

## II-73

## 人工リーフ被覆用ブロックの安定性について

共和コンクリート工業(株) 正員 浅利修一

共和コンクリート工業(株) 正員 進藤邦雄

## 1. はじめに

近年、侵食対策に主眼をおいた離岸堤に代り、水面下の構造物であって、景観を損なうことなく海浜の安定化を行なう人工リーフ工法が注目されている。人工リーフ工法は、熱帯、亜熱帯地方にみられる珊瑚礁を、捨石等の材料を用いて人工的に造成しようとするものである。水深の急変に伴う強制碎波や堤体の透水層によるエネルギーの逸散により、海面を静穏にし海浜の安定化を図る。また、一般的に海面下の構造物であるため景観を損なうことがなく、静穏域を創出することができる。海岸保全のみならず海岸生物にとって良好な繁殖、生育の場にもなる。人工リーフの設計法については、宇多ほか<sup>1) 2)</sup>の一連の研究があり、被覆工に捨石を用いる場合の所要重量算定式が示されている。しかし、コンクリートブロックを被覆材として用いた場合の重量算定法は確立されていない。そこで本研究は、より合理的な設計法を導き出すための一過程として、不規則波による安定性実験を行ない被害形態と安定性について検討を加えたので報告する。

## 2. 実験装置および実験方法

実験は、共和コンクリート工業(株)技術研究所の二次元造波水路(長さ45m、幅0.8m、高さ1.0m)を用いて行なった(図-1)。人工リーフは、図-2に示すように海底勾配1/30の斜面上に設置した。法面勾配は1/3に固定し、天端幅Bを8.1m、5.4m、2.7m、人工リーフ堤体高 $h'$ を30cm、20cm、10cmとした。被覆ブロックは図-3に示すような扁平形状の模型を用いた。縮尺は1/40、重量は46gfである。模型は、法面と法肩から $5H_o'$ までの範囲に布設した。実験断面は、天端水深 $R=0$ cm、1cm、2cm、4cm、10cm、堤脚水深 $h=10$ cm $\sim$ 34cmと変化させ行なった(表-1)。

実験波は不規則波とし、換算沖波波高 $H_o'=6.6$ cm $\sim$ 15.2cmの範囲で3 $\sim$ 5種類、有義波周期 $T_{1/3}=1.26$ sec、1.58sec、1.90secの3種類を組合わせて行なった。実験波の入力信号はBretschneider-光易型のスペクトルを目標として作成し、300波作用させた。実験ケースは、実験断面と実験条件との組合わせにより90ケースである。

