

39 鋼製枠砂防ダムの安全性評価法

防衛大学校土木工学科 ○香月 智, 伊藤一雄, 石川信隆
砂防・地すべり技術センター 阿部宗平

1. 緒言

鋼製枠砂防ダムは、礫中詰材と鋼製骨組の共同作用による抵抗力を持つ構造であるが、従来の設計法¹⁾ではこれを適切に評価する手法がないため、図-1に示すように、中詰材のみによる抵抗力、または鋼骨組のみによる抵抗力のいずれか一方のみによる設計が行われている。これは、枠構造物の本来の抵抗メカニズムを無視しており、非合理的な設計であると考えられる。そこで本研究は、著者らの行った礫中詰材による抵抗力および中詰材圧の推定法²⁾に基づく設計法を提案するものである。

2. 提案設計法

提案する設計法も図-2に示すように、中詰材のみを抵抗要素とする場合と、鋼骨組と中詰材との共同作用を抵抗要素とする場合の2つの選択肢がある。従来の設計と異なる点は、①いずれの設計とも中詰材のせん断抵抗力評価法が共通しているため整合性があることと、②中詰材のみを抵抗要素とする場合は、骨組構造の継手部に必要な変形吸収能を明確にできる点にある。以下に、図-3に示す構造を例にして提案する設計法について述べる。

2.1 中詰材のみによる設計

図-3に示す堤体形状をもつダムに対する荷重を、図-4のように入れる。この際、堤体のせん断変形に応じて生ずる中詰材内部の礫圧荷重は、図-5に示すようになる。ここで、前後壁の初期礫圧荷重は、主働礫圧による荷重であり、対称な荷重分布を与える。増分礫圧荷重の分布は図-5に示すようになり、その基準値 P_t は、次式によって与えられる。

$$P_t = \frac{3\bar{M}P_v \tan \phi_s}{1 - \eta/2} \quad (1)$$

ここで、 P_v : 底面に作用する垂直礫圧、 ϕ_s : 中詰材の内部摩擦角、 η : 係数(通常0.5)

