

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 荒木進歩

大阪大学工学部土木工学科 学生員 中村貴之

大阪大学大学院工学研究科 正会員 出口一郎

1. はじめに

現行の設計法においては、人工リーフをはじめとする捨石構造物の破壊に関しては、断面の変形に伴う機能喪失の程度は考慮されておらず、表層のごくわずかの捨石が移動することを許容しているのみである。しかし、経済的な面を考慮すると、断面の変形を許容し、機能喪失の程度により破壊を考えるほうが合理的だと考えられる。また、変形に伴う機能の変化を考慮することで、機能低下の少ない、粘り強い構造を考えることも可能である。現在、設計・施工される人工リーフはcoreを被覆石で覆ったものがほとんどであるが、このような構造では表層の被覆石が移動すると、内部のcoreが流出して消波機能が急激に低下するおそれがある。したがって、断面変形を許容するには、変形に及ぼすcoreの影響を明らかにしておく必要がある。そこで本研究では、core材の粒径の違い、およびcoreの有無により、人工リーフの変形特性および消波機能の変化を水理実験により調べた。

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、法面の勾配が1:3、法先の水深 h が25cm、天端幅 B が50cm、150cmおよび350cmの人工リーフを砕石により作製した。被覆層に用いた砕石の代表粒径D50A、core部に用いた砕石の代表粒径D50Cはそれぞれ表-1に示すとおりで、coreを持つ人工リーフについてはcore部の粒径を2種類変化させて実験を行った。被覆層の厚さは被覆石1層分とした。

実験は図-2に示すように、まず周期1.6s、波高約15cmの規則波を400波、人工リーフに作用させ、初期の断面形状における反射率 K_r と波高伝達率 K_t を測定した。この段階では、表層の捨石が移動するのみで、大きな断面変形は見られない。その後、周期2.0sまたは2.5s、約波高20cmの規則波を1000波作用させて堤体を変形させた。最後に再び、初期に作用させた規則波を入射させた。 K_r と K_t 、および断面形状はいずれの段階においても200波ごとに測定し、断面形状は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-3に測定された断面形状を示す。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あり(I)、(b)はcoreあり(II)、(c)はcoreなしで、天

表-1 砕石の代表粒径D50

	D50C (cm)	D50A (cm)
coreあり(I)	0.71	3.42
coreあり(II)	1.19	3.42
coreなし	1.73	

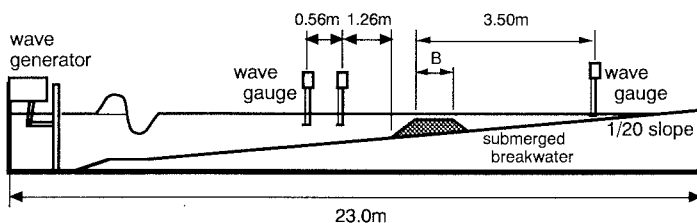


図-1 実験装置

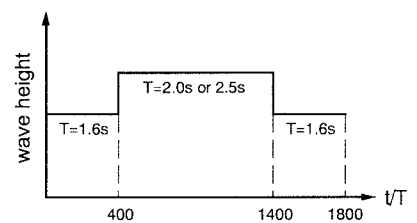


図-2 実験波の変化

端幅 $B=50\text{cm}$ の人工リーフを波高 20.2cm 、周期 2.0s の波で変形させたケースである($B/L=0.168$)。 (a) では被覆石が移動してcoreが露出するとcoreが向岸方向に大きく移動し、初期の天端が大きく後退した。 (b) では、被覆石が移動してcoreが露出してもcore材は若干向岸方向に移動するのみで大きな変位は示さず、堤体の断面変形も小さい。 (c) は全断面を様な捨石で作製した人工リーフであるが、捨石が向岸方向に移動し、初期の天端が後退した。このケースで用いた碎石の代表粒径は 1.73cm であり、(b) で用いたcore材の代表粒径 1.19cm よりも大きい。これは、(b) では、露出したcore上にも被覆石が散在したので、露出領域前後の被覆石とあわせて遮蔽効果が生じたのではないかと考えられる。

