

建屋の陰での風力場と風荷重

東北工業大学 工学部 学員 ○原圭亮、佐藤孝、高橋政稔

東北工業大学 工学部 正員 相原昭洋、新井信一

1. はじめに

台風時に建屋の陰を利用して港内避泊をする場合、風荷重の減少を期待し係留の安全性を確保しようとする。これら建屋の陰を利用した避泊船舶の運動に関する幾つかの研究^{1),2)}はあるが、建屋背後で弱くなった風力が船舶にどのように作用するかを調べることは、船舶の安全確保の観点からも必要となる。そこで本研究では、二次元開水路床に粗度を配置して地上風の流速分布を有する流れ場を再現し、建屋背後の流速場の特性と避泊船舶に作用する流体荷重即ち風荷重について検討した。

2. 実験の概要

図1に実験の状況を模式図として示した。実験は長さ10m、幅0.6m高さ0.4mの二次元開水路を使用し、水路上流に粗度、中央部に建屋模型、その下流に船舶模型を配置して、表1の水理条件の下で実施した。座標の原点は水路上流端から5m下流の水路中央部とし、流下方向をx軸、水底から上方向をy軸

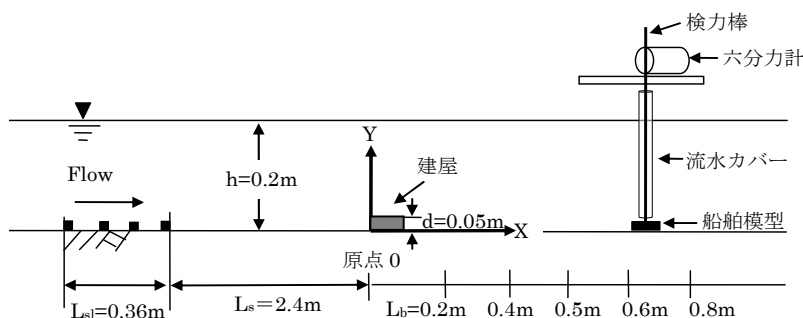


図1 実験の状況図

とした。粗度は試行錯誤により計測エリアで1/7乗則を再現できる水路上流 $L_s=2.4\text{m}$ に設置した。また、建屋模型は、高さ $d=0.05\text{m}$ 、長さを水路幅と同じ 0.6m とし、フェンス（幅 0.003m ）と倉庫（幅 0.1m ）の2種類を使用した。流速の計測はPIV可視化流速計を用いて水路上方からレーザーシート光を照射して実施した。さらに、船舶模型を原点から下流方向 L_b ($=0.2\text{m}, 0.4\text{m}, 0.5\text{m}, 0.6\text{m}, 0.8\text{m}$)の位置に設置し、船舶に作用する流体荷重を六分力計で測定した。使用した船舶模型はカーフェリーを想定し、そのスケールを1/200として高さ 0.03m 、長さ 0.58m 、幅 0.08m とした。

表1 水理条件

流量 Q	$0.0139\text{m}^3/\text{s}$
断面平均流速	0.116m/s
水深 h	0.2m
レイノルズ数 $Re=Vh/\nu$	23400
水路勾配 i	1/625
水温 $^{\circ}\text{C}$	19.6~21.4

3. 実験結果および考察

1) 建屋背後の流速場

建屋周辺の時間平均流速分布をそれぞれ図2、図3に示した。ここに、 d は建屋の高さ、 U は接近流速（断面平均流速）である。図中の点線は計測の結果より求めた逆流域を示している。図より、建屋前面から再付着点までの距離は倉庫の場合で $x/d \div 6$ 、フェンスでは $x/d \div 10$ との結果が得られ、その逆流域の範囲はフェンスの方が広いことが分った。また、建屋の高さ $Y/d=1.0$ 以下の流速は再付着点距離の短い倉庫の方がフェンスより大きくなるが、建屋前面の流速よりも小さいことが分かる。

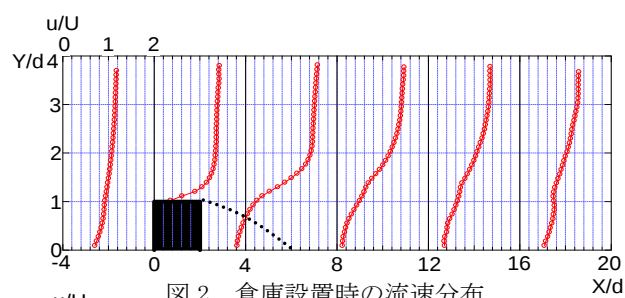


図2 倉庫設置時の流速分布

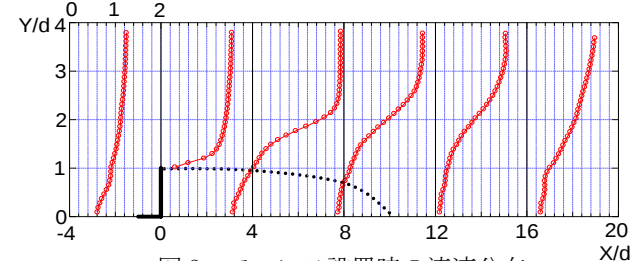


図3 フェンス設置時の流速分布

キーワード：建屋、避泊、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

建屋背後の渦度分布を図4および図5に示した。図中の黒塗りの部分は建屋模型を示している。同図より、建屋前面の隅角部で強い渦が発生しており、倉庫の場合では水平方向から若干、水底に向かい流下しているが、フェンスの場合では上昇しながら流下しており、その様子は異なることが分かる。この強い渦度分布に沿って流速の乱れ強度は増大すると考えられる。

