

土石流による上載荷重変化に関する実験的研究

一般財団法人砂防・地すべり技術センター ○嶋 丈示
政策研究大学院大学 水山高久

1. はじめに

深層崩壊などに起因する大規模土石流に対して、堰堤の安定計算を行うと現実的ではない断面が算定される。この理由は、土石流による上載荷重が大きいためであるが、満砂した堰堤の破壊形態を見ると袖部の破壊がもっぱらであり、堤体の安定性（転倒、滑動）を損なう事例は見られない。そこで、土石流による上載荷重が基準で示されているような荷重図になるか検証する。この結果によっては、土石流による上載荷重を無視または軽減でき、大規模な土石流に対しても現実的な断面が算定される。

2. 不透過型砂防堰堤の荷重図

図1は、土石流区間に設置する不透過型砂防堰堤（越流部）が満砂したときの荷重図である。堆砂圧及び静水圧は深さ方向に三角形分布である。ここに土石流が作用すると、水平方向に土石流の流体力に加え、土石流による上載荷重として堆砂圧及び静水圧が堤体の下端まで均等に増加させる。例えば、この堆砂面に深層崩壊のような大規模な土石流が作用したとすると、図1の上載荷重が土石流波高に応じて増加するため、堤体の安定性を確保するためには非現実的な断面が算定されることになる。しかしながら、土石流による不透過型砂防堰堤の損傷事例をみると、袖部や水通し近傍のコンクリート塊が打ち継ぎ目からせん断されていることが多い。すなわち、土石流流体力による水平方向の外力によって堤体が破壊されており、堤体の安定性を損なった事例はほとんどない。そこで、土石流の移動を想定して、堆砂面上に重量物が移動した場合の堤体に作用する土圧及び間隙水圧の変化を測定した。

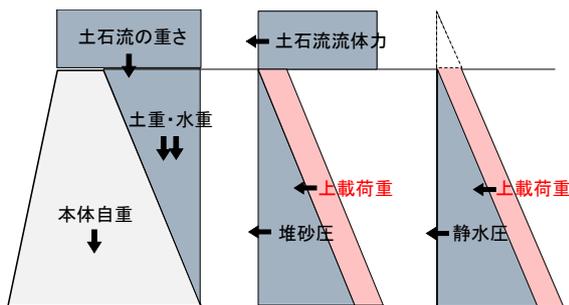


図1 満砂時状態の越流部の荷重（土石流時）

3. 実験方法

(1) 実験装置

図2に実験装置を示す。アクリル板で幅300mmの水路を作り、20度傾斜させた。下流端に高さ600mmの壁体を設置し、この壁体の底面から100mm、235mm、370mm、505mmの位置に土圧計及び間隙水圧計を取り付け深さ方向の荷重分布を測定した。

(2) 土砂

装置内に敷き詰めた土砂の粒径分を図2に示す。間隙

水が土粒子に取り込まれないよう微細土砂は含まず、砂質系の土砂を採用した。

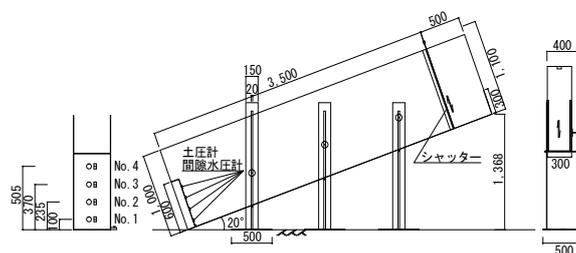


図2 実験装置

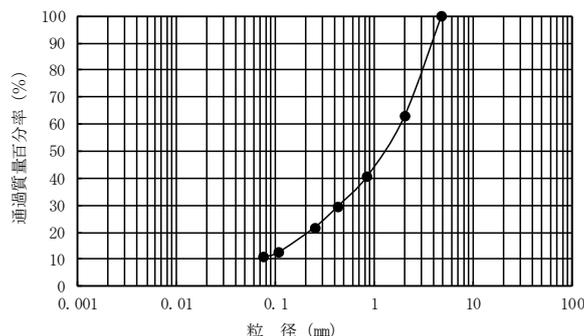


図3 粒度分布

表1 実験ケース

event (No.)	内容
1	上流側を満水状態にする。
2	土砂を投入する。(1層目)
3	土砂を投入する。(2層目)
4	土砂を投入する。(3層目)
5	土砂を投入する。(満砂)
6	土砂を締め固める。
7	静的荷重を載荷する。(荷重1: 0.02kPa)
8	静的荷重を載荷する。(荷重2: 0.03kPa)
9	静的荷重を載荷する。(荷重3: 0.04kPa)
10	荷重1を上流から下流に向かってゆっくり動かす。
11	荷重1を上流から下流に向かって速く動かす。

(3) 実験方法

実験ケースを表1に示す。ケース1は壁体の天端まで水で満たしたときの間隙水圧計の反応を、ケース2～5まで

はケース1の満水状態から土砂を水平に4層に分け投入し、土圧計及び間隙水圧計が想定通り反応するかを検証した。ケース6はケース2～5においてバイブレータで締め固めながら土砂を投入し、土砂の単位体積重量の変化を土圧計が計測できることを検証した。ケース7～9はケース6の状態から、壁体の近傍に幅300mm、長さ400mm、厚さ50mm程度に整形した重量物a(0.02kPa)、a+b(0.03kPa)、a+b+c(0.04kPa)と重ねて3段階に変化させ、土圧及び間隙水圧を計測した。ケース10及びケース11は、この重量物aを上流から下流に移動させたときの土圧計と間隙水圧計を計測した。

