河川流下土砂の計測システムの開発について

中部電力㈱　電力技術研究所　正会員　○本田　章人
中部電力㈱　電力技術研究所　正会員　依田　眞
中部電力㈱　電力技術研究所　正会員　内藤　斉
㈱シーテック　技術コンサルタント部　正会員　佐藤　公巳

1．はじめに

流れ込み式の水力発電所は、洪水時の濁水に含まれる土砂が水路内に流入し、水圧鉄管や水車が摩耗するため、この予防措置として限界流量（増水・減水）を設定し、これに基づき取水停止・復旧（発電停止・復旧）の判断を行っている。

しかし、当社発電所における調査[1)]によれば、流量が最大値を示す前に流下土砂濃度が最大値を示し、かつ、流量が減少する前に濃度が減少することが分かった。このことから、流量による取水停止・復旧の判断では、土砂流入制御の観点からは十分とは言えず、流下土砂濃度を直接計測することが重要である。

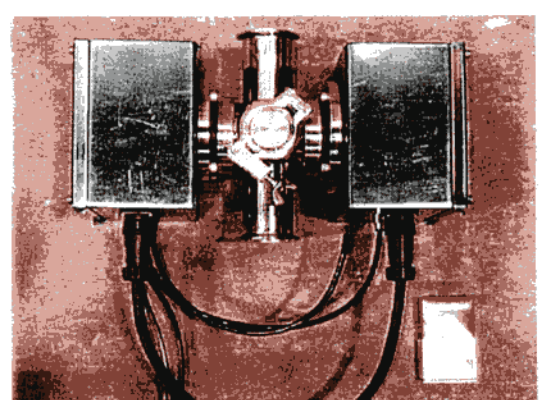
角ら[2)]は差圧測定による計測手法を開発し、実証試験を行っているが、筆者らは電子・化学分野等の分散・濃度管理に使用されている平均粒度・濃度モニターに着目し、流下土砂濃度と平均粒径を計測できるシステムを開発した。本システムは、低濃度から高濃度まで、リアルタイムかつ連続的に計測することが可能であること、および、それに伴い概略の粒径を把握出来ることを特徴としている。

本稿では、システムの概要と、室内および現場適用試験について報告する。

2．システムの概要

2.1 測定原理

本システムの中心部である平均粒度・濃度モニター（**写真１**）は、光源から放射された近赤外線が、粒子密度や粒子径の表面積に応じて吸収・散乱の影響を受け、減水した光が①透過②前方散乱③後方散乱の検出素子で検出されるものである。この光量を測定し、目的とする測定項目に応じて、これら三種類の検出データを適宜選択し、事前に求めた関係式に基づいて演算するものである。

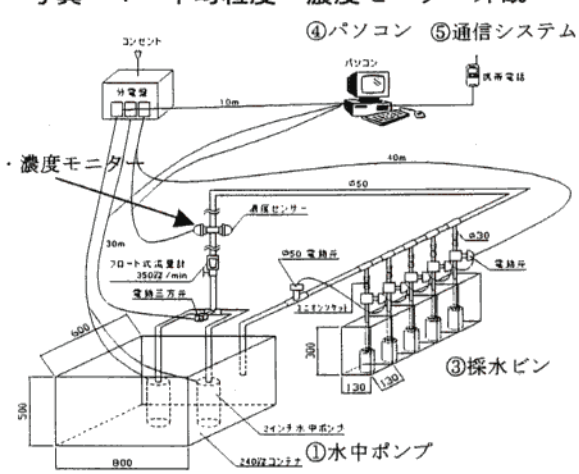


写真－１　平均粒度・濃度モニター外観

2.2 システム構成

システムは、**図１**に示すとおり、①水中ポンプ（河川水採水）②平均粒度・濃度モニター（粒度・濃度計測）③採水ビン（任意の時刻に採水し、測定結果と比較検証出来る機能、2リットル×5本）④パソコン（システム起動・停止、データ収集等）⑤通信システム（通信ソフト、携帯電話による遠隔操作）で構成されている。

構成に当たっては、モニターの精度・信頼性は勿論、経済性、施工性、耐久性等を考慮して、各種の機器を比較検討した。



図－１　濁水計測システム構成図（室内試験用）

キーワード：流下土砂濃度、平均粒径、平均粒度・濃度モニター、濁水計測システム
連絡先：〒459-8522　名古屋市緑区大高町字北関山 20-1　TEL052-621-6101　FAX052-623-5117

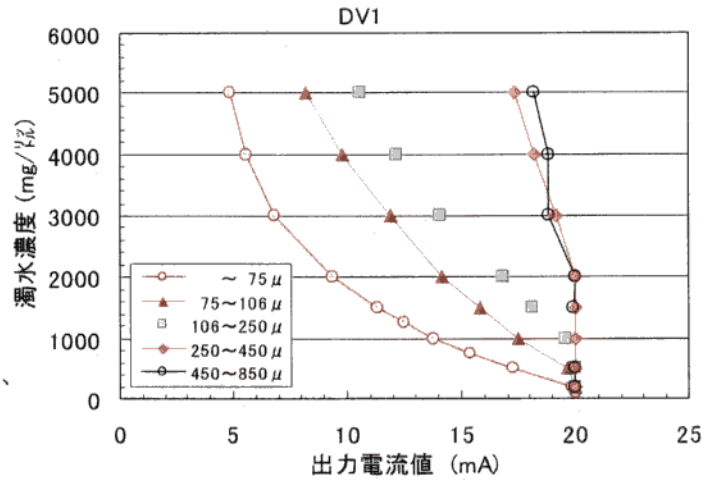
3．室内試験

室内試験は、濁水の粒径（75μm～850μm）と濃度（100mg/l～5,000mg/l）をパラメータとして、検出素子ごとに、電流出力値（4～20mA）を計測した。

