

II-271 汚濁拡散防止膜に及ぼす流れおよび波による力に関する実験

大阪大学工学部 正会員 青木伸一

" " 榎木 亨

1. まえがき

我国の沿岸海洋工事においては、海域のにごり防止のために、汚濁拡散防止膜を工事区域の周囲に張りめぐらせて工事を行なうのが通例である。汚濁拡散防止膜は一種の膜体構造物であるが、このような構造物は仮設構造物として考えられており、また破壊がただちに大災害につながる可能性も低いことから、従来その設計に関しては十分な注意が払われていなかったようである。しかしながら、今後、より海象条件の厳しい海域での工事が増えることを考えると、その設計指針を明確にしておくことが必要であると思われる。また汚濁拡散防止膜に限らず、このような膜体構造物を新しい海洋構造物として積極的に利用しようとする際には、構造物に及ぼす流体力の精度よい算定手法が要求されよう。本研究ではその第一段階として、浅海域において流れおよび波の中に張られた汚濁拡散防止膜に及ぼす流体力を簡単な模型実験により測定したので、その概要を紹介するものである。

2. 実験の概要

今回対象とする汚濁拡散防止膜は図1に示すような形式のものであり、フロート内部およびカーテン下部にそれぞれ展張ワイヤーを配し、数m～数十m間隔で上下のワイヤーからアンカリングするようになっている。模型実験はこのように連続した膜体のうちの係留索間の1スパンのみをとり出し、図2のように水槽側壁間に展張して行なった。したがって展張ワイヤーの両端は固定されている状態に近い。測定した力は上下の展張ワイヤーの張力であり、測定には図2に示すようにリングゲージを用いた。実験に使用した水槽は長さ26m、幅1.5mの2次元水槽で、ポンプと循環水路を利用して水槽内に流れを発生させられるようになっている。水底勾配は1/75とし水深はカーテン設置点で30cmと24cmの2種類に変えて行なったが、その際上部の展張ワイヤーが常に水面上に張られるように固定点を移動させた。実験ケースは流れについては流量を2種類（水深によって流速は変化する）変え、波については周期を11種類（1.2sec-3.2sec）波高を2種類変えて行なった。ただし波高は設置水深前後に碎波点が来るよう設定し、かなり厳しい条件を想定して実験を行なっている。またカーテンの深さは15cm、フロートの径は3.6cmで一定とし、膜の長さを120.5cm、135cm、150cmの3種類に変えた。（すなわちカーテンはいずれのケースにおいてもスラックに張られており流れおよび波が作用しない状態では展張ワイヤーはたるんでいる）

3. 実験結果および考察

図3は流れのみを作用させたときの平均流速 u の2乗と上下のワイヤーの展張力 T_c の関係を示したものである。図中実線は上部のワイヤーの、破線は下部のワイヤーの展張力をそれぞれ示しており、またシンボルは膜の長さ L によって変えている。これより展張力は大略 u^2 に比例して増加しており、抗力係数によって表現されることが予想されるが、膜の長さによってその大きさは異なっており、膜が長いほど展張力は低下する傾向にある。また L が120.5および135の場合には上部のワイヤーの方が下部のワイヤーよりも大きな

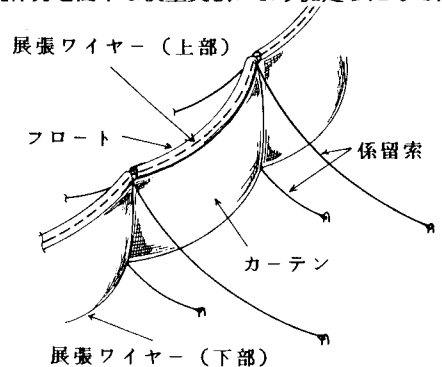


図1 汚濁拡散防止膜の概略

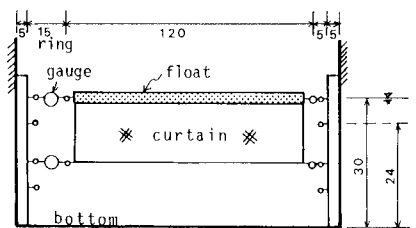


図2 模型実験における膜の展張状況

力を受けていることがわかる。Milgram¹⁾によれば、膜の長さ ℓ と展張幅 B の比 B/ℓ が小さくなると張力が減少することが理論的に示されており、今回の実験においても同様の傾向がみられる。しかしながら、上部と下部のワイヤーの展張力が大きく異なる原因については、フロート部の影響およびカーテン部に作用する圧力の分布が様でないことなどが考えられ²⁾、今後解明されなければならない課題である。

