

大阪大学工学部地球総合工学科 学生員○三好宏和
 大阪大学大学院工学研究科 学生員 新島 宏
 大阪大学大学院工学研究科 学生員 麓 博史
 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 正会員 出口一郎

1. はじめに

これまで平面水槽実験において堤体の変形について検討してきたが、それは被覆層のない人工リーフに対しての実験であった。

そこで本研究では平面水槽において一層被覆層を設けた人工リーフに対して実験を行い、昨年度行われた被覆層のない人工リーフへの実験結果と比較し、被覆層が変形に及ぼす影響について検討する。

2. 水理実験

被覆層のある人工リーフに対する実験は図-1に示す屋外平面水槽を用いて行った。水槽は幅17.0m、奥行き10.0mで、造波板前面部の平坦床部に法先水深 $h=20\text{cm}$ 、天端水深 $R=5\text{cm}$ 、法面勾配1:3の人工リーフを設置した。堤体は堤長 $L_r=300\text{cm}$ 、天端幅 $B=100\text{cm}$ で、core部は $D_{c50}=0.71\text{cm}$ 、被覆層は $D_{a50}=1.52\text{cm}$ 代表粒径の捨石から構成されている。

被覆層のない人工リーフに対する実験は図-2に示す東洋建設株式会社・鳴尾研究所屋内平面水槽を用いて行った。水槽は幅19.0m、奥行き30.0mで平均勾配1/50の固定床上に法先水深 $h=20\text{cm}$ 、天端水深 $R=5\text{cm}$ 、法面勾配1:3の人工リーフを設置した。堤体は堤長 $L_r=300\text{cm}$ 、天端幅 $B=100\text{cm}$ で、代表粒径 $D_{c50}=0.75\text{cm}$ の捨石によって構成されている。

実験には一方向不規則波を用い、堤体に対して直角に入射させた。有義周期は1.5sで一定とし、有義波高は5cm(波浪1)、7cm(波浪2)、9cm(波浪3)の順に3段階に変化させて波浪を作用させた。そして、次の段階の波にうつる際には初期形状への整形は行わず、引続き波を入射するようにしている。被覆層のある堤体では最も波高が小さい波を20000波入射させ、その後24000波ずつ入射させた。被覆層のない堤体では波高が最も小さい波を10000波入射させ、その後24000波ずつ入射させた。この造波数の違いは変形の進行速度が小さくなるまでの作用波数の違いである。初期及び造波後の断面形状を測定し、図-3に示す特徴点によって定量的に比較検討した。また、堤体に変形が生じないように準備し、初期形状における波高分布を測定した。なお、図中に示されるように沖側法肩、堤体中央部を原点に岸沖方向に x 軸、沿岸方向に y 軸の座標系を定義する。

3. 実験結果

図-4、図-5は侵食から堆積への遷移点の経時変化を示す。横軸は入射波数 $t/T_{1/3}$ で、縦軸は遷移点 x_b を入射波長 $L_{1/3}$ で無次元化した値となっている。また、同程度の波浪諸元で比較を行うため各諸元ごとに開始波数はあわせてある。つまり、波浪2以降、被覆層のない堤体は10000波ずつずらして図示している。なお、四角内の数値は天端被害率であり、(天端上で被災した面

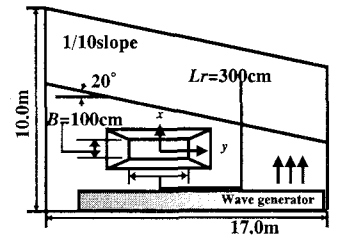


図-1 実験装置(被覆層あり)

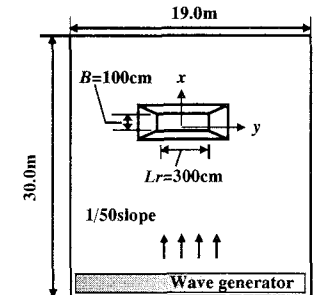


図-2 実験装置(被覆層なし)

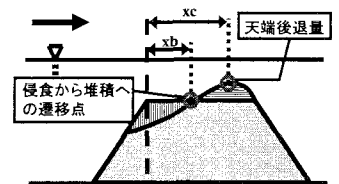


図-3 特徴点の定義

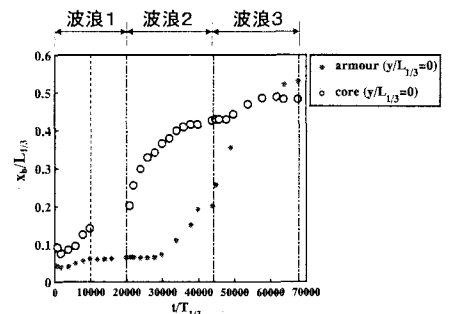


図-4 侵食から堆積への遷移点
(堤体中央部)

積)/(天端の全面積)で表される。堤体変形実験では堤体沿岸 y 方向の正負で被災状況が異なっていたため、天端被害率も y 軸の正負で別々に考慮するものとする。

図-4は堤体中央部($y/L_{1/3}=0$)における侵食から堆積への遷移点の経時変化を示している。波浪1、波浪2において被覆層の有無によって差が見られ、被覆層の効果を確認できる。被覆層のある堤体は波浪1ではほとんど変化を示さず、30000波付近から急に変化が始まっている。そして、波高の最も大きい波浪3が入射すると、多くの被覆石が飛散するため被覆の効果が小さくなり、被覆層の有無による差は小さくなる。

