บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

เพื่อที่จะเข้าใจถึงกระบวนการวิจัยได้มากยิ่งขึ้น ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องอธิบายถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องและลักษณะพฤติกรรมของคลื่นสึนามิ คุณสมบัติของไหลและพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการไหลของกระแสน้ำ

2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของคลื่นสึนามิ

คลื่นสึนามิ (Tsunami) คือคลื่นในทะเลที่มีช่วงคลื่นยาวประมาณ 80 ถึง 200 กิโลเมตร เกิดจากความสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวหรือแผ่นดินถล่ม หรือภูเขาไฟระเบิดที่พื้นท้องมหาสมุทรซึ่งห่างจากแหล่งที่เกิดเป็นพัน ๆ กิโลเมตร โดยไม่มีลักษณะผิดสังเกต เพราะจุดกำเนิดมีความสูงเพียง 60 เซนติเมตร และเมื่อคลื่นเคลื่อนตัวผ่านที่ตื้นจะเพิ่มความสูงขึ้นอย่างรวดเร็วประมาณ 10 เมตร หรือมากกว่า ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์และสิ่งก่อสร้างในบริเวณชายหาดนั้น ๆ ชื่อนี้มาจากภาษาญี่ปุ่นที่เรียกว่า tsunami มีความหมายเหมือนกับ seismic sea wave, earth sea wave และ seismic surge

2.1.1 ลักษณะของคลื่นสึนามิ

ขนาดของคลื่นสึนามิมีความแตกต่างกันมาก คลื่นสึนามิที่มีขนาดความสูงเล็กที่สุดวัดความสูงได้ประมาณ 1 เซนติเมตร ส่วนคลื่นที่มีขนาดใหญ่นั้นมีขนาดสูง 10 เมตร และสามารถสูงได้ถึง 30 เมตร บนพื้นที่เกาะคลื่นสึนามิมีคาบตั้งแต่สิบนาทีไปจนถึงสองชั่วโมงและความยาวคลื่นมากกว่า 200 กิโลเมตร ขึ้นไปคลื่นเคลื่อนที่ด้วยความเร็วประมาณ 500 ถึง 1,000 กิโลเมตร/ชั่วโมง ในระดับน้ำทะเลเขตลึก ส่วนความเร็วคลื่นเมื่อกระทบชายฝั่งมีความเร็วเท่ากับ 10-15 เมตร/วินาที

จากรายงานสึนามิที่เกิดขึ้นวันที่ 26 ธันวาคม 2547 กับประเทศไทยนั้น อยู่ในระดับที่ 2 พื้นที่ได้รับผลกระทบสึนามิในประเทศไทยนั้นได้แก่ จังหวัดพังงา จังหวัดภูเก็ต จังหวัดกระบี่ จังหวัดระนอง จังหวัดตรัง และจังหวัดสตูล โดยเรียงลำดับจากพื้นที่ได้รับผลกระทบมาก ไปถึงพื้นที่ได้รับผลกระทบน้อยสามารถพิจารณาความเสียหายกับความสูงของคลื่นได้จากตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

ขนาดคลื่นสึนามิกับความเสียหายที่เกิดขึ้น

ขนาดของคลื่นสึนามิ	ความสูง (m.)	ความเสียหาย
-1	น้อยกว่า 0.5	ไม่มี
0	1	เสียหายเล็กน้อย
1	2-3	บ้านเรือน เรือเสียหาย
2	4-6	บ้านเรือนเสียหายผู้คนเสียชีวิต
3	10	เสียหายมากตามชายฝั่งมากกว่า 400 ม.
4	มากกว่า10	เสียหายมากตามชายฝั่งมากกว่า 500 ม.

