

大阪大学工学部 学生員 ○安 成模

大阪大学工学部 正会員 榎木 亨 青木 伸一

香 川 県 正会員 萬藤 満

1. はじめに

オイルフェンスを設計する場合、その滞油性能に関する検討は最も重要である。滞油性能に関する研究はこれまでに数多くの実験的研究が行われているが¹⁾、滞油性能に大きな影響を及ぼすオイルフェンスの波浪中での挙動について研究された例は少ない。本研究では高波浪時に海洋において曳航されるオイルフェンスの動揺・変形を予測する手法を確立することを目的とし、波流れ共存場での2次元実験によって、滞油性能の重要な要素となるフェンスの波運動との相対的な動揺の特性について検討を行った。

2. 実験の概要

実験は長さ 30m、幅 0.7m、高さ 1m の 2次元造波水路を用いて行った。流れは順流とし流速は給・排水バルブの操作により3種類の断面平均流速 ($u=5, 9, 13\text{cm/sec}$) を作用させた。オイルフェンスは上部、下部ともに展張ケーブルを配したものを対象とし、両端が係留されているタイプで、膜の深さは ($d=3\text{cm}$)、フートの径は ($\phi_f=2\text{cm}$)、ケーブルの厚さは ($t_c=0.029\text{mm}$)、膜長は ($l=81, 108, 180\text{cm}$) のものであり、波高は ($H=2, 4, 6, 8\text{cm}$) の4種類、周期は ($T=1.2, 1.8, 2.4\text{sec}$) の3種類の範囲で実験を行った。フェンスの動揺・変形量は鉛直上方と横方向の2方向からフェンス全景をビデオカメラで同時撮影することにより求めた。

3. 実験結果及び考察

波浪中でオイルフェンスが運動する場合、その滞油性能に直接に影響を及ぼすのが、鉛直方向でのフェンスの水粒子への追従性である。すなわち、水位変動とフェンスの Heave 運動とが正弦的であると仮定するならば、両者の振幅及びその位相がほぼ等しくなるとき追従性が高いといえる。本研究では Heave に関するこの追従性を表現する無次元パラメータとして $\Psi_n (= \left| \frac{\phi_3 - \eta}{\eta} \right|)$ を導入する²⁾。ここに、 ϕ_3 は Heave 運動、 η は水位変動の複素振幅である²⁾。また、滞油性能に大きな影響を及ぼすもう一つの要因は水平方向でのフェンスと水粒子との相対速度であろう。そこで、Sway 運動に関しては $\Psi_u (= \left| \frac{\phi_2 - u_2}{u_2} \right|)$ を導入して検討する²⁾。ここに ϕ_2 は Sway の運動速度の、 u_2 は水粒子速度のフェンスの Sway 方向成分の複素振幅である。この場合、水粒子速度は実験結果から得られた平均流速をフェンスの展張位置における水面の水粒子速度に換算したものである。ここで、 Ψ_n 及び Ψ_u が 0 に近いほど追従性がよいと判定できる。

(1) Heave 応答

図-1 及び図-2 は横軸にフェンスの展張方向に沿った長さ s をフェンス長さ l で除し無次元化した値 s/l を、縦軸に Heave 運動に伴うフェンスの水粒子への追従性を表すパラメータ Ψ_n をとったものである。図-1 には波高 H と周期 T の異なるケースに対する Ψ_n の変化をプロットしてある。まず、 $H=4\text{cm}$ のケースの追従性は $H=6\text{cm}$ のケースのそれに比べフェンスの至るところで良いことがわかる。そして、 T の大きい方が追従性が良い。図-2 は定常流の流速 U とフェンス長さ l の影響を明らかにしたものである。同図中において追従性は U の増加に伴い s/l の全域において向上

