

## II-17

## 人工リーフ堤体に作用する波力特性

熊谷組技術研究所 正会員 大本晋士郎

## 1. はじめに

人工リーフの被災事例では法肩から天端中央にかけ被覆材の移動が生じており、実験によってもどの部分が被災するか天端水深、波高、周期により変化することが確認されている<sup>1)</sup>。本研究では法肩や天端中央が移動するといった被災モードに着目し、どのような条件でどの部分に被災が起こりうるかを観測するため、被災の直接要因となる被覆材に作用する揚圧力を圧力計を取り付け測定を行った。また岸沖方向への移動の原因になると考えられる堤体上の流速分布のシミュレーションを境界要素法<sup>2)</sup>により行ったのであわせて結果を報告する。

## 2. 実験概要

実験には長さ15m×幅0.3m×高さ0.45mの反射波吸収型造波装置を有する二次元水路を使用した。実験模型は図1のもので、縮尺1/50を想定した。被覆材は透水穴を有するマット型（文献(1)参照）でアクリル製の板状のものである。この被覆材のp1～p11に示す位置の上下面に波圧計を取り付け、その圧力差から揚圧力を求めた。

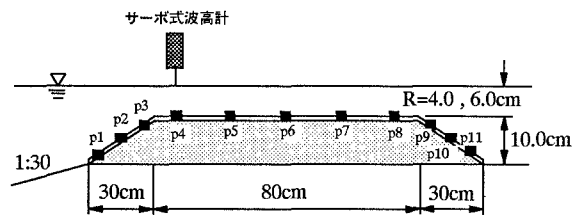


図1 実験模型

実験条件は天端水深=4.0, 6.0cm、周期=0.6, 1.0, 1.4sec、被覆材移動には碎波が大きく絡むことから波高を非碎波（2.0cm程度）、碎波（5.0cm程度）で行った。また過去の研究事例から被覆材の移動の多くが法肩から天端中央にかけ生じることから、p4の直上にサーボ式波高計を設置し、波圧と波形の同時計測を行った。

## 3. 実験結果

堤体各点で観測された最大揚圧力を全実験ケースについて図2-1～図2-4に示す。図2-2を除いて最大揚圧力が観測されたのは法肩であるp4地点であった。図2-1の波高条件は非碎波であるが、波高の減衰に伴いp4以降では揚圧力が直線的に減少している。図2-1の実験条件ではリーフ上で浅水変形により波高が増大したケース（ $T=0.6\text{sec}$ ）があり、リーフ中央以降で最大揚圧力が観測された。碎波条件である図2-3では、法肩で碎波が起こりこの位置でかなり波のエネルギーが失われているのがわかる。図2-4での碎波形態は主に巻き波碎波状であったが、法肩で碎波が起こってもあまり波の減衰が生じず図2-1の分布状態に似たものとなった。全体的に周期により大きな差異はないがp4位置では $T=1.0\text{sec}$ の値が大きい（波長はそれぞれ $T=0.6\text{sec}$ では0.55m、 $T=1.0\text{sec}$ では $L=1.2\sim 1.3\text{m}$ 、 $T=1.4\text{sec}$ では $L=1.9\sim 2.0\text{m}$ である）。したがって天端水深が大きければ法肩以降、天端中央にかけ揚圧力が作用し被災する可能性があることが分かる。被災のモードは天端水深が大きく関与していることが分かる。

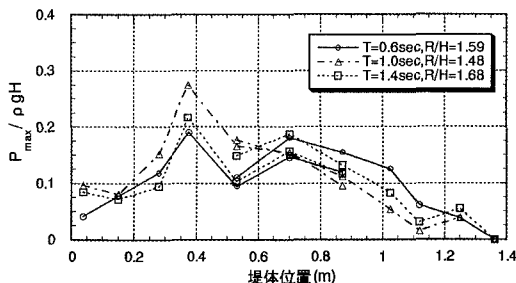


図2-1 最大揚圧力分布 (R=4.0cm, 非碎波条件)

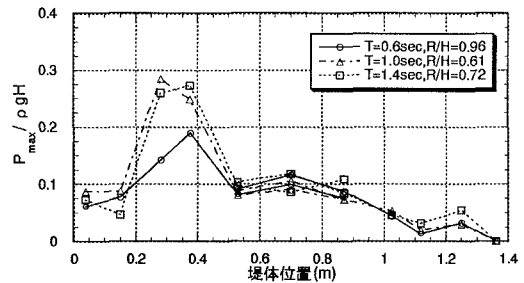


図2-2 最大揚圧力分布 (R=4.0cm, 碎波条件)

