

段波津波に対して粘り強く抵抗する新形式防潮堤の提案 Proposal of a new type tsunami-resist dike against bore waves

○松島健一* 毛利栄征* 大串和紀** 堀俊和* 桐博英*

MATSUSHIMA Kenichi*, MOHRI Yoshiyuki*, Oogushi Kazunori**, HORI Toshikazu* and KIRI Hirohide*

1. 研究目的

従来の被覆ブロック式防潮堤は、表法側は開口部を有するブロックの重量をもって波力に対抗し、積極的に透水・透気構造とすることで作用する揚圧力の低減を図っている。一方、裏法側は越流水を流下に対して開口部を有しないブロックを用いている。しかしながら、段波のように一方向に継続し、堤防を乗り越える津波に対しては、ブロック背面の透水性の高い栗石層に動水圧が伝播し、被覆ブロックが押し出されたり、陸側の法肩付近に発生する負圧によって被覆ブロックが引き剥がされる懸念がある。そこで、本研究では、段波津波による衝突実験を実施し、従来形式の防潮堤の構造的課題を明らかにするとともに、改善を図るため、新たに提案した被覆ブロックと盛土を結合した三面一体化堤防構造の有効性について検討した。

2. 研究内容

(1) 実験方法 図-1 に大型実験水路を示す。

段波は沖側水路のゲートを一気に引き上げることで発生させた。図-2 に表法面の作用波力および前浜波高の経時変化の一例を示す。衝突波、反射重複波および持続波の順に波力が発生し、表法面に継続的に波力が作用することが確認できる。図-3 に堤防天端上での越流水深、越流流速およびフルード数の経時変化を示す。

(2) 従来式の防潮堤モデル 図-4 に従来の被覆ブロック式堤防モデルを示す。表法側には穴あきブロック、裏法側には穴なしブロックを配置した。模型に用いた防潮堤（模型縮尺 1:15）は、陸域の地盤面を基準として高さ 0.40m、天端幅 0.27m、表法面 1V: 2.0H、裏法面 1V: 2.0H である。図-5 に崩壊時の状況を示す。表法ブロックの隙間から津波が浸入し、強

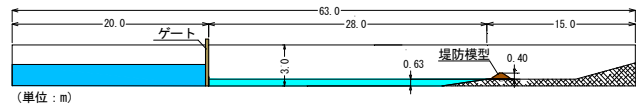


図-1 実験水路
Experimental channel

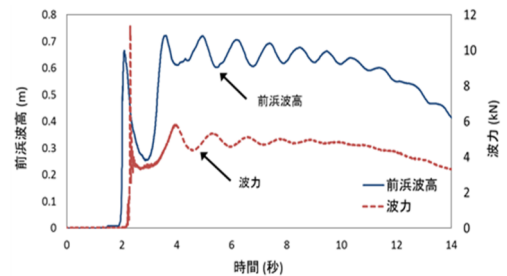


図-2 波力及び前浜波高の時刻歴
Time history of wave force and foreshore wave height

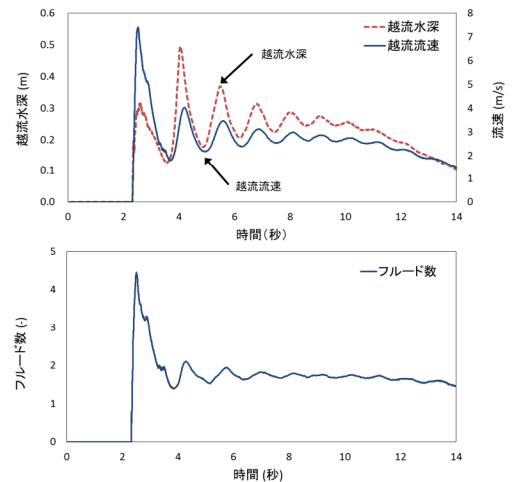


図-3 堤防天端上の越流特性
Over flow characteristics on the crest

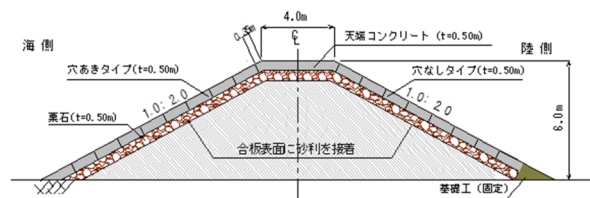


図-4 従来の被覆ブロック式堤防モデル(寸法:現地換算)
Conventional type of coastal embankment using cover blocks

[*農研機構 農村工学研究所] [*National NARO, Institute for Rural Engineering] [津波, 防潮堤, 粘り強さ]
[** (株)竹中土木] [**Takenaka Civil Engineering & Construction Co., Ltd.]

