

京都府立大学大学院 農学研究科 ○ 高原 晃宙  
 松村 和樹  
 中村 勇樹

1. はじめに

国土の約七割が山地という豊かな自然に恵まれている日本であるが、脆弱な地質を有し台風や豪雨・豪雪に見舞われやすく地震や火山活動も活発であるなど厳しい気象・自然条件のもとにおかれている。このような環境から、我々の生活は常に自然の脅威にさらされており人間の生活基盤を根底から破壊する土砂災害が毎年のように日本各地で発生している。これら頻発する自然災害に対して、土木的手段をもって砂防えん堤などの構造物を築造し被害を防止・軽減するハード対策が挙げられる。本研究ではこの対策の一つとして、工期・コスト縮減また自然との共生が見込まれる新型鋼管製砂防えん堤を提案し、水理実験によりその効果を評価することを目的とした。

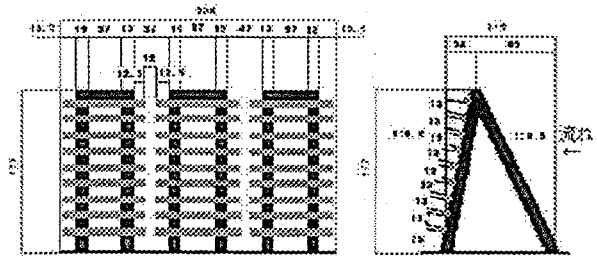


図-1 2-1型えん堤模型 (H=d95 × 0.5)

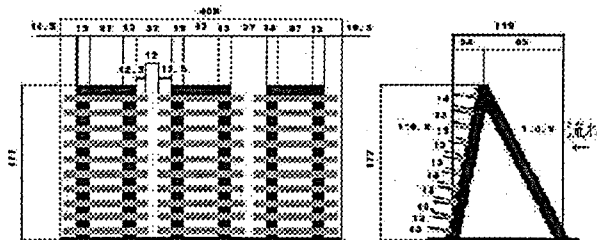


図-2 2-2型えん堤模型 (H=d95 × 1.0)

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 の開水路を使用，えん堤模型から上流 7m 間を粗度板で敷き詰めた。

2.2 えん堤模型

使用したえん堤模型は、格子型えん堤・既存のL型とI型の特徴を組み合わせた新型えん堤（以後1型と呼ぶ）・1型えん堤の下流側に補助横梁を用いることにより土石流の後続流対策を施した三種類のえん堤模型（以後、2-1・2-2・2-3型と呼ぶ）を使用した。なお、これらのえん堤は最下段の間隔（Hとする）が異なり、それぞれ95%粒径の0.5、1.0、1.5倍としている。図-1、-2、-3に2型えん堤模型をそれぞれ示す。

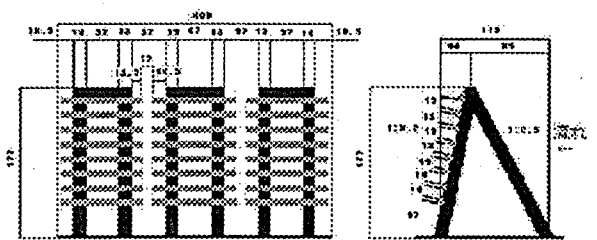


図-3 2-3型えん堤模型 (H=d95 × 1.5)

2.3 実験条件

実験条件および粒度分布をそれぞれ表-1，図-4に示す。なお，実験条件Iの供給土砂量は不透過型えん堤の場合に天端から河床勾配の2/3勾配と河床勾配の空間で捕捉

される土砂量，実験条件Ⅱはその 1/2 の量の 2 条件を与えた。

通水時間① ( $T_1$ ) は，上流側に置いた土砂が崩れ，えん堤に到達し，堆砂した後にその後続流（清水）が堆積土砂の上流端を再洗掘しないような時間とした。

通水時間② ( $T_2$ ) は， $T_1$  秒後に後続流を供給する一定の時間とした。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である。特に実験Ⅱでは，実際の土石流発生現場でえん堤天端まで堆砂しない場合を想定した実験とした。

