

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ พฤติกรรมปฏิสัมพันธ์ของดินกับท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กใต้คันทาง

ผู้เขียน นายอนุศักดิ์ บัวสา

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ชิตชัย อนันตเศรษฐ์

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษา พฤติกรรมปฏิสัมพันธ์ ระหว่างดิน กับ ท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กใต้คันทาง ในสภาพการติดตั้งท่อแบบวิธีร่องชุด โดยมีจุดประสงค์เพื่อหาแบบรูปที่เหมาะสมสำหรับการก่อสร้างติดตั้งท่อระบายน้ำคอนกรีต ลอดใต้คันทางถนน การศึกษานี้ได้ นำแบบรูปของการก่อสร้างติดตั้งท่อระบายน้ำคอนกรีต ด้วยวิธีร่องชุด จากแบบมาตรฐานของกรมทางหลวง มาใช้เป็นแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์การปฏิสัมพันธ์ระหว่างดินกับท่อคอนกรีตด้วยวิธีไฟไนท์เอลิเมนต์ เพื่อหาสาเหตุของการทรุดตัวที่ผิวดินถมเหนือท่อ ภายใต้สภาพของดินฐานรากคันทาง ที่เป็นดินอ่อน ดินฐานรากคันทางที่เป็นดินแข็งระดับปานกลาง และ ดินฐานรากคันทางที่เป็นหินแข็ง ในการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์สำหรับงานวิจัยนี้ ได้อาศัยการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆ ประกอบด้วย ขนาดท่อ เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6, 1.0 และ 1.2 เมตร ระยะฝังท่อลึก 1.0, 2.0, 4.0, 6.0 และ 9.0 เมตร ชนิดของวัสดุดินถมคันทางในระดับความแน่นของการบดอัดค่าต่างๆ ตั้งแต่ 80, 85, 90 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ตามมาตรฐานการบดอัดของ ASTM D698 ซึ่งประกอบด้วย ดินทรายขนาดคละกัณฑ์ (SW), ดินตะกอนที่มีค่าขีดเหลวต่ำ (ML) และดินเหนียวที่มีค่าขีดเหลวต่ำ (CL) โดยที่พารามิเตอร์ของวัสดุดินถมคันทาง นี้จะอาศัยข้อมูลจากงานวิจัยของ Selig (1988)

ในการวิเคราะห์การปฏิสัมพันธ์ระหว่างดินกับท่อระบายน้ำคอนกรีต ตามแบบก่อสร้างติดตั้งท่อคอนกรีต มาตรฐานของกรมทางหลวง พบว่า สาเหตุของการทรุดตัวที่ผิวดินถมกลับ

เหนือท่อ เกิดจาก การบดอัดดินถมกลับในตำแหน่งเหนือท่อ มีความแน่นน้อยกว่าที่ร้อยละ 95 ตามมาตรฐานการบดอัด

แนวทางในการแก้ปัญหาการทรุดตัวของผิวดินถมเหนือท่อ จากการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างดินกับท่อ ค.ส.ล. โดยวิธีไฟไนท์อีลีเมนต์ ตามแบบก่อสร้างติดตั้งท่อ ค.ส.ล. ของสถาบัน ACPA . ปี ค.ศ. 2004 พบว่าถ้าใช้วัสดุถมกลับเป็นดินชนิดทรายที่มีขนาดคละกัณฑ์ (SW) ที่บดอัดให้มีความแน่นที่เหมาะสม ตามชนิดของดินถมคันทาง และชนิดของดินฐานรากคันทาง แล้ว จะทำให้ลดการทรุดตัวของดินถมกลับเหนือท่อได้ โดยที่ความแน่นของดินถมกลับนี้อาจจะมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 95 ตามมาตรฐานการบดอัดก็ได้

เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ ระหว่างดินกับท่อ จากผลกระทบของการเปลี่ยนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ ค.ส.ล. พบว่าเมื่อเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ ที่ใหญ่ขึ้นจะทำให้เกิดค่าการทรุดตัว ที่บริเวณผิวดินถมกลับหลังท่อ ลดลง ทั้ง 2 แบบรูปก่อสร้างติดตั้งท่อ

เมื่อพิจารณา ค่า แรงกระทำในแนวแกน และค่าโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้น บนท่อ พบว่า จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขนาดความหนาของชั้นดินถมเหนือท่อ และจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น ตามการเพิ่มของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ ทั้ง 2 แบบรูปการติดตั้ง ด้วย

