

発生源：堰	事例番号：27
苦情内容：家屋の窓の振動	
対策方法：スポイラーの設置	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：堰
- (2) 苦情発生場所：堰周辺の民家
- (3) 苦情発生状況：家屋の窓の振動
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

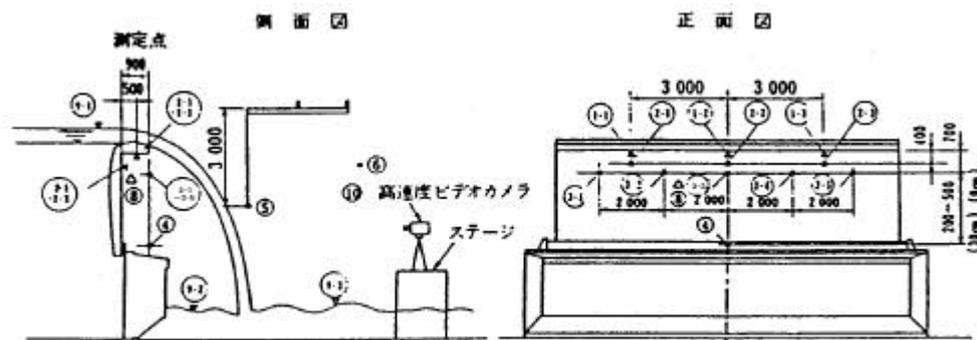


図1 発生源

- (5) 低周波音の音圧レベル：発生源側 135dB
- (6) 低周波音の卓越周波数：10Hz

下図にスペクトルを示す

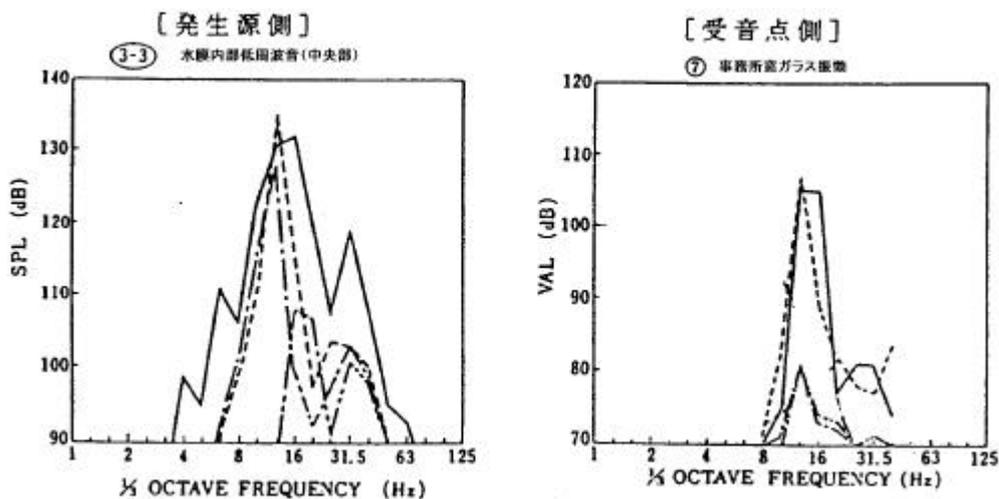


図2 対策前

## 2. 対策方法

### (1) 発生源及び発生原因の推定：

堰の水膜が落下した水面で波打ちそれが空洞部で共鳴して低周波音になるものと推定。

### (2) 対策方法：

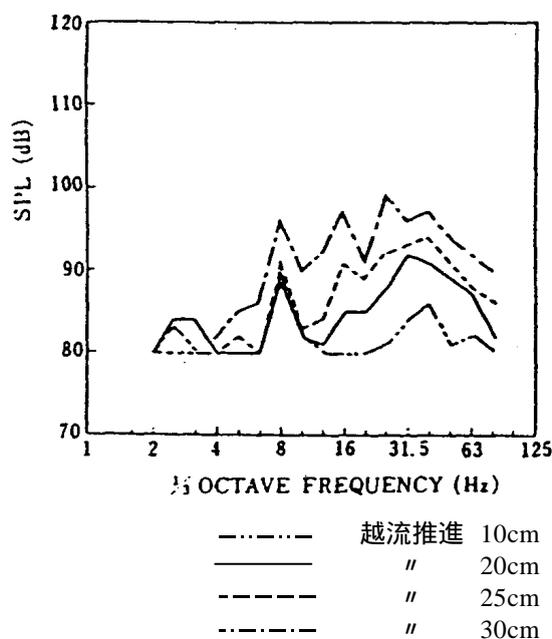
水膜を壊し共鳴しないようにするため水膜分離装置（スポイラー）を設置。

## 3. 対策効果

### (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：97dB

下図に対策後の騒音の周波数スペクトルを示した。

[ 発生源側 ]



