

Ⅱ-20

フィルター層が1層被覆ブロックの安定性に与える影響

東亜建設工業(株)技術研究所 正会員 志村 豊彦 正会員 五明美智男
東亜建設工業(株)土木本部設計部 正会員 大中 晋 正会員 堀沢 真人

1. はじめに

近年適用例が多くなってきた1層被覆ブロックは、その形状と上方に設置されるブロック自重による抑え効果により高い耐波安定性を示す。こうした効果を損なわないようにするためには、ブロック自体の安定性ももとより、今まで以上にフィルター層の設計に留意する必要があるように思われる。そこで、本研究ではフィルター材の違いやフィルター層の変形が、1層被覆ブロックの安定性に与える影響について実験的に検討し、あわせて既往の指針等との整合性について考察する。

2. 実験方法

実験は、片面ガラス張りの2次元造波水槽に図-1に示す捨石傾斜堤模型を設置し、以下に示す2つのシリーズを行った。なお、1層被覆ブロックには実績の多いアクロボッド、フィルター材には碎石および異形ブロック(ガンマエル)を使用した。主な実験条件を表-1に示す。

(1)フィルター材の違いの影響を調べる実験 水路幅の中央を境にフィルター材の異なる2つの断面を設置した。作用波は周期一定で波高13段階の規則波とし、波高の小さいものから防波堤の崩壊あるいはその直前まで、それぞれ200波程度作用させた。波作用中は被災状況を観察するとともに、波作用後にブロックの被災個数を計測した。

(2)フィルター層の変形の影響を調べる実験 (1)でフィルター層に変形が生じるようなケースについて、単一断面での実験を行った。この時、フィルター層内部の圧力場を把握するため、フィルター層内の7点で間隙水圧を計測した。また、同一条件でフィルター層の変形を抑制するネットを使用した実験も行い、被災状況を観察した。

3. 実験結果および考察

フィルター層がブロックの安定性に与える影響要因としては、重量とともに透水性、形状、不陸、フィルター

材と被覆ブロックの摩擦などが考えられる。ここでは、これらを代表する指標として、粒径比 d_f/d_a (d_f : フィルター材の代表粒径またはブロックの代表長さ、 d_a : 被覆ブロックの代表長さ)を用いて検討する。

(1)被災形態 今回の実験では、 $d_f/d_a=0.4$ を境にフィルター層の安定性が異なり、それぞれの領域では以下のような被災形態が見られた。

① $d_f/d_a \geq 0.4$ の場合: フィルター層の変形はなく、被覆ブロックが先行して被災した。ブロックのロッキングが見られるようになった後さらに作用波高を大きくすると、波の遡上時には法肩付近のブロックの移動が、引き波時には水位最下点付近のブロックの浮遊離脱が見られた。

② $d_f/d_a < 0.4$ の場合: ブロックが被災する前にフィルター層の変形が生じた場合で、2つの形態が複合して見られた。一つは法肩から静水面付近でフィルター材が掃流状態で移動を繰り返すもので、フィルター層が次第に侵食され、侵食箇所ブロックが沈下したり、噛み合わせの低下したブロックがロッキングした。もう一つ

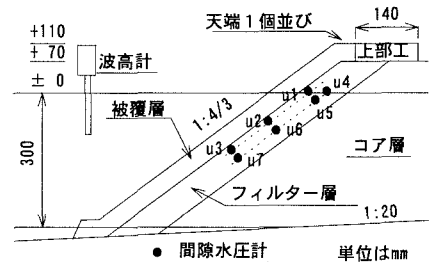


図-1 堤体模型概略図

表-1 主な実験条件

被覆ブロック	アクロボッド	模型重量 77.6gf, 160.2gf
コア材	碎石	$d_{50}=13.6\text{mm}$ (2~10gf)
フィルター	碎石 ガンマエル	$d_{50}=5.1\text{mm}, 8.4\text{mm}, 13.6\text{mm}$ 模型重量 66.3gf 2層乱積み
変形防止材料	ネット	目の大きさ 10×10mm 開口率 90% 目の大きさ 3×3mm 開口率 44%
作用波	規則波	周期 1.7sec 波高 8.0~24.3cm, 13段階

キーワード: 1層被覆ブロック, 安定性, フィルター材, 粒径

連絡先 (横浜市鶴見区安善町 1-3, TEL:045-503-3741, FAX:045-502-1206)

は、全体的に緩やかな勾配へと移行するもので、水位最下点付近でフィルター層の膨らみが生じた。このようなフィルター層の変形に起因するブロックの被災は、ブロック単独の被災が生じる場合よりも小さい波高で生じた。

