

鋼管製透過えん堤を構成する部材の土砂捕捉機能に関する実験的研究

京都府立大学大学院 農学研究科
(財)砂防・地すべり技術センター

〇小谷昌央 松村和樹 高原晃宙
嶋 丈示

1. はじめに

土石流対策の中で近年注目されているものの一つとして鋼管製格子型透過えん堤がある。この透過えん堤は景観・環境面などで様々な利点を持つ一方で、鋼管を組む際の接合など施工に高度な技術を要するため、鋼管の数が增加すればするほど施工技術の困難や施工コストが増加するといった問題がある。そこで本研究では、施工性・経済性に優れた鋼管製格子型透過えん堤の部材間隔や配置などの構造を考えるために、えん堤を構成する水平および鉛直部材が土石流捕捉効果に関して、それぞれどのような機能効果を有するのかを水理実験によって評価した。

2. 実験概要

2.1 実験装置

本実験では想定縮尺を 1/40 とし、幅 0.3m、高さ 0.3m、長さ 15m の可変勾配開水路を用いた。えん堤模型の 7m 上流に河道閉塞を想定した土砂を敷き、水路上流端から一定の流量で給水することで土砂を流下させた。

2.2 えん堤模型

本実験に用いるえん堤模型は水平部材からなるえん堤（以下水平）、鉛直部材からなるえん堤（以下鉛直）であり、それぞれの部材間隔は供給土砂の 95% 粒径 (d_{95}) の 0.5 倍、1.0 倍、1.5 倍、2.0 倍とした。また、比較のため不透過型えん堤についても実験を行った。

2.3 実験条件

供給土砂の粒径分布を図-4 に、実験条件を表-1 に示す。

初期通水時間 (T_1) は、水路上流に設置した土砂が通水によって崩れ、土石流化して流下し、えん堤に到達・捕捉され、その後続流（清水）によって捕捉土砂上流端が再洗掘されないような時間とした。

後続流通水時間 (T_2) は、 T_1 後に後続流を想定して通水する時間とした。これは堆積土砂の上流端を洗掘させ、えん堤上部を越流する状況、その通過量の把握のために行ったものである。

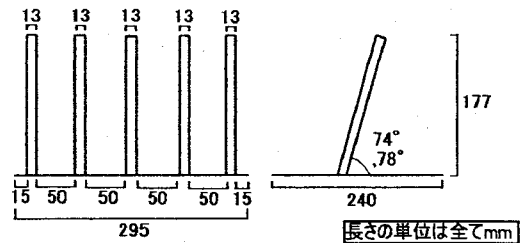


図-1 鉛直 部材間隔 $d_{95} \times 2.0$

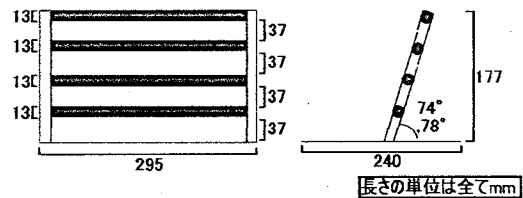


図-2 水平 部材間隔 $d_{95} \times 1.5$

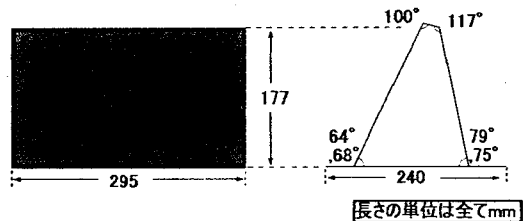


図-3 不透過型

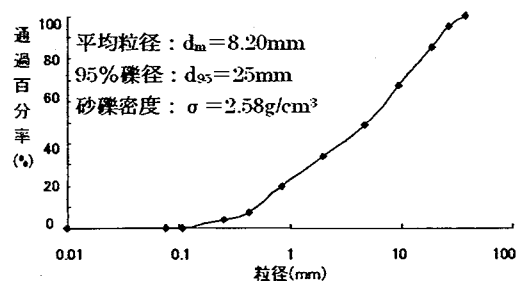


図-4 粒径分布

表-1 実験条件

実験条件	勾配 (°)	流量 (l/s)	供給土砂量 (l)	初期通水時間 T ₁ (s)	後続流通水時間 T ₂ (s)
I	16°	2.5	32.2	7	20
II	12°	3.0	47.2	25	20

