

移動床における天然ダムの決壊について —圧密の違いによるピーク流量の変化について—

日大生産工（院） 学生会員 ○芦川 大樹

日大生産工 正会員 小田 晃 日大生産工（院） 学生会員 石川 彩人

1. はじめに

地震や台風などによる大雨によって、地滑りや斜面崩壊がしばしば発生する。この時、その崩落した土砂が河道を閉塞することで、天然ダムを形成する。

この天然ダムが決壊した場合、河川水が一気に流出し、土石流となって下流域に甚大な被害をもたらす危険性が非常に高いため、その決壊のメカニズムの研究が急がれている。

天然ダム形成時における土砂の圧密状態は、崩壊した土砂量・土砂の質・崩落状況などによって大きく変化する。しかし、土砂の圧密の違いによる決壊状況の変化は、示唆されてはいるもののその実態は不明である¹⁾。

そこで、本実験では天然ダムの圧密(硬度指数)の違いに着目し、天然ダム決壊時の流量の時間変化、土砂濃度の時間変化、ピーク流量について実験的に検討した²⁾。また、今回は、より実際の天然ダムの決壊後の状況に近付けるため、固定床ではなく移動床で実験を行った。

2. 実験概要

本実験は水路長 13m、流路幅 30cm、傾斜勾配 1/30 の矩形断面可傾斜水路で行った。移動床は厚さ 6cm、水路下流端から上流側へ長さ 6.0m の範囲とした。また天然ダムは想定縮尺 1/30 とし、天端高 30 cm、底面長 250 cm、底面幅 30cm、天端長 10cm、上下流とも法勾配は 1/4 としている(写真-1)。天然ダムの構成材料は平均粒径 0.29 mmの砂を使用した。流入流量(Q_{in})は一律 $800\text{cm}^3/\text{s}$ 、含水比は一律 10%とした。図-1 に粒度分布図を示す。天然ダム下流側法尻から 2.5m 下流(水路下流端)で水と土砂を採取した。

天然ダムは、硬度指数(山中式土壌硬度計による指数)11.0mm(換算支持力 $1.64\text{kg}/\text{cm}^2$)、7.0mm(換算支持力 $0.81\text{kg}/\text{cm}^2$)、4.0mm(換算支持力 $0.39\text{kg}/\text{cm}^2$)の3ヶ



写真-1 天然ダム模型

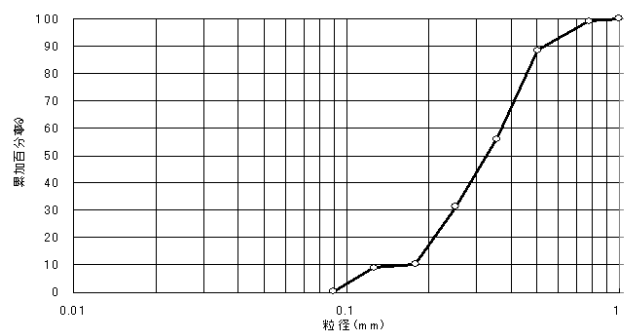


図-1 粒度分布図

ースを作製した。なお、天然ダム下流の移動床は硬度指数 11.0mm とした。

3. 実験結果と考察

3.1 ハイドログラフとセディグラフ

図-2 に流量と時間の関係を表したハイドログラフを示す。硬度指数 11.0 mmでは、越流開始後 50 秒から 110 秒にかけて流量が増加していき 110 秒でピーク流量 ($4061\text{cm}^3/\text{s}$) を迎え、その後徐々に減少した。硬度指数 7.0 mmでは、越流開始後 50 秒から 50 秒間で約 $3000\text{cm}^3/\text{s}$ 流量が増加し、越流開始後 100 秒でピーク流量 ($4528\text{cm}^3/\text{s}$) を迎え、その後 60 秒間ほどで約 $3000\text{cm}^3/\text{s}$ 流量の減少が見られた。硬度指数 4.0 mmでは、越流開始後 50 秒から 70 秒の間に急激に増加し 70 秒でピーク流量 ($6121\text{cm}^3/\text{s}$) を迎え、その後急激に減少した。

ピーク流量に達する時間を比較すると、硬度指数が小さくなるほどピーク流量に達する時間が早くなっている。流入流量とそれぞれのピーク流量を比較すると硬度指数 11.0 mmでは流量が約 5 倍、硬度指数 7.0 mmで

キーワード 天然ダム, 移動床, 圧密, ピーク流量, ハイドログラフ

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL047-474-2420

は流量が約 5.6 倍、硬度指数 4.0 mm では流量が約 7.6 倍になった。

図-3 に流砂量と時間の関係を表す。このグラフも図-2 で示されたハイドログラフと同じように、硬度指数が小さくなるほどピーク流砂量に達する時間が早くなっている傾向が示された。

3.2 最大流量・最大流砂量について

図-4 にピーク流量・ピーク流砂量と硬度指数の関係を示す。硬度指数が大きくなるほどピーク流量、ピーク流砂量ともに減少していることが示された。

また、硬度指数が小さいほどピーク流量・ピーク流砂量ともに大きくなることが示された。硬度指数が小さくなると侵食速度が速くなり、天然ダムの崩壊が急激に進むため、流量・流砂量が増加したと考えられる。

