

II-18

新形式ブロックを用いた人工リーフ堤体の
安定性に関する実験的研究

大阪市立大学土木工学科 正会員 角野昇八
大阪府土木部 青野邦男
東洋水研（株） 正会員 遠藤正男

1. はじめに：没水水平透過板をブロック化し、そのブロックを捨石マウンド上に一層に設置することによって没水水平透過板と同様の水理特性を期待する人工リーフ堤体を提案した。また、それが比較的良好な基本的水理特性をもつことを報告した^{1)、2)}。このような堤体は、①波高伝達率・反射率が小さい、②作用波力が小さい、③海浜流を妨げない、④新たに流れをつくらない、などの特性を期待することができるものと考えられる。堤体を形成するブロックは、図-1に示すように上部の開孔板と内部の大きな空隙で特徴づけられる直方体形状を有している。それゆえ、このような形状のブロックで形成されるこの堤体は、波浪に対する安定性に関しては他の形態のブロックとは異なる独自の観点からの検討が必要とされよう。以下では、このブロックで形成される人工リーフ堤体の耐波安定性に関する実験結果およびその若干の解析結果について報告する。

2. 実験方法：実験は、長さ50m、幅1m、高さ1.5mの片面ガラス張り2次元造波水槽を用いて行い、水槽床の一部をかさ上げた造波板から約34mの水平床の上に堤体模型を設置した。堤体模型は、現地スケールの1/20を想定して、1個が5gf程度（代表径3.5cm）の碎石を用いて高さ15cmの捨石マウンドを形成し、そのうえにブロックを並べたものである。なお、マウンドの肩幅は30cmとした。堤体の種類は、ブロックを16列並べて堤体幅を $B=2.4\text{m}$ とした基本断面²⁾において、最沖側列ブロックを図-1に示すように基本タイプのブロック（TYPE-1）、2列を連結したタイプ（TYPE-2）、比重が2.3の基本タイプに対してそれを3.0としたタイプ（TYPE-3）の3種類とした。設置水深 h （天端水深 R ）は、30(0)cm、35(5)cm、40(10)cmとした。実験波の周期は $T=1.5, 2.0, 2.5, 3.0\text{sec}$ の4周期とし、おのおのの周期で入射波高を徐々に増大させながら、それぞれのタイプの最沖側のブロック列の安定限界を視認し、安定度を評価した。表-1に本ブロックに対する安定度の判定基準を示す。波高および波高伝達率、反射率の測定は、堤体の沖側および岸側に設置した各2本の容量式波高計による約30秒間の最も安定な区間のデータより入射波分離法により入射波、反射波、伝達波に分離して求めた。

3. 安定性に関する実験結果および考察：図-2に実験波の周期と安定限界波高の関係の一例（TYPE-1、 $h=35\text{cm}$ ）を示す。図中には表-1に示される判定基準BおよびCの安定限界の波高を連ねた直線も示した。図示のように、安定限界波高には周期の影響が見られ、周期が長くなるにつれてそれは小さくなる傾向にある。また、水深（天端水深）が深くなるほど安定限界波高は大きくなり、安定度は増す傾向にある。各タイプの比較では、TYPE-3が最も安定度が高く、TYPE-1とTYPE-2とではほぼ同じ安定性を呈した。TYPE-3と他のタイプの差は水深が深いほど、また周期が短いほど顕著となる。TYPE-3の安定限界最小波高は約12cmであって、ほぼブロック程度の高さとなった。ついで、不安定性を決定づけている指標として圧力を考え、圧力に比例する量である $H_c \times \cosh k(h-R) / \cosh kh$ の周期に対する変化の様子を図-3に一例として示した（TYPE-2、 H_c は安定限界波高）。指標値は周期および水深によらずにほぼ一定となり、この量で安定限界がほぼ決定されていることが裏付けられている。さらに、このように

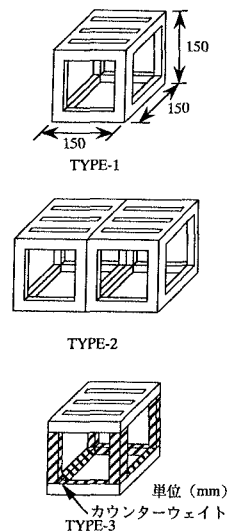


図-1 供試体

得られた各タイプの安定限界波高より安定限界波形勾配 (H_0/L) を求め、それを各タイプ別に、またB、Cの安定限界別に波数×水深 (kh) の関数として表し、図-4(a)-(c) に示した。実験結果の整理は水平透過板の理論⁴⁾との比較でも行うことができるが、ここでは実用・設計上の簡便さを考慮して、実験条件との直接的な関係を求めた。図中の曲線は原点を起点とする2次の回帰曲線である。図示のように、波の周期、水深、天端水深に関係なく、 H_0/L は kh によって一義的に関連づけら

