

II-402

潜堤用コンクリートユニットの安定性に関する実験的研究

日本テトラポッド協会 正会員 綿貫 啓

同上 正会員 浜口敬知

同上 正会員 長谷川実

同上 野口正昭

1. はじめに

近年、海岸整備において面的防護方式が推進されており、景観上の面から幅広潜堤や人工リーフの施工が増えつつある。これらは魚礁や藻場としての機能も期待されている。しかしながら、現状では防災目的の構造が多く、必ずしも魚礁機能を考慮したものではない。そこで、水理特性に優れ、魚礁機能を配慮した潜堤専用の一層被覆のユニット(図1)を開発した¹⁾。各ユニットは1/2勾配でもたせかけることで水平波力の一部を鉛直下向きに変換し安定性の向上を計っている。さらに魚礁効果を期待し開口部を大きくしたことで、波力の受圧面積の小さい構造とした。本構造体はもたせかけとかみあわせ効果によりユニットの一体化を図っているため、従来の消波ブロックの安定性の考え方とは異なる。そこで本稿では水理実験による堤体の安定性の検討結果を報告する。

2. 実験方法

実験は、長さ50m、深さ1.3m、幅1.0mの2次元造波水路に1/20勾配の斜面を設けて実施した。模型縮尺は1/20とし、表1に示す不規則波を作用させた(以後、諸量を現地量で示す)。表1の $H_{1/3}$ 、 H_{max} は設置水深での波高で、1回の波作用時間は1時間とした。また、天端水深 $R < 0$ の条件は静水面上に天端が出る場合を示す。堤体は表2のユニット(空隙率60%)を500kg/ヶ相当の砕石マウンド上に岸沖方向に1, 3, 5, 7列設置した。堤体と波浪条件の組合せで44ケース設定し、各ケースごとに入射波が沖で碎波するまで1mピッチで順次 $H_{1/3}$ を増大させた。ユニットは水路の幅方向に5~6個設置できるが、水路中央のユニットのみに着目し、1回の波当て後に滑動距離を測定した。

3. 結果および考察

(1)被害形態: ユニットの列数が少ない場合、波高の増大につれて全ユニットが一体となって岸側に滑動する。ただし、天端の列数が3列以下で $R=2, 4$ mの場合には、滑動量が增大すると、引き波時に沖側最前列のユニットのホゾがはずれ、2列目のユニットの傾斜面を滑るように転落するケースが観察された。この時、ユニットの転落は最前列に限定され、背後のユニットの転落や飛散は全ケースで見られなかった。なお、5列以上で滑動量が小さい場合には最前列のユニットの転落が見られなかった。したがって、本構造体は消波ブロックとは異なり、滑動に対する安定性の検討が必要である。

(2)列数の違いによる累積滑動量の変化: 図2に H_{max} と累積滑動量 S (m)の関係の一例を示す。図より列数が3列以下の場合にはわずかな H_{max} の増加で S が急激に増加するが、5列以上ではその変化は緩

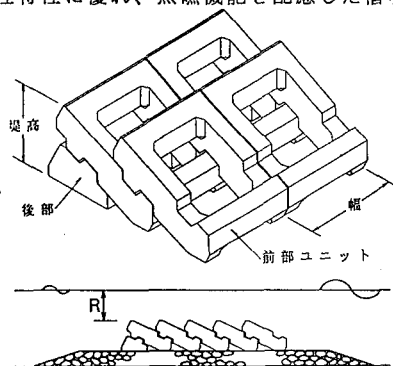


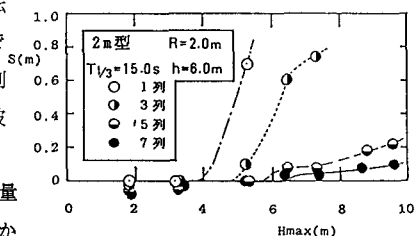
図1 ユニットの断面図

表1 実験条件

周期 $T_{1/3}$	10.0, 15.0sec
$H_{1/3}$	1.0~7.3m
H_{max}	1.8~11.3m
設置水深 h	3.0~11.0m
天端水深 R	-1.0, 1, 2, 4m

表2 堤体条件

堤高	タイプ	重量	幅	A
2m型	前部	9.95t	3.0m	6.0㎡
	後部	5.54t	"	—
3m型	前部	23.35t	3.5m	10.5㎡
	後部	14.72t	"	—

