

太陽工業（株） 正会員○安井章雄
 大阪大学大学院 学生員 宮本嵩広
 大阪大学工学部 幾田正一郎
 大阪大学大学院 正会員 出口一郎

1. はじめに

繊維を素材とした浮体構造物は、汚濁防止膜やゴミ避けフェンスとして使用されている。これらの構造物の効果は水中にあるスカートが流れによりふかれ、変形した後の有効高さに大きく関わるため、ふかれ変形を予測することは極めて重要である。汚濁防止膜のような膜体をスカートに使用した場合のふかれ変形についてはいくつかの研究が行われているが、ネットをスカートに使用した場合については検討されていない。本研究では、ネットをスカートに用いた場合の浮体構造物のふかれ変形について実験的な検討を加えたものである。

2. 実験の概要

実験は図-1 に示す長さ 30m、幅 70cm、高さ 90cm の 2 次元水槽を用いて行った。

浮体構造物は、幅、高さとも 70cm で、線径 4mm、目合 5cm のポリエチレン製ネットをスカートに用い、直径 5cm の発泡スチロール製フロートをネット上部に設け変形を防止している。ネット下端部には 2cm 角で 1 枚約 0.5N のプレートを総重量として 2.29~10.78N を均等あるいは両端に取付けた。浮体構造物は、上流側に設けた 2 つの歪みゲージ付きプレートに糸を介してほぼ水平に係留した。歪みゲージ付きプレートは、前もって載荷試験を行い、張力が測定できることを確認している。設置水深は 79cm 一定で、流速を与える代わりに浮体構造物自体を動かし、ネットのふかれ変形と作用する流体力を計測した。流れは浮体構造物上流側に設置した 2 次元電磁流速計を用いて、流体力とともに 0.1 秒間隔、ふかれ変形はビデオ撮影した画像(0.33 秒間隔)を解析して求めた。

本論文では、主にふかれ変形について述べる。

3. 実験結果と考察

図-2 は流速、係留力の測定データの時系列変化を示している。図から流速が最大となる時に作用する係留力も最大となることがわかる。流れによるふかれ変形に伴う有効高さ d_e は、小田ら(1996)、田端ら(1999)にならって、次式を用いる。

$$d_e = \frac{W}{\sigma} \sin\left(\frac{\alpha l}{W}\right)$$

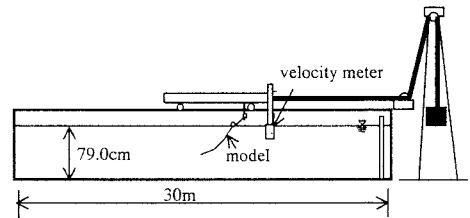


図-1 実験装置

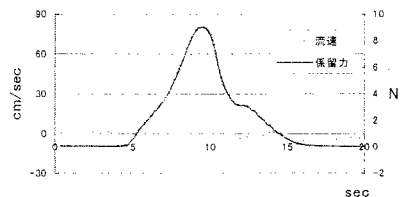


図-2 流速と係留力の時系列

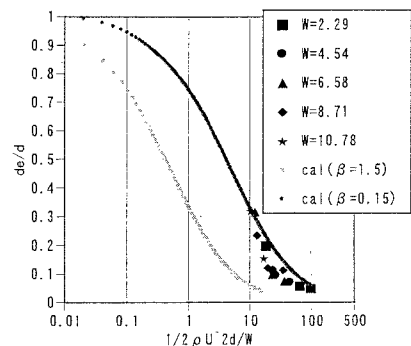


図-3 ネットの有効高さの実験値と膜の計算値(均等)

$$\sigma = \beta \frac{1}{2} \rho U'^2 = \beta \frac{1}{2} \rho \left(\frac{Uh}{h-d_e} \right)^2$$