3.3 土砂濃度

図-5 に土砂濃度と時間の関係を表したセディグラフを示す。硬度指数 11.0 mm では、越流開始後 90 秒で土砂濃度が 9.6% となり徐々に減少が見られたが 150 秒から 170 秒の間で急激な上昇がみられ（170 秒で 9.7%）その後急激な減少が見られた。硬度指数 7.0 mm では 20 秒間隔で 1%~2% の増減が何度か見られた。硬度指数 4.0 mm では、110 秒から 130 秒の間に土砂濃度の急激な減少が見られた。硬度指数の度合いによって侵食速度が変化したことで、それぞれの土砂濃度の増減の仕方が異なったのではないかと考えられる。

図-6 に硬度指数とピーク土砂濃度の関係を示す。このグラフから硬度指数 11.0 mm だけ 2% ほど高い値となった。これは、越流開始後 50 秒での値で、水路下流側の移動床の侵食の影響と考えられる。

4. おわりに

今回の実験から以下の点が分かった。

- ① 硬度指数が小さいほど決壊時に大きな流量・流砂量が発生する。
- ② 硬度指数が小さくなるほどピーク流量・ピーク流砂量に達する時間が早くなる。
- ③ 圧密を変化させると多少の土砂濃度の変化があると考えられる。
- ④ 硬度指数が大きくなるほどピーク流量、ピーク流砂量ともに小さくなると考えられる。

今後の課題として、含水比などの堆積土砂の物性値の変化を対象とした天然ダムの決壊時の状況を把握することがあげられる。

参考文献

- 1) 田畑茂清, 水山高久, 井上公夫: 天然ダムと災害, 古今書院, P. 53, 2002.
- 2) 芦川大樹, 清宮悠理, 小田晃: 天然ダムの圧密の違いによるピーク流量の変化について, 日本大学生産工学部 学術講演会 土木部会 講演概要, P. 63, 2010.

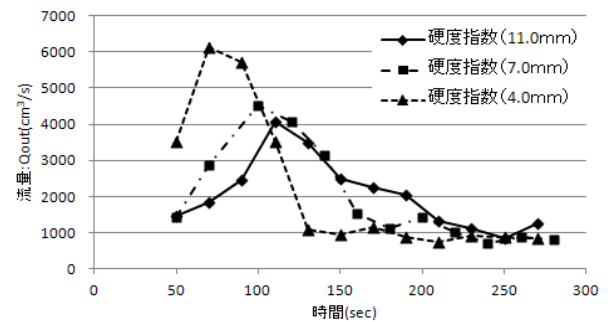


図-2 流量の時間変化

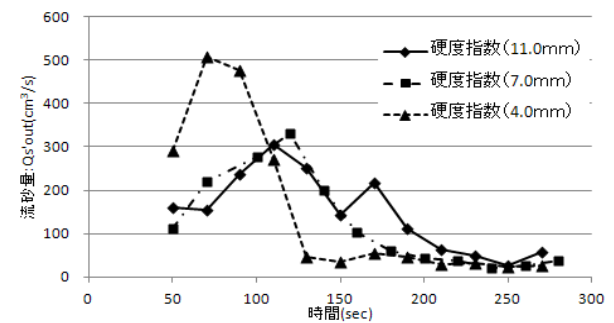


図-3 流砂量の時間変化

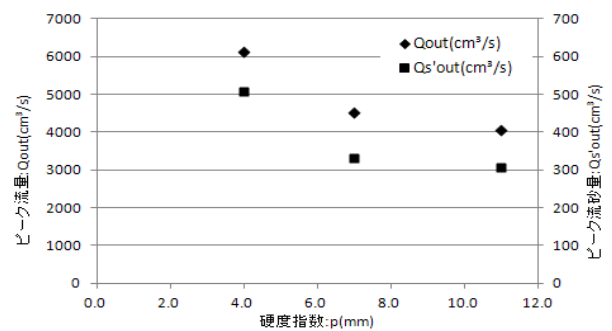


図-4 最大流量・最大流砂量と圧密

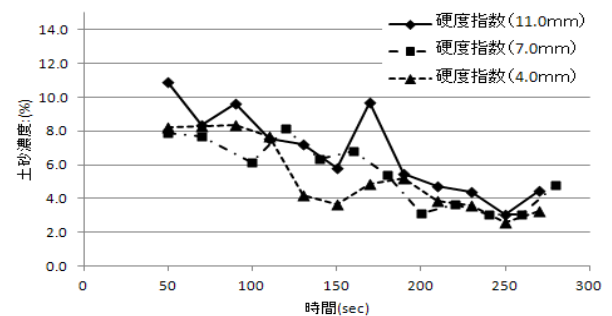


図-5 土砂濃度の時間変化

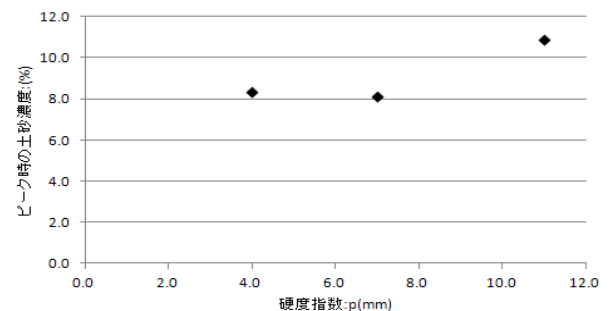


図-6 硬度指数とピーク土砂濃度