

鋼製治山ダムの中詰材効果が鋼製枠との共同作用に及ぼす影響

防衛大学校 学生会員 ○金子 智成 正会員 森 雅美 正会員 香月 智
日鐵住金建材(株) 田附 正文

1 緒言

形鋼の骨組の中に中詰材を詰めて作られる鋼製治山ダムの現行設計においては、中詰材は自重による安定抵抗性のみ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して設計を行っている。そこで本研究は、中詰材による効果が鋼製枠との共同作用に及ぼす影響について検討し、中詰材の有効性を検証したものである。

2 設計への影響

2.1 実験概要

実験に用いた鋼製枠供試体は図-1 に示す高さ3mのものであり、使用した部材を表-1 に示す。荷重方法は、図-2 に示すように2基の油圧ジャッキの先端と荷重板の間にロードセルをそれぞれのジャッキに取付け、荷重板を介して荷重が鋼製枠供試体に分布して作用するように水平荷重した。

2.2 推定せん断抵抗力

既往の研究において香月ら¹⁾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ている。また、伊藤ら²⁾は香月らの推定法に間隙比のパラメータを導入した次のような推定法を提案している。

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

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

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

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

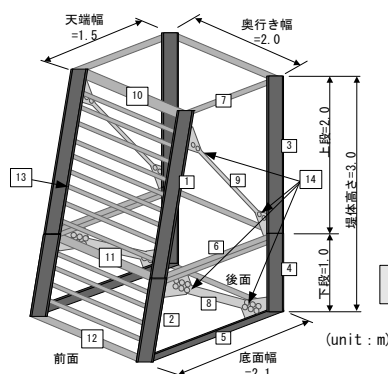


図-1 鋼製枠供試体

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）	2×(L-125×65×6×8)
7	繋ぎ材（天端）	L-125×65×6×8
8	ブレース材（下段）	L-125×65×6×8
9	ブレース材（上段）	L-65×65×6
10~12	水平材	L-125×65×6×8
13	スクリーン材	L-50×50×6×8
14	ボルト・ナット	M16

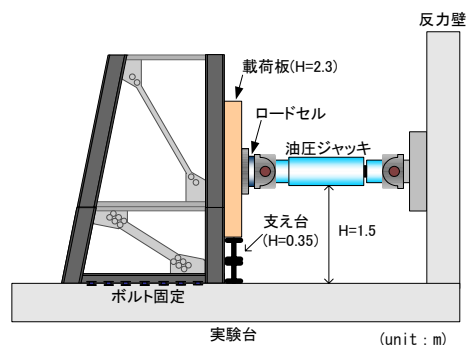


図-2 荷重方法

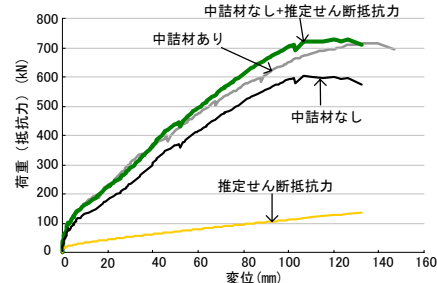


図-3 せん断抵抗力の比較検討

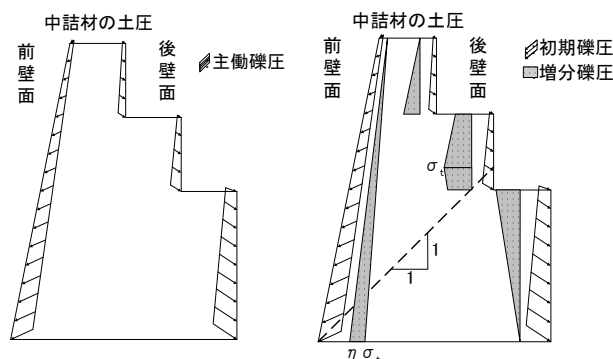


図-4 中詰材圧荷重

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）。

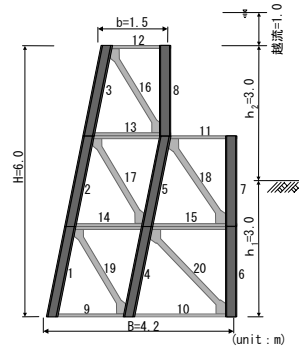
2.3 解析結果

図-3に、中詰材の有無による荷重～変位（後壁面最上部）関係に、式(3)による推定荷重～変位関係を足し合わせた中詰材ありの荷重～変位関係を示す。これらは、概して一致していることがわかり、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。

