

構造物背後における船舶の風荷重

東北工業大学 学 ○鈴木 隆広、学 大友 政治
東北工業大学 正 新井 信一、正 相原 昭洋

1. はじめに

構造物背後で風は弱くなる特性がある。この特性を利用して構造物背後で係留しようとする船について調べた研究^{1),2)}が幾つかある。そこで、本研究では、開水路を用い、構造物背後の流場を調べ、また、その背後に置かれた固定船舶にかかる風荷重を調べてきた。今回は、係留された動揺可能な船舶模型を用いて、構造物背後で作用する風荷重について調べ、固定時と比較した。

2. 実験方法

図1に本実験の状況を示す。実験には長さ10m、幅0.6m、高さ0.4mの2次元開水路を使用した。構造物は倉庫型（長さ0.53m、幅0.1m、高さ0.05m）とフェンス型（長さ0.53m、幅0.002m、高さ0.05m）の2種類とし、船舶模型（長さ0.53m、幅0.08m、高さ0.03m）をその構造物の背後に設置した。地上風速分布再現のために0.03mの立方体の粗度を構造物前面から2.4m上流の水路床に複数個設置した。船舶は両側面の前後に滑車を介して4セットのコイルバネで係留し動揺可能にしている。また天井から船舶上面までの高さ1.92mで吊るしており、上下動をゆるしていない。そして、船舶の係留力をロードセルで計測した。なお、構造物と船舶の距離を変えた7ケース計測した。表1に実験の水理条件を示す。表2は実験で使ったコイルバネの係留ライン1本当たりのバネ定数を示す。

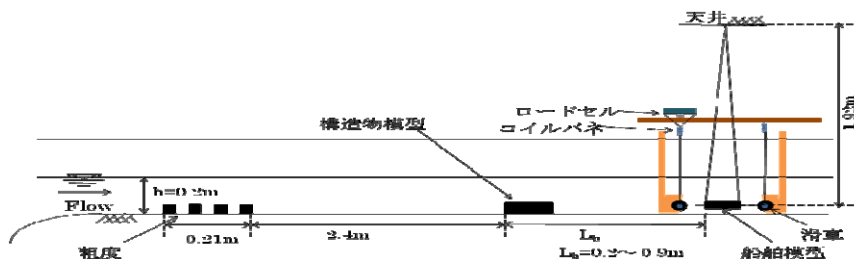


図1 実験状況図

表1 水理条件

流量:Q	0.0165m ³ /s
断面平均流速:U	0.133m/s
レイノルズ数:Re	7300
水深:h	0.2m
水路幅:B	1.0m
水路勾配	1.6/1000

表2 バネ定数の種類

バネ(個数)	バネ定数(N/mm)
1個	0.012N/mm
2個	0.006N/mm
3個	0.004N/mm

3. 結果および考察

(1) 時間平均風荷重

図2と図3に構造物背後の流速分布を示す。点線は逆流域を示している。図4と図5には係留時（動揺時）と固定時の船舶に作用する時間平均風荷重を示す。縦軸は構造物が有る場合の時間平均風荷重 F であり、構造物が無い場合の時間平均風荷重 F_0 で無次元化されている。横軸は構造物と係留船舶の距離である。フェンス模型の図4を見ると、動揺時も固定時も $L_b/d=4$ では風荷重は負になっている。これは、図2の点線で示した逆流域の影響であると考えられる。そして、 L_b/d が大きくなるにつれ風荷重がほぼ単調に増加していることが分かる。次に、倉庫模型の図5を見ると、やはり図4の様に増加する。ただし、 $L_b/d=12$ 以上ではフェンスと比べて倉庫の場合が小さくなっている。これは図2と図3に見るように、逆流域の範囲の違いが反映されたものと考えられる。一方、動揺時と固定時を見ると、図4では明らかに固定時よりも動揺時の方が風荷重が強いことが分かる。しかし、図5では固定時と動揺時との間には有意な差はないといえる。なお、係留のバネ定数が変わっても船に作用する風荷重がほぼ近い値を示していることが分かる。

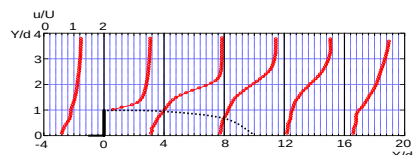


図2 フェンス設置時の流速分布

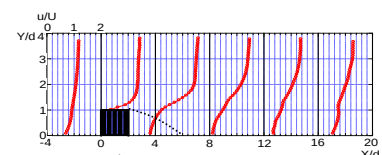


図3 倉庫設置時の流速分布

キーワード：逆流域、流速分布、風荷重

連絡先：仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学工学部建設システム工学科 TEL 022-305-3540

(2) 風荷重の標準偏差

図6は船舶に作用する風荷重の標準偏差を示す。縦軸は構造物がある場合の風荷重の標準偏差 F_{σ} であり、構造物が無い場合の風荷重の標準偏差 $F_{\sigma 0}$ で無次元化されている。構造物背後の渦度分布を調べた図7と図8の結果を見ると、両構造物共に前面の角で渦が強く発生していること、フェンス模型では倉庫模型よりも渦が上昇していることなどが分かる。このことから、船舶に当たる渦には違いがあるといえ、その結果、図6に見られるようにフェンスの場合の変動が倉庫の場合より大きくなると考えられる。すなわち、構造物の高さが同じでもその幅が違えば船にかかる風荷重の変動の仕方が違うということが分かる。一方、図6により動揺時は固定時よりも荷重の変動が大きいことも分かる。

