

混成堤の背後マウンド形状が越波伝達波に及ぼす影響

The Effect of Leeward Mound Shape on Transmitted Waves for Composite Breakwater

北日本港湾コンサルタント(株)	正 員	伊東 雅規 (Masaki Ito)
(独)北海道開発土木研究所	〇 正 員	上久保勝美 (Katsumi Kamikubo)
(独)北海道開発土木研究所	正 員	山本 泰司 (Yasuji Yamamoto)
(独)北海道開発土木研究所	正 員	梅沢 信敏 (Nobutoshi Umezawa)

1. まえがき

近年、自然環境との調和をめざした港湾、漁港施設の整備が進められている。本来荒波から背後施設を守る防波堤や護岸に対しても、防災などの機能に加えて、生物生息場としての機能を付加するなど、環境へ配慮することが求められている。図-1は防波堤背後に浚渫土砂などの安価な資材を用い藻場造成を目的としたマウンド部を設け、水産生物の生息場として利用する事業の例である。この場合、コンブ等が光合成を十分に行えるように、マウンド天端水深を2～5m程度とする場合が多い。また、背後マウンドを設置することにより越波による伝達波高の抑制も期待できると考えられる。

越波による港内への伝達波は港内擾乱の要因であるため、天端高さの合理的決定を行う上で波高伝達率を知ることが重要である。混成堤の越波伝達波を扱ったものとしては、近藤ら¹⁾が入射波に対する相対天端高さによる定式化を行った報告がある。また、混成堤基礎マウンド高さが波高伝達率に与える影響を調べたものとして、合田ら²⁾の報告があるが、防波堤の背後マウンド形状を考慮した越波伝達特性を定量的に示した研究はない。

本研究では、直立部の天端高さ、背後マウンドの天端高さおよび天端幅を変化させたときの伝達波高の抑制効果を系統的な模型実験により明らかにする。

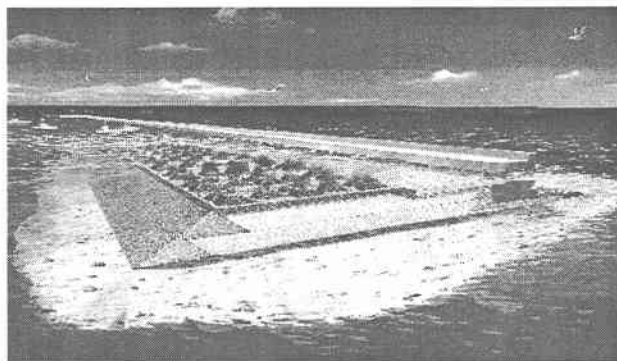


図-1 水産協調型防波堤

2. 実験の方法

実験は不規則波発生装置を備えた2次元造波水路(長さ27.0m、幅0.6m、深さ1.2m)に勾配が1/100のモルタル製の水路床を製作して行った。堤体設置水深 h は31.4cmと一定とし、図-2に示す防波堤模型を設置した。背後マウンド形状は、天端深さ ht' を6.0、14.0および26.0cmの3種類、延長 B_M を50、103、143および200

cmの4種類に変化させた。また、直立部の天端高さ hc を5.8、7.6、10.7および13.4cmに変化させた。

実験波はBretschneider・光易型のスペクトルを目標とする不規則波を用いた。有義波周期は $T_{1/3}=1.70$ および1.98sの2種類、有義波高は $H_{1/3}=13.4$ cmと一定とし、1波群の作用波数は200波を標準とした。伝達波高については、堤体背後2.5および3.0mの位置で波高を計測し、各波高の平均値をとった。波高伝達率 K_T は、入射波数に対する有義伝達波高 $H_{n/3}$ と入射波高 $H_{1/3}$ の比 $H_{n/3}/H_{1/3}$ として整理した。

