ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
247519

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

ชื่อโครงการวิจัย

พฤติกรรมระยะยาวของท่อส่งน้ำชลประทานในพื้นที่ดินอ่อน

เลขที่ 10/2554

โดย

สยาม ยิ้มศิริ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

สิงหาคม 2554

b00252252

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
247519

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

โครงการวิจัยงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

ชื่อโครงการวิจัย

พฤติกรรมระยะยาวของท่อส่งน้ำชลประทานในพื้นที่ดินอ่อน

เลขที่ 10/2554

โดย

สยาม ยิ้มศิริ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

สิงหาคม 2554

บทคัดย่อ

247519

งานวิจัยนี้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระยะยาวระหว่างท่อและดินสำหรับปัญหาท่อที่วางตัวในร่องขุดที่ถมกลับด้วยทรายที่ฝังในดินเหนียวอ่อนด้วยการดำเนินการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ สถานการณ์นี้มักจะพบในการวางท่อที่ใช้ในงานชลประทาน โดยจุดประสงค์สูงสุดของการศึกษานี้คือเพื่อเสนอวิธีการออกแบบท่อในกรณีดังกล่าวโดยพิจารณาสภาวะที่จะเกิดขึ้นในระยะยาว โดยจะศึกษาผลกระทบของมิติของร่องขุด, ความสำคัญของการจำลองผิวสัมผัสระหว่างทรายในร่องขุดและดินเหนียวรอบๆ, และความสำคัญของการจำลองขั้นตอนการก่อสร้างต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างท่อและดิน การศึกษานี้จะประเมินความเหมาะสมของเทคนิคและวิธีดำเนินในการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ของปัญหานี้

ABSTRACT

Finite element analysis is performed in this study to investigate the long-term pipeline-soil interaction of a pipe buried in sand trench embedded in soft clay. This situation is often encountered for pipes used for irrigation purpose. The effects of trench dimensions, the importance of modelling interface between sand backfill and clay trench, and the importance of modelling construction sequences on the pipeline-soil interaction are investigated. The investigation also includes assessment of suitable numerical simulation techniques and procedures for this kind of problem. The ultimate aim is to propose a better pipeline design method for long-term condition.

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

ในสมัยก่อนท่อส่งน้ำอุปโภค-บริโภคเพื่อใช้ในการเกษตรจะใช้ท่อคอนกรีต ต่อมามีการใช้ท่อเหล็กและท่อพลาสติกเนื่องจากผลิตได้ง่ายกว่าและก่อสร้างได้รวดเร็วกว่า การใช้ท่อเหล็กจะเป็นท่อใหญ่และบาง ทำให้มีปัญหาในเรื่อง flexibility ในกรณีนี้การพิจารณา interaction ระหว่างท่อและดินรอบๆจะมีความสำคัญมาก นอกจากนั้นโดยทั่วไปท่อที่จะฝังในชั้นดินเหนียวอ่อนจะต้องวางตัวในคูดินทรายทำให้ interaction ระหว่างท่อกับดินมีความซับซ้อนมากขึ้น

การออกแบบท่อและคูดินทรายสำหรับท่อส่งน้ำชลประทานในพื้นที่ดินอ่อนนั้นจะอาศัยประสบการณ์เป็นหลักเนื่องจากยังไม่มีข้อแนะนำมากพอในการพิจารณาออกแบบ การก่อสร้างโดยทั่วไปจะทำเหมือนกับโครงการก่อนๆที่ได้ปฏิบัติกันมา หากมีการออกแบบก็จะเป็นการออกแบบอย่างง่ายโดยใช้พฤติกรรมการรับแรงของดินในระยะสั้น ได้มีความสนใจอย่างมากในการวิบัติของ flexible pipe และ Baikie & Meyerhof (1982) ได้สรุปวิธีที่จะประมาณการวิบัติ อย่างไรก็ตามข้อกำหนดในการออกแบบท่อต้องจะมี service life มากกว่า 50 ปี จะเห็นว่าข้อมูลของพฤติกรรมของท่อในสภาพดังกล่าวในระยะยาวยังมีน้อยมาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องพิจารณาอย่างละเอียดถึงพฤติกรรมระยะยางของท่อในสภาพดังกล่าว จุดประสงค์ของโครงการวิจัยนี้คือจำลองพฤติกรรมของท่อฝังในคูดินภายใต้ gravity load โดยสังเกตพฤติกรรมระยะยาวเพื่อให้มีความเข้าใจในสภาพดังกล่าวมากขึ้น

คำนำ

โครงการนี้สนใจพฤติกรรมระยะยาวของท่อส่งน้ำชลประทานในพื้นที่ดินอ่อนโดยการศึกษาเป็นการคำนวณเชิงตัวเลข การศึกษานี้สนใจพฤติกรรมของท่อเหล็ก flexible pipe ขนาดใหญ่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1000 มม วางตัวในคูดินทรายแน่นปานกลางถึงแน่นมาก และฝังตัวในชั้นดินเหนียวอ่อนเพราะจะเป็นสภาพจริงในการก่อสร้างสำหรับท่อส่งน้ำชลประทานในพื้นที่ดินอ่อนในภาคกลางของประเทศไทย การคำนวณจะทำที่มิติของคูดินต่างๆและเทคนิคการวิเคราะห์ต่างๆ จุดมุ่งหมายสูงสุดคือการแนะนำการออกแบบท่อในระยะยาวและมิติของคูดินที่เหมาะสม

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการวิจัยงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล)ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 (เลขที่ 10/2554) จากมหาวิทยาลัยบูรพา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ii
คำนำ	iii
สารบัญ	iv
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ท่อใต้ดินเพื่องานด้านการชลประทาน	
2.1 มาตรฐานการดำเนินการที่แนะนำโดย ASTM	2
2.2 คุณสมบัติที่ทำการศึกษา	3
2.2.1 มิติของร่องขุด	3
2.2.2 ผิวสัมผัสระหว่างทรายถมและดินเหนียว	4
2.2.3 ขั้นตอนการก่อสร้าง	5
บทที่ 3 การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์	
3.1 ทั่วไป	6
3.2 แบบจำลองดิน	7
3.2.1 แบบจำลองดินแบบ Mohr-Coulomb	7
3.2.2 แบบจำลองดินแบบ Clay plasticity	10
3.3 คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการวิเคราะห์	12
3.3.1 ท่อ	12
3.3.2 ทรายถมกลับ	13
3.3.3 ดินเหนียว	13
3.3.4 ผิวสัมผัสระหว่างท่อและทรายถม (จำลองในทุกกรณี)	13
3.3.5 ผิวสัมผัสระหว่างทรายถมและดินเหนียว (เมื่อมีการจำลอง)	14
3.4 วิธีการดำเนินการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์	14
3.4.1 กรณีไม่มีการจำลองขั้นตอนการก่อสร้าง	14
3.4.2 กรณีมีการจำลองขั้นตอนการก่อสร้าง	15
3.4.3 Dummy element	16
3.5 โปรแกรมการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์	16

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์

4.1 ผลกระทบของมิติของร่องขุด 20

4.2 ผลกระทบของการจำลองผิวสัมผัสระหว่างทรายถมและดินเหนียว 24

4.3 ผลกระทบของการจำลองขั้นตอนการก่อสร้าง 29

บทที่ 5 บทสรุป 34

เอกสารอ้างอิง 35

ภาคผนวก ก 36

ภาคผนวก ข 53