低周波音の周波数特性  
( Case 10 型スポイラー(3-3) 地点 )

図 3 対策後

### (2) 対策後の状況：苦情解消

### (3) その他：

## 4. 出典

- ・ 竹林 他：堰越流放流時に発生する低周波空気振動に関する一考察、ダム技術、Vol.4-4、pp.70～79、1986

発生源：堰などからの放流によるもの	事例番号：28
苦情内容：実験報告	
対策方法：スプイラーによる水膜の分断	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源： -
- (2) 苦情発生場所： -
- (3) 苦情発生状況： -
- (4) 実験装置を下図に示す

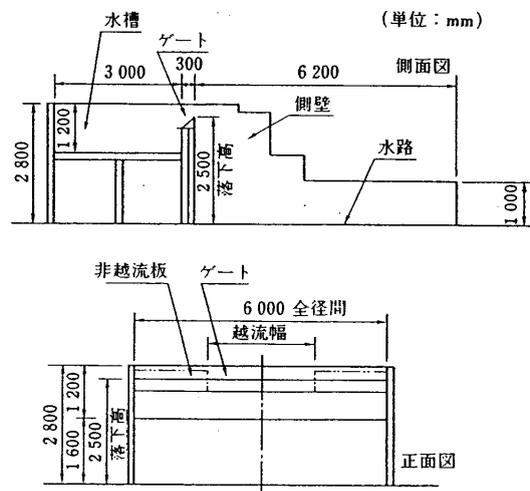


図1 実験装置

- (5) 低周波音の音圧レベル：
- (6) 低周波音の卓越周波数：

下図に空洞内低周波空気振動数と空洞固有値・ゲート固有振動数の関係を示した。

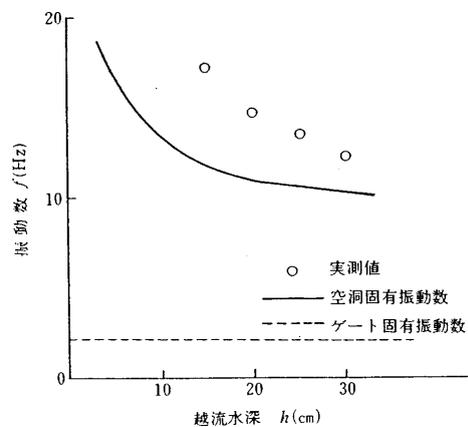


図2 固有振動数

## 2. 対策方法

### (1) 発生源及び発生原因の推定：

水膜振動の発生条件

1) 水膜と空気の相対速度による境界面の乱れと、表面張力が関係する。

2) 水膜背後に空洞がない場合：

- ・ 水膜が薄い場合は水膜単独で安定した振動を維持する。
- ・ 水膜が厚い場合は振動は生じない

水膜背後に空洞がある場合：

- ・ 水膜振動による水膜落下位置の変動により比較的厚い水膜でも安定して低周波音が発生する。

3) 落下高さが大きくなるほど、越流水深が大きい状態でも水膜振動が発生する。

4) 水膜振動が最大となるのは、水膜振動の固有値と、空洞の固有値が一致するときである。

### (2) 対策方法：

1) スポイラーにより水膜を分断し背後空洞の圧力変動を解放する。

2) スポイラーにより水膜の形状を変え水膜振動の形成を抑制する。

下図に水膜分断形状の一例を示す

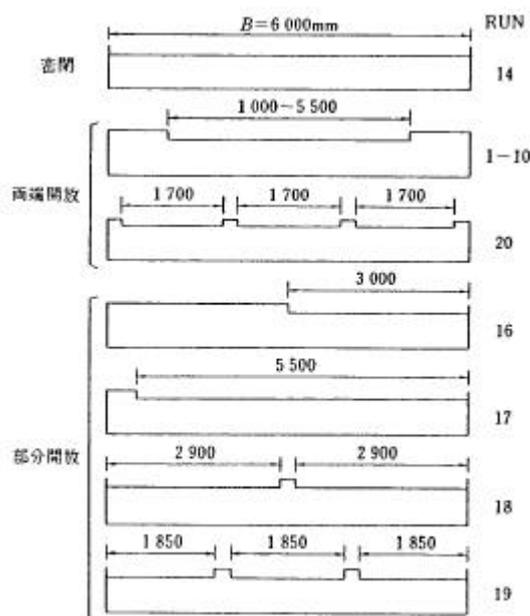


図3 水膜分断形状の例

### 3. 対策効果： -

### 4. 出典

- ・ 竹林 他：堰などからの放流に伴う低周波空気振動、ダム技術、No.82、pp. 4～21、1993