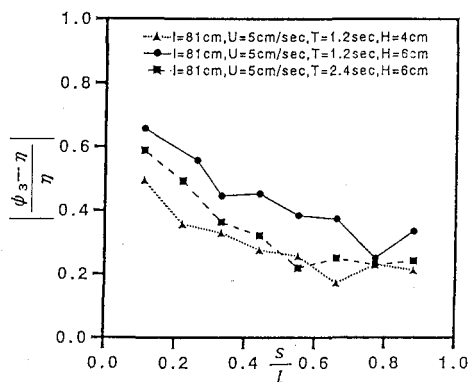


図-1

が確認できる。そして、 l の増加に伴いわずかではあるもののほぼ η 全域において追随性がよくなっていることが分かる。

(2) Sway 応答

図-3, 図-4 及び図-5 は水平方向の追随性を明らかにするために横軸に Heave の場合と同じく s/l を、縦軸に Sway 運動に伴う η の水粒子への追随性を表すパラメータ Ψ_u をとったものである。図-3 は波高 H と周期 T の影響を示したものである。まず、 $H=4\text{cm}$ のケースは $H=6\text{cm}$ のケースのそれに比べ η の至るところで追随性がよいが、Heave の結果とは逆に T の減少に伴い追随性が向上していることが分かる。同様に図-4 は定常流の流速 U の変化にともなう Ψ_u の変化を示したものである。 U の増加に伴いばらつきはあるものの、追随性が若干向上していることが分かる。図-5 は η 長さ l の影響を示したものであるが、 η 長さ l の増加に伴い追随性が悪化していることが分かる。これら理由として周期・流速が小さく、かつ η が短い場合ほど、 η が剛体的に運動するのに対し、これらの値が大きくなると、剛体運動に比べて η の水平面での変形が大きくなり、これに従って Sway の追随性が低下するものと考えられる。また、図-5 は波の入射角 θ の変化に伴う Ψ_u の変化についても示しているが、 s/l により大小関係にばらつきがあり、はっきりした傾向はみられない。

4. あとがき

本研究ではオイル η の滞油性能に影響を及ぼすと考えられる Heave と Sway の波運動との相対的な動揺の特性を検討した。その結果波浪や η の諸元の変化に対する Heave 及び Sway 方向の追随性の変化は必ずしも同一ではないことがわかった。今回使用した模型 η は比較的剛性の高いものであり、剛性的な動揺が卓越するケースが多くみられたが、今後は η の材質を変えた実験を行う予定である。最後に、本研究を行うあたり大変御協力頂いた加井野勝司君(奥村組)に感謝の意を表します。

<参考文献>

- (1) 上田浩一・植田靖夫・山元内博・渡辺和夫：オイル η の漏油防止，船舶技術研究所報告，第22巻，第5号，1985。
- (2) Milgram, J. H.: Forces and motions of a flexible floating barrier, J. Hydronautics, Vol. 5, No2, pp41-51, 1971.

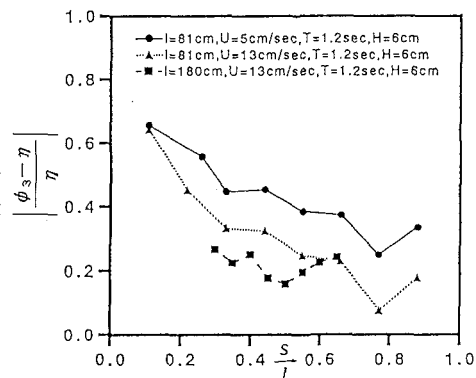


図-2

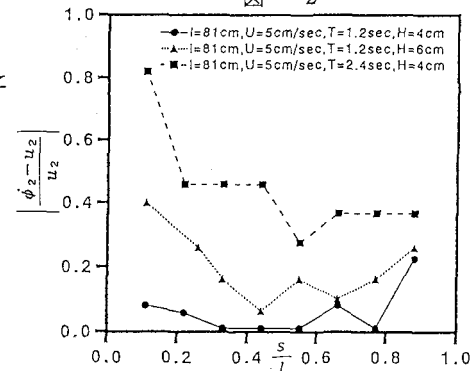


図-3

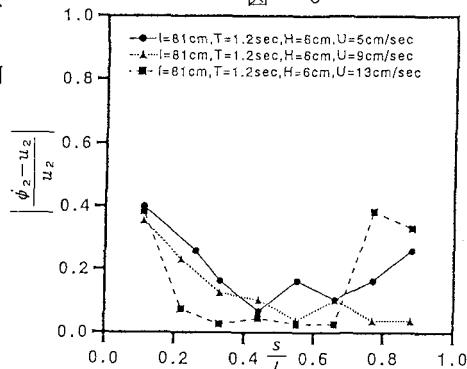


図-4

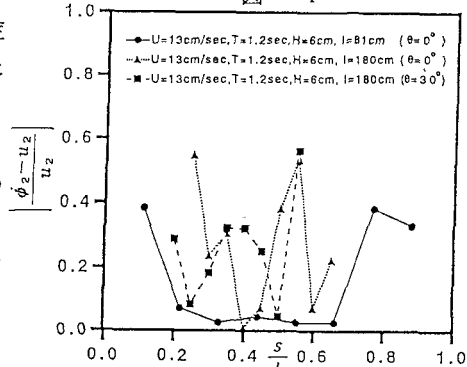


図-5