บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเอาสมการน้ำตื้นมาเป็นแบบจำลองการไหลสำหรับปัญหาเขื่อนแตก และใช้วิธีเชิงตัวเลขแบบปริมาตรจำกัดในการหาคำตอบและเพื่อให้ค่าความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้นจึงได้ใช้วิธีของกอดดูนอพและตัวปรับความชันในการหาค่าฟลักซ์ที่เกิดขึ้นที่ขอบของกริดเซลล์ และแก้ปัญหาความไม่ต่อเนื่องหรือปัญหาของรีมันน์บนขอบของกริดเซลล์นี้ด้วยวิธีของ HLLC ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับปัญหาเขื่อนแตกแบบเดียวกันนี้พบว่า ให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือปัญหาเขื่อนแตกกรณีพื้นฝั่งท้ายน้ำเปียก ทำให้ทราบได้ว่า รูปแบบของคลื่นจะมีลักษณะเป็นคลื่นช็อค และปัญหาเขื่อนแตกกรณีพื้นฝั่งท้ายน้ำแห้ง ทำให้ทราบได้ว่ารูปแบบของคลื่นจะไม่เกิดลักษณะคลื่นช็อคแต่จะคงไหลตัวไปตามความเร็วดังเช่นผลที่ได้จากแบบจำลองที่ 4.2 และ 4.1 ตามลำดับ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีจัดการและคำนวณเพื่อหาค่าคำตอบของสมการน้ำตื้นที่มีพจน์แหล่งต้นทางด้วยเทคนิควิธีแบ่งแยกกึ่งปริยาย ซึ่งผลที่ได้จากแบบจำลองทำให้ทราบว่าพจน์แหล่งต้นทางเหล่านี้ส่งผลต่อรูปแบบการไหลของคลื่นแตกต่างกันออกไป กล่าวคือ ความลาดชันของพื้นจะส่งผลต่อการไหลของคลื่นให้เร็วขึ้นและแรงเสียดทานจะส่งผลให้เกิดการต้านการเคลื่อนที่ของการไหลดังเช่นผลที่ได้จากแบบจำลองที่ 4.3

จุดประสงค์ของการพิจารณาพจน์แหล่งต้นทาง ก็เพื่อทำให้แบบจำลองมีความใกล้เคียงกับธรรมชาติมากที่สุด แต่การเคลื่อนตัวของน้ำในธรรมชาติย่อมต้องมีสิ่งกีดขวาง ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้นำเสนอแบบจำลองที่มีสิ่งกีดขวาง ซึ่งในที่นี้พิจารณาสิ่งกีดขวางที่เป็นทรงกระบอก ซึ่งผลที่ได้จากแบบจำลองทำให้ทราบว่าการเคลื่อนตัวของน้ำไหลอ้อมทรงกระบอกดังเช่นผลที่ได้จากแบบจำลองที่ 4.4

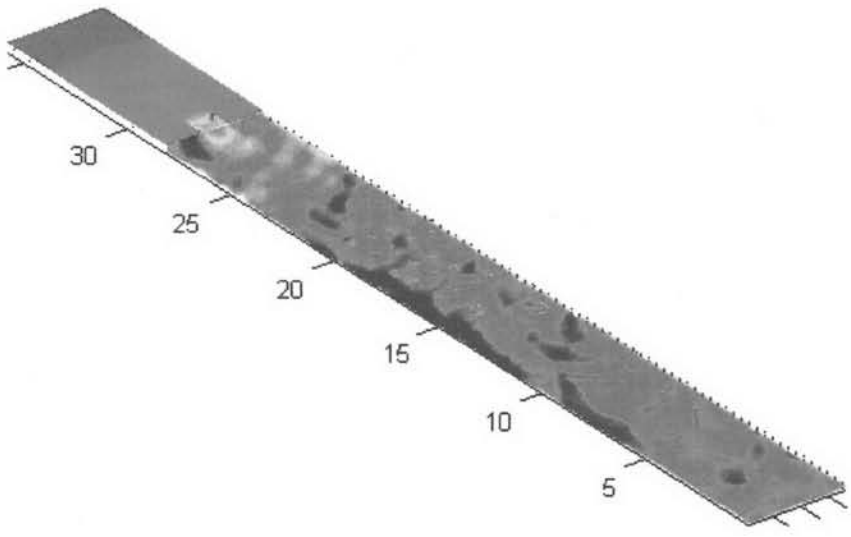
และเพื่อยืนยันถึงความถูกต้องและความแม่นยำของแบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นนี้จึงได้ทำการเปรียบเทียบผลระหว่างผลที่ได้จากการทดลองและผลที่ได้จากแบบจำลอง ซึ่งแบ่งการเปรียบเทียบออกเป็นสองกรณีคือ ผลการทดลองที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง (แบบจำลองที่ 4.5) และผลการทดลองที่มีสิ่งกีดขวาง (แบบจำลองที่ 4.6) ซึ่งจากผลการเปรียบเทียบในกรณีไม่มีสิ่งกีดขวางพบว่าผลที่ได้จากแบบจำลองมีความใกล้เคียงกับผลการทดลองสูง และสำหรับผลการเปรียบเทียบในกรณีมีสิ่งกีดขวางพบว่าผลที่ได้จากแบบจำลองมีความคลาดเคลื่อนกับผลการทดลองอยู่บ้าง

