

II-248

多自然型護岸に関する実験的検討

京都大学防災研究所 正員 藤田裕一郎 京都大学防災研究所 正員 村本 嘉雄
(株)東洋建設土木部 正員 井澤 寛

1. はじめに 最近の河川改修は多自然型川づくり一色といってよいほど、全国各地で自然を意識した河川工事が進められている。建設省の調査によれば、現在パイロット事業の総数は千例近くに上っていて、種々の工法が実地に検討されている。しかし、本来第一に議論されておかれるべき筈の河川・河道の「自然性」についての認識が不十分なまま事業のみ進展しているという憾は否めない。河川・河道の持つ「自然性」は、明治以降の近代河川工法の展開によってかなりの変貌をみたとはいえ、洪水・渇水に対する人間活動の長い歴史の中で培われてきたものであって、流域毎に、また、河道区間毎に異なった、河川の個性ともいえるものである。したがって、多自然型工法は、流域や実施区間近辺の自然とともに歴史的・社会的環境に配慮して計画実施していく必要がある。とくに、護岸は施工箇所が多くて延長も長いだけに、河川環境に与える影響が大きく、同時に河岸を保護するという本来の目的も疎かにできない。しかしながら、河道の自然性を十分検討する余裕のないまま、多様な工種を適用する模索状態が続いている。現状の適用工種に共通した特徴は、可能な限り天然の素材を用い、多孔性・屈曲性に富んだ構造にして、状況が許す範囲で緩傾斜となるようにしている点である。本文では、そのような護岸工の防災機能を評価するために、初めに多自然型護岸工の構造について述べ、そのうちの代表的と思われる構造について行った基礎実験と検討結果を示す。

2. 多自然型護岸工の構造 多自然型護岸工の主なものを分類すると、コンクリートブロックを自然石に換えた練積み・空積み護岸、コンクリート型枠内に栗石を詰めたり、芝を張ったもの、それらと柳枝工を併用したもの、木工沈床や柵工を河岸上部にまで適用したもの、河岸を蛇籠・布団籠で覆ったもの、詰め杭と栗石を併用したもの、張り芝のみのもの、のようになる。これらの主体は昭和30年代まで一般に用いられ、その後コンクリートブロック護岸に置き換えられてきた工法であって、それらが強度の十分な検討のないまま再び取り入れられようとしている。それらの強度や防災機能の評価には、全てについて水理特性を把握することが望ましい。しかしながら、外形が類似の護岸に働く流体力には大きな相違がないと思われるので、実験では、よく見掛けられる階段状護岸を対象とし、破壊過程が容易に観察できるような最も弱いとみられる構造を選んだ。すなわち、図1のような詰め杭による0.6mの段差と栗石覆い工をもつ、平均法勾配5割の5段構造の階段状護岸について実験した。この護岸工の全幅は、根固め捨て石を含めると約20mであって、かなり大きな緩流河川の低水護岸と考えられる。

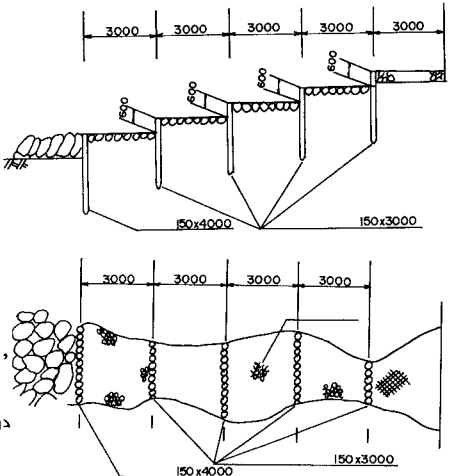


図1 実験を行った護岸の模式図

3. 実験の概要 実験は、護岸近傍のみを対象として、図2のような幅1.8m、長さ15m、深さ0.4mの実験区間とその上・下流区間に幅0.5m、深さ0.55mの流入・流出部をもつ可変勾配水路で行った。実験に用いた護岸は上記の約1/20模型であって、図3のような詰め杭を鋼棒で模擬した詳細模型と、板で置き換えた簡易模型をとともに6m長分用意した。この実験区間に、上流から整流部2m、簡易模型区間3.6m、詳細模型区間6m、簡易模

