

透過部断面をパラメータとした捕捉機能の水理実験

共生機構株式会社 ○佐野 友輔
 共生機構株式会社 牛窪 光昭
 (財) 建設技術研究所 長谷川 祐治

1. はじめに

平成19年3月に「土石流・流木対策設計技術指針」(以下、指針)が策定され、最下流にも鋼製透過型えん堤を積極的に活用するに当たり、透過部断面の水平ならびに鉛直の純間隔は最大礫径(D_{95})の1.0倍程度とすることになった。それを受けて、指針に準拠したCBBO型砂防えん堤を開発し、現在実用に供しているが、現場条件等によっては上部縦ビームを割愛した横ビーム形式の方が設計・施工の合理化を図れる場合がある。

本報では、水理実験によりえん堤の土砂捕捉機能を確認し、最下段のみ縦ビームを配して上部横ビームの間隔をパラメータとした透過部断面について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 実験方法

本実験では、幅0.3m、長さ10mの直線矩形断面からなる可変勾配水路を使用した。水路は両面強化ガラス張りで、底面は粗面とした。この水路に土砂を敷き詰め(図-1)、土石流流下区間と堆積区間を想定して水路勾配を変えた、表-1に示す2種類の条件で行った。

実験に使用した砂は、最大粒径(D_{95} に相当)が32mmの混合砂で、図-2に粒度分布を示す。

2.2 実験ケース

実験は、図-3に示す各えん堤モデルに対し、2種類の流下方法で全8ケース行った。ただし、土石流流下区間を想定した条件のみ、1ケース当り2回実施した。表-2に、実験ケースの一覧を示す。なお、No.1-5は、過去に本実験と同じ条件で、横ビームのみを配置したモデルを対象として実施したケース¹⁾であり、参考として示す。

3. 実験結果および考察

3.1 土砂捕捉率

図-4, 5に、各ケースの土砂捕捉率を示す。実験 No.1-1~1-5 では全てのケースにおいて透過部断面が全面閉塞し、えん堤天端から土砂が流出したため、捕捉率にはこの流出量を含めていない。

実験 No.1-1 と 1-2 を比較すると、1-2 は

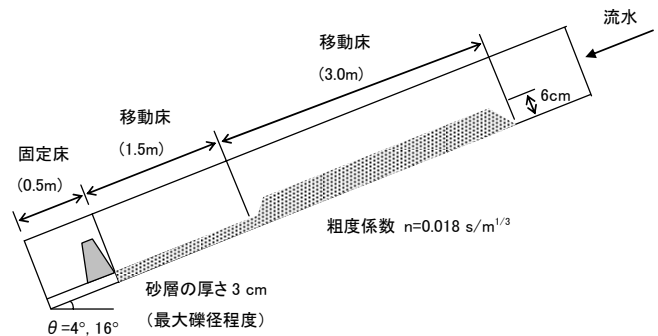


図-1 土砂の流下方法

表-1 実験条件

流量	水路勾配	土砂量	通水時間	土砂移動形態
2.0 l/s	16°	67.5 l	30 sec	土石流流下区間
6.0 l/s	4°		480 sec	土石流堆積区間

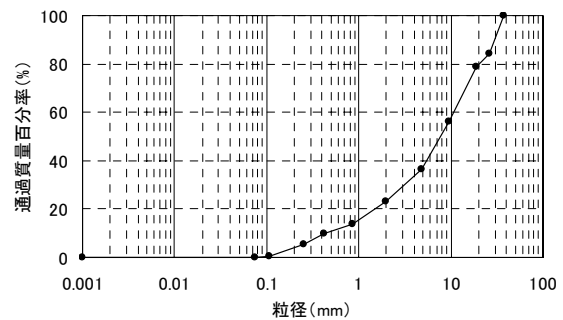


図-2 実験砂の粒度分布

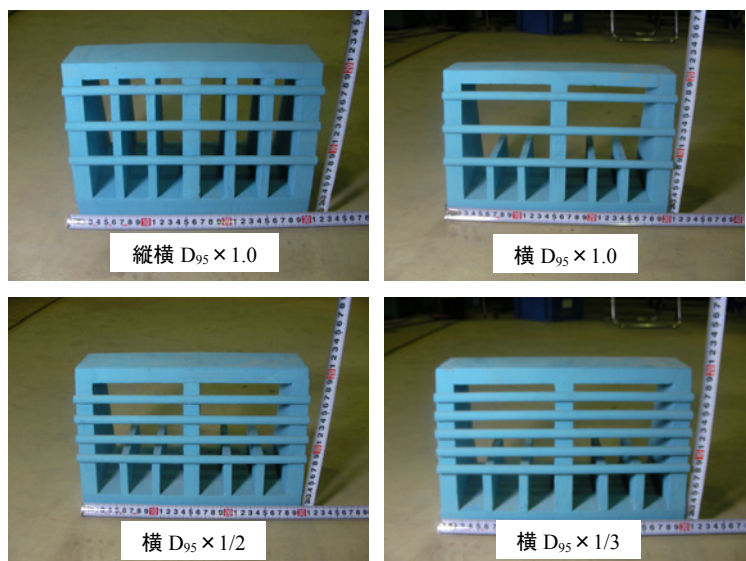


図-3 えん堤モデル

上部縦ビームがないことにより、捕捉率が1-1より4%ほど低下するものの、捕捉率は90%以上と高い数値を示している。それに対して、横ビームのみの配置では(No.1-5)、捕捉率が81%と低い結果になっている。最下段に縦ビームがある方が、流出初期の捕捉がされやすいため、高い捕捉率になったことが観察される。また、上部横ビームの間隔を $D_{95} \times 1/2$ 倍に狭めたNo.1-3は、1-2よりも捕捉率は高く、指針に準拠した1-1とほぼ同等の値を示し、確実に捕捉されることがわかった。間隔をさらに $D_{95} \times 1/3$ 倍に狭めたNo.1-4は、1-3と捕捉率がほぼ同じ結果となった。

