

東京工業大学大学院 学生員 有藤 栄

東京工業大学工学部 正 員 石川忠晴

東京工業大学工学部 正 員 田中昌宏

1. はじめに

湖の流れを引き起こす主たる外力は、風による表面せん断力である。(以下風応力と呼ぶ。) 風応力は湖面上において一様でなく場所的に変化していると考えられ、湖の流れをより精度よく予測するためには風応力の湖における平面的な分布を知ることが必要である。風応力の測定は海洋の分野で盛んに行われているが¹⁾、ステージ上に風速計を数般に配して風速の鉛直方向分布を測定し、対数分布則を用いて推定する方法が主流であった。しかしこの方法は機動性に欠けるため、平面的な分布を求めるには不都合である。そこで従来と異なる風応力の算出法が必要である。

風応力と波の形状との間には強い相関があると考えられるので、現地において多地点での波形を写真でとらえ実験室内で、その波の形状を再現した固定床模型の実験によって風応力を推定するという方法を考える。ここで問題となるのは、現実の風波(以下移動床と呼ぶ。)と風波模型(以下固定床と呼ぶ。)の風応力がどの程度近いのか、もし異なるとすればどの様な補正をすべきかという点である。そこで本研究では風洞水槽で起こした風波に対して、その固定床模型を製作し移動床と固定床へ風応力を比較することにより模型実験による風応力の推定法の有効性を検討する。また風応力は形状抵抗が摩擦抵抗に比べて支配的であるということが従来から推測されているが、このことについても固定床模型を用いることにより検討を行う。

2. 実験

実験は全長4mの風洞水槽を用いて、水面の開始地点から50cm毎に5ヶ所を測定地点とした。

(1) 代表波形の決定と模型の製作

波高計を用いて各測定地点およそ100波の波形形状を記録した。実験条件は風速10m/s、水深は10cmとした。波の特性量として波高 H 、波長 L および割離現象と関係が深いと思われるフロント角度 θ の3つをとった。(図1) 波高と波長のヒストグラムは平均値を中心として、ほぼ左右に均等に散らばりが見られたため、平均値をその測定地点の代表値とした。フロント角度は微妙な量であるため、波高と波長が平均値に近く波形の比較的整った波をおよそ20波抽出してその傾向を調べた。2m地点のヒストグラムが図2であるが、フロント角度の大きいグループと小さいグループの2つに分かれている傾向が見られる。この傾向は他の測定地点でも見られたため、フロント角度に関しては角度の異なる波を複数作ることにした。予備実験によって、フロント角度の小さいグループの波は割離を起こさず、大きい波は割離を起こしていることがわかった。また本実験でフロント角度の異なる波を多数実験した結果、その境界が $26^{\circ} \sim 27^{\circ}$ 付近にあることが確認された。

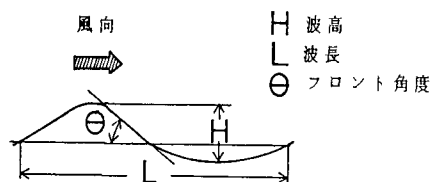
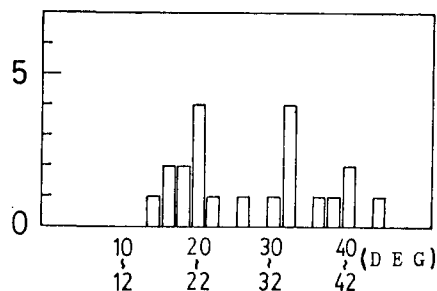


図1 波の特性量

図2 フロント角度のヒストグラム
(2.0 m 地点)

5つの測定地点の特性量の代表値を決定した後、波の個数・配

置を図3の様に決定した。波の配置は2波長分の長さを持つ地点では一方をフロント角度の大きい波、他方を小さい波とし、3波長分の長さを持つ地点では1つをフロント角度の大きい波、もう1つを小さい波、残りは平均値の波とした。

