

鉄筋コンクリート砂防堰堤の設計法に関する一考察

パシフィックコンサルタンツ 株式会社 (株)：○花田 良太、飛岡 啓之、堂ノ脇将光、井上 隆太

国土交通省 利根川水系砂防事務所：田村 圭司、杵淵 新一、石北 肇、佐藤 祐壮、尾池 香苗

一般財団法人 砂防・地すべり技術センター：嶋 丈示

政策研究大学院大学：水山 高久

(※所属は2019年3月末時点)

1. はじめに

砂防堰堤の構造は重力式コンクリート構造が多く、近年は鋼製砂防構造物や砂防ソイルセメント構造なども広く採用されている。一方、コンクリート構造は、基本的に無筋コンクリートであり、国内における鉄筋コンクリート構造による砂防堰堤の採用事例は非常に少ない。このため、設計手法が未確立であり、鉄筋コンクリート構造を採用する利点や課題などについての検証事例はみられない。

本検討では、実際の施工を見据え、鋼製透過型砂防堰堤の非越流部に鉄筋コンクリート構造を採用した設計を行った。その設計手法について報告する。

2. 検討施設概要

対象とする検討施設は、利根川水系の烏川流域支川の土石流危険渓流である。同渓流内には3基の透過型砂防堰堤が計画されており、その最上流の施設となる。流域諸元及び設計条件を表-1に示す。

3. 鉄筋コンクリート砂防堰堤の設計手法の検討

3.1 検討フロー

「土石流・流木対策設計技術指針 解説」の荷重条件に基づき、転倒、滑動、支持力に対しての安定性の照査を実施し、断面形状を仮設定した後、部材の安全性について照査(応力計算)を行い必要鉄筋量を設定する。経済性や必要な鉄筋のあき等を考慮して現実的な鉄筋量になるように設定する。検討フローを図-1に示す。

3.2 断面形状の設定

断面形状については、既往事例¹⁾などを参考に逆T形状を採用し、安定計算により決定した。しかし、鉄筋コンクリート砂防堰堤の断面形状について基準等がなく、逆T形状を決定するにあたり計算上のパラメータが多くなるため、天端幅などは図-2のとおり設定しパラメータを減らした上で、後フーチング幅と上流法勾配のみを変数として安定計算を実施した。

3.3 部材の安全性の照査

部材の安全性評価については、表-2の①～③の考え方により必要鉄筋量の計算を行い、施工性や経済断面を踏まえ設定する。剛性の高い構造物へ礫の衝突する場合の内的安定の照査手法は確立されたものがないことから、③は、「土石流・流木対策設計技術指針 解説」及び「落石対策便覧」を踏襲して照査を行った。

表-1 流域諸元・設計条件

流域面積 (堰堤計画地点)	1.93km ² (0.93km ²)
現河床勾配	1/13.8
計画捕捉量	14,431m ³
堰堤高	10.0m
堰堤長	60.0m
土石流ピーク流量	39.2m ³ /s
土石流流体力	16.4kN/m
基礎地盤	砂質層
最大礫径	1.2m

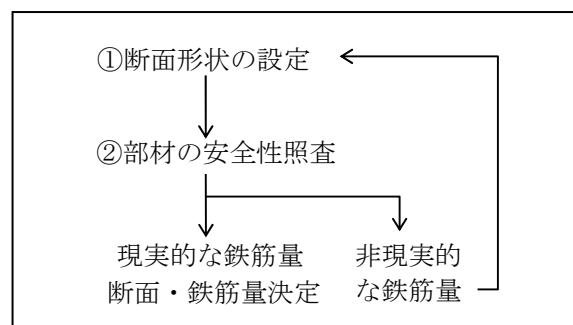


図-1 検討フロー

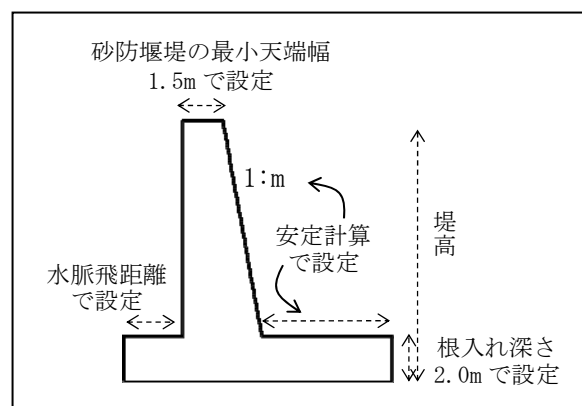


図-2 断面決定の考え方

表-2 部材の安全性照査（応力計算）の考え方

項目	考え方
①コンクリート断面に対する必要鉄筋量	道路橋示方書 ²⁾ を参考に最小鉄筋量 0.15%で設定
②満砂後の堆砂圧（静的荷重）に対する必要鉄筋量	擁壁工指針 ³⁾ に準拠し土石流体力の荷重を加えて照査を実施
③土石流時の礫衝突（動的荷重）に対する必要鉄筋量	—
(1) 砂防堰堤袖部への礫衝突の考え方	堅版とフーチングの境界面にて照査を実施
(2) 落石防護擁壁への落石の衝突の考え方 ⁴⁾	照査手法が確立されていないため既往の被災事例等から配筋参考例が示されている。これを基本に配筋されることから、配筋例を基本に最大、最小となる鉄筋量を設定
(3) ロックシェッドへの落石の衝撃の考え方 ⁴⁾	落石の衝撃力を静的荷重に置き換える方法を参考に、押し抜きせん断に対する照査を実施