であり、さらに無次元化曲げモーメント \bar{M} は、堤体のせん断変形量 γ の関数として次式によって与えられる。

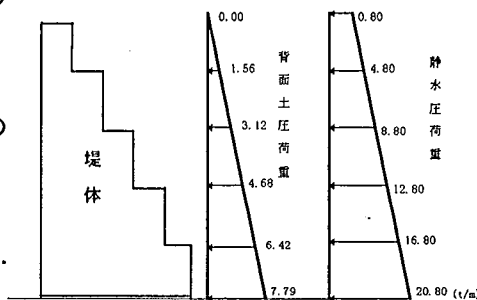


図-4 堤体に作用する荷重

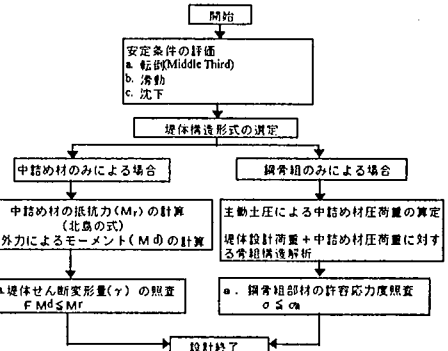


図-1 現行の設計法

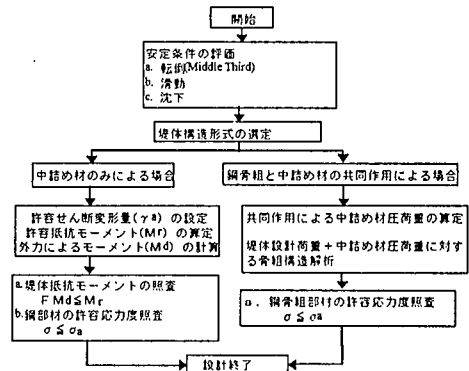


図-2 提案する設計法

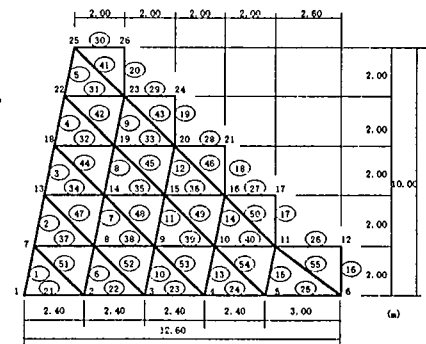


図-3 枠骨組構造

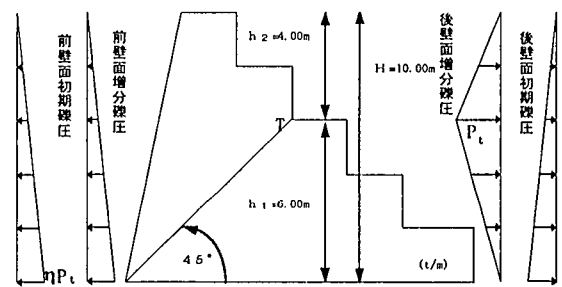


図-5 堤体内部の礫圧荷重

$$\bar{M} = ay + b\gamma^\circ \quad (2)$$

ここで、a,b,c：中詰材の締固めに応じて与えられる実験定数であり、表-1に示す値を用いるものとする。

以上の条件のもとに、図-5に示す増分礫圧の前・後壁面に生ずるモーメントの差を求めると、抵抗モーメント M_r は次式ようになる。

$$M_r = \frac{P_t}{6} (2h_1^2 + h_2^2 + 3h_1h_2 - \eta H^2) \quad (3)$$

よって、モーメントや軸力を伝達しない変形吸収能がある継手構造を持つ骨組構造では、与えられた許容せん断変形量 γ_a を直接式(2)に代入すれば、抵抗モーメントが式(1)、(3)によって求められる。

図-6に、許容せん断変形量に堤体高さを乗じた堤体頂部の変位と抵抗モーメントの関係を、中詰材の締固めの程度をパラメータとして示す。比較のために従来の設計で用いられてきた北島の式による抵抗モーメントおよび安全率を考慮した外荷重モーメントも示している。北島の式は、せん断変形を認める設計を行えば、抵抗モーメントが外荷重モーメントより大きいため、安全性を満足することがわかる。一方、提案する設計法では、許容せん断変形量が1%（変位10cm）の場合には、締固めが良好な場合に限って、許容せん断変形量が2%の場合には、すべての締固めの状態において安全性が満足されることがわかる。

2.2 共同作用による設計

鋼骨組と中詰材の共同作用を考慮した設計を行う場合には、図-4、5に示す荷重を同時に鋼骨組に作用させた解析を行い各部材の生ずる応力度を許容応力度によって照査して設計が行われる。ここで、中詰材のみによる設計と異なる点は、式(2)におけるせん断変形量が、鋼骨組と中詰材の抵抗力の共同作用によって外力とバランスする変形量に応じて与えられるものであり、解析応答値であることである。よって、堤体頂部の変位量を仮定した収束計算が必要であるが、概して2~3回で収束する。

表-2に図-3の例に対して得られた増分礫圧の基準値、抵抗モーメントおよび中詰材の抵抗モーメントの分担率を示す。これより、概し

図-7 前・後壁面部材の応力度比の比較で40%程度の中詰材による分担が得られることがわかる。図-7には、前・後壁面部材に生ずる応力を許容応力で除した応力度比を示す。これより、提案手法では、従来の鋼骨組のみによる設計に比べて鋼骨材の応力度が低減できることがわかる。これは、表-2に示すように中詰材の共同作用が得られることの効果である。

3. 結言 提案する設計法は、締固めを管理することにより、従来にない設計が可能である。また、中詰材の抵抗力を堤体のせん断変形量の関数として求めるため、骨組構造の継ぎ手の変形性能も、合理的に管理できるものである。

参考文献

- 1) 鋼製砂防構造物設計便覧（平成5年版）、鋼製砂防構造物委員会編集、砂防・地すべり技術センター。
- 2) 香月 智、石川信隆、大平至徳、鈴木宏：鋼製砂防構造物の中詰材のせん断抵抗力および中詰材圧の推定法に関する一考察、土木学会論文集、No.428/I-15、pp.97-106、1991.4。

表-1 実験定数

締固度	定数(a)	定数(b)	定数(c)
弱	6.77	0.635	0.20
普通	10.47	0.762	0.20
良好	16.66	0.924	0.20

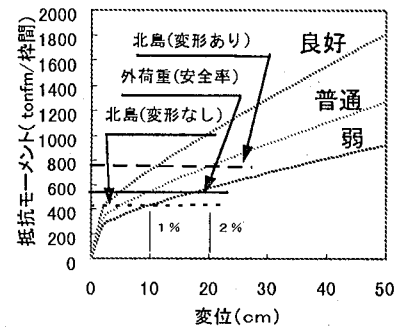


図-6 抵抗モーメント～変位関係

表-2 中詰め抵抗モーメントおよび分担率

締固め	増分礫圧 (Pt)	抵抗モーメント (Mr)	外力モーメント (Md)	分担率 Mr/Md
弱	9.97	182.8	502	36%
普通	11.70	214.5	502	43%
良好	13.89	254.6	502	51%

