

II-127

広い粒度分布を有する河道の
河床変動とふるい分け現象

建設省土木研究所 正員 福岡捷二 高橋晃 藤田光一 渡辺明英 平林桂 坂野章
森田克史 加賀谷均 林正男 長谷川賢市 小谷裕司 黒川信敏

1. はじめに

涸沼川の低水路は、河床材料が混合粒径からなり、川幅が小さく（約25m）、河岸が粘着性の材料からなり耐侵食性が河床に比べて著しく高い。このような特徴を持つ涸沼川低水路について、縮尺の異なる2種類の模型（1/15, 1/20）を用いて移動床実験を行った。得られた結果を詳細な現地観測の結果と比較することにより、流水抵抗、河床変動、河床材料のふるい分けに関して、実験による現地の再現性を調べ、また、再現性に与える模型縮尺の効果を調べた。

2. 模型実験の内容

図1に河道の模型範囲とその平面図を示す。図2に、模型に用いた河床材料と現地の河床材料の粒度分布を示す。現地の河床材料は主に30mm程度と2mm程度の2つの粒径集団から成っている。模型の河床材料には、現地の河床材料を

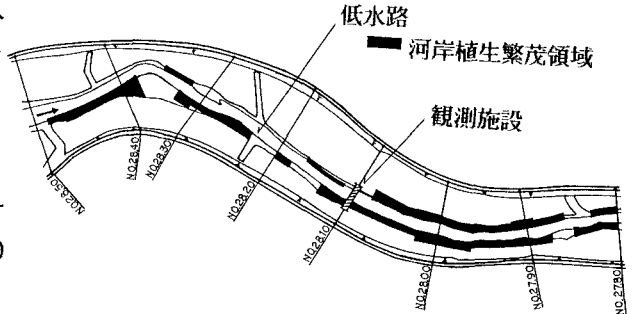


図1 涸沼川河道平面図

そのまま縮尺に応じて縮小したものを用いることを原則としたが模型に使用できない小さな粒径は除き、また、模型においてリップルが形成されるのを防ぐため細粒分の割合をやや減らした。涸沼川では、昭和61年8月と9月に、それぞれ観測を開始して最大の洪水（8月洪水）と2番目に大きな洪水（9月洪水）が生じている¹⁾。実験では、模型の初期河床を、9月洪水直後の横断測量により得られた河床高に合せ、8月洪水の流量ハイドロをフルードの時間縮尺にしたがって歪めた波形の流量ハイドロを通水した。ただし高水敷以上の流量は現地において観測できなかったため、低水路満杯を上回る90m³/s以上の流量については、大きな流量が長時間流下した状況を再現することを目的として、水位が高水敷を上回る流量140m³/sを長時間（5時間）通水した。また、涸沼川低水路の河岸には顕著な植生が繁茂しているので、模型の河岸に河岸植生模型を設置した。この植生模型の相似性は、固定床模型実験¹⁾により検証されている。

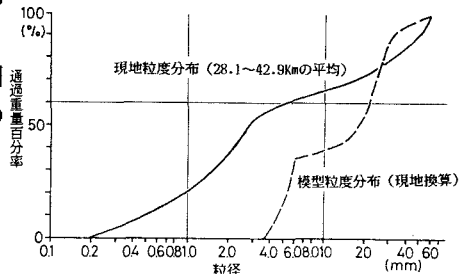


図2 現地と模型の河床材料

3. 模型実験と現地観測結果との比較

3.1 河床変動： 図3に最深河床高の縦断変化を示す。これらの図より、縮尺1/15, 1/20両方について、模型における通水後の河床高が現地の8月洪水後の河床高と概ね一致しており、河床変動特性について現地と模型に大きな差がないことがわかる。

3.2 抵抗特性： 図4に、代表的な2つの流量に対応する水位縦断変化を模型と現地について示す。現地の水位データは8月洪水増水期のものである。模型についても流量増加時のデータが示されている。図より、縮尺1/15の模型水位が縮尺1/20の模型水位より小さいものの、その差は小さく、両方とも観測値をよく再現していると見ることができる。なお、8月洪水減水期においては、同じ流量の増水期よりも水位が50cm程度高く、減水期の低水路流水抵抗が増水期より顕著に大きくなることが洪水観測により明らかにされている¹⁾。しかし、本移動床実験においては、同じ流量での減水期と増水期の水位はほとんど同じであった。したがって

