

VI-256

水力発電所取水口に流入する土砂の検出方法(第2報)

—— 流入土砂粒子の重量と頻度の検出 ——

関西電力総合技術研究所 正会員 鬼丸 光明
ニチゾウテック機器システム部 石川 住夫

1. まえがき

河川出水時に流込み式水力発電所の取水口に流入する土砂を検出する方法として、第1報では加速度センサを用いて、流入土砂がスクリーンやそれを想定した検出バーに衝突する際の加速度値から土砂の流入頻度、流入土砂の粒子重量などを推定する方法について述べた¹⁾。本報告では引続き実施した基礎実験ならびに現地発電所取水口で得られた試験データの分析結果から、本装置によって現地取水口における流入土砂の流入頻度および粒子重量の分布の推定が可能であることを報告する。

2. 流入土砂検出方法

図1は、加速度センサを適用した土砂検出方法を示す。河川から流入した土砂が検出バーに衝突すると加速度が計測される。この速度波形を全波整流し、一定のしきい値を越える場合土砂粒子の流入があったと見なし、計数回路のカウンタアップ、全波整流信号の最大振幅値およびその積分値をA/D変換によりデータとして計算機システムに取込む。計算機システムでは、所定時間における石粒子の流入頻度および最大振幅値から流入した石粒子の重量推定を行って土砂の粒子重量の分布を求める。

3. 粒子重量の推定方法

現地発電所の取水口に、長さ2000mm、幅50mm、厚さ6mmのステンレス製の検出バーを水路底部の水平なコンクリート敷に設置した。この検出バーで計測された加速度値からの粒子重量の推定は次の(1)～(4)の手順で実施した。

- (1) 空中で石粒子を一定の高さから検出バーに落下させ（衝突速度一定）、石粒子が衝突した時に発生する加速度と石粒子重量の関係を検出バーの特性として実験により把握する。（図2）
- (2) 水理実験によってコンクリート上を流れる粒子速度と流速の関係を調べる
- (3) 現地取水口における検出バーの設置点での流速測定を行い、粒子の衝突速度を推定する。
- (4) 現地計測システムで得られた石粒子衝突時の加速度値と(1)～(3)の関係から、流入土砂の粒子重量を求める。

図2(a)(b)は現地に設置したものと同じ形状寸法の検出バーの土砂重量と加速度の関係調べた実験結果を示す。石粒子の衝突速度は取水口での流速を考慮して、それぞれ0.8、1.3m/sとした。ここで、加速度の最大振幅値を y (m/s²)、石重量を x (g) とする回帰式は、衝突速度 v ごとに次式となる。

$$y = 3.39 \cdot x \quad (v = 0.8 \text{ m/s}) \quad (1)$$

$$y = 6.22 \cdot x \quad (v = 1.3 \text{ m/s}) \quad (2)$$

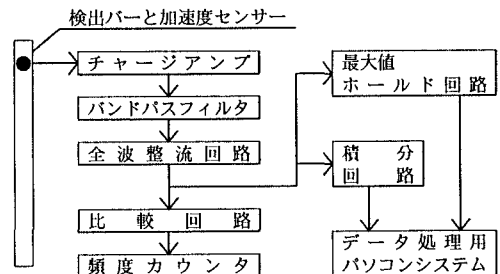


図1 加速度センサによる流入土砂検出システム

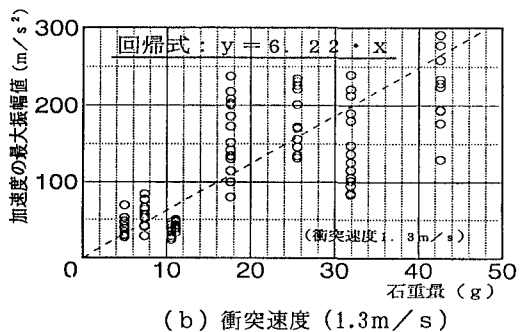
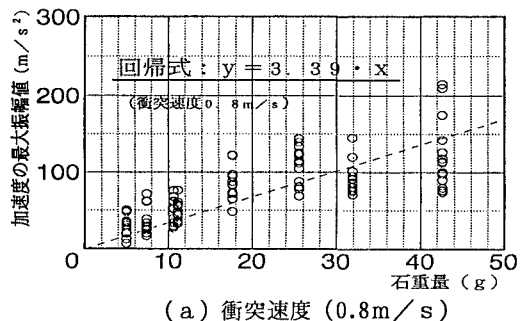