表 1: ブロックの安定度

安定度	基準	安定度内容
A	ロッキングおよび移動なし	安定
B	わずかなロッキングあり	安定
C	ロッキングあるいは浮上あり	不安定

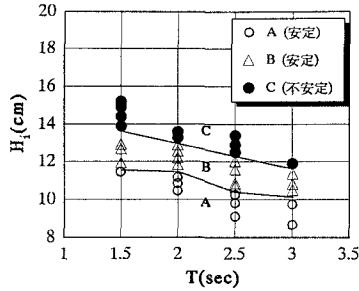


図-2 安定限界波高

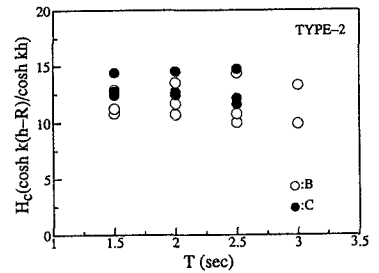


図-3 安定限界圧力係数

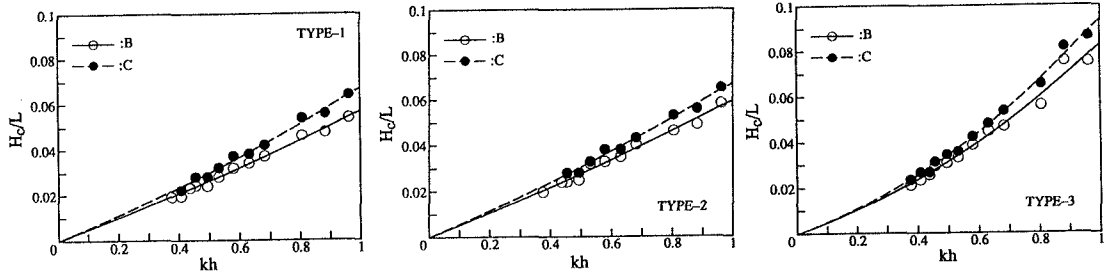


図-4 安定限界波形勾配

れていて、これらの関係からこのブロックの安定限界波高を直ちに求めることができる。図より、長周期の波では、BとCの安定限界の差はほとんどなくなっている。また、この図からもTYPE-1とTYPE-2の間の安定性における差はほとんどなく、TYPE-3の安定性が優れていることが示されている。

4. 波高伝達率に関する実験結果：今回の実験で得られた波高伝達率を理論値⁴⁾と比較し、図-5に一例を示した。理論計算では、実験で設置した捨石マウンドの影響は考慮されていない。既報^{1)、2)}のように、比較的小波高の場合には実験値と理論値との整合性はよかったが、今回のように大波高の場合には、堤体上での碎波や波の分裂により波高伝達率の実験値は理論値よりも下回ることが多い。

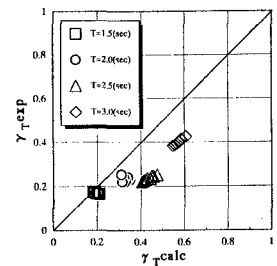


図-5 波高伝達率

5. おわりに：今回の実験より、本堤体ブロックの耐波安定性は、最沖側列のブロックへの波の作用の仕方によってほぼ決定されていることが明らかとなった。今後、安定性をさらに増すために、最沖側列のブロック断面に工夫を加えるとともに、マウンドの肩幅を増した断面などで検討を加えることを考えている。

参考文献：1) 角野・山野・杉田・遠藤：人工リーフ用新形式ブロックの開発、関支講、1995。

2) 角野・山野・杉田・遠藤：新形式ブロックを用いた人工リーフ堤体とその水理特性、年講、1995。

3) 角野・青野・遠藤：人工リーフ用新形式ブロックの安定性に関する実験的研究、関支講、1996。

4) 角野・鍾：透過性没水水平板の波浪制御特性に関する基礎的研究、海岸工学論文集、第40巻、1993。