

非浸透型緩傾斜護岸ブロックの開発・研究

Hydraulic Characteristics of Newly Developed Concrete Blocks for Gentle Slope Seawalls

高橋哲美*・平沢充成**・谷野賢二*・水野雄三*・星 藤男***

Tetsumi. Takahashi, Mitsunari. Hirasawa, Kenji. Yano, Yuzo. Mizuno and Fujio. Hoshi

Two types of concrete block for gentle slope seawalls are newly developed and their hydraulic characteristics are revealed by experiments in a wave flume. These blocks, settled on a gentle slope, form inner layer for return flow. This layer contributes to reduce disturbance on the slope and increase the stability of blocks. Reflection coefficients of slopes covered with these blocks can be decreased to be 0.1~0.3. The relationship between wave run-up and wave steepness is shown using relative depth as a parameter.

Key words: Concrete Block, Gentle Slope Seawall, Reflection Coefficient, Wave Run-up

1. まえがき

従来、越波や海岸侵食対策としては、直立護岸や消波工付き護岸の建設が一般的であった。しかしこれらの構造物では前面の洗掘、消波ブロックの沈下に伴う越波防止効果の低下、さらには裏込め材の吸い出しによる背後の空洞化によって倒壊に至るケースも見られている。また、越波量の低減を図るために天端を高めたり、護岸前面の消波ブロック量を増加することで、海との隔絶感を与えるケースも少なくない。

近年、海岸侵食の防止対策の一つとして注目されている緩傾斜護岸は、低反射構造であるため護岸前面の洗掘が軽減されるとともに、のり面被覆ブロックの構造を工夫することで、波の打ち上げ高や飛沫量の低減も可能になる。また、環境との調和が護岸として重要な要因とされてきており、緩傾斜護岸を用いることにより人と水辺とのアクセスも容易にできると考えられる。

このようなことから本研究では、波の打ち上げ高の低減、裏込め材の吸い出し防止、親水性機能に優れた緩傾斜護岸ブロックを開発した。ここでは、試作した2種類のブロックに関する水理模型実験結果を報告するものである。

2. 実験方法

2-1 緩傾斜護岸ブロックの形状

本実験で用いた緩傾斜護岸ブロックは、図-2. 1および図-2. 2に示すような上下2層式構造で、ここでは前者をGブロック、後者をMブロックと呼ぶことにする。これらのブロックの特徴として水理機能からは、①ブロック敷設時に隣接する底盤間に隙間を設けない構造としたことによる裏込め砂の吸い出しの防止、②斜面に打ち寄せる波がブロック上部を遡り上がり、引き波が上盤と底盤の隙間を通ることで水の流れが2層になり、波の干渉を極力避けられること、③引き波の際に、上盤と底盤をつないでいる柱状部分の抵抗により波のエネルギーを減衰させることが挙げられる。また、各ブロックとも、施工後のり面が階段状になることから親水性構造物にも適している。

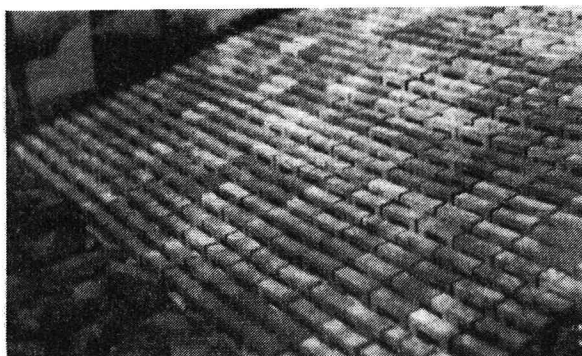
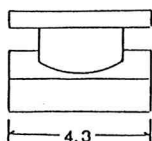
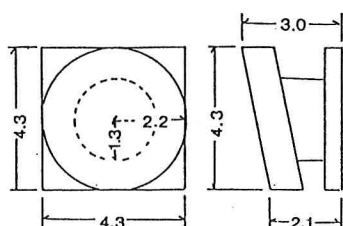
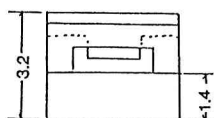
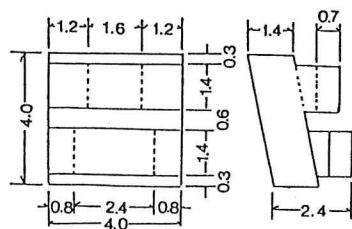
2-2 水路および実験模型

