

# 鋼製砂防牛柵水制の開発

(株) 神戸製鋼所  
(株) 神戸製鋼所

○葛西 俊一郎  
加藤 光紀

## はじめに

現在、砂防計画で考慮されている生産土砂量は、崩壊と河床堆積土砂量を主体としている。しかし、出水時にはかなりの河岸侵食が見られその土砂も下流に流出する。さらに、この河岸侵食がその周辺に生えている立木の根元を侵食し、流木の発生原因となっている場合が多い。砂防法の第一章第三条ノ二には、天然河岸決壊による流木や土砂の発生源対策の必要性が記述されているが、その対策はほとんど行われていないのが現状である。

本報告は、このような河岸侵食を防止するために簡単に設置できる鋼製砂防牛柵水制（以下、牛柵水制と記す）を開発したのでその内容を記述するものである。なお、この牛柵水制の元になった構造は、阪神淡路大震災後の緊急対策用の仮設構造物として設置された摺小鉢えん堤（(国)六甲砂防事務所）である。

## 1. 鋼製砂防牛柵水制の特徴

牛柵水制の基本構造を図1に示す。図1は一例として上流の基礎梁の上に蛇籠を設けた場合を示したものである。この牛柵水制はプレファブ化された鋼管製のブロック（ブロック①～④）を現地に搬入し、接合部を高力ボルトで締め付けることで組上げられる。

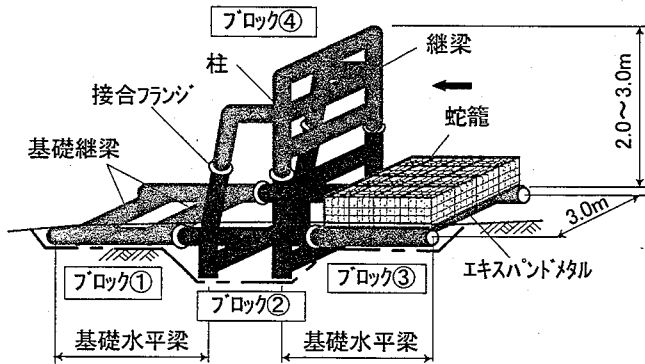


図1 鋼製砂防牛柵水制の基本構造

牛柵水制の特徴を以下に示す。

- ①牛柵水制の元になった摺り小鉢えん堤は、図1の下流側のブロック（ブロック①）がない構造であった。本牛柵水制にはブロック①を追加し、みこし形状にして転倒に対する安定性をさらに向上させた。
- ②基礎梁を地盤内に埋込む程度でよいこと、また、ボルト接合だけで組上がることから架設は容易である。
- ③鋼管内にリサイクル鋼材を詰めて自重を増し、滑動に対する安定性を向上させることができる。
- ④基本的には、基礎梁の上にエキスパンドメタルを敷き、土嚢をのせて滑動や地盤洗掘に抵抗させる。常時流水がある河川では、蛇籠を上下流に設けるのが好ましい。
- ⑤各ブロックは輸送・架設条件に合わせてその大きさや重量を設定できる。

## 2. 牛柵水制の用途

牛柵水制の用途を以下に示す。

- ①河川の湾曲部に流れの直角方向に設置し、天然河岸の崩壊を防止する（図2参照）。
- ②火山地帯の流路を整流する（図3参照）。
- ③天然ダムの決壊を防止する。
- ④緊急対策用の構造物として利用する。

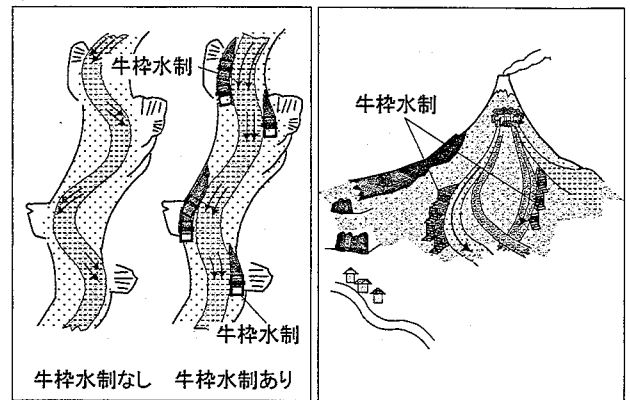


図2 天然河岸の崩壊防止

図3 火山地帯の流路整流

## 3. 検証実験

### 3.1 実験内容

上記の天然河岸決壊防止に対し、この牛柵水制がどのような効果を発揮するかを知る水路実験を行った。

試験系列を表1に、また、試験体配置状況を図4、5に示す。なお、試験体の縮尺は1/100とした。

表1 試験系列

試験ケース	牛柵水制の配置状況	参考図
ケース1	牛柵なし	——
ケース2	捕捉面を流れ直角方向に配置	図4参照
ケース3	捕捉面を河岸に対し直角方向に配置	図5参照

