

# ( I - 29) セル型砂防ダム中詰材の局部抵抗力に関する実験的研究

防衛大学校 正員 ○伊藤一雄 学生員 吉岡 修 正員 鯉淵芳伸  
防衛大学校 フェロー 石川信隆 共生機構(株) 正員 中村 徹

## 1. 緒言

セル型砂防ダムは、写真-1に示すように鋼壁板の中に土砂等の中詰材を充填した砂防ダムである。著者ら<sup>1)</sup>は、この砂防ダムに土石流中の巨礫が衝突する場合のモデル実験を行い、礫の衝突点における局部変形が重要な破壊形態であることを示した。この局部変形のメカニズムを明らかにするには、鋼板の裏込め中詰材自体の局部的な抵抗力を明らかにする必要がある。そこで本研究は、中詰材の局部抵抗力について検討するため、砂中詰材の局部変形実験を行い、深さや砂の詰め方が変形メカニズムに及ぼす影響について考察したものである。

## 2. 実験の概要

供試体は、図-1に示すような幅20cm、高さ1m、長さ1mの容器に、気乾状態のケイ砂(比重2.664、粒径範囲(0.5~1mm))を充填して作成した。中詰材の充填方法は、単位体積重量が $1.33\text{gf/cm}^3$ の緩詰めと、 $1.53\text{gf/cm}^3$ の密詰めの2種類の供試体を作成した。供試体の一方の側壁は固定しているが、他方の壁は $20\text{cm} \times 20\text{cm} \times 20\text{cm}$ の立方体の箱を5個積み重ねて作成し、載荷点以外の箱は固定して、載荷点の箱を上下にコロを挟んで、水平に移動できるようにし、反力壁に取り付けたジャッキを用いて水平方向に荷重を加えて実験を行った。計測項目はジャッキ先端に取り付けたロードセルによって荷重(抵抗力)を、レーザ式変位計を用いて載荷箱の変位量を計測した。載荷点の位置は一番上の箱を動かす上載荷と3番目、4番目の箱を動かす中載荷、下載荷の3種類の載荷位置について実験を行った。実験パラメーターを表-1に示す。

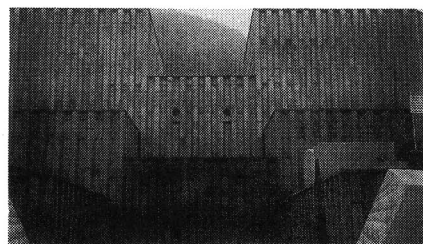


写真-1 セル型砂防ダムの一例

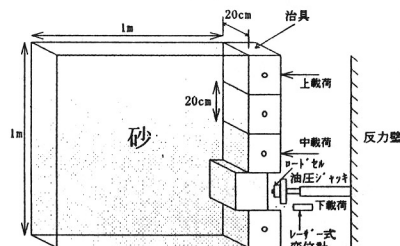


図-1 実験装置

表-1 実験ケース

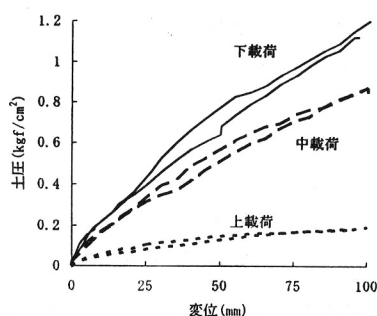
| 供試体 No.  | 載荷点 | 詰め方 |
|----------|-----|-----|
| SLU-1, 2 | 上載荷 | 緩   |
| SDU-1, 2 | 上載荷 | 密   |
| SLM-1, 2 | 中載荷 | 緩   |
| SDM-1, 2 | 中載荷 | 密   |
| SLL-1, 2 | 下載荷 | 緩   |
| SDL-1, 2 | 下載荷 | 密   |

各供試体×2

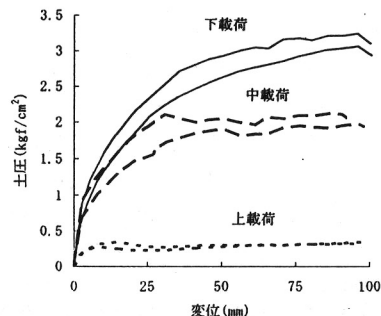
## 3. 実験結果および考察

### 3.1 土圧～変位関係

図-2に土圧～変位関係を示す。これは、実験から得られた抵抗力を載荷箱の断面積で除することにより求めたものである。図-2(a)に示す緩詰めの場合には、変位と比例的に土圧が大きくなっていることがわかる。一方、図-2(b)の密詰めの場合には、弾塑性型の挙動を示している。緩詰めと密詰めの土圧の大きさを比較すると抵抗力の一番大きな下載荷の変位10cmでは、緩詰めが $1.2\text{kgf/cm}^2$ 、密詰めが $3\text{kgf/cm}^2$ となっており、詰め方を密にすることによって局



