

落水音における距離減衰と音響エネルギー特性

Characteristics of distance attenuation and acoustic energy on falling water noise

○ 後藤眞宏、浪平篤、小林宏康、常住直人

Masahiro GOTO, Atsushi NAMIHIRA, Hiroyasu KOBAYASHI, Naoto TSUNESUMI

1. はじめに

都市化、混住化の伸展に伴って、頭首工のゲートや落差工地点で発生する水音が環境公害として問題となっている。そこで本報告では、落水音の音源からの距離減衰と水音の音響エネルギー特性について、水理模型実験により明らかにした結果を述べる。

2. 実験方法

幅 1 m の水路に、堰下流面角度 30° と 90° の堰を設け、騒音計により落水音を計測した（図 1）。越流水が下流水面に到達する地点を仮の音源位置として、水路床板より高さ 2.0 m 地点で流下方向に 0.5 m ピッチで低周波の音圧を計測した。

3. 実験結果及び考察

1) 落水音の距離減衰特性

一般に落水音の音圧は、音源からの距離の対数値に反比例する。音圧の減衰勾配は、点音源で -20、線音源で -10 となる。

堰下流面角度が 30° の斜面流の場合に、可聴音は距離減衰勾配が点音源と線音源の中間値である -15 に、また低周波は線音源の -10 に近くなることが明らかになった（図 2）。

一方、堰下流面角度が 90° の落下流で水膜振動がない場合では、図 3 に示すように可聴音、低周波ともに線音源での距離減衰勾配である -10 に近くなることが明らかになった。

これに対して、落下流で水膜振動が発生している場合では、可聴音、低周波ともに規則的な一定勾配での距離減衰傾向を示さ

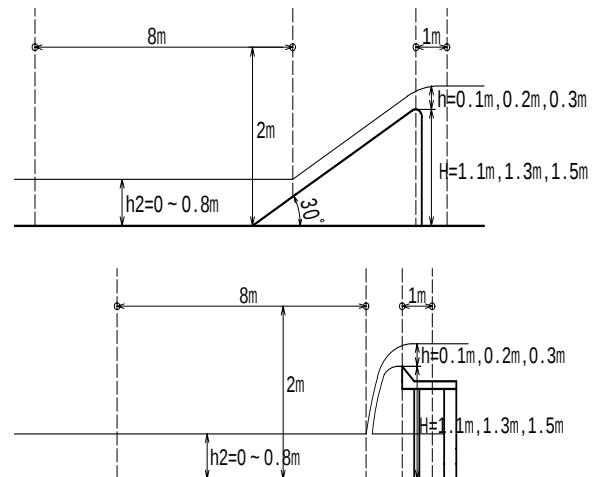


図 1 計測位置図

（上図が 30° 下図が 90° の横断面図）

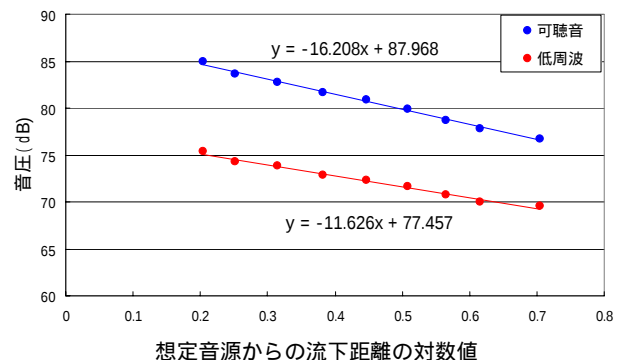


図 2 想定音源からの距離と音圧の関係

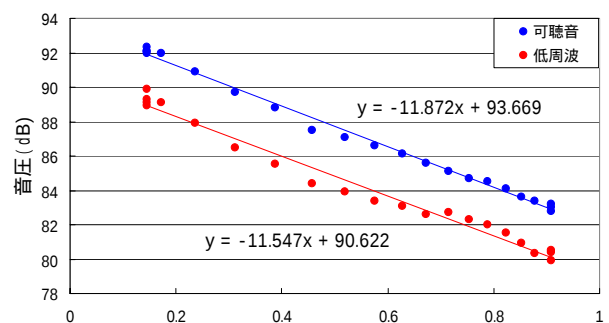


図 3 想定音源からの距離と音圧の関係
(90° 落下: 水膜振動なし)