2) 建屋背後の風荷重

図6に船舶模型に作用する時間平均風荷重 F_m を示した。図の縦軸は建屋が無い場合の時間平均風荷重 F_{m0} で、横軸 L_b は建屋の高さ d で無次元化している。図によれば、建屋背後では逆流が生じるため $L_b/d=4$ の風荷重は負の値となっている。それより下流側では下流に行くほど時間平均風荷重は増すが、風荷重は倉庫の方が大きくなる。しかし、倉庫、フェンスのいずれの場合でも時間平均風荷重は建屋が無い時の60%以下に低減していることが分かる。

次に、時間平均風荷重と流速の関係を図7に示した。図の流速 ud は船舶位置での水底($y/d=0$)から建屋高($y/d=1$)までの断面平均流速を表している。同図から、流速が速くなるほど時間平均風荷重は増加していることから、風荷重と流速には一義的な関係が見られる。

図8は風荷重の標準偏差を変動強度 $F_{m\sigma}$ として示したものである。尚、図の縦軸は建屋が無い場合の変動強度 $F_{m\sigma0}$ で除して示してある。図より、変動強度はフェンス背後 $L_b/d=4$ で1以下となっているが、この点を除けば建屋背後の変動強度は建屋なしの場合に対して、1.5倍から2.5倍と大きくなることが分かる。この結果は、船舶の動揺は建屋の背後で大きくなることを示している。

4. おわりに

本研究では、昨年度³⁾に引き続き建屋背後の流速場と避泊船舶に作用する風荷重についてさらに検討した。その結果、可視化により建屋背後の風場の特性を知ることが出来た。さらに、時間平均風荷重は建屋がない場合より減少するが、変動風荷重は増加するので、建屋背後を利用して船舶を係留する場合には注意を要することを確認できた。

参考文献

- 1) 上田茂・白石悟・小熊康文(1985)：強風化の係岸船舶の動揺とこれに対する防風壁の効果について、第32回海岸工学講演会論文集、pp672-676。
- 2) 新井信一・高梨清一・平山久(1991)：岸壁係留時に関する実船実測、第38回海岸工学講演会論文集、pp672-676。
- 3) 石澤修平・阿部尚弘・田口佑太・新井信一・相原昭洋(2009)：建屋の陰での風速場と風荷重、東北支部技術研究発表会公演概要集、pp227-228。

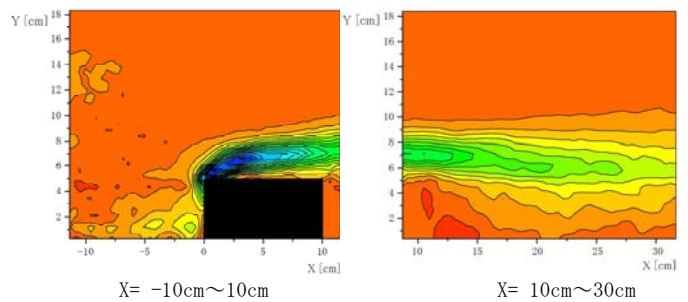


図4 倉庫背後の渦度

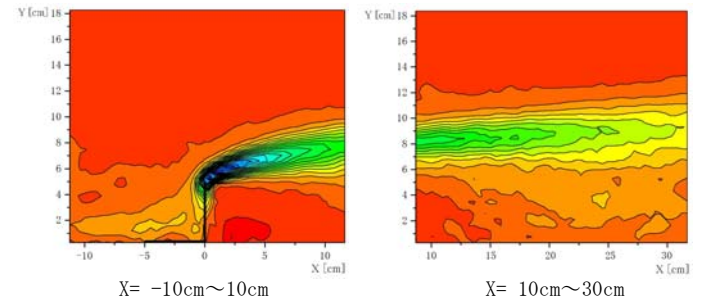


図5 フェンス背後の渦度

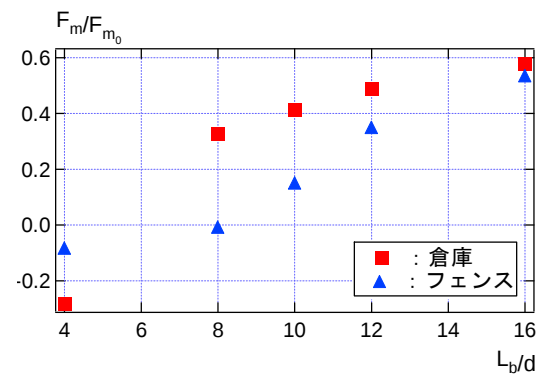


図6 時間平均風荷重

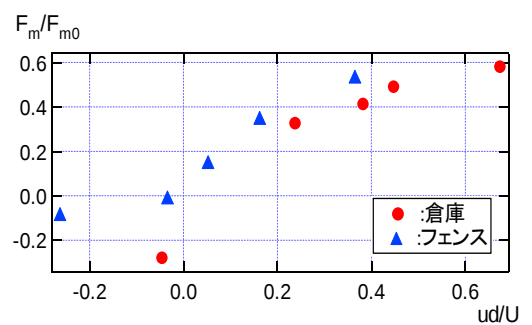


図7 時間平均風荷重と流速

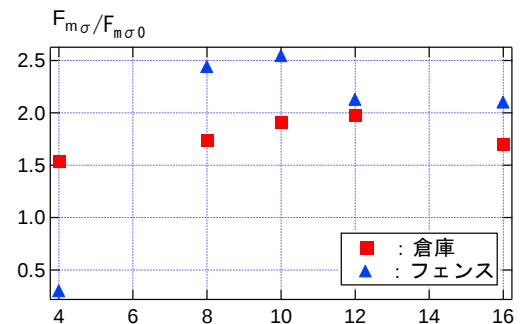


図8 風荷重の変動強度