実験は、北海道開発局開発土木研究所の2次元断面水路（長さ28m、幅0.8m、深さ1.0m）を用いて実施した。なお、模型縮尺は1/30とした。

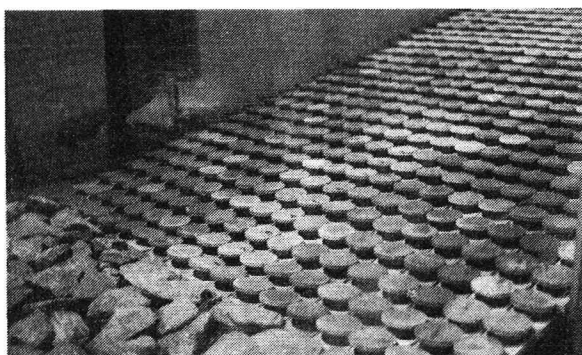
水路床はモルタル製で、図-2. 3に示すように海底勾配を1:50と1:90の2種類とし、護岸部ののり勾配を1:5とした。緩傾斜ブロックとモルタル面との間に裏込め材として碎石（約1g）を用いた層を設けるとともに、護岸先端部にはブロックの安定性を高めるため、図-2. 4のように割石による基礎工を設けた。なお、先端基礎工の中詰めには約4gの碎石を用い、これを約79gの碎石で被覆した。GブロックとMブ

* 正会員 北海道開発局 開発土木研究所 水工部 港湾研究室（062 札幌市豊平区平岸3条1丁目）

** 正会員 北海道開発局 港湾部 空港課 *** 前 寒地港湾技術センター 第2調査研究部長



図－２．１ G－ブロック



図－２．２ M－ブロック

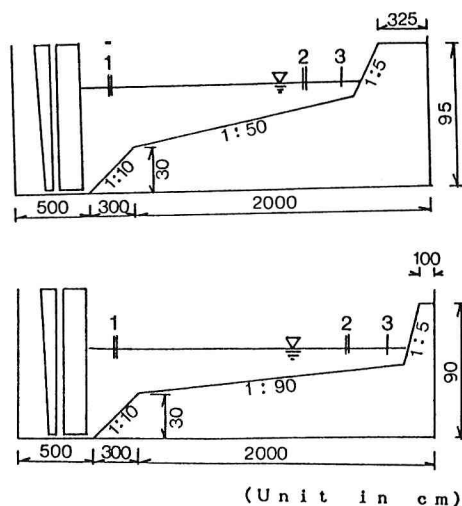
ックでは高さが異なるため、裏込め材の厚さを調整しブロックの天端高さを同じにしている。また、先端基礎工の天端水深は、5.3cmで一定とした。

２－３ 測定方法および実験ケース

実験はピストン型反射波吸収式造波装置を用い、すべて規則波により実施した。波高は前出の図－２．３に示す測点１～３において容量式波高計により測定した。測点１は１：１０の斜面の中間で、換算沖波波高を求める地点とした。測点２は、先端基礎工ののり先から１．５波長沖側の位置であり、ここで反射率を測定するとした。測点３は先端基礎工ののり先に位置し、入射波高を測定する地点とした。なお、反射率の算定は合田ら¹⁾による入反射波分離推定法を用いた。

波うちあげ高は１：５の勾配の斜面および緩傾斜ブロック上に線を引き、波の到達した位置を一波ごとに目視で読み取り、１０波の平均打ち上げ高を求めた。

実験ケースを表－１に示す。実験波の周期は、1.10sec, 1.64sec, 2.19secの３種類で、これらは、現地換算して6.0sec, 9.0sec, 12.0secに相当する。また、波高は



