

คำนำ

จากการทำวิทยานิพนธ์ในระดับปริญญาเอกของนายชาญชัย ศรีสุธรรม เรื่อง Tsunami Deposit Characteristics at the Thai Andaman Coast เพื่อให้วิทยานิพนธ์ดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อสาธารณะ และกรมชลประทาน ในด้านการป้องกันและบรรเทาภัยอันเกิดจากน้ำ วิทยานิพนธ์ดังกล่าวจึงได้ถูกนำมาพิจารณา และจัดทำแนวทางในการศึกษาตะกอนสึนามิเพื่อประเมินหาข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับการประเมินพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการไหลบ่าเข้าท่วมของสึนามิ เพื่อการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งอย่างยั่งยืนต่อไป

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	1
บทกัศย่อ	5
บทนำ	5
วิธีดำเนินงาน	6

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 ตะกอนสีนามีที่พบในพื้นที่ประสบภัย (ก, ข) และลักษณะของตะกอนสีนามีตามแนวบ่อขุดเก็บตัวอย่างในแนวยาวที่ตั้งชายกับชายฝั่ง (ค)	7
รูปที่ 2 พื้นที่แสดงการตกตะกอนของตะกอนสีนามีตามแนวยาวที่ตั้งฉากกับชายฝั่ง; (1) พื้นที่ที่ตะกอนถูกกัดเซาะ(erosion zone) จะพบลักษณะการถูกกัดเซาะของพื้นที่ชายฝั่งรวมถึงการหัก โค่นของคันไม้, (2) พื้นที่การตกตะกอนของตะกอนสีนามี (deposition zone) ตะกอนจะมีขนาดใหญ่ในบริเวณใกล้ชายฝั่งและตะกอนจะมีขนาดเล็กในบริเวณที่ไกลชายฝั่ง, (3) พื้นที่ใกล้จุดสิ้นสุดการท่วมของสีนามี (limit of inundation) จะไม่พบตะกอนสีนามี เนื่องจากการไหลกลับหรือลดระดับของน้ำที่ท่วมซึ่งจะพาตะกอนที่มีขนาดเล็กกลับลงสู่ทะเลหรือพื้นที่ต่ำ	8
รูปที่ 3 รูปตัดตามยาวแสดงความสูงและความเร็วของสีนามีในพื้นที่หาดอ่าวเคยและหาดคึกคัก จังหวัดพังงา	10
รูปที่ 4 (a) แผนที่แสดงการท่วมของสีนามี บริเวณหาดคึกคัก, (b) ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณหาดคึกคักหลังจากเหตุการณ์สีนามีเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547	10
รูปที่ 5 ตัวอย่างการพัฒนาทางกายภาพเพื่อป้องกันหรือบรรเทาภัยสีนามีสำหรับพื้นที่ชายฝั่ง	11
รูปที่ 6 แผนผังแสดงกระบวนการศึกษาตะกอนสีนามีเพื่อนำไปสู่การพัฒนาชายฝั่งอย่างยั่งยืน	12

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	ความสูงและความเร็วของสึนามิบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย	9

การศึกษาตะกอนสึนามิเพื่อการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งอย่างยั่งยืน

ดร.ชาญชัย ศรีสุธรรม

ส่วนปฐพีกลศาสตร์ สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา กรมชลประทาน

E-mail: chanchai50@yahoo.com

บทคัดย่อ

การพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่ประสบภัยหรือมีความเสี่ยงภัยสึนามิ ควรมีแนวทางที่ชัดเจนและสอดคล้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วหรือจะเกิดขึ้นในอนาคต การเรียนรู้และเข้าใจในสึนามิจะช่วยให้เราสามารถเตรียมการป้องกันและบรรเทาภัยที่เกิดจากสึนามิได้ ผลที่ได้จากการศึกษาลักษณะและคุณสมบัติของตะกอนสึนามิ อันประกอบด้วย ขนาดตะกอน ระยะทางที่ตะกอนตกทับถมจากชายฝั่ง และจำนวนชั้นของตะกอน สามารถนำไปวิเคราะห์หาความสูงและความเร็วของสึนามิที่ไหลเข้าท่วมพื้นที่ชายฝั่งได้ ข้อมูลทั้งสองนี้จะถูกนำไปใช้ในการจัดทำแผนที่แสดงการท่วมของสึนามิบริเวณพื้นที่ชายฝั่งได้ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งอย่างยั่งยืนต่อไป