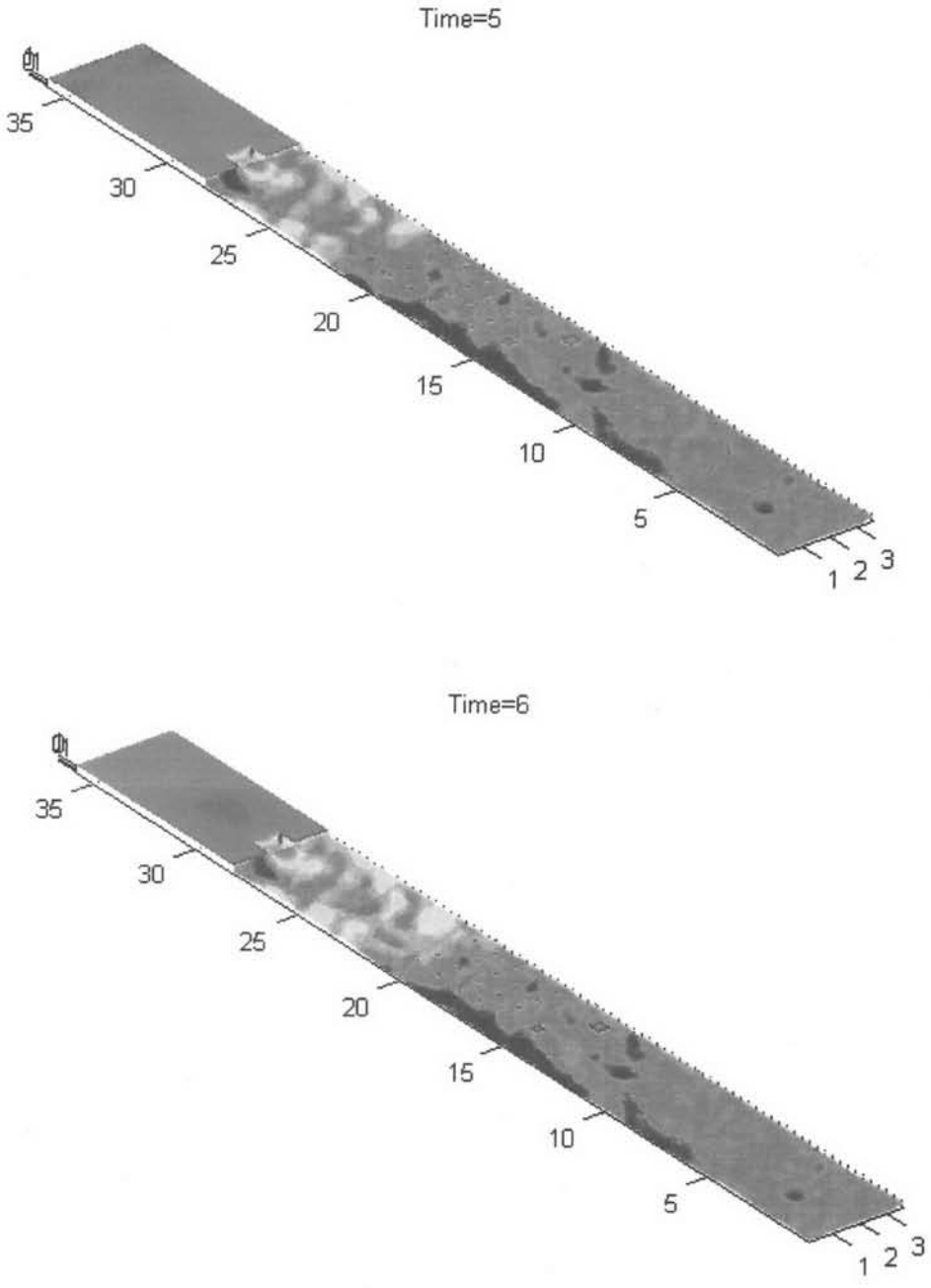
ทั้งนี้อาจสืบเนื่องมาจากกริดเซลล์ที่เลือกใช้มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม ซึ่งไม่สามารถจัดเรียงเซลล์ให้เข้ารูปกับสิ่งกีดขวางได้ดีนัก แม้กระทั่งกริดเซลล์แบบสี่เหลี่ยมที่มีขนาดต่างกันก็ยังมีความคลาดเคลื่อนต่างกัน กล่าวคือกริดเซลล์เล็กย่อมให้ค่าความถูกต้องมากขึ้นดังแสดงค่าความผิดพลาดแบบรากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองในตารางที่ 5.1 แต่การกำหนดให้กริดเซลล์มีขนาดเล็กก็ส่งผลให้ใช้เวลาในการคำนวณมากยิ่งขึ้น

