอกสารประกอบในการพิจารณา การแก้ไขปัญหาสำหรับงานก่อสร้างที่มีลักษณะปัญหาเช่นเดียวกันหรือมีลักษณะคล้ายกัน และเพื่อเป็นแนวทางให้บุคลากร เจ้าหน้าที่กรมชลประทาน หรือผู้ที่สนใจ นำไปประยุกต์ใช้กับงานก่อสร้างที่ตนเองได้รับมอบหมาย ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ

งานก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนครศรีธรรมราช เกิดปัญหาและความยุ่งยากในการดำเนินการก่อสร้าง จำเป็นต้องหาวิธีการและแนวทางแก้ไขปัญหาระหว่างการดำเนินการ ดังนี้

5.1 การปรับปรุงคุณภาพดิน

การปรับปรุงคุณภาพดิน เพื่อก่อสร้างคันคลองระบายน้ำสาย 3 โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้วิธีเสาเข็มดินซีเมนต์แบบผสมเปียก ซึ่งปัจจุบันเริ่มมีการนำมาใช้งานสำหรับกรณีทำงานบนชั้นดินอ่อน ซึ่งมีขั้นตอนและการทำงานที่มีลักษณะเฉพาะ และมีขั้นตอนยุ่งยากซับซ้อน ดังนั้นก่อนทำการก่อสร้าง จึงต้องวางแผนขั้นตอนการทำงานในแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียด ดังนี้

การดำเนินการ Mechanical Mixing

1) การจัดเตรียมโรงงานผสมน้ำซีเมนต์และเครื่องจักร

1.1) Mixer Plant

- ถังไซโลเก็บปูนซีเมนต์ผง ความจุ 50 ตัน เพื่อป้องกันความชื้นทำให้ปูนซีเมนต์ผงมีความสดใหม่ตลอดเวลาไม่แข็งเป็นก้อน
- ถังชั่งน้ำหนักปูนซีเมนต์ กำหนดการชั่งน้ำหนักครั้งละ 400 กิโลกรัม อ่านค่าน้ำหนักด้วย Load Cell
- ถังตวงปริมาตรน้ำขนาดบรรจุ 1,500 ลิตร ควบคุมการตวงน้ำด้วยระบบ Magnetic Sensor
- ถังผสม Turbo Mixer ขนาดบรรจุ 3,000 ลิตร ใช้พักน้ำซีเมนต์ก่อนส่งไปยังปั๊มความดัน

1.2) ปั๊มส่งน้ำปูน

- Max Pressure > 10 Bar

- สามารถปรับตั้งความดันที่ใช้ทำงานให้คงที่ และอัตราการไหลของน้ำซีเมนต์ได้คงที่ตลอดการทำงาน

1.3) รถเจาะ (Hydraulic Crawler Drill) รุ่น MURUS DRIVER MD-60 สามารถเจาะและทำการฉีดน้ำซีเมนต์อย่างต่อเนื่องได้ลึก 14.00 เมตร ควบคุมการยกก้านเจาะและรอบที่หมุนของก้านเจาะได้อย่างอัตโนมัติ ด้วยเครื่อง Micro Computer ที่ตั้งค่าเวลาในการหมุนและระยะเวลาในการยกก้านเจาะแต่ละครั้งไว้ตามต้องการเพื่อควบคุมให้ได้ขนาด Column อย่างสม่ำเสมอ

1.4) ก่อนทำการก่อสร้างเสาเข็มดินซีเมนต์ ต้องมีการปรับเทียบอุปกรณ์และเครื่องจักรต่างๆ ให้ถูกต้อง แม่นยำก่อน จึงจะเริ่มทำการก่อสร้างเสาเข็มดินซีเมนต์ต้นทดสอบในสนามซึ่งประกอบด้วย

- ตาชั่งซีเมนต์
- ตาชั่งน้ำ
- ถ.พ.น้ำปูน
- เครื่องวัดการไหล่
- เครื่องวัดความลึก

2) ขั้นตอนการดำเนินการทำเสาเข็มดินซีเมนต์ ดังแสดงในรูปที่ 3 มีลำดับขึ้นตอนการทำงานดังนี้

2.1) จัดเตรียมน้ำซีเมนต์ Cement Slurry จาก Mix Plant โดยใช้อัตราส่วนผสมน้ำต่อซีเมนต์ตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดด้านวิศวกรรม ระบุไว้ 1:1:1 (โดยน้ำหนัก)

2.2) กำหนดตำแหน่งศูนย์กลางของเสาเข็มดินซีเมนต์

2.3) การเคลื่อนย้ายรถเจาะ เข้าตำแหน่ง และปรับหัวเจาะเข้าตำแหน่ง รวมทั้งปรับให้ก้านเจาะอยู่ในแนวดิ่งทั้งสองแกน

2.4 รถเจาะเริ่มหมุนหัวเจาะ ลงไปที่ระดับหัวเสาเข็ม โดยไม่มีการฉีดน้ำปูน

2.5 เริ่มการฉีดน้ำปูน พร้อมหมุนหัวเจาะจากระดับหัวเสาเข็มที่กำหนด

2.6 เจาะลงด้วยความเร็วขาลงคงที่และฉีดน้ำปูนตามรายการคำนวณตลอดความยาวของเสาเข็มจนถึงระดับความลึกที่กำหนด

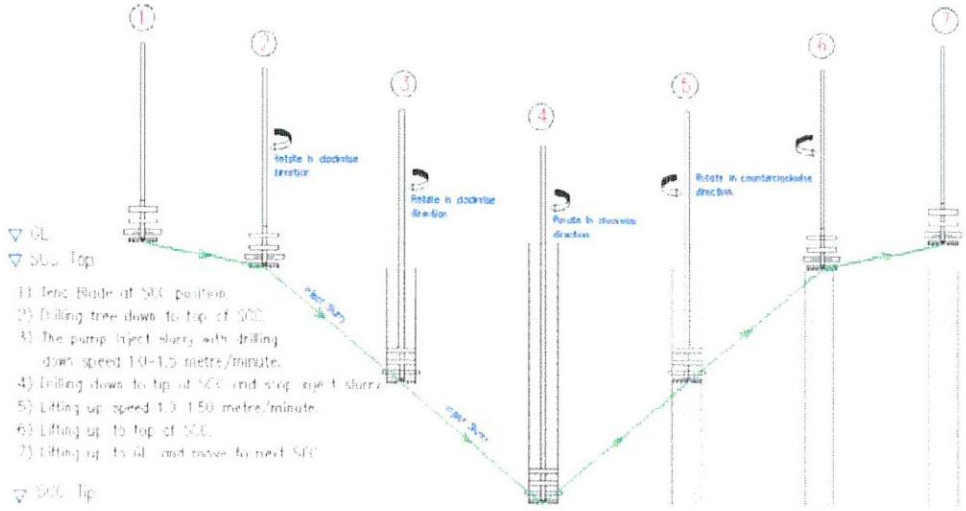
2.7 เมื่อถึงระดับปลายเสาเข็มหยุดการฉีดน้ำปูน

