鋼管スリット付き桟橋に作用する揚圧力特性

北海道工業大学ス	大学院	土木工学専攻	学生員	中田	雅大
世紀東急工業株式会社				龍野	輰啓
北海道工業大学	社会基	基盤工学科教授	正会員	水野	雄三

1 まえがき

今回対象とした桟橋は、前面部にスリットを設けた特殊な構造をしている。これは大水深の係 留施設が港口に近い場所に建設されることが多く、入射波の影響を緩和する必要がある。本研究 の目的は桟橋の床版上に作用する揚圧力について模型実験で検討し、当該構造形式の耐波設計法 を確立するものである。

2 実験概要および測定方法

実験は、二次元造波水路(長さ 24m、幅 0.8m、深さ 1.0m) を用いて実施した。海底勾配は堤体前面までを 1:30 とし、そ れより岸側を水平床とする。実験模型は、(図 - 1)に示すと おりで実験縮尺 1/36、堤体設置位置の前面水深hは 38.8、40.9、 43.0cm の 3 種類、桟橋内の捨石勾配は 1:2、堤体前面の鋼管 スリットの開口率は 100、67、50、33%の 4 種類とした。実 験波は堤体前面の波高 H_{1/3} で 5.0、4.0、3.0cm の 3 種類、周 期 T_{1/3} は 2.5、2.17、1.83、1.5sec の 4 種類の不規則波を用い た。床版に作用する揚圧力は、床版 3 箇所に取り付けた圧力 計(共和電業製 PGM - 02KG)を用い 100Hz で測定した。

3 床版に作用する揚圧力特性

3-1 揚圧力の空間分布

図 - 2 は h=38.8cm、H_{1/3}=3cm の場合の揚圧力の空間分布を h/L_{1/3}をパラメータに示したものである。ここで、圧力計の設 置位置 x は桟橋前面の位置からの距離である。pmax は、各圧 カセンサーの最大値で、水の単位体積重量 wo と最大波高 Hmax で除した無次元波圧で整理した。L_{1/3} は水深 h での波長である。 同図によると、周期の長い波の方が床版に作用する揚圧力が 大きく、また、桟橋内の岸側の方の圧力が高くなっている。

3-2 合力と相対クリアランスの関係

床版に作用する揚圧力は刻々と変化するため、圧力計の同時圧力の合力が最大となった時の同時最大合力を受圧長で除した fmaxをwoHmaxで除し、無次元揚圧力合力 fmax/woHmaxと 定義し、水面と床版下面との距離であるクリアランスsをHmax で除したものを相対クリアランス s/Hmax と定義した。図 - 3 は、通常桟橋構造について fmax/woHmax と s/Hmax との関係を示したもので、s/Hmax が大きいほど fmax/woHmax が小さくなっている。長周期波の方が fmax/woHmax が大きくなっている。



図 - 1 実験模型





キーワード: 桟橋、鋼管スリット、揚圧力:〒006-8585 北海道札幌市手稲区前田 7 条 15 丁目 4-1 北海道工業大学社会基盤工学科 TEL011-681-2161 FAX011-681-3622

3-3 開口率別の揚圧力

図 - 4 は揚圧力の空間分布を開口率別に示したものである。 開口率 100%と比べ全体的に圧力が小さくなっている。水深が 40.9cm でも同じ結果だった。しかし、ここでは示していない が、水深 43.0cm ではクリアランスが無い状態なのでばらつき が生じ、開口率を変化させても揚圧力強度の違いは見て取れ なかった。

4 無次元揚圧力合力 f_{max}/w₀H_{max}の算定

4-1 検討プロセス

無次元揚圧力合力の算定式として、渡辺らの式を参考にし た上久保らの式⁽¹⁾がある。この式は、水深及び桟橋内の捨石形 状を固定して実験した結果から算定式を提案したもので相対 捨石天端水深 d/h が変化したり、スリットが存在することなど が評価できない。このため、 d / h や開口率を導入した拡張式 (1)を提案する。なお、上久保らの式とは、'=1.0、 =11.9 で一致する。今回は、「開口率 100%」の実験結果から を、「あ る開口率」と「開口率 100%」との比較から 'を求めることで、 上久保らの式の拡張式(1)を提案した。

 $f_{\max} / w_0 H_{\max} = \beta' \cdot \omega \cdot \exp\{-12(h/L_{1/3})\}(1.5 - s/H_{\max}) \cdots$ 式(1) 4-2 と 'の算定

図 - 5 はマウンド水深比 d / h と の関係を示したもので、 同図から の算定式(2)を求めた。

 $<math>\omega = 7.3309 \exp \{0.7197 (d / h)\}$ ………式(2) 閉塞率 は(100 - 開口率)/100 で表すこととし、通常桟橋 構造では =0 となる。 の違いによる fmaxの変化を図 - 6 に 示した。実験波及びスリット開口率以外の堤体条件が同じ場 合について、 =0 の fmaxを fmax,0 とし、 の fmaxを fmax, と してその比 'を用いた。 =0 の時 '=1 となる。平均的に見 ると が増加すると 'は減少しており、式(3)のとおり表せ る。水深 43.0 cm の場合 s=0 となり、上述の抑制効果が無かっ たため、s=0 の時 =0、s 0 の時 =1 という変数を導入した。

4-3 実験値と計算値の比較

図 - 7 は算定した 及び 'を用いて計算した fcal(計算値) を縦軸に示し、実験により得られた fmax を横軸に示しもので ある。実験値と計算値の比較では、s=0の時のばらつきが多く 見られるが十分許容範囲であるといえる。



式(1)~(3)で、スリット付き桟橋の揚圧力の算定が可能となった。揚圧力の特性としては、 開口率 33%で揚圧力は最小となり、開口率を小さくすることにより抑制効果が期待できる。クリ アランスが無い状態の場合、開口率に関係なく揚圧力の抑制効果が見られないことがわかった。 【参考文献】 (1)上久保勝美・酒田清幸:床版下に消波工を有する桟橋の水理特性と設計方 法について、第48回北海道開発局技術研究会論文集(CD-ROM)、技-40



(水深 38.8cm 波高 5cm 周期 2.17s)







図-7 実験値と計算値の比較