

沖縄総合事務局, (前)オ三港湾建設局 正員 奥村研一
オ三港湾建設局 中村 勇, 小松和彦

1. まえがき 混成堤等の表のり面を被覆する消波ブロックの所要重量の算定は、通常ハドソンの提案による式(1)にもとづいて行っている。

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_D(S_r - 1) \cot \alpha} \quad \text{---- (1)}$$

ここで、 W :求めるブロックの最小重量(t), γ_r :ブロックの空中単位体積重量(t/m^3), S_r :ブロックの海水に対する比重, α :斜面が水平面となす角(度), H :設計計算に用いる波高(m), K_D :ブロックの種類及び被災率によって定まる定数である。ところで、式(1)は規則波による実験結果にもとづいて提案されたものであり、また、周期(波長)の影響が組み込まれていないという問題がある。

今度、筆者らは大型消波ブロック(25T型)の現地への適用性に関連して、下規則波を用いて若干の実験を行い、これらの点について検討したので、以下、その結果を示すことにする。なお、実験はフルードの歪なし相似則に従う1/50模型で実施したが、以下においては、現地に換算した値で示すことにする。

2. 実験内容 (1) 実験施設 実験は運輸省第三港湾建設局水理実験所の二次元水路を利用して行った。水路の諸元は、全長64m、幅15m、深さ1.5mであり、造波板から約45m離れた地点に模型を設置した。造波装置はミナーシャモーターを備えたピストン式である。実験断面は図-1に示す形状であり、消波ブロックは2層整積み、両端3列積みで、法勾配は1:4/3である。

(2) 測定方法 波を作用させた時の消波ブロックの動きは、全体としての動き、部分的な動き等非常に複雑である。また、完全な転落や移動以外は観測者の主観が入る。そのため、本実験においては、実験前後に写真撮影を行い、目視及び写真によりブロックの被災状態を調べた。実験時間は

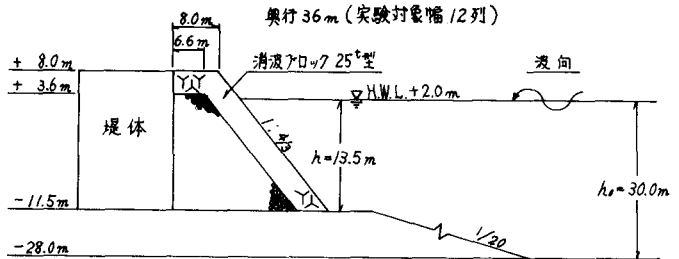


図-1 実験断面(現地)

現地2時間に相当する継続時間を与えることにした。波高については、水路内に模型を設置する前に実験する全てのケースの通過波高を測定し、ゼロアップクロス法により H_s 、 T_s 他を算出した。また、一部のケースについては、実験中に測定した波高をもとに、合田らの方法により入射・反射波高を分離し、あわせて反射率を算出した。

(3) 実験ケース 実験は、周期(現地)として、12, 15, 18秒の3つを取上げ、その各々について、波高を変化させて被災状態を観察した。また、各ケースとも、3回繰返し実験を行った。

3. 実験結果 (1) 被災状況 波を作用させた場合の消波ブロックの移動形態を、観察の結果、次のように分類した。a. 動揺(ブロックが寄せ波あるいは引き波によって左右、上下に移動する状態で、波の作用後は元の位置にある場合)、b. 変形(ブロックが隣のブロックの端にのったり、ブロック自身の向きが変わったりする状態)、c. 移動(変形の進んだ状態で、隣のブロックにのる場合、またはブロックの位置が半ブロック長以上変位した場合)、d. 転落(移動の進んだ状態で、ブロックの位置がブロック1個長以上変位した場合)

(2) 被災結果及び考察 上記の分類により実験結果を整理し、入射波高に対する被災率を図示した。一例を図-2に示す。ここで被災率とは、移動及び転落を被災と定義し、2層目の被災個数を2層目の全個数で除して百分率で表わしたものである。これらの図から、被災率0, 1, 5%に対応する波高(堤体部における入射有

義波高)を読み取って整理したものが、表-1である。この場合、3回の実験値の平均ではなく、最も被災率を大きく与える実験結果に対応した波高を考えた。ここでは、この波高を被災限界波高と呼びこにする。この被災限界波高を(1)式に代入して、 K_D 値を求めた結果を表-2、(1)~(3)に示す。また、通常の設計の際、用いられる K_D 値(港湾構造物設計基準²⁾による値であり、以下、設計基準による値という)を併記した。

