

## 蜘蛛の巣状ブロック、グラベルマットによる堰直下の洗掘・河床低下対策 Riprap methods with cobweb blocks, gravel mats for the prevention of scouring

○常住直人\*・関谷勇太\*\*

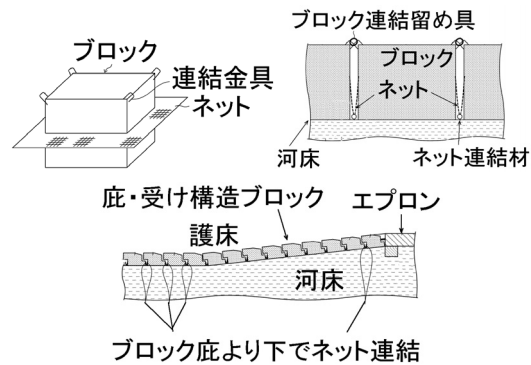
Naoto Tsunesumi, Yuta Sekiya

**1. はじめに** 取水堰は圃場送水の為、河川中上流域に多く堰直下では河床低下を来しやすい。この為、護床が傾斜化、沈下し、エプロン陥没や堰破壊に至る場合もある。これを防ぐべくマット敷設護床工法<sup>1)</sup>とその設計式<sup>2)</sup>を呈示したがマット接着など施工性に難があった。

**2. 工法の呈示 (図1)** 土砂吸い出しを防ぐネットを護床ブロック側面周縁に予め取り付け付けた蜘蛛の巣状ブロックと、ネットへの流下砂礫衝突、亀裂を防ぐ庇(ひさし)・受けブロック構造を考案した。ネットを河床より浮かせ撓ませてブロック側方で隣接ブロックネットと連結するので、ネットに引張力が働かずブロック接触亀裂も防げる仕組みとなっている。同様に接着工程不要な工法としてグラベルマット(ネット内に砂礫充填したマット)の護床底面敷設も考案した。なお、事後のパッチ補修も容易にする為、上記2工法ともネット付きブロック、マットは各々、セル構造とした。

**3. 工法の効果 (水理実験)** 上記工法による堰エプロン直下の洗掘・河床低下抑止を給砂無し移動床水理模型実験(幅23cm水路、フルード相似、1/70.5、以下現地換算表記)で検証した。実験条件は、1)流量:約30、20、10、6.6、3.3m<sup>3</sup>/s/m、2)堰放流 $F_r$ :堰高3m自由越流(10m<sup>3</sup>/s/m以上)、堰上げ10m放流(10m<sup>3</sup>/s/m以下)、敷高0.5m自由越流相当(可動堰全開放流相当)、3)下流河床落差3.5m(堰エプロン標高基準)、4)河床勾配1/150、5)粒径6.1cm、6)護床勾配1/12、7)連結護床ブロック形状:方形3.6t(L1.5、W1.5、H0.7m、2350kg/m<sup>3</sup>)で連結遊び0cm(蜘蛛の巣状ブロック護床傾斜部)~28cm、8)通水時間:流量・放流 $F_r$ の組み合わせ毎に各6時間(但し10m<sup>3</sup>/s/mの堰高3m、堰上げ10mは各3時間)で最大流量、減水、停水、増水、最大流量、減水、停水の順で計7日。実験結果は図2で、護床直下洗掘は起きるが、エプロン直下の河床は当初のまま維持された。護床直下は波状流流況で安定し、護床直下洗掘も落差の割りに小さく抑えられた<sup>2)</sup>。波状流で安定したのは、護床を堰下流の低下河床まで延伸し、下流水面へのナップ突入角を波状流安定に十分な緩勾配の護床勾配で安定させたからである。護床勾配の安定は、蜘蛛の巣状ブロックや

