

直積みブロックを用いた道路護岸に関する水理模型実験

Hydraulic model experiments on wave absorbing block type seawalls for coastal roads

室蘭工業大学大学院 博士前期課程 ○学生員 金谷 実 (Minoru Kanaya)
 室蘭工業大学大学院 暮らし環境系領域 正 員 木村克俊 (Katsutoshi Kimura)
 (独) 土木研究所寒地土木研究所 正 員 上久保勝美 (Katsumi Kamikubo)

1. はじめに

近年、温暖化による海面上昇や異常気象による低気圧の大型化が進み、道路護岸における越波被害が深刻化し、路肩が欠損する事態が起こっている。北海道には自然法面を有する海岸道路が多く存在する。留萌管内国道 232 号の上平地区では、自然法面の区間(40m)が波による侵食を受け、路肩部に高さ 6.0m の崖を形成する事態に発展した。こうした路肩崩壊の危険性がある箇所においては、直積みブロックを設置することが有効である。

本研究は、直立護岸と直積みブロック式護岸における波浪実験を行い、直積みブロック構造の消波効果を総合的に評価する。また、打ち込み波圧の実験値と合田式による水平波圧値との比較を行い、補正値を導く。

2. 実験条件および方法

実験は、2 次元造波水路(長さ 28.0m, 高さ 1.0m, 幅 0.8m)内に縮尺 1/25 の模型を設置して行った。実験断面を図-1 に示す。海底勾配は $i = 1/20$ の一様斜面で、実験はすべて不規則波を用い、実験波数を 150 波とした。以下、模型実験の諸元は現地換算値で表す。水深は $h = 1.33\text{m}$, 周期は $T_{1/3} = 10.0, 12.0\text{s}$ の 2 ケース, 換算沖波波高は $H_o' = 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0\text{m}$ の 6 ケースとした。また堤体は図-2 に示すように、角度 73° の堤体と、堤体前に直積みブロックを置いた 2 ケースを用意した。越波水は堤体上面に幅 10cm, 長さ 2m の樋を設置して取得し、単位時間および単位幅あたりの越波流量を算出した。波圧実験では、堤体背後にロードセルを設置し 1~5ch それぞれの打ち込み波圧値を求めた。

3. 波の作用状況

写真-1 は波の作用状況の一例で、 $T_{1/3} = 10.0\text{s}$, $H_o' = 3.0\text{m}$, 計測開始から 90s 後のものである。直積み護岸では波がブロックに当たって砕け、打ち上げ高さが小さくなっている。このことから越波流量・打ち込み波圧は減少し、護岸背後の道路の安全性は高くなることが推測

される。以下においては、実験データに基づいて直積み護岸の水理特性を評価する。

4. 反射特性

図-3 は、波形勾配 H_o'/L_o と反射率 K_r の関係を示したものである。同じ波形勾配における K_r は、周期 10.0s では周期 12.0s に比べて、0.03~0.05 大きい結果が得られた。いずれの周期においても、直積みブロックの有無によって反射率に大きな変化は現れなかった。

5. 越波特性

図-4 は、換算沖波波高 H_o' と越波流量 Q の関係を示している。直積みブロックの設置により、いずれの周期においても越波流量が大きく減少している。特に低波高時の効果が大きいことがわかる。

高速車両の安全を守るには、護岸直背後では $10^{-4} \text{m}^3/\text{m/s}$ 程度、護岸背後 10m 地点だと $10^{-3} \text{m}^3/\text{m/s}$ が求められる。従って、換算沖波波高 $H_o' = 2.0\text{m}$ 以上で車両に