図2 H_{max} と累積滑動量

やかである。この傾向は他のケースでも同様に見られた。したがって、堤体の安定性を確保するには少なくとも5列以上を設置することが望ましい。

(3)波力算定式の提案: 各ケースごとにHmaxとSの関係から滑動限界波高を求め、堤体に働く水平波力 $F_H(t)$ を求めた。 F_H の換算では揚圧力を無視し、摩擦係数 μ は実測値0.66を用いた。図3に $R \geq 0$ の範囲の無次元波力 $F_H/wAhc$ と列数 n の関係を示す。ここで、 w は水の単位体積重量($1.0t/m^3$)、 A はユニットの投影面積(堤高 $\times$ 幅, m^2)、 Hc は滑動限界のHmax(m)を示す。図はバラツキはあるものの、列数の増加と共に無次元波力の上限值は対数的に増大する。また、ユニットの堤高による違いは明瞭ではなく、ほぼ同様とみなせる。図中の実線は上限値の傾向線であり、実験式を式1に示す。

$$F_H/wAhc = \ln [0.114n + 1.286] \quad (\text{式1})$$

図3のバラツキは天端水深 R に起因することが想定されるので、 R/Hc と無次元波力との関係を $R < 0$ の結果も含めて比較した(図4)。 $R/Hc \geq 0$ における実線は式1を示し、ほぼ $R=0$ の場合の無次元波力を与える。図から、 R/Hc が大きくなると無次元波力はわずかに減少する傾向は見られるが、それほど明瞭ではない。実用的には R/Hc は0.5以下が多いと想定されるので、安全側をとり、 R の効果を無視して式1で波力を見積ることが望ましい。なお、 $R/Hc < 0$ の場合はデータが少ないが、概ね図示した実線以下になる。したがって、式1を $R/Hc < 0$ の場合まで拡張すると式2のようになる。

$$F_H/wAhc = \ln [0.114n + 1.286] (1 - R/Hc) \quad (\text{式2})$$

ただし、 $R \geq 0$ では $R=0$ とおく

図5は実験時の使用重量 We と式2の波力から求めた滑動限界重量 Wc との比 We/Wc と滑動距離 x の関係を示す。図から $We/Wc > 1$ の範囲はほとんど $x=0$ であり、式2が妥当であることがわかる。なお、式2から安定限界のHmaxと n の関係は式3のように与えられ、 $\gamma=2.3$, $w=1.03$, $\mu=0.6$, $0 \leq R/Hmax < 1$ の時の前部ユニットの必要列数は図6によって求められる。ここで、 W_F , W_R は各々前後部ユニットの空中重量(t)を示し、 R の扱いは式2と同様である。

$$Hmax = R + \frac{(n \cdot W_F + W_R)(\gamma - w)\mu}{\ln [0.114n + 1.286] wA\gamma} \quad (\text{式3})$$

4. おわりに

従来の消波ブロックと異なり、一体性の強い潜堤用ユニットについて滑動の安定性を検討した。ユニットは潜堤用に開発したが、現場ではLWL時に天端が水面上に出ることも予想される。今回の実験範囲では $R < 0$ のデータが希薄であるので、この範囲の実験が今後の課題である。

[文献] 1) 浜口ら(1991): 水産協調型潜堤の開発, 平成3年度日本水産工学会学術講演会論文集(投稿中)

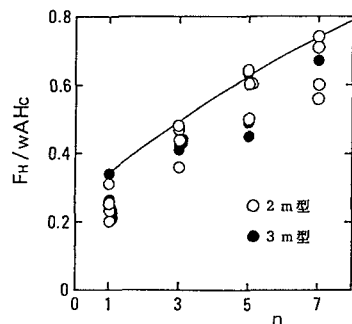


図3 列数と無次元波力の関係

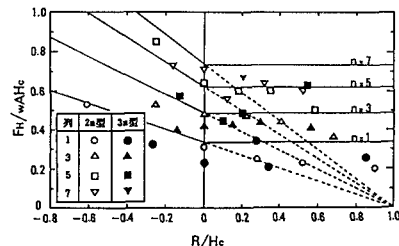


図4 R/Hc と無次元波力の関係

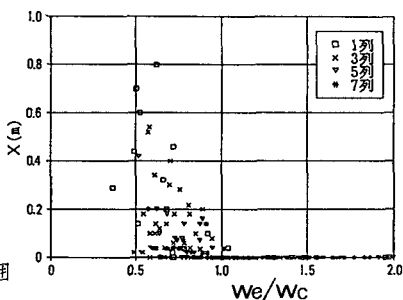


図5 重量と滑動量の関係

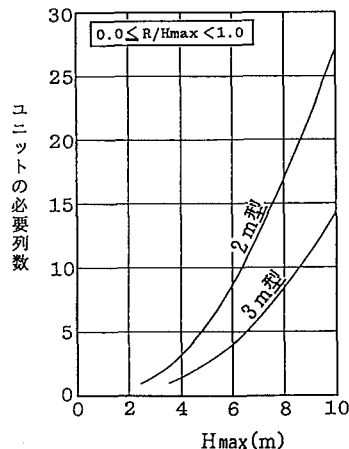


図6 前部ユニットの必要列数算定図