Abstract

The criteria for a coastal development at tsunami affected areas has to be presented according to the occurrence of the past or future tsunamis. Learning and understanding of tsunamis will help us to prepare the protection and mitigation. The results obtained from the study of tsunami deposit such the sizes of sediments, the distances of sediments from shoreline and the numbers of sediment layers can be reconstructed for the heights and velocities of tsunami flood. Those properties initiate a tsunami flooding map which can be used for a sustainable development at the tsunami affected areas.

บทนำ

สึนามิเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 ทำให้เกิดความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินของคนไทยที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน รวมไปถึงนักท่องเที่ยวต่างชาติ เป็นจำนวนมาก สิ่งที่สึนามิทิ้งไว้เป็นหลักฐานและยังสร้างความหวาดกลัวให้กับคนทั่วไป คือ ภาพของความสูญเสียที่เกิดขึ้น การฟื้นฟูและพัฒนาพื้นที่ประสบภัยจากสึนามิได้มีการดำเนินการเป็นลำดับ สิ่งหนึ่งที่เราทุกคนควรตระหนักคือการเตรียมการป้องกันหรือบรรเทาภัยที่จะเกิดจากสึนามิในอนาคต การศึกษาตะกอนสึนามิสามารถนำไปสู่แนวทางในการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งให้สอดคล้องกับเหตุการณ์สึนามิที่เกิดขึ้นแล้วหรืออาจจะเกิดขึ้นอีกได้ บทความนี้นำเสนอวิธีการศึกษาตะกอนสึนามิอันนำไปสู่แนวคิดในการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งอย่างยั่งยืน

วิธีดำเนินงาน

1. การศึกษาตะกอนสึนามิ

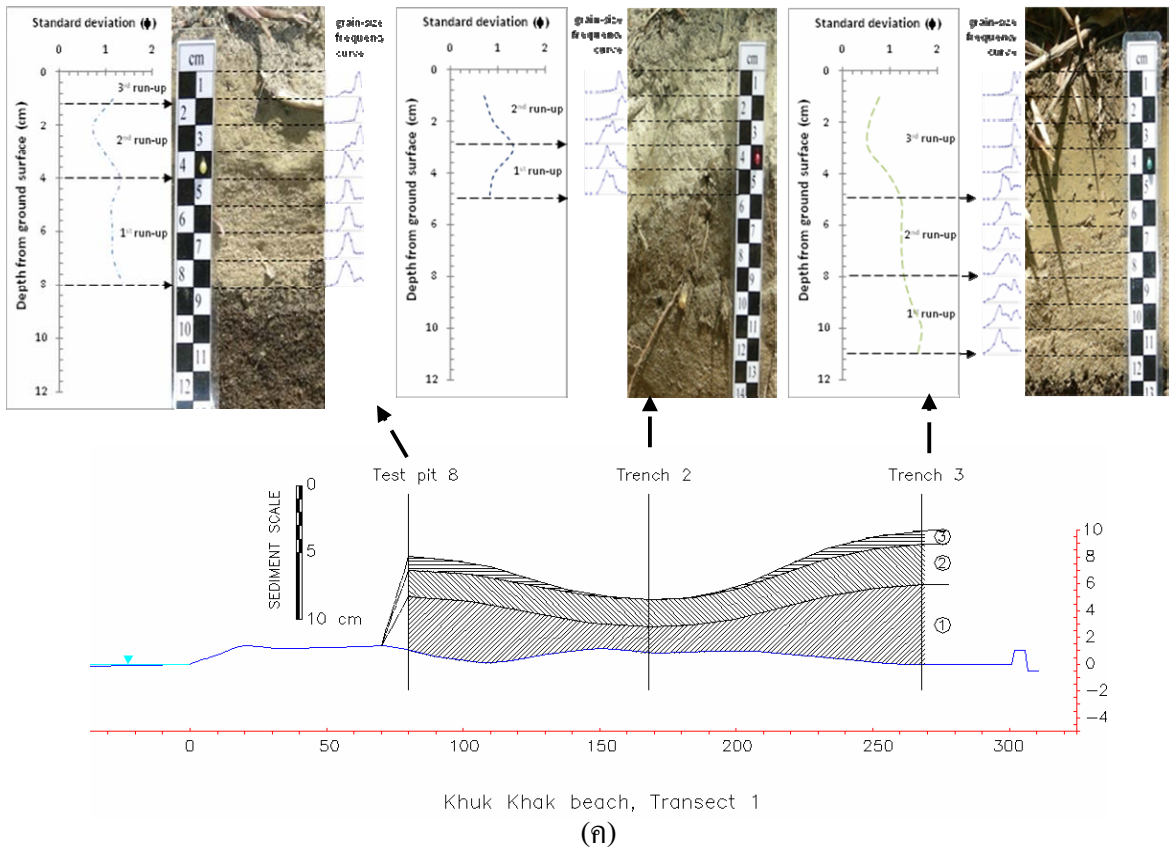
ตะกอนสึนามิ เกิดจากการที่สึนามิไหลเข้าท่วมพื้นที่ชายฝั่ง แล้วกัดเซาะและนำพาตะกอนจากในทะเล ชายหาด หรือบนฝั่ง ไปตกทับถมบริเวณที่สึนามิท่วมถึง จากอดีตจนถึงปัจจุบันมีนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรจำนวนมากทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับตะกอนสึนามิโดยที่มีผลของการศึกษาออกมาให้เห็น ในรูปของขนาดของตะกอน การกระจายตัวของตะกอน ระยะทางการตกตะกอน จำนวนชั้นของตะกอน และคุณสมบัติที่แตกต่างจากการตกทับถมของตะกอนชนิดอื่นๆ เป็นต้น