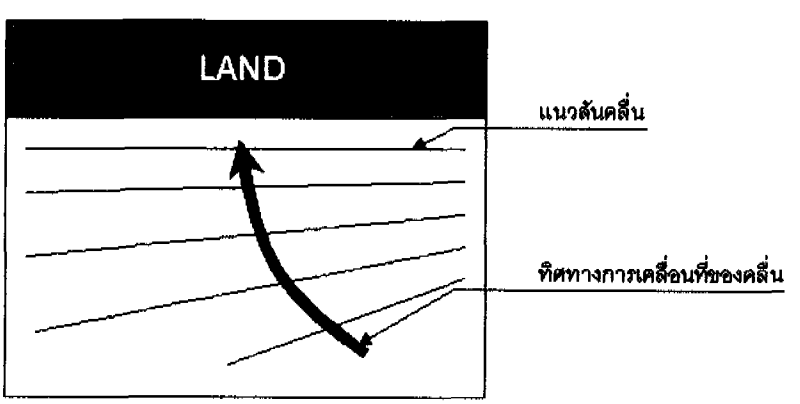
หมายเหตุ: ข้อมูลจากภาคผนวก ก

2.1.2 ทิศทางของคลื่นกระทบชายฝั่ง

การเคลื่อนที่ของคลื่นจะมีลักษณะเป็นแนวสันคลื่นยาวตลอด เมื่อเคลื่อนที่ผ่านระดับความลึกที่ต่างกัน เป็นผลทำให้ระดับความเร็วลดลงและเกิดการเลี้ยวเบนของคลื่น สามารถสังเกตได้จากภาพที่ 2.1 แสดงการเคลื่อนที่เริ่มต้นของแนวสันคลื่นและเกิดการเลี้ยวเบนของสันคลื่นเมื่อเคลื่อนที่เข้าสู่ชายฝั่งดังนั้นทิศทางแนวกระทำของคลื่นส่วนใหญ่จะเป็นในลักษณะขนานกับชายฝั่งทะเล

ภาพที่ 2.1

ทิศทางของกระแสคลื่นที่กระทบชายฝั่ง



2.1.3 แนวทางการออกแบบอาคารเพื่อรองรับผลกระทบที่เกิดจากสึนามิ

การศึกษาแนวทางที่เกี่ยวข้องป้องกันปรากฏการณ์สึนามิ เพื่อที่จะออกแบบอาคารให้ได้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นแบ่งแยกออกเป็น 2 แนวทางดังต่อไปนี้

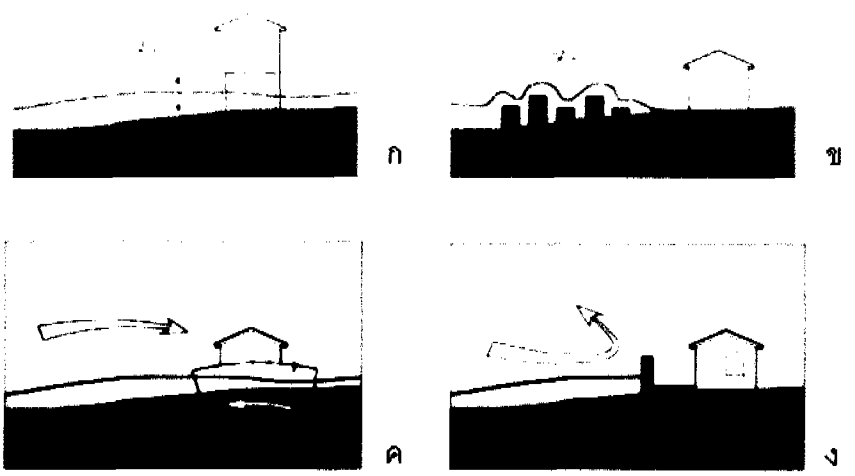
1) แนวทางการป้องกัน

ผลงานเรื่อง The CREST Project: Consolidated Reporting of Earthquakes and Tsunamis (Oppenheimer, 2005) เป็นแนวทางการป้องกันภัยสึนามิในพื้นที่ จากการรวมตัวกันของ U.S. Geological Survey, National Oceanographic, Atmospheric Administration, five western states เพื่อหาแนวทางการป้องกันภัยให้รวดเร็วที่สุด โดยแบ่งบทบาทหน้าที่สำคัญในการป้องกันออกเป็น 2 ส่วนคือ