(2)フィルター粒径とブロックの安定性との関係 今回の実験では、移動・離脱が生じない範囲での最大波高をブロックの安定限界波高 H_c とした。図-2 は、 $K_D=12$ から算出される波高 H_d との比 H_c/H_d と d_f/d_a との関係を示したものである。なお、本実験では $d_f/d_a=0.4\sim0.8$ 程度のデータがないため、千田ら(1992)の実験結果も併記した。

図-2 より、 $d_f/d_a \geq 0.4$ で 1.5 前後の波高比となっているのに対し、 $d_f/d_a < 0.4$ 以下では波高比が急激に低下していることがわかる（図中●印）。こうした傾向は、前述した被災形態と良く対応している。また、ネットを用いた場合（図中○印）には、1.5 以上の波高比が確保されている。図-3 は、フィルター層の変形が見られたケースで、ネットの有無によるフィルター層内の間隙水圧変動を比較したものである。いずれの場合も同様の変動を示していることから、ネット敷設は水圧の伝達特性に影響していないことがわかる。したがって、ネット敷設時に見られる安定性の向上は、フィルター材がネットにより拘束され、法肩部分および全体の変形が低減したことによるものと考えられる。

一方、今回の結果から、 $d_f/d_a=1.0$ 程度までは不陸の影響がほとんど無いことがわかった。特に、ブロックと同程度の代表長のガンマエルを用いた場合でも、ガンマエルとのかみ合わせが生じる上、不陸になじむような積み方をする事で自重による抑え効果も確保されているものと考えられる。しかしながら、さらに大きな粒径比となった場合には、不陸の影響により安定性は低下していくものと思われる。

(3)従来の指針との整合性 従来の設計指針で与えられている重量比を粒径比に換算し、今回の実験結果と比較した。今回の実験では、ブロックの安定性が低減しない最小の粒径比は 0.4 程度であり、港湾の施設の技術上の基準・同解説(社)日本港湾協会, 1989)に示されている重量比 $1/15 \sim 1/10$ （粒径比 0.39~0.44）や、Shore Protection Manual(C.E.R.C., 1984)に示されている重量比 $1/15 \sim 1/5$ （粒径比 0.39~0.56）とも良く一致していた。このように、フィルター層の変形が主要因となってブロックが被災する条件では、どちらの指標も同程度の結果を与える。

4. おわりに

1 層被覆ブロックの安定性に与えるフィルター材の影響について、重量以外にフィルター層の透水性や不陸などの影響を包含する指標として、フィルター材とブロックの粒径比を用いて検討した。その結果、フィルター層の変形が主要因となってブロックの安定性が低下する限界粒径比として約 0.4 となること、粒径比 1.0 程度までは不陸の影響がほとんどないことが確認された。特に、粒径比 0.4 という値は、従来の傾斜堤で提案されている重量比を粒径比に換算したものとほぼ一致しているものであった。また、粒径比 < 0.4 の領域では、フィルター材を拘束しフィルター層の変形を抑制することができればブロックの安定性を向上させることが可能と考えられる。

なお、本研究にあたり、ご助言を頂いた東北ポール株式会社亀岡氏ならびに遠藤氏に感謝の意を表します。

参考文献 千田ら(1992)：新型消波ブロック（アクロポッド（R））の導入，電力土木，No.236，pp.1-10.

Coastal Engineering Research Center(1984)：Shore Protection Manual，vol.2，pp.7-239-7-240.

(社)日本港湾協会(1989)：港湾の施設の技術上の基準・同解説，改訂版，下巻，pp.28

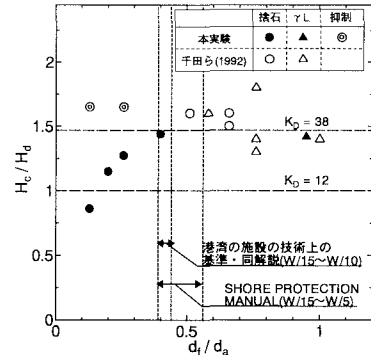


図-2 粒径比と安定性の関係

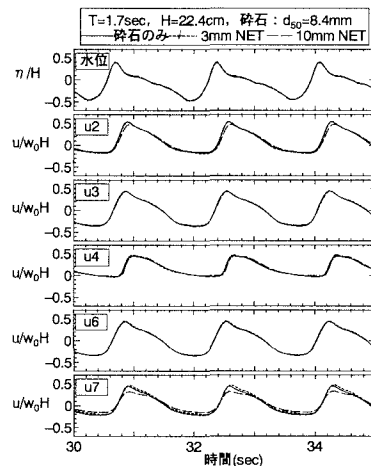


図-3 水位・間隙水圧変動の一例