

東亜建設工業(株)

本社設計部

正会員

大中 晋

同上

東京支店

正会員

中川 豊

1. はじめに

大規模な埠頭用地あるいは人工島の周辺護岸を急速施工する場合、通常いくつかの工区に分けて同時施工していくため、施工途中においてはいくつかの開口部（小口部）が存在する。ケーソン式混成堤護岸の場合、このような小口部に対し、マウンド洗掘防止、あるいは堤体作用波圧の低減を図るため、通常放置期間に応じて根固めブロックあるいは消波ブロック等を用いた小口止工が行われる。このような小口止工は、後に撤去されるものであるため、所定の機能を有する範囲でできるだけ経済断面とすることが望ましい。

そこで本研究は、護岸法線が岸沖方向に延びる地点に対する消波ブロックによる小口止工に対し、ブロック被覆断面の低減化を図るために、ブロック天端高を変えた場合の、堤体に及ぼす波力、ブロック移動状況および捨石マウンドへの影響を水理実験により明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

実験は、長さ 50m、幅 1m、高さ 1.2m の当社保有の 2 次元水槽を用いて行った。水路内に図-1 に示すような 3 次元的な消波ブロック被覆断面（形状 1 とする）を再現した。消波断面は、図-2 に示すようにブロック天端高を、堤体天端まで（+3.0m）、静水面まで（±0m）、2 層被覆高（-2.7m）、ブロックなしの 4 とおりに変えた。また比較のため、堤幹部を再現した断面として、横方向一定 2 次元断面（形状 2 とする）による実験も合わせて行った。実験に用いた縮尺率は 1/63 であり、消波ブロック模型は 118g（現地換算で 32t タイプ）、マウンド捨石は 0.4～2g/個（同 100～500kg/個）である。また入射波諸元は、 $H_{1/3}=8.4\sim 11.4\text{cm}$ （現地換算で 5.3～7.5m）、 $T_{1/3}=1.45, 1.76\text{ s}$ （同 11, 14s）の Bretschneider-光易型スペクトルをもつ不規則波である。つぎに測定項目としては、堤前波高、堤体作用波圧およびブロックの挙動である。堤前波高については、堤体前面に 3 本の波高計を設置し、入反射分離することにより測定した。堤体作用波圧については、堤体の波圧作用面の中央鉛直方向に 8 台の波圧計を設置して行った。なお形状 1 の場合、堤体作用波圧は水路幅方向に分布を持つことが予想されたため、堤体中央のラインとともにその外側に 2 ライン設け、それぞれ 4 台ずつ波圧計を取り付けた。ブロック移動状況およびマウンド捨石の挙動については、水槽上側および側面にそれぞれ 2 台ずつビデオカメラを取り付けて行った。波の作用時間は 200 波以上を確保するため 8 分間とし、サンプリング間隔は波圧計については 100Hz、波高計については 50Hz とした。

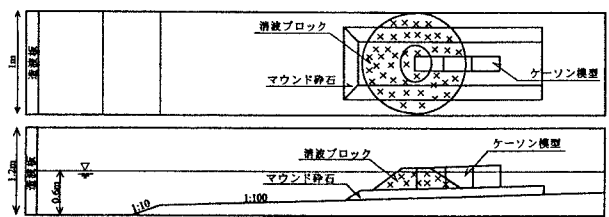


図-1 実験状況

3. 結果および考察

(1) 堤体作用波圧

各部ブロック天端高に対する堤体に作用する波圧分布を示したものが図-3 である。形状 1 の場合、静水面下ではブロック天端高 ±0m 以外については、各天端高の波圧