(1) การออกแบบพื้นที่ให้ลดแรงกระทำต่อคลื่นน้ำโดยแบ่งการออกแบบเป็น 4 อย่างคือ

ภาพที่ 2.2

แนวทางออกแบบให้ลดแรงกระทำต่อคลื่นน้ำ



ที่มา: National Tsunami Hazard Mitigation Program, 2001.

หมายเหตุ: ก) การออกแบบให้ยกอาคารขึ้นสูงเพื่อหลบการปะทะกับคลื่นน้ำ (Avoiding)

ข) สร้างสิ่งกีดขวางเพื่อลดความเร็วคลื่นที่กระทบต่ออาคาร (Slowing)

ค) ปรับมุมองศาอาคารเพื่อลดผลกระทบกับอาคารโดยตรง (Steering)

ง) การออกแบบโครงสร้างกำแพงกันคลื่นน้ำเพื่อต้านแรงน้ำ (Blocking)

(2) บทบาทหน้าที่ของการวางผังบริเวณเพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดจากภัยพิบัติสึนามิ โดยออกแบบกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่ออันตรายให้เป็น พื้นที่เปิดโล่งเช่น สถานที่จอดรถ พื้นที่ออกกำลังกายกลางแจ้ง หรือสวนสาธารณะ

2) แนวทางประเมินความเสี่ยงของสึนามิ (Tsunami Risk Assessment)

ความเสี่ยงของคลื่นสึนามิที่จะเกิดขึ้นนั้นได้มีการวิจัยของ (Rabinovich, 1996 - 1998) วิจัยเรื่อง Tsunami risk estimation (1996 - 1998) พยายามประเมินและทำนายสึนามิในอนาคต โดยคาดเดาความสูงมากที่สุดของคลื่นที่จะกำเนิดในช่วงเวลา 5, 10, 20, 50, 100 ปี และใช้ข้อมูลแผ่นดินไหวเข้ามาร่วมกับการวิเคราะห์ (ระดับแผ่นดินไหว 8.1, 8.4, 8.7 ริกเตอร์) ผลที่ได้จากการวิเคราะห์คือความสูงที่ระยะเวลา 50 ปี คลื่นจะสูง 13เมตร (กรณีเลวร้ายสุดจะอยู่ที่ 15 เมตร เพิ่มไปอีก 2 เมตร) และระยะเวลา 100 ปี คลื่นจะสูง 25 เมตร (กรณีเลวร้ายสุดจะอยู่ที่ 27 เมตร เพิ่มไปอีก 2 เมตร)

ความเสี่ยงของความสูงคลื่นสึนามินั้นมีผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินของมนุษย์ ได้ถูกกล่าวไว้ในวิจัยของ (Kawata, 2005) วิจัยเรื่อง Disaster mitigation due to next Nankai earthquake tsunamis occurring in around 2035 อธิบายถึงคลื่นสึนามิที่เกิดขึ้นในญี่ปุ่นและแสดงกราฟความสัมพันธ์ ความสูงของคลื่นสึนามิกับจำนวนคนตาย โดย Kawata กล่าวถึงความเสี่ยง ณ ความสูงของคลื่นที่ 2 เมตร คนจะตายน้อยมากประมาณ 1% แต่ถ้ามากกว่า 2 เมตร จะตายเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากและแนวโน้มของแผ่นดินไหวจากข้อมูลญี่ปุ่นที่บันทึกไว้บอกถึงจำนวนครั้งที่เกิดจะมีมากขึ้นเรื่อย ๆ กับระดับความแรงที่สึนามิจะเกิดขึ้นในอนาคตก็ไม่สามารถที่จะทำนายได้แน่นอน อันเนื่องมาจากไม่สามารถระบุถึงความรุนแรงของระดับของแผ่นดินไหวได้ชัดเจนและตำแหน่งที่เกิดแผ่นดินไหว ซึ่งแนวทางการแก้ไข Kawata ได้กล่าวถึงอาคารบริเวณริมชายฝั่งควรที่จะยกสูงขึ้นประมาณ 3 เมตร เหนือระดับผิวน้ำ ส่วนพื้นที่หลังชายฝั่งทะเลไม่จำเป็นเพราะคลื่นจะลดความแรงและความเร็วลงจากพื้นดินที่เสียดสีอยู่ตลอดทางการเคลื่อนที่