図-4は天端幅 $B=150\text{cm}$ 、coreなしの人工リーフを波高 23.4cm 、周期 2.0s の波で変形させたケースである($B/L=0.504$)。 $B=50\text{cm}$ のケースでは、捨石が堤体背後の岸側斜面に到達して堆積したので、断面変形による天端高さの変化はcoreあり (I) およびcoreあり (II) ではほとんどなく、coreなしにおいてわずかな増加が見られるのみであるのに対し、 $B=150\text{cm}$ のケースでは、向岸方向に移動した捨石が天端上に堆積し、特にcoreなしでは、図のように捨石の堆積により天端が静水面上にまで現れた。なお、coreがあるケースでは、断面の変形により天端が増加するが、静水面上までは現れなかった。また、図示しないが $B=350\text{cm}$ のケースの傾向もほぼ同様である。

図-5は、断面の変形が大きかったcoreなしのケースにおける初期断面時と断面変形後(1800波入射後)の機能を示している。 (a) が波高伝達率で横軸は相対天端幅、(b) が反射率の値で横軸は波形勾配である。この図には、 $B=350\text{cm}$ で入射波の周期が 2.0s 、 2.5s および 3.0s のデータも含まれている(それぞれ $B/L=1.178$ 、 0.919 、 0.759)。断面変形により天端高さが増加して静水面上まで現れるので、波高伝達率はよくなり、反射率は悪くなっていることが分かる。一方、coreありのケースは、天端高さの変化が小さいので、機能の変化は小さい。したがって、coreなしの断面は、景観面や反射率の悪化を考慮する必要があるが、断面変形後も背後を静穏に保つ効果が大きいといえる。

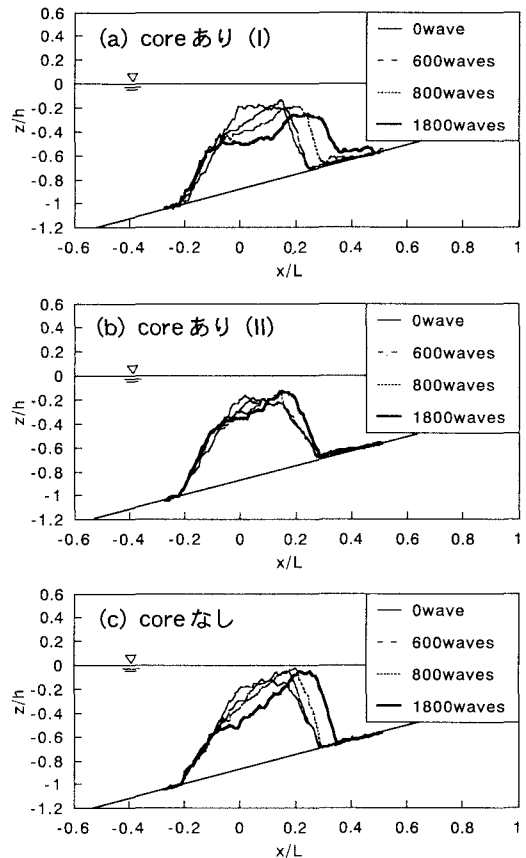


図-3 断面形状 ($B=50\text{cm}$)

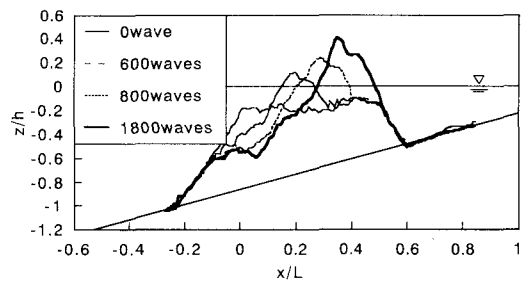


図-4 断面形状 ($B=150\text{cm}$)

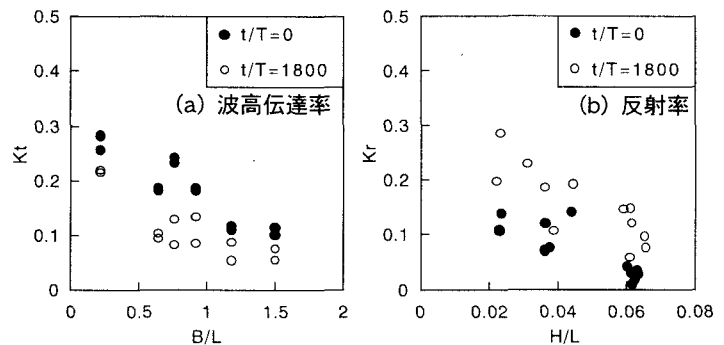


図-5 断面変形に伴う機能変化