### ●蜘蛛の巣状ブロック工法



### ●グラベルマット工法

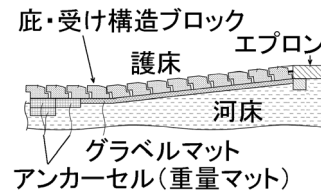
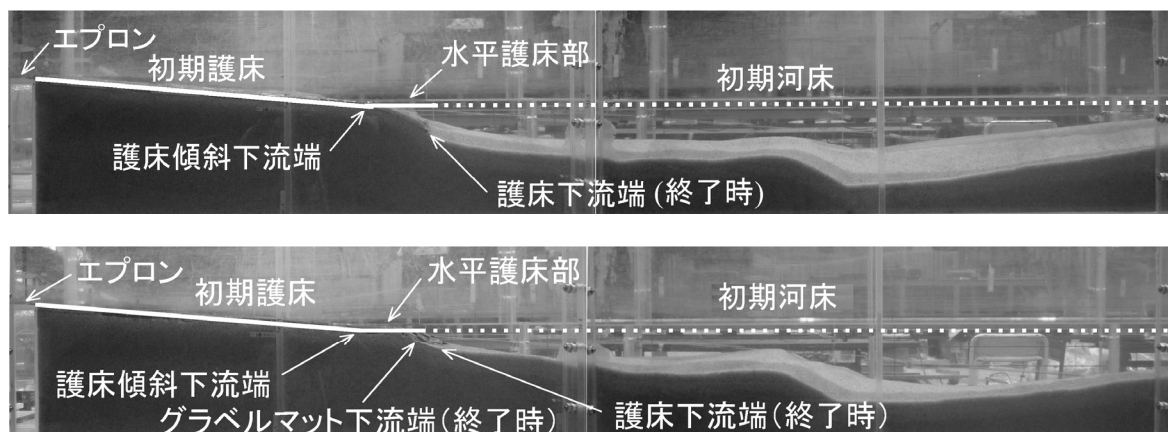


図1 工法模式図

Figures of cobweb blocks, gravel mats

\*農研機構 NARO \*\*ナカダ産業株式会社 Nakada sangyo K.K. 堰、護床、河床低下、洗掘、水理模型実験

(蜘蛛の巣状ブロック工法 (上) / グラベルマット工法 (下) の実験終了時の状況)



※1 蜘蛛の巣状ブロックはブロック上面へのネット貼り付けで再現 ※2 護床延長49m (設計流量20m<sup>3</sup>/s/m相当)

図2 堰エプロン直下の洗掘抑止状況 (右岸縦断)

### Prevention of scouring by cobweb blocks, gravel mats

グラベルマットによる「護床傾斜部の土砂吸い出し防止効果」、「護床傾斜部底面土砂の護床直下洗掘域への漏出防止効果」に依る。漏出防止は、屈撓性を有す水平護床部が、護床直下洗掘に伴い急傾斜化する事により成せた。

**4. 現地適用法** 上記の結果より現地適用には次の点が重要と考えられる—1)護床が下流河床低下で傾斜化した際に護床勾配 1/12 以下で適用 (護床の傾斜化が起きてなければブロック流失もほぼ無く改修の必要無し)、2)護床傾斜部は下流河床 (下流水面の想定最低標高) まで延伸、3)傾斜部底面土砂の漏出抑止に十分な長さの水平護床部を傾斜部下流に設置 (この長さは (護床無しでのエプロン直下洗掘深<sup>2)</sup>) - (下流河床落差) を水中安息角の正弦 (sin) で割った値で十分)、4) ブロック連結遊びは護床傾斜部でゼロ、水平部で水中安息角に対する屈撓性を考慮した最小限の値とする、5)ブロックは流水で浮き上がらない形状・重量とする、6)蜘蛛の巣状ブロックやグラベルマットのネット目幅と充填砂礫径は底面土砂吸い出しを十分抑えられる小ささとする。なお、護床直下洗掘域は常時は河道支配流量 (数年確率流量) での洗掘規模に縮小安定すると見られるが<sup>3)</sup>、下流護岸・堤防の安全の為、洪水時の護床直下洗掘を抑える必要がある場合は、護床直下に今回呈示工法と同じ底面構造の静水池もしくは落差工 (上部に大型保護ブロック積載) を設ける方策が考えられる。この下流部は更なる河床低下で傾斜護床化するので、そこから低下河床まで傾斜護床を延伸するサイクルを繰り返せば、事後の河床変動にも対応出来るであろう。

**5. おわりに** ネットを用いた蜘蛛の巣状ブロックやグラベルマットが堰直下の洗掘・河床低下抑止に有効な事が分かった。これらは既存部材で構築出来る工法なので、今後はこれらの現地適用と実証を進めていきたい。

- 1) 常住直人, 高木強治, 島崎昌彦, 吉永育生: 堰下流河床低下時の護床工法の比較実験, 農村工学研究所技報, Vol.218, pp.99-106, 2016.
- 2) 常住直人: 取水堰直下落下流による経時洗掘深に関する実験的研究, 農業農村工学会論文集, Vol.307, No.86-2, pp. II 63- II 68, 2018.
- 3) 山本晃一: 河道特性論, 土木研究所資料, Vol.2662, pp.22-23, 1988.