ここで、 σ は膜単位長さ当りの流体力、 U' は膜下部で縮流した平均流速、 β は実験定数、 h は膜の設置水深、 d は膜の高さである。図-3は、重錘を均等配置 図-4は重錘をネットの両端部に配置した場合のネットの有効高さの実験値と膜のふかれ計算の比較を示している。図より、無次元化したため W には依存しないことがわかる。小田ら(1996)は β に 1.1、田端ら(1999)は 1.5 を用いれば実験値とよく一致し、計算法の妥当性を述べているが、 β の違いは使用した膜体の細長比やフロート部の変形の有無に関係していると考えられる。重錘を均等配置したネットの場合には β を 0.15 とすることで良く一致するが、重錘を両端配置した場合、 β を変化させても計算と差が生じる。なお、有効高さはネット中央と端部の平均とした。したがって、重錘の配置によっては、膜のふかれの計算法では正しく予測できないことがわかる。

そこで、ネットの目合や重錘の配置が自由に与えることができるふかれ変形予測法を検討する。なお、ネットは、1本の剛体バーと自由に回転する連結管との集合体としてモデル化し、剛体バーは伸縮せず、連結管は質量を持たない点と仮定した。図-5、図-6に実験値と計算値を示す。図では、計算値が実験値より有効高さが高くなっている。これは計算では、ネットの重量を過剰に見積もったため、適切な自重を与えることで実験値が再現できると思われる。

4. まとめ

ネットをスカートに用いた場合の浮体構造物のふかれ変形の検討において得られた結論をまとめる。

- 重錘をネット下部に均等配置する場合には、汚濁防止膜のふかれ変形計算を用い、実験定数を小さくすることで精度よく予測できる。
- 重錘をネット両下端に配置する場合には、汚濁防止膜のふかれ変形計算では予測できない。
- ネットの目合や重錘の配置を任意に変えることが出来るふかれ変形予測法を提案した。均等配置の場合精度よい結果は得られなかったが、ネットの形状や自重を正しく与えることで、精度よい予測が行えると考える。

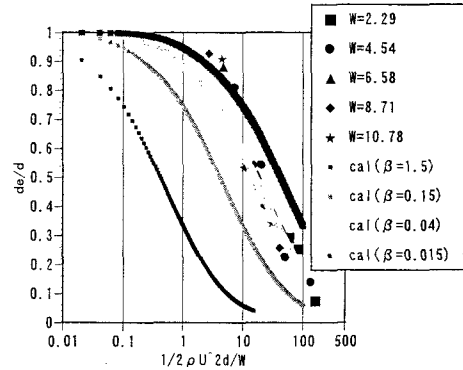


図-4 ネットの有効高さの実験値と膜の計算値(端部)

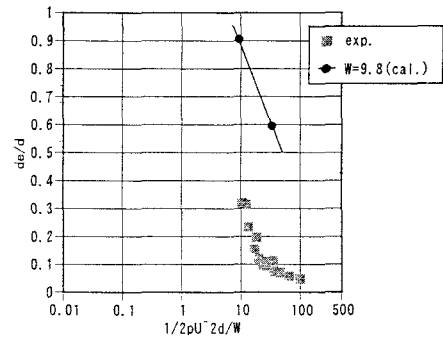


図-5 ネットの有効高さの実験値と計算値(均等)

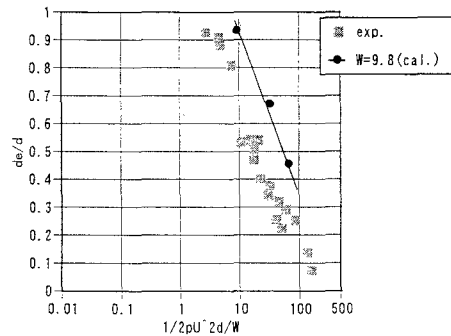


図-6 ネットの有効高さの実験値と計算値(端部)

参考文献

- 小田ら：汚濁防止膜周辺の物質拡散の高精度予測手法に関する研究，海岸工学論文集，第43巻，pp1151-1155，1996
- 田端ら：垂下型汚濁防止膜の係留力に関する模型実験，海岸工学論文集，第46巻，pp846-850，1999
- F.Le Bris and D.Marical：Numerical and Experimental Study of Submerged Flexible Nets:Applications to Fish Farms，Proc.9th International Offshore And Polar Eng Conf.,ISOPE, Vol.III, pp749-755，1999