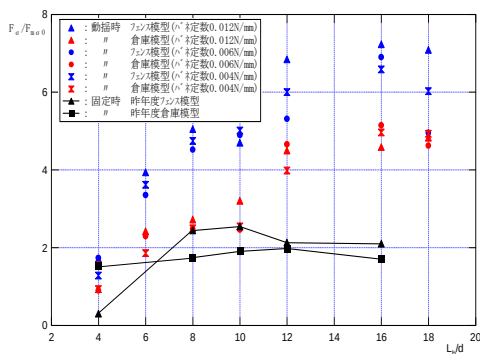


図6 風荷重の標準偏差
(フェンス・倉庫模型)

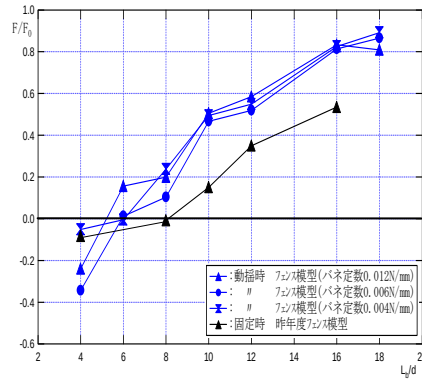


図4 時間平均風荷重 (フェンス)

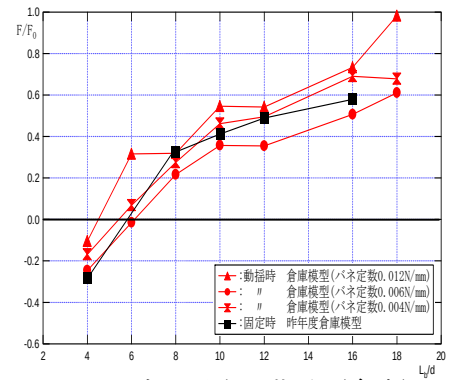


図5 時間平均風荷重 (倉庫)

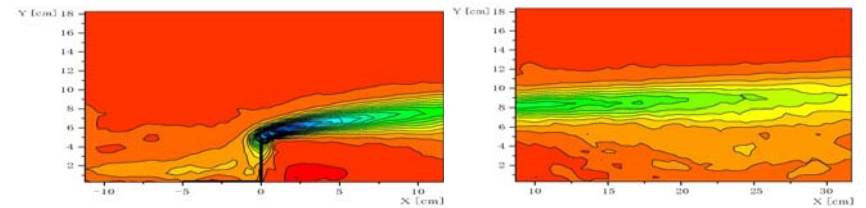


図7 フェンス背後の渦度

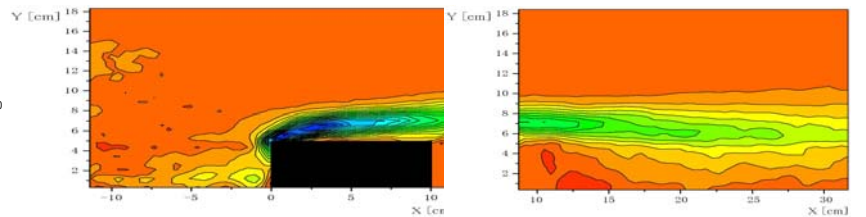


図8 倉庫背後の渦度

(3) 船舶位置の流速と風荷重

図9は船舶に作用する時間平均風荷重 F と船舶位置の流速 ud の関係を示す。 ud は、船舶が無い場合の水底から構造物高さ d までの平均流速で、接近流速 U で無次元化されている。図9を見ると、船舶位置の流速が速くなっていくと時間平均風荷重も大きくなっていく。すなわち、船舶位置の流速と時間平均風荷重には強い相関があると考えられる。次に、図10に流速と風荷重の標準偏差を示す。これによると、動揺時は前例と同様な相関があるが、固定時の場合は動揺時に比べて相関が弱いことが分かる。

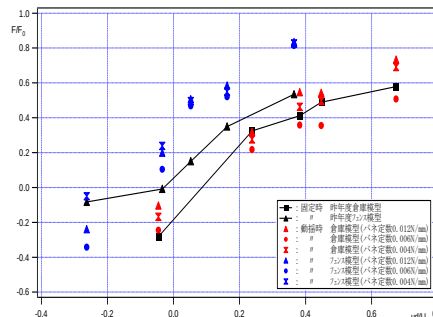


図9 時間平均風荷重と流速

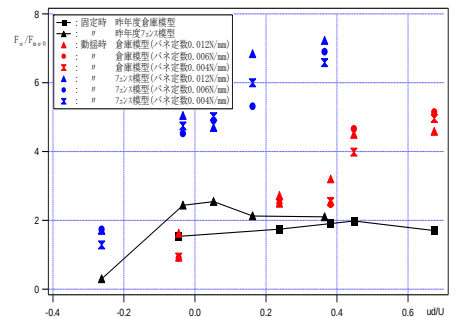


図10 風荷重の標準偏差と流速

4. おわりに

本研究では、動揺時と固定時の船舶にかかる風荷重を比較して調べた。その結果、時間平均風荷重について言及すると、フェンスの場合は固定時よりも動揺時の方が船舶にかかる風荷重が大きくなった。しかし、倉庫の場合は概ね同じ荷重となった。すなわち、構造物の幅が船舶の風荷重に影響することが分った。

参考文献

- 1) 新井信一・高梨清一・平山久(1991): 岸壁係留時の挙動に関する実船実測、海岸工学論文集、第38巻、pp.741-745
- 2) 平石哲也・本城 智・古川正美(1991): 避泊フェリーの係留張力と振れ回り運動、海岸工学論文集、第38巻、pp.731-735