

農業取水堰下流の護床変形状況、変形過程について  
 Experimental study with ripraps destruction and its progression mechanisms  
 in the downstream of irrigation barrages

○常住直人\*・高木強治\*・島崎昌彦\*・吉永育生\*  
 ○ Tsunsumi,N.,Takaki,K.,Shimazaki,M.,Yoshinaga,I.

**1.はじめに** 農業取水堰では、築造当初から下流河床が低下し、護床工が傾斜化したり、エプロン・護床工間に段差が発生している事例(図1)が多く見られる。このような堰では魚道下流口の水位低下により魚道機能低下を来している事例が多い。よって、堰直下の局所洗掘による河床低下でなく、堰下流広範な河床低下により護床変形が起きている可能性が高い。この場合、堰直下の局所洗掘のほか、パイピングによる構造問題も生じやすい。そこで、本報文では護床変形の状況把握と変形メカニズムの解明を行った。



図1 堰直下の段差発生事例  
 Downstream drop of a barrage

**2.堰下流の河床低下と護床変形の状況** 堰下流の護床変形に影響していると思われる河床低下の状況を調べるため、現地調査(東海地区)、既存公表データ(国土交通省河川局、河川整備基本方針)により分析を行った。分析対象は全国67河川161堰に跨がるが、東海地区を除き、大都市圏の河川は含まれていない。調査堰の河川内分布は図2に示すとおりである。その多くは扇状地(セグメント1)~自然堤防帯上流部(セグメント2-1)の河川中上流域にある。

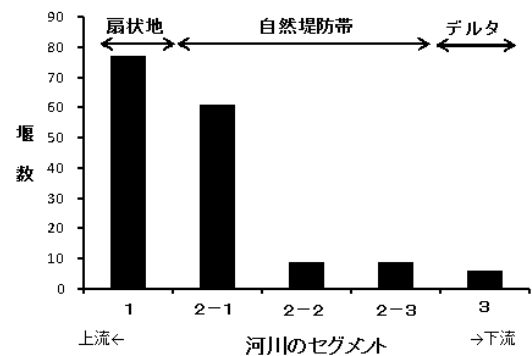


図2 調査堰の河川内分布  
 Segment distribution of examined barrages

これらのデータより河床の累積低下量を各セグメント毎に整理すると、図3のようになる。セグメントと河床低下量に明確な傾向は見られず、全てのセグメントで河床が低下している。河床が広範に低下していることが分かる。

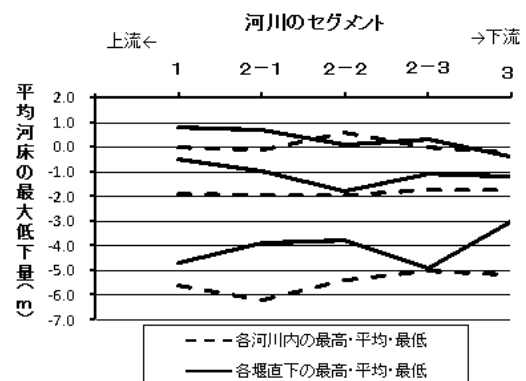


図3 河床低下量とセグメント  
 Relation between segment and riverbed drop

\* 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering 取水堰、護床工、河床低下、局所洗掘、水理実験

査より 6m だったので、堰直下の最大落差は部分的には最大 12m になりうる。

一方、護床変形の様子は図 4（東海地区データより）のとおりである。護床平均勾配は築造当初のフラットから最大 1/8 へと変化している。これは、ブライ式等によるパイピング生起勾配（最小 1/12）より大きい。

**3. 護床変形メカニズム** 下流河床低下に伴う護床変形メカニズムを解明するため、移動床実験を行った。実験では、縮尺 1/50 で標準的な農業取水堰の護床（河床勾配 1/450、平均粒径 4.3cm、堰高 3m、平均年最大流量～計画高水の単位幅流量 6～20m<sup>3</sup>/s/m）、標準的な河床低下落差（5m）を再現した。

その結果、下流河床低下の堰側上流への波及に伴う護床直下水位の低下により、いずれの流量でも護床直下に局所洗掘が生じ、護床下流端からブロックが剥落する状況が見られた。しかし、12m<sup>3</sup>/s/m 以上の大流量ではブロックが洗掘域より下流に流出し、局所洗掘域が急速に上流に進行した（局所洗掘進行型）。洗掘域はエプロン直下に達すると大規模化し、底質を下流に巻き上げるので、洗掘域下流の河床勾配は緩勾配であった（図 5）。一方、小流量では剥落ブロックは洗掘域に留まり、洗掘域が動かない反面、護床面が下流から急傾斜化した（傾斜進行型）。傾斜化がエプロン直下に達すると落下流が起き、エプロン直下に局所洗掘を生じるが、護床が残存するため、洗掘規模は局所洗掘進行型よりも小さい（図 5）。この時点でパイピング生起勾配よりも急な護床区間（パイピング区間）が長大化した（図 5）。

以上の結果は、河床低下が護床延長の 2 倍地点まで接近した状態からの再現で、かつ給砂無し危険側の条件で得られたものである。しかし、農業取水堰が多数ある河川中上流域は自然の給砂有りの状態でも河床堆積傾向にはならない（下流河床低下無しの場合、砂堆移動により河床の上下動があっても平均的には河床安定）。また、給砂があっても、大洪水時は土砂が流動化するので、エプロン直下洗掘による堰の構造不安定化リスクはある。したがって、下流河床低下が堰側に波及し接近している場合、一回の大洪水で、局所洗掘進行型の被災により、洪水中に堰の構造破損（エプロン直下洗掘）を来す可能性は皆無ではない。また、中長期的な河床形状を規定する支配流量（数年確率流量）で傾斜進行型の被害が起きることから、大洪水が無くても、中長期的には傾斜進行型の護床変形もしくは被害（パイピング、エプロン直下洗掘）が確実に起きると考えられる。

**4. おわりに** 以上の結果に基づき、下流河床低下での経年的なパイピング被害や洪水時の堰の大規模被災を防ぎ、堰の長期供用化につなげていく改修工法を現在検討中である。

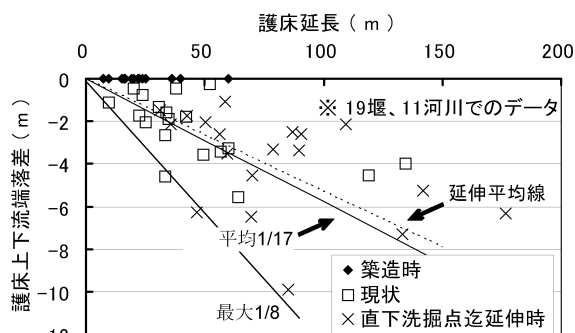


図 4 護床勾配の変化

Relation between riprap length and its drop

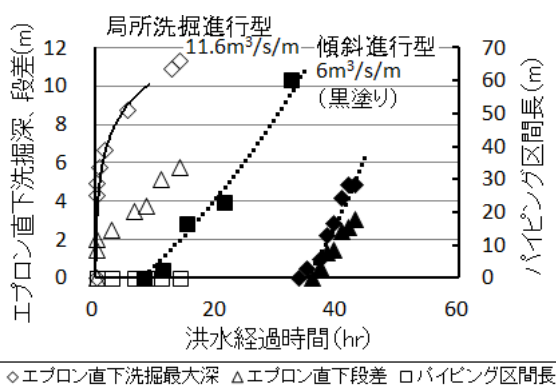


図 5 洗掘、段差、パイピング区間の変化  
Changes of drop, scour and piping length