(ก)



(ข)



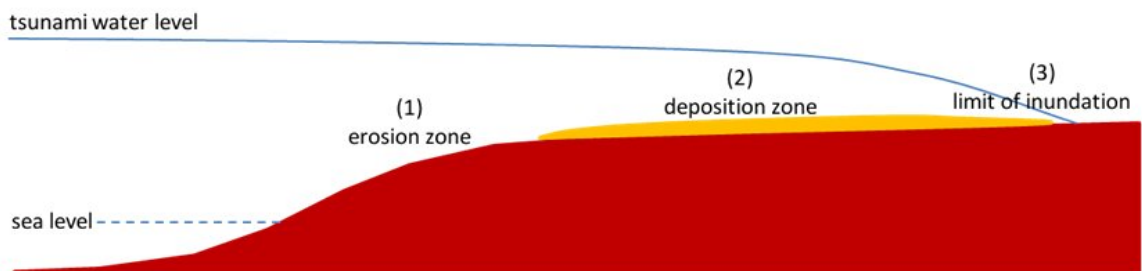
รูปที่ 1 ตะกอนสีนํามีที่พบในพื้นที่ประสบภัย (ก, ข) และลักษณะของตะกอนสีนํามีตามแนวบ่อขุดเก็บตัวอย่างในแนวยาวที่ตั้งชายกับชายฝั่ง (ค)

จากการศึกษาตะกอนสีนํามีบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทยของผู้เขียน พบว่าลักษณะของตะกอนสีนํามี มีลักษณะดังต่อไปนี้

- ตะกอนสีนํามีจะสามารถพบได้ง่ายบริเวณพื้นที่ห่างจากชายฝั่ง 50-200 เมตร พื้นที่ชายฝั่งที่สีนํามีไหลท่วม สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ 1) บริเวณที่ถูกสีนํามีกัดเซาะโดยเริ่มจาก

ชายฝั่งไปจนถึงเนินทรายหลังหาด 2) บริเวณที่ตะกอนสีนามิตกทับถม และ 3) บริเวณที่เป็นจุดสิ้นสุดของการท่วมถึงของสึนามิ ถัดกันเป็นลำดับเข้าไปในแผ่นดิน

