

I-569

単純せん断枠を用いた礫中詰材のせん断抵抗力に関する実験について

防衛大学校 正員○香月智 正員 石川信隆 正員 大平至徳
砂防・地すべり技術センター 鈴木 宏

1. 緒言

鋼製枠砂防構造物は、鋼製枠と中詰材との複合構造物であるが、その特性を生かすために、鋼製枠と中詰材のせん断抵抗力を同時に考慮した解析法の開発が望まれる。このためには、まず基本的な中詰材のせん断抵抗力～変位関係を明らかにすることが必要であると思われる¹⁾。

そこで本研究は、改良された矩形型単純せん断枠と階段型単純せん断枠を用いた実験を行い、①中詰材の種類および上載荷重の各パラメータの影響、②これらのパラメータの影響を一つの弾塑性挙動にまとめる無次元化式の提案とその適用性、③矩形枠と階段型枠との相違等について考察し、そのうえで中詰材のせん断抵抗力～変位関係を表わす実験式を提案したものである。

2. 単純せん断枠実験の概要

2.1 実験装置および計測項目 実験装置は、図-1に示すような幅95cm、高さ100cm、奥行き幅30cmの矩形単純せん断枠と、図-2に示すような幅120cm、高さ100cm、奥行き幅30cmの階段型単純せん断枠である。いずれの装置もピン接合されているため枠自体のせん断抵抗力は生じない。ところで、一昨年に行った実験では¹⁾、中詰材の漏出防止のために、一枚の鋼製側壁板を設置したため、中詰材と漏出防止板との間に発生する摩擦の影響を取り除くことができなかった。そこで本装置では、高さ10cmの方形の鋼製枠を、枠の間にコロを挟みながら積み上げるものに改良した。計測項目は、枠上端に作用する水平荷重P(中詰材のせん断抵抗力)、荷重作用点の水平変位 δ である。

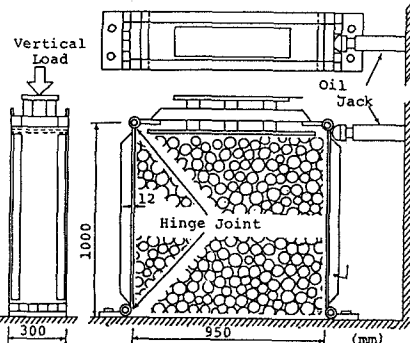
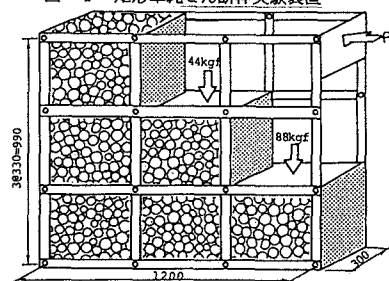


図-1 矩形単純せん断枠実験装置

図-2 階段型単純せん断枠実験装置
表-1 中詰材

種 類	単粒度砕石6号	単粒度砕石4号	割栗石	玉砂利
粒径範囲(mm)	5~13	2.0~3.0	4.0~8.0	1.0~4.0
平均粒径	10mm	2.5mm	6.0mm	3.0mm
重量平均径(mm)	9.5	2.2	5.3	2.7
形 状	角あり	角あり	角あり	丸い
隙比率	2.55	2.67	2.61	2.70
内部摩擦角(°)	36	48	51	45
枠間重量(kgf)	4.05	4.15	3.94	4.33
単位体積重量(t/m³)	1.49	1.62	1.45	1.69
隙率	0.714	0.757	0.80	0.699

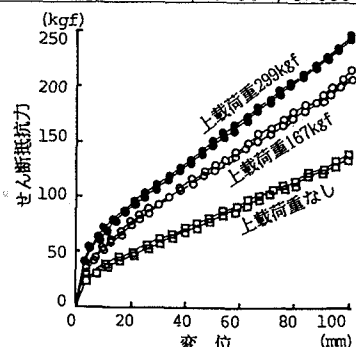
2.2 中詰材 実験に用いた中詰材は、角張った形状を持って礫径の異なる単粒度砕石6号、単粒度砕石4号、割栗石と形状が丸い玉砂利の4種類である。各礫材のもつ基礎的な諸元を表-1に示す。ここで、表-1に示した内部摩擦角は、平面寸法32cm×42cmの一面せん断箱を作成して測定した。

3. 実験結果と考察

3.1 矩形単純せん断枠のせん断抵抗力～変位関係

(1) 上載荷重の影響 図-3に単粒度砕石6号の場合のせん断抵抗力～変位関係を示す。これより中詰材のせん断抵抗力～変位関係は、硬化型の弾塑性挙動を示し、そのせん断抵抗力の大きさは上載荷重の大きさに対し、ほぼ比例的に増加していることが認められる。

(2) 礫種類の影響 図-4には上載荷重を載せない場合のせん断抵抗力～変位関係を礫材の種類ごとに比較して示している。これより、中詰材の粒径が大きくなるにつれて中詰材のせん断抵抗力が明瞭に大きくなっていることが認められる。特に、玉石はその形状が丸いにもか

図-3 せん断抵抗力～変位関係に
及ぼす上載荷重の影響
(単粒度砕石6号、粒径10mm)