การออกแบบอาคารนั้นจำเป็นที่จะต้องรู้ถึงผลกระทบของคลื่นที่เกิดขึ้นกับอาคารเพื่อพัฒนาแนวทางการออกแบบให้เหมาะสมและปลอดภัยมากขึ้น การศึกษาแนวโน้มความเสียหายที่เกิดขึ้นก็เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อแก้ไขปัญหาได้ โดยความเสียหายที่สามารถเกิดได้กับตัวอาคารนั้นส่วนใหญ่มาจากแรงดันของคลื่น เนื่องมาจากแรงดันทำให้กรอบอาคารเกิดการโก่งงอและบีบอัดทุกทิศทางเป็นผลให้พังทลายได้ในที่สุด (ภาพที่ 2.3) ดังนั้นแนวทางการลดแรงกระทำนั้นคือการออกแบบกรอบอาคารที่สามารถหลบหลีกการปะทะโดยตรงกับคลื่นน้ำ จากแนวทางการป้องกันข้างต้นวิธีที่มีความหน้าสนใจทางด้านสถาปัตยกรรมคือ การออกแบบให้พื้นอาคารยกสูงขึ้นกับและประกอบกับการออกแบบปรับลักษณะกรอบอาคารให้มีความเหมาะสมกับทิศทางการไหลของน้ำมากยิ่งขึ้น

ภาพที่ 2.3

ลักษณะผลกระทบของแรงดันต่อกรอบอาคาร

ที่มา: National Tsunami Hazard Mitigation Program, 2001.

2.2 แรงกระทำกับอาคาร

เมื่อคลื่นเคลื่อนที่กระทบกับสิ่งกีดขวางเป็นผลให้เกิดแรงเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม อันเนื่องมาจาก แรงดันที่กระทำกับสิ่งกีดขวาง ซึ่งเรียกว่า Pressure Drag และแรงที่เกิดจากการเสียดสีของกระแสน้ำกับสิ่งกีดขวางนั้น ๆ เรียกว่าแรงต้านการเคลื่อนที่ของคลื่นหรือ Friction Drag

2.2.1 แรงดันของคลื่นน้ำ (Pressure Drag)

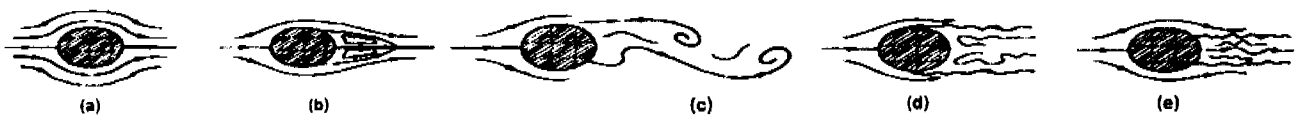
แรงดันของคลื่นน้ำคือความแตกต่างของแรงดันระหว่างด้านหน้ากับด้านหลังของสิ่งกีดขวาง ยกตัวอย่างเช่น การเดินในสระน้ำจะพบว่ามีแรงต้านการเดินทำให้รู้สึกเหมือนถอยหลังกลับ สาเหตุนั้นมาจากปริมาณของแรงดันน้ำที่มีความแตกต่าง โดยแรงดันที่ด้านหน้าจะมีมากและที่ด้านหลังจะมีน้อย ผลจากความต่างกันของแรงดันที่มากพอทำให้เกิดการไหลวนของกระแสน้ำ (Turbulence)