2.8 หมุนหัวเจาะกลับทิศทางเพื่อเป็นการกวนผสมอีกครั้ง พร้อมถอนหัวเจาะขึ้นด้วยความเร็วขาขึ้นคงที่

2.9 ย้ายตำแหน่ง ก้านเจาะไปยังตำแหน่ง Column ใหม่ต่อไปโดยเจาะต้นเว้นต้น ให้ต้นเดิมเริ่มใหม่เซตตัวเล็กตัวน้อยก่อน เพื่อไม่ให้ Pressure ต้นใหม่ไปไหล่น้ำปูนต้นเดิม

2.10 ขณะก่อสร้างเสาเข็มดินซีเมนต์สามารถควบคุมการก่อสร้างผ่านชุดคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งภายในรถเจาะและพิมพ์ข้อมูลภายหลังการเจาะเสร็จสิ้น ซึ่งการรายงานผลการก่อสร้างเสาเข็มดินซีเมนต์ประกอบด้วย ข้อมูลดังนี้

- ชื่อหมายเลขเสาเข็มดินซีเมนต์
- วันที่และเวลาที่เจาะทำเสาเข็มดินซีเมนต์
- อัตราความเร็วในการเจาะลงและการถอนก้านเจาะขึ้น
- อัตราการฉีดน้ำปูน
- ปริมาณน้ำปูนที่ใช้ทุกระดับความลึก

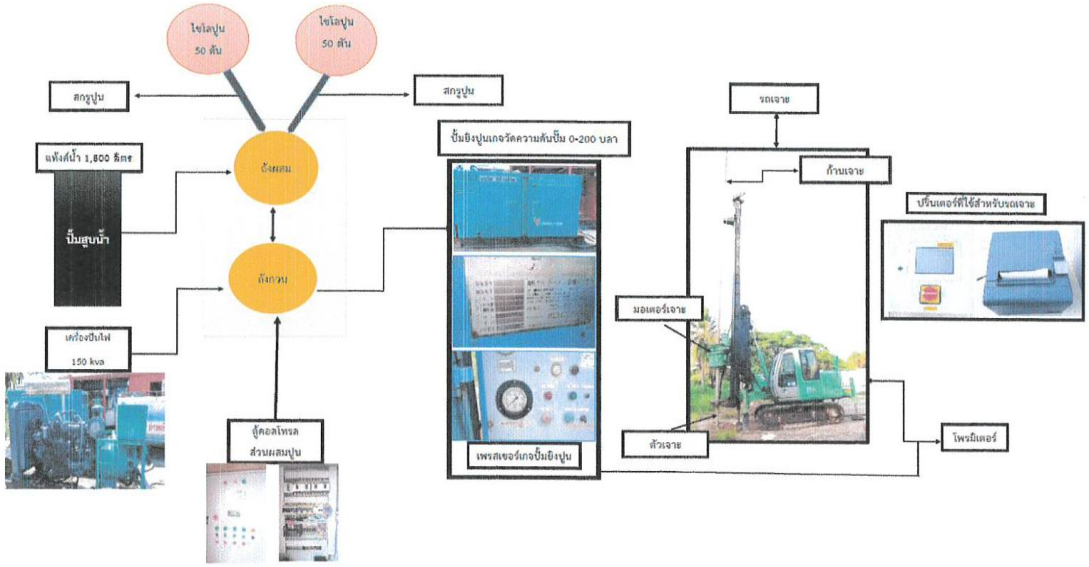


รูปที่ 3 ผังแสดงการทำเสาเข็มดิน-ซีเมนต์ ด้วยวิธีการผสมแบบ Mechanical Mixing

รูปที่ 4 งานเสาเข็มดิน-ซีเมนต์

5.2 การจัดวางตำแหน่งโรงผสมซีเมนต์

การจัดวางตำแหน่งโรงผสมซีเมนต์ ซึ่งมีน้ำหนักมาก ในบริเวณชั้นดินอ่อน เนื่องจากเป็นการทำงานในพื้นที่ดินเหนียวอ่อน ทำให้ต้องมีการวางตำแหน่งโรงผสมซีเมนต์ในจุดต่างๆ ที่เหมาะสม ซึ่งต้องมีการวางแผนจุดติดตั้งอย่างรอบคอบ เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและสามารถติดตั้งได้อย่างมั่นคงและปลอดภัย



รูปที่ 5 แสดงลักษณะการจัดวางอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง

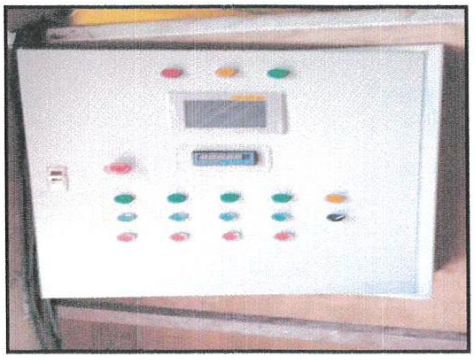
รูปที่ 6 ปั้มยิงปูน

รูปที่ 7 รถเจาะเสาเข็มดิน-ซีเมนต์

ท่อส่งซีเมนต์

ถังน้ำ

ปั้มส่งน้ำปูน



ตาชั่ง

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ถังเก็บปูนซีเมนต์

รูปที่ 8 ส่วนประกอบงานเสาเข็มดินซีเมนต์

รูปที่ 9 รูปตำแหน่งที่มีการจัดวางโรงผสมซีเมนต์

รูปที่ 10 รูปตำแหน่งที่มีการจัดวางโรงผสมซีเมนต์

5.3 การตอกเสาเข็มบริเวณชั้นดินอ่อน

การตอกเสาเข็มบริเวณชั้นดินอ่อน ซึ่งมีการเคลื่อนตัวของดินสูง หากควบคุมไม่ดีอาจทำให้เสาเข็มเยื้องแนวก่อสร้างดังนั้นจึงต้องวางแผนการตอกเข็มเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายระหว่างทำงาน เนื่องจากอิทธิพลของเสาเข็มที่มีต่อดินเหนียวในสภาพขณะถูกเสาเข็มแทนที่ลงไปนั้น ชั้นดินเหนียวจะมีคุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการรับน้ำหนักของเสาเข็มดังนี้

1. เกิดการเคลื่อนตัวแบบเฉือน (Distortion) เมื่อเสาเข็มถูกตอกลงไปในชั้นดิน สภาพดินภายใต้เสาเข็มจะถูกอัดตัวออก ทำให้เกิดแรงเฉือนและการเคลื่อนตัวแบบเฉือนในชั้นดิน เกิดจากผลการเคลื่อนตัวของดินโดยรอบเสาเข็มเมื่อถูกตอกลงไปในชั้นดิน และเกิดการเคลื่อนตัวแบบเฉือนที่มากในเสาเข็มแทนที่ดิน การรบกวนชั้นดินเหนียวนี้จะทำให้ดินมีโครงสร้างเปลี่ยนไป และจะมีค่า residual strength ลดลง เทคนิคการวิเคราะห์ในปัจจุบันจะใช้ค่า peak strength ในการวิเคราะห์ ซึ่งถือได้ว่าเมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างการวิเคราะห์โดยใช้ peak strength และ residual strength พบว่าการใช้ residual strength อาจจะให้ค่าที่เหมาะสมกว่า

