

河川ゲートの流体騒音に関する実験研究

日立造船 正会員 与口正敏,
" 正会員 白井秀治,

日立造船 正会員 岩田節雄
" 非会員 小野 透

1. はじめに

近年の市街化の進展に伴って、河川のゲート設備と家屋が接近する傾向にある。その結果、流体騒音に関する関心が高まり、ゲート設計にあたって流体騒音評価が求められるようになってきた。故に、模型実験と実機の騒音測定を行い、流体音特性の解明を試みた。なお、河川ゲートの模型実験は、最も一般的な起伏ゲートについて実施した。以下に概要を示す。

2. 模型実験

2.1 実験装置と実験方法

実験は二次元水噴流による基礎実験と起伏ゲート模型による実験の二種類である。水噴流は幅 8cm の側板の間に、加圧水を厚さ 8cm のノズルから噴出させたものであり、流体音の減衰が点音源の性質を有する領域で音圧測定を行い、音響パワーを求めたものである。実験の概念を図 1 に示す。

また、起伏ゲートの実験は、幅 30cm、高さ 44cm のアクリル樹脂製の水路で実施した。実験の概念とゲートに関する記号等を図 2 に示す。流体音の測定方法は水噴流の場合と同様である。

2.2 実験結果の処理と評価方法

本報告のデータ解析に用いた関係式を示す。一般に、線音源のパワーレベル (PWL) は次式で与えられる¹⁾。

$$PWL = 10 \log \frac{W/B}{W_0} \dots\dots\dots (1)$$

$$= SPL + 10 \log r + 10 \log \psi - 0.1 \quad (20^\circ C)$$

$$W = B I \psi, \quad I = P^2 / \rho A C$$

ただし、SPL は音圧レベル、B は水路幅、r は音源からの距離である。なお、他の記号の意味は、図 2 に示す。

また、音圧の発生源である水流のエネルギー (U) は次式で与えられる²⁾。

$$U = \frac{1}{2} m V^2 \dots\dots\dots (2)$$

ただし、m は質量流量、V は水脈の理論流入流速である。

音響パワーは水流エネルギーの一部が変化したものであるから、音響変換効率 (β) を考え、次式の関係を変換する。

$$W = \beta U \dots\dots\dots (3)$$

実験結果に (3) 式を適用し、 β 値で音響現象を評価する。

2.3 実験結果と考察

二次元水噴流の結果を図 3 に示す。W と U はほぼ比例関係にあり、(3) 式が成り立っていることが分かる。また、起伏ゲートの結果を図 4 に示す。 β 値は下流水深 d_2 の関数になっている。

3. 実機ゲートの流体音調査

3.1 調査対象ゲート：調査対象とした堰を表 1 に示す。また、H 堰における実験の状況を図 5 に示す。

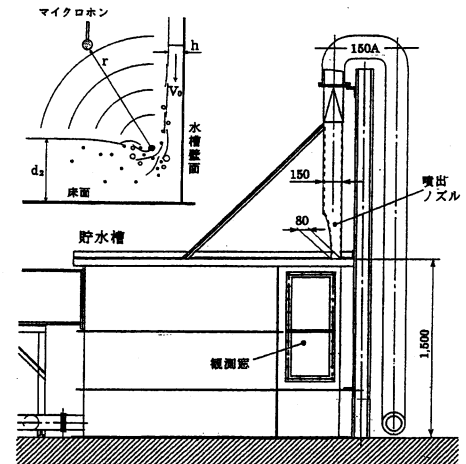


図 1 二次元噴流実験の概念

W: 音響パワー
W₀: W の基準値 (10⁻¹² W/m)
I: 音の強さ
B: 水路幅
 θ : ゲート起伏角
h: 越流水深
 ψ : 音響有効角
P: 音圧の実効値
P₀: P の基準値 (2 × 10⁻⁵ Pa)
C: 音速
 ρ : 空気密度

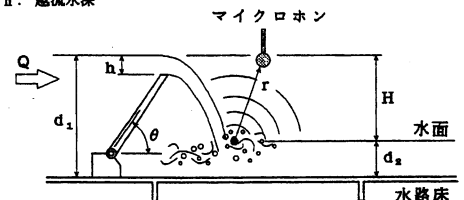


図 2 起伏ゲート実験の概念と記号

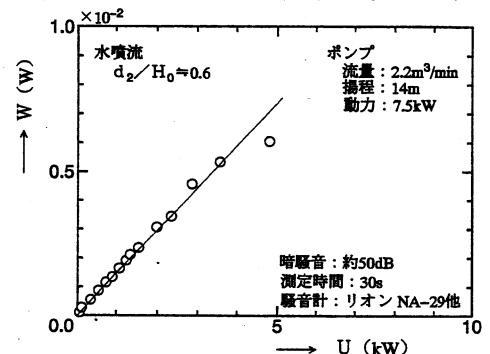


図 3 二次元噴流の実験結果

表1 調査対象ゲートの概要

	形 式	扉高 (m)	幅 (m)	門 数	備 考
H 堰	起伏型	1.30	7.0	1	奈良県大淀町
O 堰	起伏型 洪水吐	1.65	25.0	2	京都府綾部市
	起伏型 土砂吐	1.65	12.5	1	
K 堰	起伏型	2.90	40.0	3	岡山県西大寺市
	起伏型	2.90	20.0	1	
	セクタ型	2.90	7.0	2	
	コンクリート固定堰		80.0	1	
N 堰	ゴム式	1.20	32.0	1	京都府野田川町

