

捨石潜堤の断面変形に及ぼす天端幅の影響について

大阪大学大学院工学研究科 正会員 荒木進歩
大阪大学大学院工学研究科 学生員 藤原由康
大阪大学大学院工学研究科 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、堤体の機能が低下するような大変形を考慮した研究はわずかであり、また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も水理機能が低下しない範囲内において断面変形を考慮するため、断面変形量と水理機能の変化を関連づけ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。水理機能は断面変形による天端高さの変化によって支配されると考えられるので、まずは潜堤の断面変形量を表現することを試みた。

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の水路床勾配上に法先水深 $h=25\text{cm}$ 、天端水深 $R=5\text{cm}$ 、法面勾配 1:3、の捨石潜堤を砕石により作製した。潜堤の天端幅 B は 50cm 、 150cm の2種類、砕石の粒径 D_{50} は 1.19 および 1.73cm の2種類を用いた。

実験には、Bretschneider・光易型を目標スペクトルとする有義周期 T_s が 1.5s および 2.5s の2種類の不規則波を用いた。波高は、各周期について断面変形が生じない十分小さい波高から始め、1200波ごとに徐々に大きくし、最終的な有義波高は約 13cm とした。断面形状は1200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に異なる天端幅を持つ潜堤について測定された断面形状を示す。水平方向は法先の波長 L (有義周期に対する波長) で、鉛直方向は法先水深 h 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。図中の太実線は、5段階にわたって波高を

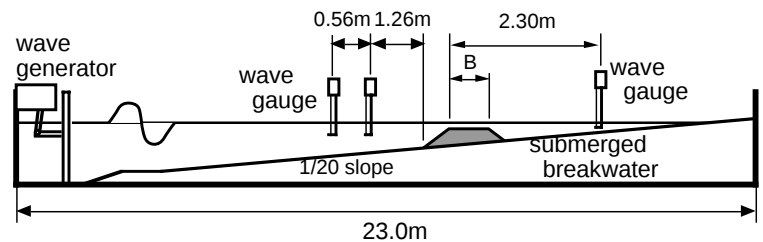


図-1 実験装置

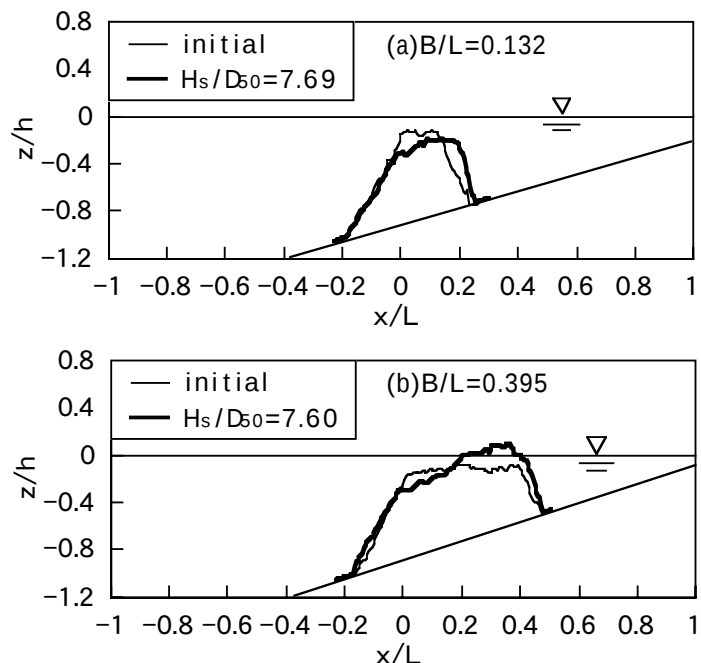


図-2 断面変形に及ぼす天端幅の影響

キーワード：捨石潜堤、断面変形、天端幅、被害レベル

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1 Tel 06-6879-7615 Fax 06-6879-7616

増加させた最終段階の断面形状を示している。(a)は天端幅が小さいケースで、断面変形に伴い天端高さが減少している。一方、(b)は天端幅が大きいケースであるが、断面変形に伴い天端高さが増加し、静水面よりも上に天端が現れている。天端高さが減少すると潜堤の最も重要な機能である透過率は悪化し、天端高さが増加すると景観や海水交換性は悪化するものの、透過率は向上すると考えられるので、天端幅の違いにより断面変形に伴う機能変化の傾向が異なることが分かる。

図-3に被害レベル $S(=Ae/D50^2)$ 、 Ae :侵食面積)と波高粒径比 $Hs/D50$ の関係を示す。被害レベル S は天端幅には依存せず、波高粒径比でほぼ表現できることが分かる。しかし、これは同一の S に対しても天端幅が異なれば断面の形状が異なり、水理機能変化の傾向も異なることを意味している。したがって、潜堤の断面変形は被害レベル S のみでは表すことができないと言える。そこで、潜堤の断面変形を天端高さ、天端の後退量、移動限界水深(断面変形が顕著になり始める水深)について検討する。

