

京都大学防災研究所 正 員 村 本 嘉雄
 京都大学防災研究所 正 員 藤田裕一郎
 (株) 東洋建設土木部 正 員 〇井澤 寛

1. はじめに 近年、全国各地の河川で多自然型川づくりが進められており、建設省の調査によれば、現在パイロット事業の総数は1000例近くに上っている。そのうち、とくに護岸は施工延長が長いだけに河川環境に与える影響が大きいため種々の工種が実地に検討されているが、共通した特徴は出来るだけ天然の素材を用い、多孔性・屈撓性に富んだ構造で、状況が許すかぎりの緩傾斜となるようにしている点である。本研究では、そのような護岸工の防災機能を評価するために、そのうちの一つを取り上げ、基礎実験を行い考察した。

2. 多自然型護岸工の構造と護岸模型 上記の多自然型護岸工の主なものとしては、コンクリートブロックを自然石に換えた練り積み・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まで適用したもの、蛇籠・布団籠で覆ったもの、詰め杭と栗石を併用したものなど、昭和30年代まで普通に用いられ、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が再び取り入れられようとしている。それらの防災機能を評価するためには、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のものを対象とした。すなわち、図1に示すように階段状護岸のうち、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段構造の護岸について実験した。この護岸工の根固め捨て石を含めた全幅は約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。実験に用いた護岸模型は、この護岸の約1/20であって、図2のように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もに6m長用意した。

3. 実験の概要 実験は、護岸近傍のみを対象として、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。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、簡易模型区間2.4m、堰上げ区間1mを設定し、Run1, 2では写真1のように路床に6.5cm厚さに平均粒径1.42mmの粗砂を敷き詰め、護岸模型部にも同じ砂を充填した。Run3, 4で

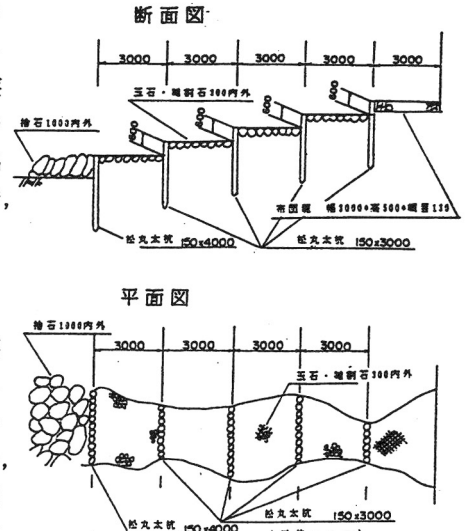


図1 実験で対象とした護岸の模式図

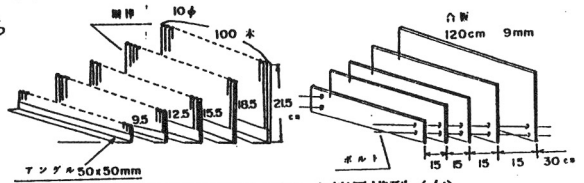


図2 護岸の詳細模型(左)と簡易模型(右)

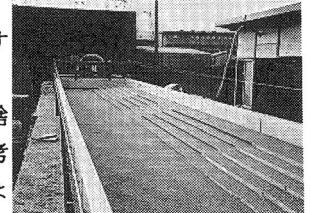


写真1 実験水路

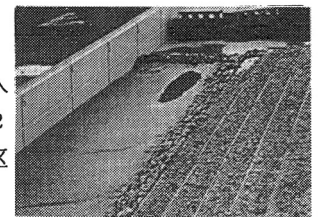


写真2 Run3の通水後

は栗石覆工や根固め捨て石を模擬したが、この場合は写真2のように所定の位置と厚さに直径約10mmの礫あるいは直径約50mmの丸石を配置した。測定は、通水前後の路床高及び水位を流下方向に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変換ボードを介して取り込み、プロベラ流速計の高さはパルスモーターをパソコン制御して自動設定した。マンニングの粗度係数、水位と路床勾配を仮定して計算した水理条件表から、平均摩擦速度を路床砂の移動限界摩擦速度(2.93cm/sec)と比較して、路床勾配を1/2000、通水流量をRun2,3では35, Run1では55, Run4では70l/secに設定して、護岸模型の天端を越える水位と模型の半ばが浸る程度の水位について実験を行った。

