

フラップ式水門の波力特性について

新日本製鐵株式会社	正会員	○大久保 寛
早稲田大学理工学部	フェロー	清宮 理
港湾空港技術研究所	正会員	下迫 健一郎
J F Eエンジニアリング(株)		中原 敬一

1. 研究目的

高潮、津波の対策としてフラップ式水門を提案し、フラップ式水門の基本的な水理特性、力学特性についての研究を進めている。フラップ式水門は図-1に示すように海底部側はピン構造となっており、常時は海底に伏せた状態で設置し、高潮や津波が予測されたときフラップ（扉体）に空気を送り込み、フラップに浮力を与えることで急速に浮き上がらせ、高潮、津波が過ぎた後はフラップ内の空気を排気して、フラップを海底に沈降させ格納する構造である。このため常時は港口や航路を閉塞することなく、船舶の航行や海水の流れを阻害せず、また、短時間で水門を開閉ができることが特徴である。

本研究では荒天時のフラップ式水門の安定性を把握するため、水理模型実験を行い、波力特性を検討した。

2. 実験内容

フラップの起立角度がフラップに作用する波圧の特性に与える影響を検討するため、二次元造波水路（長さ105m）において縮尺1:25の模型を用いて水理模型実験を行った。模型の設置状況を図-2に示す。フラップの起立角度を 45° 、 60° 、 75° 、 90° 、 120° の5種類に変化させて模型を固定し、規則波を用いてフラップゲートに作用する波圧（11点）を計測した。波の周期は実スケール換算で、5～14秒に変化させた。波形勾配は0.04とした。尚、本論文では実験で得られた計測値を実機に換算（フルド³則）し示している。

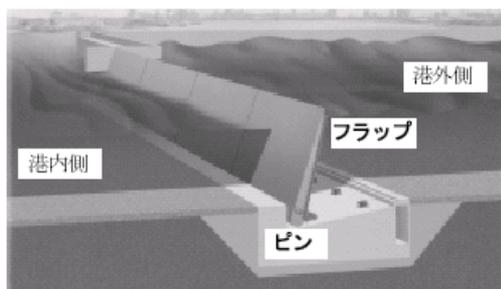


図-1 フラップ式水門概要図

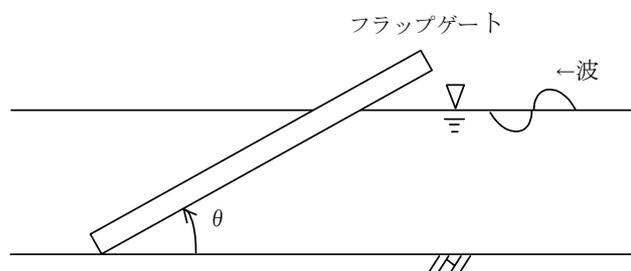


図-2 模型の設置状況図

3. 実験結果

計測した波圧について各計測点でのピーク値解析、波圧の合成、同時波圧解析を行い、波力特性を検討した。

図-3はピーク値解析で得られた各点の波圧のピーク値の鉛直方向分布の一例（波周期8秒）を示したものである。図中に合田式により算定した波圧分布を併せて示す。

起立角度 45° の場合を除き、静水面付近に最大値を持ち、静水面下では水深が深くなるにつれて波圧の減少の仕方が大きくなっている。起立角度 45° の場合は静水面より少し高いところで最大値を持つ。

フラップの起立角度が波力特性に与える影響を検討するため、計測した波圧に受圧面積を乗じて足し合わせて模型の法線単位あたりの長さには作用する波荷重 t/m （以下、合成波力とする。）を波周期毎に算定した。図-4は横軸に波周期をとり、縦軸には合成波力を波高で除した値を示した。起立角度が小さくなる、つまり、沖側に傾斜するに伴い、合成波力は増大する傾向にある。

