

# 護岸基礎浮き上がりに伴う背面土砂の流出破壊プロセスの実物大再現実験と護岸の点検・設計への反映

独立行政法人 土木研究所 正員 〇東 高德  
 国土交通省 国土技術政策総合研究所 正員 諏訪義雄  
 国土交通省 三重工事事務所 正員 藤田光一  
 国土交通省 国土技術政策総合研究所 正員 末次忠司

**1. はじめに** 護岸は、洪水による河岸・堤防の侵食を防ぐ重要な河川構造物の一つである。護岸の破壊は、沖積河川においては堤防の破壊を、掘込み河道においては堤内地の侵食（特に、地形的制約が多い山間部では、護岸上を道路や鉄道などの住民生活に重要な構造物が設置されている。）を引き起こす。既往の被災事例調査<sup>1) 2)</sup> から、護岸の被災原因の多くが基礎からの破壊であることがわかっている。しかし、基礎の浮き上がり高さとは破壊発生との関係、破壊速度に関する知見は少ない。

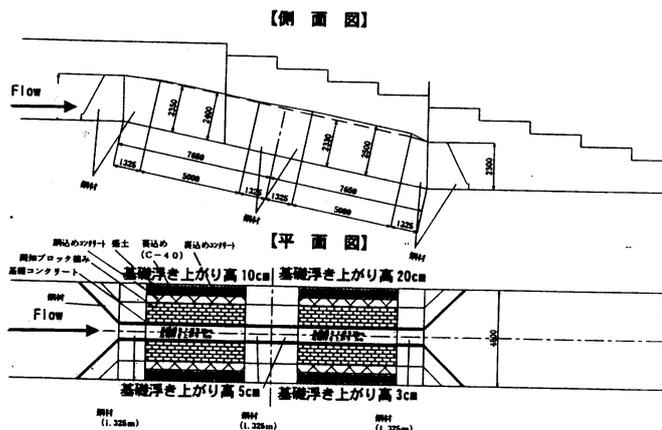


図-1 実験施設図

これらの知見は、護岸の安全度評価・点検・維持管理と密接な関係がある。

これまでの護岸の破壊メカニズムに関する実験は、縮小模型実験で行われていることが多く<sup>3)</sup>、縮尺の関係上背後地の材料として砂を用いざるをえないため詳細な破壊プロセスを再現するには課題があった。本研究は、実物大の護岸と背面土羽を大型水路内に製作し、護岸基礎浮き上がりに伴う洪水流による護岸背面土砂の抜けだしに関する実物大実験を行うものである。

**2. 実験方法** 図-1に示すような幅4.8m、深さ3.5m、縦断勾配1/5の大型水路内に実物大の護岸模型を製作した。護岸には、裏込め材として平均粒径3cmの砕石を使用し、背後の土羽は、一般的な盛土に用いられるシルト質砂を使用している。護岸ブロックには、間知ブロックを使用し、長さ5m、高さ2m、法勾配1:0.5とし、基礎の浮き上がり高さとして3cm、5cm、10cm、20cmの4ケースを設定した。また、護岸基礎浮き上がり高さの違いによる背面土砂の抜けだし速度の測定を優先するため、護岸の倒壊・流失が起きないように鋼製のアンカーで護岸を固定している。護岸背面土砂の抜けだしの計測には、錘センサーを水路床版から高さ10cm、30cm、50cm、表層の4地点に設置し、錘センサーの沈下から抜け出し状況を計測する方法と通水停止時に護岸天端の背面土砂の沈下量を測定する方法を用いた。通水は、10分、10分、30分、120分の4回に分けてトータル170分行った。通水時の水深は、50cm~70cm、流速6.0m/s~6.5m/sであった。

**3. 実験結果** ・基礎浮き上がり高さの違いによる背面土砂抜けだし量・速度の差違

実験で計測した各基礎浮き上がり高さの違いによる背面土砂の沈下量測定結果を図-2に示す。この図から開始10分後には、基礎浮き上がり高3cmを除く全てのケースで背面土砂の沈下が起きており、その量も基礎浮き上がり高が大きいくほど多い。その後沈下量は増加して行き、通水170分後に図-3のようになる。この図より、基礎浮き上がり高20cm、10cmでは、ほぼ全部の背面土砂が抜け出し、基礎浮き上がり高5cmでも護岸背後を中心に盛土総量の3割程度の沈下が起き

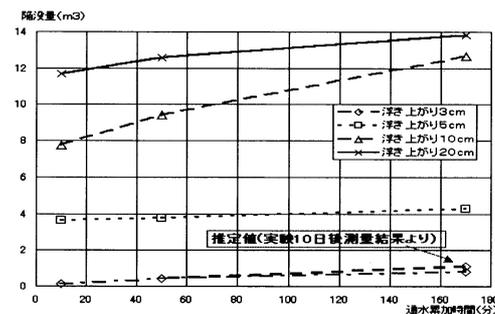


図-2 背面土砂の沈下量測定結果

キーワード：護岸の流出破壊プロセス、基礎浮き上がり、背面土砂の抜けだし速度、実物大実験、重要な護岸の点検・設計  
 〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6 TEL0298-79-6700 (代) FAX0298-64-1168

ている。基礎浮き上がり高 3cm は、170 分後でも図-3 を見る限り表面上はほとんど変化が無い。以上より、基礎浮き上がり高さが高くなるほど背面土砂の抜けだし量が多く、背面土砂の抜けだし速度も早いことがわかる。ただし、基礎浮き上がり高 3cm も、実験 10 日後の降雨で背面土砂の表面が沈下し、図-3 に示すように沈下があることが確認できた。こ

