

II-258 鉛直落下型モデルによる水脈振動実験

川崎重工業(株)○正員 鬼束博文 正員 坂井藤一  
正員 門屋大二 正員 裾本龍雄

1. まえがき

河川ゲートや砂防ダムにおいて、越流水脈が振動する現象がしばしば観察されるが、これがゲート振動を発生させたり、騒音公害として問題になることがある。この水脈振動現象については、我々の実験<sup>1)</sup>も含めて数多くの研究がなされているが、今日においても、その発生機構や発生条件等不明な点が多い<sup>2)</sup>。本研究は、従来の諸研究による転倒堰模型とは異なる鉛直落下型の水脈振動モデルを用いた模型実験により、この現象の把握をさらに詳細に行なおうとするものである。このモデルの特徴は、従来の方法に比べ、水脈振動に関与するパラメータのうち、水平方向流速を完全に除くことができ、かつ水脈厚さを自由に非常に薄い所まで実現できること、また水脈と固定壁によって構成される空気室の存在の有無も任意に設定できることなどである。

2. 実験方法

実験は、図1に示すように、長さ2m、幅0.5mの上部水槽に設けたスリットより下部水槽へ水を落下させる方法で行なった。ここで、水脈落下高さH、スリットのリップ開度b、上部水槽水深 $h_1$ および下部水槽水深 $h_2$ は可変である。また、水脈落下部では、水脈、下部水槽、両側板および後方板によって閉じた空間、すなわち空気室が形成されるが、後方板の取り付け状態を変えることにより、空気室奥行きLの変更や極端な場合として空気を開放することが可能である。実験は、これらのパラメータを表1に示すように設定し、さらにリップ形状も4種類変化させ、流況の観察や空気室内圧力変動等の計測を行なった。また、水脈に送風を行ない強制的に振動を発生させることも試みた。

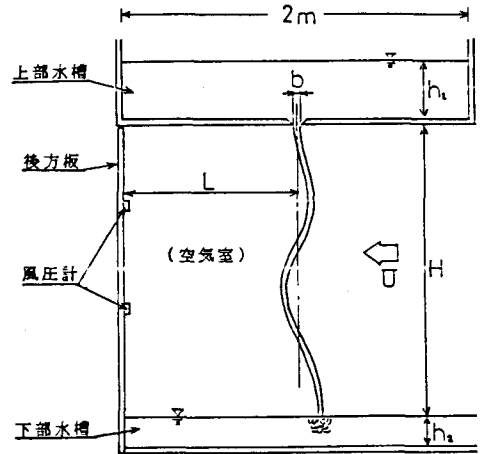


図1 実験モデル

3. 実験結果および考察

図2-(a),(b)は、空気室の存在する場合(L=40cm)および存在しない場合の水脈振動の発生状況を示したものである。これより、空気室の存在する場合の水脈振動は水脈厚さが小さいほど、落下高さが大きいほど、そして落下速度が大きいほど発生しやすい傾向を示す。一方、空気室の存在しない場合は、落下高さが小さい時、あるいは水脈厚さが大きい時には振動が発生しにくくなる。しかしながらこの場合でも風で励起すれば振動が発生するようになり、全体としては、空気室の存在する場合と、同一の傾向が見られる。また、本実験では、bがかなり大きい場合(7~10mm)においても水脈振動が発生した。Kolkmanは本実験の模型に比ベスケールのやや小さなもの(上部水槽幅28cm、

表1 実験条件

パラメータ	実験範囲
水脈落下高さ H	40~100 (cm)
リップ開度 b	1~10 (mm)
空気室奥行き L	10~40 (cm) および 開放状態
上部水槽水深 $h_1$	2~15 (cm)
下部水槽水深 $h_2$	3~12 (cm)
風速 U	0~2 (m/sec)
リップ形状	TYPE 1,2,3,4

H = 25~50cm, L = 10~30cm) により同様の実験を行なっており、空気室の存在する場合の傾向は本実験結果とほぼ一致している。しかしながら、Kolkman の報告によると  $b = 3\text{mm}$  程度以上では振動は発生せず、また空気室が開放された状態では振動は生じないとしている。本実験では、H を大きくとったことにより Kolkman の実験では得られない結果を得たものであり、H が振動発生に大きく関与し、また空気室の存在が振動の直接原因でないことも明らかになったものと思われる。

