

29 砂防ダム(床固工)の落水水による振動 — 低周波空気振動の発生に関する一考察 —

建設省新庄工事事務所 ○米沢谷誠悦 中野泰雄

砂防ダムや床固工の落水水により振動が発生し、建具等のがたつきが生じた事例の資料収集を行い検討した結果について報告する。

1. 振動数と音圧レベル

戸や障子等のがたつき現象が発生したために苦情が出た砂防ダム、床固工の振動数(周波数)と音圧レベルの関係を図-1に示す。Aダムにおいては周波数 3.8 Hz のときに音圧レベルが 102 dB 、Bダムにおいては周波数 16 Hz のときに音圧レベルが 98 dB というように、いずれのダムにおいても低周波空気振動で音圧レベルの特異なピークが見られ、戸や障子のがたつき限界をはるかに超える音圧レベルとなっている。

2. 振動と越流水深

振動が発生した砂防ダムの越流水深と落下高を図-2に示す。建具等がかたついているときの越流水深の上限は 60 cm となっている。

3. 越流水膜の幅と落下高

振動が発生した砂防ダムの越流水膜の幅(B)と落下高(H)の比を図-3に示す。越流水膜の幅が 25 m 以上で、 B/H が4以上の砂防ダムにおいて大きな振動が発生している。

4. 越流水膜の振動

ダムなどの越流水膜が、水膜の裏側の空気と振動系を構成し振動摩擦を起こす場合、図-4に示すような波長 $K(整数) + \frac{1}{4}$ の振動形態となり、振動数 f は次式で求められる。

$$f = \frac{K + \frac{1}{4}}{-\frac{V_{ox}}{g} + \left[\left(\frac{V_{ox}}{g} \right)^2 + \frac{2H}{g} \right]^{1/2}} \quad \text{----- (1)}$$

ここで、 V_{ox} ：越流頂における流速の鉛直成分、 H ：落下高、 K ：一般に $1 \sim 5$ の範囲の整数で特別の場合でも 12 を超えることはない。

砂防ダムの場合、 $V_{ox} \doteq 0$ とし、 $K=12$ とすることにより、落水水膜によって発生する周波数の上限 f は次式のようになる。

$$f = \frac{12.25}{\sqrt{\frac{2H}{g}}} \quad \text{----- (2)}$$

さらに、 $g=9.8\text{ m/sec}^2$ とすると、 $f=27.1/\sqrt{H}$ になる。

図-5に(2)式によって求めた落水水膜の周波数の上限と落水水膜によって戸や障子のがたつきが見られた砂防ダムの周波数を示す。A, B, C, Dいずれのダムも(2)式によって求められた落水水膜の振動数の領域と一致している。砂防ダムの落水水膜の振動によって発生する周波数は落下高 2 m 以上の場合、 20 Hz 以下の超低周波と考えられる。

5. 対策工と効果

振動防止対策として水切りを設けて水膜を縦に切断することにより、越流水膜の幅(B)と落下高

(H) の比 (B/H) を小さくすると低周波空気振動の音圧レベルは低くなる。(図-3, 6参照)

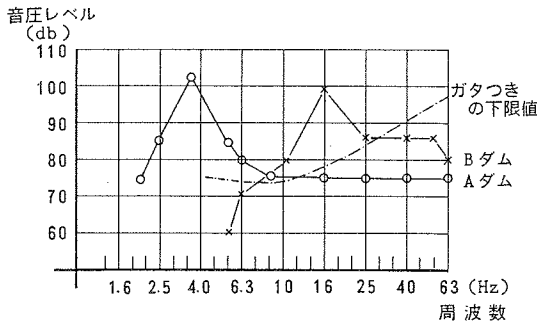


図-1 建具がガタついたときの音圧レベル

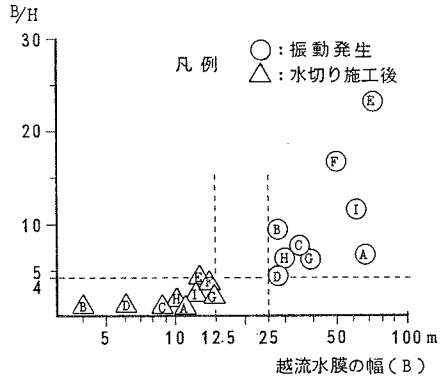


図-3 越流水膜の幅(B)と落下高(H)の関係

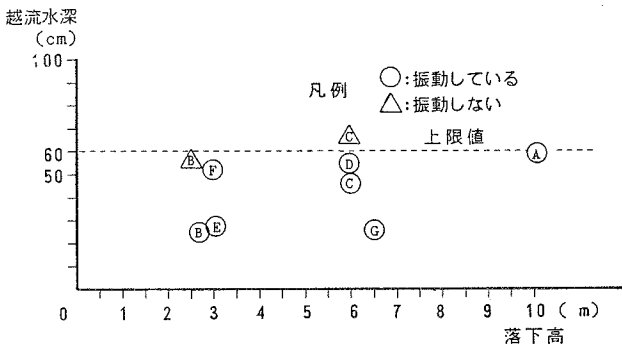


図-2 建具がガタついたときの越流水深

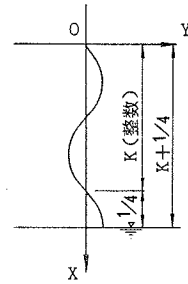


図-4 水脈振動形状模型化 (K=(1/4)の考え方)

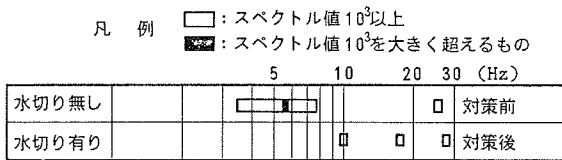


図-6 根子沢ダムにおけるスペクトル分布

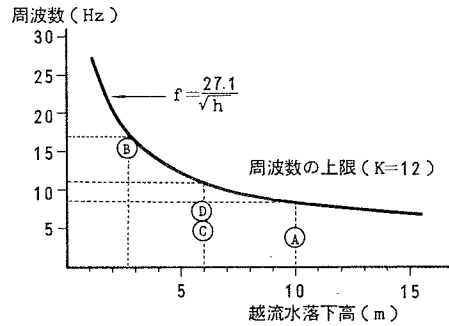


図-5 落下水膜の周波数

参考文献

- 1) 環境(ダム)調査委託報告書: 福島県砂防課 昭和57年1月
- 2) 杉山正晴, 奥平文雄, 早川友邦: 堰堤から発生する低周波空気振動と対策事例 公害と対策 1979年9月号
- 3) 騒音・振動(下): 日本音響学会編
- 4) 土木技術者のための振動便覧: 土木学会
- 5) 梅景継郎, 平田智弘, 矢島達一, 水山高久: 砂防ダムからの落下水による異常発生音とその処理 新砂防 Vol. 34 No. 3