

大水深重複波域におけるスリットケーソンの波力特性

運輸省第四港湾建設局下関調査設計事務所 正会員 佐藤孝夫

運輸省第四港湾建設局下関調査設計事務所

長野泰久 石貫国郎

運輸省第四港湾建設局下関調査設計事務所

柳田和喜

(株) 三洋コンサルタント

正会員 山崎耕嗣

1. まえがき

運輸省第四港湾建設局では、大水深で比較的静穏な海域に設置される防波堤の建設費縮減のため、ロングフーチングケーソン堤の開発を行っている。直立壁の波力については、既に有限振幅重複波理論¹⁾(以下、理論と記す)による波力の準用法²⁾を提案した。一方、低反射構造の要請は多いが、スリットケーソンの現行波力算定法³⁾は浅海域が対象であり、未だ大水深域を対象とした合理的な波力算定法は求められていない。

本研究は、スリット部を有するロングフーチングケーソンの開発にあたって、水理模型実験による波力特性の検討を行ったものである。なお、本論文では、簡便のためスリットケーソンを「消波型」と記述する。

2. 実験概要

実験は規則波を用いた波力実験である。図-1に示す断面を対象として、図-2の構造の模型を長水路(長さ50m×幅1m×高さ1.5m)に再現して行った。実験縮尺は1/40である。消波対象は有義波周期4秒の波であり、スリット部の開口率は0.333の1種を設定した。実験のケースは、マウンド高3種・フーチング長3種の計4断面について、周期3種に対し波高2あるいは3種を設定し、合計32ケースである。

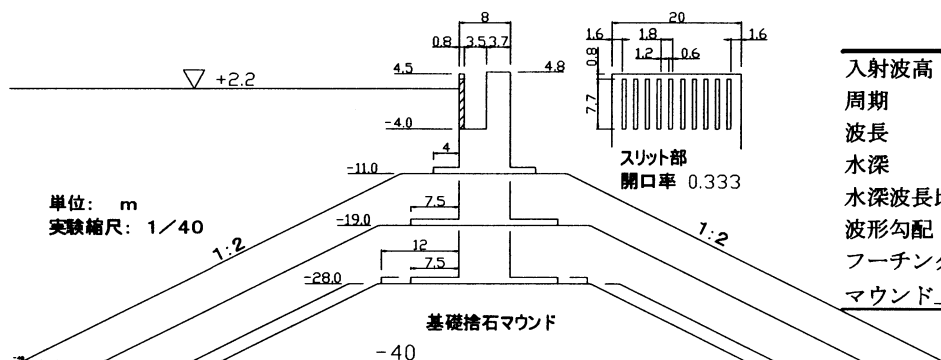


図-1 実験対象断面

波力測定は、図-2に示すように、遊水室後壁・下床版およびスリット部を一体構造とし、三分力検出器に剛結して水平力・鉛直力・モーメントを測定した。遊水室後壁・前面壁・フーチング上下面には圧力計を取り付けた。また、スリット部の前方約1cmの位置で壁面水位を測定した。なお、揚圧力は前し端で最大、後し端で零の三角形分布を仮定した。

3. 実験結果

図-3は、式-1で求めた滑動合成波力の実験値 F_{ce} の正・負の最大値について、その平均波力強度 f_{ce} を woH で無次元化して波高に対して示したものである。引き波時の無次元波力は波高の増大とともに減少するが、押し波時の高マウンドの場合には逆に増加する傾向を示す。また周

表-1 実験条件		
入射波高	H_i	3.0m, 5.0m, 7.0m
周期	T	6.0s, 8.0s, 10.0s
波長	L	56.1m, 98.9m, 147.6m
水深	h	42.2m
水深波長比	h/L	0.286, 0.427, 0.752
波形勾配	H/L	0.020~0.089
フーチング長	b	4.5m, 7.5m, 12.0m
マウンド上水深	d	13.2m, 21.2m, 30.2m

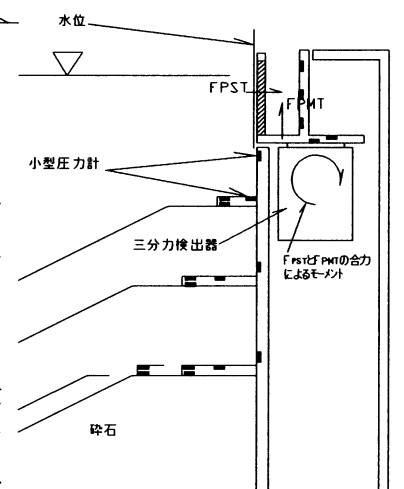


図-2 測定方法

$$F_c = \pm \{ | \text{全水平波力 } F_x | + \text{摩擦係数 } \mu \times \text{全鉛直波力 } F_z \} \quad : \text{符号は全水平波力と同符号} \quad (\text{式-1})$$

Keywords : スリットケーソン, ロングフーチング, 大水深, 重複波, 波力, コストダウン

連絡先 : 〒 750-0025 山口県下関市竹崎町 4 丁目 6-1 下関地方合同庁舎 TEL 0832-24-4130

期の影響も顕著であり、周期が長いと波力が大きい。ところで、中・低マウンドの波高が5 m以下では、総じて押し波時より引き波時の波力が大きく、大水深重複波領域の重要な特徴が現れることがわかる。さらに、引き波時の波力は絶対値で $0.5woH$ を上回る場合がある。現行波力算定法では、引き波時にケーソン前面で $0.5H$ の水位低下量を与えるので滑動合成波力は $0.5woH$ 未満であり、危険な場合が生じる。

