

大阪大学大学院工学研究科 学生員○荒木進歩

大阪大学大学院工学研究科 学生員 藤原由康

大阪大学工学部土木工学科 学生員 宮崎敏弘

大阪大学大学院工学研究科 正会員 出口一郎

1. はじめに

近年では、捨石防波堤や消波ブロック被覆堤などを中心に、経済性を向上させるために被覆材の所要重量の軽減を目的として断面変形を許容した研究がなされている。また、堤体崩壊時において粘り強く機能を発揮する構造物が望まれることから、断面変形時における構造物の挙動を把握することは重要であると考えられる。しかし、近年施工例が増加している捨石潜堤については断面変形を取り扱った研究例はほとんどない。

そこで本研究では、捨石潜堤の設計において断面変形を考慮することを目的として、潜堤の断面変形に関する検討を水理実験により行った。昨年度はcoreの有無に着目して断面形状について定性的な検討を行ったが、今年度は被害レベルSを用いた検討を行った。

2. 水理実験

水理実験は図-1に示す屋外2次元造波水槽を用いて行った。1/20の勾配を持つ水路床上に、法面勾配が1:3、法先水深 h が25cm、天端水深5cmの捨石潜堤を碎石により作製した。潜堤は天端幅 B が50cm、150cmの2種類、coreの有無および碎石の粒径を変化させた。被覆層およびcoreを持たない潜堤に用いた碎石の代表粒径 D_{50A} は1.73および1.19cm、core部に用いた碎石の代表粒径 D_{50C} は0.71cmで、これらを組み合わせた。また、被覆層の厚さは被覆石1層分とした。実験には規則波と不規則波を用い、規則波は波高 $H=11\sim 22$ cm、周期 $T=2.0$ sおよび2.5s、不規則波は有義波高 H_s が約12cm、有義周期 $T_s=2.5$ sでBretschneider・光易型を目標スペクトルとした。規則波は1000波、不規則波は2200波作用させたが、coreを設けた一部のケース、および不規則波のケースでは、この段階においても断面が平衡状態に達することはなかった。断面形状は200波ないし400波ごとに光学式砂面計により岸沖方向に2cm間隔で測定した。

3. 実験結果

図-2にcoreの有無による断面形状の違いを示す。水平方向は法先の波長 L で、鉛直方向は法先の水深で無次元化し、原点は水平方向が人工リーフの法肩、鉛直方向は静水面としている。(a)はcoreを設けたケース、(b)は

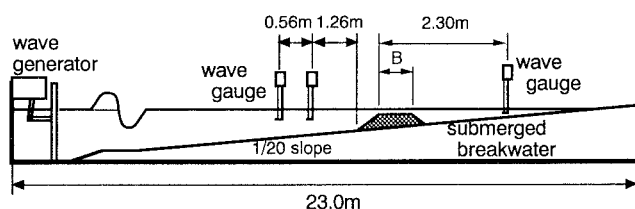


図-1 実験装置

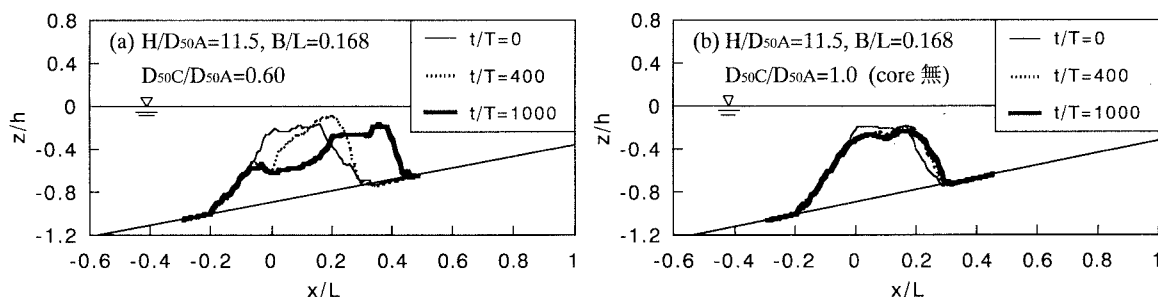


図-2 coreの有無による断面形状の違い

core を設けずに全断面を一樣な碎石で作製したケースである。(a) においては、core 材と被覆材の粒径の比は0.60であるが、変形が進行して法肩付近の被覆材が飛散するとcore 材が流出し始め、大きく変形が進行した。一方、(b) では法肩から天端上にあった被覆材が堤体背後の法面にまで移動したが、堤体表面の数層の被覆材が移動したのみであり、変形量はそれほど大きくはなかった。