模型は硬質の粘土を用いて製作し、1 m地点と2 m地点には内径0.8 mmのパイプを表面に垂直に1 cm間隔に埋め込み、ビニル管を通して静圧を測定できる様にした。

iii) 風応力の測定

移動床、固定床ともピトー

管又は熱線流速計で風速の鉛直分布を測定した。また固定床の1 m地点と2 m地点にお

いてはマンオメータにより静圧分布を、フレストン管により摩擦抵抗を測定した。なお模

型実験では風速は波速との相対風速の9.41 %を用いた。

3. 実験結果

固定床上の流速分布は場所毎に異なるため、流下方向に対して2 cm毎の風速の鉛直分布を2または3波長分にわたって測定し、それを同一高さで縦断的に平均した値を求めた。この様にして得られた固定床の風速鉛直分布を移動床のそれと比較した結果を図4に示す。両者の傾きはほぼ等しいことがわかる。

図5は各測定地点の移動床と固定床の風速分布から対数分布則を用いて算出した風応力の値である。1 m地点と2 m地点においては、風応力のうちの形状抵抗分と摩擦抵抗分の配分も示した。(形状抵抗は静圧の有効成分を流下方向に対して積分することにより算出した。)この図から風応力は形状抵抗が支配的であることがわかる。形状抵抗は一般に縮尺の影響をあまり受けないので、このことは現地波形の縮小模型による方法が有効性を持っていることを示している。

4. まとめ

- (1) 実験室内の風波において、移動床と固定床の風応力はほぼ一致する。
- (2) 風波においては形状抵抗が支配的であると推測される。
- (3) したがって、現地の波形を写真でとらえ、模型実験によって風応力の分布を推定するという方法は可能性を持っている。

今後、本手法を現地に適用したいと考えているが、その際次の様な点が問題となろう。

- ① 立体写真からの形状読み取り精度の問題
- ② 写真にとらえられた波形状の代表性の問題
- ③ うねりの上に風波が載っている場合の模型範囲の問題
- ④ 従来の方法との比較の問題

さらに検討を続けてゆきたい。

引用文献 1) 例えば JIN WU, J. Phys. Oceanogr. 1980

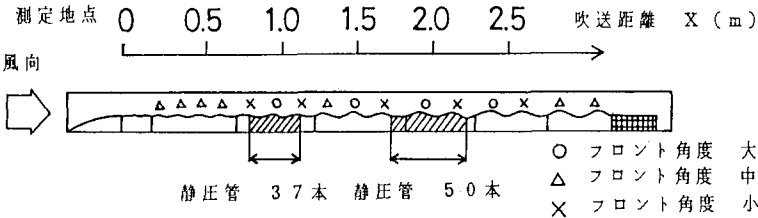


図3 配置図

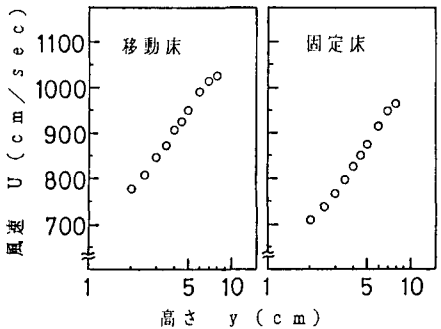


図4 風速分布 (2.0 m地点)

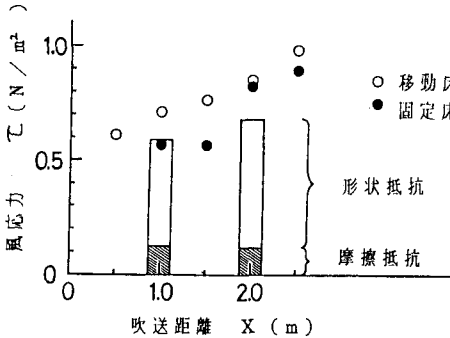


図5 吹送距離と風応力