

II-439

フレキシブルマウンドに作用する碎波力・膜張力特性

清水建設(株) (正) 田中正博・大山巧・堀哲郎
建設省土木研究所 (正) 宇多高明・小俣篤

1. はじめに

著者らは膜構造の潜堤フレキシブルマウンド(以下、FLMと称す)を提案し、その消波特性を模型実験および数値計算により明らかにした¹⁾。また、FLMに作用する波力および膜張力について実験的に検討した²⁾。本研究では、残された課題であった構造物ごく近傍で入射波が碎波するときの波力およびFLMの設計上重要な上膜の張力について模型実験により検討する。

2. 実験装置および方法

用いた装置は図-1に示すように、長さ57.5m、幅0.6m、深さ1.2mの2次元造波水槽(建設省土木研究所所有)で、造波板から28mの地点から1/10勾配の斜面を5m、33mの地点より0.5m高さの水平床を15m設けた。使用した模型は波力、膜張力用ともに厚さ1.5mmの布引きゴム膜製の袋体で、設置時の寸法が幅80cm、高さ19cm、奥行き60cmの2次元モデルである。水平力および鉛直力は模型底板下に取付けた防水型2分力計で測定した。一方、上膜端部に働く膜張力は図-2に示すように、上膜両端近くに取付けた金具からワイヤーを介してビーム型荷重計で測定した。消波性能上重要な3つのパラメータ B/h , R/h , $p_0/\rho gh$ (ただし、 B : FLMの幅, h : 水深(本実験では35cm), R : 天端上水深, p_0 : 付加水压, ρ : 水の密度, g : 重力加速度)を広範囲の周期の波浪に対して消波効果を期待できるよう表-1のように決めた。また、波浪条件 (H_1 : 入射波高, T : 周期)は同様に表-1に示すとおりで、 T は堤体幅と波長との比 B/L が0.1~1.0の範囲で選択した。実験は、まず模型を設置しないで入射波高の検定 ($H_1=4, 12, 22\sim42$ cm(碎波波高 H_s))を行った後、模型を設置して波力、膜張力を測定した。

3. 結果および考察

本研究では、荷重計で測定された水平波力 F_x 、鉛直波力 F_z および膜張力 F_T を $\rho g B H_1$ で除して無次元化した荷重係数 f_x , f_z , f_T で整理する。

(1) 波力: 図-3はFLM上で碎波する場合(□&×印)とFLMのごく近傍前方で碎波する場合(○&●印)の岸向きと冲向きの無次元水平波力 f_x を示したものである。FLMの上で碎波する場合および前方で碎波する場合共に岸向きの力の方が冲向きの力よりも大きくなっており、その傾向は前方碎波の場合により顕著である。従って、FLMの安定は岸向きの水平力を用いて検討すればよいことがわかる。ただし、部材の安全性は合成力ではなく、FLM底版の荷重分布、膜体固定部での膜張力の位相を考慮して検討する必要がある。図

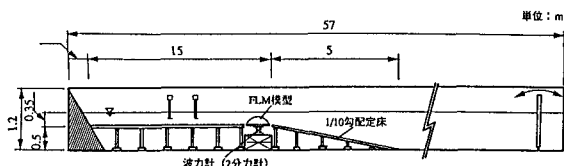


図-1 波力実験装置

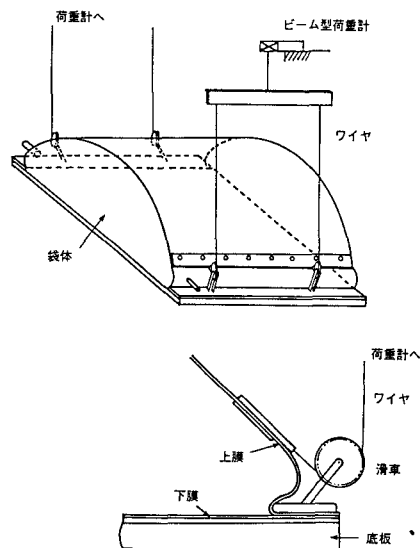


図-2 膜張力の測定方法

表-1 実験条件

設置条件		波浪条件	
B/h	2.23	H_1 (cm)	4, 12, 22~42
R/h	0.45	T (sec)	0.72~4.37
$p_0/\rho gh$	0.05		

