

関西大学大学院 学生員 ○手塚崇雄  
 関西大学工学部 藤井伸啓

三基ブロック株式会社 正会員 清水敬三  
 関西大学工学部 正会員 井上雅夫

### 1. まえがき

本研究の目的は、被覆ブロック傾斜堤を対象とした水理模型実験を行い、被覆ブロックの安定性に及ぼす波高、周期、のり面勾配およびブロックの配列方法の影響、また、その被災特性を明らかにすることである。

### 2. 実験装置および方法

2次元不規則波造波水槽内に、のり面勾配が1/30の傾斜海浜(固定床)を設け、その上に図-1に示すような被覆ブロック傾斜堤を設置した。実験では、のり面勾配やブロックの配列方法などを種々変化させ、所定の波を30分間作用させた後に被災したブロックの個数を測定した。なお、表-1には、実験条件を示したが、模型縮尺は1/50を想定した。

### 3. 実験結果および考察

この実験では、被覆ブロックの配列方法が突合せの場合、ブロックは全く被災しなかった。これは、突合せの場合、ブロック間の空隙率が上下組合せや左右組合せの場合よりも大きく、ブロックに働く揚圧力が小さいためと考えられる。したがって、以後の考察では省略する。

#### 1) 被害率と波高との関係

図-2には、傾斜堤ののり面勾配が1.5割の場合における被害率Dと波高Hとの関係を示した。なお、(a)図は配列方法が上下組合せの場合、(b)図は左右組合せの場合についてのものである。(a)図によると、いずれの周期においても、DはHの増大とともに増加する傾向を示している。しかし、被災が発生しだすHよりも大きくなると、Hの増大に対するDの増加の割合は、Tが短いほど大きい。すなわち、ブロックの安定性に及ぼす周期の影響はかなり大きい。また、(b)図においても、(a)図とほぼ同様の傾向がみられるが、Tが15.6sの場合には、ほとんど被災しない。

図-3には、図-2と同様なものを、のり面勾配が2割で左右組合せの場合について示した。これによると、被覆ブロックは、図-2の場合と同様に、Tが短いほど小さなHで被災が発生しだすが、被災してからDのHに対する増加の割合は、図-2の場合とは逆に、Tが長いほど大きい。

図-4には、図-2と同様なものを、のり面勾配が3割で上

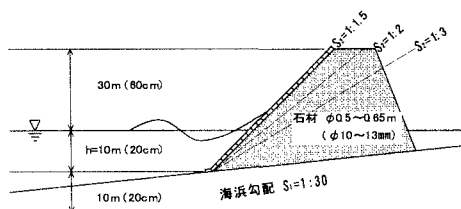


図-1 実験装置

表-1 実験条件

| 期待スペクトル          | Bretschneider 光島型                           |
|------------------|---------------------------------------------|
| 有義波周期 T          | 8.5s, 11.3s, 15.6s (1.2s, 1.6s, 2.2s)       |
| 一様水深 $h_0$       | 20m (40cm)                                  |
| のり先水深 h          | 10m (20cm)                                  |
| 海浜勾配 $S_1$       | 1/30                                        |
| のり面勾配 $S_2$      | 1/1.5, 1/2, 1/3                             |
| ブロックの配列方法        | 上下組合せ, 左右組合せ, 突合せ                           |
| ブロックの質量 M'       | 3.9t (31.1g)                                |
| ブロックの密度 $\rho_1$ | 2.2t/m <sup>3</sup> (2.2g/cm <sup>3</sup> ) |
| ブロックの比重 $S_r$    | 2.2                                         |

※ 表中の数値は現地換算したもの。なお、( )内の数値は模型値

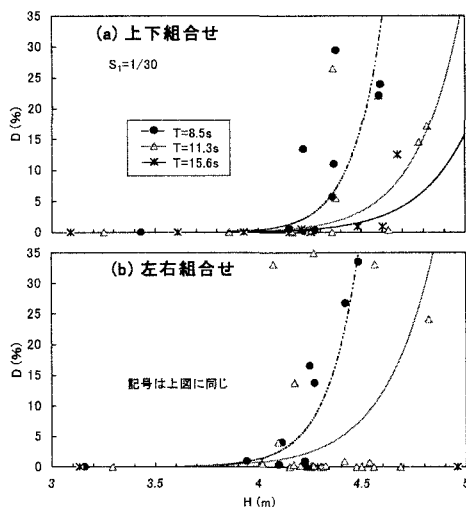


図-2 被害率と波高との関係 ( $S_2=1/1.5$  の場合)

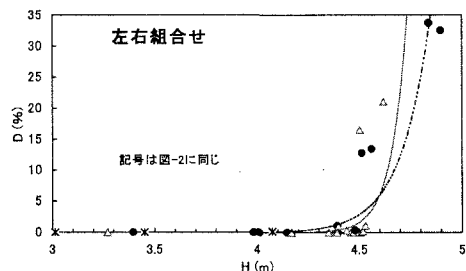


図-3 被害率と波高との関係 ( $S_2=1/2$  の場合)