図4は波による展張力の時系列の一例を示したものであるが、1周期の間に小さなピークと大きなピークの2つのピークがみられる。これは膜全体が波によって岸側に押しやられ中心が岸側にずれて振動しているため、岸側で膜が緊張したときに大きなピークが発生し、沖側に変位して緊張したときに小さなピークが発生している。特に波高が小さく周期が短い場合や膜が長い場合には沖側では緊張せず、1周期内に1つのピークしか出現しないケースも数多くある。岸側に押しやる力としては波漂流力が考えられるが、今回のような浅海域の場合、波形の非対称性すなわち流速の非対称性も起因していると考えられる。このように展張力は膜が緊張したときにピークが発生するため、その大きさは緊張するときの波の位相と大きく関係しているようである。また膜が長い場合や周期が短い場合は十分緊張する前に位相が反転し、展張力は小さくなるようである。

図5は水深30cmで $\ell = 120.5$ および135 の場合の、比水深 h/ℓ による展張力（上部ワイヤー）の変化を示したものである。ただし展張力についてはその発生メカニズムがはっきりしないためあえて無次元化は行っていない。図中実線および破線は各周期で波高を変えた2ケースのうちの最大値を結んだものであるが、碎波点付近に設置して実験していることを考えると、これは各 h/ℓ に対する展張力の最大値に近い値を示していると考えてよいであろう。これより $\ell = 120.5$

の場合の方が $\ell = 135$ の場合よりも全体的に展張力は大きく、また h/ℓ が小さいほど、すなわち周期が長いほど大きくなる傾向がある。これは前述したように、膜が緊張する時の波の位相すなわち流速の大きさと強く関係していると考えられるが、現在のところ定量的な説明を与えるまでには至っていない。

4. あとがき

今回は実験結果をもとに流れおよび波浪中の汚濁拡散防止膜に発生する展張力の特性を述べた。ここに紹介することはできなかったが、流れと波が共存する場合には1周期間で膜が緊張している時間が長く、波のみの場合と展張力の発生パターンがかなり異なることもわかっている。今後は展張力の発生メカニズムをさらに究明し、定量的な評価を行っていく予定である。最後に本研究を行なうにあたり御協力頂いた（株）太陽工業の諸氏に感謝致します。

<参考文献> 1) Milgram J.H. : Forces and Motions of a Flexible Floating Barrier, Journal of Hydraulics, Vol.5, No.2, 1971 2) 榎木 亨・青木伸一：流れの中に張られた汚濁拡散防止膜に及ぼす流体力と有効深さの計算法について、第12回海洋開発シンポジウム論文集、1987

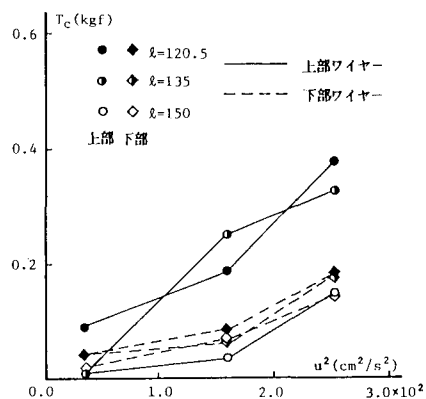


図3 流れによる展張力

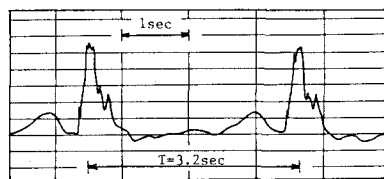


図4 波による展張力の時系列

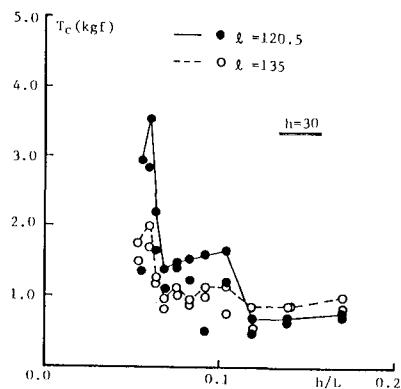


図5 波による展張力（上部ワイヤー）