

# 論文の内容の要旨

論文題目「Research of Coastal Erosion in Thailand and Rational Methods  
for Planning Suitable Countermeasures」

(タイ国における海岸侵食と適切な対策を立案するための合理的手法の研究)

学位申請者 SILAROM KORNVISITH

キーワード：海岸侵食，海岸堤防と護岸，one-line モデル，平面2次元地形変化モデル，  
吸出し数値モデル

用水・治水・発電目的のためのダムや海運・漁業のための防波堤を造ったり、ダム湖や航路の維持のために土砂浚渫したり、コンクリート用骨材調達のために砂利採取するなどの人間の行為によって、山から海への土砂収支のバランスが壊されたことが主原因で、世界の各所で海岸侵食が顕在化してきた。海岸侵食が進み、砂浜幅が狭くなってくると、高波が海岸堤防や護岸に直接当たり、堤体前面で大きな洗堀が生じるようになって、越波量の増大や堤体損傷に繋がり、その陸側の交通や生活の安全性を著しく阻害する。さらに、前面洗堀が堤体前面の下端近くまで達すると、波が前面下端から堤体内へ侵入するようになり、堤体内の裏込め材が吸出しされるようになる。この吸出しが堤体内の空洞を大きくさせるため、多くの堤防や護岸が設計波より小さな波で壊れるようになる。

申請者は、母国のタイ王国でも、海岸線全長3,100kmの内約700kmが海岸侵食域に分類され、海岸侵食が深刻な問題になってきたことから、まず、タイ王国にて、大規模海岸構造物の設置が原因で海岸侵食が生じた二海岸を対象に、合理的な海岸侵食対策の検討法を提案した。海岸侵食の予測数値モデルには、波の場だけを計算し、沿岸方向の漂砂量の分布から、汀線か漂砂移動帯内の全等深線の変化を予測できるone-lineモデルと等深線モデルがある。これらの数値モデルは、海浜流の場を計算しないため、計算上の負担が軽く長期的侵食予測に向いている。海浜流の場も計算し、岸沖方向の漂砂量の分布も考慮するならば、海浜変化の計算予測精度は高くなる。このタイプのモデルを海浜流モデルと呼び、平面二次元と三次元の多くのモデルが存在するものの、計算容量が飛躍的に増えるため、台風来襲時などの短期的地形変化（洗堀など）に向いている。申請者は、スーパーコンピュータのような高級電子計算機を使わなくても、普通のPCで検討できるように、長期侵食予測にはone-lineモデルを、高波洗堀に対してはCa Thanh Vuの平面二次元地形変化モデルを選定して、良好な評価結果を得た。さらに、堤体からの裏込め材の吸出し対策についても、任意断面の堤体からの吸出しを予測できる数値モデルを、水理模型実験データを用いて開発した。そして、タイ王国だけでは必要なデータが揃った被災事例が少なかったため、日本国で

の被災事例も集めて、開発したモデルの適用性を確認した。

本論文は全4章から構成されている。

第1章では、本研究の背景、研究の目的および本論文の構成を示している。

第2章では、広域(数十km)内での長期的(数十年間)な汀線変化を予測できるone-lineモデルと、狭域(数km四方)内での大しけ(例えば、12時間作用する高波)による洗堀深を予測できる平面二次元モデルと、規則波と不規則波での越波量分析の組み合わせで、海岸侵食と安全性を検討できる手法が提案された。この手法の中で、長期間での海浜過程と短期間での海浜過程の両メカニズムが、one-lineモデルと平面二次元モデルによって正確に分析することができ、これと越波量分析の組み合わせが、侵食原因を明らかにして最も適切な対応策を突き止めるために使われるのである。申請者は、タイ王国でのKhlung Wan海岸とChumphon海岸へ本手法を適用することによって、本手法がタイ王国の海岸侵食を分析するために有用であることを確かめた。本手法によって、海岸の侵食原因と最適な対応策を決定できる。

第3章では、裏込め材の吸出しが極浅海域に建設された海岸構造物の破壊の主原因の1つであるのに拘らず、任意断面の海岸堤防や護岸内の裏込め材の吸出し量を予測できる数値モデルが無いので、このような吸出し量を予測できる数値モデルが開発された。この新しいモデルは、CADMAS-SURF(日本の沿岸開発技術研究センターによって開発された空洞体の中も含めた波・流れの場を予測できる数値モデル)と、吸出し量算定式+土砂の連続式から成り立つ。さらに、非常に細かな粒子の影響を適切に考慮できないと言うCADMAS-SURFの欠点を改善するために、いくつかの補正式が本モデルに組み込んである。このモデルの精度は、水理模型実験と、タイ王国と日本国の海岸での被災事例に対する再現計算によって確認された。申請者は、第2章の手法に本吸出し数値モデルを加えることによって、海岸侵食と安全性を検討するための手法の適用範囲を広げた。最終的に、洗堀と裏込め材の吸出しも含んだ海岸侵食に関する問題への対策が、数値モデル(one-lineモデル、平面二次元地形変化モデル、吸出し数値モデルから成る)と越波量分析を用いて、立案できる新しい手法を獲得できた。

