

フラップゲートを越流するナップの振動に関する基礎的研究

(株) まつもとコーポレーション	正員	波多野 良識
岡山大学	学生員	石井 宏幸
岡山大学	正員	名合 宏之
岡山大学	正員	前野 詩朗

1. はじめに

フラップゲートの振動はナップによる強制振動と考えられる。そこで、著者らはゲート振動を解明するための基礎として、ナップの振動機構について実験的な検討を行ってきた。ここでは、下流側へ傾斜した固定刃形堰を越流するナップに風を当てることによりナップを振動させ、それに伴って発生する騒音の音圧レベルの特性を調べるとともに、ナップ背後の空気室の圧力変動、音圧レベル変動、ナップ振動の卓越周波数の関連性について検討した結果について報告する。

2. 実験方法

2. 1 実験装置

図1のような装置を用いて実験を行った。水路は鋼鉄製で、側面的一方がガラス張りになっており流れの様相が観察できる。ゲートの傾斜角度は 45° である。ナップに送風するファンは、水路幅方向に均一に送風できるワイドクロスファンを用いる。なお、写真撮影のためガラス面側のゲート先端には幅1.0cmのスプoyerを取り付けている。

2. 2 計測方法

空気圧の測定は空気室からのびた銅パイプを微差圧計に接続し、微差圧計のひずみゲージの変化による電圧の変化をアンプで増幅した後データレコーダに記録する。音圧レベルの測定は騒音計を使用し、周波数補正特性としてC特性を採用する。図2は周波数補正特性の基準特性を示しており、C特性で得られた騒音レベルは、ほぼ音圧レベルに近似できる。騒音計は水路中心、ゲート先端より上流側25cmに設置し、電圧の変化を直接データレコーダに記録する。これら2つの測定値はこの後アナログ/デジタル変換を行い、大型計算機によって処理される。なお、それぞれの卓越周波数及びスペクトル密度を求めるためのスペクトル解析にはFFT法を用いた。また、ナップ振動の周波数の測定はストロボスコープの閃光周波数をナップ振動に同調させ、ナップの形状が静止して見える場合のストロボスコープの閃光周波数をナップの振動周波数と考えた。

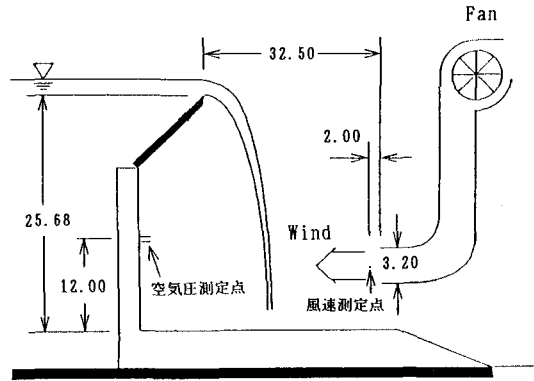


図1 実験用水路の概要

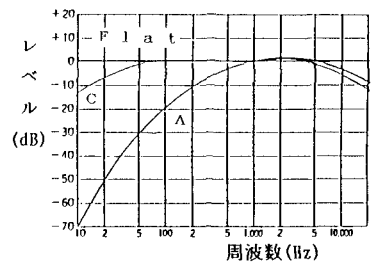


図2 周波数補正特性の基準特性

3. 実験結果

(音圧レベルと風速の関係)

音圧レベル変動の強さはある風速で最も激しく変動する。音圧レベルの平均的な値も、図3に見られるよ

うにある風速でピークを持つ。この風速は図4に見られるように、空気圧変動の大きさがピーク値を示す風速にはほぼ一致する。

(音圧レベルと流量の関係)

流量を変化させると音圧レベル変動はある流量で急激に激しくなるがその平均値にはほとんど影響しない。

(音圧レベルと落下高の関係)

音圧レベルの平均値は図3のように落下高が大きくなるほどそのピーク値は大きい。

(空気圧変動、音圧レベル変動、ナップ振動の卓越周波数の関連性)

空気圧変動、音圧レベル変動及びナップ振動の卓越周波数は、図5に見られるようにほぼ一致する。振動の発生に関しては、空気圧の振動がまず最初に起こり、その後音圧レベルおよびナップの振動が同調するが、このことは空気圧の振動がナップ振動を引き起こすという考え方を裏付ける。しかしながら流量の少ない場合に限り、ナップ振動が低い周波数にとどまる場合もある。3者の卓越周波数はある風速で遷移しその遷移はほぼ一致して起こるが、流量の少ない場合はナップ振動の周波数が先に遷移し、その後空気圧および音圧レベル変動の卓越周波数が遷移する。流量の多い場合は逆の傾向を示す。空気圧変動に複数の卓越周波数が存在する場合には、図6に見られるように音圧レベル変動およびナップ振動の卓越周波数は、空気圧変動の卓越の程度にかかわらず低周波側の値に一致する。

4. まとめ

以上より、ナップの振動における騒音及びナップ振動の特性は、空気室の圧力変動の持つ特性とよく似ており、これらは空気圧振動により励起されていると考えられる。これらの結果より、現在問題とされているゲートの振動および騒音の発生に関しては、空気圧振動を抑えることに主眼をおいて対策を考えることが必要であると考えられる。

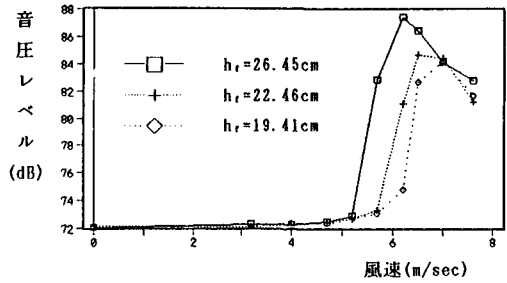


図3 音圧レベル平均値の変化

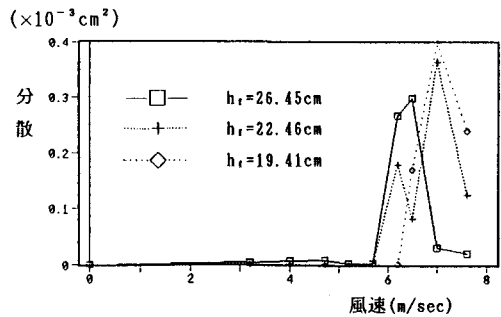


図4 空気圧変動分散の変化

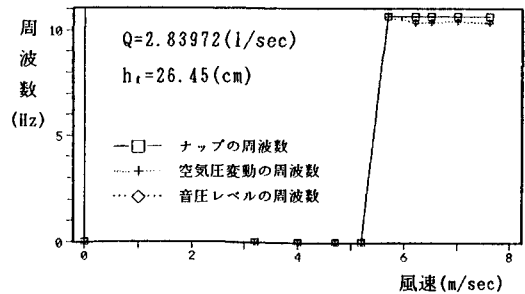


図5 卓越周波数の比較

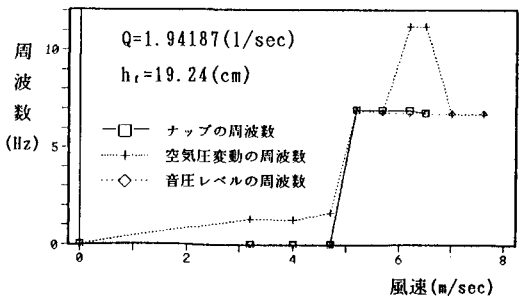


図6 卓越周波数の比較