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบแรงกระทำในแนวแกน และค่าโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้น บนท่อ ตามแบบก่อสร้างเดิม ของกรมทางหลวง กับการก่อสร้างติดตั้งท่อ จากแบบก่อสร้างใหม่ พบว่า ในแบบก่อสร้างใหม่ จะลดแรงกระทำในแนวแกน และค่าโมเมนต์ดัด ในท่อ ได้มากกว่า

จากการนำแบบรูปสำหรับการก่อสร้างติดตั้งท่อระบายน้ำคอนกรีตด้วยวิธีร่องขุด ที่ได้จัดทำขึ้นใหม่ สำหรับงานวิจัยนี้ ไปทำการก่อสร้างในสนามเปรียบเทียบ กับการก่อสร้างติดตั้งท่อคอนกรีต ตามแบบรูปจากมาตรฐานเดิมของกรมทางหลวง บนโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 106 ตอน อ.เถิน – อ. ลี้ ที่ กม. 31+ 150 และ กม. 31 + 180 พบว่าการทรุดตัวของผิวดินถมเหนือท่อ จากการติดตั้งท่อคอนกรีตด้วยแบบรูปใหม่ จะมีค่าน้อยกว่า การติดตั้งท่อคอนกรีตจากแบบรูปตามมาตรฐานของกรมทางหลวง และพบว่าเมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น แนวโน้มของการทรุดตัวของผิวดินถมเหนือท่อ จากการติดตั้งท่อคอนกรีตด้วยแบบรูปใหม่ จะมีค่าน้อยลง ส่วนการติดตั้งท่อคอนกรีตจากแบบรูปตามมาตรฐานของกรมทางหลวง จะมีแนวโน้มของการทรุดตัวของผิวดินถมเหนือท่อ เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มมากขึ้น

Thesis Title	Behavior of Soil – RC Pipe Culvert Interaction Under Road Embankment
Author	Mr. Anusuk Buasa
Degree	Master of Engineering (Civil Engineering)
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Chitchai Anantasech

ABSTRACT

The purpose of this research is to study the behavior of soil reinforced concrete pipe interaction and find out the appropriate construction drawings for installation reinforced concrete pipe culvert under road embankment by the trench method.

The finite element method has been used to analyze the interaction behavior of soil-RC pipe. This study based on the drawing was designed according to the standard of the Department of Highway and standard of the ACPA (2004) , in which the construction drawing was used as the model for analyzing the interaction between soil and RC pipe. Moreover , the model was also used to find out the cause of surface settlement of soil backfill over the pipe

In this study , the parametric study was analyzed . The parametric study consisted of pipe diameter 0.6 , 1.0 , and 1.2 meters , and soil cover depth 1.0 , 2.0 , 4.0 ,6.0 , and 9.0 meters, and soil compaction properties of 80 % , 85% , 90% and 95% according to the standard compaction test of ASTM D698 , and the type of soil used in this study consisted of sand well grade (SW) , low liquid limit silt (ML) and low liquid limit clay (CL) , and type of soil foundation consisted of soft to medium soil foundation and rock foundation , which its soil parameter was based on the research of Selig(1998) .

Result of finite element analysis from standard drawing of the Department of Highway indicate that the cause of surface settlement of soil back fill was under standard compaction

embankment of the Department of Highway which did not reach 95 percent according to the standard of compaction test.

Result of finite element analysis from standard drawing of ACPA (2004) indicate that if soil backfill was sand well grade (SW) which had suitable compaction density for the type of soil foundation and type of soil embankment , it will decrease the surface settlement of soil back fill but the density of the soil backfill can be less than 95 percent of standard compaction test.

Result of finite element analysis from standard drawing of ACPA (2004) indicate that the value of the axial force and bending moment found in RC pipe were less than value from standard drawing of the Department of Highway

Result of finite element analysis indicate that bigger of pipe' s diameter , the less surface settlement of soil backfill above the pipe .

Result of finite element analysis indicate that the axial force and bending moment found in RC pipe will increase by the soil cover depth and pipe 's diameter.

Results from field experiment test at Route No. 106 Turn – Lei Highway Project sta. 31+150 and sta. 31+180 indicate that after constructed RC pipe by standard drawing of ACPA (2004) , the surface settlement of soil backfill is less than those of constructed by standard drawing of Department of Highway ,and the surface settlement of soil back fill which constructed from standard drawing of ACPA (2004) tends to decrease with increasing time. On the contrary , the surface settlement of soil back fill which constructed from standard drawing of Department of Highway tend to increase with increasing time.