3. 実験結果

T₁ 秒後にえん堤に捕捉された土砂の供給土砂に対する割合を初期捕捉率, T₂ 秒後にえん堤に捕捉された土砂の割合を最終捕捉率として各えん堤の土砂捕捉機能を評価した。各えん堤の土砂捕捉率を図 5~8 に示す。縦軸を土砂捕捉率(%), 横軸の数字をそれぞれの部材間隔(供給土砂の d₉₅ の 0.5 倍, 1.0 倍, 1.5 倍, 2.0 倍)のえん堤および不透過型えん堤とする。

4. 考察

勾配 16° の実験条件 I では流下土砂は土石流, 勾配 12° の実験条件 II では掃流状集合流動の形態をとった。このため流下土砂の径が大小様々に分布している実験条件 II では、流下土砂の先頭に大径礫が集中している実験条件 I よりもえん堤が閉塞されるまでの時間が長くなり、土砂捕捉率がやや低下した。

また、各部材間隔で概ね鉛直が水平よりも高い土砂捕捉率を示した。これは水平では部材間が流下土砂によって閉塞されるまでの時間が長く、その間の流出土砂量が多くなったことによるもので、部材間隔が広くなるにつれこの差は大きく見られた。このことから、鋼管を格子状に配置した鋼製えん堤では、土砂捕捉に関して鉛直部材が主な役割を果たし、水平部材は補助的な機能をもつと考えられる。

部材間隔が 0.5 倍, 1.0 倍のように狭いものでは、水平・鉛直ともに不透過と比較しても遜色ない捕捉率を示した。さらに、土砂の捕捉状況などから、水平の 1.5 倍では鉛直部材を組み合わせる、えん堤下部の部材間隔を狭くするなど、また鉛直の 1.5 倍, 2.0 倍でもえん堤下部や最上部に水平部材を接合するなどの改良を行うことによって、このような部材間隔の広いえん堤でも土砂捕捉率の向上が期待できると思われる。

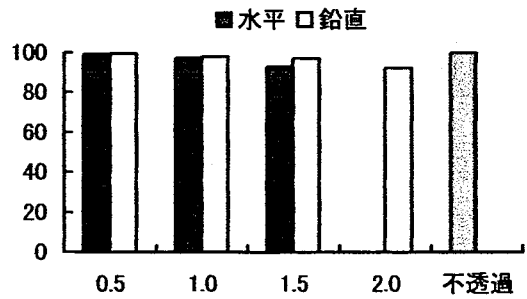


図-5 実験条件 I 初期捕捉率

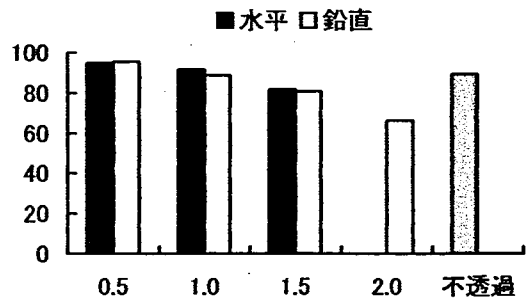


図-6 実験条件 I 最終捕捉率

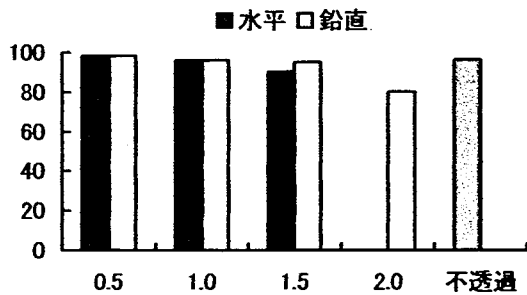


図-7 実験条件 II 初期捕捉率

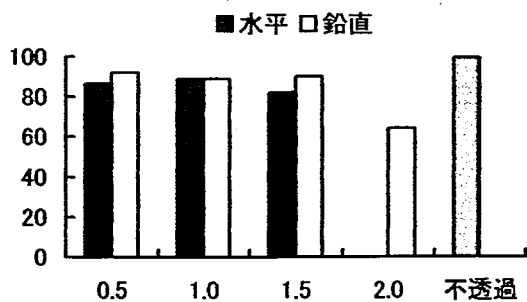


図-8 実験条件 II 最終捕捉率