- ความหนาของตะกอนสีนามิที่ตกทับถมบนฝั่งผันแปรไปตามสภาพภูมิประเทศของชายฝั่งนั้นๆ
- ตะกอนสีนามิประกอบด้วยตะกอนที่มีความหลากหลาย ได้แก่ กรวด ทราย ดินเหนียว ตะกอนทราย และเศษหอย ซึ่งขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของตะกอน
- รอยต่อของชั้นตะกอนสีนามิกับชั้นดินเดิมมีลักษณะเรียบ มีเศษหรือกลุ่มของตะกอนที่ถูกกัดเซาะอยู่ที่บริเวณฐานของชั้นตะกอนสีนามิ
- ตะกอนสีนามิจะมีขนาดเล็กและมีการจัดเรียงตัวดีขึ้นตามระยะทางที่ตะกอนตกทับถมไปบนฝั่งจากชายฝั่งทะเล
- ตะกอนสีนามิที่มีขนาดเล็กโดยมากจะถูกกัดเซาะและนำพามาจากท้องทะเล ตะกอนสีนามิที่มีขนาดใหญ่โดยมากจะถูกกัดเซาะและนำพามาจากบริเวณชายหาดหรือเนินทรายหลังหาด
- ชั้นตะกอนสีนามิประกอบด้วยชั้นย่อยหลายชั้นซึ่งเกิดจากการที่มีการไหลท่วมของสึนามิหลายครั้ง ในชั้นตะกอนย่อยโดยมากตะกอนที่อยู่ด้านล่างจะตกทับถมช่วงที่สึนามิไหลท่วมฝั่ง และตะกอนที่อยู่ด้านบนจะตกทับถมช่วงที่สึนามิไหลกลับลงทะเลหรือช่วงที่สึนามิลดระดับ
- บริเวณส่วนล่างของชั้นตะกอนสีนามิจะประกอบด้วยตะกอนที่มีขนาดหลากหลายมากกว่าตะกอนที่อยู่ช่วงบนของชั้นตะกอนสีนามิ



รูปที่ 2 พื้นที่แสดงการตกตะกอนของตะกอนสีนามิตามแนวชายฝั่งที่ตั้งฉากกับชายฝั่ง; (1) พื้นที่ที่ตะกอนถูกกัดเซาะ (erosion zone) จะพบลักษณะการถูกกัดเซาะของพื้นที่ชายฝั่ง รวมถึงการหักโค่นของต้นไม้, (2) พื้นที่การตกตะกอนของตะกอนสีนามิ (deposition zone) ตะกอนจะมีขนาดใหญ่ในบริเวณใกล้ชายฝั่งและตะกอนจะมีขนาดเล็กในบริเวณที่ไกลชายฝั่ง, (3) พื้นที่ใกล้จุดสิ้นสุดการท่วมของสึนามิ (limit of inundation) จะไม่พบตะกอนสีนามิ เนื่องจากการไหลกลับหรือลดระดับของน้ำที่ท่วมซึ่งจะพาตะกอนที่มีขนาดเล็กกลับลงสู่ทะเลหรือพื้นที่ต่ำ

2. การไหลเข้าท่วมฝั่งของสึนามิ

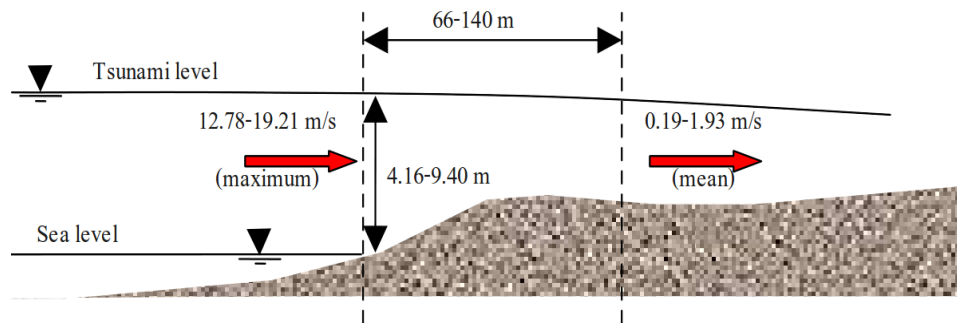
จากลักษณะของตะกอนสึนามิ สามารถวิเคราะห์ประเมินลักษณะการไหลท่วมฝั่งของสึนามิได้ ดังนี้