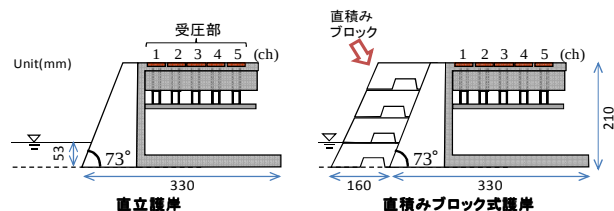


図-2 堤体模型

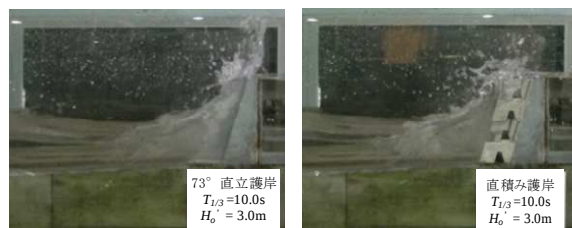


写真-1 波の作用状況

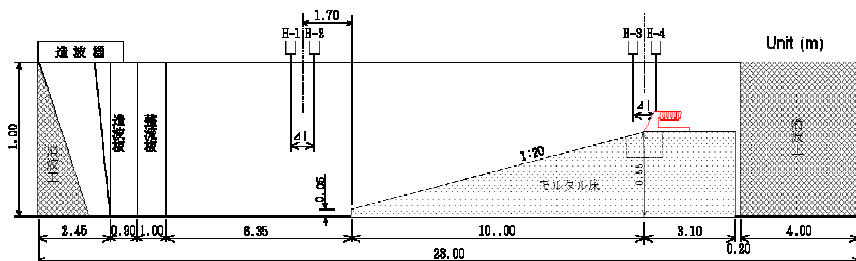


図-1 実験水路

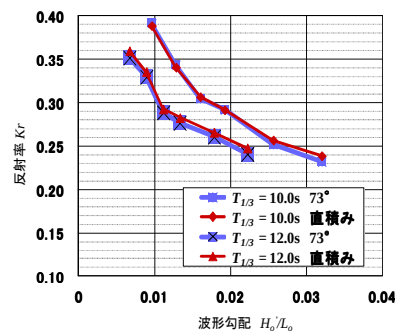


図-3 反射特性

危険がおよぶ可能性がある。このため高波高時には速度規制や、通行止めによる対策が必要である。

6. 波圧特性

6.1 打ち込み波圧分布

各測点における打ち込み波圧分布を図-5 に示す。直立護岸における打ち込み波圧値 p_{max} は、周期の影響が大きく表れている。最も差が大きい $H_o' = 5.0\text{m}$ の 2ch では、 $T_{1/3} = 10.0\text{s}$ と $T_{1/3} = 12.0\text{s}$ で約 43kN/m^2 の違いが見られる。直積み護岸においては、波圧の値自体が小さく、周期の違いによる差も小さくなっている。

また大きな打ち込み波圧は 1ch, 2ch に集中している。護岸先端から 2ch までの距離は現地換算値で 2.5m であるので、護岸背後においてはさらに陸側に道路を設置することで車両被害を減らすことが出来る。清水ら¹⁾により、打ち込み波圧値が 10.3kN/m^2 を越えるとフロントガラスが破損することが示されている。そのため 3ch 地点に道路を設置した直積み護岸であれば、換算沖波波高 3.0m が通行限界である。

6.2 実験値と計算値の比較

直立護岸および直積みブロック式護岸における水平波圧と打ち込み波圧の関係について、合田式を用いて検討する。本来、合田式は防波堤設計の際に用いられる式であるが、鉛直壁に働く水平波圧と打ち込み波圧の関係式は高橋ら²⁾によって示されている。

打ち込み波圧の実験値と合田式による計算値の比較を図-6 に示す。各波高で計測された最大波圧値を p_m (実験値)、合田式によって求めた護岸上端に作用する水平波圧値を p_G (計算値) とした。直積み護岸における実験値は、換算沖波波高 $1.5 \sim 2.5\text{m}$ では計算値の 4 割、 $3.0\text{m} \sim 5.0\text{m}$ では計算値の 3 割となった。

7. 結論

本研究で得られた結論を要約すると下記の通りである。

- (1) 反射および越波実験を行い、直積みブロックの効果进行を明らかにした。
- (2) 打ち込み波圧実験を行い、直積みブロックの波圧低減効果を明らかにし、車両の通行限界を示した。
- (3) 打ち込み波圧の実験値と計算値の比較を行い、直積み護岸における計算値の補正方法を示した。