2. เกิดแรงกดและแรงดันน้ำส่วนเกิน ซึ่งการตอกเสาเข็มเป็นการกดอัดดินให้แนบประชิดกับตัวเสาเข็ม ถ้าบริเวณโดยรอบเสาเข็มเป็นดินเหนียวอิ่มตัว การกดอัดนี้จะทำให้เกิดแรงดันน้ำส่วนเกินเป็นจำนวนมาก อัตราส่วนของแรงดันน้ำส่วนเกิน กับแรงดันอาจสูงถึง 1.5 ถึง 2 เท่าที่บริเวณรอบๆ เสาเข็ม และจะมีค่าลดน้อยลงอย่างสม่ำเสมอจนเป็นศูนย์ที่ระยะห่าง 30 ถึง 40 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็ม โดยแรงกดอัดจะมีค่ามากที่สุดบริเวณใกล้ปลายเสาเข็ม โดยอาจสูงถึง 3 ถึง 4 เท่าค่าแรงดันน้ำที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วนี้มีผลทำให้ค่ากำลังรับแรงเฉือนของดินลดลงอย่างรวดเร็วแต่สภาวะของแรงดันน้ำส่วนเกินนี้เป็นสภาวะชั่วคราวเท่านั้น เพราะน้ำในมวลดินจะพยายามระบายแรงดันน้ำออกไปตามแนวรัศมีของเสาเข็มจนแรงดันน้ำนั้นกลับไปสู่สภาวะ hydrostatic ทำให้ชั้นดินเกิดสภาพ thixotropy และ consolidation ชั้นดินเหนียวจึงมีกำลังต้านทานเพิ่มขึ้นมากขึ้นกับเวลา ซึ่งจะสังเกตได้จากการตอกเสาเข็มและทิ้งช่วงไว้ประมาณ 2 วัน แล้วมาตอกใหม่อีกครั้ง จะทำให้ blowcount เพิ่มขึ้นชั่วระยะหนึ่ง เรียกว่า ระยะ Set up หรือ Freeze จนกว่าการตอกทำให้มีสภาพของแรงดันน้ำส่วนเกินโดยรอบผิวเสาเข็มสูงขึ้นเท่าเดิมอีกครั้ง

3. เกิดการสูญเสียผิวสัมผัสระหว่างเสาเข็มและดิน ในระหว่างการตอกเสาเข็ม จะเกิดการสั่นสะเทือน ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเสาเข็มและดินในดินเหนียวอ่อน จะถูกแทนที่ในเวลาต่อมา ซึ่งหากเป็นดินแข็งจะไม่เกิดการแทรกตัวขึ้นหรืออาจขึ้นได้แต่ช้ามาก ซึ่งสะท้อนในสูตรการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินกับหน่วยแรงเฉือนของดินในชั้นดินแข็งที่มีค่าสัมประสิทธิ์ ต่ำกว่าชั้นดินเหนียวอ่อน

นอกจากนี้งานก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนครศรีธรรมราช นั้นเป็นดินเหนียวปากแม่น้ำเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะประกอบไปด้วยซัลเฟต ที่จะส่งผลต่อการสึกกร่อนของเสาเข็มคอนกรีต จึงต้องมีการควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตเสาเข็มที่จะนำมาใช้งาน ซึ่งจะต้องมีคุณสมบัติทนต่อซัลเฟตได้สูง ซึ่งเกลือซัลเฟต ในรูปของสารละลายนั้นสามารถที่จะทำอันตรายต่อคอนกรีตได้ โดยเกลือซัลเฟตมีมากในน้ำทะเล น้ำกร่อย ดินบริเวณริมทะเล หรือดินทั่วไป ชนิดที่พบมากที่สุดเป็นโซเดียมซัลเฟต รองลงมาคือ แมดนีเซียมซัลเฟต เกลือซัลเฟตนั้นจะทำให้เกิดการ

ขยายตัวและการแตกร้าวของคอนกรีต ส่วนแมกนีเซียมซัลเฟตทำให้เกิดการอ่อนตัวและเสื่อมสภาพของผิวซีเมนต์เพสต์ที่แข็งตัว

ขั้นตอนการควบคุมงานตอกเสาเข็ม

การตรวจสอบงานก่อสร้างทั้งก่อนปฏิบัติงาน ขณะปฏิบัติงานและหลังจากเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานในส่วนนั้นๆ นับว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งต่อการควบคุมงานให้บรรลุวัตถุประสงค์ ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังนั้น การตรวจสอบและการควบคุมคุณภาพของงานต้องทำอย่างถูกต้องตามหลักทางวิศวกรรม โดยผู้ควบคุมงานก่อสร้างควรตรวจสอบตามรายการต่อไปนี้

ก่อนตอกเสาเข็ม

1. การขนส่งเสาเข็ม
2. การกองเก็บเสาเข็มและการชักลากเสาเข็มต้องถูกวิธี
3. ตรวจสอบขนาด รูปร่าง ความยาว อายุเสาเข็ม ถูกต้องตามแบบและรายการประกอบแบบหรือไม่
4. คุณภาพของเสาเข็ม ต้องไม่มีรอยร้าว
5. ปั้นจั่นต้องเหมาะสมกับการตอก
6. น้ำหนักลูกตุ้มต้องเหมาะสมหรือตรงตามข้อกำหนด
7. หมวกครอบ กระสอบรองหัวเสาเข็ม ต้องอยู่ในสภาพใช้งานได้
8. ตรวจสอบ ตำแหน่งศูนย์เสาเข็ม หากเข็มเอียงต้อง Offset
9. ศึกษาเงื่อนไขสัญญา การตอกเสาเข็ม กำหนดความยาวหรือ Blow Count เป็นต้น
10. ทดสอบเสาเข็มตามข้อกำหนดของสัญญา
11. จัดทำแบบฟอร์มการจด Blow Count และข้อมูลที่สำคัญ

ขณะตอกเสาเข็ม

1. ต้องควบคุมการชักลาก และการยกเสาเข็ม จะต้องเป็นไปตามตำแหน่งที่ถูกต้อง ระมัดระวังเป็นพิเศษ มิฉะนั้นเสาเข็มอาจแตกหักได้
2. ต้องตรวจสอบแนวดิ่งเพื่อป้องกันเสาเข็มเยื้องศูนย์
3. ตรวจสอบลูกตุ้มเสาเข็มให้ตรงศูนย์
4. ระยะยกต้องได้ระยะที่กำหนด
5. การรองหัวเข็มหมวกครอบต้องอยู่ในสภาพที่เหมาะสม
6. จดบันทึกรายงานให้ครบถ้วนสมบูรณ์
7. ตรวจสอบ Blow Count หากผิดปกติควรหยุดตอกและตรวจสอบหาสาเหตุอีกครั้ง
8. คำนึงถึงความปลอดภัยขณะตอก

