

(Ⅲ-11)

礫中詰材のせん断抵抗力～変位関係に関する実験について

防衛大学校 学生員 ○加瀬 典文 正員 香月 智 正員 石川 信隆
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、鋼製枠組の中に礫中詰材を詰めて建設される砂防ダムである¹⁾。著者らは、本構造物の鋼製枠組と中詰材との共同作用によるせん断抵抗力を考慮した設計法を確立するため、いくつかのモデル実験を行い基礎的な考察を行ってきた²⁾。しかしながら、実験装置上の制約のため①礫中詰材を用いた実験における漏出防止壁面と中詰材との端面摩擦の影響や、②枠組壁面に働く材圧分布の測定法などの問題点があった。そこで本研究は、中詰材と漏出防止枠との端面摩擦の影響を除去できるような単純せん断枠を考案し、これを用いて、①礫中詰材のせん断抵抗力～変位関係、②礫中詰材の粒径の影響、③中詰材圧の分布を測定する実験を行い、礫中詰材のせん断抵抗力に関する基礎的資料を得ることを目的とした。

2. 実験の概要

(1) 実験装置：単純せん断枠は図-1に示すような高さ1.0m、幅約1m、奥行き0.3mのヒンジ結合によってつくられた鋼製板せん断枠である。実験では、この枠内に礫中詰材を詰めるが、その際中詰材の側方漏出防止枠を図-2に示すようにコを挟みながら積み上げるように工夫した。本構造によれば漏出防止枠は水平方向に移動が自由なため、中詰材と漏出防止枠との間に生ずる端面摩擦を除くことができる。

(2) 計測項目：①枠上端に油圧ジャッキによって加えられる水平力（中詰のせん断抵抗力） P 、②その点の水平変位量 δ 、③枠の側壁面に働く礫材圧 Q （底面から20, 40, 60, 80cmの4箇所）である。ここで、礫材圧は礫の接触点のランダムさの影響を除くため、アイソンを用いた図-3に示すような礫圧計によって計測した。

(3) 中詰材：実験に用いた礫材は、表-1に示す礫径および礫の形の異なる4種類である。表中a, b, cの礫材は前の実験²⁾と同じものであるが、dは礫の形が丸い場合の影響を見るために新たに加えたものである。

(4) 実験ケース：中詰材の種類と上載荷重を組み合わせる表-2に示す計12ケースとした。

3. 実験結果と考察

(1) せん断抵抗力～変位関係（上載荷重の影響）

図-4に粒径10mmの中詰材を用いた場合のせん断抵抗力～変位関係を示す。この図から、①同一条件で行った実験結果はよく一致しており、再現性は高いことが分る。②図中に上載荷重0kgfで同じ中詰材を用いた改良前の実験装置を使った場合の結果を併記している。これより改良前のせん断抵抗力は概ね今回と同じせん断抵抗力を示すが、端面摩擦の影響のため非常にばらつきの大きいせん断抵抗力～変位関係となっている。③上載荷重の増加に伴ってせん断抵抗力は増加し、上載荷重の

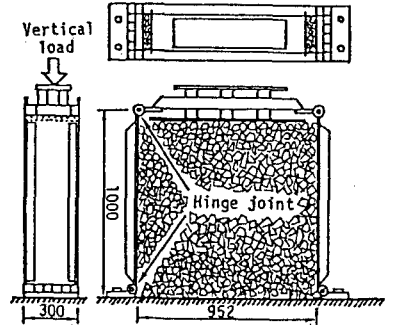


図-1 単純せん断枠装置

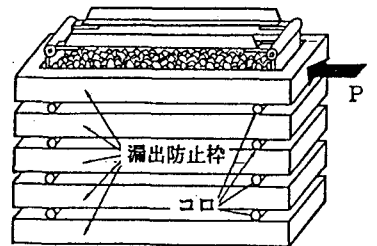


図-2 漏出防止枠を設置した実験装置模式図

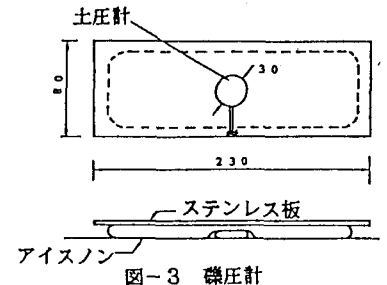


図-3 礫圧計

表-1 中詰材

呼び名	a	b	c	d
種類	単粒度砂石6号	単粒度砂石4号	割黒石	玉砂利
平均径(mm)	1.0	2.5	6.0	3.0
形状	角がある	角がある	角がある	丸い
粒径範囲(mm)	5~13	2.0~3.0	4.0~8.0	1.0~4.0
総重量(kgf)	4.05	4.15	3.94	4.33
比重	2.548	2.674	2.608	2.697
間隙比	0.714	0.757	0.803	0.699
単位体積重量(t/m³)	1.49	1.52	1.45	1.59

ない場合に比し変位100mmで上載荷重167kgf(全礫重量の約40%)の場合では約59%、上載荷重299kgf(全礫重量の約76%)の場合では約85%の増加となっている。