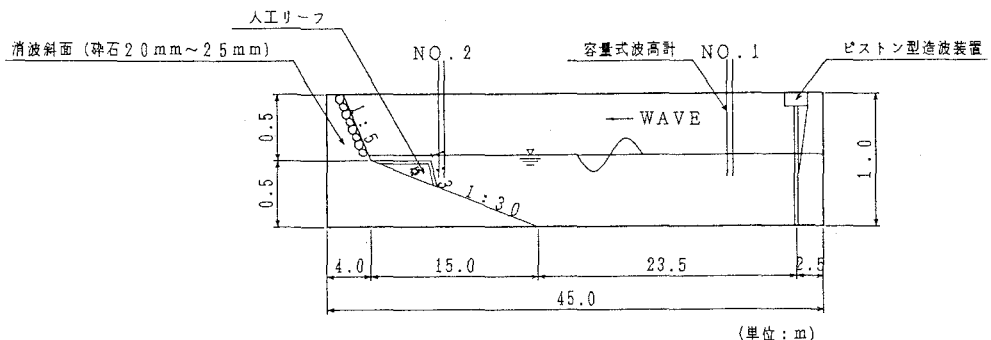


図-1 実験水路

Stability of Concrete Armor Units for Artificial Reefs

by Shuichi ASARI, Kunio SHINDO

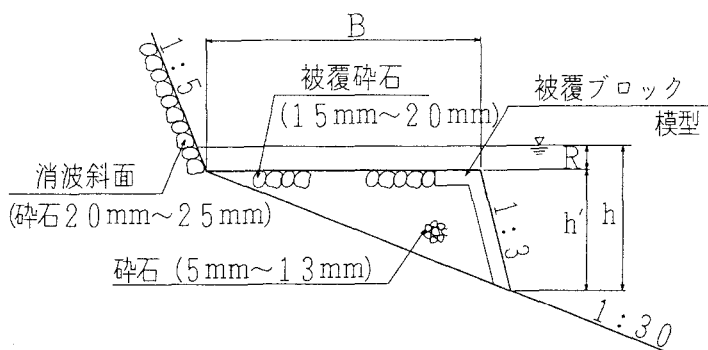


図-2 実験断面図

表-1 実験ケース

| 実験ケース              | 1~90           |
|--------------------|----------------|
| 天端幅 B (m)          | 8.1、5.4、2.7    |
| 堤脚水深 h (cm)        | 10~34          |
| 天端水深 R (cm)        | 0、1、2、4、10     |
| 周期 $T_{1/3}$ (sec) | 1.26、1.58、1.90 |
| 換算沖波波高 $Ho'$ (cm)  | 6.6~15.2       |

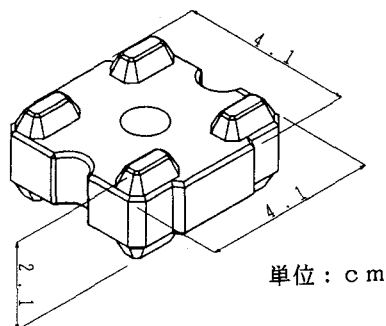


図-3 ブロック模型

実験は、波の作用後に転落、移動、振動に区分し、転落、移動したブロック模型の数を被害個数と定義した。被害率は模型総個数に対する被害個数の百分率である。波の碎波状況とブロック模型の挙動を観察するため、ビデオカメラで撮影した。

### 3. 実験結果

ブロック模型の被害は、法面部分が被害を受ける場合と法肩を中心にして被害を受ける場合に分けられる。図-4は法肩の被害状況の例で、堤脚水深 $h=34\text{cm}$ 、天端水深 $R=4\text{cm}$ 、周期 $T=1.58\text{sec}$ 、換算沖波波高 $Ho'=15.2\text{cm}$ の場合である。図-5は堤脚水深 $h=32\text{cm}$ 、天端水深 $R=2\text{cm}$ 、周期 $T=1.26\text{sec}$ 、換算沖波波高 $Ho'=10.9\text{cm}$ の場合である。人工リーフは、入射波高を強制的に碎波させることにより波を減衰させる構造物であるから、碎波点でブロック模型に大きな流体力が作用する。そこで、碎波状況とブロック模型の安定性について目視により観察した。法面でブロック模型が被害を受ける場合は、法面で衝撃的な碎波により被害を受けることが多い。碎波する直前に、ブロック模型が浮き上がり移動することが確認できる。また、法肩が被害を受ける場合は、天端部分の沖側一列目のブロック模型が巻波碎波あるいは砕け寄せ波により被害を受け、連続的な波の作用により岸側に被害が拡大するのを確認した。また岸側法面部は、戻り流れにより被害が広がり一部分のブロック模型は沖側に流された。法肩が被害を受ける場合は、被害が基大となるケースが多かった。天端でも碎波は見られたが、被害に至るケースは希であった。

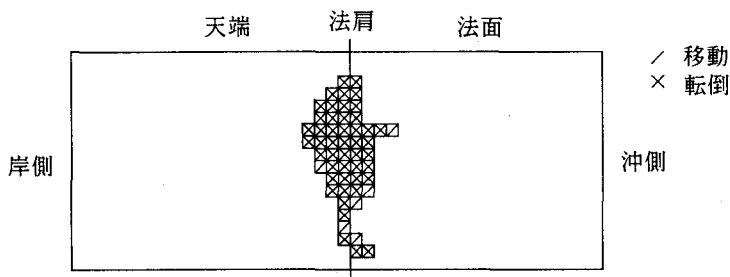


図-4 被害状況 (h=34cm, R=4cm, T=1.58sec, Ho'=15.2cm)

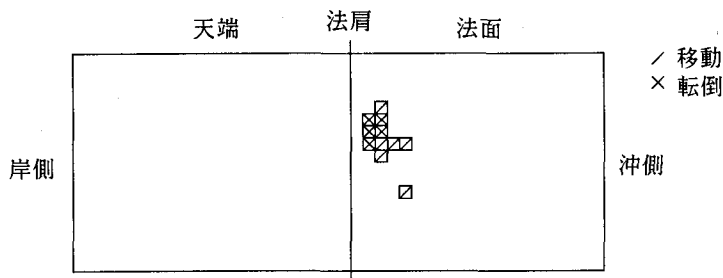


図-5 被害状況 (h=32cm, R=2cm, T=1.26sec, Ho'=10.9cm)