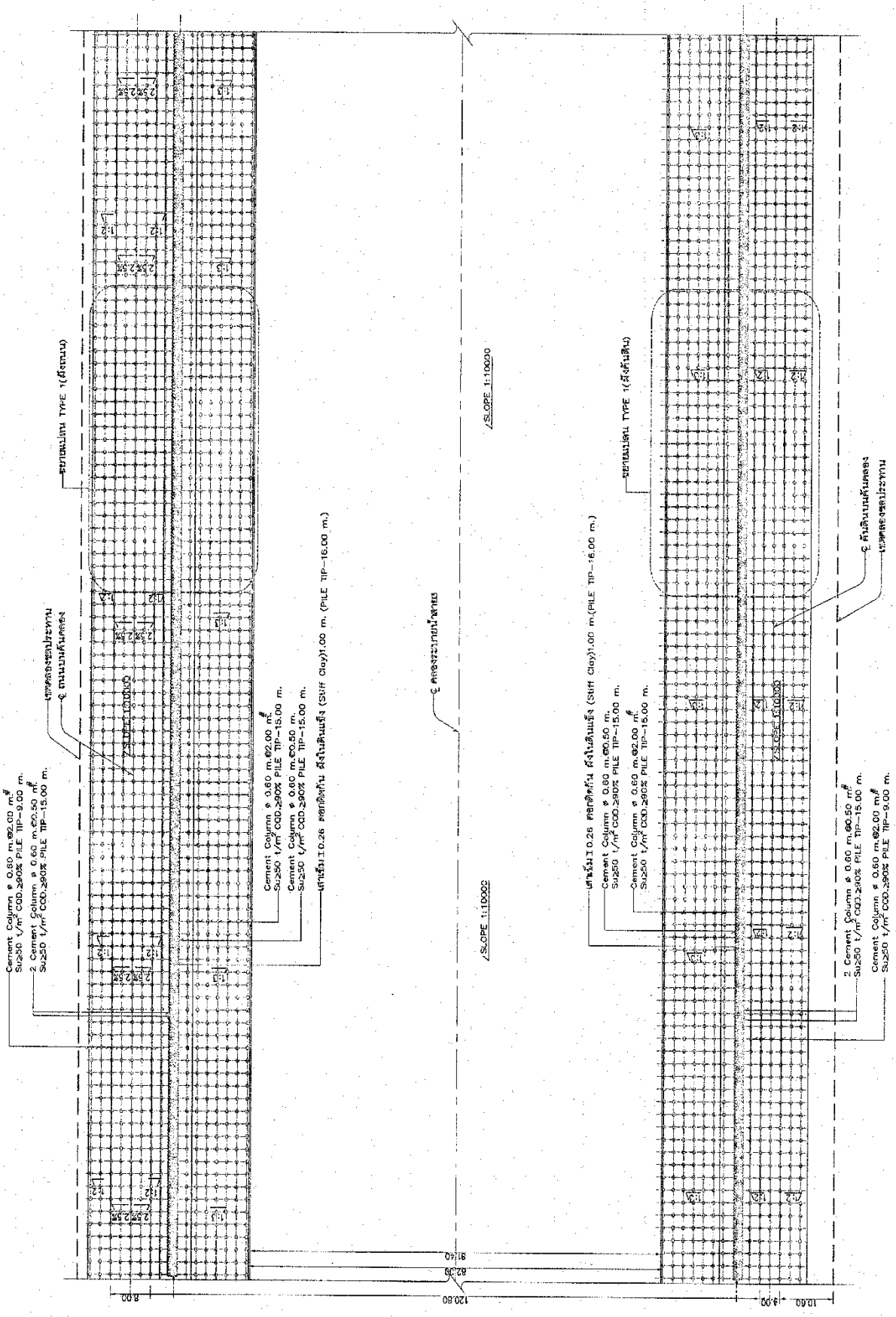
หลังการตอกเสาเข็ม

1. ทำการปักหมุดกรณีที่หัวเสาเข็มจมดิน

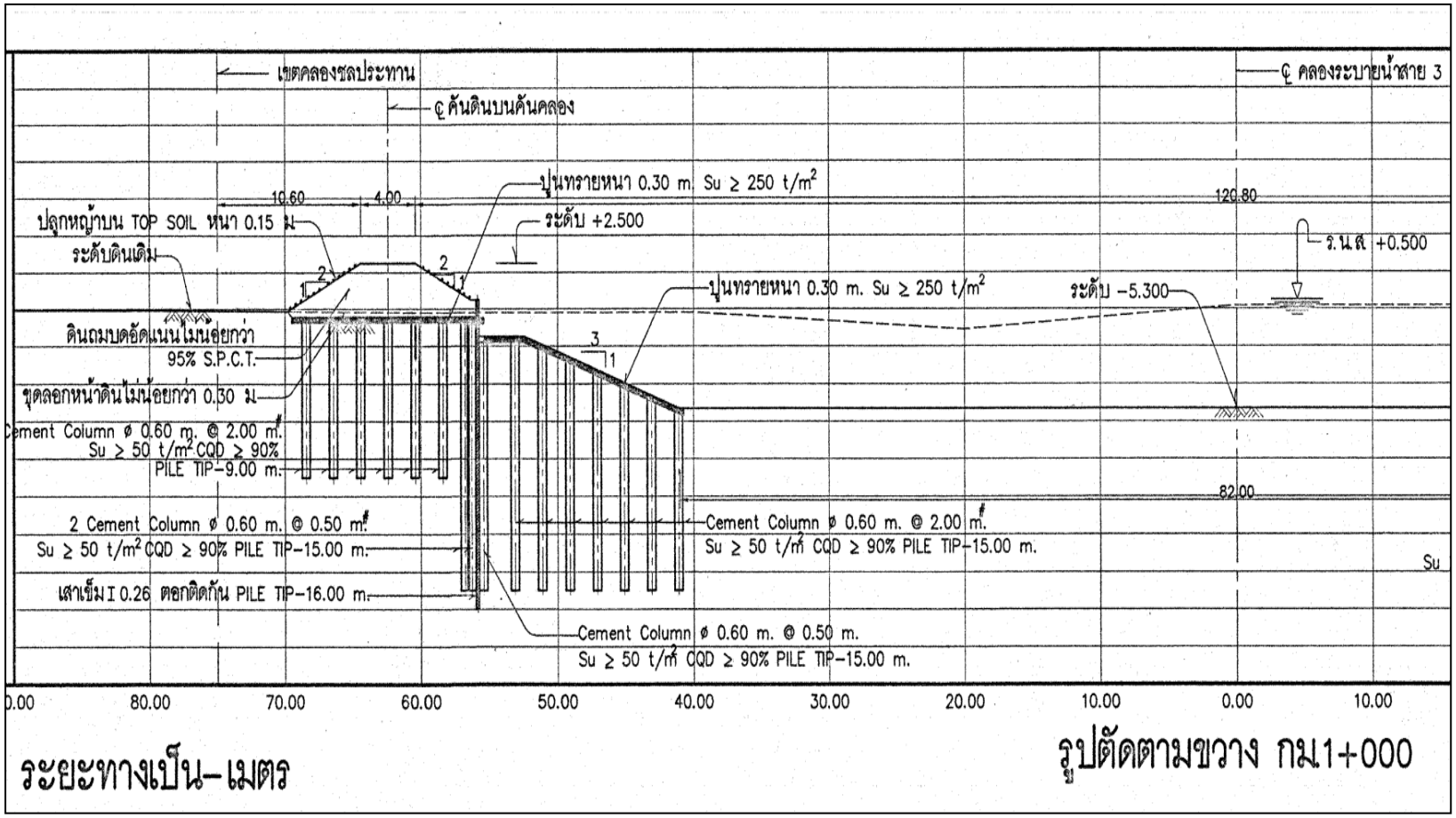
2. ทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งของเสาเข็มที่ตอกเสร็จได้ ในแต่ละวันลงในแบบ เพื่อเป็นหลักฐานและป้องกันการสับสน