(2) セン断抵抗力の無次元化

図-4に示したせん断抵抗力～変位関係は、実験装置の構成により重さや長さの次元を有するので、ここでは実験式として汎用性を高めるため、次のように無次元化することにより標準化する。

$$\text{抵抗力} : \bar{M} = \frac{P \cdot h_1}{B \cdot \sigma_B \cdot h_2^2} \quad (1)$$

$$\text{せん断変形} : \eta = \delta / h_2 \quad (2)$$

ただし、 σ_B : 中詰材自重および上載荷重を底面積で除した底面応力、 P : セン断抵抗力、 h_1 : P の底面からの高さ、 h_2 : 中詰材の詰め込み高さ、 δ : 荷重点の水平変位量、 B : 枠の奥行き幅

図-5は、図-4に示したデータを無次元化したもので、礫径10mmの場合、全てのせん断抵抗力～変位関係が概ね一つの硬化型の弾塑性挙動を示す曲線群として表されることが分る。

(3) 礫径がせん断抵抗力～変位関係に及ぼす影響

図-6は、式(1)によって無次元化したうえで各礫材ごとに平均化したせん断抵抗力～変位関係を示す。これより、礫径が大きくなるにつれてせん断抵抗力が明瞭に大きくなっていることが分る。一方、 d は丸みをもった礫(玉石)であるが、礫径がほぼ等しい角張った礫の**b**とほとんど一致している。これは、せん断抵抗力が礫の形状よりも礫サイズによってほぼ支配されることを示唆している。

(4) 壁面に働く礫圧分布

図-7は、礫径10mm (a) の場合の枠壁面に働く礫圧の分布を示す。これより、①前壁面の礫圧分布は下方になるほど大きい三角形を示すのに対し、後壁面は、上方が大きい台形の分布を示す。②礫圧は常に後壁面の方が前壁面よりも大きい。③礫圧分布はほぼ相似的に保ちながらせん断変形の増加とともに増加することが認められる。

参考文献

- 1) 砂防・地すべり技術センター鋼製砂防構造物委員会：鋼製枠砂防構造物設計便覧、昭和62年10月
- 2) 鯉淵、香月、石川、鈴木：鋼製枠砂防構造物の中詰材のせん断抵抗力に関する実験的研究、土木学会年次学術講演会I-27、pp.108～109、昭和63年10月

表-2 実験ケース

ケース	礫種類	上載荷重	ケース	礫種類	上載荷重
CASE1	単粒度砕石6号	0kgf	CASE7	割栗石	0kgf
CASE2		167kgf	CASE8		167kgf
CASE3		299kgf	CASE9		299kgf
CASE4	単粒度砕石4号	0kgf	CASE10	玉砂利	0kgf
CASE5		167kgf	CASE11		167kgf
CASE6		299kgf	CASE12		299kgf
				(10mm)	
				(25mm)	
				(30mm)	

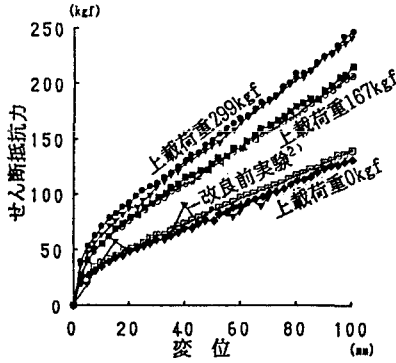


図-4 セン断抵抗力～変位関係 (礫径10mm)

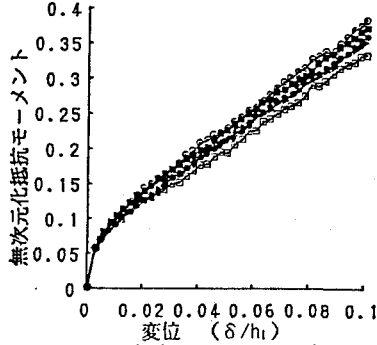


図-5 無次元化したせん断抵抗力～変位関係(礫径10mm)

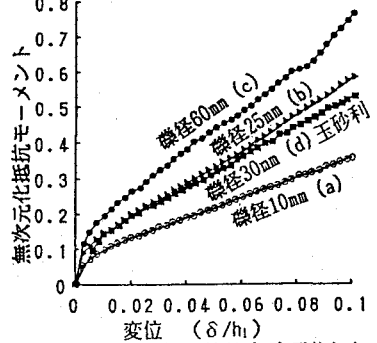


図-6 礫材の種類と無次元化したせん断抵抗力～変位関係

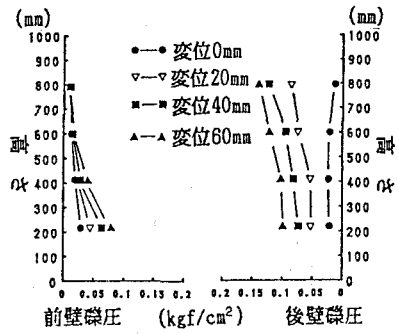


図-7 礫圧分布 (礫径10mm)