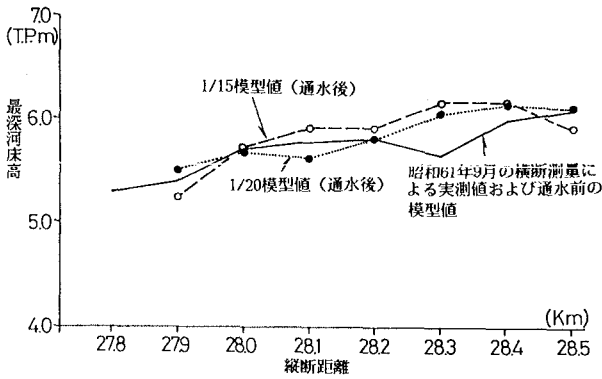


図3 最深河床縦断面図

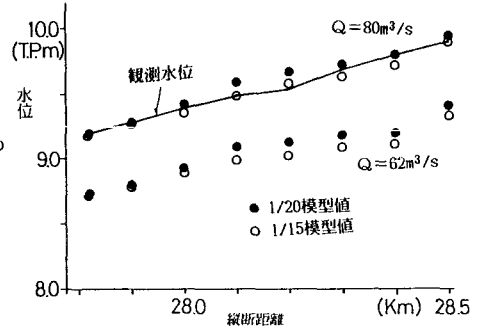


図4 水位縦断面図

て、本実験の結果から判断する限り、増水期と減水期の抵抗の違いに及ぼす低水路河床影響は小さく、この違いはむしろ流れに及ぼす河岸植生の影響が増水期と減水期で異なることに起因すると考えられる。これは、涸沼川の低水路幅が小さく、流水抵抗に与える河床波の影響が河岸植生に比べて小さいためと推定される。

3.3 粒度のふるい分け： 涸沼川では、河岸の耐侵食性が河床に比べて著しく高く川幅が小さいため、法線形、川幅の変化による掃流力の場所的変化が大きい。低水路河床の縦横断面形状は、このような掃流力の平面分布に応じて決り、主流部の位置も法線形や川幅の変化に応じて左右に変化する。またこの際、混合粒径からなる河床材料は洪水の流下によるふるい分け作用を受けるため、粒度分布が場所により大きく変化する²⁾。図5の実線は、現地の主流部の60%粒径 d_{60} の縦断変化であり、図6は、不等流計算により求めた低水路満杯時の掃流力 τ の縦断変化である。図より、 d_{60} が縦断的に大きく変化していること、 τ の増減が d_{60} の増減と密接な関係を持っていることがわかる。図5の破線と点線は、それぞれ1/15, 1/20模型の通水後の主流部における d_{60} の縦断変化を示したものである。

両方とも現地の d_{60} の変化傾向をよく再現している。図5には、河道湾曲により横断的に大きなふるい分けが生じている28.3~28.4Km付近の区間について、主流部以外の河床材料の d_{60} もプロットされている。図から、模型においても現地と同様、主流部以外の位置においては細かな粒径集団が河床を占めていることがわかる。以上から、ふるい分け作用による現地の縦断的横断的な粒度分布の違いが、両方の縮尺の模型においてよく再現されており、このふるい分け作用によって河道の縦横断面形が決っていることが明らかとなった。

4. まとめ

涸沼川低水路の移動床模型は、河床変動、流水抵抗、ふるい分け作用について、現地の現象をよく再現する。また、縮尺が再現性に与える影響は、本実験の範囲(1/15, 1/20)内では小さい。

1)福岡ら、第32回水講、pp.347~352, 1988.

2)福岡ら、第31回水講、pp.635~640, 1987.

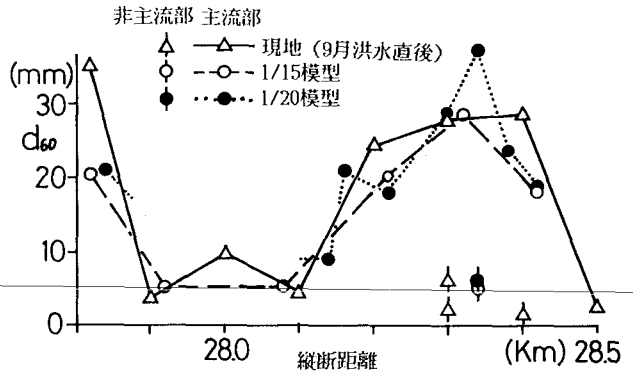


図5 d_{60} の縦断変化

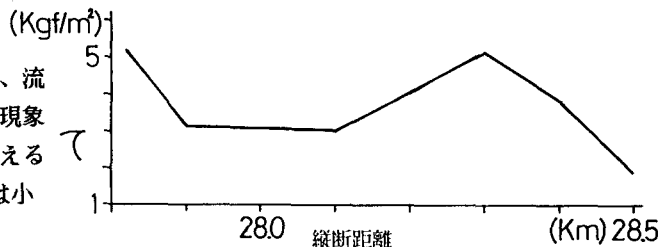


図6 低水路満杯時の掃流力の縦断変化