図-4に天端高さの変化量 z' と波高粒径比の関係を示す($h-R$ は堤体の高さを表す)。波高粒径比が小さいうちは顕著な断面変形が生じないため天端高さの変化はほとんど見られないが、図-2で示したように波高粒径比が大きくなるにつれて天端幅が50cmの場合は天端高さが減少し、天端幅が150cmの場合は天端高さが増加していくことが分かる。

図-5に沖側斜面において断面変形が顕著に現れ始める移動限界水深 h' と波高粒径比の関係を示す。ややばらつきが大きいものの、天端幅による影響は見られず、移動限界水深はほぼ波高粒径比によって決定されることが分かる。

図-6に天端の後退量 x' と波高粒径比の関係を示す。天端の後退量 x' は、変形した断面における天端上の最高点と初期断面の沖側法肩との水平距離とした。(a)は天端幅が50cmの場合で、有義周期による違いはわずかであり、ほぼ波高粒径比により天端の後退量が表現できる。一方、(b)は天端幅が150cmの場合であるが、 $Ts=1.5s$ のケースでの測定値の傾きが小さく、有義周期の違いが明瞭に現れている。すなわち、 $Ts=1.5s$ のケースでは波高粒径比が増加してもそれほど天端は後退していない。これは、水粒子の軌道長の違いによると考えられ、天端幅が50cmの場合に差が見られないのは、どちらの有義周期のケースにおいても捨石が岸側の斜面にまで達して転落しているためと考えられる。

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

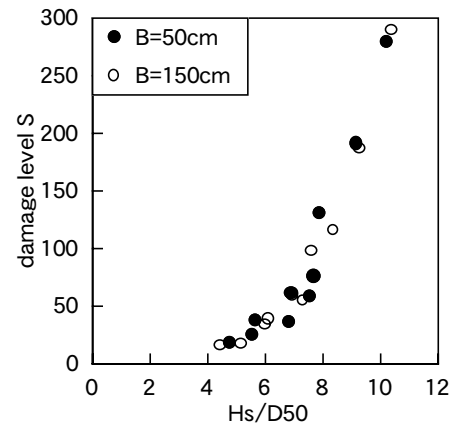


図-3 被害レベル S と波高粒径比の関係

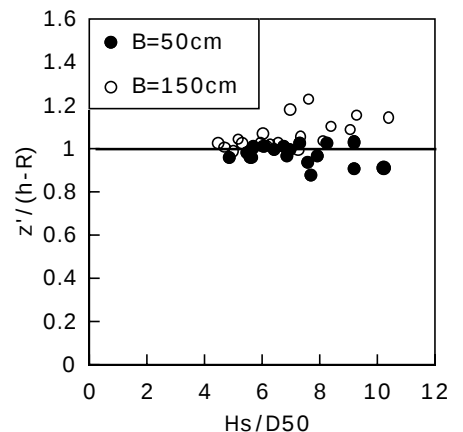


図-4 天端高さの変化

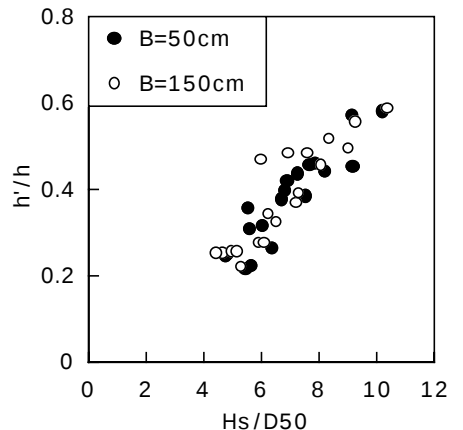


図-5 移動限界水深と波高粒径比の関係

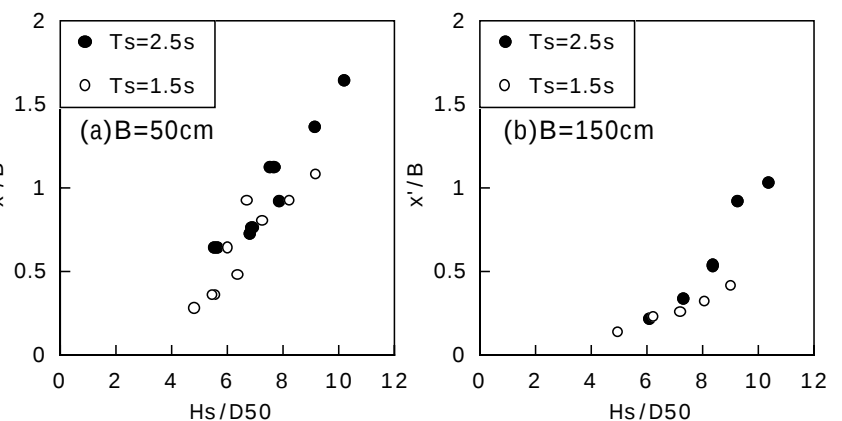


図-6 天端の後退量と波高粒径比の関係