発生源：ダム・堰による越流水膜	事例番号：29
苦情内容：物理的苦情（建具のがたつき）	
対策方法：スポイラーによる水膜形状の変化（スポイラー間隔）	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：越流水膜（水流によって径間方向にほぼ一様に形作られた膜）
- (2) 苦情発生場所：堰付近
- (3) 苦情発生状況：管理橋の振動及び「家屋の窓などのガタツキ」
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

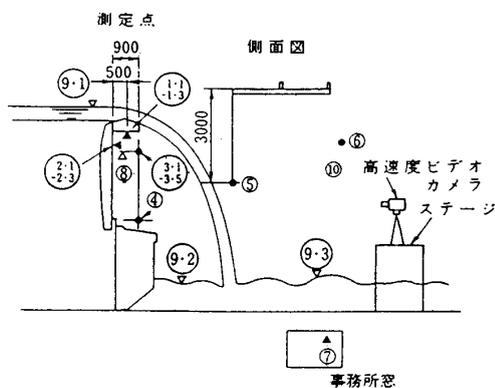


図-1 堰ゲートにおける計測ポイントの概要  
ゲート鉛直方向振動（加速度ピックアップ）、ゲート水平方向振動（加速度ピック）、～低周波音（低周波マイクロホン）、風速、事務所窓ガラス振動（加速度ピック）、温度、湿度、水面振動（波高計）、水膜振動（高速ビデオカメラ）

- (5) 低周波音の音圧レベル：水膜内部低周波音は、130dB～140dBの範囲にある。水膜外部低周波音は、110dB～130dBの範囲にある。

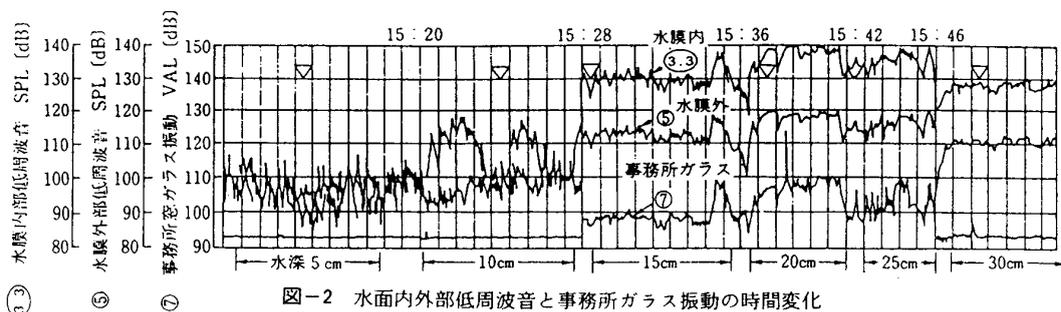


図-2 水面内外低周波音と事務所ガラス振動の時間変化

- (6) 低周波音の卓越周波数：12.5Hz～17Hzにある。

## 2. 対策方法

(1) 発生源及び発生原因の推定 : 越流水膜による低周波音の発生機構は、下記のように推定されている。

- 1) 水膜と空気の相対速度により境界面の乱れが表面張力に打ち勝って水膜振動が発生する
- 2) 水膜背後に空洞がある場合、水膜振動により水膜落下位置が変動して空洞に圧力変動が生じる。

(2) 対策方法 : スポイラーにより水膜を分断し背後空洞の圧力変動を開放すること、あるいはスポイラーにより水膜形状を変え水膜振動の形状を抑制する。

## 3. 対策効果

(1) 対策後の低周波音の音圧レベル :

(2) 対策後の状況 : 水膜の落下高さにかかわらず、ほぼ2 m以下のスポイラー間隔を採用すれば、水膜振動は発生しない。また、越流水深が大きいときには、水膜が厚くなって振動が発生しない。

