

落下流により発生する水膜振動の特性

建設技術研究所	正会員	○関谷 明
ライト工業	正会員	峯岸雄一
農村工学研究所	正会員	後藤眞宏
農村工学研究所		高木強治
埼玉大学		長嶺拓夫

1. はじめに

取水堰やため池等の運用時に落下流による騒音が発生している。特に低周波騒音は、堰の周辺住民にとって環境公害として認識され、早急な対策が必要不可欠となる。

低周波音は、落下点の破裂音と水膜の振動の二つが発生要因となる。落下点の破裂音は、流入エネルギーに比例することが知られているが、水膜振動は、物理現象そのものに未解明の部分もあり、支配要因に不明な点が多い。

水膜振動の対策としては、堰の頂部にスポイラを設置し、水膜背面を開放する方法が用いられているが、小規模な堰で越流水深が低い場合、スポイラによる低周波音の発生を抑制できないケースがみられる。

このことは、水膜振動の発生要因が水膜の前面と背面の気圧差だけでなく、複数の要因によるものであることを示唆している。

本研究は、①水膜振動が発生する水理条件、②水膜振動による低周波音の発生位置、③水膜の形状を調査し、水膜振動を発生特性で分類することを目的とした。

2. 研究概要

本研究では、防音室内に落差 2.0m、幅 1.8m の堰を設け、水理模型実験による音圧調査を行った。水理条件は、小規模な堰において実際に低周波音の発生がみられた越流水深 2cm～10cm (1cm ピッチ) とした。音は、音圧レベル、A 特性値、G 特性値と 1/3 オクターブバンドレベルで整理した。計測は、精密騒音計、低周波騒音計を用い(対象周波数：1Hz～125000Hz)、計測時間 60 秒/1 回とした。

3. 越流水深と低周波音の関係

落下流により発生する落下点の音は、流入エネルギーに比例するが、図-1 に示すように、越流水深が 4cm でピーク値(約 110 dB)を示し、5 cm で低下後、越流水深の増加に伴い、緩やかに増加傾向を示した。これより、低周波音が卓越する 3～4 cm の越流水深時に水膜振動が顕著に発生し、その音圧レベルは流入エネルギーに比例しないと予測できた。

次に、周波数別に越流水深と騒音レベルの関係を調査した結果、図-2 に示すように 3cm でピークを示す周波数帯と 4cm でピーク値を示す周波数帯、ピークを示さず流入エネルギーに比例する周波数帯に分類できることがわかる。これより、水膜振動を支配する周波数は、10～80Hz であり、発生要因は、10～25Hz の振動と 40～80Hz の振動とに分けられると予測できた。

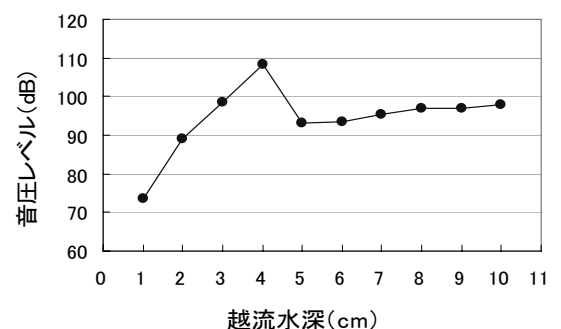


図-1 越流水深と低周波音圧レベルの関係

4. 低周波音の発生位置

最も水膜振動が顕著であると予測できた越流水深 4cm を対象に鉛直方向の音圧を調査した結果、図-3 に示すように、4Hz 以下は、鉛直方向での音圧の差が小さく、音源点を特定するには至らないが、5～80Hz の範囲では、床板近傍において音圧レベルが高くなる傾向を示すことより、

キーワード：騒音、落下水音、落下流、低周波音、G 特性、水膜振動

連絡先：〒300-2651 茨城県つくば市鬼ヶ窪 1047-27 建設技術研究所 水理センター Tel 029-847-0244

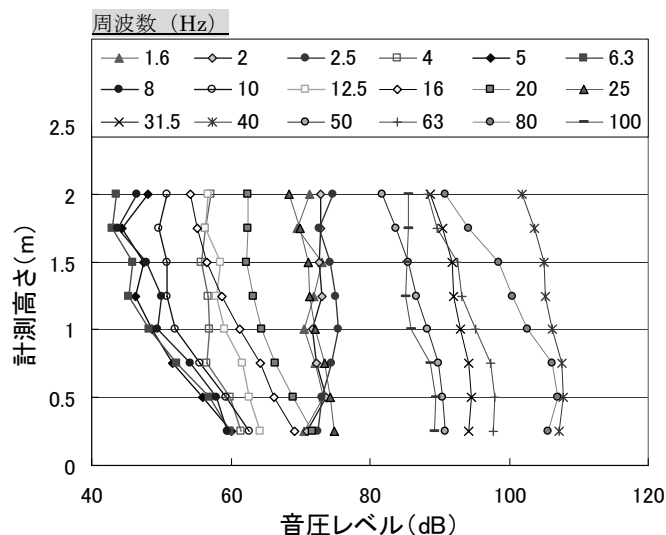


図-3 音圧レベルの水膜に沿った鉛直分布
水膜振動の音源点も落下点近傍と考えられた。

5. 水膜の形状

ここでは、水膜背面が閉空間となる場合と、スポイラによって開放される場合を対象に、水膜の鉛直方向の振動状況を調査した。結果、図-4 に示すように水膜背面が開放される場合は、閉空間の場合に比べ、水膜全体の長周期の振動が抑制され、かつ外側に広がる形状を示すが、水膜の下方での振動は、抑制されない。