ขนาดกริดเซลล์/ Gate	0.05	0.025	0.00125
Gate 5A	0.2236067977	0.1581138830	0.0353553391
Gate C	0.1581138830	0.3976353644	0.1880301547
Gate 4	0.3976353644	0.6305833524	0.4336244396
Gate 0	0.6305833524	0.7940927858	0.6585016626
Gate 8A	0.7940927858	0.8911188393	0.8114811536

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าความผิดพลาดระหว่างความต่างของขนาดกริดเซลล์แบบรากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสอง ในกรณีผลการทดลองที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง

จากผลการทดลองทั้งหมดที่ได้กล่าวมาในบทที่ 4 เป็นเพียงการทดลองง่าย ๆ เพื่อศึกษาลักษณะของคลื่นและยืนยันถึงความแม่นยำของแบบจำลอง แต่ในธรรมชาติจะพบว่า พื้นดินและภูมิประเทศจะมีลักษณะขรุขระ ซึ่งเราก็สามารถนำแบบจำลองนี้ไปประยุกต์ใช้กับปัญหาดังกล่าวได้เช่นกัน ซึ่งได้แสดงภาพจำลองการไหลสำหรับพื้นผิวขรุขระดังรูปที่ 5.1

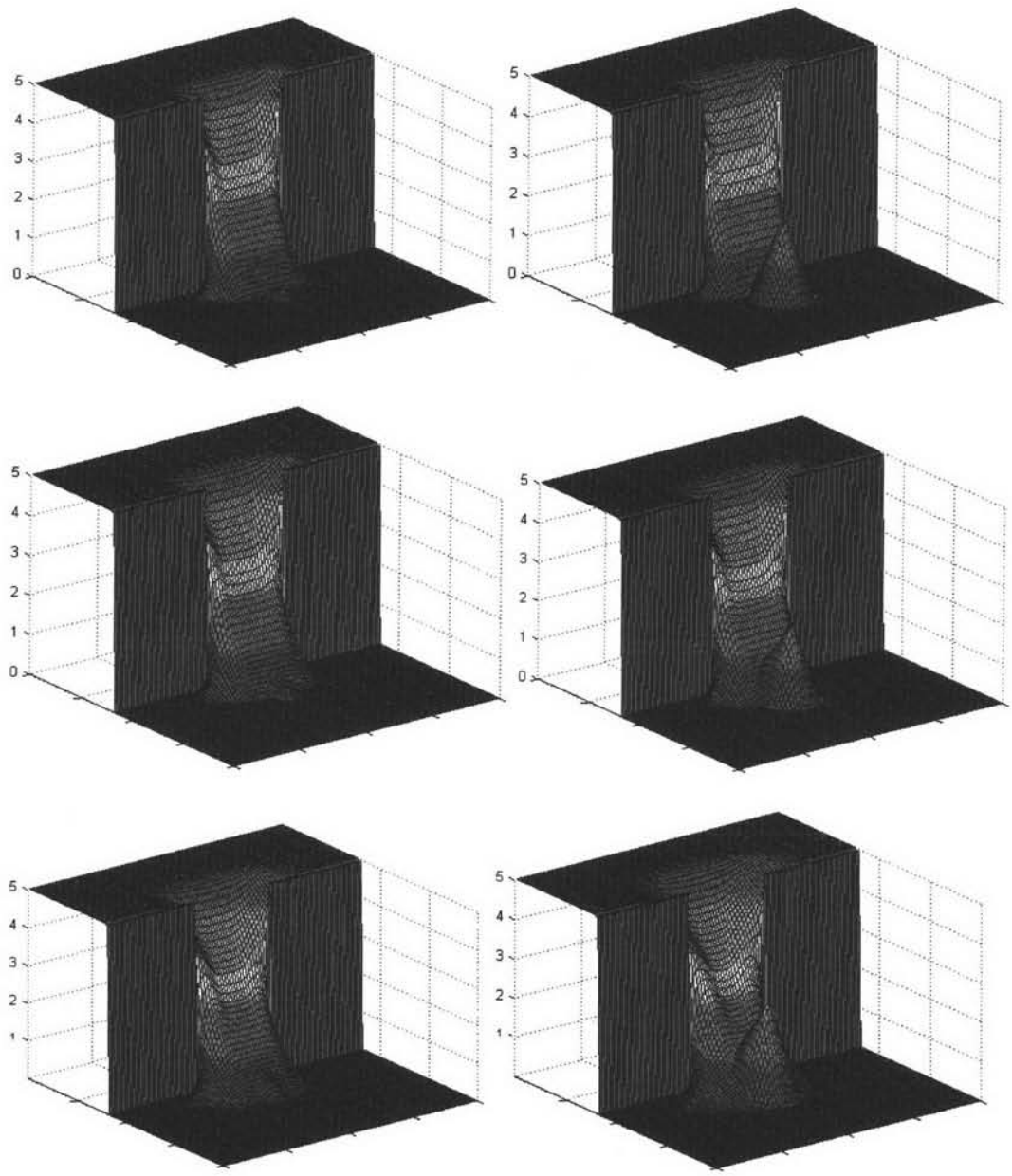




รูปที่ 5.1 แสดงการเคลื่อนที่ของน้ำในกรณีพื้นผิวขรุขระที่เวลาผ่านไป