- มีสึนามิจำนวน 3 ลูก ไหลเข้าท่วมพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย
- การไหลเข้าท่วมของสึนามิจะกัดเซาะพื้นที่บริเวณชายหาด (beach) และเนินทรายหลังหาด (dune) จากนั้นจะพาตะกอนที่กัดเซาะไปตกทับถมบริเวณพื้นที่หลังเนินทรายเข้าไปในฝั่ง จนถึงจุดสิ้นสุดที่สึนามิท่วมถึง (limit of inundation) ซึ่งตะกอนสึนามิจะมีขนาดเล็กลงตามระยะทางที่สึนามิท่วมถึงจากชายฝั่งทะเลเข้าไปในแผ่นดิน
- สึนามิแต่ละลูกจะทำให้เกิดการทับถมของตะกอนที่เป็นลักษณะเฉพาะตัวของตะกอนสึนามิ
- ตะกอนสึนามิที่เกิดจากสึนามิลูกแรกจะมีขนาดใหญ่กว่าตะกอนสึนามิที่เกิดจากสึนามิลูกถัดไป
- การไหลเข้าท่วมของสึนามิสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างรวดเร็ว คือ การไหลจะปั่นป่วนตอนสึนามิไหลเข้าท่วมในช่วงแรก และจะตามมาด้วยการที่ระดับน้ำอยู่นิ่งตลอดแนวการท่วมของสึนามิ จากนั้นจะเกิดการไหลแบบปั่นป่วนอีกครั้งเมื่อสึนามิลดระดับหรือไหลกลับลงสู่ทะเล

จากการศึกษาของผู้เขียน พบว่าความสูงและความเร็วของสึนามิที่ไหลเข้าท่วมชายฝั่งในบริเวณพื้นที่ศึกษา จากการวิเคราะห์คำนวณกลับ โดยใช้คุณสมบัติของตะกอนสึนามิ เป็นดังตารางที่ 1 ซึ่งความสูงของสึนามิมีความใกล้เคียงกับผลการสำรวจในสนามหลังจากเหตุการณ์สึนามิเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 เมื่อมองภาพรวมของข้อมูลเพื่อการใช้เป็นองค์ประกอบในพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งเพื่อป้องกันและบรรเทาภัยจากสึนามิสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3

ตารางที่ 1 ความสูงและความเร็วของสึนามิบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย

พื้นที่ศึกษา	ความสูงของสึนามิ จากระดับน้ำทะเล (m)	ความเร็วสูงสุด ของสึนามิที่หน้า หาด (m/s)	ความเร็วของสึนามิบนฝั่ง	
			ตำแหน่งจาก ชายฝั่ง (m)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)
หาดอ่าวเคย จังหวัดพังงา	4.16-4.91	12.78-13.88	66-319	1.30-1.93
หาดคึกคัก 1 จังหวัดพังงา	5.43	14.60-19.21	140-514	1.35
หาดคึกคัก 2 จังหวัดพังงา	8.20-9.40	14.60-19.21	70-446	0.19-0.44



รูปที่ 3 รูปตัดตามยาวแสดงความสูงและความเร็วของสึนามิในพื้นที่หาดอ่าวเคยและหาดคึกคัก จังหวัดพังงา

จากรูปที่ 3 และลักษณะของตะกอนสึนามิ กล่าวได้ว่าที่บริเวณชายหาด สึนามิจะมีความเร็วสูง และจะมีพลังงานมากตามความเร็ว สึนามิจะกัดเซาะชั้นดินหรือตะกอนบริเวณชายหาดไปจนถึงเนินดิน หลังหาดเป็นปริมาณมาก เมื่อสึนามิไหลขึ้นฝั่งแล้วจะมีการสูญเสียพลังงานเป็นจำนวนมากที่พื้นที่ช่วง 0-140 เมตร จากชายฝั่งเข้าไปในแผ่นดิน โดยเห็นได้จากความเร็วของสึนามิที่ลดลงอย่างมาก ตะกอนสึนามิ จะเริ่มตกทับถมตั้งแต่วัดระยะ 50 เมตร จากชายฝั่งเข้าไปในแผ่นดิน ที่ระยะตั้งแต่ 140 เมตร จากชายฝั่งเข้าไป ความเร็วของสึนามิจะต่ำลงจนถึง ไม่มีความเร็วที่บริเวณไกลสุดที่สึนามิท่วมถึง

