

大阪大学工学部地球総合工学科	学生員	○麓	博史
大阪大学大学院工学研究科		柳原	哲也
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	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

これまでの研究において人工リーフの堤体変形を検討してきたが、断面二次元実験では天端が静水面に現れるなど、実際の被災形状を再現できないことがわかった。そこで昨年度人工リーフの三次元性を考慮し、斜め入射波による実験を平面水槽にて行なった。その結果、斜め入射波による平面実験と断面二次元実験では変形形状が異なることがわかった。

そこで本研究では、直角入射波による平面水槽実験を行い、断面二次元実験との比較をほぼ同様な条件下で行うことにより、平面実験と断面二次元実験による堤体の変形形状の類似点と相違点を検討する。

2. 実験装置

断面二次元実験は図-1に示す長さ23m、幅0.7m、高さ0.9mの屋内二次元造波水槽を用いて行った。平坦床上に法先水深 $h=20.0\text{cm}$ 、天端水深 $R=5.0\text{cm}$ 、天端幅 $B=100.0\text{cm}$ 、法面勾配1:3の人工リーフを代表粒径 $D_{50}=0.71\text{cm}$ の捨石により作製した。

平面水槽実験は、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。図中の黒丸は容量式波高計の設置位置を表す。水槽は幅19.0m、奥行き30.0mで平均勾配1/50の固定床が設置されている。堤長 $L_r=300\text{cm}$ 、天端幅 $B=100.0\text{cm}$ の人工リーフとした。実験スケールは1/25とし、固定床上に法先水深 $h=20.0\text{cm}$ 、天端水深 $R=5.0\text{cm}$ 、法面勾配1:3の人工リーフを代表粒径 $D_{50}=0.75\text{cm}$ の捨石により作製した。

3. 実験方法

実験は波高を3段階に変化させ、波高の小さいケースから順に実施した。断面二次元実験では最も波高の小さい波を20000波あて、その後24000波ずつ波をあてた。平面実験では最も波高の小さい波を10000波あて、その後24000波ずつ波をあてた。断面二次元実験と平面実験においての造波数の違いは、変形の進行速度が小さくなるまでの作用波数の違いによるものである。なお、最も波高が小さいケース以外は、波浪を作用させる前に堤体の初期形状への整形を行っていない。

4. 実験結果

図-3に平面実験での初期形状を示す。縦軸の岸沖方向座標 x 及び横軸の沿岸方向座標 y は入射波長 L で無次元化している。また、鉛直座標 z は静水面を原点とし法先水深 h で無次元化している。

図-4に波高粒径比 $H_{1/3}/D_{50}=11.99$ 、 $t/T=24000$ (58000)での堤

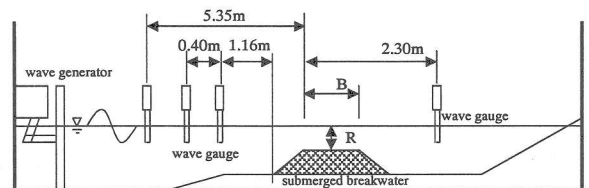


図-1 断面二次元実験装置

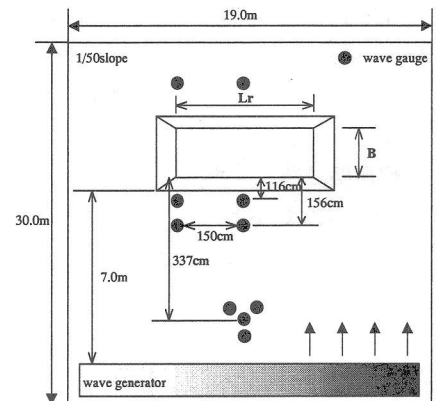


図-2 平面水槽実験装置

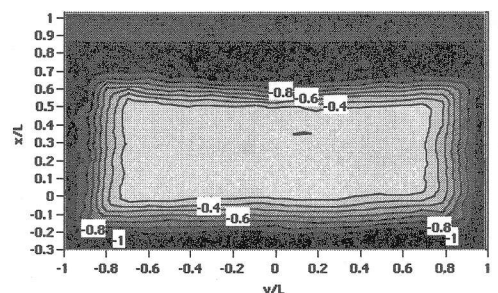


図-3 平面実験初期形状

体の変形形状を示す。これは最も波高が大きいケースである。なおカッコで示す数字は初期からの合計の波数を示し、以後も同様の意味を示す。図-4では、堤体の沖側では侵食が著しく初期の天端水深より深くなっており、捨石が大きく岸側に移動していることがわかる。岸側端部では、堤体中央から沿岸方向に1/2波長の位置すなわち $y/L=-0.5, 0.5$ 付近を中心に岸側に大きく捨石が堆積している。これは、堤体側面から背後に回り込む波が砕波して岸側端部に作用するため捨石が堆積しやすいと考えられる。一方、堤体の中央部すなわち $-0.2 < y/L < 0.2$ 付近では堤体端部と比較して、捨石の堆積が岸側方向に大きく後退していない。すなわち、堤体端部からの波の回り込みを主要因とする堤体変形の大部分は、中央部付近には及んでいないということである。

