บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัยนี้มีเป้าหมาย ก็เพื่อทำให้ผู้ที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์แรงภายในดาดอุโมงค์หน้าตัดวงกลม ได้มีความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมของจุดต่อ (Joint) ของอุโมงค์มากขึ้นโดยใช้วิธีทางไฟไนท์อิลิเมนต์ ซึ่งนอกเหนือจากวิธี Empirical ที่ใช้กันโดยทั่วไป แต่ในการใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์ออกแบบนั้น ผู้ศึกษาควรจะมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องของการวิเคราะห์ดาดอุโมงค์บ้างรวมถึงการใช้โปรแกรม STAAD.Pro เบื้องต้นเพื่อที่จะสามารถใช้งานและตรวจสอบความถูกต้องได้ งานวิจัยนี้ได้จัดทำตามโครงร่างวิทยานิพนธ์ที่จัดทำขึ้นและได้ทำการศึกษาค้นคว้าจนได้ผลสรุปในเรื่อง Joint อุโมงค์ที่ชัดเจนในระดับหนึ่ง

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

1. จากผลการวิเคราะห์จะพบว่าจะต้องการลดค่าสติฟเนสของ Joint อุโมงค์ลงเหลือ 5% ของค่าสติฟเนสเริ่มต้นจึงจะได้ค่าโมเมนต์ดัดและค่าการเคลื่อนตัวในแนว spring line ของอุโมงค์ที่ใกล้เคียงกับกรณี Non - Jointed เมื่อลดค่าสติฟเนสของอุโมงค์ทั้งวงลงเหลือ 60% ของค่าสติฟเนสเริ่มต้น

2. ในผลการวิเคราะห์อุโมงค์ขนาดรัศมี 1 เมตรการลดลงของค่าสติฟเนสที่ Joint อุโมงค์จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ ค่าโมเมนต์ดัดและค่าการเคลื่อนตัวน้อยมาก แต่จะมีผลการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนในอุโมงค์ขนาดรัศมี 2 และ 3 เมตร

3. การเพิ่มจำนวนของ Joint อุโมงค์ จาก 5-Joint เป็น 6-Joint และ 7-Joint มีผลทำให้ค่าโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นในอุโมงค์ลดลงและค่าการเคลื่อนตัวจะเพิ่มขึ้นซึ่งจะมีผลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

4. การกำหนดตำแหน่งของ Joint ในอุโมงค์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ ค่าโมเมนต์ดัดและค่าการเคลื่อนตัวน้อยมากนอกจากกรณีที่ Joint อุโมงค์จะอยู่ในตำแหน่งแนวบริเวณ crown, invert หรือ spring line ของอุโมงค์ซึ่งเป็นบริเวณที่รับแรงมากที่สุดและบริเวณที่เกิดการเสียรูปมากที่สุดของอุโมงค์ และจากผลการวิเคราะห์พบว่าในกรณีที่อุโมงค์มี 6-Joint ตำแหน่งของ Joint จะอยู่ในแนวบริเวณ crown และ invert ของอุโมงค์จึงมีผลทำให้ค่าโมเมนต์ดัดมากกว่าในกรณี 5-Joint และ 7-Joint

5. จากผลการวิเคราะห์พบว่าการเพิ่มจำนวนชิ้นส่วนของอุโมงค์ซึ่งจำลอง (model) เป็น Joint อุโมงค์จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าโมเมนต์ดัดน้อยมาก เมื่อค่าสติฟเนสของ Joint ลดลงเหลือ 60% ของค่าสติฟเนสเริ่มต้นแต่จะเห็นผลการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน เมื่อลดค่าสติฟ

เนสของ Joint ลดลงเหลือ 10% ของค่าสติฟเนสเริ่มต้นและยังขึ้นอยู่กับตำแหน่งของ Joint ในอุโมงค์ด้วยเช่นกัน

6. จากการเปรียบเทียบผลกับวิธี Empirical พบว่าวิธี Einstein (1979) จะให้ค่าโมเมนต์สูงสุดมากว่าวิธี Muir Wood และ JSCE แต่ก็ยังมีค่าที่แตกต่างกับวิธี FEM อยู่มากในกรณีที่อุโมงค์มีขนาดใหญ่มากขึ้นเนื่องจากแบบจำลองเป็นอีลาสติค และด้วยวิธีนี้ยังไม่สามารถที่จะจำลองพฤติกรรมของ Joint อุโมงค์ได้ชัดเจนมากนัก

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัย

1. ในการวิเคราะห์หากมีการศึกษา ถึงพฤติกรรมของ Joint อุโมงค์ในอนาคตควรจะนำกรณีศึกษาในการออกแบบจริงมาเปรียบเทียบ เพื่อให้มีการนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ได้ในการใช้งานจริงจะได้เป็นประโยชน์ต่อไปในงานด้านวิศวกรรมอุโมงค์

2. ควรทำการศึกษาเพิ่มเติม ในการติดตั้งเครื่องตรวจการเคลื่อนตัว ของอุโมงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับวิธีไฟไนท์อิลิเมนต์

3. ศึกษาพฤติกรรมของ Joint อุโมงค์และดินโดยรอบอุโมงค์โดยใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ไฟไนท์อิลิเมนต์ทางด้านวิศวกรรมธรณี ที่สามารถจำลองพฤติกรรรมที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องมากขึ้น