

滑動量を考慮した混成堤の信頼性設計法に関する水理模型実験

国土交通省中部地方整備局名古屋港湾空港技術調査事務所	正会員	宮島正悟
同 上	環境課	長谷川雅弘
同 上	環境課	中出浩靖
玉野総合コンサルタント(株)	建設技術部 正会員	○ 森川高德
同 上	建設技術部	奥田純生

1. はじめに

本年、信頼性設計法に基づく新しい港湾施設の技術上の基準が発行される。これを受け、本研究は、比較的波浪条件の穏やかな海域に建設される混成堤（図1参照）を想定し、滑動安全率を各種変化させた場合の、ケーソンの滑動特性を水理模型実験により把握し、新しい防波堤設計法に資するための基礎資料を得ることを目的とした。

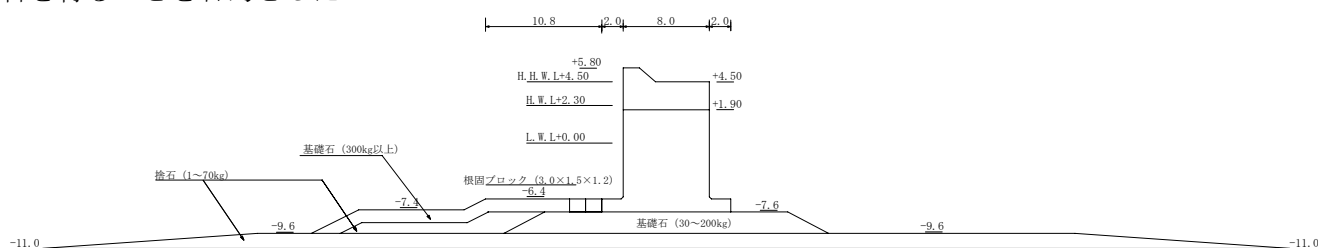


図1 実験対象とした混成堤

2. 実験方法

実験は、国土交通省中部地方整備局名古屋港湾空港技術調査事務所伊勢湾水理環境実験センターが所有する長さ30m、幅1m、深さ1.2mからなる長水路において、模型縮尺1/40で実施した。潮位は、H.H.W.L+4.5m、H.W.L+2.3mの2種類、実験波は、対象防波堤の設計波相当である $H_{1/3}=4.48\text{m}$ 、 $T_{1/3}=7.8\text{s}$ （以降、代表波と呼ぶ）を中心として、 $H_{1/3}=2.98\sim 6.28\text{m}$ 、 $T_{1/3}=7.3\sim 8.8\text{s}$ の範囲で変化させた6種類の不規則波（波形勾配 $H_o'/L_o=0.05$ 程度）を用い、各波とも、原則、波群を3種類変化させている。ここに、1波群当りの波数は、250波強である。実験対象とした防波堤は、図1に示すケーソン式混成堤であり、天端高+5.8m、前面水深 $h=-11.0\text{m}$ 、前面マウンド水深 $h'=-7.6\text{m}$ である。

実験では、ケーソンの滑動安全率を変化させた場合の滑動特性を把握するため、潮位毎に、代表波の最高波高に対する滑動安全率が0.46、0.55、0.7、0.8、0.9となるよう、ケーソン質量を変化させた。変位量は、ケーソン背後に設置した変位計で測定した。また、滑動を引き起こす波力特性を把握するため、波圧計により、ケーソン前面及び底面の波圧強度も同時に測定した。

3. 研究結果

(1) 滑動合成波力及び変位の時系列特性

図2は、安全率0.7のケーソンに対し、潮位+2.3m、 $H_{1/3}=4.98\text{m}$ 、 $T_{1/3}=8.1\text{s}$ の不規則波を作用させた場合の、滑動合成波力 F_s と変位量 S の時系列20波程度を示したものである。 F_s の図中には、計算より求めた滑動限界値も併記している。これをみると、ケーソンの滑動は、主に F_s が限界値を越えた時刻で発生している。図3は、図2中の赤丸の時間帯に着目し、 F_s と S の関係を詳細に示している。本図より、ケーソンの変位は、 F_s が限界値を越える直前からはじまり、 F_s が限界値を下回る時間帯まで継続することがわかった。