3. ตรวจการเตรียมการทดสอบเสาเข็ม ประกอบด้วย มาตรฐานการทดสอบ ระยะเวลาในการทดสอบ วิธีการทดสอบ พร้อมทั้งจดบันทึกข้อมูลและจัดทำรายงาน

โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การตอกเสาเข็มในบริเวณชั้นดินเหนียวอ่อน ปัญหาที่มีก็จะพบได้เสมอ คือ ปัญหาเสาเข็ม เคลื่อนตัวไปจากจุดที่กำหนด เนื่องจากการตอกเสาเข็มต้น อื่น ๆ ใกล้เคียง ปัญหาเสาเข็มเอียง เยื้องศูนย์ ดังนั้นในการตอกเสาเข็ม นอกจากจะต้องเตรียมที่ให้เหมาะสมแล้ว การวางแผน กำหนดลำดับการตอกเสาเข็มจึงเป็นเรื่องสำคัญที่จะป้องกันปัญหา การเคลื่อนตัวของเสาเข็มไปจากจุดที่กำหนด สำหรับงานก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนครศรีธรรมราช นั้น มีงานตอกเสาเข็มตลอดความยาวคลองดังรูปที่ 4-9



รูปที่ 11 แปลน การตอกเสาเข็มตัวไอ ตลอดแนวคลองระบายน้ำสาย 3



รูปที่ 12 รูป การตอกเสาเข็มตัวไอ ตลอดแนวคลองระบายน้ำสาย 3

โดยมีขั้นตอนในการตอกเสาเข็มโดยป้องกันไม่เกิดการเคลื่อนตัวดังนี้

1. ทำการสำรวจสภาพพื้นที่ พิจารณาข้อมูลในอดีต และสอบถามบุคคลในพื้นที่ก่อนดำเนินการ วางแผนการก่อสร้าง

2. ก่อนทำการตอกเสาเข็มทุกต้น ทุกหลุมจะต้องตรวจสอบตำแหน่งของหมุดให้ถูกต้องตามแบบก่อสร้าง

3. ทำการ Offset แนวเสาเข็ม เพื่อใช้ในการตรวจสอบแนวดิ่งและแนวฉาก ก่อนการตอกทุกครั้ง

4. ตรวจสอบเสาเข็มให้เป็นไปตามข้อกำหนดในการตอกเสาเข็ม คุณภาพของเสาเข็ม ตรวจสอบรอยร้าว รอยแหว่ง หากพบจะต้องไม่นำมาใช้โดยเด็ดขาด ตรวจสอบระยะยกลูกตุ้ม และน้ำหนักลูกตุ้ม เป็นต้น

5. ควบคุมการตอกเสาเข็ม ไล่ไปตามแนว และตรวจสอบแนวทุกครั้ง เพื่อป้องกันเสาเข็มหลุดแนว หรือคลาดเคลื่อนไปจากแบบก่อสร้าง

6. ดำเนินการในช่วงที่ไม่มีฝนตก เนื่องจากสภาพหน้างานเป็นดินเหนียว จะทำให้การทำงานยุ่งยากมากยิ่งขึ้น

7. มีการจัดทำรายงานการควบคุมงานตอกเสาเข็ม เพื่อป้องกันการเกิดปัญหา

นอกจากนี้ สิ่งที่ควรคำนึงอีกประการหนึ่ง คือ งานตอกเข็มบนชั้นดินเหนียว ซึ่งเป็นดินอ่อน จะต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง หรือติดต่อกันไปตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดแนวแต่ละแนว เพราะการหยุดงานตอกเข็มไว้กลางคันนั้นจะก่อให้เกิดปัญหาตามมา เช่น ความฝืดระหว่างผิวเข็มและดินจะเพิ่มขึ้น ทำให้ตอกเข็มได้ล่าช้าและเสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น

การควบคุมตรวจสอบในระหว่างการตอก ใช้ผลที่ได้จากการคำนวณ Load Bearing Capacity โดยใช้สูตร Danish’s formula ตามที่ได้กล่าวแล้ว พบว่าระยะจม 10 ครั้งสุดท้ายเป็นไปตามทฤษฎีทุกประการ หลังจากการตอกเสร็จแล้ว และได้ตรวจสอบแนว และตำแหน่งถูกต้องแล้ว ให้ทำการสุ่มทดสอบการรับน้ำหนัก โดยวิธี Static load test ตามข้อกำหนดของสัญญา

5.4 ผลสัมฤทธิ์ของดำเนินการ

ตามแผนการดำเนินการวางแผน และแก้ไขปัญหางานก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อได้มีการดำเนินการตามแผนครบถ้วนทุกรายการงานแล้ว จะสามารถเพิ่มศักยภาพในการระบายน้ำได้สูงสุดถึง 750 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งจะช่วยลดระดับความรุนแรงและความถี่ของปัญหาน้ำท่วมในเขตเมืองนครศรีธรรมราชได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังทำหน้าที่เป็นกลไกสำคัญในการควบคุมและจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ โดยสามารถเก็บกักน้ำส่วนเกินในฤดูฝนเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตรในฤดูแล้ง และป้องกันการรุกล้ำของน้ำเค็มเข้าสู่พื้นที่เพาะปลูกและแหล่งน้ำอุปโภคบริโภค นอกจากนี้ โครงสร้างที่ก่อสร้างขึ้นยังมีความ

มั่นคงแข็งแรงตามมาตรฐานวิศวกรรม สามารถรองรับการใช้งานได้ในระยะยาว และช่วยเสริมสร้างความเชื่อมั่นให้กับประชาชนในด้านความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน รวมถึงสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมในพื้นที่อย่างยั่งยืน อีกทั้งผลลัพธ์จากการดำเนินงานยังสามารถใช้เป็นองค์ความรู้และต้นแบบในการดำเนินโครงการลักษณะเดียวกันในพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป

6. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ

<u>สภาพปัญหา</u> ปัญหาทางลำเลียงวัสดุก่อสร้าง เนื่องจากไม่มีพื้นที่ในการทำทางลำเลียงก่อสร้างจึงต้องออกแบบ และก่อสร้างทางลำเลียง ในพื้นที่ก่อสร้างคลองระบายน้ำ