音圧レベルを比較したものが図-5 である。スポイラの設置により全体的に騒音レベルは低下するが、卓越した低周波音（越流水深 4 cm）は抑制できない。

6. まとめ：水膜振動の分類

以上より、水膜の振動は、①超低周波となる水膜全体の振動、②水膜の下方の振動、③床板近傍の周期の短い振動の3つに大分類でき、従来のスポイラ等による水膜背面を開放する方法では、①の超低周波音は抑制できるが、②と③の振動の抑制は困難であると考えられる。

従って、小規模な水路で越流水深が低い場合に卓越する水膜の振動は、水膜背面が閉空間となることに起因していないため、騒音の抑制には従来とは別の対策を考える必要がある。

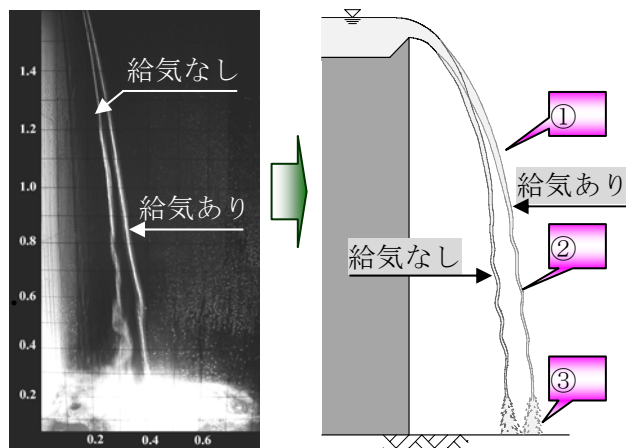


図-4 水膜の形と分類

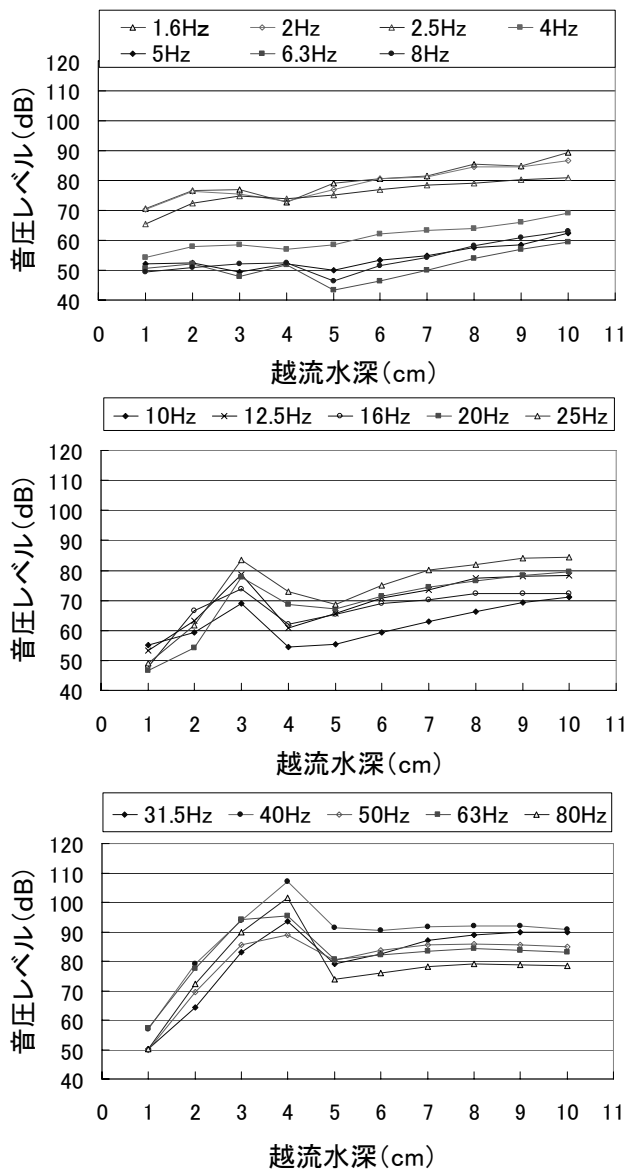


図-2 越流水深と音圧レベルの関係
(周波数の形状分類)

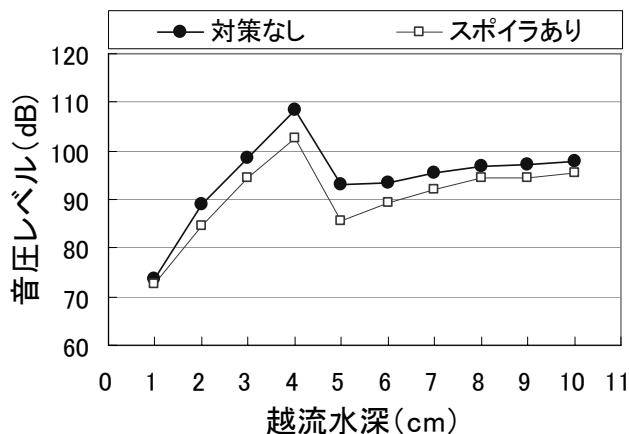


図-5 越流水深と音圧レベルの関係