

跳水音とエネルギー損失との関係式の検証

A Study of the Equation between Sound Pressure Level and Energy Loss by Hydraulic Jump

小島 信彦* 白井 雄大**

Michihiko KOJIMA , Yuudai SHIRAI

．まえがき

前報¹⁾では、水平水路床で跳水が生じた場合の流水音の大きさとエネルギー損失量（損失水頭）との関係を水理模型実験により明らかにし、その関係式を提案した。この式は、音源を跳水開始点の水路中央の点音源であると仮定し、水面より鉛直方向 500mm の位置の一点の計測結果から導かれたものである。本研究は、その関係式の妥当性を明らかにするために水理模型実験を行い検証したものである。

．関係式¹⁾

(1)式は、音圧レベル（以下、SPL [dB]）と跳水によるエネルギー損失水頭 ΔE [m] との関係を実験結果に基づき無次元化して示したものである。ただし、SPL は実効音圧

$$\frac{P_e}{\rho g h_1} = 0.0015 \frac{\Delta E}{E} \quad \dots (1)$$

$$SPL_r = SPL + 10 \log \frac{r_0^2}{r^2} \quad [\text{dB}] \quad \dots (2)$$

$$\Delta E = \frac{(h_2 - h_1)^3}{4h_1 h_2} \quad [\text{m}] \quad \dots (3)$$

P_e [Pa] に換算してある。(2)式は、音源から任意の距離 r における音圧レベル SPL_r を、(1)式を基に算出される $r_0 = 0.5$ [m] における SPL を用いて求める式として提案されたものである。また、エネルギー損失量 ΔE は射流水深 h_1 、常流水深 h_2 を用いて(3)式により求める。

．実験概要

実験水路は、幅 500mm の開水路に高さ 250mm、下流面傾斜角度 45° の広頂堰を設置したものを用いた (Fig.1)。流れは広頂堰下流面を射流状態で流下し、水路下流端可動堰の堰上げにより水平水路床の任意の位置で跳水を生じ、跳水終了後は常流状態となり可動堰を越流する。

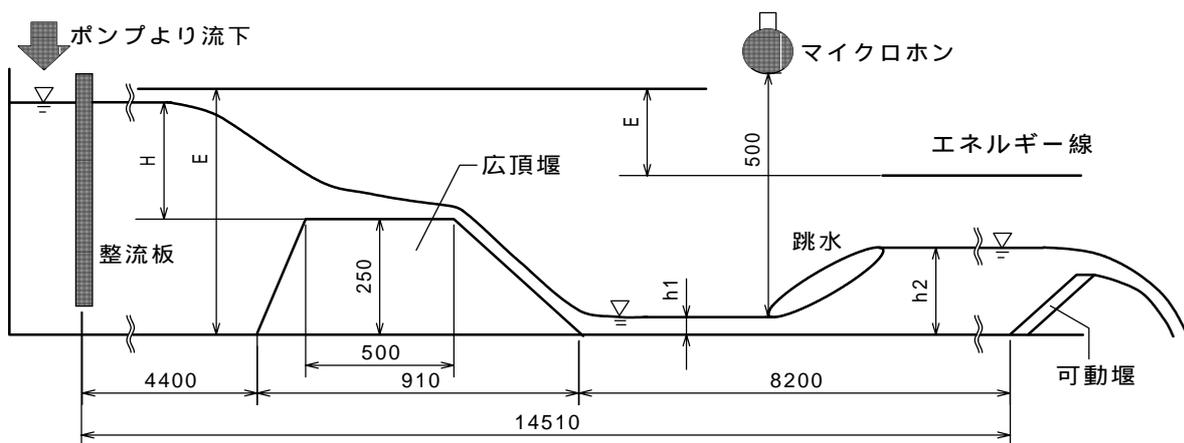


Fig.1 Test Apparatus

*明治大学農学部 Faculty of Agriculture, Meiji University **株式会社ティーネットジャパン T-Net Japan

[キーワード] 跳水音 エネルギー損失

実験はポンプによる流量調節を行い、射流水深 h_1 を 20mm、30mm、40mm、50mm に決定し、各流量についてエネルギー損失量 ΔE が整数となるように跳水終了後の水深 h_2 を調節した。