（独）農業工学研究所：National Institute for Rural Engineering

キーワード：落水音、低周波、距離減衰、音圧

ないことが明らかになった(図4)。これは、音源が水脈の落下点と水膜振動の2つ存在するためと考えられる。また、周波数と音圧の関係を見ると(図5) 10Hz以下の周波数帯の音圧は距離減衰の傾向は見られず、10～200Hzの範囲では音源からの距離と音圧の関係が不明瞭となり、300Hz以上の音については、距離減衰傾向のあることが明らかになった。

2) 流れ(流入・落下)エネルギーと低周波音の音響エネルギーの比較

低周波音の単位長さ当たりの音響エネルギーは、次式より与えられる¹⁾。

$$W = 2\pi r P^2 / \rho_a C \quad (1)$$

W:単位幅当たりの音響エネルギー(J/s/m),
r:測点から音源までの距離(m), P:低周波音圧レベル(Pa), ρ_a :空気の密度(kg/m³)

また単位時間単位幅当たりの流れのエネルギーは、次式(2)となる¹⁾。

$$E = \rho_w q v^2 / 2 \quad (2)$$

E:流れのエネルギー(J/s/m), ρ_w :水の密度(kg/m³), q:単位幅流量(m³/s/m),
v:流入流速(m/s)

全ての実験データについて、式(1)(2)を用いて、流れのエネルギーと低周波音の音響エネルギーの積算値を比較したものが図6である。

この結果、斜面流の流れ(流入)のエネルギーが低周波音の音響エネルギーに変換される率は、約 2×10^{-7} 倍となり、落下流(落下)の場合は、その約25倍の約 5×10^{-6} の変換率を示すことが明らかになった。

4. おわりに

斜面流及び落下流の落下水音の距離減衰特性、流れ(流入・落下)のエネルギーと低周波音の音響エネルギー比較について明らかにした。今回は落下水音の流下報告への距離減衰特性を明らかにしたので、3次元空間での減衰特性や、下流面傾斜角度をさらに細分化して傾斜角度と音圧の関係などについて検討する。

参考文献: 1) 桜井力, 櫻井寿之, 柏井条介, 安達孝実 (1998): 水理模型実験における跳水発生音と模型縮尺, 土木技術資料, 40-3, 26-31

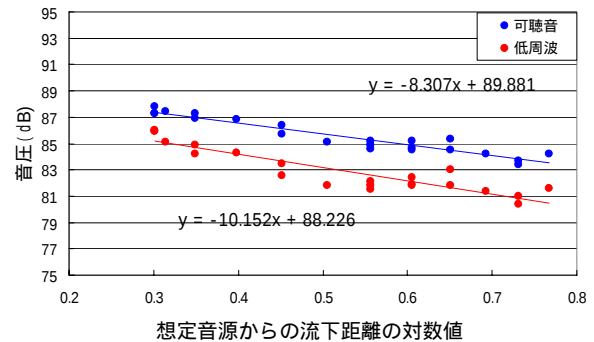


図4 想定音源からの距離と音圧の関係
(90°落下:水膜振動あり)

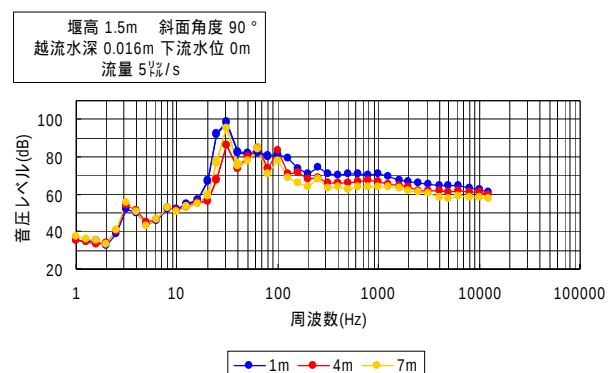


図5 周波数特性
(90°落下:水膜振動あり)

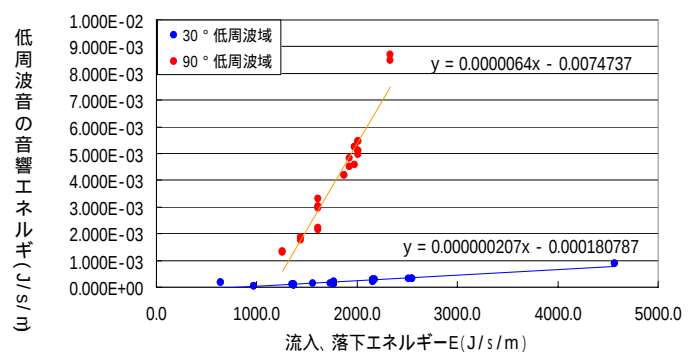


図6 流れ(流入・落下)エネルギーと音響エネルギーの関係