

43 鋼製棒砂防構造物における中詰材のせん断抵抗モデル実験について

防衛大学校土木工学教室 ○ 香月 智 石川 信隆 大平 至徳

砂防・地すべり技術センター 鈴木 宏

1. 緒 言 鋼製棒砂防構造物は、①中詰材が空隙を有することにより水および細粒土砂の透過性に優れ、このため設置後の不要な地下水位の変化が生じない；②鋼製棒組の継ぎ手部が柔軟性を持つため、構造全体として可撓性に富み、軟弱な地盤へも直接設置が可能である；③棒組を構成する個々の部材が軽量・コンパクトであるため輕易に運搬できる；④中詰材は現地で供給可能である；⑤短期施工が可能である；などの利点を有するため、地すべり区域や活火山区域等において、逐次その設置箇所が増加する傾向にある¹⁾。しかし、その設計段階において碎石などの中詰材と鋼製棒の一体挙動によるせん断抵抗力をいかに評価するかについては、いまだ未解明のままであるため、中詰材が鋼製棒のいずれか一方におけるせん断抵抗のみによって設計を行っている現状にある。従来、中詰材のせん断抵抗力に関する研究としては、あまり例がなくわずかにセル構造を対象とした北島ら^{2), 3)}の研究があるにすぎない。そこで本研究は、この鋼製棒構造物の中詰材のせん断抵抗力を明らかにするための第一歩として、鋼製U-型棒（柱頭柱脚剛結）内に中詰材として碎石を詰めた場合のせん断抵抗力と、同種鋼製棒で作成した単純せん断棒（柱頭柱脚ヒンジ）に中詰材を詰めた場合のせん断抵抗力を実験により求め、鋼製棒と中詰材とのせん断抵抗力分担割合について検討したものである。また上載荷重や粒径を変化させ、これらの中詰材のせん断抵抗力に与える影響についても考察した。

2. 実験の概要 (1)実験装置 実物の鋼製棒構造物は、H形などの形鋼で高さ、幅、奥行き方向に約1.5m～2.0m間隔に骨組形成されたフレーム（棒）の外面を、L形鋼などでスクリーン状に加へて、中に割石を充填したものである。本実験においてはこの棒部分の構造を簡易モデル化したU-型棒構造とし、図-1に示す高さ1m、幅1m、奥行き0.3mの鋼製（SS41, t=9mm）U-型棒を、中詰材の露出を防止するための鋼製側壁板によって側方拘束する構造とした。また、このU-型棒の各隅角部の剛結継手を、同一寸法のヒンジ継手に交換することにより単純せん断試験も行える構造とした。また載荷形式は、U-型棒上部に油圧シリンダにより水平載荷するものとした。さらに、中詰材自身の上方からの自重による影響を考慮するため、上載荷重を載荷板を通して中詰材の上端面に載荷する構造とした。

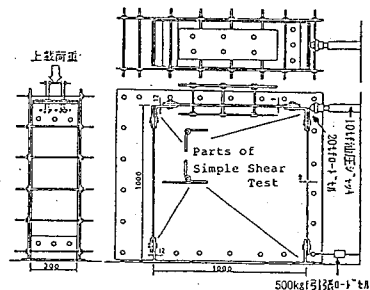


図-1 実験装置

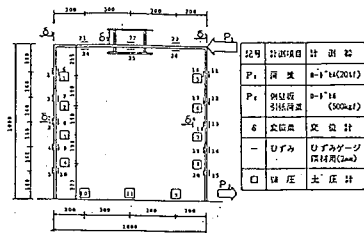


図-2 計測項目および配設図

(2)計測事項 せん断抵抗力を計測するために、油圧シリンダ先端に働く水平荷重 P_1 と、側壁板に働く水平荷重 P_2 をロードセルにより測定した。ここに、 P_2 を計測計測する目的は、 P_1 に含まれる中詰材と側壁板との間に生ずる端面摩擦の影響を取り除くためである。このため図-1に示した側壁板の下にコロを敷き、水平移動を自由にした上で、 P_2 を引張

ロードセルによって測定した。これより、せん断抵抗力 P は $P = P_1 - P_2$ によって求められるものとした。鋼製棒自体の変形を把握するため、土圧計およびひずみゲージを図-2のように貼付し計測した。 (3)中詰材 実物の中詰材は、直径約15cm～20cm程度の大きさの玉石や碎石が使用されている。本実験では棒内における中詰材の形状不整の影響があまり大きく現れない寸法をもつ表-1に示す粒径の異なる3種類の中詰

表-1 中詰材の種類

評価区分	10mm	25mm	60mm
材料	単粒粒径6号	単粒粒径4号	対称石
粒径範囲(mm)	5~13	20~30	40~80
比重(γ _s)	3.73	3.92	4.06
単位体積重量(γ _w)	1.25	1.30	1.35

表-2 実験ケース

ケース	棒形式	上載荷重(kgf)	中詰材
CASE1	ラーメン棒	0	なし
CASE2		132(35%)	10mm
CASE3		264(70%)	25mm
CASE4		0	60mm
CASE5		0	なし
CASE6	単純せん断棒	132(35%)	10mm
CASE7		264(70%)	25mm
CASE8		0	60mm
CASE9		0	なし
CASE10		0	なし