3. แผนที่แสดงการท่วมของสึนามิ

แผนที่แสดงการท่วมของสึนามิ บริเวณหาดคึกคักสามารถจัดทำขึ้นได้ โดยการนำความสูงและความเร็วของสึนามิที่ได้จากการประเมิน ไปซ้อนทับกับภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite image) และแบบจำลองความสูงดิจิทัล (Digital Elevation Model, DEM) ดังรูปที่ 4(a) ในแผนที่แสดงการท่วมของสึนามิจะแสดงระยะการไหลท่วมและความเร็วของสึนามิ ซึ่งพบว่าพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมมีความสอดคล้องกับพื้นที่สังเกตเห็นตะกอนสึนามิที่ปกคลุมพื้นที่หลังการเกิดสึนามิ (พื้นที่สีน้ำตาลในรูปที่ 4(b))



(a)



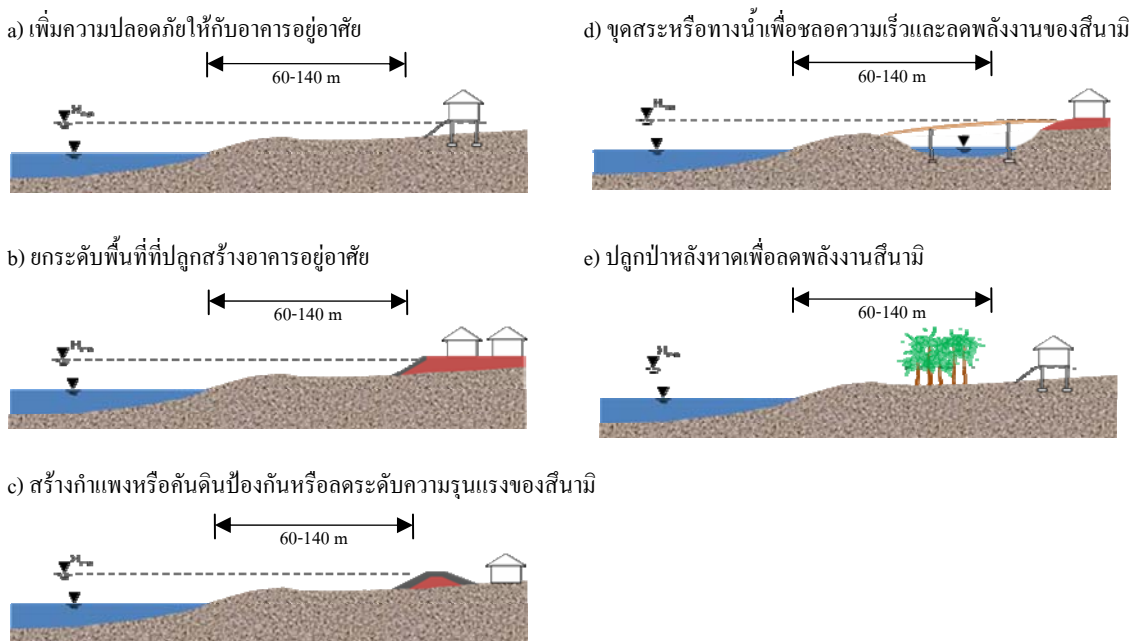
(b)

รูปที่ 4 (a) แผนที่แสดงการท่วมของสึนามิ บริเวณหาดคึกคัก, (b) ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณหาดคึกคัก หลังจากเหตุการณ์สึนามิเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547

