

II-372

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

大成建設(株)技術研究所

正員

○上野 成三

同上

正員

勝井 秀博

1. はじめに

現在まで、防波堤などの海洋構造物の耐波安定性を増すために様々な波力低減工法が提案されている。これらは、水平波力(特に、衝撃砕波力)を緩和するものと鉛直波力(揚圧力)を低減するもの¹⁾に大きく分類される。本研究では、新しい揚圧力低減工法として、構造物背面の下部に遊水室を有する底面形状(図1,図2(a))を提案した。本工法は、遊水室の存在により構造物下面と基礎間の流水経路が急拡水路になることを利用したもので、流水断面の変化による圧力勾配の場所的变化と急拡に伴う圧力損失による揚圧力低減を期待したものである。ここでは、境界要素法を用いた数値計算と二次元波力実験による本工法の基本的な揚圧力低減効果を述べる。

2. 底面形状と揚圧力分布の関係に関する数値計算

構造物下部に遊水室を有する場合の揚圧力分布の特徴を調べるために、図2に示す2タイプのモデル(寸法は縮尺1/100に対応)を対象に境界要素法を用いた数値計算²⁾を行なった。type1,2の構造物下面に作用する圧力振幅分布を図3に示す。type2は通常の防波堤底面の圧力分布である三角形分布となる。これに対して、type1は急拡部前面側($0 < x < 1\text{m}$)で圧力勾配が大きく、急拡部背面側($1 < x < 12\text{m}$)で圧力勾配が小さくなり、圧力勾配に場所的变化が生じる。その結果、底面全体に作用する揚圧力の積分値はtype2よりtype1の方が小さくなることが示された。このことより、基礎と底面間の流水断面の変化による加速度項の場所的变化、すなわち、圧力勾配の場所的变化により、底面全体に作用する揚圧力が低減されることが示された。

3. 遊水室を有する底面形状に関する二次元波力実験

数値計算結果から揚圧力低減効果が確認できた遊水室を有する底面形状に対して、縮尺1/100の二次元波力実験を実施し揚圧力低減効果を定量的に検討した。図4に実験装置を示す。構造物のモデルは数値計算と同様の2タイプである(図2)。実験波は周期 $T=1\text{s}$ 、波高 $H=2.1, 4.0, 6.3\text{cm}$ の3ケースとした。図5はtype1の構造物前面の水位 η と前面および底面位置での圧力の時間波形である。構造物前面のPF3と比較して、PD1の圧力低減は大きく、PD3、PD5と背面に向かうにつれてさらに圧力低減が認められる。また、底面(特にPD1)の波形は非対称性の強い波形となった。図6はtype1,2の揚圧力分布の比較である。type1,2の実験結果の比較から、type1の

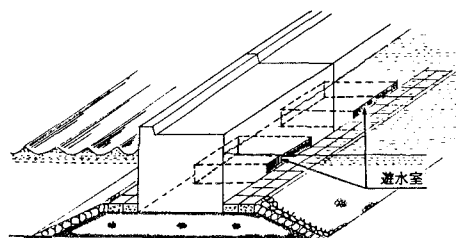


図1 堤体下部に遊水室を有する揚圧力低減工法

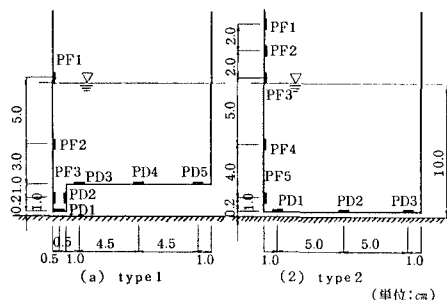


図2 計算および実験のモデル

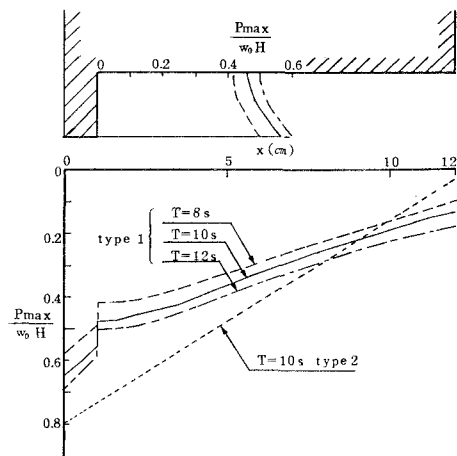


図3 構造物下面の圧力分布(計算値)