第4章では、以下のように、第2章と第3章で得られた研究成果を総括した。

タイ王国の海岸侵食は、主に、マングローブ森林伐採、海岸施設や土地利用の不適切な計画などを含む人間活動によって引き起こされる。海岸侵食の原因は、現地調査、過去からの汀線変化解析、水理実験または数値シミュレーションによる検討によって評価され得ることから、申請者は、汀線変化モデル、平面二次元地形変化モデル、吸出し数値モデルから成る数値モデルと越波量分析を用いて、海岸侵食と安全性を検討する新しい手法を提案した。この手法を用いることで、海浜過程の物理的メカニズムを検討でき、ビジュアルな成果を獲得できる。このように、この手法は、海岸侵食とこれによる被害の防止対策を立案するための有用な道具になる。

# Abstract

## Research of Coastal Erosion in Thailand and Rational Methods for Planning Suitable Countermeasures

**Chapter 1 Introduction:** Coastal erosion is a severe problem in Thailand, a country where its boundary connected to the Thai Gulf and the Andaman Sea. Approximately 700 kilometers out of 3,100 kilometers of the total shoreline length are classified as erosion. There were many efforts on prevention and mitigation to coastal erosion; for example, many coastal structures were constructed. However, some of them were not able to work effectively. Some structures blocked the sediment transport in their areas then caused coastal erosion. When coastal erosion progresses and scour in the front of a coastal dike or a seawall becomes remarkable, incident waves come to invade from scour parts into their bodies and backfilling materials inside their bodies come to flow out. Because this out-flow of backfilling materials enlarges the cave inside the body, many dikes and seawalls will be broken by incident waves smaller than a design wave. This research aims to propose rational methods for planning suitable countermeasures to coastal erosion, scour and out-flow of backfilling materials by using pieces of literature, field surveys, and numerical simulation models.

**Chapter 2 Coastal Erosion Simulations:** There are many numerical models that can be used to analyze beach evolution. For example, the one-line model can be used to predict the long-term shoreline change (several decades) in the far-ranging area (several dozens of kilometers), while the topographical change model can predict the scour depths in a smaller area (several kilometers) during a big event (e.g., a storm surge acting for 12hrs). The author adopted a method for analyzing coastal erosion and safety using these numerical models and wave overtopping analysis. In this method, numerical models (consisting of the one-line model and the topographical change model of 2D horizontally) and wave overtopping analysis (in regular waves & irregular waves) are used to determine the cause of erosion and evaluate the most suitable countermeasure. The both mechanisms on beach evolution in the long-term and the one in the short-term can be accurately analyzed by using the one-line model and the 2D model. The author confirmed that this method can be utilized to analyze coastal erosion in Thailand by applied the method to Khlong Wan Coast and Chumphon Coast in Thailand. By using this method, the cause of erosion and the most suitable countermeasure on each coast can be determined.

**Chapter 3 Outflow Model Development:** Although the out-flow of backfilling materials is one of the main causes of the failure of coastal structures constructed in very shallow areas, since there is no numerical model that can predict out-flow rates of backfilling materials in the coastal dike and the seawall of arbitrary sections, the authors proposed a numerical model that can simulate the outflow rates. This new model consists of CADMAS-SURF (a numerical wave flume for maritime structures which was developed by Coastal Development Institute of Technology in Japan) and empirical equations for calculating the outflow rates. Moreover, in order to improve the defect that CADMAS-SURF cannot adequately consider the effects of very small grains, some empirical equations were installed in the model. The accuracy of the model was confirmed using simulations to hydraulic model experiments and field cases on Thai and Japanese coasts. The authors improved the application range of the method of Chapter 2 for analyzing coastal erosion and safety by adding the outflow model to the method. Finally, a new method that countermeasures for problems on the coastal erosion including the scour and the out-flow of backfilling materials can be planned by using numerical models (consisted of the one-line model, the topographical change model of 2D horizontally and the outflow model) and wave overtopping analysis was obtained.

**Chapter 4 Conclusions:** Coastal erosion in Thailand is mainly caused by man-made activities, including mangrove deforestation, inappropriate designs of coastal facilities and land use, etc. Since the causes of coastal erosion can be evaluated by field surveys, analysis of historical shorelines, and examinations by hydraulic experiments or numerical simulations, the authors proposed the new method for analyzing coastal erosion and safety using numerical models, including the one-line model, the topographical change model of 2D horizontally, and the outflow model, and wave overtopping analysis. By using this method, the physical mechanism of beach evolution can be examined, and visual results can be obtained. Thus, this method is a useful tool for designing countermeasures to prevent coastal erosion and damage due to it.