4. 実験結果

(1) 静的載荷

図4～図6は満砂状態(飽和)の堤体天端近傍に重量物a, a+b, a+b+cと載荷したときの土圧, 水圧, 全圧である。載荷の増加により、堆砂面近傍の土圧計4は増加しているが、土圧計3はほぼ変化せず、土圧計1, 2は減少した。水圧は水圧計2が1割程度増加したが、他の3つの若干反応した程度である。この土圧と水圧の合計を見ると積載による

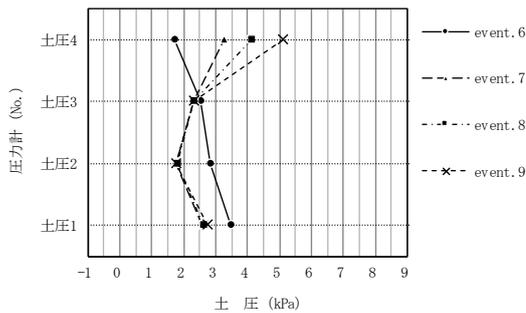


図4 土圧 (砂一静的載荷)

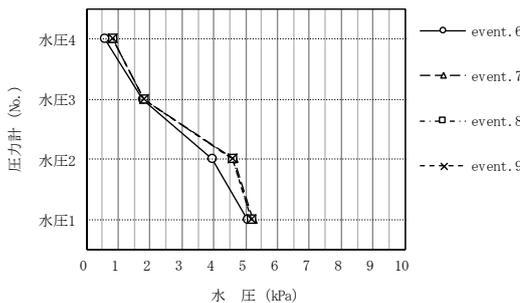


図5 水圧 (砂一静的載荷)

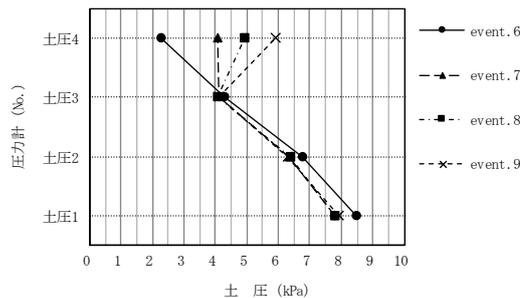


図6 土圧+水圧 (砂一静的載荷)

影響は天端近傍のみであるがわかる。

(2) 動的載荷

図7～図9は、ケース6の状態から重量物aをゆっくり移動させたものと(ケース10)、早く移動させたものである(ケース11)。参考として静的荷重のケース6(無載荷)、ケース7(静的載荷)もプロットした。堆砂面近傍の土圧計4は重量物が移動すると静的載荷に比べて変化が小さく、速度が速いほど、その変化も小さい。水圧に関しては静的荷重と同様の傾向である。土圧と水圧の合計は静的載荷と同様の変化は小さく、天端近傍もほとんど増加していないことがわかる。

5. おわりに

上載荷重による影響は移動速度が大きいほど小さい結果となった。このことから、大規模な土石流が作用しても満砂状態であれば、袖部に土石流流体力が水平方向に作用するが、土石流は水通し部から越流するため上載荷重による増加は無視できる程度であり、堤体の安定性には影響しないものと考えられる。

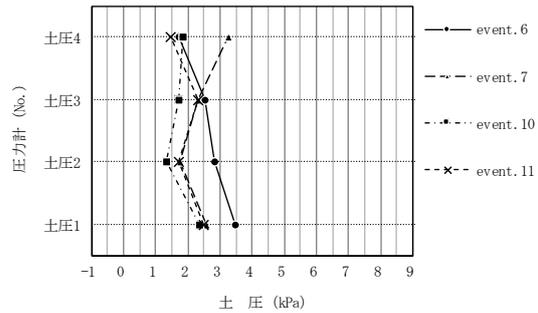


図7 土圧 (砂一動的載荷)

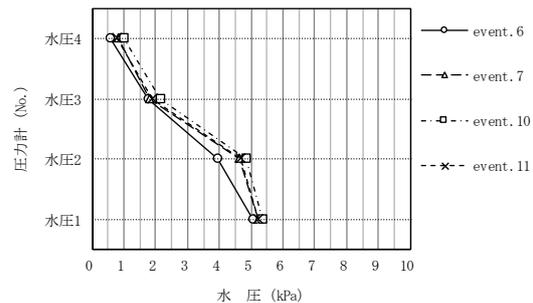


図8 水圧 (砂一動的載荷)

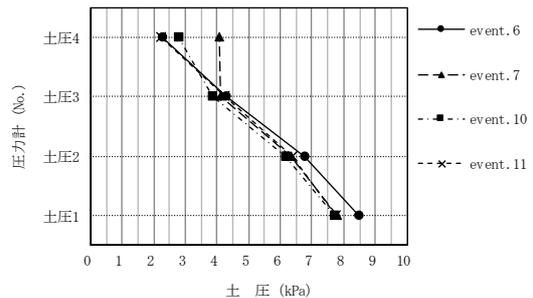


図9 土圧+水圧 (砂一動的載荷)