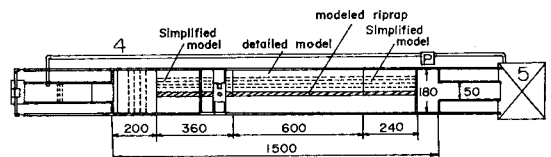


図2 実験水路と実験区間の平面図

型区間2.4m、堰上げ区間1mを設定した。Run 1, 2では路床に6.5cm厚さで平均粒径1.42mmのほぼ一様な粗砂を敷き詰め、護岸模型部にも同じ砂を充填した。Run 3, 4では栗石覆いと根固め捨て石をそれぞれ直径約10mmの礫と同約50mmの丸石を写真のように配置して模擬した。測定は、通水前後の路床高及び水位を1m毎に、流速分布を詳細模型区間の1断面で横断方向20～32測線について行った。水位・流速の計測値はパソコンにAD変換ボードで取り込み、プロペラ流速計の高さはパルスモータをパソコン制御して自動設定した。 Manningの粗度係数、水位、路床勾配を仮定して計算した平均摩擦速度と路床砂の移動限界摩擦速度(2.93cm/sec)とを比較して路床勾配は1/2000、護岸模型の天端を越える水位と半ばが浸る程度の水位とするために、通水流量はRun 2, 3では35, Run 1では55, Run 4では70l/secに設定した。

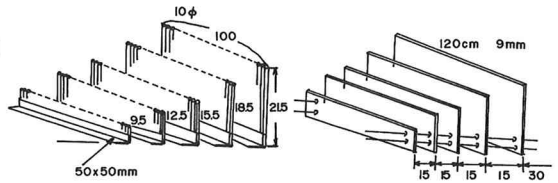


写真 水路と護岸模型の状況

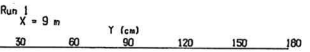


図4 流速分布測定結果(上からRun 1-4)

4. 実験結果の検討 Run 1では、上流での減勢と整流ができず、水位・流速の変動が顕著であったが、下流の路床や護岸上の砂粒移動は僅かであり、簡易・詳細模型区間での砂粒移動に差異は無かった。図4の流速分布では、全実験で水深増加とともに流速が急増し、個々の段差部に複断面水路と類似の2次流の存在が認められる。Run 2では、底面付近の流速分布がRun 1とよく似ており、砂粒移動も似た状況であった。Run 3では捨て石部で明らかに路床部よりも流速が低いことが判る。Run 4では、整流板の設置のよって最大流量にもかかわらず、水面・流速変動は最小となった。Run 3と同様に、捨て石部の流速は護岸低部よりも小さく、捨て石は大きな粗度要素として流れを減速しているが、周囲の路床はやや洗掘されていた。図5は、対数則を仮定して求めた摩擦速度分布と局所水深・路床勾配によるものとのRun 1, 4における比較である。両者とも局所的に路床砂の移動限界を越えていて観察と一致しており、護岸の途中段差付近の変化も似ているが、分布の最大値はRun 1では河道中央、Run 4では根固め付近である。

4. おわりに 今後、護岸上部の礫が移動する条件や水衝のある条件下でも実験を行い、周辺の流れの機構を考察して、こうした護岸の適用限界を明らかにしていきたい。

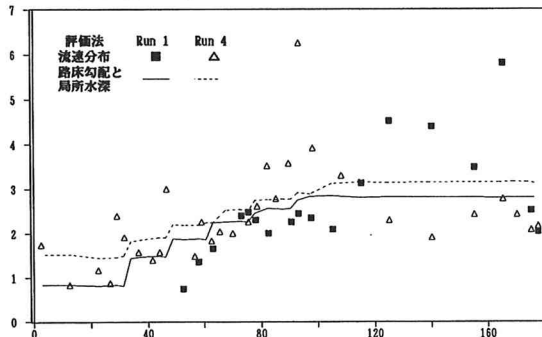


図5 摩擦速度横断方向分布の評価結果