図3は  $H = 80\text{cm}$  における水脈振動数  $f$  と、上部水槽水深  $h_0$  の関係を示したものである。これより、水脈の落下速度が増大するに伴ない高周波の振動が発生する傾向があり、これは水脈厚さが薄いほど顕著であることがわかる。

水脈の落下時間  $T$  と振動周波数  $f$  の間には従来より次の関係が成立する事が報告されている。

$$f \cdot T = K + \frac{1}{4}, \quad K = 1, 2, \dots \quad (1)$$

図4は、本実験結果を(1)式の形で整理したものであるが、ややばらつきがあるものの、空気室の有無に係りなく、この関係はほぼ満たされている。

4. まとめ

本実験により、水脈振動の特性を示すいくつかのデータを取得することができた。特に、水脈振動が空気室が存在する場合の方が発生しやすいものの、空気室が開放されている場合でも生じるという結果は、従来の研究で言われている、水脈と空気室内圧力の相互作用だけでは水脈振動の発生を十分説明できないと思われる点からも興味深いものである。今後は、これらの結果をもとにして水脈振動の発生機構や発生条件、さらに振動防止策等の検討を継続していく予定である。

【参考文献】

- 1) 裾本、門屋、坂井：水脈振動に関する基礎的研究、第37回年講(1982)
- 2) 荻原：フラップゲートおよびナップの自動振動、土木学会論文集第 357号(1985)

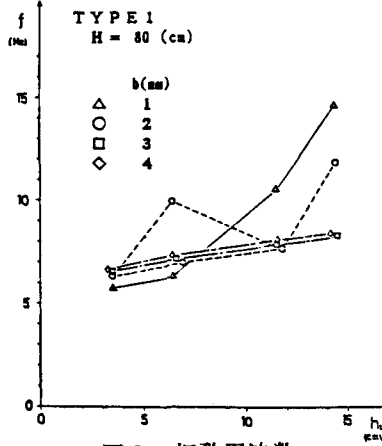


図3 振動周波数

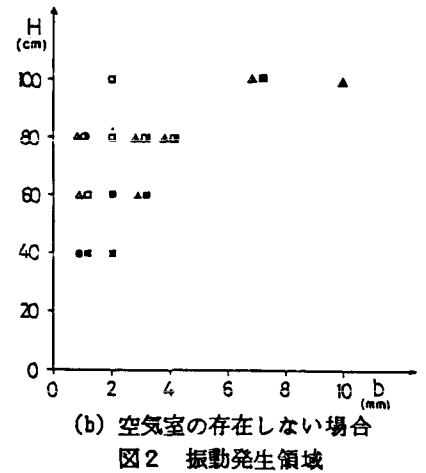
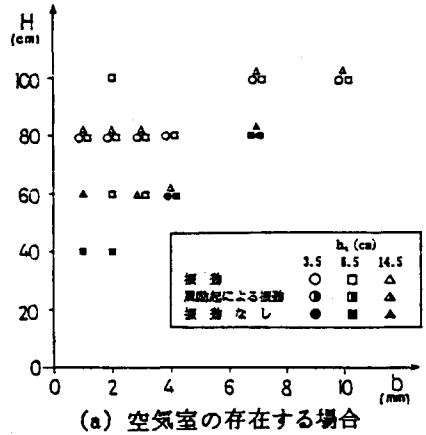


図2 振動発生領域

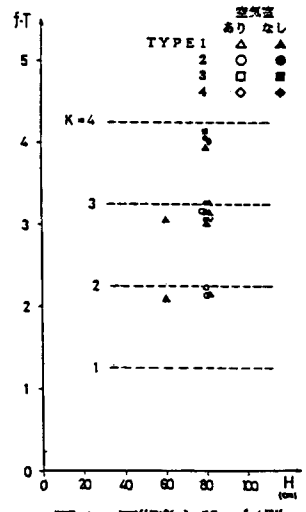


図4 周期数と  $K + \frac{1}{4}$  則