キーワード 鋼製治山ダム、せん断抵抗力、中詰材、最適設計

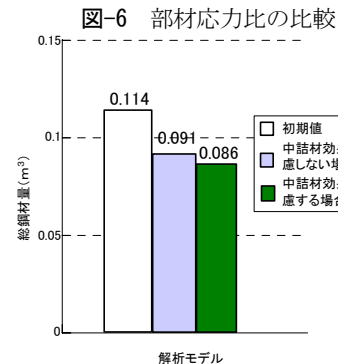
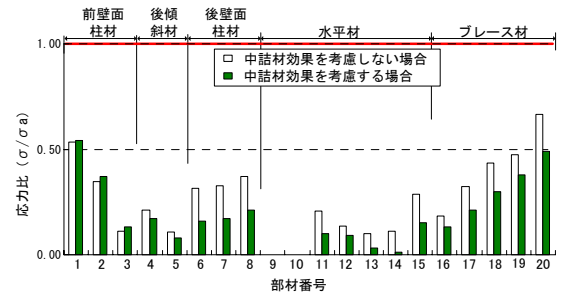
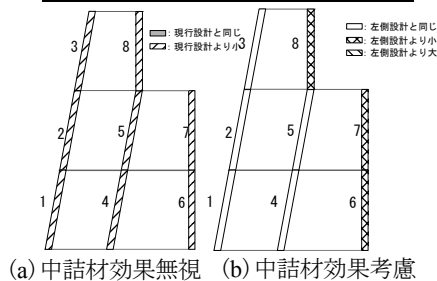
連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 TEL:046-841-3810(内 3518) E-mail: g46059@nda.ac.jp

No	部材断面	解析モデル
1～8	H-250×125×6×9	軸力＋ 曲げモーメント
9～12	[-125×65×6×8	軸力
13～15	2×([-125×65×6×8)	軸力
16～20	[-125×65×6×8	軸力



No	部材断面	$A(m^2)$	$I(m^4)$
1	H-250×125×6×9	2.24E-03	2.55E-05
2	H-125×125×6.5×9	1.90E-03	5.52E-06
3	H-148×100×6×9	1.62E-03	6.64E-06
4	H-100×100×6×8	1.29E-03	2.35E-06
5	H-125×60×6×8	9.61E-04	2.47E-06

部材番号	中詰材効果無視	中詰材効果考慮
1, 2	H-148×100×6×9	H-148×100×6×9
3~5	H-125×60×6×8	H-125×60×6×8
6, 7	H-148×100×6×9	H-125×60×6×8
8	H-148×100×6×9	H-100×100×6×8



3 中詰材効果の影響

前章の結果を踏まえ、現行設計で無視されている中詰材効果の共同作用を考慮することの影響を、鋼骨組構造に対する 2 次元弾性骨組構造解析を用い、最小重量設計について比較検討した。

3.1 荷重

堤体に作用する設計荷重は、中詰材のせん断抵抗力を考慮しない場合と考慮する場合とも、現行設計に基づく^{3)~5)}水圧と貯砂圧、および、図-4(a)に示す中詰材の主働礫圧とし、考慮する場合には図-4(b)に示すよう増分礫圧を付加する。

3.2 検討解析モデル

解析検討は、実用に供されている実績のある 6m 高さについて行い、図-5 に解析モデルおよび使用部材諸元を示す。

3.3 解析結果

図-6 に中詰材効果を考慮しない場合と考慮する場合における各部材に発生する応力比 ($=\sigma_i/\sigma_{ia}$, σ_{ia} : i 部材の許容応力度) を示す. これより, 考慮する場合の解析結果では考慮しない場合の解析結果に比べて, 後壁面柱材やブレース材の部材応力比が明瞭に小さくなっている一方で, 前壁面柱材の応力比は中詰材の効果を考慮すると, 逆に大きくなっている. これは, 中詰材効果を考慮することで前壁面に作用する礫圧が増えたためである.

3.4 設計への影響

設計への影響について検討するために、今回は力学的な条件のみによる最適設計を行った。具体的には、前・後壁面および中間の柱材を表-2 に示す市販されている H 形鋼の中から選択できるものとして設計する。解析結

果を図-7に示す。これより、現行基準のままで軽量化が図れることがわかるが、後壁面においては現行基準より小さな断面部材を採用でき、つまり現行基準より軽量化が図れることがわかる。これは、増分礫圧により後壁面に作用する外荷重に対する抵抗力が増えたためである。また、総鋼材量の比較を図-8に示す。これより、初期値と最適設計手法を用いた場合を比べると、考慮しない場合において約 20%、考慮する場合においては約 25%もの総鋼材量を減らすことができた。なお、5 ポイントの差は、鋼骨組全体として中詰材効果を考慮しない場合と比べ、考慮した場合の方が水圧や貯砂の土圧荷重に抵抗する抵抗力が増えたことで、より小さな断面部材を選択できたためである。

4 結 言

本研究より、中詰材効果と鋼製枠との共同作用を考慮することで、後壁面柱材の応力低減による鋼部材の小断面化が図れ、鋼骨組全体で5%程度の鋼材量軽減が図れることがわかった。

- 1) 香月 智：鋼製杵砂防ダムの礫中詰材圧に関する研究，学位請求論文，1991.3.
- 2) 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.
- 3) 林野庁監修：治山技術基準解説 総則・山地治山編，1999.
- 4) 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.
- 5) 林業土木コンサルタンツ 治山ダム・土留工断面表，1999.