図-3 に被害レベル S ($=A_e/D_{50}A^2$, A_e : 侵食面積) と作用波数 N の関係を示す。侵食面積が core に及んだ場合においても被害レベル S は被覆材の粒径から算出した。図中の黒丸、白丸はそれぞれ図-2 の (a), (b) のケースに相当する。Van der Meer (1987) は捨石防波堤における被害レベル S は作用波数 N の平方根に比例するとしているが、変形が core にまで進行した場合は作用波数のほぼ 1 乗に比例することが分かる。また、変形が core にまで及ばないケース (図中▲および△) では、被害レベル S は core の有無には影響されない。図は規則波による結果であるが、不規則波による結果も同様である。

図-4 に天端幅の違いによる断面形状の差異を示す。(a), (b) ともに不規則波を作用させたケースで、波長 L は有義周期 T_s に対する波長である。どちらのケースとも変形量はそれほど大きくはないが、天端幅の短い (a) のケースでは飛散した捨石が堤体背後の法面に転落していくのに対し、天端幅の長い (b) のケースでは天端上に堆積し、天端高さが増加していく傾向があることが分かる。天端高さがほとんど変化しない天端幅の短いケースでは、反射率・透過率等の水理機能の変化もわずかであるが、天端高さが増加する天端幅の長いケースでは、反射率の悪化、透過率の向上が予想される。しかし、図-4 に示した 2 つのケースの被害レベル S は、図-5 (a) に示すようにほぼ等しい。したがって、同一の被害レベル S に対して異なる断面形状および異なる水理機能変化の傾向を持つ断面が存在することになり、潜堤の大変形を考えるうえでは被害レベル S のみで断面形状を表現することは困難であると考えられる。しかし、図-5 (b) に示すように、規則波を用いたケースでは天端幅により断面変形量が大きく異なっている。これについては十分に明らかにすることはできなかったが、堤体表面上の戻り流れに起因しているのではないかと考えられる。

<参考文献>
Van der Meer, J. W. (1987) : Stability of breakwater armour layers -design formulae-, Coastal Engineering, Vol. 11, pp. 219-239.

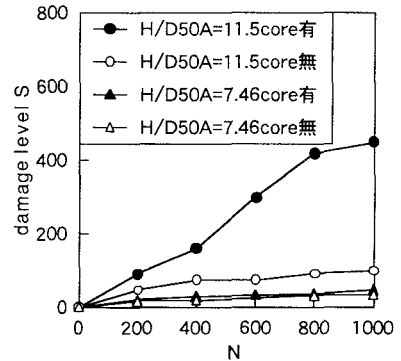


図-3 被害レベル S と作用波数 N の関係 (規則波)

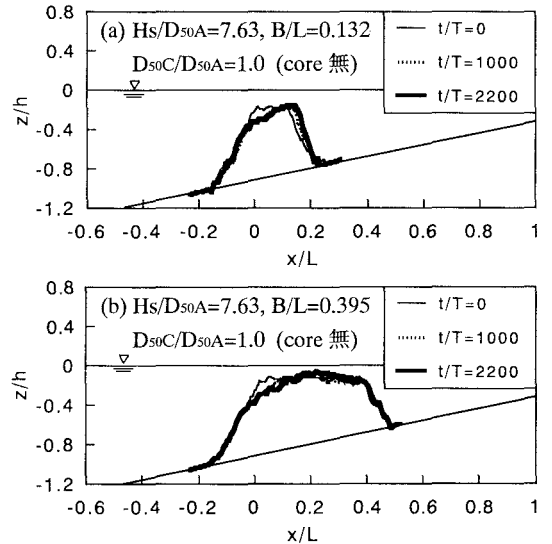


図-4 天端幅の違いによる断面形状の差異 (不規則波)

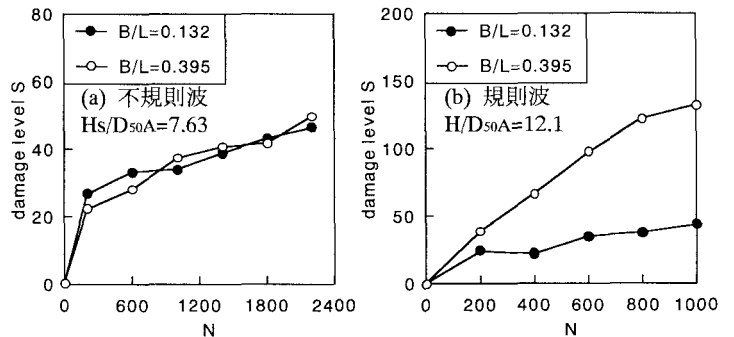


図-5 被害レベル S に与える天端幅の影響