4. การพัฒนาชายฝั่งอย่างยั่งยืน

หลักเกณฑ์ในการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งที่ประสบภัยหรือเสี่ยงภัยสึนามิ เพื่อการป้องกันและบรรเทาภัยจากสึนามิ ประกอบด้วย 1) การวางแผนการใช้ที่ดิน และข้อกำหนดในการออกแบบและก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่เสี่ยงภัย ให้สอดคล้องกับสึนามิที่จะเกิดขึ้นในอนาคต 2) เส้นทางหนีภัยสึนามิไปยังพื้นที่ปลอดภัย 3) การก่อสร้างอาคารป้องกันคลื่นสึนามิ หรืออาคารสลายพลังงานสึนามิ 4) การยกระดับพื้นดินบริเวณที่จะปลูกสร้างอาคาร 5) ให้ความมั่นใจว่าอาคารต่างๆ ที่จะสร้างขึ้นใหม่ รวมถึงบริเวณที่หลับนอน ต้องปลอดภัยจากสึนามิ 6) ถ่ายทอดองค์ความรู้ความเข้าใจในสึนามิ และสร้างความตระหนักต่อการภัยจากสึนามิแก่ผู้คนรุ่นต่อรุ่น

จากหลักเกณฑ์ข้างต้นและการศึกษาตะกอนสึนามิ รวมถึงการวิเคราะห์หาคความสูงและความเร็วของสึนามิที่ไหลเข้าท่วมชายฝั่ง ผู้เขียนได้เสนอรูปแบบในการพัฒนาชายฝั่งในพื้นที่ที่เกิดหรือเสี่ยงภัยสึนามิ ดังรูปที่ 5 โดยที่พื้นที่นอนหลับของอาคารที่อยู่อาศัยจะต้องปลอดภัยจากสึนามิโดยต้องอยู่สูงกว่าระดับที่สึนามิท่วมถึง(รูปที่ 5a) ผนังและหน้าต่างในชั้นที่ถูกแรงกระทำจากสึนามิจะต้องพังทลายได้ง่ายเพื่อลดแรงกระทำที่จะกระทำต่อเสาอาคาร การยกระดับพื้นดินให้สูงกว่าระดับที่สึนามิท่วมถึงในพื้นที่สิ่งปลูกสร้างควรกระทำทุกที่หากทำได้(รูปที่ 5b) การสร้างกำแพง เขื่อนป้องกันคลื่น ถนนเลียบชายหาดจะช่วยลดความเร็ว สลายพลังงานสึนามิ และลดระยะทางที่สึนามิจะไหลท่วมได้(รูปที่ 5c) การสร้างสะพานน้ำขนาดใหญ่และสะพานเชื่อมต่อจากที่พักอาศัยไปยังชายหาดจะช่วยลดความเร็วการไหลท่วม ลดพลังงานสึนามิ และยังทำให้เกิดความสวยงามสำหรับที่พักอาศัยบริเวณชายฝั่ง(รูปที่ 5d) ในพื้นที่ประสบภัยหรือเสี่ยงภัยสึนามิที่ความเสี่ยงของการเกิดสึนามิอยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงปานกลาง การปลูกป่าในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งโดยห่างจากชายฝั่งทะเลในระยะทางที่เหมาะสม จะสามารถลดพลังงานสึนามิได้(รูปที่ 5e)