(a) 緩詰め



(b) 密詰め

図-2 土圧～変位関係

部抵抗力が約2.5倍大きくなることがわかる。また図-3は、図-2(b)で得られた最大土圧と深さの関係を表している。ここで、最大土圧とは図-2(b)で土圧が最大になったときの値である。これより、最大土圧は深さにほぼ比例して増大していることがわかる。また、比較のためにランキンの受働土圧を図中に示すが、理論値は実測値の約1/6となり、実験値の方がかなり大きい。

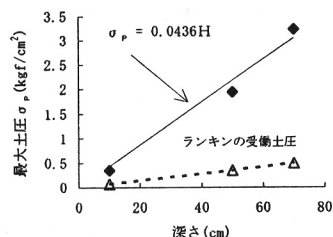


図-3 密詰め最大土圧～深さ関係

### 3.2 破壊メカニズム

写真-2は、色砂を用いて変位10cmでの砂の挙動を可視化したものである。まず、写真-2(a)は緩詰め、(b)は密詰めの上載荷の場合で、密詰めではすべり線が明瞭に形成されているが、緩詰めではやや不明瞭である。また、砂の体積変化を比較すると、載荷箱の移動による縮小体積が4000cm³(20cm×20cm×10cm)であるのに対して密詰め時の隆起体積は3900cm³であるので、ほぼ体積変化なしにすべり線に沿って移動している。一方の緩詰めでは、同一の縮小体積に対して隆起体積は2600cm³となり、砂の体積が約12%減少している。ちなみに、緩詰めの実験後の単位体積重量は、密詰めに近い1.52gf/cm³となっている。これより、緩詰めの場合は、砂の空隙が減少して密詰めに近い状態になる体積変化と局所的すべり変形が進行するメカニズムを交互に繰り返すため、すべり線が波打ちかつ抵抗力が徐々に上昇していくものと考えられる。次に、写真-2(d)の中載荷の密詰めの場合は、やや円弧を描くようにすべり線が明瞭に形成されている。一方写真-2(c)の緩詰めの場合は、押し込まれた治具の前部30cm付近で圧縮された変形が局所的に見られるが、密詰めと異なりすべり線は上部までは連続していない。これを、隆起体積で比較すると密詰めは3300cm³、緩詰めは870cm³となり、緩詰め時の隆起体積がかなり小さいことがわかる。これは、深さが増すことにより上部(自由面)までの距離が長くなるとともに拘束圧が大きくなるためと考えられる。以上のメカニズムを考えると、砂の局部抵抗力は、最終的には密詰め時の最大値(図-2)に収束し、これは深さの関数となり、中詰め材固有の値であると考えられる。

### 4. 結 言

以上、本研究の成果を要約すると

(1) 深さが深く詰め方が密になるほど局所的な抵抗力が大きくなり、その最大土圧は深さにほぼ比例して増加する。

(2) 緩詰め時の砂の局部抵抗力は、変位にほぼ比例して増加する。一方密詰めの場合は弾塑性型の土圧～変位関係を示す。

(3) 密詰め時の破壊メカニズムは明瞭なすべり線を形成する。しかし、緩詰めの場合は明瞭なすべり線を示さない。

(4) 載荷深さによって土圧および破壊メカニズムが大きく異なることが認められた。

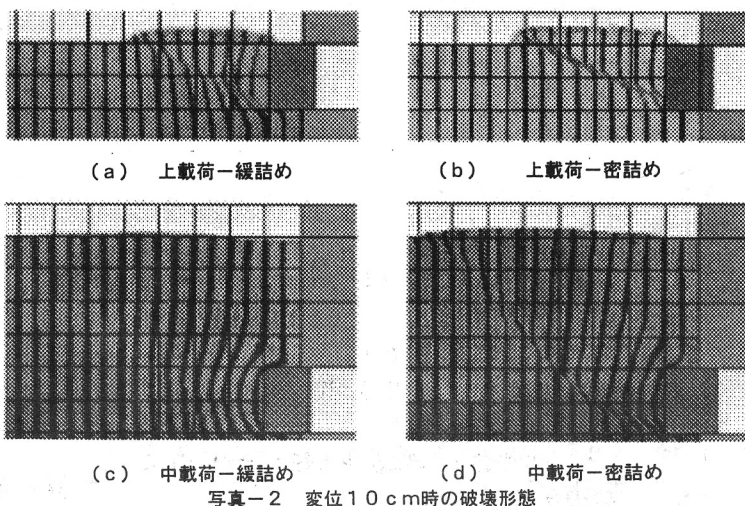


写真-2 変位10cm時の破壊形態

1) 伊藤一雄, 香月智, 石川信隆, 阿部宗平, 中村徹: ダブルウォール砂防ダムの衝撃破壊限界に関する実験, 平成7年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 21~24, 平成7年