揚圧力低減効果は、計算結果より実験結果の方が大きい。
染料を用いた構造物下面付近の流況を可視化したところ急拡大部の明瞭な剥離渦が確認された。しかしながら、
2.の検討で用いた計算はポテンシャル理論に基づいているため、急拡大や壁面摩擦などの圧力損失を考慮できない。
このことから、計算では考慮できない急拡大に伴う圧力損失が揚圧力低減に大きく寄与していると考えられる。図7に実験値を積分して求めた底面全体に作用する鉛直力 F_z と波高 H の関係を示した。同図には比較のため合田式による算出した鉛直力も示した。type2や合田式と比較してtype1の F_z は約1/3以下となり、本工法による揚圧力低減効果が大きいことが分かる。

4. まとめ

海洋構造物の揚圧力低減工法として、構造物の下部に遊水室を有する底面形状を提案した。本工法による揚圧力低減効果は境界要素法を用いた数値計算と二次元波力実験により確認され、限られた実験ケースながら、本工法による揚圧力は通常の防波堤タイプに比較して約1/3以下に低減されることを示した。今後は急拡大底面形状の最適化や、広範囲の波浪条件、構造物設置条件のもとの揚圧力低減効果の確認を行なう予定である。

<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) 井島武士:周辺積分法による水面波境界値問題の数値解析法,第19回水工学に関する夏期研修会講義集,1983.

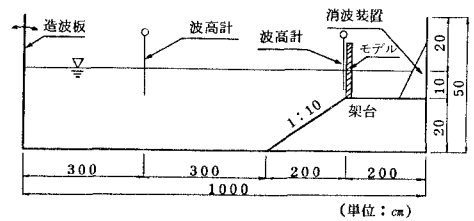


図4 実験装置

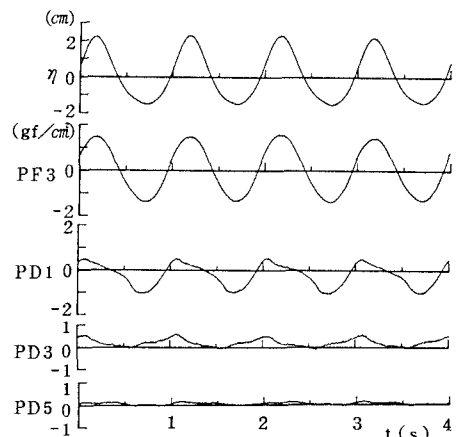


図5 水位・圧力の時間波形 ($H=2.1\text{ cm}$, $T=1.0\text{ s}$)

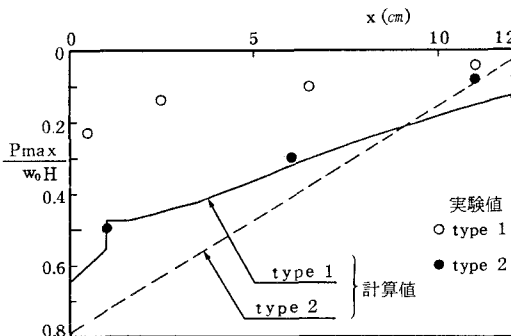


図6 構造物下面の圧力分布（実験値，計算値）
（ $H=2.1\text{ cm}$, $T=1.0\text{ s}$ ）

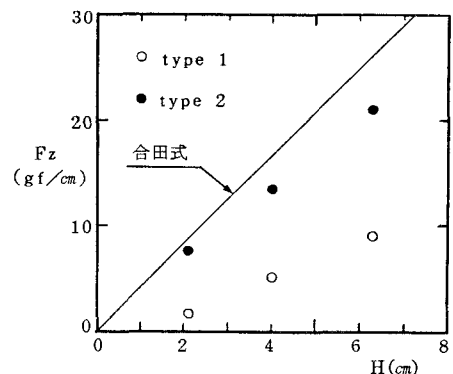


図7 鉛直力の比較（ $T=1.0\text{ s}$ ）