キーワード 水門、フラップ式、波圧、高潮、津波

連絡先 〒192-0363 神奈川県相模原市西橋本5-9-1 新日本製鐵株式会社 相模原技術センター

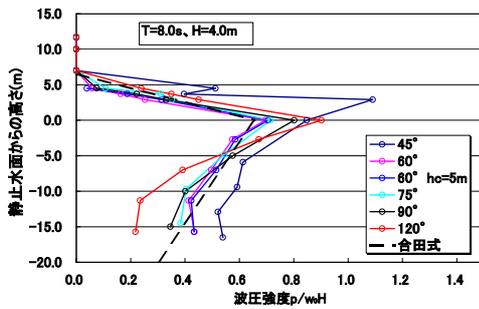


図-3 波圧の鉛直方向分布（ピーク波圧）

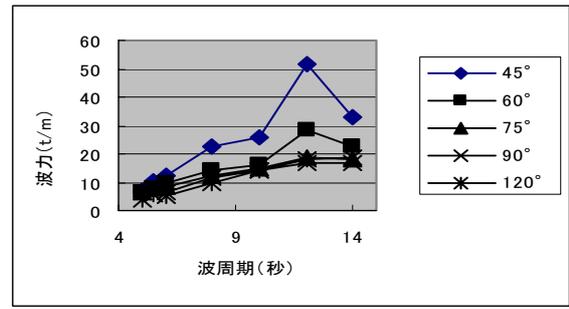


図-4 波力の波周期依存性

次に合成波力が最大となる同時刻の波圧分布を検討した。図-5 はフラップの起立角度が 120 度（陸側へ 30 度傾斜）の場合の計測結果であり，縦軸には水深方向の高さ，横軸には波圧強度を示し，図中には波周期をパラメーターとして示した。海底方向に向かって減少する傾向が顕著となる。これはフラップが傾斜するため，静水面での波圧と静水面下の波圧にピーク発生時刻に位相差が生じるためである。図-6 はフラップの起立角度が 45 度の場合の鉛直方向分布を示したものである。静水面より少し高い位置で波圧が最大となっており，波周期が長い場合，水深方向に減少する度合いが小さくなっており，合成波力が増大する一因となっている。

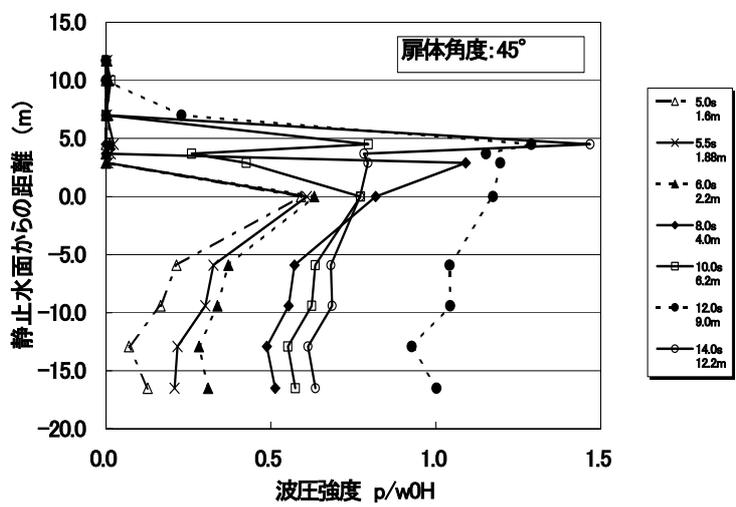
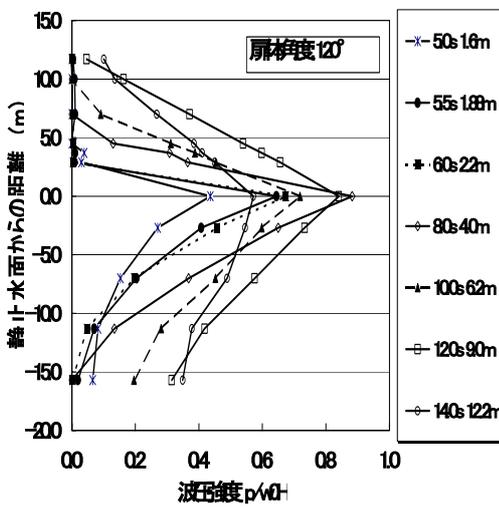


図-5 同時波圧の鉛直方向分布（角度 120°）

図-6 同時波圧の鉛直方向分布（角度 45°）

4. まとめ

主要な結論を以下に示す。

- ・フラップの起立角度が 90° より大きい場合には水面付近にピーク値を持ち，水面下の波圧強度は小さくなる傾向があり，合田式による波圧算定値は安全側の結果を与える。
- ・一方，フラップの起立角度を 90° より小さくした（つまり，沖側に傾斜）場合，波周期が長い場合には静水面より上方で最大値が生じ，静水面下での波圧強度は深さ方向への減少の度合いが小さくなり，その結果，起立角度が 45 度の場合には合成波力がかなり大きくなる。

謝辞：本研究は独立行政法人港湾空港技術研究所と大型防潮フラップゲート研究グループ（構成：早稲田大学，石川島播磨重工業株式会社，川崎重工業株式会社，新日本製鐵株式會社，JFE エンジニアリング株式会社，日立造船株式会社，三井造船株式会社，及び三菱重工業株式会社）の共同研究の一部である。

参考文献：

1) O. Kiyomiya, K. Inoue: A plan of large-scale Storm Surge Barriers to Protect Urban Areas from Storm Surge Disaster, Techno-Ocean, 2002, Nov.
 2) 富田孝史, 下迫健一郎他：大規模可動式高潮防潮堤に関する基礎的研究—フラップゲートの水理特性と試設計，港湾空港技術研究所資料 NO. 1060, 31p, 2003.9