-4 は波高水深比 H_1/h をパラメータとして岸向きの f_x 特性を示したものである。図中の実線および破線は堤体高水深比 $c/h=1.0, 1.4$ の直立防波堤に作用する波力を合式で算定し、 $\rho g B H_1$ で同様に無次元化したものである。 H_1/h の増加と共に f_x の最大値が大きくなり、ピークの出現が長周期側（ B/L の小さい側）に移り分布形も変化している。これは砕波の発生形態によるものと思われ、荷重係数 f_x は砕波を生じない場合、FLM上で強制的に砕波する場合、FLMのごく近傍で砕波する場合に応じて選択すればよいと考えられる。FLMに作用する水平波力 f_x の特性は剛構造物に比べて周期依存性が高いが、ピーク値の包絡線は通常の潜堤と防波堤に作用する波力の中間に位置している。図-5は水平力と同条件に対する上向き（□&○印）と下向き（×&●印）の無次元鉛直波力 f_z を示したものである。 $H_1/h \leq 0.34$ の場合上向きと下向きの f_z はほぼ等しいが、FLM前方で砕波する $H_1/h=0.62 \sim 1.01$ の場合全般に下向き f_z の方が上向きよりも大きく、特に $B/L=0.18$ の近傍では2倍以上となっており著しい違いを示している。 H_1/h の増加に伴い上向きの f_z は若干ではあるが減少する傾向を示しており、杭基礎の安定性上（引き抜きに対して）有利である。杭で構造物を固定する場合、一般にその安定性は上向きの f_z で検討すればよいが、FLM支持フレームに地盤からの支持力が得られないような軟弱地盤でかつ杭頭が支持地盤に達していない場合には、下向き f_z を用いて構造物の安定性を検討する必要がある。

（2）膜張力：図-6はFLM上で砕波する場合（ $H_1/h=0.62$ ）とFLMの近傍で砕波する場合（ $H_1/h=0.62 \sim 1.01$ ）の上膜の沖側と岸側に作用する無次元膜張力 f_T の周期特性を示したものである。波高の増加に伴い沖側の膜張力 f_T が大きく増加している。また、沖側および岸側の膜張力 f_T は図-3に示した岸向きおよび沖向き水平力 f_x に対応した特性を示していることがわかる。これは、FLMに作用する水平力は上膜の両端固定部での張力のみ起因しており、主として沖側の f_T は岸向きの f_x に岸側の f_T は沖向きの f_x に寄与するためである。

4. まとめ

1) 構造物のごく近傍で砕波する場合の荷重係数（無次元化された単位波高当たり波力 f_x, f_z および膜張力 f_T ）は、岸向き水平力 f_x 、下向き鉛直力 f_z および沖側膜張力 f_T において顕著に大きくなる。上向き鉛直力 f_z は若干低下する。2) FLMの荷重係数は周期依存性を示すが、非砕波、FLM上で砕波、FLMの近傍で砕波する場合の3つの波浪条件に応じて荷重係数を選択する必要がある。

—参考文献—

- 1) 例えば, Tanaka et al.: Wave Control by Flexible Underwater Mound, OTC, 1990
- 2) 田中他: 「フレキシブルマウンドに作用する波力」, 第36回海講論文集, 1989

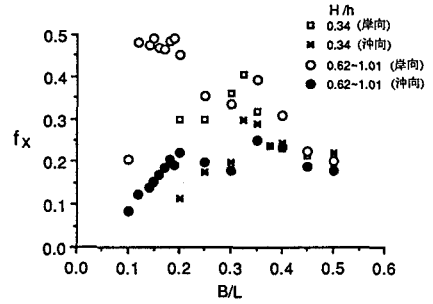


図-3 水平波力

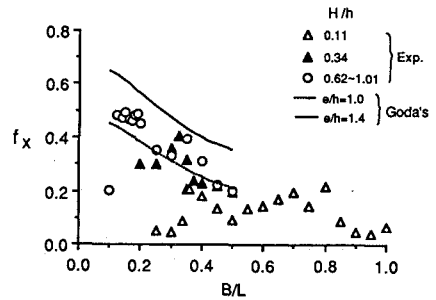


図-4 岸向き水平波力

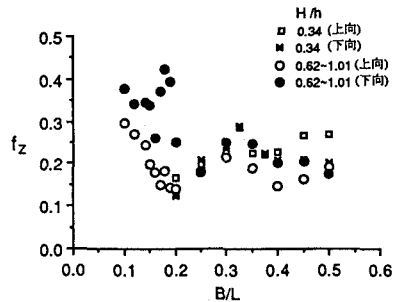


図-5 鉛直波力

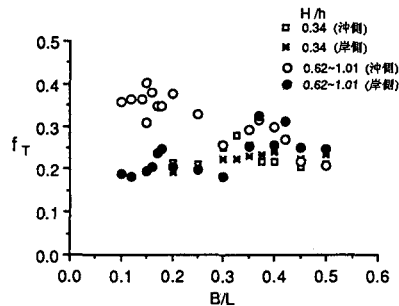


図-6 膜張力