図-4は、現行の波力算定法で求めた消波型の滑動合成波力 F_{cc} と実験値 F_{ce} を比較したものである。

負の波力は違いが顕著であり、周期が10秒と長い場合には F_{cc} より F_{ce} のほうが1.5～2倍以上大きく、周期6秒では逆に F_{cc} のほうが大きい。正の波力も違いは小さいものの、同様な傾向にある。

図-5は、直立壁の滑動合成波力 $F_c(\text{theory})$ ²⁾ と実験値 F_{ce} を比較したものである。マウンド高など、理論の準用が困難な条件も一部含まれるが、 F_{cc} は周期6秒では計算値より1～3割小さく、消波対象波の周期に近いと波力も低下することがわかる。逆に、周期が長いと $F_c(\text{theory})$ と同程度あるいはやや大きい。直立壁より波力が大きくなるのは、押し波時には遊水室後壁に働くやや衝撃的な波力が、引き波時には遊水室水位の低下に伴って下床版に上向きの波力が働くことが影響していると考えられる。

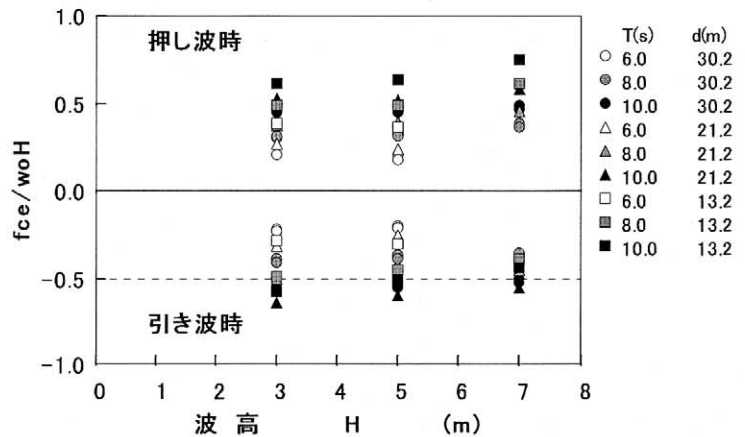


図-3 消波型の滑動合成波力と波高の関係

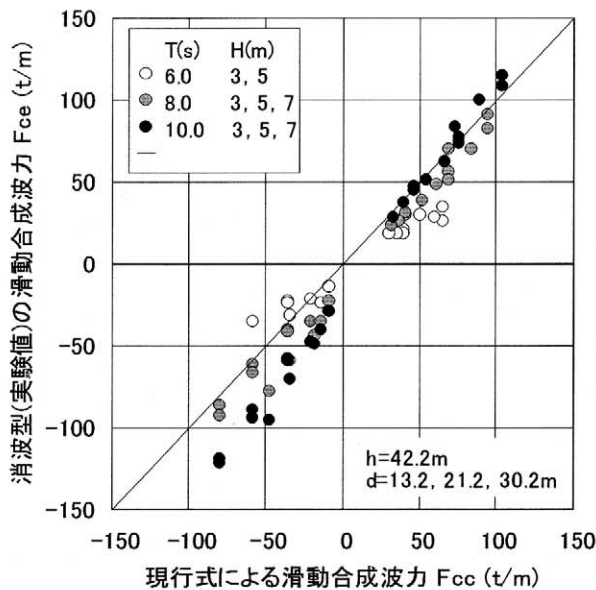


図-4 現行波力算定式と消波型の滑動合成波力の比較

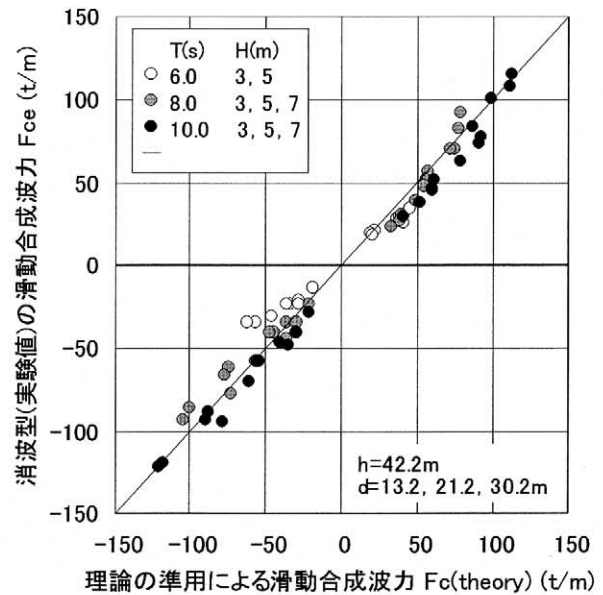


図-5 理論の準用と消波型の滑動合成波力の比較

4. まとめ

大水深重複波域にあるスリットケーソンの波力特性について実験的に検討した。その結果、ケーソンの安定検討時には、引き波時の波力も重要であることがわかった。また、設計波と消波対象波の周期が近いと、直立壁に対して1～3割の波力低減効果が期待できる。一方、周期が長いと現行の設計波力算定法による波力では危険な場合が生じる。特に引き波時の波力は計算値の1.5～2倍以上になる。なお、実験結果に基づき、理論による波力の準用等による、部材波力特性・位相差を考慮した合理的な波力算定法を検討中である。

参考文献

- 1) 合田良美ほか：有限振幅重複波ならびにその波圧に関する研究，港湾技術研究所報告 Vol.5, No.10, 1966
- 2) 酒井浩二ほか：大水深における重複波を考慮した設計波力算定法，海岸工学論文集，第45巻，pp746-750, 1998
- 3) 高橋重雄ほか：直立消波ケーソンの部材波力特性と耐波設計法，港湾技術研究所報告 Vol.30, No.4, 1991, pp.3-34