下組合せの場合について示した。なお、3割勾配では、いずれのTにおいても、Dは小さい。このように、のり面勾配が3割の場合には、1.5割や2割の場合とは違い、Tが長いほど限界波高は小さくなる。

また、いずれののり面勾配や配列方法においても、被害率にはかなりのばらつきがみられる。これは、実験時の積み直しによるブロックのかみ合わせやブロック下部の捨石の締め具合に微妙な差があることに起因しているが、実務においては、このようなばらつきのあることも考慮する必要がある。

## 2) 被害率分布

図-5には傾斜堤のり面勾配が1.5割でTが8.5sの場合における被害率分布を示した。(a)図は配列方法が上下組合せ、(b)図は左右組合せの場合のものである。ここでの被害率 $D_r$ は、波向きに直角方向に並べた被覆ブロック1列中での被災ブロック個数の割合を、各列ごとに示したものである。なお、横軸の $x/L_0$ は傾斜堤の斜面長 $x$ を波長 $L_0$ で除したものであり、 $x/L_0$ が0の位置は汀線を示している。

(a)図によると、Hが4.2mの場合には、被覆ブロックは $x/L_0$ が-0.08~0の範囲で被災している。すなわち、被覆ブロックの初期被災の位置は、汀線よりもやや沖側である。また、Hが4.4m、4.6mと増大するにつれて、被災領域は波向き方向に大幅に拡大し、その範囲は $x/L_0$ が-0.08~0.15にも及んでいる。一方、(b)図では、初期被災の位置は(a)図と同様に汀線よりもやや沖側であるが、Hの増大とともに、被覆ブロックの被災領域は、波向き直角方向に大きく広がる。このことから、被災範囲の広がる過程は、被覆ブロックの配列方法によって異なる。これは、上下組合せの場合には波向き方向、左右組合せの場合には波向きに直角方向のブロックのかみ合わせが弱いためである。

図-6には、図-5と同様に傾斜堤のり面勾配が3割の場合について示した。

これらの図では、3割勾配のブロックの被災個数は1.5割のものに比べると少なくなるとともに、被災状況が配列方法の違いによっては変化していない。これは、のり面勾配が緩くなると、のり面上方からのブロックにかかる重量が小さくなり、ブロック間のかみ合わせの効果が弱くなるためであろう。

以上のことから、いずれの場合においても、初期被災が発生するのは汀線よりもやや沖側であり、このような箇所には、高比重ブロックを用いるなどの対策を講じる必要がある。一方、全く被災の発生しないのり先先端部や最上端付近のものには、所要質量よりも小さい質量のブロックを設置しても、問題は発生しないであろう。こうした問題に関連して、豊島らはブロックの厚さを変えることを提案しているが、前述したように比重を変化させて対処することにより、効率的な傾斜堤の構造が提案できるであろう。しかし、その布設範囲などについては、今後の課題である。

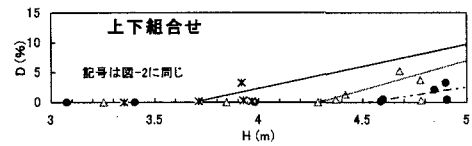


図-4 被害率と波高との関係 ( $S_2=1/3$  の場合)

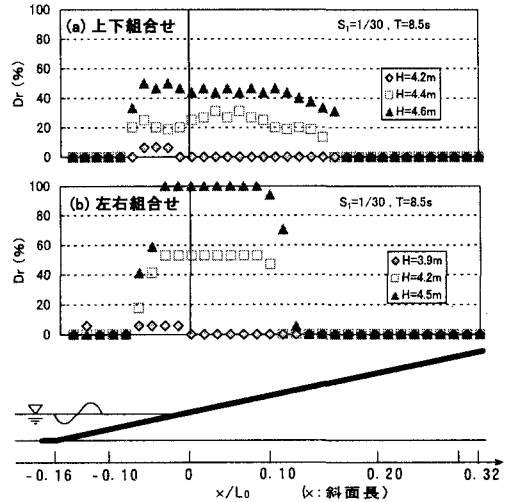


図-5 被害率分布 ( $S_2=1/1.5$  の場合)

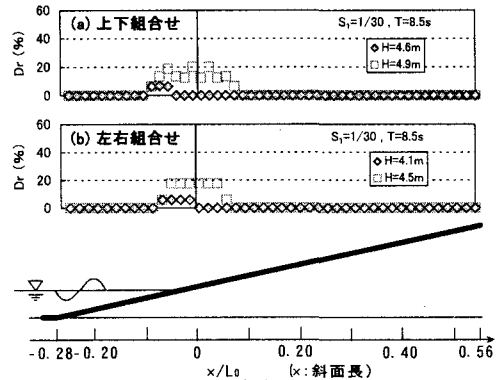


図-6 被害率分布 ( $S_2=1/3$  の場合)