次にほぼ同条件の断面二次元実験の結果を用い、最も波高の小さい波を10000波あてたケースと図-4のケースの平面実験との比較を行なう。

図-5に波高粒径比 $H_{1/3}/D_{50}=7.21$, $t/T=20000$ での断面二次元実験結果及び最も波高の小さい波を10000波あてたケースにおける岸沖方向の断面形状を示す。平面実験では波高粒径比が小さいため、全体的に堤体の変形量は小さい。堤体の沖側法肩が侵食されている程度である。一方、断面二次元実験では、堤体の変形がはっきりと確認できる。堤体の初期変形に関しては、平面実験に比べ断面二次元実験の方が変形しやすい。

図-6に波高粒径比 $H_{1/3}/D_{50}=12.64$, $t/T=24000$ (68000)での断面二次元実験結果及び図-4のケースにおける岸沖方向の断面形状を3つの沿岸方向の地点について示す。堤体沖側斜面では平面実験と断面二次元実験とで一致していることを示している。一方堤体岸側では、堤体中央部を除いて、平面実験のケースではより天端が後退して捨石が堆積しているのがわかる。また、堤体端部 ($y/L=-0.7$) 付近では、天端上において断面二次元実験に比べ平面実験の方がより堤体が侵食され、その侵食された捨石が端部から少し中央より ($y/L=-0.5$) に堆積している。これは、端部を有することにより入射してきた波の回り込みが影響していると考えられる。それに対し堤体中央部では、平面実験と断面二次元実験とで断面形状がほぼ一致する。堤体中央部での初期断面からの変形量は常に断面二次元実験の方が大きかったため、波高粒径比と造波数が本実験程度なら、堤体中央部では断面二次元実験により安全側の検討が可能である。具体的には、紙面の都合上 $y/L=-0.2$ と 0.2 の断面形状は掲載しないが、 $-0.2 < y/L < 0.2$ の範囲で、断面二次元実験の結果を用いて検討可能である。

謝辞：本平面実験は東洋建設株式会社の実験施設を用い、同社の金澤 剛氏、小澤貴生氏と松村章子氏にはお力添え頂いた。ここに記して謝意を表す。

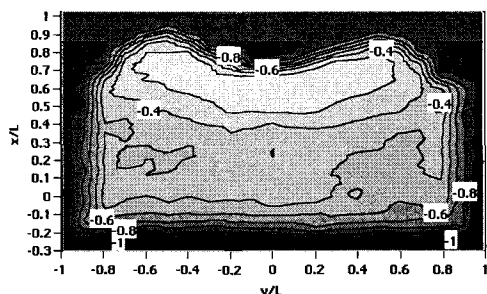


図-4 平面形状

$H_{1/3}/D_{50}=11.99$ $t/T=24000$ (58000)

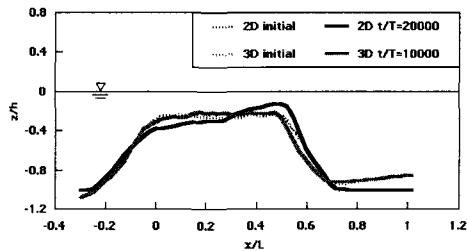


図-5 平面実験と断面二次元実験の比較

2D: $H_{1/3}/D_{50}=7.21$ $t/T=20000$

3D: $H_{1/3}/D_{50}=6.97$ $t/T=10000$

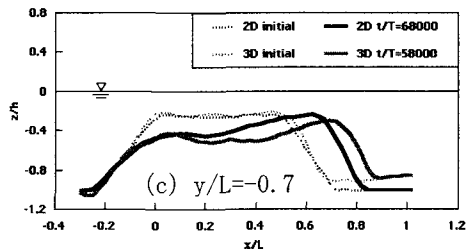
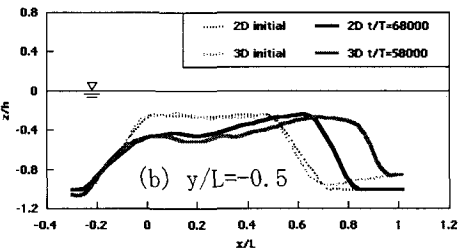
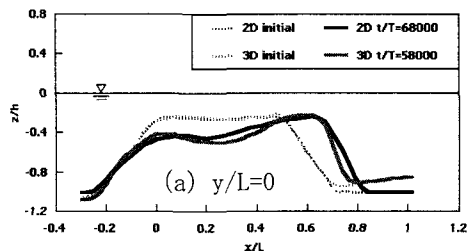


図-6 平面実験と断面二次元実験の比較

2D: $H_{1/3}/D_{50}=12.64$ $t/T=24000$ (68000)

3D: $H_{1/3}/D_{50}=11.99$ $t/T=24000$ (58000)