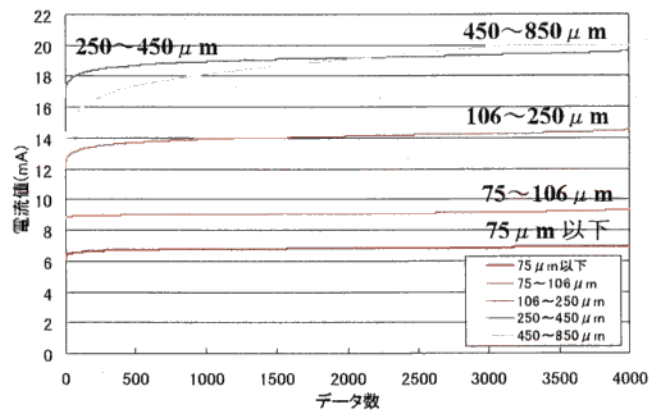
図2は、透過光による濁水濃度と出力電流値の関係を示したものである。前方散乱光、後方散乱光でも同様に計測した結果、濃度が0～3,000mg/lの場合は透過光と良い相関を示し、3,000mg/l以上の場合は、後方散乱光と良い相関を示した。

図3は、電流値の変動幅と濁水中の土粒子粒径の関係を把握するために、粒径別（75μm～850μm）に出力電流値を昇順で整理したものである（透過光）。粒径が大きく、その範囲が大きいほど電流値の変動幅も大きくなっていることが分かる。そして、この電流値の変動幅を、対象粒径範囲の代表粒径とした。前方散乱光、後方散乱光でも同様に計測した結果、濃度が0～3,000mg/lの場合は透過光および前方散乱と良い相関を示し、3,000mg/l以上の場合は、後方散乱光と良い相関を示した。

上記の相関を基に、回帰式を作成し、システムに組み込んだ。



図－2　浮遊土砂濃度と出力電流値の関係（透過光）

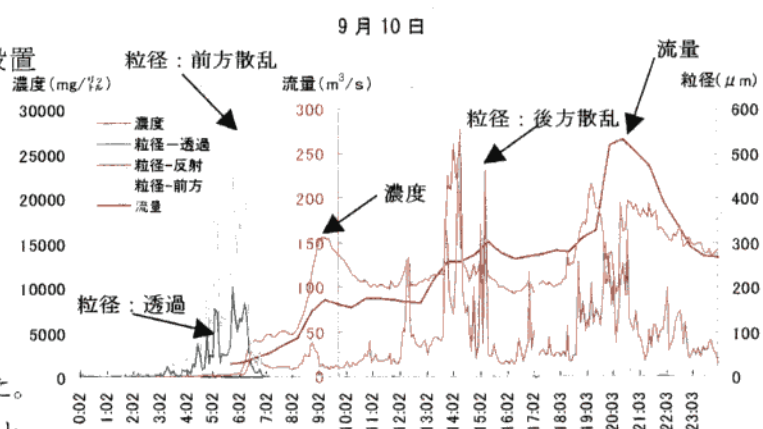


図－3　粒径と出力電流値（昇順）の関係（透過光）

4．現場適用試験

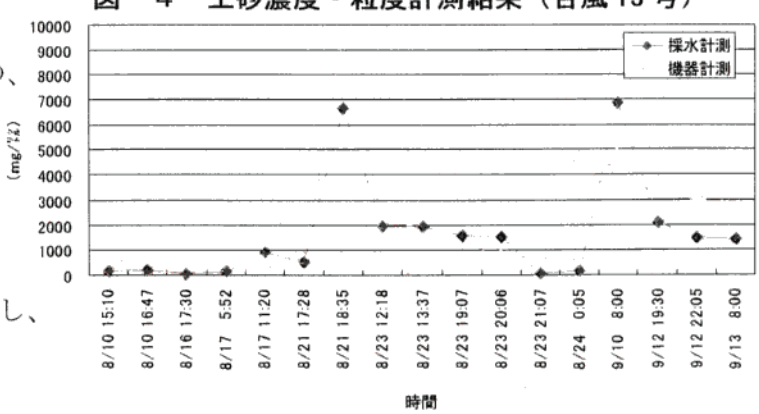
平成13年に天竜川水系にある当社発電所に設置し、計測を実施した。

図4は、9月10日から14日の台風15号による出水時（流量は最大で約260m³/s）の計測結果の一部である。流下土砂濃度は、最高で約25,000mg/lを計測することが出来た。粒径は、透過光と前方散乱光は3,000mg/l以下で、後方散乱光は3,000mg/l以上で相応の値を示した。



図－4　土砂濃度・粒度計測結果（台風15号）

図5は、流下土砂濃度のシステムによる計測値と、採水ビンによる計測値を比較したものである。5,000mg/l以上の場合の精度が若干落ちるものの、全体としては良好な精度であった。



図－5　システム計測結果採水計測結果の比較（濃度）

5．まとめ

河川の流下土砂濃度および粒径を、低濃度から高濃度まで、リアルタイムかつ連続的に計測出来ることを確認した。今後も試験を継続し、実用性の高いシステムを構築していく。

参考文献

1)内藤　斉・依田　眞：流れ込み式水力発電所における流入土砂の特性について、土木学会第55回年次学術講演会、2000.9

2)角　哲也・森田佐一郎ら：差圧測定による浮遊砂濃度計測に関する研究、土木学会第56回年次学術講演会、2001.10