図-5は堤体端部($y/L_{1/3}=\pm 0.7$)における侵食から堆積への遷移点の経時変化を示す。被覆層の有無に関わらずほぼ同様な傾向がみられ、堤体中央部に比べ被覆層の効果が小さくなっていることが分かる。

図-6、図-7は天端後退量の経時変化を示す。横軸は入射波数 $t/T_{1/3}$ 、縦軸は天端後退量 x_e を入射波長 $L_{1/3}$ で無次元化した値となっている。

図-6は堤体中央部($y/L_{1/3}=0$)における天端後退量の経時変化である。侵食から堆積への遷移点同様、波浪1、波浪2において被覆層の効果が確認できる。被覆層のある堤体は波浪1ではほとんど変化を示さず、波浪2では $x_e/L_{1/3}$ の値は異なるが被覆層のない堤体と同様な傾向を示している。そして、波高の最も大きい波浪3において被覆層のない堤体との差が小さくなり、多くの被覆石が飛散し、被覆層の効果が小さくなっていることが確認できる。

図-7は堤体端部($y/L_{1/3}=\pm 0.7$)における天端後退量の経時変化である。こちらも侵食から堆積への遷移点同様、被覆層の有無によってほとんど差が生じていない。また、被覆層のある堤体の正負領域で比較した場合でも、天端被害率に差があるにも関わらずほとんど同じ傾向を示している。したがって、堤体端部においては堤体中央部に比べて被覆層の効果が小さいといえる。

図-8は有義波高4.42cm、有義周期1.5秒の場合における人工リーフ堤体上での波高分布を示している。岸沖方向 x 、沿岸方向 y は入射波長 $L_{1/3}$ 、鉛直方向 z は法先水深 h によって無次元化している。これは堤体変形実験の波浪1の初期形状における波高分布に相当する。堤体岸側($x/L_{1/3}>0.5$)において波高が低減しており、特に堤体中央部($y/L_{1/3}=0$)にて波高減衰は大きくなっている。しかし堤体端部($y/L_{1/3}=\pm 0.7$)においては波高は逆に増大しており、特に沖側法肩での増大が顕著である。この波高増大の影響によって堤体端部($y/L_{1/3}=\pm 0.7$)は被覆層が被災しやすくなり、結果被覆層のない堤体と変形の傾向が近くなるものと思われる。

なお、紙面の都合上詳しくは触れられないが本研究は水理機能についても検討した。透過率に関しては、堤体中央部($y/L_{1/3}=0$)においては被覆層の有無による差は見られなかったが、堤体端部($y/L_{1/3}=\pm 0.7$)においては被覆層のある堤体の方が若干良くなっていることが確認された。

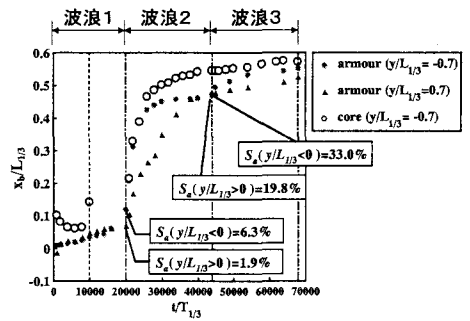


図-5 侵食から堆積への遷移点 (堤体端部)

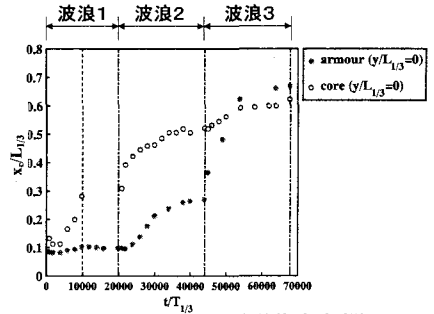


図-6 天端後退量 (堤体中央部)

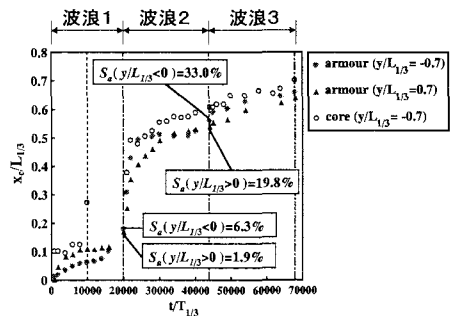


図-7 天端後退量 (堤体端部)

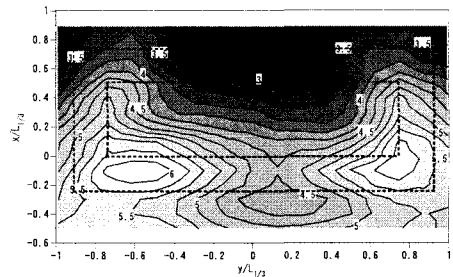


図-8 人工リーフ堤体上の有義波高分布
堤体設置・不規則波($H_{1/3}=4.42\text{cm}$, $T_{1/3}=1.5\text{s}$)