

中詰材せん断抵抗力の実験的検討

防衛大学校 ○金子智成 森 雅美 香月 智

日鐵住金建材(株) 田附 正文 射場 茂夫

1 緒 言

形鋼の骨組の中に中詰材を詰めて作られる鋼製枠ダムの現行設計法¹⁾において、中詰材はその自重による安定抵抗性だけに寄与するものと考えられており、鋼製枠に作用する水平力によって生じるせん断変形に対する抵抗（以下、せん断抵抗力と記す）は、鋼製枠のみのせん断抵抗力に期待をして設計を行っている。そこで、本研究は水平載荷実験を行い、中詰材の有無の違いによる挙動を調べることで、実験的に中詰材のせん断抵抗力について検討を行ったものである。

2 実験概要

本実験に用いた鋼製枠供試体は図-1に示す準実物大の高さ3mのものであり、使用した鋼材諸元を表-1に示す。実験は、図-2に示す2基のジャッキの先端と載荷板の間にロードセルをそれぞれのジャッキに取付け、載荷板を介して荷重が供試体に分布して作用するように水平載荷した。なお、実験は供試体中に中詰材を詰めた場合と詰めなかった場合の計2回行った。

3 実験結果と考察

3.1 変形状態

中詰材がある場合には、最終的に上段ブレース材の破断が生じた。図-3にこの時の変形模式図を示す。まず、底面に固定していた鋼材が載荷側に約30cm固定ボルトがないため、写真-1に示すように約3cm浮き上がるように曲げ変形している。また、上部枠と下部枠を継ぐ中間つなぎ材も、写真-2に示すように約2cm離れて上部枠の方が浮き上がるように変形している。このため、各枠材は純粋なせん断変形に伴って生じるべき

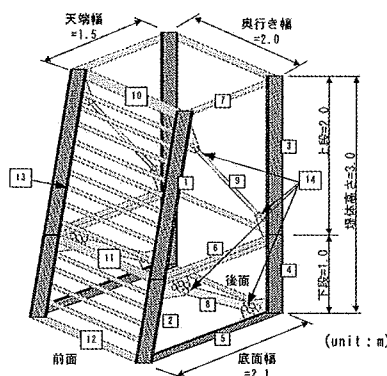


図-1 鋼製枠供試体

表-1 各部材の使用鋼材諸元

部材番号	形 鋼	使用鋼材
1~4	柱材	H-250×125×6×9
5	繋ぎ材（底部）	H-125×125×6.5×9
6	繋ぎ材（中間）	2x([125×65×6×8])
7	繋ぎ材（天端）	[125×65×6×8]
8	ブレース材（下段）	[125×65×6×8]
9	ブレース材（上段）	L-65×65×6
10~12	水平材	[125×65×6×8]
13	スクリーン材	[50×50×6×8]
14	ボルト・ナット	M16

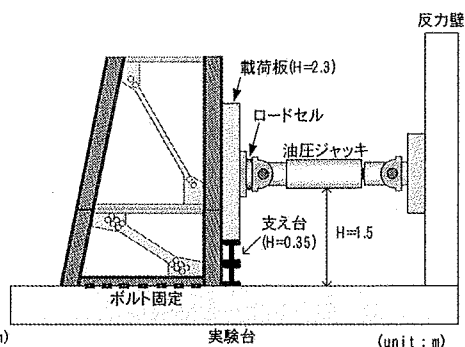


図-2 載荷方法

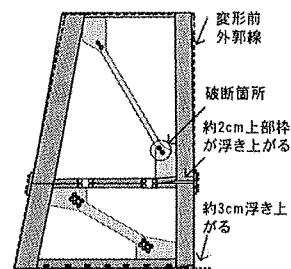


図-3 最終変形図

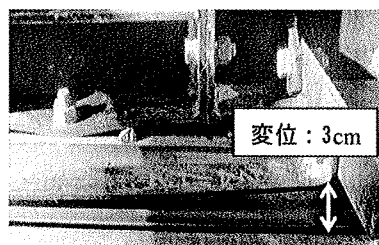


写真-1 底部鋼材の変位

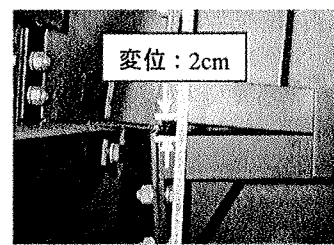


写真-2 中間つなぎ材の変位

ブレース材の伸び量を大きくすることなく、構造全体としては前面に押し出されるようにせん断変形が生じたことになる。なお、中詰材がない場合の変形履歴は定かでないが、実験終了後に中詰材を除去して確認した変形およびブレース材の破断状況は、ほぼ上記のものと同一である。

3.2 荷重～変位関係

図-4に中詰材の有無による荷重～変位関係を比較して示す。なお、変位は後壁面最上部の水平変位である。中詰材の有無に関わらず、はじめの80kNまでは大きな剛性で立ち上がっている。その後、中詰材のない場合には、600kNまで単調にやや上に凸の非線形性を示しながら変位し、変位100mmで荷重の増加がなくなり、

