

潮流中における緊張係留浮体の動的挙動に関する実験的研究

鹿児島大学工学部 学生員 ○東郷純一 久保浩司 安永健太
 鹿児島大学工学部 正会員 吉原 進 K.venkataramana 愛甲頼和

まえがき

近年、水深が大きな海洋では従来の工法で海洋構造物を建設するよりも、浮力を利用した緊張係留浮体構造物(Tension Leg Platform: TLP)を建設した方が、経済的で安定している場合がある。TLPに作用する外力には、波・風・潮流・地震などがあるが、本研究では潮流力がTLPにどのような影響を及ぼすのか、調べることにした。

実験モデル

実験モデルを図1に示す。モデルには塩化ビニル管(JIS K 6741-874057)を使用し、SMALLとLARGEの2種類を用いる。実験モデルは4個の塩ビ管をそれぞれワイヤーによって緊張係留されており、ワイヤーには、張力を測定するために、底板より15.5cmの部分にひずみゲージをはった張力計を取り付けた。モデルの喫水は12cmと15cmの2種類とする。また、モデルの動きを測定するために、モデルの上部に設置した塩ビ板には図2に示すように5箇所に印をつけた。以上の実験モデルの詳細を表1に示す。各実験パターンの自由振動実験における固有周期及び減衰定数は表2に示すとおりである。(パターン例 LARGEモデル、角度30度、喫水12cmの場合:L30H12)

実験手順

実験モデルは流れに対してモデルの角度 α と喫水Hを変化させ、それぞれのパターンで流速を0.05(m/s)ごとに上げていき、ビデオにより撮影する(図2)。データはひずみデータを0.02秒間隔で60秒間(3001個)とビデオデータを1/30秒間隔で68秒間計測する。この実験は鹿児島大学水産学部回流水槽測定域(全長5.0m、水深1.0m、幅2.0m)で行った。

実験結果と考察

図3はモデルの換算流速に対する渦振動方向(流れに対して直角方向)変位のRMS値を表している。換算流速は $VR=V/fD$ (V:流速、f:モデルの固有振動、D:モデルの直径)で表したものである。表2に示した各パターンにおけるモデルの固有周期と各流速での渦振動方向の揺れの周期が近い値をとると、共振現象が起き変位が大きくなる。この領域を過ぎると変位は小さくなる。また、0度と45度の変位を比較すると45度の方が全体的変位が小さい。これは、45度の場合は前部分のパイプが一本となり、流れを左右に二分して

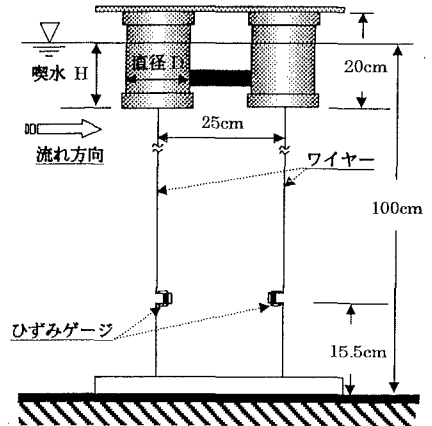


図1 実験モデル

表1 実験モデル概要

実験モデル		LARGE	SMALL
管部 (mm)	内径	106.0	68.0
	外形	114.0	76.0
キャップ部 (mm)	内径	114.0	76.0
	外形	122.0	84.0

表2 固有周期と減衰定数

パターン名	固有周期 (sec)	減衰定数	パターン名	固有周期 (sec)	減衰定数
L00H12	4.3792	0.0432	S00H12	8.7589	0.05672
L00H15	3.1849	0.0353	S00H15	3.8927	0.0516
L30H12	4.3792	0.0339	S30H12	8.7589	0.0479
L30H15	3.1849	0.0289	S30H15	3.8927	0.05516
L45H12	4.3792	0.03362	S45H12	8.7589	0.05
L45H15	3.5034	0.04	S45H15	4.3792	0.0479