<u>แนวทางการแก้ไขปัญหา</u>

โดยปกติงานก่อสร้างทั่ว ๆ ไป ส่วนใหญ่จะมีการปรับปรุงทางสัญจรที่มีอยู่เดิมโดยการเสริมวัสดุที่สามารถรับน้ำหนักเครื่องจักรได้ เช่น การลงหินคลุกเพิ่มเติมจากถนนดินลูกรังเดิม หรือการบดอัดดินบริเวณดังกล่าวให้แน่นมากยิ่งขึ้น ทำให้การก่อสร้างไม่เกิดความยุ่งยาก แต่การก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนครศรีธรรมราช นั้นมีความกว้างเขตคลอง ถึง 150 เมตร และมีความยาวมาก เพื่อการทำงานที่สะดวก จึงต้องมีการออกแบบทางลำเลียงขึ้นมาเพื่อใช้ในการก่อสร้างโดยเฉพาะ

ผู้ขอประเมิน ในขณะนั้นดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการสำนักงานก่อสร้างชลประทานขนาดใหญ่ที่ 10 ได้สั่งการและตรวจสอบการก่อสร้างทางลำเลียงโดยมีหลักเกณฑ์การออกแบบและขั้นตอนการก่อสร้างเพื่อให้ได้ทางลำเลียงที่มีเสถียรภาพ และทำงานก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 ได้อย่างสะดวก และปลอดภัย ดังนี้

1. มีความกว้างที่เหมาะสม ไม่กว้างหรือแคบจนเกินไป และทำให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้สะดวก

2. ดินที่นำมาใช้ถมบดอัดแน่นทางลำเลียงต้องมีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักได้ดีตาม Specfication ดินถมของกรมชลประทาน

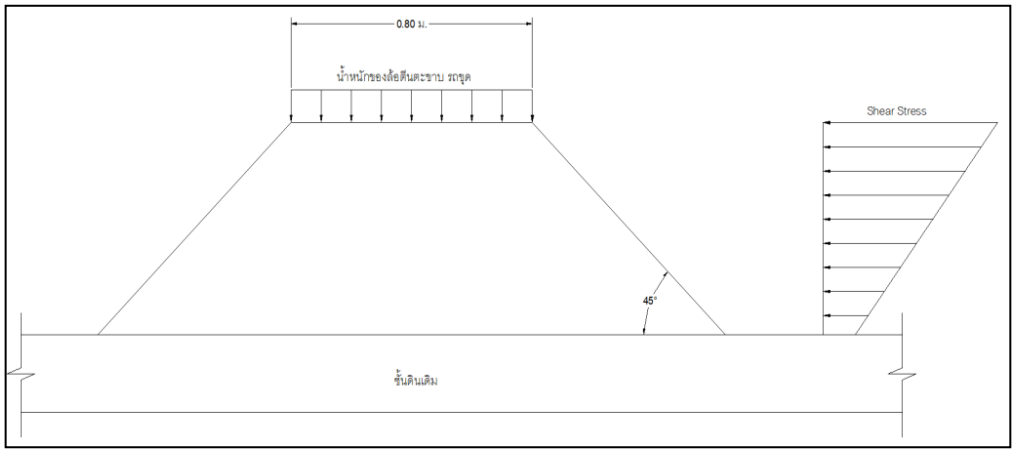
3. ต้องใช้ปริมาณงานดินน้อย ซึ่งทำให้ประหยัดงบประมาณในการถมดิน ประหยัดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับการบดอัดขนย้ายดินที่จะนำมาทางลำเลียง

ในการหาความหนาของชั้นดินถมน้อยที่สุดที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้ (Z) ดังนี้คำนวณจากน้ำหนักรถขุดตีนตะขาบ PC200 มีน้ำหนัก 20 ตัน

ตีนตะขาบ มีขนาด กว้าง 0.80 เมตร กว้าง 5 เมตร ดังนั้น

น้ำหนักที่กระทำจะมีค่าเท่ากับ $\frac{20}{0.8 \times 5.00 \times 2}$ = 2.5 ตันต่อ ตร.ม.

โดยทั่วไปจะให้ความสามารถในการรับน้ำหนักปลอดภัย (Safe Bearing Capacity) ของดิน โดยให้ F.S. = 3 ดังนั้น น้ำหนักที่กระทำจะมีค่าเท่ากับ 2.5x3 = 7.5 ตันต่อ ตร.ม.



รูปที่ 13 แสดงพฤติกรรมการกระจายของหน่วยแรงในดิน

เนื่องจากพฤติกรรมในการรับถ่ายน้ำหนักจะเห็นว่าการแผ่นกระจายน้ำหนักจากล้อตีนตะขาบของรถขุด มีลักษณะเป็นพื้นที่เล็กๆ เท่ากันกับผิวสัมผัสของล้อตีนตะขาบแล้วแผ่กระจายลึกลงไปข้างใต้ผิวทางในลักษณะรูปกรวยคว่ำทำมุม 45 องศากับชั้นดิน ดังแสดงในรูปที่ 3-11 ส่วนบนตรงผิวทางจะมีความเข้มของแรงต่อพื้นที่ (Stress Concentration) สูงสุดแล้วแผ่กระจายลดลงไปตามลำดับจนเท่ากับศูนย์ที่ Infinity ดังนั้น วัสดุที่จะนำมาใช้เพื่อรองรับน้ำหนักได้ดีคือทราย ซึ่งมีคุณสมบัติทางวิศวกรรมที่แกร่ง ทนทาน รับน้ำหนักหรือแรงกดได้สูง เพื่อให้ชั้นดินเดิมซึ่งมีคุณสมบัติด้อยลงไปสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้โดยไม่เกิดการทรุดตัว ดังนั้น

การหาค่าหน่วยแรงในแนวดิ่งจากน้ำหนักกระทำแบบแผ่สม่ำเสมอบนพื้นที่เป็นแถบ (Strip Area Carrying Uniform Pressure สามารถคำนวณได้จาก สมการต่อไปนี้

$$\sigma_z = \frac{q}{\pi} \{\alpha + \sin\alpha \cos(\alpha + 2\beta)\}$$

เมื่อ

σ_z แทน หน่วยแรงในแนวดิ่ง

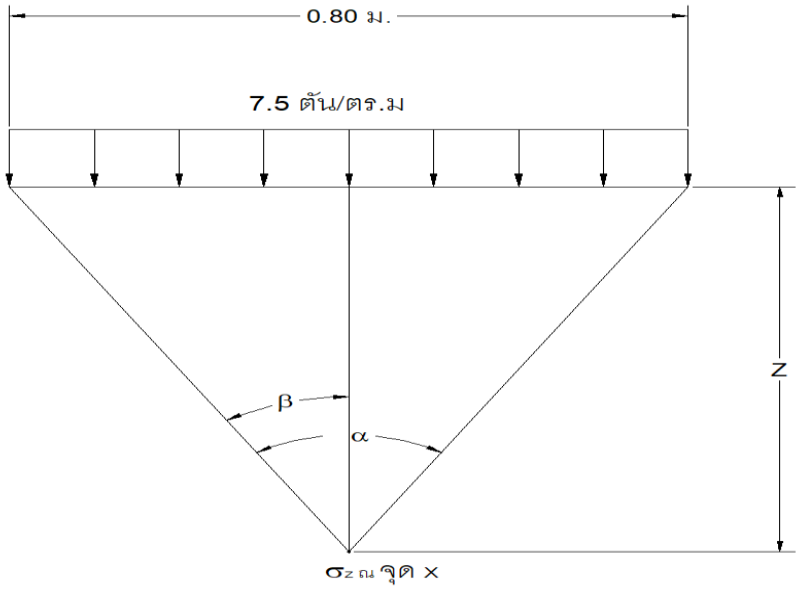
q แทน น้ำหนักกระทำสม่ำเสมอ มีหน่วยเป็น ตันต่อตารางเมตร

