

# 跳水による流水音とエネルギー損失との関係 Relation between Sound Pressure Level and Energy Loss by Hydraulic Jump

小島 信彦\* 菊地 文子\*\*  
Michihiko KOJIMA , Fumiko KIKUCHI

## ．まえがき

水利構造物によって生じる流水音は騒音となる場合がある。これまで、騒音の現地計測やその対策、あるいは水理模型実験による流水音特性の解析などの研究は数多く為されてきているが、水利構造物の設計にあたって、発生する流水音の大きさの予測に関する研究は少ない。本研究は、跳水現象に着目し、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、その推定式を提案したものである。

## ．実験概要

実験水路は、幅 500mm の開水路に高さ 250mm、上底 500mm、下底 910mm の広頂堰を設置したものをを用いた ( Fig.1)。流れは広頂堰下流面を射流状態で流下し、水路下流端可動堰で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。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 に決定する。その各流量についてエネルギー損失量  $\Delta E$  が整数となるように、跳水終了後水深  $h_2$  を調節した。エネルギー損失量  $\Delta E$  は(1)式に

$$\Delta E = \frac{(h_2 - h_1)^3}{4h_1h_2} \quad [m] \quad \dots (1)$$

より求めた。

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。マイクロホンの位置は、跳水開始点の水面から高さ 500mm の水路中央部とした。また、水路下流端の堰上げを行わず、跳水を生

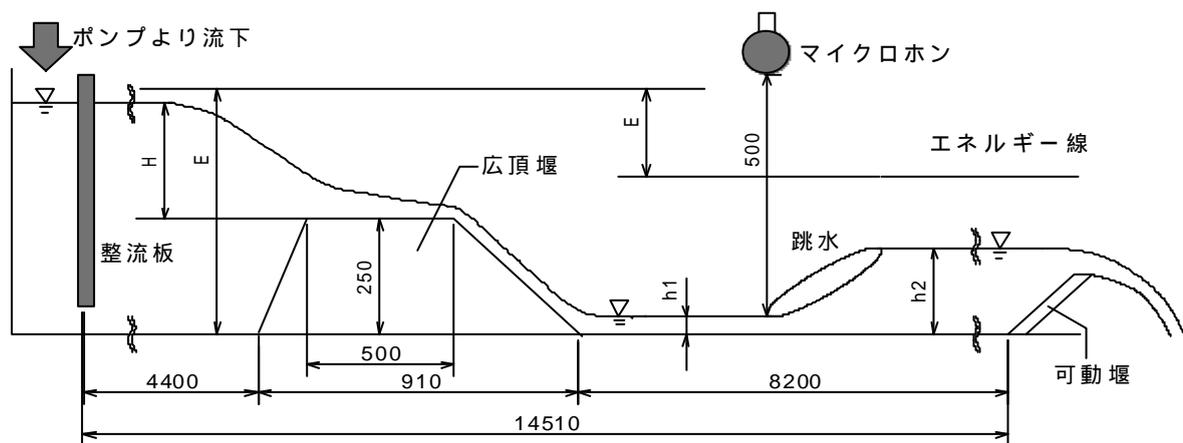


Fig.1 Test Apparatus

\*明治大学農学部 Faculty of Agriculture, Meiji University    \*\*株式会社システム・ランド K.K.System Land

[キーワード] 流水音 跳水 エネルギー損失

じさせないときに同じ地点で測定した音を暗騒音として補正を行った。この補正後の音圧レベルの値（以下、 $SPL$  [dB]）と $\Delta E$  [m]との関係を各流量について比較し、考察を行った。

### 実験結果及び考察

Fig.2 に $\Delta E$  と  $SPL$  との関係を示す。図より、 $SPL$  は $\Delta E$  の増加に伴い大きくなるのが分かる。また、射流水深 $h_1$  が大きくなるのに従い  $SPL$  の値も大きくなっている。

$SPL$  と実効音圧  $P_e$  [Pa] との間には(2)式の関係がある<sup>1)</sup>。

$$SPL = 10 \log \frac{P_e^2}{P_{e0}^2} \quad [\text{dB}] \quad \dots (2)$$

$P_e$  : 実効音圧 [Pa]