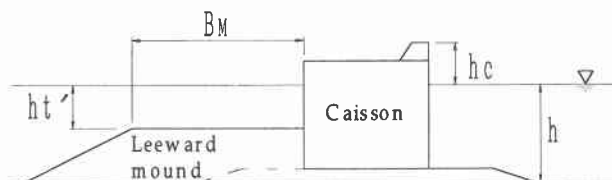


図-2 実験断面

3. 背後マウンドへの越波水の打ち込みと波高減衰

混成堤の天端面を越えた水塊は背後マウンド上の水面に打ち込み、複雑な流体運動が生じる。早川ら³⁾は混成堤における越波水の打ち込み後の流体運動を数値計算により示している。越波水が水面へ打ち込むと複数の渦が生成され、その後、これらの渦は、堤体および岸方向に拡散しながら移流していることが報告されている。

写真-1は、 $hc=7.6$ cm、 $ht=14.0$ cmおよび $B_M=50.0$ cmの条件において、 $H_{1/3}=13.4$ cmおよび $T_{1/3}=1.70$ sの波を作用させた状況である。直立部を越えた越波水塊が背後マウンド上に打ち込み、港内側へと伝播する様子がわかる。実際の打ち込み現象はこのように大量の気泡を伴った複雑な運動であり、このとき越波水塊の運動エネルギーの一部が消費される。背後マウンド水深が比較的小さい場合は、打ち込まれた越波水塊は岸向きの運動量によりマウンド上を岸向きに向かう流れとなるが、その後、伝達

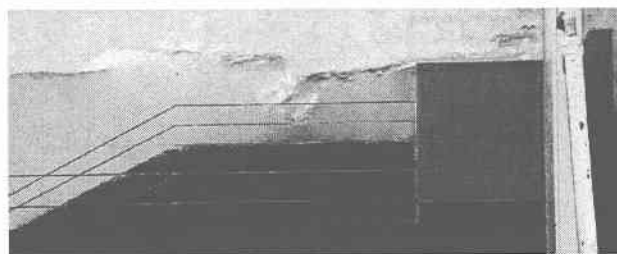


写真-1 越波水の打ち込み状況

波となってマウンド上を進行する。このときマウンド面の摩擦により波高が減衰するものと考えられる。

4. 波高伝達率特性

(1) 直立部の天端高さの影響

図-3 は、波高伝達率 K_T と相対天端高 $hc/H_{1/3}$ の関係を、背後マウンドのない通常の混成堤と、背後マウンドのある場合 ($ht'/h=0.19$ 、 $B_M/h=6.37$) について示したものである。パラメータとして水深波長比 $h/L_{1/3}$ を用いている。

通常の混成堤の場合、過去の研究例(例えば、近藤ら¹⁾)と同様に、 $hc/H_{1/3}$ が増加すると K_T はほぼ直線的に小さくなっている。背後マウンドを設置した場合、いずれの天端高においても K_T が 0.03 ~ 0.09 程度減少する。これは、前述のように、マウンドの存在により越波水塊の打ち込み時の乱れが大きくなることと、マウンド上を伝達波が進行するときの底面摩擦により波高が減衰するためと考えられる。また、いずれのケースにおいても周期の違いによる伝達率の差は小さい。

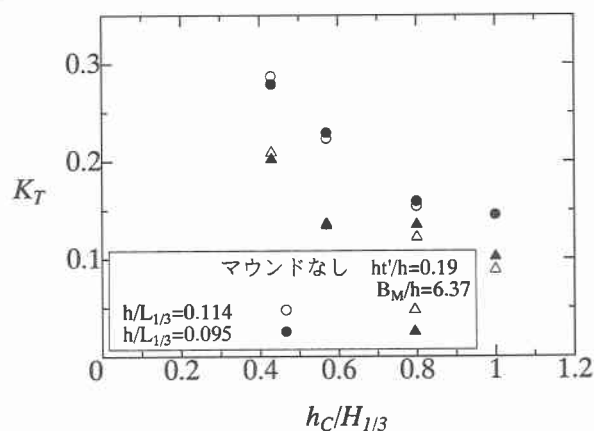


図-3 直立部の天端高さの影響

(2) 背後マウンド形状の影響

越波伝達率はマウンドの高さおよび幅の双方の要因によって影響される。図-4 は、 ht'/h をパラメータとして、マウンド天端幅 B_M の影響を、直立部天端高さが $hc/H_{1/3}=0.40$ の場合について示したものである。マウンド水深の小さい $ht'/h=0.19$ の場合をみると、 B_M が大きくなるに伴い K_T は直線的に小さくなる。しかし、マウン