図－２．３ 実験水路と測定地点

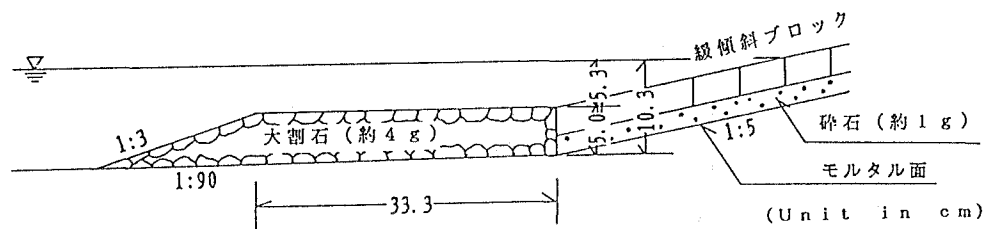


図 2.4 先端基礎工

表 1 実験ケース

構造条件		波浪条件	
ブロック種類	勾配	沖波周期 T_0 (sec)	換算沖波波高 H_0' (cm)
G-ブロック	1 : 50	2.19	3.0 ~ 15.0 9種類
M-ブロック正置	1 : 90	1.64	
M-ブロック千島		1.10	

各周期に対してレベルを9種類に変化させている。

海底勾配は先に述べたように1 : 50と1 : 90の2種類とした。ブロック重量は、G-ブロック、M-ブロックともに約74g（現地で2tクラス）の1種類である。ブロック配置は前出図-2.1および図-2.2に示した正配置とともに、M-ブロックについては千島配置についても実験を行った。なお、比較のために護岸部にブロックを設置しない「滑面」のケースも実施している。

3. 実験結果

3-1 前面反射率

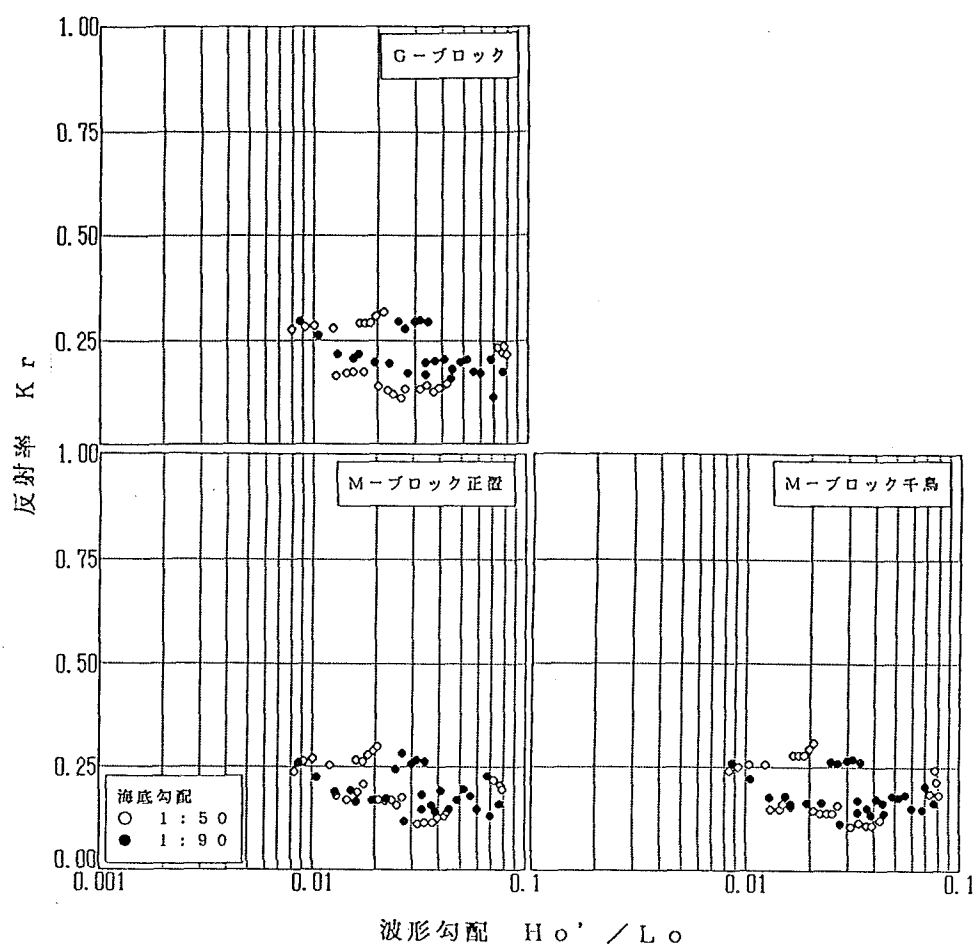
図-3.1は、波形勾配 H_0' / L_0 と反射率 K_r の関係を各ブロックごとに示したものである。図中では海底勾配ごとに記号を変えているが、その差は明確に現れていない。ブロック形状による反射率の差は小さく、0.1~0.3程度である。海岸保全施設築造基準解説²⁾によると、捨石斜面（2~3割勾配）の反射率の概略値は0.3~0.6であることから、ブロックによる反射波の低減効果が大きいと考えられる。

