

第Ⅱ部門

設計時の天端高が異なる消波ブロック被覆工における断面変形と越波流量の関係

大阪大学 大学院工学研究科 学生会員 ○西尾彰文
 大阪大学 大学院工学研究科 正会員 荒木進歩
 東洋建設株式会社 鳴尾研究所 正会員 澁谷容子
 東洋建設株式会社 鳴尾研究所 正会員 神田泰成

1. 研究の背景と目的

近年我が国では、高度経済成長期に集中的に整備された海岸、港湾構造物の老朽化による維持管理が問題となっている。また将来的に、強い台風の割合の増加や平均海面水位の上昇といった気候変動により、浸水災害のリスクが高まると予測されている。したがって効率的に維持管理を行う上で、構造物が被災した際、その性能をどれだけ保持できるのかを調べる必要がある。そこで本研究では、海岸、港湾構造物に一般的に用いられている消波ブロック被覆工に着目し、水理模型実験を行い、断面変形と越波流量の関係を明らかにすることを目的とする。

2. 既往研究

久保田ら(2009)は、設計相対天端高 h_c/H_0 (h_c : 実験時水位から消波工天端までの高さ, H_0 : 消波ブロックの安定限界波高) が異なる 3 つの堤体 A, B, C ($h_c/H_0=0.39, 0.60, 1.03$) を用いて水理模型実験を行った。その結果、図-2.1 のように天端沈下率と水平減少率を定義することによって、消波工の断面変形過程を定量的に評価することができた。さらに久保田ら(2010)は、水平減少率を 0.25 ずつ増加させた断面に対して波力・波圧を測定し、断面変形が進行すると水平波力が増加するという結果を得た。

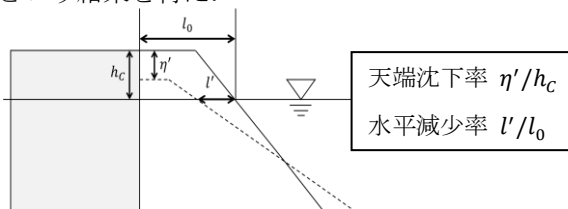


図-2.1 天端沈下率と水平減少率

3. 水理模型実験

本研究では久保田ら(2010)にならい、堤体 A, B, C

Akifumi NISHIO, Susumu ARAKI, Yoko SHIBUTANI, Taisei KANDA

nishio_a@civil.eng.osaka-u.ac.jp

について初期断面および被災断面①～④を定義し(図-3.1), これらすべての断面における越波流量を測定した。

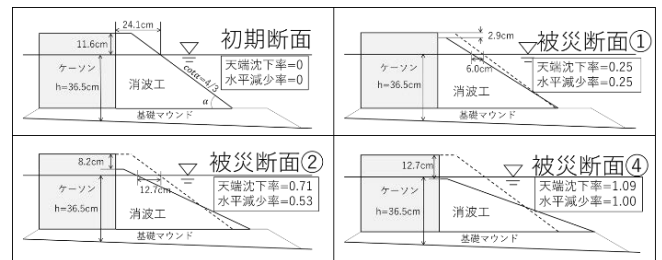


図-3.1 実験断面(堤体C)

実験は東洋建設鳴尾研究所が所有する 55m 断面水路にて行った。越波流量は越波升内に設置した波高計で計測した水位から算出した。水路概略図を図-3.2 に示す。消波ブロックにはテトラポッドを用い、波浪は修正 Bretschneider-光易型スペクトルを持つ不規則波とした。有義波周期と有義波高の組み合わせは $T_{1/3}=1.10\text{s}\sim 1.87\text{s}$, $H_{1/3}=6\text{cm}\sim 16\text{cm}$ のうち造波可能な 12 種類とした。

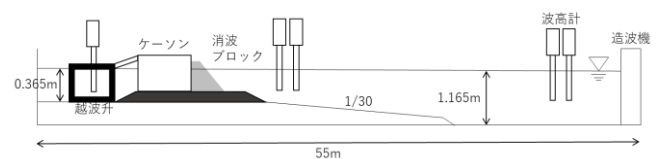


図-3.2 水路概略図

4. 実験結果

図-4.1 は堤体Cの各断面における波高水深比 (H_0'/h) と無次元越波流量 ($q/\sqrt{2gH_0'^3}$) の関係を示したものである。グラフより波高水深比の増大とともに無次元越波流量が増加する傾向がみられる。また波高水深比に対する無次元越波流量の増加割合は波高の増加に伴い小さくなる傾向にある。この原因は通過波検定では碎波していなかった比較的波高の大きな波について、消