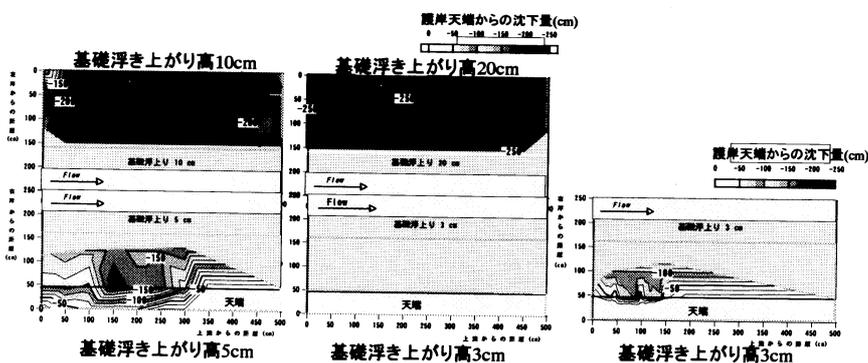


図-3 各ケースの最終形状の等高線

れから、実験中も背面土砂部分は、空洞化していたことがわかる。

・背面土砂の抜けだしプロセス

図-4 に錘センサーの測定結果を、図-5 に時間別の護岸断面図を示す。図-4 の表層の錘センサーを見ると通水開始直後から基礎浮き上がり高 20cm、10cm、5cm に反応がある。しかし、地中の錘センサーは、基礎浮き上がり高 10cm、20cm で反応があるが 5cm には全く無い。これは、背面土砂の抜けだし過程に特徴がある為である。図-5 の背面土砂の断面図を見ると護岸背面に接している部分で最大になり、側壁に行くに従い沈下量が小さくなることがわかる。これから、護岸背面土砂の抜けだしは、最初に裏込め砕石が流出し、次に裏込め砕石に接している土砂が護岸に近い側より削られて流出していくと考えられ、表層滑りあるいはきわめて浅い円弧滑りが発生していると考えられる。地中の錘センサーは、側壁沿いに設置してあったため、背面土砂の流出の影響が出やすい上部の錘センサーから順次反応が始まったことがわかる。

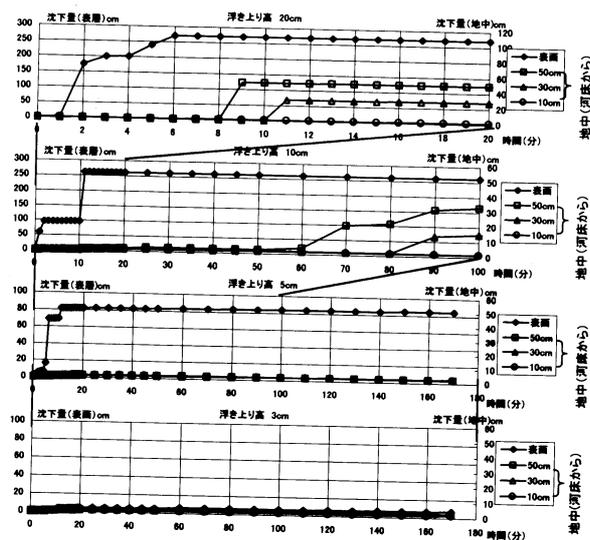


図-4 錘センサー測定結果

4. まとめ 以上より下記の点を明らかにした。

- ☆ 護岸の基礎が浮き上がっている場合、高さの違いによらず、護岸裏込め材流出が発生する。
- ☆ 基礎の浮き上がり高さが高ければ、裏込め材の抜けだし速度が速く、流出範囲も大きくなる。
- ☆ 裏込め材の抜け出し過程は、護岸裏の砕石層がまず流出し、その背面土砂が、流れと平行に削られて行く。

このような、護岸の基礎浮き上がりと共に伴う災害発生を防止する対策として、以下のことが考えられる。

- ◇ 重要構造物を支える護岸については、基礎高と最深河床高の状況把握、現地での基礎浮き上がり有無の点検をしっかりと行う。
- ◇ 重要構造物を防御している護岸の場合には、たとえ根入れを十分に入れたとしても、用心の為に護岸基礎前面に根固め工を設置する方がよい。設計想定以上の護岸基礎部の洗掘や河床低下から護岸の破壊を防ぐとともに、根固め工の変形が護岸の危険度の指標になるからである。

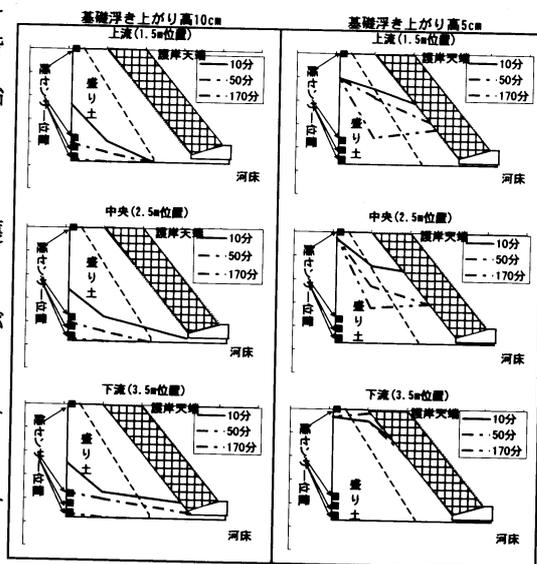


図-5 時間別断面図

参考文献 1) 山本晃一・諏訪義雄：護岸災害の実態とその対策、季刊防災 NO.98 2) 川越達郎・山本晃一・諏訪義雄：護岸・根固め工の被災に関する事例研究、第 47 回土木学会年次学術講演会 3) 藤田裕一郎・木下晴由：超過洪水による中小河川の河道災害、京都大学防災研究所年報 NO.32 B-2 1989