3-2 波高と打ち上げ高

波の打ち上げ高は波の特性、護岸の形状、斜面勾配、護岸を形成している斜面の位置などに関係している。高田は、斜面の前方で碎波しない場合の打ち上げ高について解析を行い理論式を導いた³⁾。しかし、護岸前方で碎波している場合は、理論解析よりも実験による検討が多く行われてきた。例えば、豊島らは⁴⁾波形勾配 H_0' / L_0 と沖波波高に対する相対うちあげ高 R / H_0' について、水深波長比 h / L_0 をパラメーターとして実験結果を中心にとりまとめている。

図-3.2は、相対水深 h / L_0 ごとに波形勾配と相対打ち上げ高の関係を示している。海底勾配は1 : 50とし、ブロックの種類によって記号を違えてプロットしている。どの相対水深に対しても、M-ブロックはG-ブロックに比べて打ち上げ高が小さいけれども、配置による差はみられない。滑面の場合はブロックの場合に比べて打ち上げ高が大きく、相対水深が小さい（周期が長い）ほどその差が大きい。

図-3.3は、各ブロックごとに海底勾配の影響を示したものである。これによるとどのブロックにおいても海底勾配の急な1 : 50の場合に打ち上げ高が高くなっている。これは護岸前方で碎波している場合、海底勾配



図一 3. 1 反射率と波形勾配

による砕波位置の違いが現れたものと考えられる。

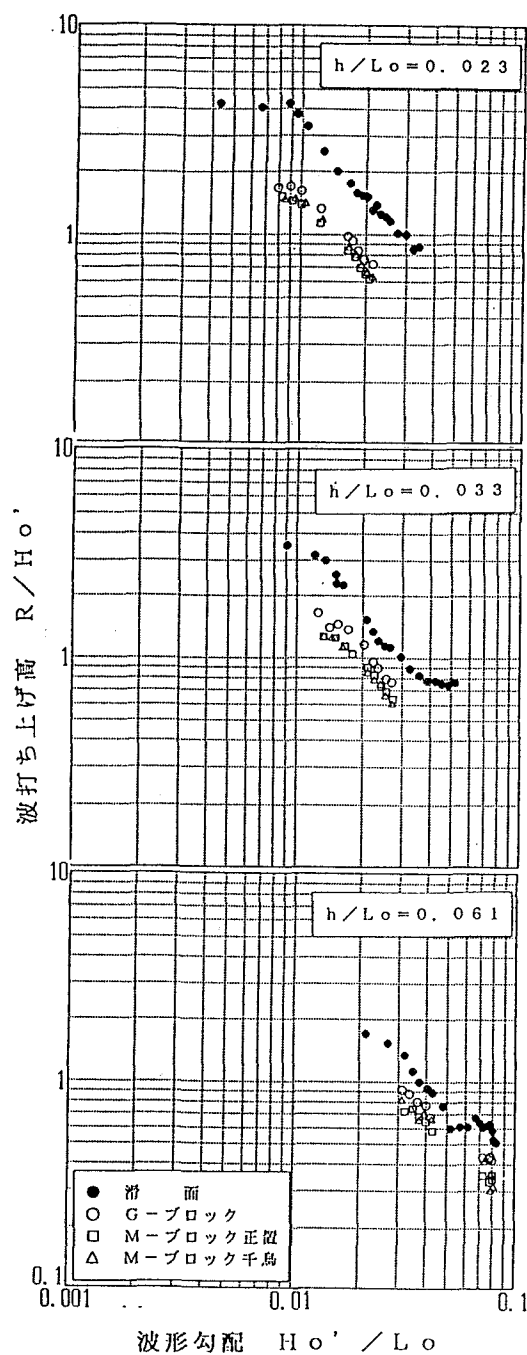
4 おわりに

今回の実験の結果、G-ブロック、M-ブロックともに滑面と比較して波打ち上げ高の低減効果が顕著であることが確認された。一方、捨石斜面に比べて反射率もやや小さくなることが明らかとなった。