い浸透流によって被覆ブロック背面の栗石が移動した。さらに、裏法ブロックが押し上げられ、完全に流出した。図-6に波力と裏法ブロック外側と内側の作用波圧の時刻歴を示す。図-6(a)に示すように表法面に波力が作用してから、1.0秒後に裏法ブロック内外の波圧が反応していることが分かる。このことから、栗石層内の浸透流が堤体上の越流水とほぼ同じ速度で進行していたと判断できる。さらに、図-6(b)の内外の水圧差をみると、ブロック内側の方が外側よりも1.0~2.0kPa以上大きいことがわかる。この圧力差は現地換算で厚み0.50mの被覆ブロックを押し上げるのに十分な大きさであり、図中の裏法ブロックが押し上げられる時刻にほぼ一致した。

(3) 新形式の防潮堤モデル 図-7に新形式の防潮堤モデルを示す。セメント改良土/被覆ブロック/ジオテキスタイルの三材が連結し、さらにブロック同士のジョイント及び天端コンクリートと法肩ブロックの接続によって表法/天端/裏法が一体化した堤防構造である。図-8に示すように難透水構造によって表法側から堤体内部への津波の浸入を遮断でき、堤体内部の動水圧の伝播を防止できた。また、裏法肩付近に発生する負圧に対してもジオテキスタイルによって被覆ブロックを定着することで、引き剥がれに対抗できた。

3. 主要な結論

従来の被覆ブロック式堤防は、ブロック重量をもって波力に対抗し、また、開口部を有するブロックと栗石を組み合わせることで、積極的に透水・透気性を高め、揚圧力や残留水圧の発生を低減している。このような透水・透気構造は波浪のように比較的周期の短い波に対しては有効であるが、段波のような波に対しては、動水圧が一方向に継続するため、表法ブロックの隙間から透水性の高い栗石層を通じて天端工や裏法ブロック背面に揚圧力が作用し、裏法ブロックや天端コンクリートが押し出される可能性がある。一方、透水層を難透水性のセメント改良土に置き換え、ブロックをジオテキスタイルでアンカーすることで、堤体内部の動水圧の伝播を遮断でき、ブロックの引き剥がれに対して抵抗力が向上することがわかった。謝辞：農林水産省の食料生産地域再生のための先端技術展開事業「減災・防災システムの開発・実証研究」及び農研機構社会的要請等対応研究の補助を受けました。

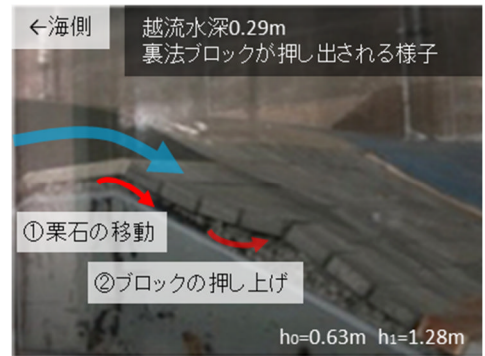
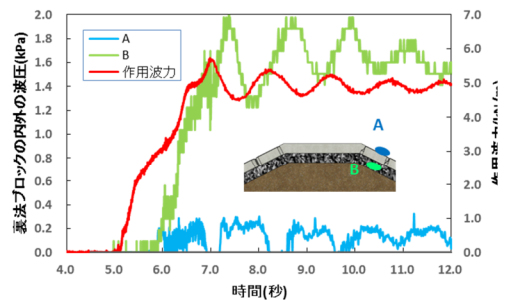
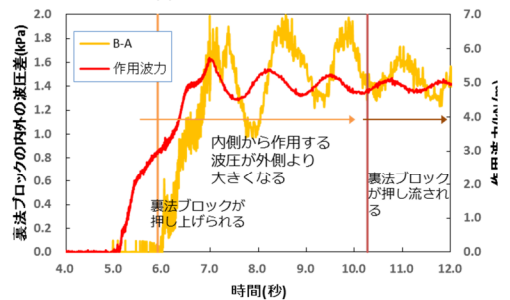


図-5 従来形式の防潮堤モデルの崩壊状況
Damage of conventional coastal dike



(a) 裏法ブロック内外の波圧



(b) 裏法ブロック内外の波圧差

図-6 裏法ブロック内外の波圧の経時変化
Time history of difference in wave pressure

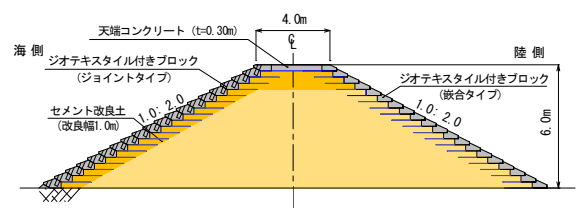


図-7 新形式の防潮堤モデル (三面一体化構造)
New type coastal dike



図-8 新形式防潮堤モデルの実験状況
New type coastal dike