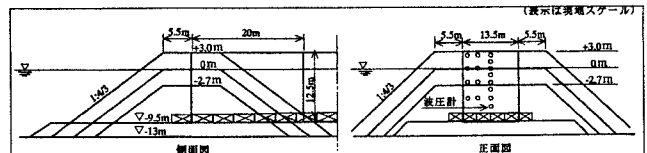


図-2 断面模型

キーワード： 波力、消波ブロック、マウンド保護、水理実験

〒102-8451 東京都千代田区四番町 5 TEL 03-3262-5105 FAX 03-3239-2793

分布の明確な違いは見られない。しかし静水面付近では各天端高の違いが顕著となり、特に天端高 $\pm 0\text{m}$ の場合には顕著な波圧の増加が見られる。一形状2の場合は、ブロックなしの場合を除けば、天端高が高くなるにしたがい、波圧も低下していく。このような波圧分布の違いは、堤体前面での波の場の違い、越波状況、被覆層内でのエネルギー逸散、に起因すると考えられる。波の場について、形状1の場合、堤体両側方からの波の通過が生じるため、ほぼ進行波となるのに対し、形状2の場合はそのような通過が生じないため、重複波となる。また反射率の結果より、形状2の場合はブロック天端高が高くなるほど反射率は低下するのに対し、形状1では消波断面も含めた全断面が大きくなるため、逆に増加した。このように形状1の場合、ブロック天端高が高いほど堤前波高は大きくなり、波圧を増加させる方向に働く。その一方で、消波断面内でのエネルギー逸散効果は、天端高が高いほど消波断面幅が広がるため、波圧を低下させる方向に働く。なお形状1の場合、堤体中央位置での波圧分布に比べてその外側では、静水面上での波圧が2～5割程度減少した。これは、マウンド形状の影響による屈折や、消波断面への波の這い上がり等により、波高が水路幅方向に堤体中央でピークとなるような分布をもつためと考えられる。つぎに形状1の場合について、波圧の積分結果より得られる全波力を、消波なしの波力との比で示したものが図-4である。これより天端高 $\pm 0\text{m}$ の場合は被覆なしの場合に比べて2～3割の波力の増大が認められた。これに対し天端高 $+3\text{m}$ の場合は、ほぼ消波なしと同程度の波力、天端高 -2.7m の場合は1割程度の増加にとどまった。

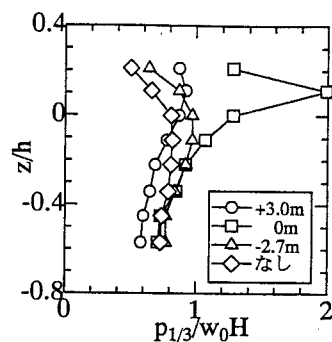
(2) ブロック移動状況および捨石マウンドの安定性

形状1について、波高とブロック被害率の関係を示したものが図-5である。これより、被害率はブロック天端高が高いほど被害率は大きくなっている。特に、ブロック天端高が $+3.0\text{m}$ および $\pm 0\text{m}$ 場合には、堤体側方の天端付近のブロックが背後に転げ落ちる現象が見られた。なお、2層被覆高である -2.7m の場合は、被害率はほとんど0であった。つぎに捨石マウンドの安定性については、消波なしの場合には堤体前面で捨石の移動が見られたが、消波ブロックによる被覆があるものについては、どの天端高の場合にも捨石の移動現象はほとんど見られなかった。

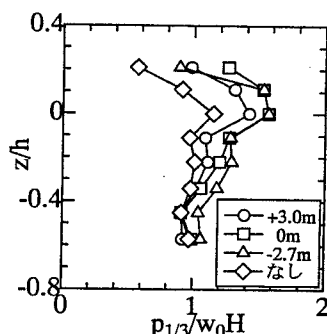
3. おわりに

以上の結果より、防波堤法線が岸沖方向に延びる地点における小口部消波断面として、通常堤体天端高まで被覆するものを2層被覆高とした場合でも、マウンド保護機能やブロックの移動は特に問題がなく、また堤体作用波圧、波力についても顕著な増加は見られず、小口止工として十分有効であることがわかった。

なお本研究は、電源開発(株)常陸那珂火力発電所新設工事に関連して行われたものであり、電源開発(株)杉山 弘泰氏、赤池広康氏らをはじめ関係各位に感謝の意を表します。



(1) 形状1の場合



(2) 形状2の場合

図-3 波圧分布の比較

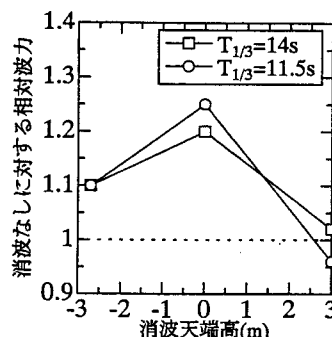


図-4 各天端高と波力の関係

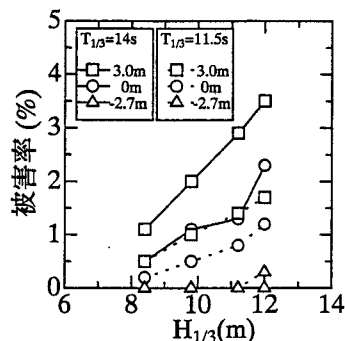


図-5 波高と被害率の関係