$P_{e0}$  : 基準値  $2 \times 10^{-5}$  [Pa]

したがって実効音圧  $P_e$  は、 $SPL$  を用いて(3)式のように表すことができる。

$$P_e = 10^{\frac{SPL}{20} + \log 0.00002} \quad [\text{Pa}] \quad \dots (3)$$

この  $P_e$  を  $rg$  と射流水深  $h_1$  で除して無次元化を行う。ここで、 $r$  : 水の密度、 $g$  : 重力加速度とする。 $\Delta E$  についても、水路床を基準面とする跳水前の全水頭  $E$  [m] で除し、無次元化を行う。以上のように  $SPL$  及び  $\Delta E$  を無次元化して Fig.3 及び相関係数  $R=0.9354$  で(4)式を得た。

空気混入流である跳水の性質を考慮すると、相関係数 0.9354 で得た(4)式は、水平水路床で跳水が生じる場合には十分適用できる結果といえる。実設計において必要とされる  $\Delta E$  に対する音源から任意の距離  $r$  における音圧レベル  $SPL_r$  は、(2) ~ (4)式に基づいて算出した  $r_0=0.5$  [m] における音圧レベル  $SPL$  を(5)式に代入して求めることができる。

### 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、流水音の大きさとエネルギー損失との関係式を提案することができた。しかし、スケール効果を考慮すると、汎用化にあたっては、さらに水理模型実験と現地調査による検証が必要である。

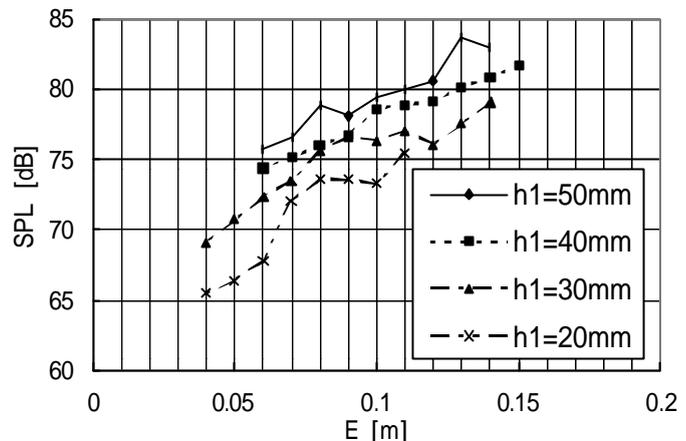


Fig.2 Relation between E and SPL

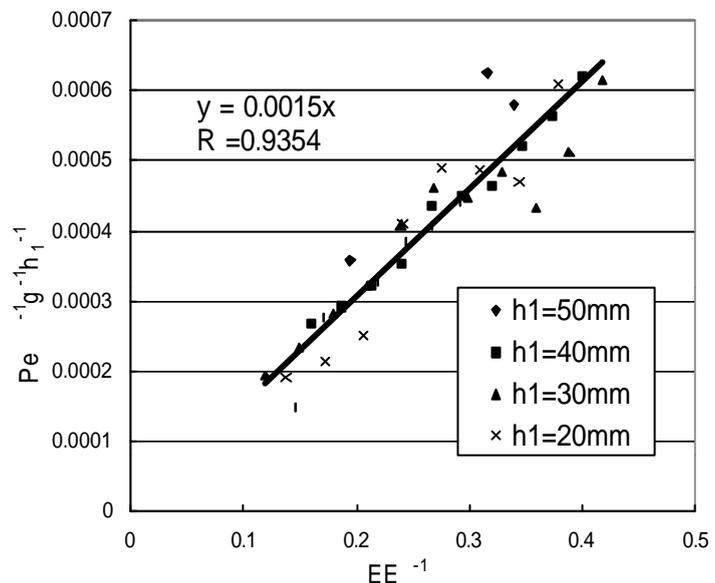


Fig.3 Relation between  $EE^{-1}$  and  $Pe^{-1}g^{-1}h_1^{-1}$

$$\frac{P_e}{rgh_1} = 0.0015 \frac{\Delta E}{E} \quad \dots (4)$$

$$SPL_r = SPL + 10 \log \frac{r_0^2}{r^2} \quad [\text{dB}] \quad \dots (5)$$