人工リーフ被覆材の安定性は、ハドソンの $K_D$  値、プレブナードネリーの安定係数 $N_s$ 、宇多ほかによる人工リーフ上の流速による算定法等により検討されているが、本検討においては、プレブナードネリーの算定式により検討した。以下にプレブナードネリーの算定式を示す。

$$W = \frac{\gamma_r \cdot H_i^3}{N_s^3 \cdot (S_r - 1)^3}$$

ここに、 $W$  : 被覆材の所要重量 (tf)  
 $H_i$  : 設計波高 (m)  
 $\gamma_r$  : 被覆材の空中単位体積重量 (tf/m<sup>3</sup>)  
 $N_s$  : 安定数  
 $S_r$  : 被覆材の比重

図-6は、 $R/H_o'$ と $H_o'/h$ との関係を被害率ごとに示したものである。図より $0.3 < H_o'/h < 0.5$ 、 $0 < R/H_o' < 0.75$ の範囲でブロック模型の被害率が1%を越えている。砕波は波高、水深等により支配されていると考えられるので、図より砕波がブロック模型の安定性にとって大きな要因になっていることを示している。ただし、これらの範囲内でも無被害のケースも多くあり、これは目視の結果からも示される様に、被害が比較的強い砕波をきっかけとして広がる傾向があることと、ブロック模型が格子状に配列されお互い拘束し合っているため、砕波や砕波後の流れに対して抵抗性があるためと考えられる。図-7は、 $R/h$ と

安定数 $N_s$  との関係被害率ごとに示した図である。 $R/h$ の増加と共に、安定数 $N_s$ が大きくなる傾向にある。また、 $R$ が大きいほど、 $h$ が小さいほど安定性が良いことを示している。数個のブロック模型の被害が甚大な被害に発展することを考慮するなら安定数 $N_s$ は4程度となる。安定数 $N_s$ を用いることにより、必要ブロック重量の算定は可能となる。

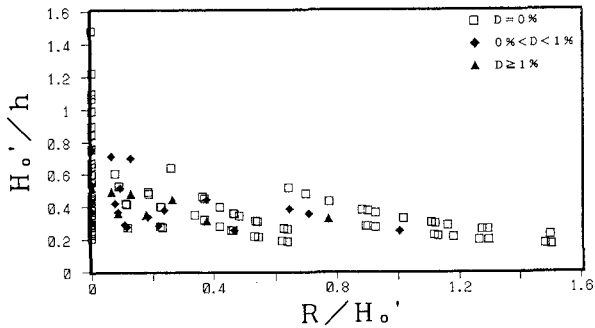


図-6  $R/H_o'$ と $H_o'/h$

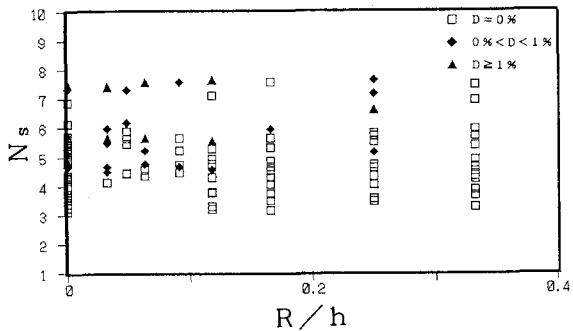


図-7 安定数 $N_s$ と $R/h$

#### 4. まとめ

人工リーフのブロック模型は、本実験の範囲内では法面部と法肩を中心とした部分に被害が多く発生することがわかった。特に法肩部の被害は大きな被害に発展する。それは、法肩での碎波による強い流体力によるものである。また、ブロックの重量の算定には、 $R/h$ との関係から求められる安定数 $N_s$ を用いたプレブナードネリーの式により可能となる。今後、波力実験等を行いブロックに作用する流体力と安定性との関係を把握する必要がある。さらに、法肩部において安定性を考慮した構造を検討することにより、より経済的な設計が可能となる。

#### 参考文献

- 1) 宇多高明, 小俣 篤, 横山揚久: 人工リーフの機能と設計法, 土木研究所資料, 第2696号, 1988年12月.
- 2) 宇多高明, 小俣 篤, 齊藤友伸: 人工リーフ被覆材の所要重量算定法, 土木研究所資料, 第2893号, 1990年8月.