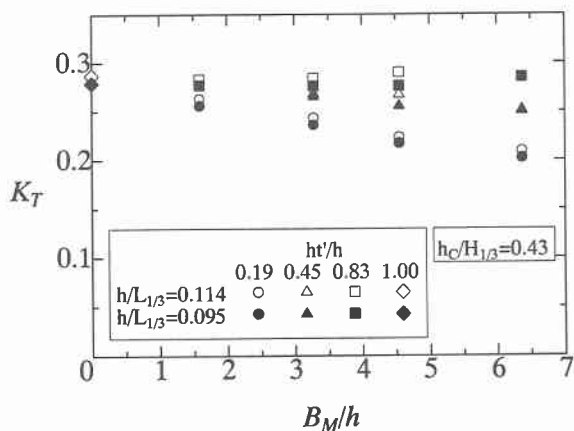


図-4 背後マウンド形状の影響

ド水深の大きい $ht'/h=0.83$ の場合はマウンドの影響はみられず K_T はほぼ一定となっている。これは、 ht' が伝達波高に比較して相対的に大きいと、海底摩擦の影響をほとんど受けなくなるためである。

また、いずれの条件においても、前述のとおり周期による伝達率の差は小さい。

(3) 直立部天端高さと背後マウンド形状の影響

図-5 は背後マウンド天端幅 B_M が波高伝達率 K_T に及ぼす影響を、直立部の相対天端高 $hc/H_{1/3}$ をパラメータとして示したものである。図はマウンド水深が小さい $ht'/h=0.19$ の場合であり、また、周期の影響が小さいことから各周期の平均値をプロットしてある。実線は実験値の傾向を表している。

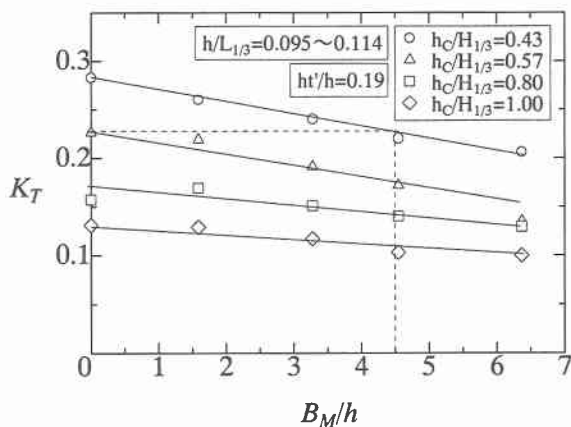


図-5 直立部天端高さと背後マウンド形状の影響

この図から、背後マウンドによる伝達率低減効果を考慮して直立部の天端高を決定することができる。例えば、天端高を通常より低天端の $hc/H_{1/3}=0.4$ としても、図中の破線に示すように背後マウンド天端幅を $B_M/h=4.5$ 程度とすることにより、 $hc/H_{1/3}=0.6$ の場合と同程度の波高伝達率が得られる。

図には示していないが、マウンド水深がより深い $ht'/h=0.45$ および 0.83 の場合は、マウンドによる伝達率低減効果は順次小さくなる。

5. まとめ

本研究では、混成堤の背後マウンド形状が越波伝達波に及ぼす影響を実験的に検討した。今後は、今回得られた水理特性をもとに背後マウンド形状を考慮した越波伝達波高の算定法の確立を目指す予定である。

参考文献

- 1) 近藤俊郎・佐藤功：防波堤天端高に関する研究、北海道開発局土木試験所月報、第 117 号、pp.1-15、1963.
- 2) 合田良実・竹田英章：越波による防波堤背後への波高伝達率、海岸工学講演会講演集、第 13 回、pp.87-92、1966.
- 3) 早川哲也・渡部靖憲・鈴木孝信・木村克俊・土井善和・工藤貴弘：混成堤における越波水の打ち込み特性と被覆材の安定性、海岸工学論文集、第 45 巻、pp.691-695、1998.