2.2.2 แรงต้านการเคลื่อนที่ของคลื่น (Friction Drag)

แรงต้านการเคลื่อนที่ของคลื่นคือการสัมผัสระหว่างกระแสน้ำกับพื้นผิวสิ่งกีดขวาง ลักษณะการเคลื่อนหลังจากการเสียดสีนั้นจะเกิดได้หลายรูปแบบ โดยขึ้นอยู่กับเกิดจากปัจจัย 3 อย่างได้แก่ค่าความหนืดของของเหลว (Viscosity) ค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของเหลว (Velocity) และระยะทางการเคลื่อนที่ (Distance) สามารถอธิบายผลกระทบจากปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ได้จากภาพ 2.4

ภาพที่ 2.4

ลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำที่แตกต่างกัน



ที่มา: Aerospace Engineering Departments, 2005.

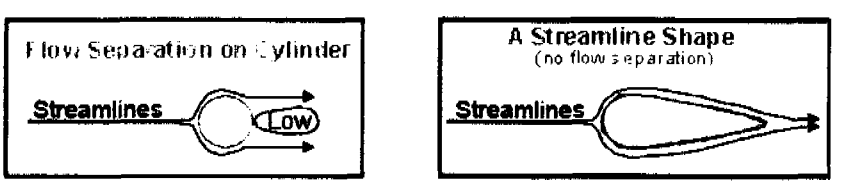
รูปภาพ (a) แสดงลักษณะของการเคลื่อนที่ของของเหลวที่มีความหนืดสูงหรือความเร็วในการเคลื่อนที่ต่ำเป็นผลทำให้ไม่มีการแบ่งแยกแนวการเคลื่อนที่ซึ่งสามารถสังเกตได้จากพื้นที่ด้านหลังของสิ่งกีดขวางและเมื่อความเร็วของการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นหรือความหนืดน้อยลงถึงระดับหนึ่งจะทำให้เกิดการแยกแนวการเคลื่อนที่และเกิดการไหลวนของกระแสน้ำในที่สุด สามารถสังเกตได้จากพื้นที่ด้านหลังของสิ่งกีดขวางของรูป (b) - (e)

ลักษณะของการเคลื่อนที่ของคลื่นสามารถอธิบายคลื่นได้โดยค่า Reynolds Number (Re) ผลที่ได้จากการคำนวณถ้ามากกว่า 10^6 จะสามารถอธิบายลักษณะของการไหลของคลื่นได้ว่าเป็นการเคลื่อนที่แบบไหลวน (Turbulence Flow) เมื่อพิจารณาจากปรากฏการณ์สึนามิที่เกิดขึ้นค่า Re =$1.377x10^8$ ซึ่งสูงกว่า 10^6 ทำให้ลักษณะของการไหลเวียนที่เกิดขึ้นนั้นมีลักษณะแบบไหลวน (ภาคผนวก ข)

แนวทางการลดความแตกต่างแรงดันของคลื่นน้ำที่เกิดขึ้นสามารถทำได้โดยใช้ Streamlines (ภาพที่ 2.5) หลักการของ Streamlines นั้นได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ เพิ่มศักยภาพของรูปทรงยานยนต์ให้สามารถลดแรงที่ปะทะให้มากที่สุดการ ในศึกษาครั้งนี้ได้นำแนวทาง Streamlines เข้ามาประยุกต์ใช้กับสถาปัตยกรรมเพื่อเพิ่มแนวทางการออกแบบให้เกิดความเหมาะสมโดยอาศัยบ้านพักอาศัยผู้ประสบภัย เป็นกรณีศึกษา

ภาพที่ 2.5

รูปทรงที่พัฒนาจากการใช้ Streamlines



ที่มา: Preston, 2005.