

II-252 フラップゲートの振動とその防止に関する研究

岡山大学 正員 名合 宏之 岡山大学 正員 前野 詩朗
滋賀県庁 岡田 健一 駒井鉄工(株) 正員 太田 勝

1. まえがき

本研究は、フラップゲートの振動機構を解明するための基礎としておこなったものである。この種の振動現象は、ゲートを越流するナップの振動と密接に関係していると考えられている。そこで、本研究では、弾性模型ゲートを用い、まず、ナップの振動と同等と考えられる、ナップ背後の空気室における圧力変動の特性と、ゲートの振動特性とを比較し、両者の関連性について検討する。次に、ナップおよびゲートの振動の防止に対するスポイラーの効果について、その取付間隔に着目して検討する。なお、ナップの振動は風をあてることにより発生させている。

2. ナップおよびゲートの振動特性

2.1 実験装置および実験方法

図1のような弾性模型ゲートと送風機を用いて実験をおこなった。模型ゲートの固有振動数は、満水時に自由振動試験をおこない測定したところ、約14Hzとなっている。送風機は、水路幅方向に均一に送風できるように、クロスフローファンを4機、並列配置したものを用いた。実験は、風速 V_a 、流量 Q 、落下高 h_f を変化させておこない、測定は、ナップ背後の空気室の圧力変動（微差圧測定器）、フラップの応力変動（ひずみゲージ）についておこなった。

2.2 実験結果および考察

（ナップの振動特性）

図2は、ある風速以上になると激しい振動が発生することを示している。また、流量を多くすると、より大きな風速にならないと振動は発生しないが、発生すると、より激しい振動となる。

図4からわかるように、風速を大きくすると、周波数は、高周波に遷移するようになる。一方、流量が多いと、高周波には遷移しにくいようである。

図6のように、落下高を変化させると卓越周波数は変化する。図中の実線は、Schwartz¹⁾の提案している周波数予測式、

$$f = (K+1/4) / (-V_{0V}/g + \sqrt{(V_{0V}/g)^2 + 2h/g}) \quad (1)$$

f : 周波数、 K : 波の数、 h : 落下高、 g : 重力加速度、

V_{0V} : ゲート先端の流速の鉛直成分

より求めたもので、 $K=1, 2, 3$ の場合である。実験結果は、ほぼ、式(1)によって説明できる。

（ゲートの振動特性）

図2から図5において、ナップとゲートの振動特性を比較すると、振動の激しさの変化傾向および周波数

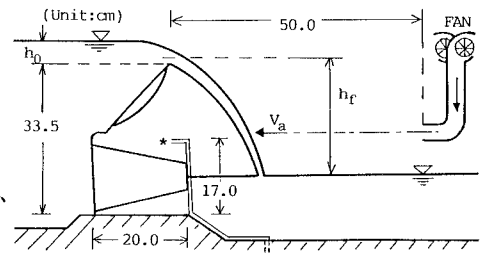


図1 弾性模型ゲートの概要

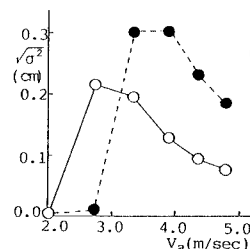


図2 圧力変動の激しさ

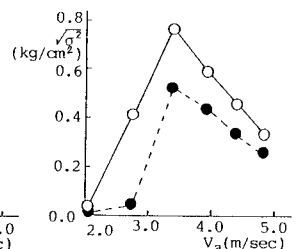


図3 ゲート振動の激しさ

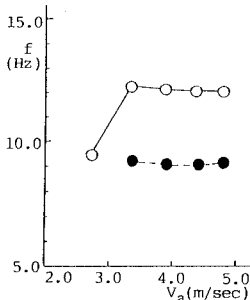


図4 圧力変動の卓越周波数

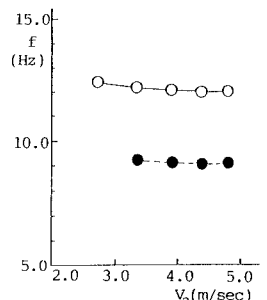


図5 ゲート振動の卓越周波数

	$Q(l/sec)$	$h_0(cm)$
—○—	7.0	1.15
—●—	10.6	1.50

の分布状況は、よく類似しており、ゲート振動はナップ振動による強制振動であると考えられる。

ただし、図3では、ナップ振動の場合と違い、流量の少ない方が激しい振動を示している。これは、流量の少ない方の卓越周波数がゲートの固有振動数(約14 Hz)に比較的近いため、固有振動数との共振が発生しているためと考えられる。

