

消波ブロック被覆堤マウンド被覆石の安定性に関する実験的研究

運輸省第五港湾建設局設計室	正会員	西本光弘
同 上		谷口義憲
同 上		加藤道康
玉野総合コンサルタント(株)	海洋部	金田研一郎

1. はじめに

港湾整備事業において、各種のコスト縮減が緊急の課題となっている中、著者らは、防波堤基礎マウンド築造に際し、大きなウェイトを占める「被覆石均し」の施工基準の緩和を目的に、伊勢湾内の任意の海域における混成堤を対象として、マウンド被覆石を「均しを行わない条件（以降、均し無しと呼ぶ）」とした場合での安定特性を水理模型実験により検討し、その安定限界水深（被覆石均しを割愛できる範囲）を明らかにして前回報告した。これに引き続き、今回は、外洋や大水深域に建設される消波ブロック被覆堤（上部斜面式）を対象に、「均し無し及び多層積み」の条件におけるマウンド被覆石の安定限界水深を水理模型実験により明らかにしたので、ここに報告する。

2. 実験方法

実験は、運輸省第五港湾建設局伊勢湾水理模型実験場内のピストン型単方向不規則波造波装置（吸収制御タイプ）が設置された長水路において、模型縮尺 1/60 で実施した。

実験対象波は、外洋や大水深域の設計波を参考に $H_{1/3} = 8.0\text{m}, 9.0\text{m}, 10.0\text{m}$ の 3 種類、 $T_{1/3} = 14\text{s}, 16\text{s}, 18\text{s}$ の 3 種類を組み合わせた計 9 種類を対象とした。消波ブロック被覆堤のマウンドの条件は、天端水深-9m、肩幅 23.9m、法面勾配 1:2 とし、被覆石（2.5 t）を、法肩を除くマウンド法面の全範囲に各種条件（均し有り、無しは 2 層、多層積みは 3 層及び 4 層）で配置した（図 1 参照）。実験では、マウンド法面を 7 つの水深帯（水深約 2.0m ピッチ）に区分し、各々の水深帯毎に各種波浪諸元に対する被覆石の被害状況を把握し、「均し無し」及び「多層積み」の条件における安定特性を探った。さらに、実験結果をもとにして、許容被害率（3%と設定）を指標に、相対肩幅（ B_M / L' ）をパラメータとする各種条件での安定限界水深推定図を作成した。

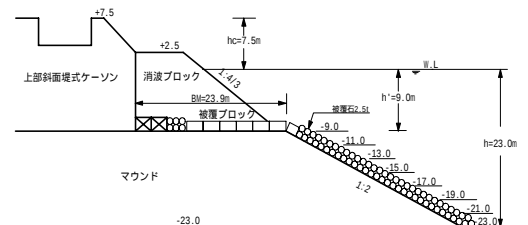


図 1 実験対象断面

3. 研究結果

(1) 均し無しの条件における安定特性

図 2 は、各波高・周期とマウンド法面水深帯毎の被害率の関係を示したものである。これをみると、周期による違いは比較的少なく、周期別にみると、 $T_{1/3} = 14\text{s}$ の場合、 $H_{1/3} = 8.0, 9.0\text{m}$ 時には -17.0m 以浅、 $H_{1/3} = 10.0\text{m}$ 時には -19.0m 以浅の水深帯で許容被害率（3%）以上となっているが、それ以深については許容値未満となっており、マウンド法面の 30% 程度は、均し無しでも安定的と推測できる。

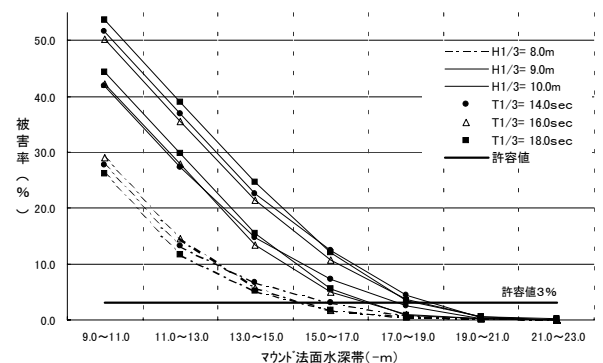


図 2 波高・周期と被害率の関係

キーワード：消波ブロック被覆堤，マウンド被覆石均し 施工基準緩和，安定限界水深
連絡先：名古屋市南区東又兵衛町一丁目 57 番地の 2

$T_{1/3} = 16 \text{ s}$, 18 s では , $H_{1/3} = 8.0 \text{ m}$ 時に-15.0m以浅 , $H_{1/3} = 9.0 \text{ m}$ 時に-17.0m以浅 , $H_{1/3} = 10.0 \text{ m}$ 時に-19.0m以浅の水深帯で許容被害率を超えているが , それ以深については許容値未満となっており , マウンド法面の30~50%程度は , 均し無しでも安定的と推測できる .