4. 実験結果の検討 Run 1では、上流2m区間での減勢と整流がほとんど出来ず、上流実験区間の路床や護岸部の洗掘が激しく、洗掘砂は下流に大きなデルタを形成した。また同時に、水位・流速値の変動も顕著であったが、下流区間の路床や護岸上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なかった。流速分布は図3(a)に示すように、水深の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次流が存在しているのが認められる。つぎに、やや減勢に注意したRun 2では、図3(b)のように下流区間の砂粒移動や底面付近の流速分布はRun 1の場合と同様であった。Run 3では路床洗掘は最小限に抑制でき、図3(c)のように捨て石部では明らかに粗砂の部分に比して流速が低くなっている。Run 4では、整流板を設置したので最大流量にもかかわらず、水面・流速変動は最小となった。流速分布は図3(d)のように、Run 1と比較して護岸路床部では上方ほど流速が小さくなる傾向にある。捨て石部では流速が護岸低部よりも小さくて、大きな粗度要素として流れを減速しているが、個々の捨て石周囲の路床はかなり洗掘されていた。図4は、流速分布に対数則を仮定して摩擦速度の分布を求めた結果である。Run 1では河道中央で摩擦速度が増加しているのに対して、Run 4では護岸根固め付近において摩擦速度がピークを示しており、大きな掃流力が働いていることがうかがえる。

れを減速しているが、個々の捨て石周囲の路床はかなり洗掘されていた。図4は、流速分布に対数則を仮定して摩擦速度の分布を求めた結果である。Run 1では河道中央で摩擦速度が増加しているのに対して、Run 4では護岸根固め付近において摩擦速度がピークを示しており、大きな掃流力が働いていることがうかがえる。

5. おわりに 今後、護岸上部の礫が移動する条件での実験及び周辺の流れの機構を考察して、こうした構造の護岸の適用限界を明らかにする必要がある。

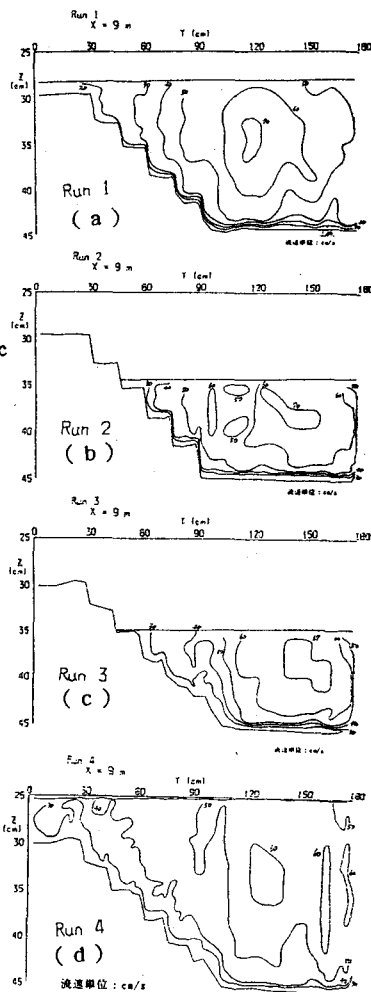


図3 横断面流速分布 (Run1～Run4)

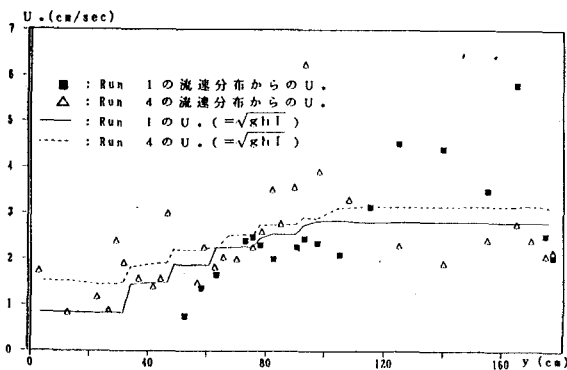


図4 摩擦速度の横断分布 (Run 1, Run 4)