

相対水深の小さい流れの抵抗に関する研究

中部電力 ○宮本 晋一 岐阜大学工学部 正員 河村 三郎
 中部電力 正員 渡辺 増美 中部電力 豊田 淳史
 中電工事 滝 充弘

1. はじめに

山地河川は、勾配が急で、水深に比べて礫が大きい従来からの抵抗則が適用しにくい領域である。本研究では、山地河川に適用できる抵抗則の開発に先立ち、現地実測により小流量時の抵抗係数を求めるとともに、水理模型実験により相対水深と抵抗係数の関係を求めた。

2. 現地実測

現地河川における抵抗係数の実測を中部地区の11河川12地点において、水面の段差が小さい場所を選び平成2年8月から平成4年12月にかけて行った。実測地点の位置図を図-1に示す。測定項目と方法は以下に示すとおりである。

図-2に示す縦断距離20mの区間で、①流量測定、②横断測量（河床と水位）、③縦断測量（河床と水位）、④河床礫の粒径測定を行った。

河川流量は、各横断測線において河川横断方向に10～30cm間隔、水深方向に2割、6割、8割の位置でプロペラ流速計により流速測定を行って求めた。

横断測量は、小型スタッフ、レベル、テープを用いて10～30cm間隔で行い、10cm以上の石を表わせるようにした。また、縦断測量は小型スタッフ、レベル、テープを用いて50cm間隔で行った。

河床礫の粒径（長軸、中軸、短軸）測定は、横断測線に沿って幅50cmの範囲内について中軸径が2cm以上の礫をサンプリングする方法（面採取法）と検討対象区間（河川縦断距離約20m）について1mの格子点下の礫をサンプリングする方法（格子点採取法）により測定した。

以上の測定データについて不等流の差分方程式を用いて粗度係数を逆算した結果、 $n=0.07\sim0.12$ となり水理公式集に示されている値に比べてやや大きめであることがわかった。またその値は横断測量の測定間隔による影響を受け、河床に凸凹がある所では間隔を大きくするほど径深が大きくなり見掛け上粗度係数が大きくなる傾向が強い。また、図-3に示すように相対水深が小さくなるほど粗度係数が大きくなる傾向が見られる。

3. 水理模型実験

幅2.5m、長さ20m（測定区間は16m）、勾配1/100の水路に、現地河川の河床材料の粒度分布を2.5分の1で縮尺した石を短軸が水深方向となるように張り付けて人工河川を作成した。なお、再現する石の最小粒径は、現地で5.0cmまでとし、石と石の間は0.5～1.0cmの石により間詰めした。流量は、抵抗に対する水深の依存性を求めるため6～210ℓ/secまで7段階に変化させた。測定項目は2m間隔9断面の横断測量と縦断測量（河床と水位）、粒径分布測定である。横断測量はポイントゲージにより、15cmピッチ以下の間隔で石の形がわかるように測定した。一方、縦断測量は同じくポイントゲージにより50cm間隔で行った。粒径測定は、面採取法では横断測線に沿って幅20cmの範囲内について、格子点採取法では40cmの格子点下の石を採取した。石の粒度分布は、図-4に示すとおりである。測定された水位データについて、現地実測と同様の方法により粗度係数を求めて、図-3にプロットした。粗度係数は、相対水深 R/D_{84} が小さくなるにつれて大きくなるが、その値は0.05～0.10で現地実測よりやや小さい。

4. まとめ

水深が10～20cm程度と小さい河川の粗度係数を測定した結果、 $n=0.07\sim0.12$ で水理公式集で紹介されている値（山地流路で0.03～0.07）より大きいことがわかった。また、水深が小さくなると粗度係数が大き

くなる傾向が見られたため、室内に人工河川を作って水深の依存性を確認した。その結果、粗度係数は現地実測値よりやや小さいが水深が小さくなるにつれて大きくなることがわかった。

今後は、粒径がより小さい他の河川による水理模型実験を行って、 R/D_{84} の大きい領域の傾向をみるとともに、人工球粗度を用いて粗度の密度、配置パターンが抵抗におよぼす影響を検討していく予定である。



図-1 現地実測位置図

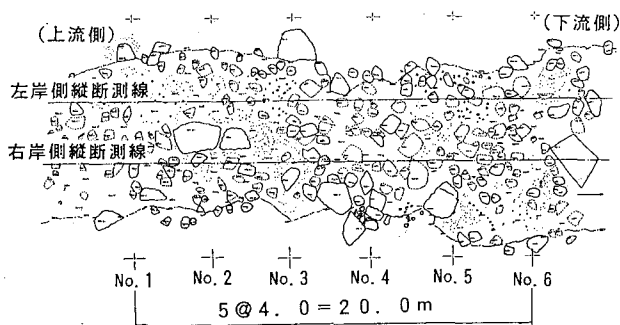
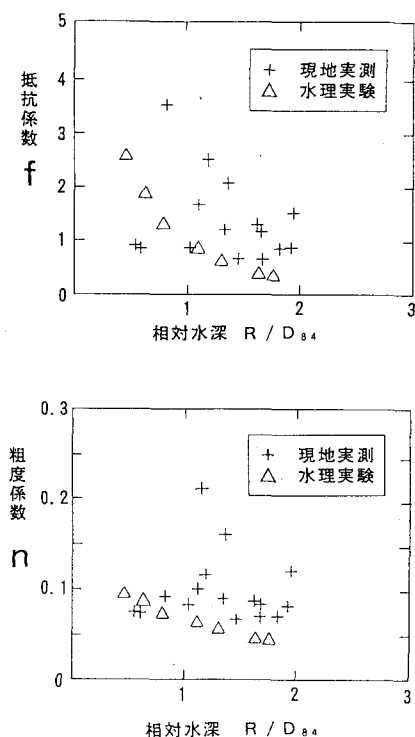


図-2 河川平面図



R : 径深、 D_{84} : 84% 粒径 (面採取法)

図-3 抵抗係数の測定結果

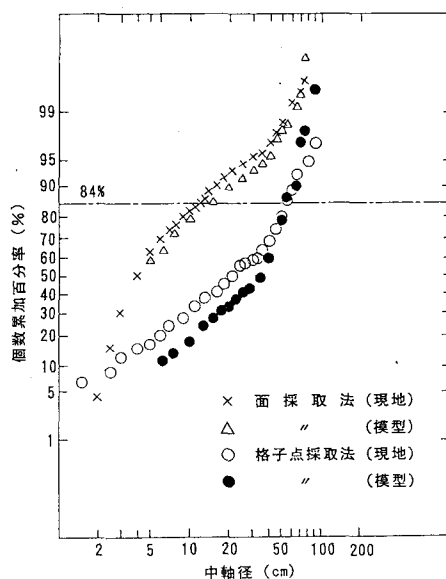


図-4 河床材料の粒度分布