材を使用した。いずれも角張った碎石である。また枠内への詰め込み方については、上方から流し込んだ後約20cm毎に敷きならす緩る詰めとした。枠内に満たしたときの総重量と単位体積重量を表-1に示す。(4)実験ケース 実験ケースは、枠形式と中詰材種類さらに上載荷重の組合せにより、表-2に示す11通りとし各ケースに対して2回ずつ実施した。ここで、上載荷重の132kgと264kgは中詰材の自重に対して約35%と70%に相当している。

3. 実験結果 (1)剛結ラーメン枠におけるせん断抵抗力～変位関係 図-3は、ラーメン枠実験における一体挙動時のせん断抵抗力～変位関係を示す。いずれのケースもせん断抵抗力は、変位に対してほぼ比例的に増加しており、また上載荷重を大きくするほどせん断抵抗力も増大していることが認められる。(2)剛結ラーメン枠における中詰材のせん断抵抗力 図-4は、剛結ラーメン枠実験における中詰材を詰めた場合の全体のせん断抵抗力からラーメン枠のみのせん断抵抗力を差し引いた、いわゆる中詰材自体のせん断抵抗力と変位の関係を上載荷重をパラメータとして示したものである。また図-5は、中詰材自体のせん断抵抗力を全体のせん断抵抗力で除した、いわゆる中詰材の分担率を示している。これよりせん断変形の増加とともに分担率は低下しているが、変位50mm(枠全体のせん断変形5%)で上載荷重なしの場合で約15%上載荷重ありの場合で約25%の分担率となっている。

(3)単純せん断枠における中詰材のせん断抵抗力 図-6は、単純せん断枠実験における中詰材のせん断抵抗力～変位関係を示したもので、図-4の剛結ラーメン枠実験における中詰材のせん断抵抗力の方が図-6の場合よりも大きく、その比は約1.1～1.2倍となっている。これは、剛結ラーメン枠実験において、中詰材圧がラーメン枠部材の変形を拘束することによりせん断抵抗力を高めたものと思われる。(4)上載荷重の影響 図-4,5,6より上載荷重の影響によって、中詰材自身より70%の上載荷重を加えると、変位50mmにおいて、約2倍も中詰材のせん断抵抗力を増大させていることがわかる。(5)粒径の影響

図-7は、剛結ラーメン枠における粒径の相違が中詰材のせん断抵抗力に及ぼす影響について示したものである。全般的に粒径が大きくなるほどせん断力は増している傾向を示しているが、バラツキも大きくあまり顕著な差は現れていない。既往の研究⁴⁾においても、粗粒材料のせん断強度に及ぼす粒子サイズの影響については明確になっていないことから、粒径の影響についてはより詳細な検討が必要と思われる。

4. 結 言 本研究は、鋼製枠をモデル化した鋼製ラーメン枠と単純せん断枠を使用して、中詰材のせん断抵抗力を求め、主として中詰材のせん断抵抗力について考察したものである。本研究の成果を要約すると以下になる。①本実験で得られた、ラーメン枠における中詰材のせん断抵抗力分担は鋼製枠のせん断変形にともなって低下する傾向を示すが、変位50mm(せん断変形率5%)において上載荷重なしの場合で15%、上載荷重ありの場合で約25%であった。②剛結ラーメン枠における中詰材のせん断抵抗力は、単純せん断枠における抵抗力よりもやや大きくなることが認められた。③本実験の範囲では、粒径変化による中詰材のせん断抵抗力への影響は、顕著な差は認められなかった。

参考文献 1)砂防・地すべり技術センター鋼製砂防構造物研究会：鋼製砂防構造物設計便覧，昭和60年10月 2)北島昭一：岩盤上のセル構造の研究について，土と基礎，1962.10, pp.25-33 3)北島，野田，中山：根入れ鋼板セルの静的挙動，港湾技術資料，No.375, 1981年6月 4)土質工学会：粗粒材料の変形と強度，昭和61年5月

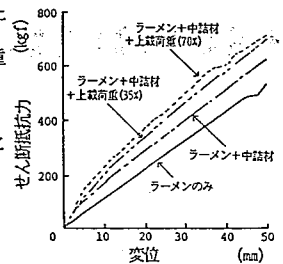


図-3 剛結ラーメン枠におけるせん断抵抗力～変位関係

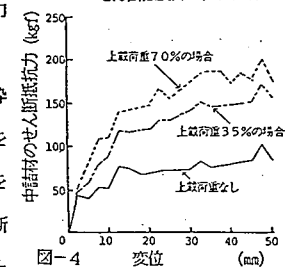


図-4 中詰材のせん断抵抗力～変位関係 (剛結ラーメン枠実験)

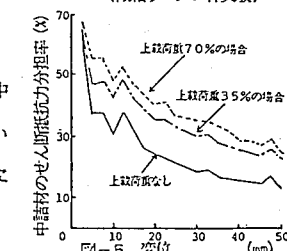


図-5 変位 中詰材のせん断抵抗力分担率 (剛結ラーメン枠実験)

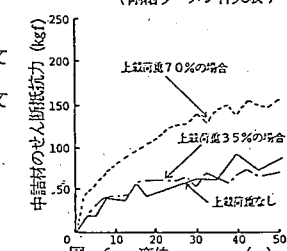


図-6 変位 中詰材のせん断抵抗力 (単純せん断枠実験)

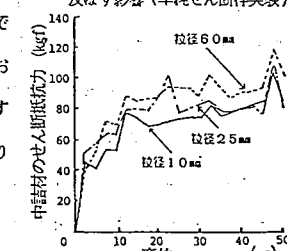


図-7 粒径による影響 (剛結ラーメン枠実験)