π แทน ค่าคงที่ มีค่าเท่ากับ 3.14

α แทน ค่ามุมระหว่างน้ำหนักที่กระทำ ณ จุดริมขวา และจุดริมซ้าย ที่จุด x มีหน่วยเป็น เรเดียน และองศา

β แทน ค่ามุมระหว่างหน่วยแรงในแนวดิ่ง ณ จุด x กับน้ำหนักที่กระทำ ณ จุดริม มีหน่วยเป็น เรเดียน และองศา

z แทน ความลึก ณ จุดใดๆ



รูปที่ 14 แสดงการหาค่าความเค้น ณ จุด x

จากรูปที่ 14 จะสามารถหาค่า **Z** ในจุดที่มีความเค้นซึ่งชั้นดินเดิมสามารถรับน้ำหนักได้ โดยวิธีการ Trial and error

จากตาราง Boring-log ค่า **N** ของชั้นดินอ่อน มีค่า เท่ากับ 2 ดังนั้น จะสามารถแปลงค่าเป็นค่า **C** ได้ จากสมการ

C = 0.625**N**

และเมื่อ **C** = $\frac{q_u}{2}$ ดังนั้น

q_u = 2**C** = 2x0.625**N**

เมื่อ **C** แทน ค่าความเชื่อมแน่นระหว่างเม็ดดิน

N แทน จำนวนครั้งที่นับได้ในการตอกให้ดินยุบ 1 ฟุต ได้จากการทดสอบฝังจมมาตรฐาน (Standard Penetration Test)

q_u แทน ค่ากำลังแบกทานประลัย

แทนค่า จะได้ q_u = 2x0.625x2 = 2.5 ตันต่อตร.ม. ดังนั้น ดินเดิมจะสามารถรับน้ำหนักได้เท่ากับ 2.5 ตัน ต่อ ตารางเมตร

สมมติให้ ความลึก Z มีค่าเท่ากับ 1 เมตร จะสามารถคำนวณหาค่า σ_z ได้ดังนี้

$$\sigma_z = \frac{q}{\pi}\ \{\alpha + \sin\alpha \cos(\alpha + 2\beta)\}$$

เนื่องจาก $\alpha = -\frac{\beta}{2}$

$\cos(\alpha + 2\beta)$ $= \cos 0°$ = 1

$$\sigma_z = \frac{7.5}{3.14}\ \left\{2tan^{-1}\frac{0.4}{1}x\frac{3.14}{180} + \sin(2tan^{-1}\frac{0.4}{1})\right\}$$

σ_z = 2.39x(0.76+0.69)

σ_z = 3.47 ตันต่อตารางเมตร > ความสามารถรับน้ำหนักของชั้นดินเดิมที่ 2.5 ตันต่อตารางเมตร ดังนั้น ต้องสมมติค่าความหนาชั้นดินถมใหม่ เป็น Z = 1.50 เมตร

$$\frac{7.5}{3.14}\ \left\{2tan^{-1}\frac{0.4}{1.5}x\frac{3.14}{180} + \sin(2tan^{-1}\frac{0.4}{1.5})\right\}$$

σ_z=

σ_z = 2.39x(0.52+0.50)

σ_z = 2.44 ตันต่อตารางเมตร < ความสามารถรับน้ำหนักของชั้นดินเดิมที่ 2.5 ตันต่อตารางเมตร ดังนั้น ชั้นดินเดิมสามารถรับน้ำหนักได้ปลอดภัย จะต้องถมคันทางลำเลียงหนาไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร เครื่องจักรจึงจะสามารถทำงานได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อชั้นดินด้านล่าง

<u>สภาพปัญหา</u> ปัญหาเครื่องจักรหนัก ไม่สามารถเข้าทำงานในบริเวณดินอ่อนได้

<u>แนวทางการแก้ไขปัญหา</u>

เนื่องจากสภาพพื้นที่บริเวณหัวงานทั่วไปเป็นพื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมขังและมีคุณสมบัติทางธรณีวิทยาเป็นดินเหนียวอ่อน จึงเลือกที่จะให้เครื่องจักรชนิดที่ทำงานในสภาพพื้นที่ดังกล่าวได้ คือ เลือกใช้ Swamp Balldozor ในการถางป่า แต่ในการทำงานปรากฏว่า ในบางจุดพื้นดินอ่อนมาก แม้แต่ Swamp Balldozor ก็ไม่สามารถทำงานได้ ทำให้ต้องปรับแผนใช้รถ Backhoe ปูแผ่นเหล็กกระจายน้ำหนัก จึงสามารถถางป่าและปรับพื้นที่ได้สำเร็จ

ในการเลือกใช้แผ่นเหล็กที่เหมาะสมในการกระจายน้ำหนักของรถขุด Backhoe นั้น จะออกแบบโดยการคำนวณน้ำหนักของเครื่องจักรชุดนั้นๆ ต่อตารางเมตร แล้วนำแผ่นเหล็กมารองให้ยาวและกว้างขึ้น เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการรับน้ำหนัก ดังนั้น แม้ว่าการรับน้ำหนักของดินเหนียวซึ่งมีความสามารถในการรับน้ำหนักเพียง 2 ตันต่อตารางเมตร ซึ่งถือว่าน้อยมาก แต่เมื่อนำแผ่นเหล็กขนาดกว้างและยาวมากขึ้นมารองใต้เครื่องจักร น้ำหนักที่เกิดขึ้นก็จะถูกแผ่กระจายกว้างออกไป ทำให้พื้นที่รับน้ำหนักมากขึ้น จึงสามารถรับน้ำหนักเครื่องจักรชุดนั้นได้อย่างปลอดภัย และทำงานได้แล้วเสร็จ

รูปที่ 15 การใช้แผ่นเหล็กรองใต้ฐานเครื่องจักร

<u>สภาพปัญหา</u> ปัญหาน้ำท่วมขังบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง

<u>แนวทางการแก้ไขปัญหา</u>

การผันน้ำออกจากโครงการ การก่อสร้างคันกั้นน้ำเพื่อป้องกันน้ำทะเลหนุนเข้าท่วมพื้นที่โครงการ การก่อสร้างทางผันน้ำดังกล่าวนั้น ผู้เสนอผลงานได้คำนวณปริมาณน้ำสำหรับการออกแบบ (Q design) เพื่อหาขนาดทางผันน้ำ โดยต้องพิจารณาถึงชนิดของดินซึ่งเป็นวัสดุก่อสร้างทางผันน้ำ เพื่อนำมากำหนดความเร็วสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นในทางผันน้ำ โดยไม่ทำให้เกิดการกัดเซาะพังทลายของดิน ทำให้ได้ขนาดทางผันน้ำที่เหมาะสมกับการใช้งาน เกิดความปลอดภัยและประหยัดงบประมาณ