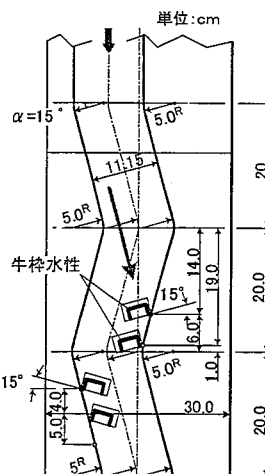


図4 ケース2

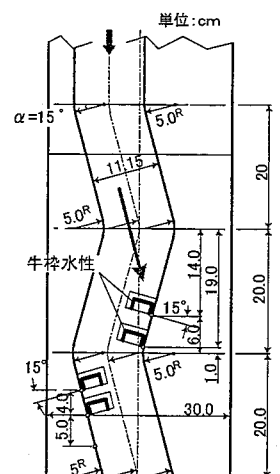


図5 ケース3

流下材料の粒度分布は図6に示すとおりで、最大礫径  $d_{95}$  を10mmとした。

実験は、試験体の上流約8mの位置における直線水路に土砂を上流から1kg/分の水を流すことによって行った。なお、水路勾配は15°とした。

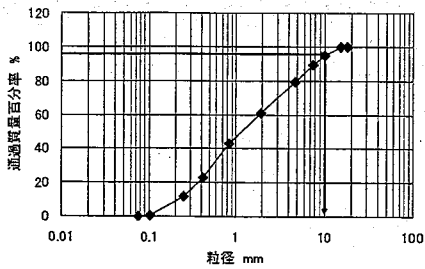


図6 粒度分布

### 3. 2 試験結果

試験結果を写真1～3に示す。

1) 写真1より、牛柵水制がない場合、流水が勢よく河岸に衝突し、河岸を浸食しているのがわかる。

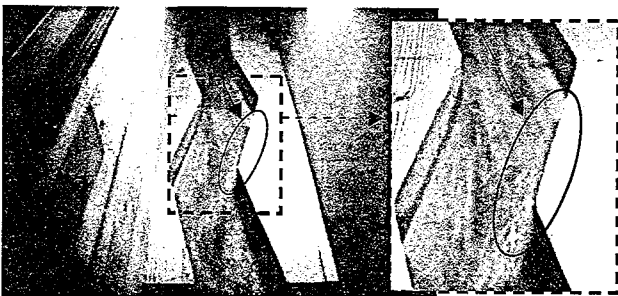


写真1 ケース1

2) 写真2より、最初の牛柵水制は流勢から河岸を守るとともに流向を下流の牛柵水制の位置に導いていることがわかる。



写真2 ケース2

3) 写真3から、最初の牛柵水制によって土砂が捕捉され、かなりの流水が牛柵水制を越流するのがわかる。結果的に、下流の牛柵水制に作用する流量は減少することになった。



写真3 ケース3

4) このような限られた実験で牛柵水制の設置方向を結論付けるのは危険であるが、射流域では牛柵水制は

その捕捉面を流れに対し最も影響が大きい直角に設置しても良いようである。

## 4. 現地施工

これまでに2箇所で行われた現地施工が行われた。ひとつは、(国)立山砂防事務所湯川谷上流の支川である滝谷に設置された牛柵水制で、それを写真4に示す。この滝谷牛柵水制は、湯川谷本川下流の砂防えん堤施工時の安全を確保するための一環として設置されたもので、滝谷より流下する土石流を写真4の矢印方向に曲げて直接、下流の湯川谷本川に到達させないようにするものである。滝谷は、常時流水があり、勾配が約1/6と急なため、上下流の鋼管基礎の上に蛇籠を載せている。

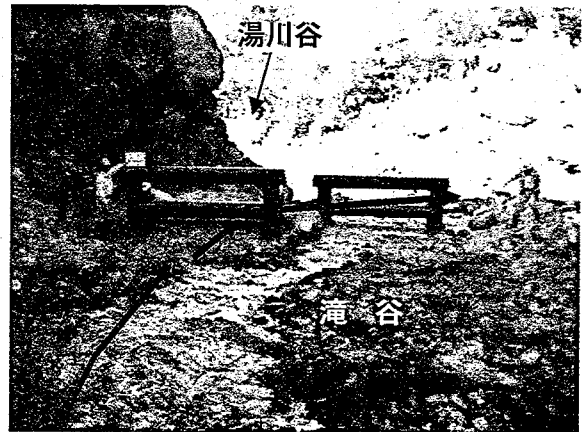


写真4 滝谷牛柵水制

もうひとつは、(国)六甲砂防事務所の奥池に設置された奥池牛柵水制で、それを写真5に示す。これは、鋼製えん堤の上流に設置され、土石流の先頭部を捕捉するとともに、捕捉効果をより高めるためのものである。また、この箇所は流木が多く、流木のみが捕捉される状態になることも予想される。したがって、上流側のカウンターウェイトを期待できない状態で水圧が作用する検討を行わねばならず、滑動に対する安定性が確保できなくなる。このため、写真5の点線で示す鋼管部材にリサイクル鋼材を詰めることで自重を確保することになっている。なお、リサイクル鋼材の充填率は50%とした。

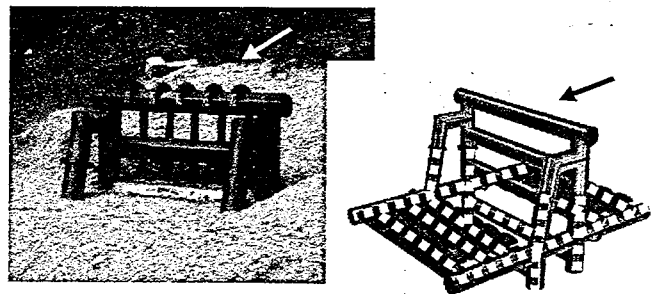


写真5 奥池牛柵水制

### おわりに

河岸決壊防止用として開発された鋼製砂防牛柵水制は、現在、土石流の減勢、流向制御用として試験施工の最中である。今後、これらを追跡調査し、結果を考察するとともに実験により結果を検証し、さらなる改良を行っていく予定である。