3.2 音響変換特性

図3, 4に示す模型実験結果および表1に示す実機の測定結果を基に β 値に関する回帰処理を行った³⁾。パラメータは無次元下流水深(d_2/H_0)とReynolds数($Re = Vh/\nu_w$)である。なお、図5に示すようにスポイラーによって水脈が分流される場合は背面で発生した音が前面に解放されることなどが影響する。従って、分断条件係数 K を導入することにした。得られた関係を(4)式、およびこの実験式と実験結果の対応を図6に示す。

$$\beta = K C_k (d_2/H_0)^{-1} (Re \times 10^{-6})^J \dots\dots\dots (4)$$

$K = 1.7$: スポイラーによる水脈分断あり

$K =$ 水脈分断や背面音の回り込み無し

$C_k = 2.24 \times 10^{-6}$, $I = -0.50$, $J = 0.16$

図6において、点線と太実線の違いがReynolds数影響であり、細実線と太実線の差が水脈分断の影響を示している。図からも明らかなように下流水深が減少すると β 値は増加する傾向がある。ちなみに、水脈がコンクリート床に直接落下する場合は $\beta \approx 7 \times 10^{-6}$ である³⁾。

3.3 距離減衰特性

SPLの距離減衰はほぼ理論値に等しい。従って、空気粘性による減衰と河面の水面変動で生成される成分とが相殺していると推察される。また、SPLと騒音レベルSPL(A)の差 ΔL の変化を図7に示す。右上に示す小図のスペクトルより、空気粘性による減衰は高周波数成分に現れている。SPL(A)は高周波数成分の影響を受け易いため、 ΔL が距離に対して増加する傾向が現れたものと考えられる。

4. おわりに

河川ゲートに関する模型実験と実機調査を行い、音響変換効率に関する実験式を作成した。この関係から騒音場を計算する場合は、図7に示すような ΔL を考慮することにより正確な推定が可能になる。なお、本研究の実機調査において、堰に係わる関係各位には多大なご支援をいただいている。本報告の紙面をかり、深甚なる謝意を表します。

参考文献 1) 子安 勝, 他 4 名: 騒音・振動(上), 日本音響学会編, コロナ社, S53.3, 2) 渡辺博夫, 他 4 名: 越流型水門放流水の騒音特性に関する研究, 川崎重工技報, 81号, 1983.1, 3) 白井秀治, 他 6 名: 景観重視の緩流化ゲート, 日立造船技報, 第60巻第4号, H12.1

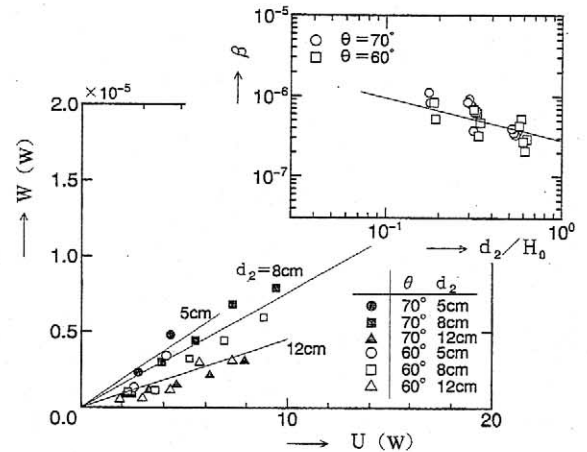


図4 起伏ゲート模型の実験結果

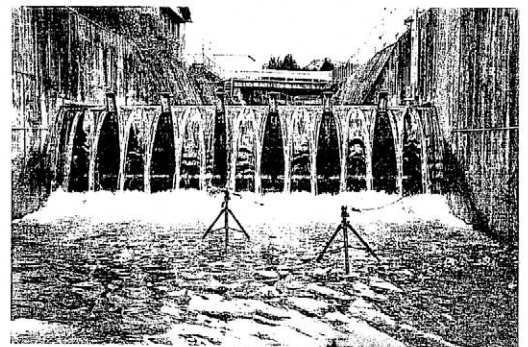


図5 H堰における実機実験状況

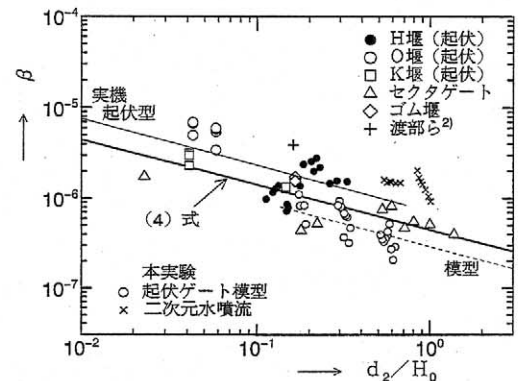


図6 実験式と測定結果の対応

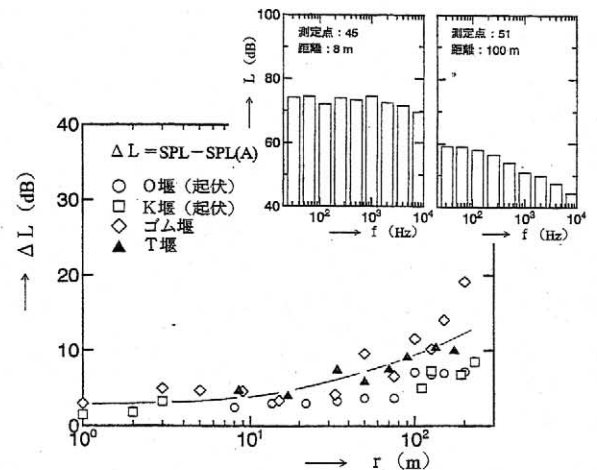


図7 ΔL と距離 r の関係