表-1より、周期が長くなるほど、被災限界波高は小さくなる傾向があるといえよう。また、表-2より、 K_D 値の絶対値については、被災率の小さい場合(0, 1%)は、設計基準による値はやや小さく、従って消波ブロックの重量をやや大きく算定するこになる。そして、この傾向は周期の短いほど著しい。しかし、被災率の大きい場合(5%)は、逆に、実験的に得られた K_D 値の方が小さくなり、通常の設計はやや危険側になる場合があることが示されている。

なお、被災の定義を変えると、当然、被災限界波高及びこれに対応する K_D 値も変化する。図-2において、転落を被災と考へた場合の波高~被災率の関係を破線で示した。この場合、設計基準による K_D 値と実験的に得られた K_D 値との差は、先の場合よりも大きい。傾向的には、周期が長くなるほど両者の差は小さくなり、また、被災率を大きく考へた場合は差が小さいという、同様の結果が得られる。

以上の結果をまとめると、次のようになる。

- ① 周期が長くなるほど、被災限界波高は小さくなる。これは設計上からは周期の影響を向うかの形で組み込むべきことを示唆している。
- ② 被災率の与え方は大きな問題であり、設計上許容される限界を検討することが必要である。また、ハドソンによる補正率は危険側を与えることもある。
- ③ 被災の定義も重要な問題である。これは地盤の状況を考慮して許容範囲を決定すべきものと思われるが、本実験結果からは、通常の設計は移動及び転落を被災と考へる場合に近い。ただし、周期が長くなると、転落のみを被災と考へる場合との中間的状態に対応してくるようである。
- ④ あじがき 不規則波による実験結果をもとに、ハドソン式を中心とした消波ブロックの安定性について検討を行った。これらは、限定された条件のもとで、少数の実験結果に基いて考察を行ったものであるから、必ずしも一般性を有しているとはいえないが、上述のまとめについては、既に、一部で行われた報告と一致しており、今回、不規則波実験により確認されたといえよう。

今後、さらに機会があれば、系統的な実験を行い、検討していきたいと考えている。

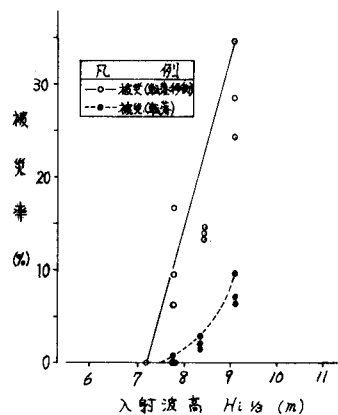


図-2 波高~被災率図 ($T=18\text{sec}$)

表-1 被災(移動、転落)限界波高

被災率(%)	0	1	5
周期(sec)			
12	8.2 m	8.3 m	8.9 m
15	7.2	7.3	7.6
18	7.2	7.3	7.5

表-2(1) 被災率(移動、転落)0%の時の K_D 値

沖深(周期)	有義波高	K_D 値	港湾構造物設計基準による K_D 値	①/②
$T_{0.1}(\text{sec})$	$H_{1/2}(\text{m})$	①	②	
12.0	8.2	14.2	8.3	1.71
15.0	7.2	9.6	7.3	1.16
18.0	7.2	9.6	7.3	1.16

表-2(2) 被災率(移動、転落)1%の時の K_D 値

沖深(周期)	有義波高	K_D 値	港湾構造物設計基準による K_D 値	①/②
$T_{0.1}(\text{sec})$	$H_{1/2}(\text{m})$	①	②	
12.0	8.3	14.7	8.3	1.77
15.0	7.3	10.0	7.3	1.20
18.0	7.3	10.0	7.3	1.20

表-2(3) 被災率(移動、転落)5%の時の K_D 値

沖深(周期)	有義波高	K_D 値	港湾構造物設計基準による K_D 値	①/②
$T_{0.1}(\text{sec})$	$H_{1/2}(\text{m})$	①	②	
12.0	8.9	18.2	13.6	1.34
15.0	7.6	11.3	7.3	0.83
18.0	7.5	10.7	7.3	0.79

参考文献: 1) 谷田, 鈴木: 不規則波に対する反射波の分離法について, 才7回関東支部年次発表会, pp151~154, 1974. 2) 日本港湾協会編: 港湾構造物設計基準, pp. 2-4-35~2-4-37, 昭和47年1月.

3) 同上 2) 4) 佐藤, 細井, 木村, 三井: 捨石およびテトラポッドの移動限界, 才5回海講, pp. 183~187, 1958.