波工を設置することで発生した反射波の影響により砕波が生じ、堤体位置で波高が小さくなったからと考えられる。

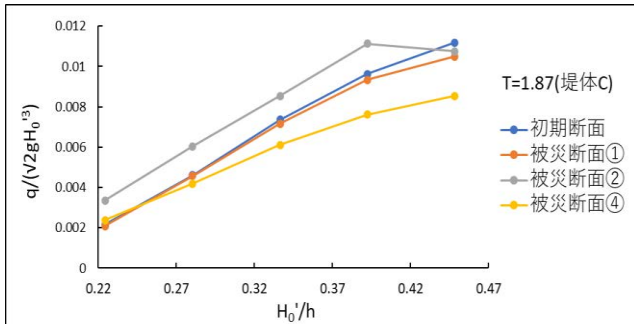


図-4.1 波高水深比と無次元越波流量の関係

図-4.2 および図-4.3 は同一の散布図で、堤体 A, B, C における入射波高に対するケーソンの露出高 (η'/H_0') と無次元越波流量の関係を示している。いま図-4.2 は同一堤体で η' が同一のもの (η' 固定) で線を結び、図-4.3 は H_0' が同一のもの (H_0' 固定) で線を結んでいる。図-4.2 および図-4.3 より、設計相対天端高 h_c/H_0 が小さい堤体、すなわち堤体 C よりも堤体 A の方が無次元越波流量は大きくなる傾向がわかる。これより越波流量を抑制する性能は設計時の天端高に依存しているといえる。また図-4.2 より、 η'/H_0' が小さくなる、すなわち波高が大きくなると概ね無次元越波流量が大きくなることがわかる。ただし設計相対天端高が小さい堤体 A ではグラフが山なりになっている。これは上述した砕波の影響による波高の減少が、比較的無次元越波流量の大きな堤体 A では顕著に起こっていることを意味する。以上より、波高の増大に伴う無次元越波流量の増加には、砕波の発生によって限界が生じると推測される。さらに図-4.3 より、 η'/H_0' が大きくなる、すなわち断面変形が進行するにつれて無次元越波流量は増加するが、ある断面を境に減少に転じることがわかる。これは鹿島ら (1992) と同様に、変形が進行するとケーソンの鉛直面が露出し波が打ち付けられ、波の進行方向が鉛直上向きに変わるからと考えられる。またグラフより設計相対天端高の小さい堤体 A の方が、断面が変形した場合における無次元越波流量の増減量が大きいことがわかる。したがって越波流量自体を小さくし、かつ断面変形に伴う越波流量の増減を抑えるには、設計時に十分な天端高を確保する必要があるといえる。

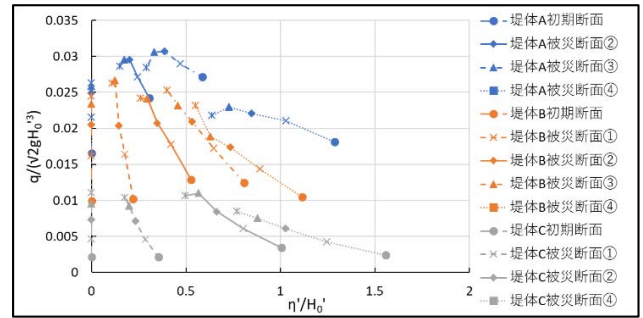


図-4.2 ケーソン露出高と無次元越波流量の関係
($T_{1/3}=1.87s$, η' 固定)

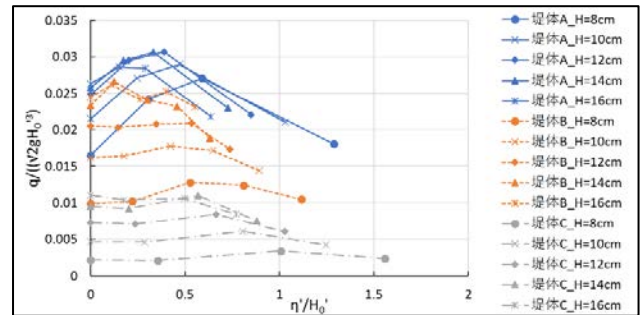


図-4.3 ケーソン露出高と無次元越波流量の関係
($T_{1/3}=1.87s$, H_0' 固定)

5. 結論

本研究で得られた結論を以下に示す。

- (1) 越波流量を抑制する性能は設計時の天端高に依存する。
- (2) 波高の増大に伴う無次元越波流量の増加量は砕波の影響により高波浪域で小さくなる。
- (3) 断面変形に伴う越波流量の増減を抑えるには設計時に十分な天端高を確保する必要がある。

謝辞：本実験は東洋建設株式会社 小竹康夫氏および株式会社不動テトラ 久保田真一氏にご協力を頂いた。また本研究は、JSPS 科研費 JP19K04617 の助成を受けて実施した。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 鹿島ら (1992)：安定限界を超える波浪に対する消波工の変形と防波機能の変化について，海岸工学論文集，Vol. 39, pp. 671-675
- 久保田ら (2009)：消波ブロック被覆堤における消波工の変形過程に関する実験的検討，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol. 65, No. 1, pp. 906-910
- 久保田ら (2010)：消波工の変形過程が波力低減効果の変化に及ぼす影響，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol. 66, No. 1, pp. 866-870