図2 検出バーの特性

任意の粒子速度 v における加速度の最大振幅値 y と粒子重量 x の関係は (1) 式と (2) 式から内外挿可能と考え、回帰式の勾配 f は $f=5.66(v-0.8)+3.39$ となり、粒子重量と加速度の関係は (3) 式となる。

$$y = \{5.66(v-0.8)+3.39\} \cdot x \quad (3)$$

図3は水理実験によって得られた粒子速度と流速の関係を示す。試験に使用した石粒子は粒径25~16mm程度のものである。第1近似として石粒子の大きさの影響を無視すれば、粒子速度を v 、流速 v_0 とする回帰式は (4) 式ようになる。

$$v = 0.725 \cdot v_0 - 0.069 \quad (\text{m/s}) \quad (4)$$

4. 現地計測データの分析

試作した流入土砂検出システムを現地発電所取水口に設置し、長期計測を実施した。検出バーは導水路入口に鉛直方向に両支持方式で設置した。

図4はH7年7月上旬の出水時に得られたデータで、水位は堰堤天端を0mとする越流高さを示し、縦軸の個数は時間間隔5分間に検出バーに衝突した土砂粒子の個数を示す。図4によれば、河川の出水にともない土砂の流入が生じ、7月10日前後に導水路に流入したものと考えられる。

次に流入土砂の粒子重量の推定結果について述べる。現地計測において検出バーを設置した場所の流速 V_0 は 0.9m/s である。(3)、(4)式から、石重量と加速度の関係は次のようになる。

$$x = y / 2.14 \quad (\text{g}) \quad (5)$$

図5は、現地計測データとして得られた石衝突時ごとの加速度の最大振幅値と (5) 式の関係から流入した粒子重量を求め、粒子重量の頻度分布を求めたものである。この図によると流入土砂は粒子重量4~8g程度を中心とするものである。

図6は、導水路入口付近での堆積土砂616個の粒子重量を後日測定し、その粒子重量の分布を調べた結果を示す。図6と図5を比較すると分布傾向はほぼ一致している。このことから、今回試作したシステムによって土砂流入の緩急や流入土砂の粒子重量の推定はある程度可能と判断される。

5. 結論

水力発電所取水口に流入する土砂の検出方法として、加速度センサを用いた現地実証試験の結果では、土砂流入の頻度が求められる他、流入した土砂の粒子重量分布を定量的に把握する方法としての有効性が認められた。今後、さらに技術的検討と現地試験を実施し、水力発電所の維持管理に資するシステムの構築を目指したいと考えている。

<参考文献>

- 1) 中岡他3名:水力発電所取水口に流入する土砂の検出方法について 土木学会 第50回年次学術講演会講演要集 II-37 pp74-75

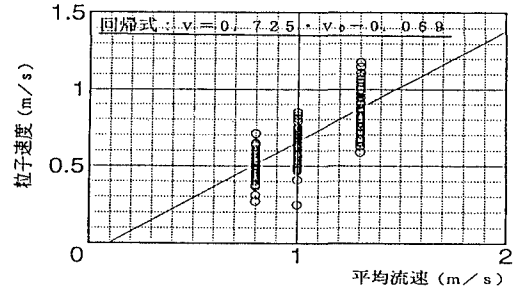


図3 粒子速度と流速の関係

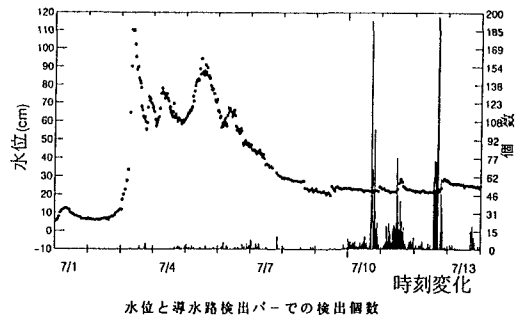


図4 現地計測データの一例

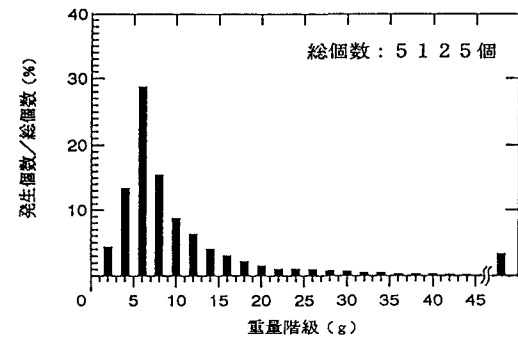


図5 流入土砂の粒子重量分布

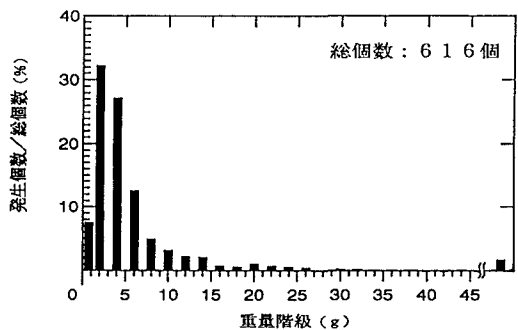


図6 粒子重量分布の調査結果