### 3. 実験結果

以上の実験条件より， $T_1$  秒後に捕捉された土砂の割合を初期捕捉率（ $T_1$  秒後，えん堤に捕捉された土砂量 / 供給土砂量）とし，後続流を想定した  $T_2$  秒後に捕捉された土砂の割合を最終捕捉率（ $T_2$  秒後えん堤に捕捉された土砂量 / 供給土砂量）として，各えん堤の機能効果を検討した。実験結果は表 - 2 に示されたとおりである。

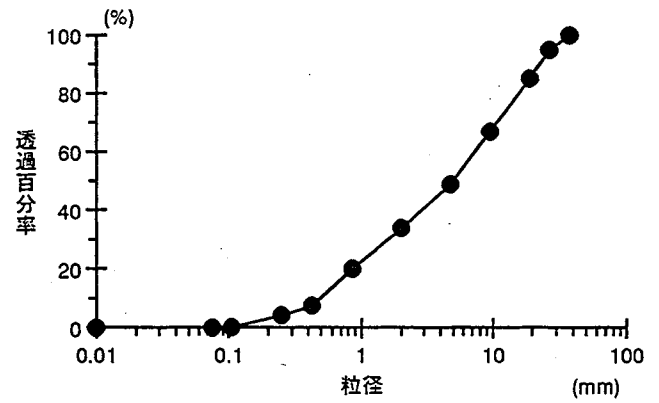
### 4. 考察

1 型や格子型のように後続流対策を施していないえん堤では実験条件Ⅱにおいて最終捕捉率が，2 型と比較すると顕著な差があらわれた。このことから一度の土砂流出で満砂する実験条件Ⅰのような場合，土砂捕捉率はえん堤の型にさほど影響されないと考えられる。しかし一度の流出で満砂しない実験条件Ⅱでの 1 型や格子型では，後続流を想定した清水により洗掘された上流端の堆積土砂は下方へ移動し次第にえん堤に捕捉され満砂へとなるが，その過程でえん堤のスリット間隔より細かい粒径の土砂は通過する。

一方，後続流対策とした補助横梁を施している 2 型えん堤では，1 型や格子型と比べてみると最終捕捉率が向上する結果となった。このことから 2 型に施された補助横梁は，土石流の後続流や土砂流に対して有効に機能が発揮することが認められた。また 2 型の中で最下段の間隔をそれぞれ変えても，ほとんど差がみられなかった。これは，巨礫が先頭に集中するという土石流の性質が及ぼした結果であろう。よって，最下段の間隔は 95% 粒径の 1.5 倍である 2-3 型でも問題は無いと思われる。

表 - 1 実験条件

実験条件	流量 (l/s)	勾配 (°)	供給土砂量 (l)	通水時間① ( $T_1$ ) (s)	通水時間② ( $T_2$ ) (s)
I-1	2.5	16	32.2	7	20
I-2	3.0	12	47.2	25	20
II-1	2.5	16	16.1	2	15
II-2	3.0	12	23.6	10	15



平均粒径： $d_m=8.20\text{mm}$

95% 礫径： $d_{95}=25\text{mm}$

砂礫密度： $\sigma=2.58\text{g/cm}^3$

図 - 4 粒径分布

表 - 2 実験結果

実験条件		初期捕捉率 (%)	最終捕捉率 (%)
I-1	1型	94.6	91.4
I-2		88.3	68.9
II-1		95.1	76.6
II-2		90.8	74.8
I-1	2-1型	98.2	91.0
I-2		97.9	86.6
II-1		97.3	89.6
II-2		98.1	93.1
I-1	2-2型	99.5	93.9
I-2		98.5	85.9
II-1		98.9	92.8
II-2		98.4	94.4
I-1	2-3型	97.5	91.5
I-2		95.9	83.9
II-1		96.2	87.7
II-2		97.3	91.3
I-1	格子型	94.9	90.3
I-2		94.1	80.3
II-1		93.8	79.6
II-2		91.5	74.9