บทที่ 4 การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

ในส่วนนี้จะทำการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัย โดยทำการวิเคราะห์ปัญหา 3 มิติ และเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวิเคราะห์โปรแกรมอะแดฟทีฟไฟไนต์เอลิเมนต์กับผลเฉลยที่ได้จากวิธีอิ ลาสติก (Elastic Soluton) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมดังตัวอย่างต่อไปนี้

4.1 ฐานรากแผ่แบบสตริป (Strip Footing)

ทดสอบใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในการวิเคราะห์ปัญหาฐานรากแบบสตริป ซึ่งเป็นฐานรากแผ่ ที่มีความยาวด้านยาว ยาวกว่าความยาวด้านสั้นมากๆ ทำให้ความเครียดในทิศทางตามด้านยาวของฐาน รากมีค่าเป็นศูนย์ และในการตรวจสอบความถูกต้องของผลการวิเคราะห์กับผลเฉลยด้วยวิธีอิลาสติก (Elastic Solution) ซึ่งเสนอโดย Poulos และ Davis (1974) โดยสมมุติฐานเบื้องต้นคือ ฐานรากเป็นแบบ อ่อนตัว (Flexible Footing) เพื่อให้แรงกระทำแบบสม่ำเสมอ (Uniform Load) และดินมีกุณสมบัติแบบอิ ลาสติกเชิงเส้น (linear Elastic) และฐานแข็ง (Rigid Base) อยู่ในระดับลึกมากๆ



รูปที่ 30 ขนาคโครงสร้างและหน้าตัคที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างฐานรากแบบสตริป





(ก) โครงข่ายเริ่มต้น (Initial Mesh)





(บ) โครงข่ายที่ 2 (Mesh 2)





(ค) โครงข่ายที่ 3 (Mesh 3) รูปที่ 31 โครงข่ายการวิเคราะห์ตัวอย่างฐานรากแผ่แบบสตริป



รูปที่ 32 โครงข่ายสุดท้ายหลังการอะแดฟทีฟ ในการวิเคราะห์ตัวอย่างฐานรากแผ่แบบสตริป



รูปที่ 33 แสดงรูปโครงข่ายเอลิเมนต์หลังการเคลื่อนตัวและรูปความเค้นในแนวดิ่ง ฐานรากแบบสตริป



รูปที่ 34 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับ Degree of Freedom ของฐานรากแผ่แบบสตริป



รูปที่ 35 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับเวลาของฐานรากแผ่แบบสตริป



รูปที่ 36 หน่วยแรงในแนวคิ่งที่หน้าตัด 1-1 เทียบกับผลเฉลยจากอิลาสติก



รูปที่ 37 หน่วยแรงในแนวคิ่งที่หน้าตัด 2-2 เทียบกับผลเฉลยจากอิลาสติก



รูปที่ 38 หน่วยแรงในแนวดิ่งที่หน้าตัด 3-3 เทียบกับผลเฉลยจากอิลาสติก

โครงข่าย

เนื่องจากโครงข่ายมีคุณสมบัติการสมมาตร การวิเคราะห์จะใช้เพียงครึ่งหนึ่งของโครงสร้างเพื่อ ลดขนาดข้อมูลและเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ นอกจากนี้เนื่องจากความเครียดตามแนวแกน x เป็นศูนย์ จึงสามารถลดขนาดความหนาโครงสร้างในแนวแกน x ซึ่งในตัวอย่างนี้ใช้เพียง 1.00 ม.

ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากโปรแกรมอะแดฟทีฟไฟไนต์เอลิเมนต์ ได้นำเสนอเป็นรูปแบบ โครงข่ายของตัวอย่างฐานรากแผ่แบบสตริปดังแสดงในรูปที่ 31 และ 32 โดยแสดงโครงข่ายเริ่มต้น, โครงข่ายในแต่ล่ะรอบของการปรับปรุงผลเฉลย นำเสนอโครงข่ายหลังการเคลื่อนตัวและรูปความเก้น ในแนวดิ่ง (Contour Stress) ดังแสดงในรูปที่ 33

จากรูปที่ 34 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับระดับค่าความอิสระ (Error and Degree of Freedom,DOF) พบว่ายิ่งค่า DOF มีค่ามากขึ้นค่าความคลาดเคลื่อนจะมีค่าลดลงและจาก รูปที่ 35 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรม

ในการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม โดยนำเสนอกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น ในแนวดิ่ง (Vertical Stress) เทียบกับความลึกที่หน้าตัดต่างๆกับผลเฉลยอิลาสติก (Elastic Solution) ดัง แสดงในรูปที่ 36-38 พบว่าผลเฉลยที่ได้จากโปรแกรมมีค่าใกล้เคียงกับผลเฉลยอิลาสติกมาก

4.2 ฐากรากแผ่แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Square Footing)

ทดลองใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นวิเกราะห์ปัญหาฐานรากแผ่แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส เพื่อเปรียบเทียบ หน่วยแรงและการเคลื่อนตัวที่ตำแหน่งต่างๆ ที่ได้จากโปแกรมกับผลเฉลยด้วยวิธีอิลาสติก เสนอโดย Poulos และ Davis (1974) โดยสมมุติบานเบื้องต้นคือ ฐานรากเป็นแบบอ่อนตัว (Flexible Footing) เพื่อให้แรงกระทำเป็นแบบสม่ำเสมอ (Uniform Load) ดินมีคุณสมบัติเชิงเส้น (Linear Elestic) และฐาน แข็ง (Rigid Base) อยู่ในระดับลึกมากๆ



รูปที่ 39 ขนาดโครงสร้างและหน้าตัดที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างฐานรากแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส



(ก) รูปมุมบน (Top View) (ข) รูปด้านข้าง รูปที่ 40 แสดงเงื่อนไขขอบเขตปัญหา (Boundary Condition)

โครงข่าย

จากกุณสมบัติการสมมาตรของปัญหา สามารถลดขนาดของปัญหาโดยวิเกราะห์เพียงหนึ่งในสี่ ส่วนของโกรงสร้างทั้งหมด ซึ่งขอบเขตของโกรงสร้างที่เลือกใช้ในงานวิจัยได้แสดงดังรูปที่ 39,40 และในรูปที่ 41 และ 42 แสดงโกรงข่ายเอลิเมนต์ของแต่ละรอบของการเพิ่มความละเอียดให้กับเอลิ เมนต์ และโกรงข่ายสุดท้ายหลังการวิเกราะห์อะแดฟทีฟไฟไนต์เอลิเมนต์

ผลการวิเคราะห์

จากรูปที่ 43 แสดงรูปโครงข่ายเอลิเมนต์หล**ัส**การเคลื่อนตัว(Mesh Deformation) และ รูปความ เค้นในแนวดิ่ง (Stress Contour) ตัวอย่างฐานรากแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส

จากรูปที่ 44 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับค่า Degree of Freedom พบว่า เมื่อค่า Degree of Freedom มีค่ามากขึ้นค่าความคลาดเคลื่อนจะมีลดลงเช่นเดียวกับตัวอย่างฐาน รากแผ่แบบสตริป จากรูปที่ 45 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับเวลา พบว่าค่า ความคลาดเคลื่อนกับเวลาเป็นสัดส่วนผกผันกัน กล่าวคือยิ่งค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าลดลง เวลาที่ใช้ใน การรันโปรแกรมยิ่งมีค่ามากขึ้น

จากรูปที่ 46 แสดงการเคลื่อนตัวในแนวดิ่งตามแกนกลางและหน่วยแรงในแนวดิ่งของตัวอย่าง ฐานรากแผ่แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส เปรียบเทียบกับผลเฉลยจากวิธีอิลาสติก (elastic solution) สามารถ อธิบายได้ดังนี้

ค่าการเคลื่อนตัวในแนวคิ่ง (vertical deflection) ตามแนวแกนกลาง (center line) หรือแกน Y ผลที่ได้จากโปรแกรมอะแดฟทีฟไฟไนต์เอลิเมนต์ที่พัฒนาขึ้นมีก่าใกล้เกียงกับผลเฉลยของวิธีอิลา สติก

			 ,



(ก) โครงข่ายเริ่มต้น (Initial Mesh)



(บ) โครงข่ายที่ 2 (Mesh 2)





(ก) โกรงข่ายที่ 3 (Mesh 3) รูปที่ 41 โกรงข่ายในการวิเกราะห์ตัวอย่างฐานรากแผ่แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส



รูปที่ 42 โครงข่ายสุดท้ายหลังการอะแดฟทีฟ ในการวิเคราะห์ตัวอย่างฐานรากแผ่แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส



รูปที่ 43 แสดงรูปโครงข่ายเอลิเมนต์หลังการเคลื่อนตัวและรูปความเค้นในแนวดิ่ง ตัวอย่างฐานรากแบบ สี่เหลี่ยมงัตุรัส







รูปที่ 45 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความกลาดเกลื่อนกับเวลาของฐานรากแผ่แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ค่าการทรุดตัวที่ระดับผิวดินตามแนวแกนกลางของฐานราก ซึ่งได้จากโปรแกรมอะแดฟทีฟไฟ ในต์เอลิเมนต์ คือ 0.408 เซนติเมตร และการทรุดตัวจากวิธีอิลาสติก คือ 0.408 เซนติเมตร โดยมี ผลต่างประมาณ 1.00 %



รูปที่ 46 การเคลื่อนตัวในแนวดิ่งตามแกนกลางของตัวอย่างฐานรากแผ่แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส



รูปที่ 47 Vertical Displacement ตามแกนกลางของตัวอย่างฐานรากแผ่แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในแต่ละรอบ ของการทคสอบโปรแกรม