4. 検討結果

安定計算結果から設定された堤体断面積と、部材の安全性照査から算定される必要鉄筋量の結果を図-3 に示す。

上流法勾配が大きいほど堤体断面積は大きく、必要鉄筋量は少なくなった。また、表-2③ (1) の「砂防堰堤袖部への礫衝突の考え方」による鉄筋量が最も多くなる傾向が見られた。

最も経済的である上流法勾配 1 : 0.25 における主鉄筋は、D29（中心間隔 125mm）となった。これを元に、無筋コンクリートと鉄筋コンクリートについて比較を行うと、鉄筋コンクリートの方がコンクリート量で約 3 割、概算工事費で約 1 割少なくなる結果となった。（表-3）

表-3 断面形状と経済性比較結果

	重力式堰堤	RC 堰堤
コンクリート量	523m ³ /10m	356m ³ /10m
概算工事費	10,414 千円/10m	9,532 千円/10m

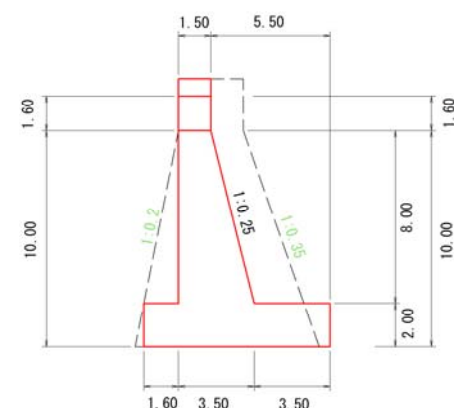
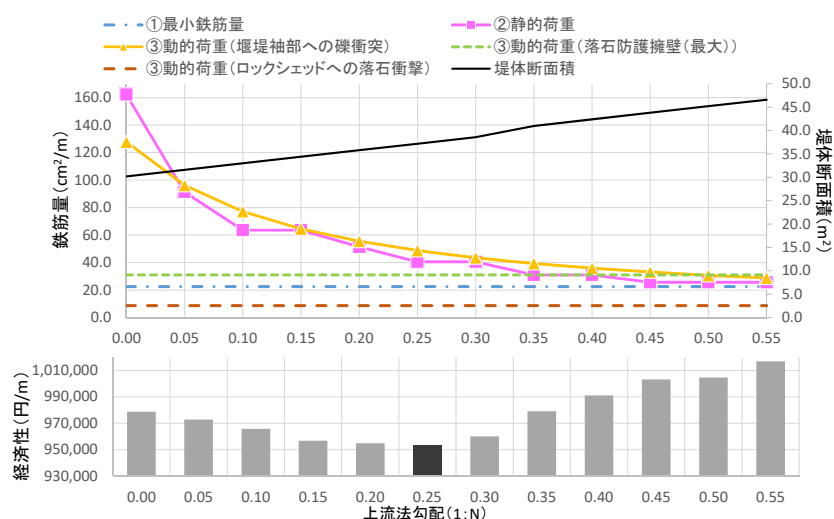


図-3 堤体断面積と必要鉄筋量及び概算工事費

5. おわりに

本検討では、概算工事費の算出結果、コンクリート量として約 3 割、概算工事費として約 1 割のコスト削減を図ることが見込まれる。一方で、山間地における施工であることから、仮設備費用、ダムサイトまでの資機材運搬費、配筋工などを含めて総合的に評価したうえで経済性の効果を確認する必要がある。また、骨材径の小さいコンクリートを使用することが必要となる場合も想定され、コンクリートのポンプ打設活用も考えられる。

今後、利根川水系砂防事務所では、実際の施工条件を反映した具体的な施工方法を計画・実施し、施工時の実態調査や施工後のモニタリング等を行い、鉄筋コンクリート砂防堰堤の利点や課題について把握を行っていく予定である。

【参考文献】

- 1) 下田ら，オーストリアにおける鉄筋コンクリート（RC）砂防ダム技術，新砂防，Vol.46(3)，pp.21-27，1993
- 2) (社) 日本道路協会，道路橋示方書・同解説 IIIコンクリート橋・コンクリート部材編，2017
- 3) (社) 日本道路協会，道路土工 擁壁工指針，2012 、4) (社) 日本道路協会，落石対策便覧，2017