

II-436

潜堤に設けた揚圧力低減孔の効果の検討

大成建設技術研究所 正員 佐藤明美 上野成三 勝井秀博

1. はじめに 著者らは非没水の大型ケーソンに作用する揚圧力を低減するために、ケーソンに圧抜孔を設置する工法や堤体下部に遊水室を設ける工法を開発している¹⁾²⁾。また、圧抜孔を斜板消波潜堤にも適用したところ、揚圧力が大幅に低減できることが見出されている³⁾。しかし、圧抜孔を設置する工法は非没水堤体に対して開発されたものであるから、そのまま潜堤に用いるには幅広い条件下での効果の確認が必要である。そこで、矩形潜堤を用いた種々の潮位・波浪条件下での二次元波力実験および境界要素法による数値計算を行い、圧抜孔による揚圧力低減メカニズムの面から、その適用条件を明らかにした。

2. 波力実験の装置および方法 実験は二次元造波水路で行った。実験装置を図1に示す。実験の縮尺は1/50、海底勾配は1/10とした。堤体模型および波圧測定点を図2に示す。堤体には矩形潜堤（BOXタイプ）と矩形潜堤に圧抜孔を設けたもの（圧抜タイプ）を用いた。波圧計は、部材面と波圧計の受圧面が同一になるよう、部材の中に埋め込んだ。測定項目は波高 H （図1参照）と水平力 F_x 、鉛直力 F_z および波圧 p （図2参照）である。また、堤体上の水面形をビデオにより収録した。波浪条件は沖波高 $H_0=5\text{cm}$ 、 15cm 、周期は $T=2\text{s}$ とし、水深は $h=25\text{cm}\sim 45\text{cm}$ （没水深 $R=5\text{cm}\sim 25\text{cm}$ ）と変化させた。

3. 波力実験の結果および考察 (1) 堤体に作用する波力の比較…波浪・潮位による圧抜孔の効果の変化として、没水比 R/h と最大鉛直力比 $F_z'/F_{z\max}$ の関係を図3に示す。ここで、'は圧抜タイプを意味し、圧抜タイプとBOXタイプの比をとって圧抜孔の効果調べた。 R/h の増加に伴い $F_z'/F_{z\max}$ は0.4~0.6と変化する。また、 $R/h \geq 0.5$ の範囲では $H_0/L_0=0.024$ の波高の大きい方が $F_z'/F_{z\max}$ が小さくなる。一方、最大水平力については、 R/h 、 H_0/L_0 によらず $F_x'/F_{x\max} \approx 1$ となり、圧抜孔を設けたことによる $F_{x\max}$ の変化は小さいという結果が得られた。以上のことから、圧抜孔による揚圧力低減効果は低潮位、高波浪の条件で大きいことが分かった。

(2) 堤体の上面と底面に作用する波圧の比較…図4において揚圧力低減効果が大きい場合（ $R/H_0=0.33$ ）と小さい場合（ $R/H_0=1.67$ ）について、堤体上下面の波圧分布および水面形（ $F_{z\max}$ 作用時）をBOXタイプ（実線）、圧抜タイプ（点線）で比較する。波圧は $w_0 H_1$ （ w_0 :水の単位体積重量、 H_1 :堤体直前の波高）で無次元化し、圧力計の位置を○で示した。堤体上面の波圧分布は、 R/H_0 および堤体のタイプにかかわらず水面の高まりに追従した圧力分布を示し、 $R/H_0=0.33$ の場合波形の前傾化に対応した中央でくびれた分布形となる。一方、堤体下面の波圧分布は、BOXタイプの場合、 $R/H_0=1.67$ ではほぼ三角形分布となり、 $R/H_0=0.33$ では岸側で三角形分布からはずれる。圧抜タイプの場合、 $R/H_0=1.67$ ではBOXタイプと同じ三角形分布であるが、 $R/H_0=0.33$ では圧抜孔位置でくびれた分布形となりBOXタイプと異なる。

堤体直前の水位 η 、上下面の波圧積分値 Σp_u 、 Σp_d 、 F_z の時系列を図5に示す。ここで η は圧抜孔の有無

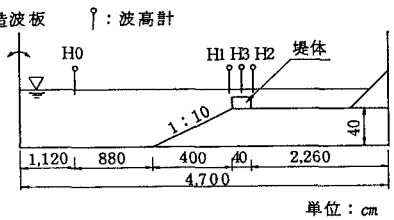
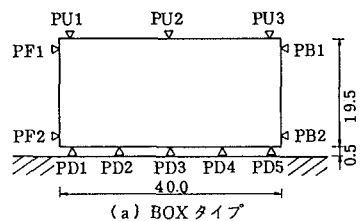
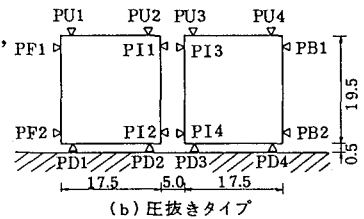


図1 実験装置

(沖) △: 波圧測定点 (岸)



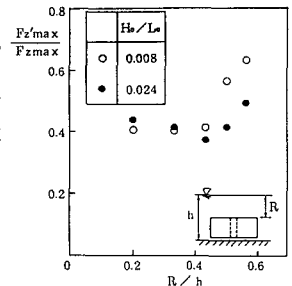
(a) BOX タイプ



(b) 圧抜きタイプ

単位: cm

図2 堤体模型と波圧の測定点

図3 最大鉛直力比と
没水比の関係

によりほとんど変化せず、両タイプで同様の波浪条件となっている。BOXタイプと圧抜タイプの Σp_u 、 Σp_d の位相に着目すると、 $R/H_0=0.33$ の場合BOXタイプでは Σp_d の方が Σp_u より先に最大値をとるが、圧抜タイプでは Σp_d と Σp_u の最大値はほぼ同時に発生する。したがって、 Σp_u と Σp_d の差である揚圧力 F_z はBOXタイプより圧抜タイプで小さくなる。