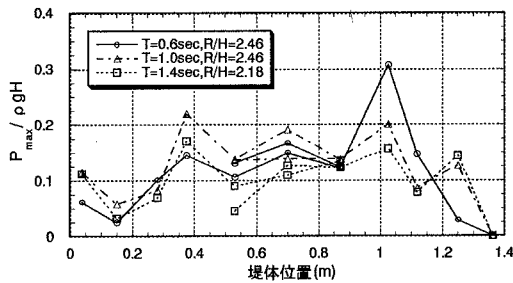


図2-3 最大揚圧力分布 (R=6.0cm, 非碎波条件)

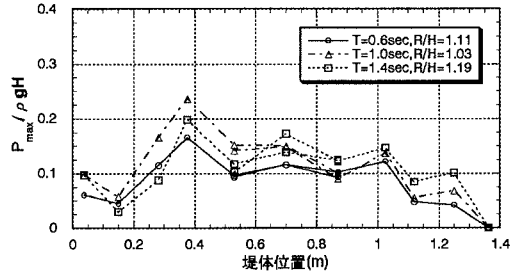


図2-4 最大揚圧力分布 (R=6.0cm, 碎波条件)

#### 4. 流速分布（境界要素法によるシミュレーション）

被覆材が移動するのは揚圧力で浮き上がったところに水平流速が作用すると考えるのが最も単純である。そこでまず実験結果からp4で最大揚圧力が観測されたケースについて、p4上の水位最大の時刻から、p4の揚圧力が最大になる時刻差を求め図3に示した。この図から揚圧力が最大となるのは波高最大時刻より若干早く、R/Hの増加に伴いdT/Tが早まる傾向があることが分かる。水平流速は水位が最高となる近辺で最大となるから、dT/Tが0に近いほど危険な状態と考えられる。つづいて堤体上の流速分布を調べるため非碎波の条件について境界要素法<sup>2)</sup>を用いて数値解析を行った結果を示す。解析は実験模型をそのままモデル化（水面分割数=84dx=0.2, dt=0.08）したもので行った。

計算ケースはR=6.0cm, T=1.4sec, H=2.0cm

である。p4上面での波圧と直上の波形の比較を図4, 5に示す。図4, 5ともに実験、解析結果がよく一致しており、解析モデルが適応可能であると考えられる。図3の位相差を用い計算ケースでp4の揚圧力が最大となる時刻での流速分布を図6, 7に示す。

このモデルでは堤体为非透水であるため実際と異なると思われるが、p4の若干沖で最大流速が生じており、これが被覆材が浮き上がった直後に岸方向に動かす力となりうることが予想される。

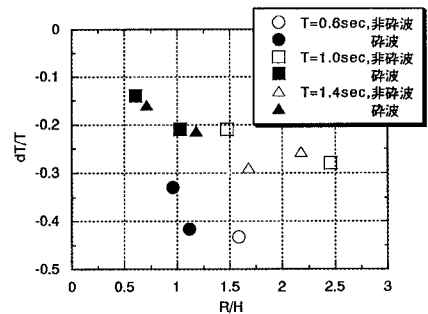


図3 最大揚圧力の発生位相

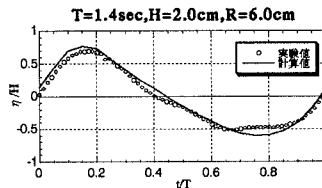


図4 p4直上の波形

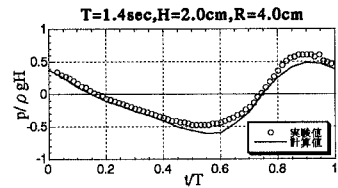


図5 p4上面の波圧波形

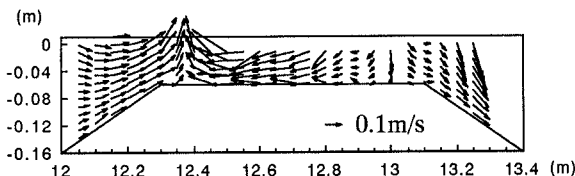


図6 流速ベクトル図（堤体周辺）

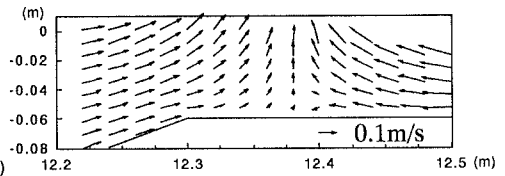


図7 流速ベクトル図（法肩周辺）

#### 参考文献

- 1) 大本：マット型被覆材の人工リーフへの適用実験，第49回土木学会年次講演会講演概要集
- 2) Wudipong Kittitanasuan：Nonlinear wave transformations over a rectangular step in finite depth water, Doctor Thesis, Yokohama Nat. Univ. 1993