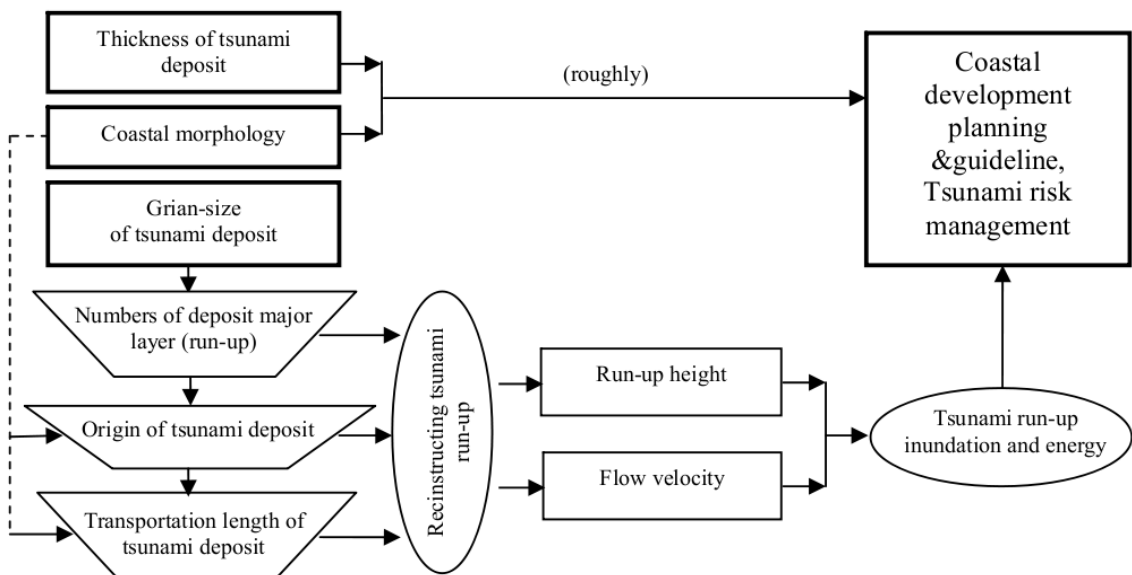


รูปที่ 5 ตัวอย่างการพัฒนาทางกายภาพเพื่อป้องกันหรือบรรเทาภัยสึนามิสำหรับพื้นที่ชายฝั่ง

จากการประเมินความเสี่ยงของการเกิดสึนามิขนาดความสูงประมาณ 5 เมตร ที่บริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย พบว่าอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือ รอบเกิดซ้ำจะอยู่ที่ประมาณ 500-2,000 ปี และจากการศึกษาสึนามิโบราณโดยคณะอาจารย์จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบหลักฐานทางธรณีวิทยาที่ยืนยันได้ว่าในอดีตประเทศไทยเคยเกิดสึนามิขึ้นมาแล้วและเหตุการณ์ครั้งก่อนเหตุการณ์วันที่ 26 ธันวาคม 2547 เกิดขึ้นเมื่อประมาณ 600 ปีที่ผ่านมา ดังนั้นรูปแบบการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งอย่างยั่งยืนสำหรับพื้นที่เสี่ยงภัยหรือประสบภัยสึนามิของประเทศไทยควรพิจารณาการจัดการเรื่องการจัดการสิ่งปลูกสร้างและการปลูกป่าชายฝั่งเป็นสำคัญ โดยที่พื้นที่ ช่วง 0-140 เมตรจากชายฝั่ง ควรเป็นพื้นที่ที่ตั้งสำหรับการปลูกป่าชายหาด โดยพื้นที่ป่าควรอยู่ห่างจากชายฝั่งมากที่สุดเท่าที่ทำได้ในช่วงที่แนะนำนี้ เพื่อหลีกเลี่ยงพื้นที่บริเวณที่ถูกกัดเซาะโดยสึนามิ ซึ่งการปลูกป่าบริเวณดังกล่าวจะช่วยลดความรุนแรงของสึนามิได้ไม่มากเท่าที่ควร พื้นที่ที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินถัดจากพื้นที่ป่า สามารถกำหนดให้เป็นที่ตั้งของที่อยู่อาศัยของประชากรที่ไม่ต้องการอพยพย้ายถิ่นไปที่อื่นได้ โดยอาคารที่อยู่อาศัยควรออกแบบให้เป็นไปตามหลักวิศวกรรมเพื่อความมั่นคงแข็งแรงและต้านทานพลังงานที่เกิดจากการไหลท่วมของสึนามิได้

5. การศึกษาตะกอนสึนามิเพื่อการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่ง

กระบวนการในการศึกษาตะกอนสึนามิเพื่อเพิ่มเติมข้อมูลสึนามิสำหรับการนำไปใช้ในการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่ง ได้ถูกสรุปเป็นขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 6 หลังจากได้ข้อมูลจนเพียงพอแล้วการพัฒนาชายฝั่งจะต้องทำให้สอดคล้องกับเหตุการณ์สึนามิที่เกิดขึ้นแล้วหรือจะเกิดขึ้นในอนาคต



รูปที่ 6 แผนผังแสดงกระบวนการศึกษาตะกอนสึนามิเพื่อนำไปสู่การพัฒนาชายฝั่งอย่างยั่งยืน