บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์

การวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมในปัจจุบันนั้นได้มีการประยุกต์ความรู้ทางด้านระเบียบวิธีเชิงตัวเลข (numerical methods) เพื่อแก้สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย (partial differential equations) ซึ่งเป็นสมการที่ทดแทนความเป็นจริงของปัญหานั้น ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากเนื่องจากช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ได้ รวมถึงทำให้ผู้วิเคราะห์เข้าใจถึงพฤติกรรมของปัญหาได้จากผลการคำนวณที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขในปัจจุบันนั้นมีอยู่หลายวิธี แต่วิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน คือ ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ เนื่องจากระเบียบวิธีดังกล่าวสามารถนำไปใช้วิเคราะห์ปัญหาที่มีรูปร่างซับซ้อนได้เป็นอย่างดี

ในปัจจุบันการศึกษาพฤติกรรมของทุ่นระเบิดใต้น้ำ ประเภททุ่นระเบิดอิทธิพล (influence mines) มีความจำเป็นมากขึ้น เพื่อเป็นประโยชน์ในการปฏิบัติการล่าทำลายทุ่นระเบิด งานวิจัยนี้จะเป็นการศึกษาพฤติกรรมของทุ่นระเบิดอิทธิพลประเภททุ่นระเบิดแบบความดัน (pressure mines) โดยทุ่นระเบิดดังกล่าวจะสามารถระเบิดได้โดยการจับสัญญาณการเปลี่ยนแปลงความดันของของไหลใต้ท้องเรือเมื่อเทียบกับเวลา โดยที่ตัวเรือไม่จำเป็นต้องแล่นชนกับทุ่นระเบิด การระเบิดที่เกิดขึ้นจะส่งผลให้ทำอันตรายต่อเรือได้ ผลของการเปลี่ยนแปลงความดันของของไหลใต้ท้องเรือนั้นเป็นผลเนื่องจากระดับความเร็ว ระดับความลึกและลักษณะรูปร่างของตัวเรือ

ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะดำเนินงานวิจัยด้านการคำนวณด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ เพื่อหาค่าความเร็วและการเปลี่ยนแปลงความดัน ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของของไหล ภายในขอบเขตที่สนใจใต้ท้องเรือ เพื่อเป็นประโยชน์ในการปฏิบัติการล่าทำลายทุ่นระเบิด โดยละอิทธิพลเนื่องจากปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่ได้เกิดจากอิทธิพลของเรือ เช่น การเกิดคลื่นซึ่งจะทำให้เกิดเปลี่ยนแปลงของความดันและความเร็วของของไหล

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์สำหรับการไหลแบบศักย์ใน 2 และ 3 มิติ

1.2.2 เพื่อศึกษาระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์สำหรับการไหลแบบหนืดโดยรวมความเฉื่อย

1.2.3 เพื่อประดิษฐ์และปรับปรุงโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ด้วยภาษาฟอร์แทรน (FORTRAN) สำหรับการวิเคราะห์ปัญหาการไหลแบบศักย์ใน 2 และ 3 มิติ และการไหลแบบหนืดโดยรวมความเฉื่อยใน 2 มิติ

1.2.4 เพื่อศึกษาระเบียบวิธีการปรับขนาดเอลิเมนต์โดยอัตโนมัติ

1.2.5 เพื่อให้โปรแกรมที่ประดิษฐ์และปรับปรุงนั้น สามารถนำไปคำนวณหาสัญญาณความดันของเรือเทียบกับความเร็วเรือและความลึกของน้ำ

1.3 สมมติฐานที่ใช้ในวิทยานิพนธ์

1.3.1 สำหรับการไหลแบบศักย์ใน 2 และ 3 มิติ

1.3.1.1 เป็นการไหลแบบไม่อัดตัว ภายใต้สถานะอยู่ตัว

1.3.1.2 ไม่มีความเสียดทาน

1.3.1.3 เป็นการไหลที่ไม่มีการหมุน

1.3.2 สำหรับการไหลแบบหนืดโดยรวมความเฉื่อยใน 2 มิติ

1.3.2.1 เป็นการไหลแบบไม่อัดตัว ภายใต้สถานะอยู่ตัว

1.3.2.2 เป็นการไหลแบบนิวโตเนียน

1.3.2.3 เป็นการไหลแบบราบเรียบ

1.4 วิธีดำเนินงานและขอบเขตของการวิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4.1 ศึกษาและทำความเข้าใจหลักการของระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์สำหรับการไหลแบบศักย์

1.4.2 ประดิษฐ์โปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ที่ใช้วิเคราะห์ปัญหาการไหลแบบศักย์ในสองและสามมิติพร้อมตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

1.4.3 ศึกษาระบบสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยของการไหลแบบหนืดโดยรวมความเฉื่อย แต่ไม่อัดตัวในสองมิติ

1.4.4 ปรับปรุงโปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์ปัญหาการไหลแบบหนืดโดยรวมความเฉื่อยในสองมิติ [1, 2] พร้อมตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

1.4.5 ศึกษาและทำความเข้าใจในระเบียบวิธีปรับขนาดเอลิเมนต์โดยอัตโนมัติ

1.4.6 นำระเบียบวิธีปรับขนาดเอลิเมนต์โดยอัตโนมัติมาใช้ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้ประดิษฐ์และปรับปรุงขึ้น

1.4.7 นำโปรแกรมที่ได้ประดิษฐ์และปรับปรุงแล้วไปคำนวณหาสัญญาณความดันของเรือเทียบกับความเร็วเรือและความลึกของน้ำ

1.4.8 สรุปผลทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์

1.5.1 ก่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจถึงพฤติกรรมการไหล (flow behavior) ของของไหลเมื่อพิจารณาของไหลเป็นการไหลแบบศักย์และการไหลแบบหนืดโดยรวมความเฉื่อย

1.5.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้ประดิษฐ์และปรับปรุงขึ้นมานั้น สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่มีรูปร่างซับซ้อนได้

1.5.3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้ประดิษฐ์และปรับปรุงขึ้นมานั้น สามารถนำไปใช้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้

1.5.4 ลดเวลาและจำนวนหน่วยความจำ (RAM) ในการคำนวณลง ด้วยการประยุกต์เทคนิคการปรับขนาดเอลิเมนต์โดยอัตโนมัติ