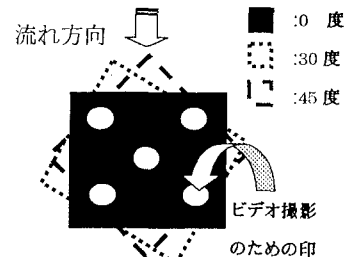


図2 実験モデル平面図

いるため、他の三つのパイプが受ける潮流力が0度の場合に比べ小さくなったためと考えられる。図3において、30度の角度をなすモデルは、 $VR=4$ (SMALL) または $VR=2\sim3$ (LARGE) あたりで変位のピークが現れているが、共振によるものとは限らない。30度の角度をなすパターンにおいては、流れに対して一方に偏ったままの状態で渦振動を起こしていたからである。これは、モデルが流れにおいて左右対象になっていないために、揚力の影響を受けたのではないかと考えられる。図4は実験モデルが流れの中でどの程度回転したかを示す図である。これも他の図と同様にRMS値をとっている。この図から0度と45度の場合は図3と同じような変化を示しているのに対し、30度の場合においては、図3のLARGEモデルとは異なった変化を示している。このことから、30度の場合における変位のピークは共振によるものでないと考えられる。図5において、渦振動方向変位の方が明らかに大きく振動していることがわかる。この渦振動をフーリエ変換することにより卓越周期を求めると、3.4141秒であり、表2の固有周期より図3のLARGEモデル0度のピークが共振振動であることがわかる。図6はそれぞれのモデルにおいてワイヤー部に作用した張力を表している。図6において前部分2本のワイヤーにかかる張力はVRが最大で大きく、後部2本のワイヤーの張力が小さな値を示している。前部分のワイヤーが張るぶん後部のワイヤーの負担が減るためであると考えられる。張力において、VRの小さい箇所では前部後部のワイヤー問わず、やまなりに膨らんでいる。これは、図3からもわかるように、モデルの渦振動方向の揺れが大きくなることにより、ワイヤーにかかる力が増したためだと考えられる。図7において、CH1とCH3、CH2とCH4が同じような位置でピークを示している。渦振動の影響がでていると考えられる。

あとがき

張力においては、渦による振動の影響もある程度受けるということがわかった。流れに対して左右対象でない場合は、対象な場合に比べいくらか渦振動方向にずれて振動をすることがわかった。

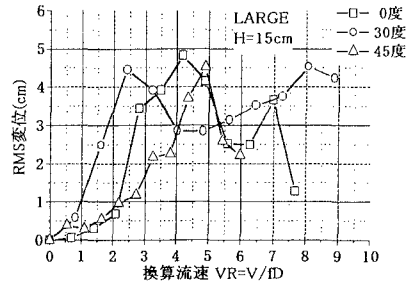
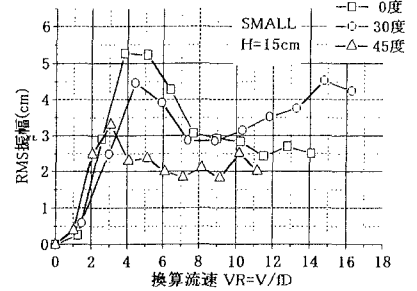


図3 渦振動方向変位

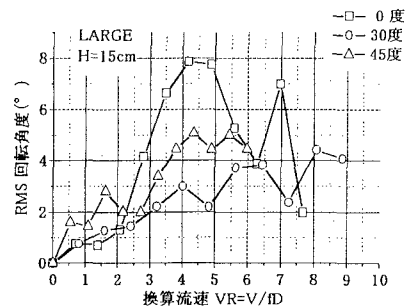


図4 回転角度 (LARGE)

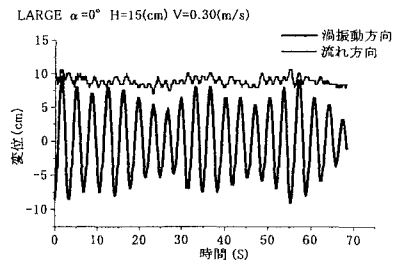


図5 変位の時刻歴 (LARGE)

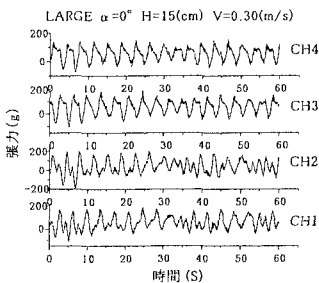


図7 張力の時刻歴

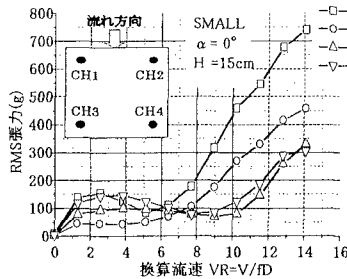


図6 張力分布