ならず、ほぼ礫径に応じてせん断抵抗力の増大が認められる。

(3) せん断抵抗力～変位関係の無次元化 実験結果によると、中詰材の種類や、その重さ(上載荷重を含めた)によってせん断抵抗力は異なっている。そこで、次式によって無次元化することにより、その弾塑性挙動を標準化することを試みた。

$$M = \frac{P \cdot h_1 / B}{\sigma_u \cdot h_2^2 \cdot \tan \phi} \quad (1)$$

ただし、 M :無次元化されたせん断抵抗力、 P :計測されたせん断抵抗力、 h_1 : P を計測した高さ、 B :せん断枠の奥行き幅、 σ_u :各実験ケースごとの底面における垂直応力 $\{(W+P_2)/A\}$ 、 W :中詰材の全自重、 P_2 :上載荷重、 A :底面積、 h_2 :中詰材の詰込み高さ、 ϕ :中詰材の内部摩擦角。また、計測された上端変位量もせん断変形量 $\gamma (= \delta / h_1)$ として無次元化した。図-3に示した単粒度砕石6号の全ての実験結果を処理すると、無次元化せん断抵抗力～せん断変形関係が図-5のように求められる。これより、上載荷重による影響が式(1)によってほとんどなくなり、一つの弾塑性挙動群にまとめられることがわかる。そこで各礫材ごとに平均したうえで、各礫材ごとの無次元化せん断抵抗力～せん断変形関係を比較したものを図-6に示す。これより、図-4に見られたような礫材ごとのせん断抵抗力の相違がなくなり、異種礫材間においても、ほぼ一つの弾塑性挙動群にまとめられることがわかる。

3. 2 階段型単純せん断枠実験のせん断抵抗力～変位関係の無次元化

階段枠の場合においてもせん断抵抗力～変位関係は、硬化型の弾塑性挙動を示した。図-7には、矩形枠の場合と同様に各中詰材ごとに平均化した無次元化せん断抵抗力～せん断変形関係を図示する。これより、階段枠の場合には、矩形枠の場合ほどうまく一つの弾塑性挙動にまとめることはできないが、概ねまとまった弾塑性挙動になることが分かる。

4. 無次元化せん断抵抗力～せん断変形関係の実験式の提示

以上より、式(1)の M は、図-6および図-7のようにせん断変形量 γ の関数として表わされるので、これらは次のように実験式として表示することができる。

$$\text{矩形枠の場合: } M = 4.44\gamma + 0.169\gamma^{0.2} \quad (2)$$

$$\text{階段型枠の場合(最も安全側の値:単粒度砕石6号の場合): } M = 2.57\gamma + 0.156\gamma^{0.2} \quad (3)$$

5. 結 言

本研究の成果を要約すると以下ようになる。

① 中詰材の弾塑性挙動は、 M および γ の無次元化式を用いて整理すると、矩形枠、階段枠ごとにほぼ一つの弾塑性挙動に標準化することができる。

② 各種の中詰材を式(2)、(3)による実験式によって、無次元化せん断抵抗力～せん断変形関係の関数式として表わすことができる。

参考文献: 1)香月・石川・大平・鈴木:鋼製砂防構造物における中詰材のせん断抵抗実験について、昭和63年度砂防学会研究発表会概要集。
2)鋼製砂防構造物委員会:鋼製砂防構造物設計便覧、昭和62年10月。

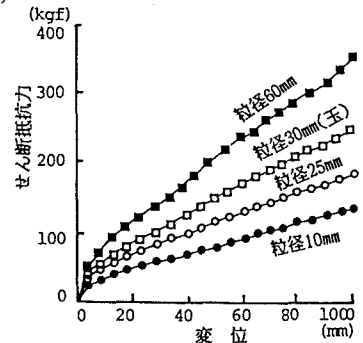


図-4 せん断抵抗力～変位関係に及ぼす礫種類の影響(上載荷重なし)

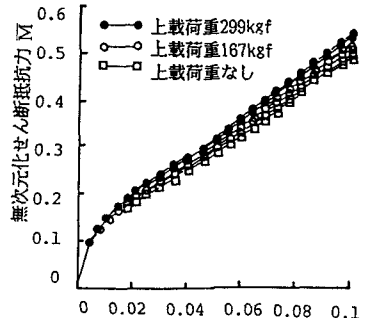


図-5 せん断変形 γ 無次元化せん断抵抗力～せん断変形関係に及ぼす上載荷重の影響(単粒度砕石6号、粒径10mm)

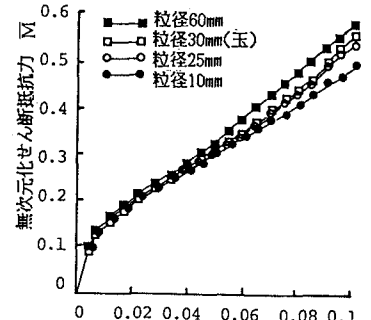


図-6 せん断変形 γ 無次元化せん断抵抗力～せん断変形関係に及ぼす礫種類の影響(矩形単純せん断枠)

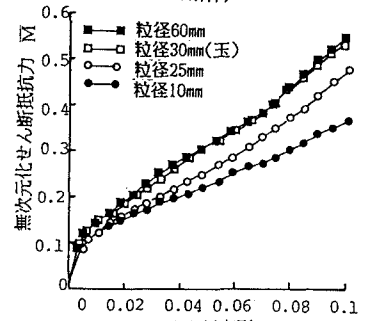


図-7 無次元化せん断抵抗力～せん断変形関係に及ぼす礫種類の影響(階段型単純せん断枠)