なお , 目視観察の結果 , いずれのケースにおいても , 動揺していた石が , 波の繰り返し作用によって , 徐々に安定化する例を多々確認している . これは , 初期状態時に「石同士の隙間」が存在していたものが , 自然の力によって「かみ合わせの向上」が図られたためであり , 「均し無し」の大きな特性となることが解った .

(2) 多層積みの条件における安定特性

図3は , $T_{1/3} = 14 \text{ s}$, $H_{1/3} = 9.0 \text{ m}$ における「多層積み1層 , 2層」の条件と「均し無し」及び「均し有り」の条件での被害率を比較したものである . なお , 「多層積み」の被害率は , 多層石 (1層及び2層分) に覆われた本体層の被覆石を対象としている . これをみると , 「多層積み」にすることにより , ほとんどの水深帯で本体層の被害はみられなくなっている . この要因は , 一次効果として , 多層石により , 波による外力 (抗力・揚力) から保護されること ,

二次効果として , 多層石で保護されている間に , 本体被覆石も動揺を繰り返しながら石同士のかみ合わせが向上すること , 三次効果として , 本体層が動揺している間に , 多層石自体が当該層にはまり込み , 自然の力による「強固なかみ合わせ」が実現すること , 等によるものと推測される . このことより , 「多層積み」は , 「均し無し」はもとより , 「均し有り」に比べても , 被覆石の安定性に関し優位となることが確認された .

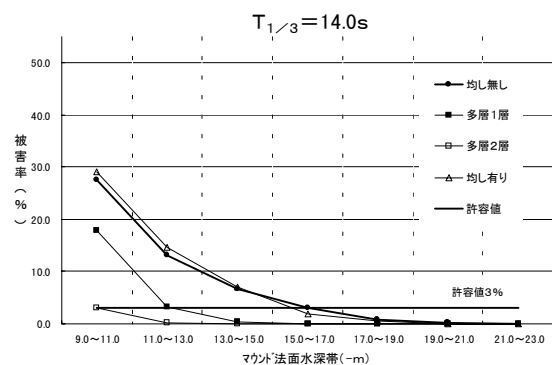


図3 多層積み,均し無し,有りでの被害率の比較 ($H_{1/3} = 9.0 \text{ m}$)

(3) 安定限界水深推定図の提案

図4は , 「均し無し」及び「多層積み (1層)」の実験結果を基に許容被害率 (3%) 未満となる上限の水深 hD を求め , 相対マウンド肩幅 (B_M / L') をパラメータとして , 各波高に対しプロットしたものである . この図より , 本実験で対象とした消波ブロック被覆堤に関し , 任意の波高 , 周期 , マウンド肩幅に対する「均し無し及び多層積み (1層)」の条件での安定限界水深 hD 」を推定することができる .

4 . 主要な結論

本研究では , 外洋や大水深域に建設される「消波ブロック被覆堤」を対象に水理模型実験を行い , マウンド被覆石

「均し無し」及び「多層積み」の安定特性を検討した . その主要な結論は以下のとおりである .

本実験条件下では , 「均し無し」で被害率が許容値 (3%) を超える範囲はマウンド法面の-9.0~-19.0mに限られ , 各々 , それ以深の範囲は「均し無し」でも安定的となることが解った .

「多層積み」の条件では , いずれの波高 , 周期でも , 「均し無し」より本体層の被害は激減した . このことより , 「多層積み」は , 被覆石の安定性に関し , 優位となることが解った .

実験結果を基に , 相対マウンド肩幅 (B_M / L') をパラメータとする任意の波高と安定限界水深 hD の関係図を作成した . この図より , 「均し無し及び多層積みの条件で許容被害率 (3%) 未満となる安定限界水深 hD 」の概算を推定することができる .

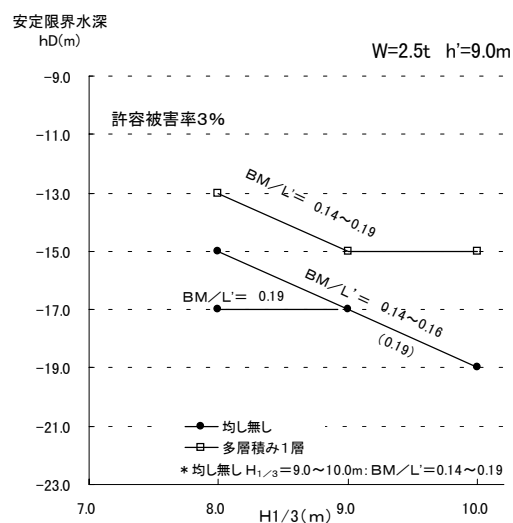


図4 均し無し及び多層積みの条件における安定限界水深 hD の推定図