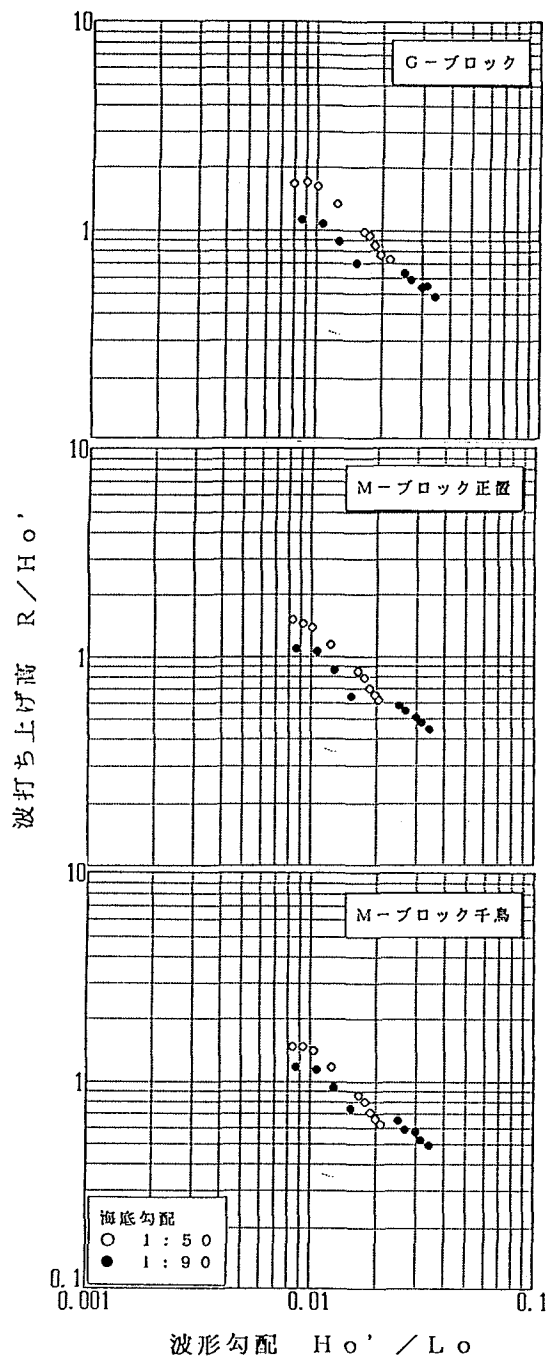
今後はさらに、各ブロックの安定性および洗掘、飛沫などに関する検討を行なっていきたい。

参考文献

- 1) 合田 良実・鈴木 康正・岸良 安治・菊池 修：不規則波実験における入・反射波の分離推定法〔港湾技研資料，No 248，1976〕
- 2) 海岸保全施設築造基準解説〔pp. 50，1987〕
- 3) 高田 彰：波の遡上、越波および反射の関連性について〔土木学会論文報告集，第182号，pp 19～30，1970〕
- 4) 豊島 修・首藤 伸夫・橋本 宏：海岸堤防への波のうちあげ高—海底勾配1/30—〔第11回海岸工学講演会講演集，pp 260～265，1964〕



図一 3. 2 打ち上げ高と波形勾配



図一 3. 3 海底勾配と打ち上げ高

- 5) 豊島 修・首藤 伸夫・橋本 宏：海岸堤防への波のうちあげ高－海底勾配1/20－〔第12回海岸工学講演会講演集，pp180～185，1965〕
- 6) 湯 麟武：砕波後の波の遡上に関する研究〔第10回海岸工学講演会講演集，pp121～126，1963〕
- 7) 豊島 修：緩傾斜護岸工法〔第34回海岸工学講演会論文集，pp447～451，1987〕