Abstract

The goal of this study is to develop the mathematical model for computing beach deformation under the action of irregular waves. The beach deformation model consists of 5 sub-models i.e., wave model, undertow model, sediment concentration model, sediment transport model, and beach deformation model. Due to the time constrain, the present study concentrates only on the wave models for computing the representative wave heights, i.e. root mean square wave height (H_{rms}), significant wave height ($H_{1/3}$), and maximum wave height ($H_{\max}$). Common methods to model the representative wave heights transformation may be classified into four main approaches, i.e. representative wave approach, probabilistic approach, spectral approach, and conversion approach. For computing beach deformation, the wave model should be kept as simple as possible because of the frequent updating of wave field to account for the change of bottom profiles. The present study focuses on the representative wave approach and the conversion approach, as these appear to be the simple methods.

The representative wave approach relies on the macroscopic features of breaking waves and predicts only the transformation of representative wave heights. Many researchers have pointed out that the use of representative wave approach can give erroneous results in the computation of representative wave heights transformation. This study is carried out to investigate the possibility of simulating representative wave height transformation by using representative wave approach. A large amount and wide range of experimental conditions, covering small-scale, large-scale, and field experimental conditions, are used to calibrate and examine the model. The transformations of representative wave heights are computed from the energy flux conservation law. Various energy dissipation models of regular wave breaking are directly applied to the irregular wave model and test their applicability. Surprisingly, it is found that by using an appropriate energy dissipation model with new coefficients, the representative wave approach can be used to compute the representative wave heights with very good accuracy.

The conversion approach is used to convert the representative wave heights from one to another through the known relationships. The root mean square wave height (H_{rms}) is usually used as a reference wave height of the conversion because it is the output of many wave models. The well-known relationships are derived based on the Rayleigh distribution of wave heights. In shallow water, it has been pointed out by many researchers that the wave height distribution deviates from the Rayleigh distribution. However, it is not clear whether this deviation can lead to significant errors on the estimation of representative wave heights or not. Experimental data from small-scale, large-scale, and field experiments were used to examine the errors of the relationships derived from the Rayleigh distribution on estimating representative wave heights. The examination indicates that if H_{rms} is given, the relationships give overall very good estimations on $H_{1/3}$ but fair estimation on $H_{\max}$. The effect of wave breaking was empirically incorporated into the relationships. The new relationships give better estimation than the relationships derived from the Rayleigh distribution.

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของโครงการคือ พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับคำนวณการเปลี่ยนแปลงของพื้นท้องทะเลภายใต้การกระทำของคลื่นแบบไม่สม่ำเสมอ แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงของพื้นท้องทะเลนี้ ประกอบขึ้นจากแบบจำลองแบบจำลองย่อย ห้าแบบจำลองคือ wave model, undertow model, sediment concentration model, sediment transport model และ beach deformation model แต่เนื่องจาก แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงของพื้นท้องทะเล ครอบคลุมเนื้อหาค่อนข้างกว้าง และระยะเวลาของโครงการนี้ค่อนข้างจำกัด ดังนั้นรายงานนี้จะเน้นเฉพาะส่วนของ wave model สำหรับคำนวณการเปลี่ยนแปลงความสูงคลื่นตัวแทน ได้แก่ root mean square wave height (H_{rms}), significant wave height ($H_{1/3}$), และ maximum wave height ($H_{\max}$) ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญ ที่ในการคำนวณแบบจำลองอื่นๆ วิธีการจำลองการเปลี่ยนแปลงความสูงคลื่นตัวแทน สามารถแบ่งได้เป็น สี่วิธีหลักๆ คือ representative wave approach, probabilistic approach, spectral approach, และ conversion approach ในการคำนวณการเปลี่ยนแปลงของพื้นท้องทะเล แบบจำลองคลื่นควรจะเป็นแบบจำลองที่ง่ายและคำนวณได้เร็ว เพราะจะต้องมีการคำนวณหลายครั้งมาก เนื่องจากพื้นท้องทะเลจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นไปที่ representative wave approach และ conversion approach เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและคำนวณได้เร็ว เหมาะสมสำหรับการใช้ในการคำนวณการเปลี่ยนแปลงของพื้นท้องทะเล

วิธี representative wave approach จะสนใจที่ภาพรวมของคลื่นแตกและคำนวณเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของคลื่นตัวแทน นักวิจัยหลายท่านเชื่อว่าวิธีนี้ให้ผลการคำนวณที่ไม่ดีนัก ดังนั้นการศึกษานี้ทำขึ้นเพื่อทดสอบหาความเป็นไปได้ที่จะใช้วิธีนี้ในการคำนวณการเปลี่ยนแปลงของคลื่นตัวแทน โดยทดลองใช้แบบจำลองการสูญเสียพลังงานหลายๆแบบ จากการศึกษาพบว่าวิธี representative wave approach จะให้ผลการคำนวณที่ค่อนข้างดีมากเมื่อใช้แบบจำลองการสูญเสียพลังงานที่เหมาะสม

วิธี conversion approach เป็นการแปลงค่าจากคลื่นตัวแทนหนึ่ง ไปเป็นอีกค่าหนึ่งโดยใช้สมการความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นตัวแทน สมการความสัมพันธ์ที่ใช้กันได้มาจากการสมมุติว่าความสูงคลื่นมีการกระจายแบบ Rayleigh แต่มีนักวิจัยหลายท่านชี้ว่า การกระจายของความสูงคลื่นในช่วงน้ำตื้นค่อนข้างที่จะแตกต่างจากการกระจายแบบ Rayleigh ดังนั้นจึงไม่เป็นที่แน่ชัดว่าความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นตัวแทนโดยสมมุติว่าความสูงคลื่นมีการกระจายแบบ Rayleigh จะสามารถใช้ได้หรือไม่ในช่วงน้ำตื้น การศึกษานี้พบว่าสมการความสัมพันธ์นี้ ใช้ได้ดีมากในการคำนวณหา $H_{1/3}$ แต่ใช้ไม่ดีในการคำนวณหา $H_{\max}$ ในการศึกษานี้ได้มีการเพิ่มตัวแปรซึ่งแสดงผลกระทบของคลื่นแตกเข้าไปในสมการความสัมพันธ์ ทำให้สมการความสัมพันธ์ตัวใหม่ให้ผลการคำนวณที่ดีขึ้น