การคำนวณหาขนาดทางผันน้ำ

ปริมาณน้ำสูงสุด สำหรับการออกแบบทางผันน้ำ (Q design) เพื่อหาขนาดทางผันน้ำ คำนวณได้จากปริมาณน้ำท่าที่จะไหลผ่านพื้นที่ก่อสร้าง จึงพิจารณาจากหน้าตัดลำน้ำเดิมที่มีปริมาณน้ำเท่ากับ 75 ลบ.ม./วินาที ดังนั้น ปริมาณน้ำออกแบบ (Q design) 75 ลบ.ม./วินาที

นำมาคำนวณหาขนาดทางผันน้ำโดยใช้สมการการไหลของ Manning (Manning's formula)

Manning's formula $V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$

และ $Q = A \times V$

เมื่อ

n = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวทางน้ำ

R = รัศมีชลศาสตร์ (hydraulic radius) = A / P

A = พื้นที่หน้าตัดของการไหล (Section Area)

P = เส้นขอบเปียก (Wetted Perimeter)

S = ความลาดของระดับท้องทางน้ำ

ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ

Q design	=	75	ลบ.ม./วินาที
ความลึกของน้ำในคลอง	=	4.00	เมตร
Coefficient of Roughness , n	=	0.025	(คลองดิน)
ความลาดของระดับท้องทางน้ำ	=	1:4,000	

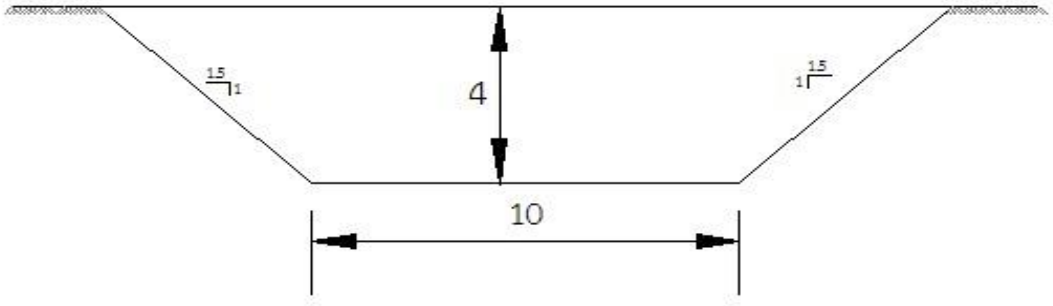
เนื่องจากลักษณะดินในพื้นที่เป็นดินร่วนปนดินเหนียวปนตะกอน (Clay loam) ซึ่งตามข้อแนะนำของ USBR ในการเลือกใช้ความลาดด้านข้างของคลองระบายน้ำ กรณีเป็นดินร่วนปนดินเหนียวปนตะกอน (Clay loam) และความลึกของน้ำมากกว่า 1.20 เมตร แนะนำให้ใช้ความลาดด้านข้างของทางน้ำเท่ากับ 1:1.5 (ด้านตั้ง:ด้านราบ) จึงเลือกใช้ลาดด้านข้างทางผันน้ำ = 1:1.5 (ทางผันน้ำรูปสี่เหลี่ยมคางหมู) และใช้สัมประสิทธิ์ความขรุขระของคลองดิน (n) = 0.025

ทำการออกแบบ โดยใช้วิธี Trial & Error ได้ขนาดของทางผันน้ำ ดังนี้

B	=	10.00	เมตร		D =	4.00	เมตร
A	=	64.00	ตร.ม.		P =	24.42	เมตร

V = 1.20 เมตร/วินาที Q = 76.94 ลบ.ม./วินาที (OK.)

สรุปการก่อสร้างทางผันน้ำ ผู้เขอประเมินได้สั่งการ และควบคุมให้ผู้ควบคุมงานขุดทางผันน้ำเบี่ยงน้ำให้ไหลอ้อมบ่อก่อสร้างลงสู่ลำน้ำเดิม โดยทำการขุดหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ขนาดท้องคลองกว้าง 10.00 เมตร ลึก 4.00 เมตร ความลาดของระดับท้องทางน้ำ 1:4,000 ลาดด้านข้าง 1:1.5 (ดังแสดงในรูปตัดทางผันน้ำ) ความยาวของทางผันน้ำประมาณ 235 เมตร ปริมาณน้ำสำหรับการออกแบบทางผันน้ำประมาณ 76.94 ลบ.ม./วินาที ความเร็วในการไหลของน้ำ 1.20 เมตร/วินาที ทำให้ไม่เกิดการกัดเซาะของดินตามทฤษฎีของ Fortier and Scobey 1926 กำหนดมาตรฐานความเร็วสูงสุดที่ยอมให้ในทางน้ำเปิดตามชนิดของดิน (Maximum Permissible Velocities) ซึ่งงานก่อสร้างใช้ดินร่วนปนดินเหนียวปนตะกอน (Clay loam) เป็นวัสดุก่อสร้างทางผันน้ำ เนื่องจากมีอยู่มากในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง และค่าความเร็วสูงสุดที่ยอมให้ในทางน้ำที่เป็นดินร่วนปนดินเหนียวปนตะกอน (Clay loam) คือ ไม่เกิน 1.56 เมตร/วินาที



รูปที่ 16 แสดงรูปตัดขวางทางผันน้ำชั่วคราว

รูปที่ 17 งานทางผันน้ำชั่วคราว

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ในการควบคุมงานก่อสร้างและแก้ไขปัญหางานก่อสร้าง จำเป็นต้องทำการศึกษาข้อมูล พิจารณา ควรกำหนดแนวทางเลือกและทำการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย เพื่อให้ได้แนวทางที่เหมาะสมที่สุด

7.2 การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงวิธีการก่อสร้าง เพื่อลดปัญหาในการก่อสร้างที่สามารถทำให้การก่อสร้างเป็นไปด้วยความรวดเร็ว ซึ่งไม่เกิดผลกระทบต่อการดำเนินงาน

7.3 การแก้ไขปัญหาการก่อสร้างต้องอาศัยการวิเคราะห์ตามหลักวิชาการ มีการควบคุมและการติดตามงานอย่างใกล้ชิดจะทำให้ผลงานก่อสร้างมีคุณภาพ ดังนั้นการร่วมพูดคุยปรึกษาหารือกันระหว่างเจ้าหน้าที่หน้าสนามในทุกระดับเพื่อรับทราบปัญญาและร่วมพิจารณาหาวิธีดำเนินการแก้ไขในระหว่างการก่อสร้างเพื่อให้ได้ผลงานที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งเพื่อเป็นการนำทักษะและประสบการณ์ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้ในการพิจารณาควบคุมงานโครงการอื่นๆ ที่จะดำเนินการต่อไปในอนาคต

8. การเผยแพร่ผลงาน

ได้ดำเนินการเผยแพร่ผลงาน “การวางแผน และแก้ไขปัญหางานก่อสร้างคลองระบายน้ำสาย 3 โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองนครศรีธรรมราชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนครศรีธรรมราช ” ลงในเว็บไซต์ของกรมชลประทาน https://www.rid.go.th/index.php/th/ เรียบร้อยแล้ว