



Title	Study of the Effect of Horizontal Plates on the Dynamic Response and Sliding of Caisson Breakwaters
Author(s)	Fundora Campos, Sila Mercedes
Citation	大阪大学, 2024, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/98794
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

Abstract of Thesis

Name (SILA MERCEDES FUNDORA CAMPOS)	
Title	Study of the Effect of Horizontal Plates on the Dynamic Response and Sliding of Caisson Breakwaters (ケーソン防波堤の動的応答および滑動に及ぼす水平板の影響に関する研究)
<p>Investigating the performance of breakwaters during the failure process has recently been mainly emphasized inside Japan. Performance can be evaluated through reliability design methods based on the deformation level using parameters such as sliding. Although it has not yet been completely applied to actual design due to the difficulties of considering all design conditions, it is expected to become one of the essential design methodologies in the future. Caisson breakwaters are among the most commonly constructed breakwaters, especially in Japan. Sliding is their most frequent failure mode, and even though it is not allowed under conventional design, caissons can maintain their functionality even if a limited amount of it occurs. Breakwater caissons' performance during the failure process was investigated in this study by developing a reliable design method to evaluate the effectiveness of introducing horizontal plates to reduce the caissons' sliding motion. Such structure proposal was based on the hypothesis that a horizontal plate located at the harborside could increase the water constriction during the movement of the caisson, increasing the hydrodynamic response through parameters such as the added mass and, consequently, decreasing the expected sliding distance and expanding the structure's functionality.</p> <p>Chapter 1 of this study provided a general background on vertical breakwaters along with the problem statement, objectives, and research approach.</p> <p>Chapter 2 examined documented vertical breakwater failures due to impulsive pressures and reviewed and summarized fundamental and recent studies involving impulsive pressures from a caisson design viewpoint, including prediction methods to estimate the maximum impact load and existing models for wave loading and dynamics of caisson breakwaters.</p> <p>Chapter 3 described the derivation of a model for caissons with horizontal plates (non-regular caissons) and the methodology to estimate the hydrodynamic coefficients of the dynamic response and the sliding for these structures.</p> <p>Chapter 4 discussed the application of the models derived in Chapter 3. The influence of the plate's geometric characteristics and arrangements on the pressures, the hydrodynamic parameters added mass (constant added mass) and damping coefficient (memory effect function), and the caisson's sliding were the objects of discussion. Assessments of the wave's rising time and magnitude were also performed, showing their strong influence on the caisson sliding.</p> <p>Chapter 5 described the physical model tests for the impulsive wave generation, forces, and motions of the caissons, both regular and with horizontal rear plates. A numerical calculation was also conducted to investigate the reproducibility of the analytical method and the experimental wave generation. The influence of the plates on the caisson's sliding during physical tests was discussed, as well as the fit of the analytical models from further analysis of the resultant data from the wave-induced caisson sliding tests.</p> <p>The study concluded that the current models for regular caissons sliding should not be applied to caissons with horizontal plates. The proposed model led to a good representation of the physical phenomenon, and although an increment in the added mass was seen, its influence on the sliding was reduced by the effect of the damping parameters. Furthermore, the horizontal plates were found to affect the sliding of the caisson breakwaters. Their impact was positive for plates at the surface, leading to sliding reductions, while the submersion negatively affected such parameters. On the other hand, increments of the plate length also had a good effect, decreasing the displacement of the caisson under the same conditions. However, their positive influence decreased for plates over two-thirds of the water depth. These and other findings were summarized in Chapter 6, responding to the research questions and providing recommendations for future investigations on the topic.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (SILA MERCEDES FUNDORA CAMPOS)		
論文審査担当者	(職)	氏 名
	主査 教授	荒木進歩
	副査 教授	入江政安
	副査 准教授	中谷祐介

論文審査の結果の要旨

本論文は、防波堤を構成するケーソンの動的応答およびその滑動量を理論的に議論することにより、防波堤の滑動安定性を評価し、さらには向上させることを目的としている。滑動安定性の評価は、ケーソンの港外・港内側の速度ポテンシャルを導出し、速度ポテンシャルから得られる圧力分布をもとに検討している。速度ポテンシャルは、進行波と減衰定常波による成分を考慮している。滑動安定性を向上させる手法としては、ケーソンの港内側に水平板を取り付けることにより検討しており、ケーソンの付加質量や減衰係数などの流体力学的な応答が変化することを利用している。これは非常に独創性の高い内容であり、水理実験の測定結果との比較による検証も行われている。本論文は6つの章で構成されている。

第1章は、防波堤ケーソンの被災形態を説明するとともに、現状のケーソン滑動量算定などの問題点を示し、研究の目的を述べている。

第2章は、既往文献の調査を実施し、ケーソン滑動量算定モデル、ケーソンへの作用する波力のモデル化、および衝撃波力の算定手法などをまとめている。

第3章は、線形理論に基づいて、ケーソンの港内・港外側の速度ポテンシャルを導出している。港内側には滑動安定性向上を目指すための水平板を1枚または2枚取り付けるため、それぞれの条件に対する速度ポテンシャルを理論的に導出している。港内側の流体運動は港外側からの波力によるケーソンの振動により生じるため、鉛直板による造波理論も説明し、減衰定常波による速度ポテンシャル成分を考慮している。ケーソン港内側に取り付けられた水平板により、港内側は複数の領域に分割されるため、それぞれの領域の境界において流速および圧力が連続するように条件を課している。ケーソンの滑動量算定についても説明している。

第4章は、前章で導出した速度ポテンシャルを用いたモデルを適用し、港外側、ならびに1枚および2枚の水平板が取り付けられたケーソン港内側の圧力分布をもとに、ケーソンの滑動量を算出している。取り付けられた水平板の長さおよび鉛直方向の取り付け位置の違いによるケーソン滑動量の変化を議論している。ケーソン港外側に作用するモデル化した波力の変化に対するケーソン滑動量の変化についても示している。

第5章は、理論的に得られた結果を検証するための水理実験について述べている。ケーソン港外側に作用する波力は、前章までの理論的検討で用いられた波力モデルに類似する孤立波状の水面変動を、ピストン型造波機の造波信号を調整することにより与えている。港内側に取り付ける水平板の長さを変化させてケーソン滑動量、およびケーソンの滑動速度を測定している。理論的に算定されたケーソン滑動量は測定結果を概ね良好に再現していること、およびケーソン滑動量を最小にする水平板の長さの最適値が存在することを示している。

第6章は、前章までに得られた結果を総括している。

以上のように、本論文はケーソン港内側に水平板を取り付けることにより、ケーソン滑動量の低減を目指した独創的な内容であり、実際の施工面および港内利用の観点からは課題が残るもの、学術的な価値は非常に高い。また、理論的に得られた結果は、水理実験による測定結果により検証されていることから、水平板長さの最適値などに関する議論は有用であり、また信頼性のある知見が得られている。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。