(3) その他 : 厚い水膜の場合 ; スポイラーの設置間隔は、2m 以下がのぞましい。  
薄い水膜の場合 ; 径間方向に水膜形状を乱す。

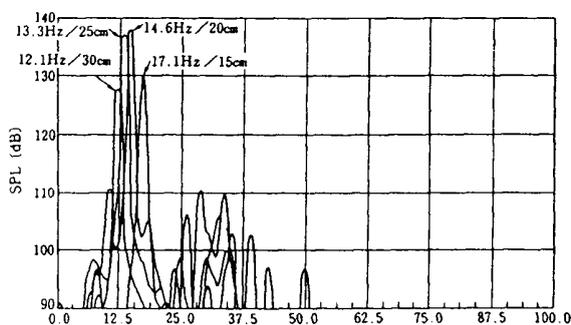


図 - 3 背後空洞内低周波音周波数分析結果

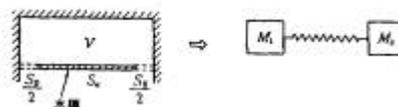


図 - 4 空洞振動の考え方

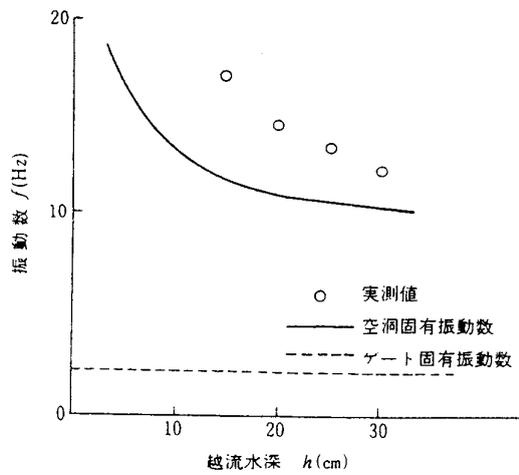


図 - 5 空洞内低周波音と空洞固有値・ゲート固有振動との関係

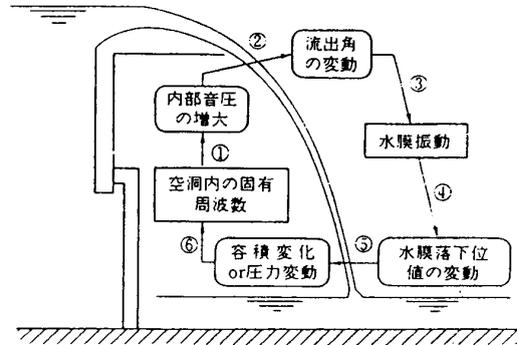


図 - 6 現地計測から推定された水膜振動発生機構

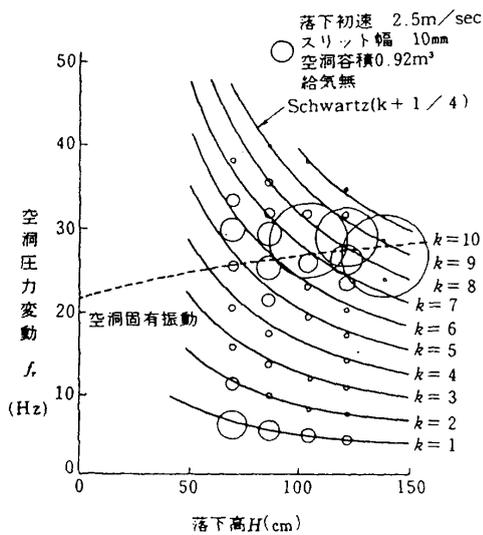


図 - 7 落下高と空洞圧力変動

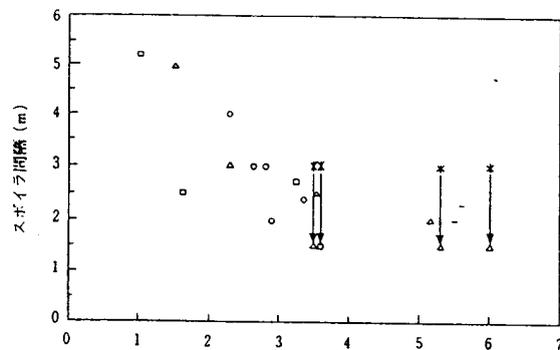


図 - 8 スポイラ感覚の実績

- シェル構造ローラーゲート
- シェル構造2段ローラーゲート
- シェル構造起伏ゲート付ローラーゲート
- フック式2段ローラーゲート
- \* 振動発生事例

#### 4. 出典

- ・ 竹林征三：ダム・堰と低周波空気振動、騒音制御、Vol.23, No.5、pp.324-328、1999.10