บทที่ 6
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับทำการวิเคราะห์ทางสถิตศาสตร์ของท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเล ซึ่งได้พัฒนาโปรแกรมขึ้นมา 2 โปรแกรมที่สามารถวิเคราะห์ปัญหาของท่อลำเลียงของไหลที่แตกต่างกัน ได้แก่ 1) โปรแกรม “MarineRiser 2013” เป็นโปรแกรมที่สามารถวิเคราะห์ปัญหาทางด้านสถิตศาสตร์ของท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเลที่มีการวางตัวเกือบตรงในแนวดิ่ง (Near-Vertical Riser) ภายใต้สมมติฐานที่ท่อมีการแอ่นตัวน้อย แรงที่กระทำต่อท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเลประกอบด้วยแรงลากเนื่องจากกระแสน้ำ น้ำหนักของท่อและน้ำหนักของของไหลภายในท่อ รวมถึงแรงลอยตัว สมการเชิงอนุพันธ์ซึ่งเป็นสมการครอบคลุมปัญหาจะได้มาจากการพิจารณาสมดุลของชิ้นส่วนเล็กๆของท่อภายใต้สภาวะการรับแรงเสมือนจริง การหาคำตอบเชิงตัวเลขสำหรับการศึกษานี้จะอาศัยระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอร์เร้นท์แบบการประมาณตรงกลาง (Central divided-different) และ 2) โปรแกรม “Driser 2013” เป็นโปรแกรมที่สามารถวิเคราะห์ปัญหาทางด้านสถิตศาสตร์ของท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเลที่มีลักษณะการวางตัวแบบคาร์ทีนารี (Catenary Riser) ภายใต้สมมติฐานที่ท่อมีการแอ่นตัวมาก แรงที่กระทำต่อท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเลประกอบด้วยแรงลากเนื่องจากกระแสน้ำ น้ำหนักของท่อและน้ำหนักของของไหลภายในท่อแรงลอยตัวและแรงเนื่องจากเคลื่อนที่ของของไหลภายในท่อ สมการแปรผันซึ่งเป็นสมการครอบคลุมปัญหาจะได้มาจากการพิจารณางาน-พลังงานเสมือนของระบบท่อ จากนั้นการหาคำตอบเชิงตัวเลขจะอาศัยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นได้รับการตรวจสอบความถูกต้องโดยการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับปัญหาคานอย่างง่ายรับน้ำหนักบรรทุกกระจายสม่ำเสมอ ซึ่งพบว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาสามารถให้คำตอบที่ใกล้เคียงกับผลลัพธ์ซึ่งคำนวณได้จากการวิเคราะห์ทางทฤษฎีเป็นอย่างมาก ทำให้มีความมั่นใจว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้มีความน่าเชื่อถือเพียงพอ นอกจากนี้ยังได้แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์สำหรับกรณีของท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเลที่มีการแอ่นตัวน้อย (MarineRiser 2013) โดยทำการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่ได้จากโปรแกรม “Driser 2013” ซึ่งพบว่าผลการวิเคราะห์ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันมากเช่นเดียวกัน

การศึกษาผลกระทบของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ แรงดึงที่ปลายด้านบน แรงลากที่เกิดขึ้นจากกระแสน้ำ ระยะเยื้องระหว่างหลุมขุดเจาะใต้ทะเลกับแท่นขุดเจาะที่ผิวน้ำน้ำหนักของท่อและคุณสมบัติของวัสดุ ความแข็งเชิงดัด สรุปได้ดังนี้

1. แรงดึงที่ปลายด้านบนของท่อมีความสำคัญมากที่จะทำให้ท่ออยู่ในสภาวะสมดุล เมื่อแรงดึงที่ปลายด้านบนเพิ่มมากขึ้นทำให้ท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเลมีค่าการแอ่นตัว ค่าโมเมนต์ดัด และมุม θ ซึ่งวัดจากแนวดิ่งไปยังเส้นโค้งการแอ่นตัวของท่อมีค่าน้อยลง ส่วนค่า True wall tension จะมากขึ้น
2. เมื่อความเร็วของกระแสน้ำเพิ่มขึ้นส่งผลให้แรงลากที่กระทำกับท่อเพิ่มมากขึ้นส่งให้ค่าการแอ่นตัวของท่อและมุม θ ซึ่งวัดจากแนวดิ่งไปยังเส้นโค้งการแอ่นตัวของท่อรวมถึงค่าโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นภายในท่อมีค่าเพิ่มมากขึ้น
3. ระยะเยื้องระหว่างหลุมขุดเจาะใต้ทะเลกับแท่นขุดเจาะที่ผิวน้ำจะส่งผลให้ค่าการแอ่นตัวของท่อและมุม θ ซึ่งวัดจากแนวดิ่งไปยังเส้นโค้งการแอ่นตัวของท่อรวมถึงค่าโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นภายในท่อมีค่าเพิ่มมากขึ้น
4. การเลือกใช้ท่อที่ผลิตขึ้นจากไทเทเนียมอัลลอยด์จะส่งผลให้ค่าการแอ่นตัวและมุม θ ซึ่งวัดจากแนวดิ่งไปยังเส้นโค้งการแอ่นตัวของท่อ รวมถึงค่าโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นภายในท่อมีค่าลดลง ส่วนค่าแรงดึงที่ผนังจริง (True wall tension) จะมากขึ้น
5. ความแข็งเชิงดัดจะส่งผลกระทบต่อการวิเคราะห์มาก เมื่อแรงดึงที่ปลายด้านบนของท่อหรือเมื่อความลึกของท่อมีค่าน้อย ซึ่งทำให้สามารถละเว้นข้อมูลความแข็งเชิงดัดได้ในบางกรณี
6. มุมเอียง ϕ ที่มีค่าน้อยจะเหมาะสมในการวิเคราะห์โดยระบบสมการเชิงเส้นมากกว่ามุมเอียง ϕ ที่มีค่ามาก
7. ที่ความลึกมากค่าแรงดึงวิกฤติจะมีค่ามากในขณะเดียวกันที่ถ้าอัตราส่วนระยะเยื้องตามแนวราบระหว่างหลุมขุดเจาะใต้ทะเลกับแท่นขุดเจาะที่ผิวน้ำต่อความลึกของท่อเพิ่มมากขึ้นค่าแรงดึงวิกฤติจะมีค่ามากขึ้นตามลำดับ

6.2 ข้อเสนอแนะ

โปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ควรได้รับการพัฒนาต่อยอดให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาทางด้านพลศาสตร์ของท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเลต่อไป เพื่อให้โปรแกรมสามารถวิเคราะห์ปัญหาใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงของท่อขุดเจาะและลำเลียงของไหลใต้ทะเลมากขึ้น