

II - 320

礫を縫う流れに対する水深推測の試み

中部電力(株) 電力技術研究所	正会員	土山茂希
中部電力(株) 技術顧問	正会員	河村三郎
中電工事(株) 技術コンサルタント部		滝 充弘

1. まえがき

河床の砂礫に比べて水深が小さく、水面上に巨礫が飛び出しその間を縫って河水が流れるような流れの状況を対象として流れの抵抗を検討し、従来から用いられている Manning 式などに比べて、より精度良く水深を推測する手法の提案を試みた。この成果は河川以外に砂礫を敷き詰めた魚道などの水深検討にも適用できる。

2. 現地調査と水理実験の実施概要

中部地方の山地河川において河床砂礫の粒度分布、河床勾配、および流量と水深の関係を現地調査した。さらにその結果を基に 1/2.5 縮尺した水理模型を用いた実験を行い、水深 h や粗度密度 R_d 、河床勾配 I の変化に対する流れの抵抗係数 f の関係を検討した。抵抗係数 f は Darcy Weisbach の平均流速式より算定した。

3. 河川の抵抗係数 f と粗度密度 R_d との関係

水理実験より算定した抵抗係数 f と河床勾配 I との関係の検討の結果、 $f \propto I^{0.3}$ の関係が見出された。この関係を前提として、水面上に飛び出している礫の平面積をその検討区間の(流れの幅×流下距離)で割ったものを粗度密度 R_d とし、 $(f/I^{0.3})$ と R_d との関係を検討した結果、次式を得た(図-1 参照)。

$$f/I^{0.3} = 2.606 \cdot e^{2.650 \cdot R_d} \quad \text{①式}$$

4. 河床砂礫の粒度特性と粗度密度 R_d との関係

粗度密度 R_d を計測するために、流量 Q をいろいろ変えた場合の水面上に現れる礫の平面積を調査する事が必要となる。しかし、実際の河川でこのような河川流量 Q を変えた調査を行えば、その結果から、直接、河川流量と水深の関係を明らかにする事ができる。このため、現地の放流試験を行わずに河川流量に応じた河川水位を予測したいとする本検討の趣旨からは、比較的容易に入手できる河川の諸数値から R_d を算定できることが求められる。

D_{84} を河床砂礫の 84% 粒径、 R を径深として、Hey の式より抵抗係数 f を表すと

$$f = 1/[2.03 \cdot \log_{10}\{(a/3.5) \cdot (R/D_{84})\}]^2 \quad \text{②式}$$

ここで、Hey の式におけるパラメータ a を水理実験の値 R/D_{84} の回帰式で示す(図-2 参照)と

$$a = 21.22 \cdot (R/D_{84})^{0.4938} \quad \text{③式}$$

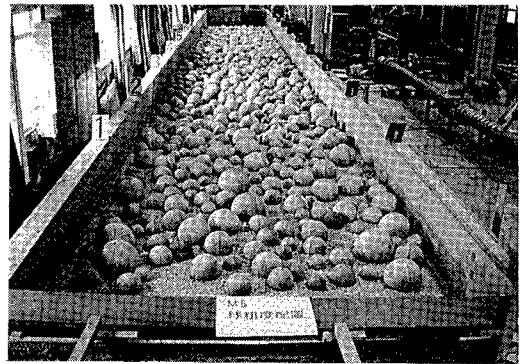
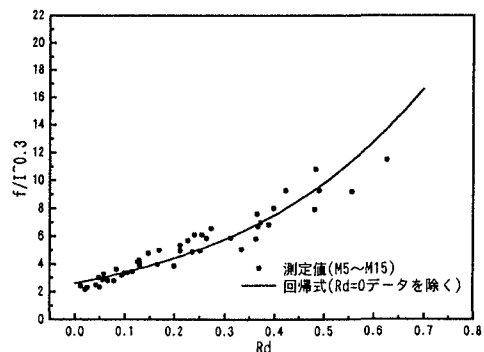


写真-1 水理実験の概要

図-1 $f/I^{0.3}$ と R_d の関係

キーワード 砂礫河床、水深推測、流れの抵抗、Darcy-Weisbach

連絡先 〒459 名古屋市長区大高町字北関山 20-1 Tel 052-624-9189 Fax 052-623-5117

となった。③式を②式に代入し、それと①式から次式を得る。

$$Rd = 1.738 \cdot \log_{10}\{(0.3051 \cdot I^{0.15}) / \log_{10}[6.063(R/D_{84})^{0.5062}]\} \text{、但し } Rd \geq 0 \quad \text{④式}$$