参考文献

- 1) 清水敏明・木村克俊・高橋翼・山本泰司・上久保勝美・名越隆雄・吉野真史：海岸道路を走行する車両の高波によるフロントガラス被害の分析，土木学会海岸工学論文集，第66巻，pp.746-750 (2010)
- 2) 高橋重雄・遠藤仁彦・室善一朗：混成防波堤上の越波水の運動と波力に関する実験的研究～親水性港湾構造物に関する水工的研究（第一報）～，港湾技術研究所報告，第31巻，第1号，pp.3-50 (1992)

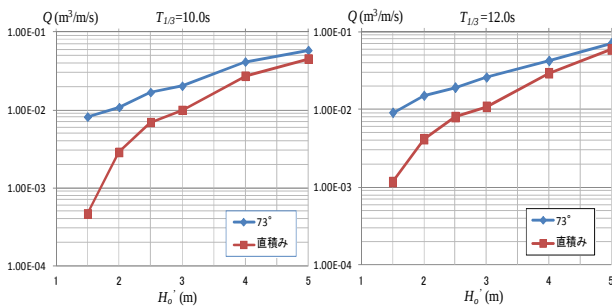


図-4 越波特性

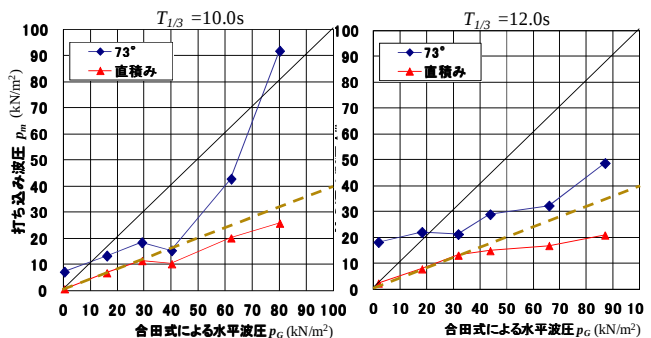


図-6 実験値と計算値の比較

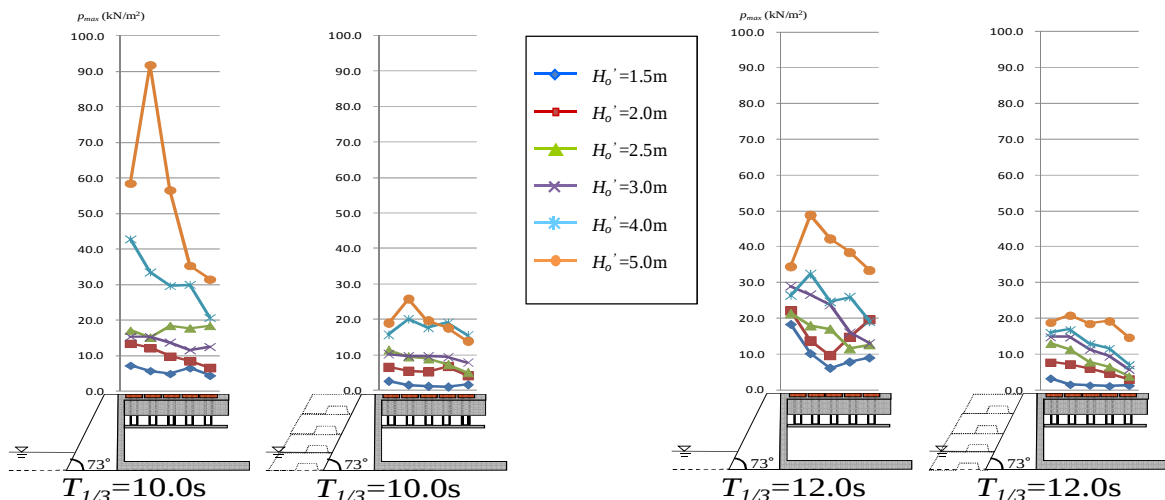


図-5 打ち込み波圧分布