キーワード：混成堤、信頼性設計、滑動安全率、滑動量、水理模型実験

連絡先：名古屋市千種区豊年町9番20号 TEL 052(712)2902, FAX 052(712)2889

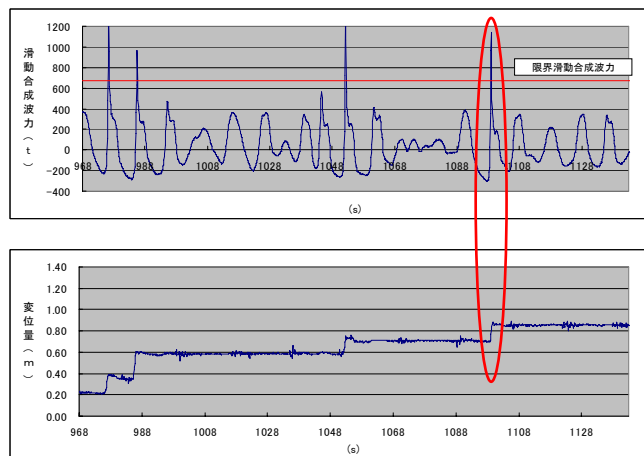


図2 滑動合成波力と変位量の時系列（概況）

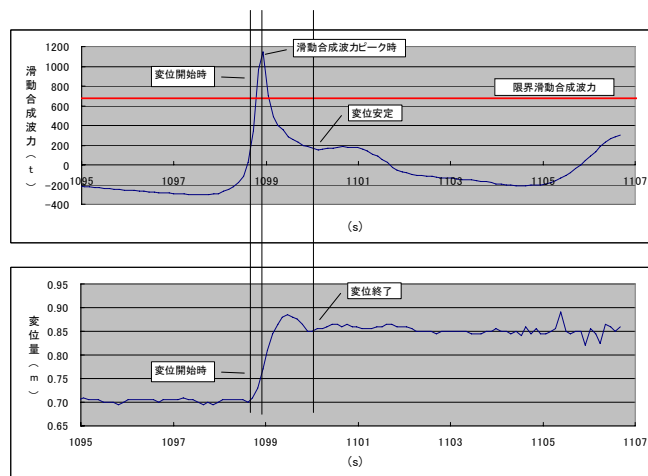


図3 滑動合成波力と変位量の時系列（詳細）

(2) 滑動安全率と1波毎の滑動量との関係

図4は、H. W. L. のケースにおいて、1波1波の変位量を任意に抽出し、そのときの安全率との関係をプロットしたものである。これをみると、変位量は、安全率の低下にともない増大しているが、詳細にみると、同じ安全率でも変位量はかなりのバラツキがみられる。この要因は、1波毎の波力作用時間、マウンドとケーソン底面の接触状況の変化等によるものと推測され、不規則波中の1波1波の変位量は変動性が強いことがわかった。

(3) 滑動安全率と不規則波の累計滑動量の関係

図5は、250波の不規則波全体(=1つの擾乱)を対象に、

「1波毎の変位量が積み重なった累計変位量」と $H_{1/3}$ の関係を、相対ケーソン質量(=代表波に対する安全率1.0の質量 W を基準)をパラメータとして示したものである。これをみると、累計変位量は、H. W. L. で大きい傾向にある。この主な要因は、水深が浅くなることで1波1波の作用波力が増大すること、波の作用点がH. H. W. L. 時に比べ下がることで、波力がケーソンのロ

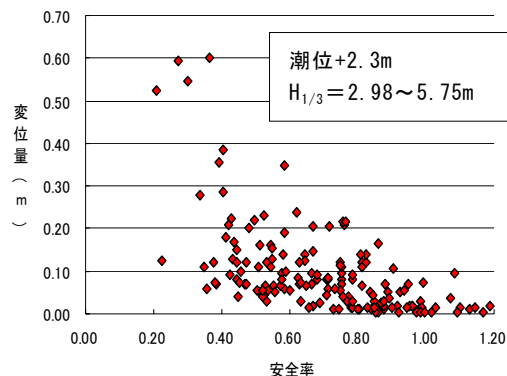


図4 不規則波1波々を対象とした安全率と変位量の関係

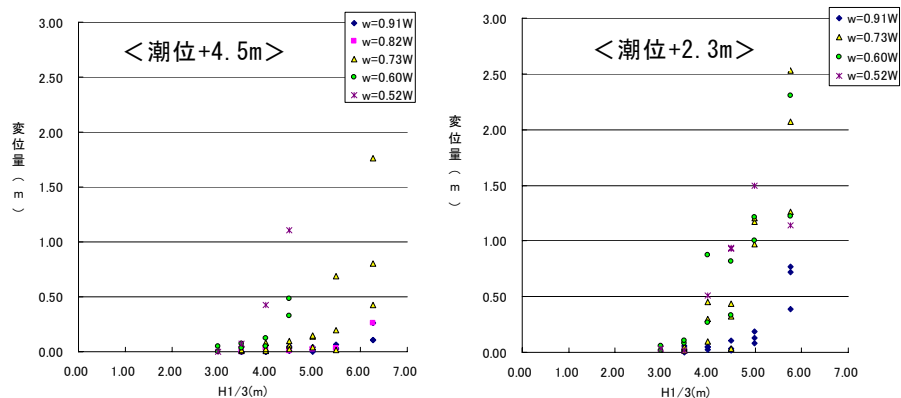


図5 不規則波全体を対象とした波高と累計変位量の関係

ッキングから滑動へ移行しやすくなること等に起因するものと推測される。この図を利用することで、本実験条件内での任意の波浪、ケーソン質量に対する概算変位量を推定でき、信頼性設計に資する滑動量の試算が可能と考える。

4. 主要な結論

本研究で対象とした「混成堤の滑動安定性」に関する主要な結論は、以下のとおりである。

- ① ケーソンの変位は、滑動合成波力 F_s が限界値を下回る時間帯まで継続することがわかった。
- ② 同じ安全率でも変位量はかなりバラつく。これは、1波毎の波力作用時間、マウンドとケーソン底面の接触状況の変化等によるものと推測され、不規則中の1波1波の変位量は変動性が強いことがわかった。
- ③ 実験結果を基に、本実験条件内での任意の波高、ケーソン質量に対する概算累計変位量の推定図を作成した。