実験No.1と2の土砂捕捉率の比較では、土石流堆積区間を想定したNo.2の方が、全体的に低下傾向にある。これは、No.1の土砂の移動形態が集合運搬であったのに対し、2は各個運搬となるため、閉塞しにくいものと考えられる。

土石流堆積区間のNo.2の実験では、下から2段目の横ビーム付近で閉塞し、設置間隔を狭めた2-3、2-4の捕捉率は、指針に準拠した2-1と同等以上の結果となった。

以上から、透過部断面上部を横ビームのみの配置とした場合でも設置間隔を $D_{95} \times 1/2$ 倍以下に狭くすれば、指針に準拠した縦横ビームの配置と同じ土砂捕捉機能を有することができると言える。

3.2 堆砂形状

表-3中の堆砂勾配は、久津見ら²⁾を参考に、えん堤から上流30cmの区間を対象にして求めた。

これより、土石流流下区間の堆砂勾配は、 $8.9 \sim 11.1^\circ$ の範囲にあり、概ね水路勾配 16° の $1/2 \sim 2/3$ ($1/1.5$)倍である。また、堆積区間においては、 $2.0^\circ \sim 2.7^\circ$ の範囲で水路勾配 4° の $1/2 \sim 2/3$ 倍であり、水路勾配の違いによる相違は見られなかった。

4. まとめ

横ビームの間隔をパラメータとした水理実験を実施した。その結果、配置間隔を $D_{95} \times 1/2$ 倍以下に設定すると、指針に準拠した配置と同じ土砂捕捉機能が得られることがわかった。また、堆砂勾配については、水路勾配の $1/2 \sim 2/3$ 倍の範囲となり、水路勾配の違いによる相違は見られなかった。

参考文献

- 1) 建設技術審査証明(砂防技術)報告書「横ビーム式HBO型堰堤」, 資料-3 水理模型実験検討書, 2005.
- 2) 久津見生哲, 中山貴士, 久保田稔, 中村俊六: 天竜川水系小渋川砂防ダム群の堆積実態と水理実験における堆砂勾配, 砂防学会誌(新砂防), Vol.48, No.3, p.14-21, 1995.

表-2 実験ケース

実験 No.	土砂移動形態	最下段間隔 (mm)	横ビーム間隔 (mm)	縦ビーム間隔 (mm)
1-1	土石流流下区間 (16°)	48 ($1.5 \times D_{95}$)	32 ($D_{95} \times 1.0$)	32 ($D_{95} \times 1.0$)
-2			32 ($D_{95} \times 1.0$)	最下段のみ 32 ($D_{95} \times 1.0$)
-3			16 ($D_{95} \times 1/2$)	
-4			11 ($D_{95} \times 1/3$)	
-5 ¹⁾			32 ($D_{95} \times 1.0$)	無し
2-1	土石流堆積区間 (4°)	48 ($1.5 \times D_{95}$)	32 ($D_{95} \times 1.0$)	32 ($D_{95} \times 1.0$)
-2			32 ($D_{95} \times 1.0$)	最下段のみ 32 ($D_{95} \times 1.0$)
-3			16 ($D_{95} \times 1/2$)	
-4			11 ($D_{95} \times 1/3$)	

表-3 実験結果

実験 No.	流下土砂量	土砂捕捉量	土砂捕捉率	堆砂勾配 ²⁾	堆砂勾配/水路勾配
1-1	62.5 l	59.30 l	96.6 %	10.7°	1/1.5
-2		57.46 l	92.6 %	9.6°	1/1.7
-3		59.10 l	96.3 %	10.7°	1/1.5
-4		60.05 l	97.0 %	8.9°	1/1.8
-5 ¹⁾		67.5 l	53.26 l	81.4 %	11.1°
2-1	34.5 l	30.30 l	87.8 %	2.0°	1/2.0
-2		29.74 l	86.2 %	2.0°	1/2.0
-3		32.27 l	93.5 %	2.5°	1/1.6
-4		32.88 l	95.3 %	2.7°	1/1.5

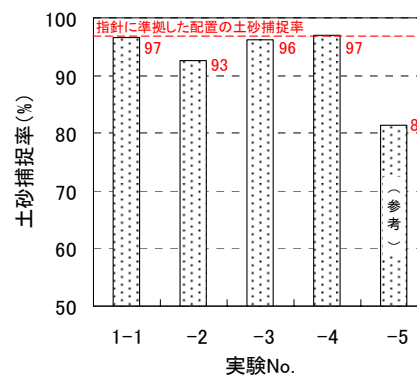


図-4 土砂捕捉率 ($\theta=16^\circ$)

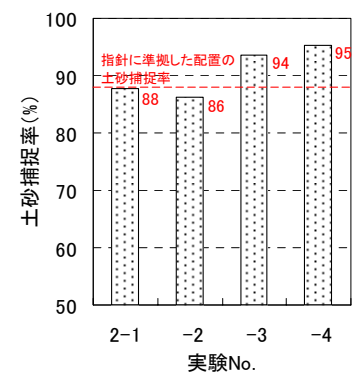


図-5 土砂捕捉率 ($\theta=4^\circ$)