それぞれの場合について音圧レベルの測定を、騒音計ユニット(リオン社、UN-04)、マイクロホン(リオン社、UC-30)、及びシグナルアナライザ(リオン社、SA-77)によって行った。測定間隔は 10Hz で 10 秒間ずつ 10 回測定し平均値をとった。水路下流端で堰上げを行わず、跳水を生じさせないときに同じ位置で測定した音を暗騒音として補正を行った。跳水開始点の水路中央の水面を音源とし、この点より、上流側、下流側、右岸側、左岸側にそれぞれ水平距離 250mm の位置に鉛直方向に計測線をとった。この計測線と点音源を中心とする半径 $r = 500\text{mm}$ 及び 700mm の半球との交点を計測点とした。 $r = 700\text{mm}$ の場合には、点音源鉛直方向ならびに下流方向より 45° 右岸側壁方向の水平距離 250mm の地点にも計測線をとった。

・実験結果及び考察

Fig.2 に $r = 500\text{mm}$ のときの ΔEE^{-1} と $Pe \rho^{-1} g^{-1} h_1^{-1}$ との関係を示す。

図には、回帰分析した結果を示した。エネルギー損失の増大とともに実効音圧も大きくなっていることが確認された。また、上流側と下流側、右岸側と左岸側とでは、それぞれ同様の結果が得られたが、いずれの場合も(1)式とは一致しなかった。右岸側、左岸側では、測点が水路側壁の高さより低く、側壁の影響を受けたためである。下流側は、計測線までの水平距離が跳水長よりも短いため跳水内部の空気泡の破裂の影響を受けたものと考えられる。上流側もほぼ同一の結果を示した理由については検討中である。

Fig.3 に $r = 700\text{mm}$ 、 $h_1 = 30\text{mm}$ のときの ΔE と SPL_r との関係を示す。Fig.2 の結果より、上流側、左岸側は示さなかった。図より、(2)式で表される関係式との間には最大で 4 dB

程度の誤差が生じた。前述のような跳水の面的な広がりの影響を受けていると考えると、実際に跳水音が問題となる水路断面外においては、この関係式を用いても支障はないといえよう。

・あとがき

本研究では、水平水路床で跳水が生じる場合について求められた、流水音の大きさとエネルギー損失との関係式がほぼ妥当であることを明らかにした。水路断面外への音の拡散の問題については、実験を継続し、この関係式を用いても支障のないことを明らかにしていきたい。

引用文献 1) 小島・菊地(2003): 跳水による流水音とエネルギー損失との関係、農土年講集, p.354 ~ 355

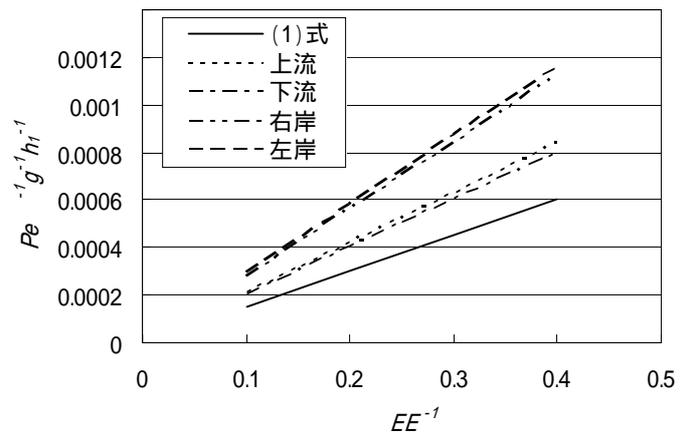


Fig.2 Relation between EE^{-1} and $Pe^{-1} g^{-1} h_1^{-1}$

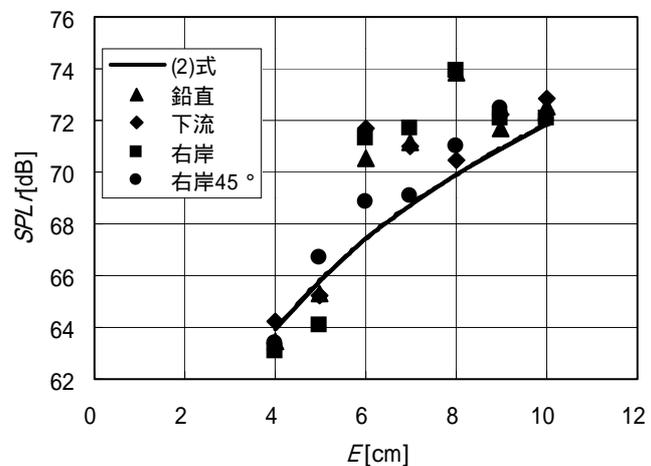


Fig.3 Relation between E and SPL_r ($h_1=30\text{mm}$)