เมื่อนำแบบจำลองนี้ไปทดสอบเพื่อดูการเคลื่อนที่ของน้ำผ่านสิ่งกีดขวางลักษณะนูน (bump) พบว่าน้ำจะเคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวางลักษณะนูนดังกล่าว ไม่ว่าสิ่งกีดขวางจะมีความสูงเท่าใดก็ตาม ดังแสดงลักษณะการไหลในรูปที่ 5.2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองนี้ไม่เหมาะที่จะ

นำไปใช้สำหรับจำลองลักษณะการไหลผ่านสิ่งกีดขวางที่มีลักษณะนูนในแบบสูง ๆ ได้ ซึ่งปัญหาดังกล่าวนี้ควรที่จะได้รับการแก้ไขต่อไป



รูปที่ 5.2 แสดงการเคลื่อนที่ของน้ำผ่านสิ่งกีดขวางลักษณะนูนที่เวลาผ่านไป
รูป (ซ้าย) สิ่งกีดขวางที่มีความสูงเล็กน้อย (ขวา) สิ่งกีดขวางที่มีความสูงมาก

สิ่งที่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอ เป็นเพียงแนวทางชี้ให้เห็นข้อดีและข้อบกพร่องบางประการในวิธีที่เลือกใช้ กล่าวคือ กริดเซลล์แบบสี่เหลี่ยมอาจไม่เหมาะสมกับบางโดเมน ดังเช่นแบบจำลองที่ 4.6 การคำนวณด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวใช้เวลาในนานขึ้นอยู่กับจำนวนของกริดเซลล์ และการแก้ปัญหาของรีมันน์ก็มีหลายวิธี ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเพียงวิธีเดียวคือ HLLC ดังนั้นหากผู้ที่สนใจจะนำไปพัฒนาศึกษาต่อควรคำนึงถึงข้อบกพร่องและข้อจำกัดเหล่านี้ด้วย