一方、 $R/H_0=1.67$ の場合、BOXタイプの Σp_u と Σp_d の位相差

がもともと小さいため、圧抜タイプにしても揚圧力低減効果が顕著にならない。

以上のことから、圧抜孔は堤体上下面の圧力分布を等しくすることにより揚圧力を低減し、その効果が大きいのは圧抜孔がない場合に上下面の波圧分布が大きく異なる条件、すなわち低潮位、高波浪時に入射波形が前傾化する条件であるといえる。

4. 数値計算の結果および考察 圧抜孔の効果には、堤体上での波形の前傾化が大きく関与するため、その効果の把握には堤体上の波の非線形変形を考慮する必要がある。しかしここでは、その第一ステップとして線形理論に基づいた境界要素法による検討を行い、潮位変化による堤体上の波形勾配の変化が揚圧力低減効果に及ぼす影響を調べた。最大鉛直力比

$F_z'_{\max}/F_{z\max}$ と没水比 R/h および堤体幅波長比 B/L 。図5 矩形潜堤の上下面の波圧積分値と鉛直力の時系列の関係を図6に示す。 R/h の増加にしたがい $F_z'_{\max}/F_{z\max}$ は大きくなる傾向にあり、実験結果の傾向と一致する。ただし、 $F_z'_{\max}/F_{z\max}$ の増大傾向は B/L_0 によって異なった傾向を示す。これは堤体端の透過、反射条件が B/L_0 により異なり、堤体上下面の圧力分布が微妙に変化するためである。

5. まとめ 圧抜孔による揚圧力低減工法を潜堤に適用し、揚圧力低減メカニズムの面からその適用範囲を明らかにした。圧抜孔は堤体上下面の圧力分布や圧力波形の位相を等しくすることにより揚圧力を低減する。よって、本工法の効果が大きくなるのは、堤体上下面の圧力差が大きくなる条件、すなわち堤体上の波形が前傾化する低潮位、高波浪時であることが分かった。

〈参考文献〉

- 1) 藤井俊二・中村孝明・勝井秀博：大型ケーソンに働く揚圧力低減対策に関する研究，第35回海講，1988。
- 2) 上野成三・勝井秀博：堤体下部に遊水室を有する海洋構造物の揚圧力低減工法，第45回年講，1990。
- 3) 小山文男・清水正巳・中塚健司・宇多高明・村井頌美：斜板を有する新型潜堤(SURF)の開発，第35回海講，1988。

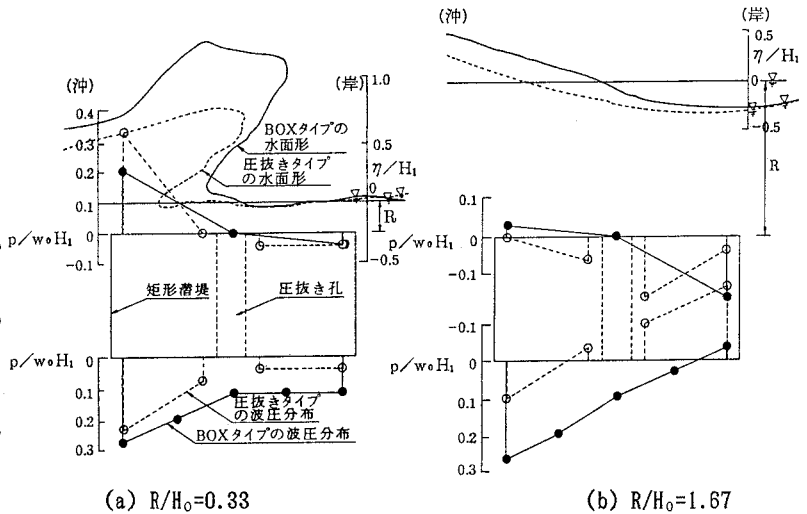
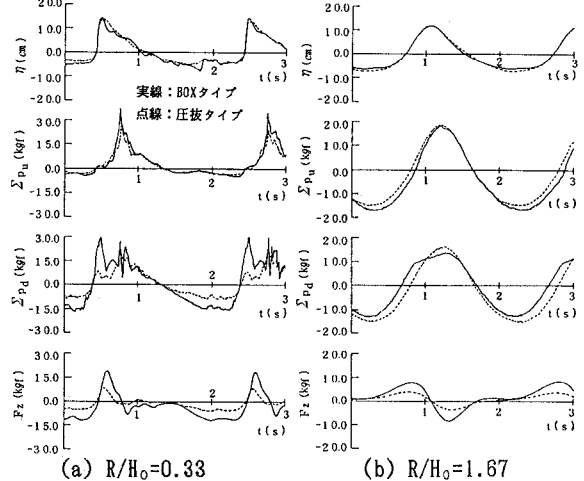


図4 矩形潜堤の上下面の波圧分布および水面形



(a) $R/H_0=0.33$

(b) $R/H_0=1.67$

図5 矩形潜堤の上下面の波圧積分値と鉛直力の時系列

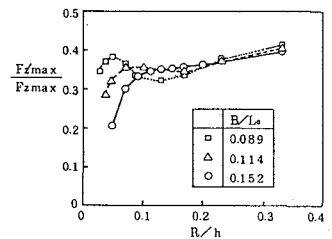


図6 最大鉛直力比と没水比の関係