บทที่ 1

บทนำ

ในวิทยานิพนธ์นี้ ได้ศึกษาการไหลแบบสม่ำเสมอในสองมิติของของเหลวผ่านสิ่งกีดขวางที่อยู่บนพื้นล่างของของเหลวโดยอาศัยทฤษฎี Directed fluid sheets และเปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณกับการทดลอง บริเวณต้นน้ำจากสิ่งกีดขวาง ของเหลวจะไหลอย่างสม่ำเสมอบนพื้นล่างที่เรียบในแนวนอน และบริเวณถัดจากสิ่งกีดขวางพื้นล่างของของเหลวจะมีลักษณะเรียบในระดับเดียวกันกับพื้นบริเวณต้นน้ำ ผิวบนของของเหลวเป็นอิสระซึ่งมีความกดดันอากาศกระทำโดยที่เราจะถือว่าความดันบรรยากาศมีค่าคงที่เสมอ

การศึกษาลักษณะการไหลของของเหลวผ่านสิ่งกีดขวางรูปร่างต่างๆกันน่าจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการออกแบบในสถานะการณ์ที่ต้องให้วัตถุกีดขวางการไหลของของเหลว แล้วเราต้องการผลที่เกิดขึ้นบนผิวน้ำ เป็นต้นว่าถ้าเราต้องการวางท่อขนาดใหญ่บนพื้นล่างของแม่น้ำ ลำคลอง เราอาจจะต้องการรู้ขนาดและลักษณะของคลื่นที่เกิดขึ้นเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นต่อการจราจรบนผิวน้ำ หรือเราอาจจะต้องการแน่ใจว่าท่อที่วางบนพื้นล่างนั้นไม่ก่อให้เกิดการไหลในลักษณะวิกฤตขึ้น(นั่นคือการไหลที่ของเหลวเปลี่ยนระดับจากระดับสูง เป็นระดับต่ำและความเร็วสูง หลังจากไหลผ่านสิ่งกีดขวางแล้ว) ผลของลักษณะของสิ่งกีดขวางต่อคลื่นที่เกิดอาจจะมีความสำคัญมากในกรณีที่เราต้องการให้คลื่นที่เกิดนั้นมีขนาดเล็กที่สุดเพื่อหลีกเลี่ยงการตรวจจับโดยการสังเกตการณ์ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นในเรื่องเกี่ยวกับการทหารและ ความมั่นคงของชาติ เป็นต้น

การศึกษาผลที่เกิดจากการไหลผ่านสิ่งกีดขวางในกรณีทฤษฎี 3 มิตินั้น มักจะใช้ทฤษฎีง่ายๆซึ่งใช้สมมติฐานว่าความกดดันที่จุดใดๆของของเหลว ขึ้นอยู่กับความลึกจากผิวน้ำเท่านั้นเช่นเดียวกับในกรณีของของเหลวอยู่นิ่ง สมการที่ได้สามารถให้ผลเกี่ยวกับการไหลที่ก่อให้เกิดการไหลวิกฤตได้ แต่สมการที่ได้นอกจากไม่สามารถอธิบายคลื่นที่เกิดบนผิวน้ำได้แล้ว ยังไม่สามารถแสดงผลจากลักษณะของสิ่งกีดขวางด้วย เพื่อที่จะพิจารณาคลื่นที่เกิดบนผิวน้ำ ทฤษฎีที่ใช้มักจะเป็นทฤษฎีโดยประมาณซึ่งสร้างขึ้นโดย Asymptotic expansion สมการที่ได้แม้จะใช้ได้ดีในกรณี Linear theory ซึ่งตั้งสมมติฐานว่าคลื่นที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็ก และความเร็วในการไหลนั้นต่ำ แต่ในกรณีทั่วไปสมการมักมีปัญหา เช่นให้ผลแตกต่างออก

ไปถ้าเราพิจารณาปัญหาสองข้อที่แตกต่างกันแค่การเคลื่อนที่เพิ่มแบบวัตถุแข็งเกร็ง(Superposed regid-body motion) ผลซึ่งแตกต่างกันนี้หมายความว่าสำหรับผู้สังเกตการณ์สองคนซึ่งสังเกตเหตุการณ์เดียวกันแต่คนหนึ่งอยู่นิ่ง และอีกคนหนึ่งเคลื่อนที่ จะเห็นปรากฏการณ์ต่างกัน เช่นเห็นคลื่นขนาดไม่เท่ากันเป็นต้นซึ่งเป็นไปไม่ได้ในสถานการณ์จริง สำหรับรายละเอียดของสมการชุดต่างๆที่มีใช้ดู Naghdi(1979) ในวิทยานิพนธ์นี้เราจะใช้สมการจากทฤษฎี Fluid sheets ซึ่งจำลองของเหลวที่ไม่ลึกนักเป็นแผ่นวัตถุในสองมิติ สมการที่ได้เหมือนกับสมการที่หาได้จากการอินทิเกรดสมการการเคลื่อนที่ใน 3 มิติ เมื่อเราตั้งสมมติฐานว่าเวคเตอร์ความเร็ว(velocity vector) แปรเปลี่ยนในลักษณะเชิงเส้นกับความลึก จะได้สมการอธิบายการเคลื่อนที่มา 1 ชุด ดูบทที่ 2 ส่วนวิธีการหาชุดสมการนี้ได้แสดงไว้ในภาคผนวก B บทที่ 3 ได้แสดงการวิเคราะห์คำตอบของการไหลแต่ละช่วงของของเหลว บทที่ 4 นั้นกล่าวถึงอุปกรณ์, การทดลอง, การคำนวณตามทฤษฎี Fluid sheets และผลการทดลอง และในบทที่ 5 ได้สรุปผลการทดลองไว้ อนึ่งในการคำนวณตามทฤษฎี Fluid sheets นั้นใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณจึงได้แสดงโปรแกรมที่ในการคำนวณไว้ในภาคผนวก A