5. 算定式の精度の検討

水理実験による実測値に対して、④式から算定した粗度密度 Rd (計算値)との比較を図-3 に、また④式から求めた粗度密度 Rd により①式から算定した抵抗係数 f (計算値)との比較を図-4 に示す。

さらに、実河川での現地観測値に対して、④式から算定した粗度密度 Rd と①式から算定した抵抗係数 f によるマンニングの粗度係数(計算値)を図-5 に示す。

これらの結果より、水理実験の結果からは高い精度で推定できることが明らかになった。しかし、現地調査結果については、調査事例の数も限られており推定精度を明らかにするまでに至っていない。今後、各種の河川での流量観測結果を用いた検証が必要と考えている。

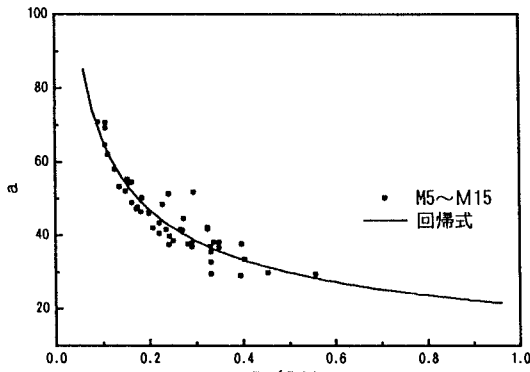


図-2 a と R/D_{84} の関係

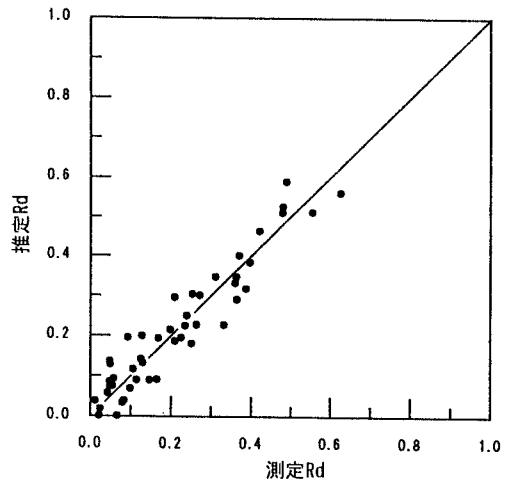


図-3 Rd の実測値と推定値(M5~M15)

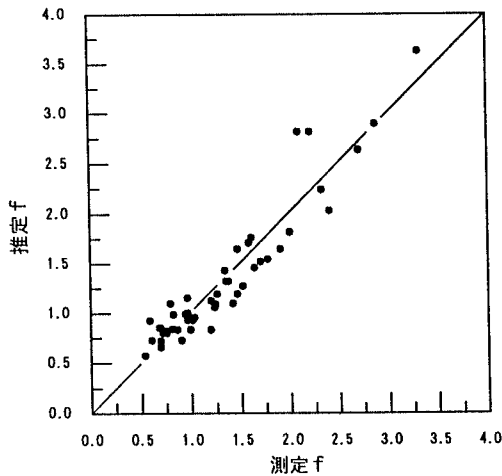


図-4 f の実測値と推定値 (M5~M15)

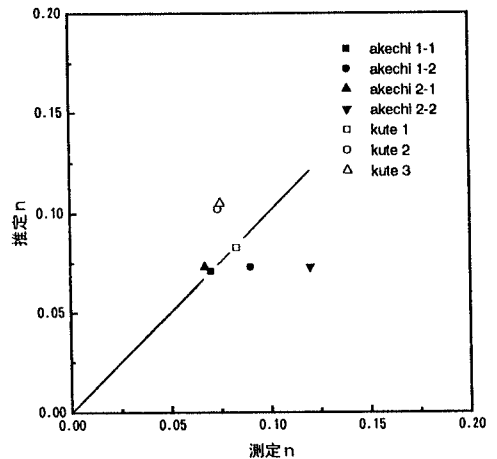


図-5 n の実測値と推定値 (現地実測データ)