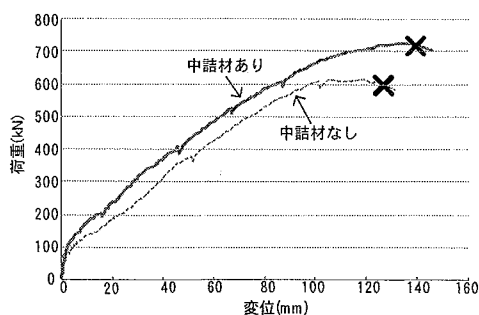


図-4 荷重～変位関係（実験）

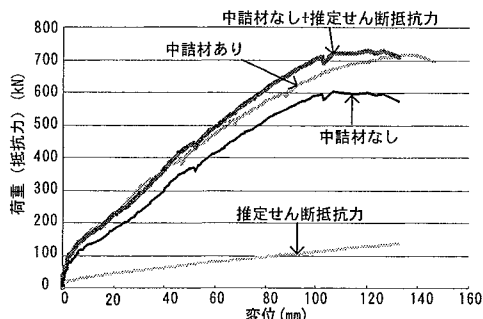


図-6 せん断抵抗力の比較検討

×印を付した 126mm でブレース材が破断している。この間、主部材のひずみゲージはいずれも弾性範囲にあるにも関わらずこのような非線形となるのは、図-3 で示したような中間繋ぎ材の曲げ塑性変形が構造全体の変形を支配するためと思われる。また、変位 120mm 以降の塑性変形は、ブレースの破断に至る見かけ上の伸び変位が支配しているためと思われる。一方、中詰材を詰めた場合には、中詰材のない場合と良く似た曲線を経て、変位 135mm でやはりブレース材の破断で終了している。この間、同一変位における荷重は常に中詰材のない場合に比して大きく、この差が中詰材のせん断抵抗力の影響である。

3.3 中詰材のせん断抵抗力

3.3.1 推定せん断抵抗力

既往の研究において香月ら²⁾は、中詰材のせん断抵抗力をせん断変形量に応じて求める推定法を提案し、また、伊藤ら³⁾は香月らの推定法に間隙比のパラメータを導入した次式のような推定法を提案している。図-5 に、せん断抵抗力の概念を示す。

$$\bar{M} = 1.6 \times e^{-6.7} \times (\delta / H) + 0.064 \times e^{-6.3} \times (\delta / H)^{0.2} \quad (1)$$

$$\bar{M} = \frac{P \times h_1 / B}{\sigma_v \times h_2^2 \times \tan \phi} \quad (2)$$

$$\sigma_t = 3\bar{M} \sigma_v \tan \phi / (1 - \eta / 2) \quad (3)$$

ここに、 $\bar{M}$ ：無次元化せん断抵抗力、 e ：間隙比、 δ ：

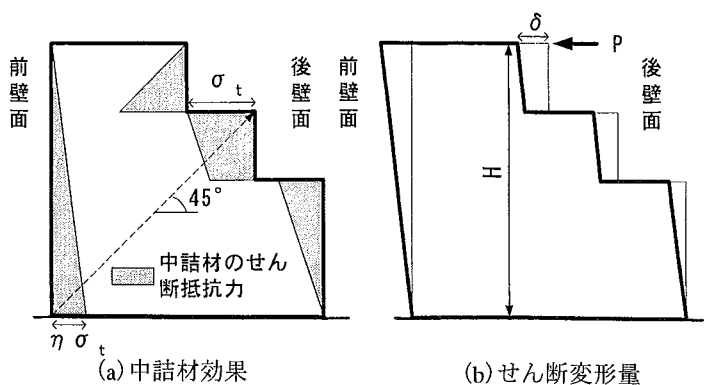


図-5 せん断抵抗力の概念

後壁面最上部の水平変位量、 H ：鋼製枠高さ、 P ：計測されたせん断抵抗力、 h_1 ： P を計測した高さ、 B ：奥行き幅、 σ_v ：底面に働く平均の垂直応力($=W / A_b$)、 W ：中詰材およびその上方に作用する荷重の総和、 A_b ：中詰材の底面積、 h_2 ：中詰材の詰込み高さ、 ϕ ：中詰材の内部摩擦角、 σ_t ：基準値、 η ：低減値(標準として 0.5 を用いる)。

3.3.2 比較検討

図-6 に、図-4 に示した中詰材の有無による荷重～変位関係に、式(3)より求めた推定荷重～変位関係を足し合わせた中詰材ありの推定荷重～変位関係を同実験値と比較して示す。これらは、概して一致していることがわかる。すなわち、推定せん断抵抗力が実験結果から求めたせん断抵抗力をほぼ良好に推定できることがわかる。

4 結 言

本研究より、同一変位における荷重～変位関係は常に中詰材のある場合の方が無い場合に比して大きく、また、既往の研究において提案されているせん断抵抗力の推定法が実験結果から求めたせん断抵抗力をほぼ良好に推定できることがわかった。

参考文献

- 1) 砂防・地すべり技術センター鋼製砂防構造物委員会：鋼製砂防構造物設計便覧，平成 13 年版。
- 2) 香月 智：鋼製枠砂防ダムの礫中詰材圧に関する研究，学位請求論文，1991.3。
- 3) 伊藤一雄，香月智，石川信隆，阿部宗平：締め固め効果を考慮した礫中詰材のせん断抵抗力推定法と砂防ダム設計への応用，土木学会論文集，Vol.570/I-40，pp.187-201，1997。