3. ナップおよびゲートの振動の防止に対するスポイラーの効果

3.1 実験装置および実験方法

2. で用いた弾性模型ゲートに図7のようなスポイラーを取り付けて実験をおこなった。実験は、風速 V_a 、流量 Q 、落下高 h_f 、スポイラー取付間隔 l_s を変化させておこない、2. と同様の測定をおこなった。

3.2 実験結果および考察

図8より、スポイラーの数を増やして取付間隔を小さくしていくと、圧力変動の激しさは対数曲線的に小さくなっていく。したがって、スポイラーでナップを分割してナップ背後の空気と外気の交換を自由にすることによって、圧力変動が緩和され、ナップ振動が軽減されると考えてよいだろう。

図9より、ゲート振動の激しさの変化傾向は圧力変動のそれとよく似ていることがわかる。

Schwartz²⁾は、スポイラーの有効最大取付間隔を落下高の約2/3としている。そこで、本実験において、スポイラー取付間隔を落下高の約2/3以下である、 $l_s = 19.8\text{cm}$ にまで小さくすると、図10からわかるように、振動は発生しなくなった。また、さらに大きい風速で実験をおこなったとしても、 $l_s = 19.8\text{cm}$ において振動が発生する可能性は低いと考えられる。よって、本研究においても、スポイラーの有効最大取付間隔は落下高の約2/3であると判断してよいだろう。

また、流量を多くした場合は、落下高の約2/3より大きい取付間隔で振動が発生しなくなった。

さらに、落下高を小さくして同様の実験をおこなったが、本研究で用いた送風機の性能範囲内の風速では、はっきりと有効最大取付間隔を確認することはできなかった。

4. あとがき

以上の実験結果より、弾性支持されたゲートの風による振動は、ナップ振動による強制振動であり、さらに、ナップの振動数がゲートの固有振動数に近づくと、共振現象が起こり、より激しい振動となることが確認された。また、スポイラー取付間隔が落下高の約2/3以下になると振動の発生が認められなくなるという、Schwartz²⁾によって示された研究結果が、ほぼ妥当であることが、本研究においても確認された。

<参考文献>

1) H. I. Schwartz: Nappe Oscillation, J. Hyd. Div. Proc. A. S. C. E., Hy6, pp133-134, 1964.

2) H. I. Schwartz: Projected Nappes Subject to Harmonic Pressure, Proc. Ins. Civ. Eng. Lon, pp324, 1964.

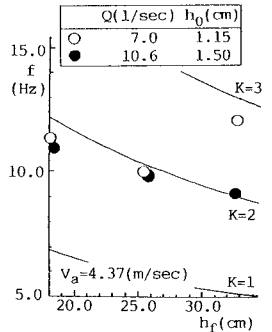


図6 圧力変動の卓越周波数

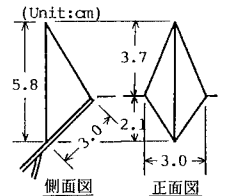


図7 スポイラーの概要

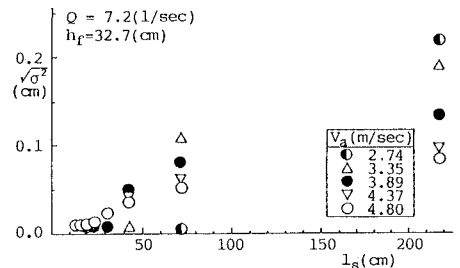


図8 圧力変動の激しさとスポイラー取付間隔

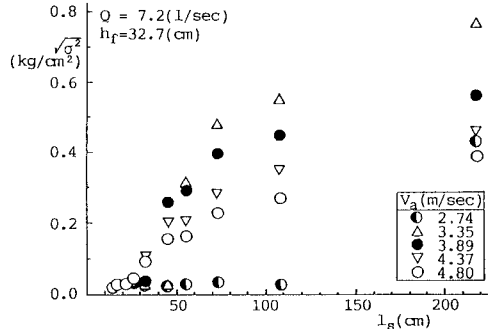


図9 ゲート振動の激しさとスポイラー取付間隔

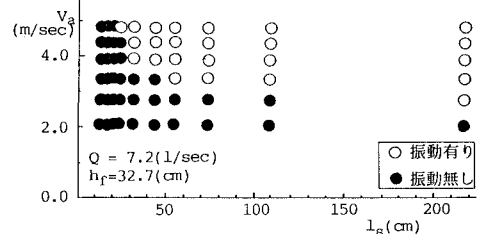


図10 風速とスポイラー取付間隔