

不透過型砂防堰堤への鉄筋コンクリート採用時の効果について

砂防エンジニアリング株式会社 ○細川清隆、岡村祐介  
 (一財)砂防・地すべり技術センター 武士俊也、嶋丈示、武田一平  
 政策研究大学院大学 水山高久

1. はじめに

砂防堰堤の大部分はマスコンクリート構造であり、鉄筋コンクリート(RC)構造が採用される事例は非常に少ない。この要因としては、土石流外力が作用した際の堤体の安定性に関する研究事例やRC構造採用時の効果検証事例等が少ないことが挙げられる。

このような課題を解消するために、本研究では土石流区間に計画した不透過型砂防堰堤をモデルケースとして、RC構造を採用した場合の堤体形状を検討し、RC構造の採用に伴う効果を検証した。本報告では、構造計算に基づくRC構造採用時の堤体形状の検討結果とマスコンクリート構造との堤体形状の差異、コスト縮減効果等の検討結果を報告する。

2. 検討条件

2.1 構造形式の選定

国内で多くのRC砂防堰堤が建設されているオーストリアでは、1960年代の始めに(1)人件費の高騰によりコンクリート量を減じて経済性を追求する必要が生じたこと、(2)現場で良質なコンクリートが製造できるようになったことが主たる原因でRC砂防堰堤の建設が始まった。<sup>1)</sup>

経済的で機能的な砂防堰堤を設計するためには、構造形式の決定が重要である。下田ら(1993)によるとRC砂防堰堤の構造形式の選定の考え方を以下のように整理しており、本研究においてもこの考え方に基いて構造形式を選定することとした。

表-1 代表的なRC堰堤構造形式と選定の考え方<sup>1)</sup>

構造形式	構造形式選定の考え方
① ピアタイプ	A) 土石流の流下区間と考えられる急勾配区間( $i > 1/10$ ) B) 堰堤群の中の最下流に計画する砂防堰堤
② 水平片持梁タイプ	A) 狭窄部で両岸が強固な岩で構成されているサイトで、中央部に深いスリットを持つ砂防堰堤 B) オープン部の広い(谷底幅と同程度)スリットダムあるいはスクリーンダムで、両岸が強固な岩で構成されているサイト
③ 版構造タイプ	谷幅が狭く両岸が強固な岩で構成されているサイト
④ 連続梁タイプ	谷幅が比較的広く(必要水通し幅の3倍程度)、両岸が強固な岩で構成されているサイト
⑤ 逆T型 (L型、逆L型を含む)	A) 谷幅が広いサイト B) 両岸に強固な岩盤が得られないサイト C) 低い砂防堰堤( $H < 10m$ )

上表の②～④は「両岸が強固な岩」を前提としているが、現在の土石流危険溪流等では両岸斜面にて良質で堅固な岩盤が得られる条件は極めて少ない。また、①はコンクリートスリット砂防堰堤と類似した形式のため本研究で対象とする不透過型とは異なる。したがって、RC砂防堰堤の構造形式は「⑤逆T型」を選定し、このうち他機関における谷止工等

で施工事例がある「L型」形式を採用した。

2.2 検討条件

本研究では以下の検討条件に基づいて実施した。

- 1) 土石流区間で設計された不透過型砂防堰堤の事例をモデルケースとした。
- 2) 検討対象部位は越流部、検討ケースは洪水時・土石流時とした。
- 3) 外力条件は「土石流・流木対策設計技術指針」に基づいて図-1の通りとした。
- 4) 天端幅は技術基準<sup>2)</sup>とコンクリートバケット打設による施工性を考慮して1.5mとした。

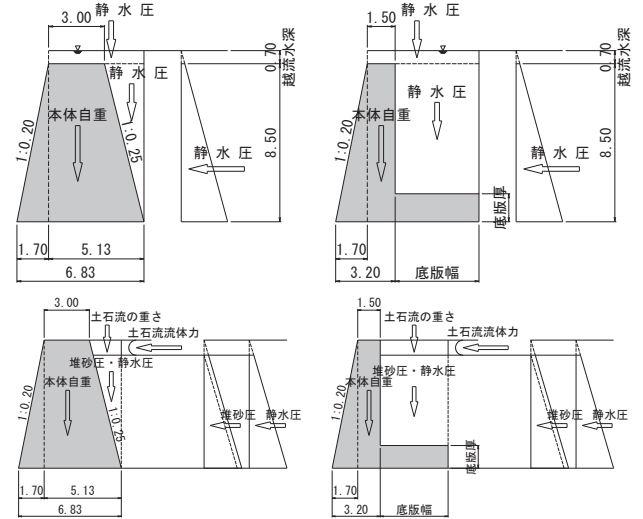


図-1 外力模式図(上段;洪水時、下段;土石流時)

2.3 計算条件

RC砂防堰堤の安定計算に用いる計算条件は表-2の通りとした。

表-2 安定計算に用いる計算条件

断面形状	堰堤形式	
	重力式	RC
天端幅	3.00m	1.50m
堰高	8.50m	8.50m
下流のり勾配	1:0.20	1:0.20
上流のり勾配	1:0.25	1:0.00
外力条件	越流水深	0.70m
	土石流の波高	0.59m
	土石流流体力	19.12kN
	土石流の単位体積重量	19.17kN/m <sup>3</sup>
	水の単位体積重量	11.77kN/m <sup>3</sup>
基礎地盤条件	コンクリートの単位体積重量	22.56kN/m <sup>3</sup>
	区分	軟岩 I
	摩擦係数	0.70
	せん断力	588kN/m <sup>2</sup>
許容支持力	1,176kN/m <sup>2</sup>	

### 3. 計算結果

先に整理した検討条件、計算条件に基づいてRC砂防堰堤の安定計算結果を実施した。計算結果および決定した断面形状をそれぞれ表-3、図-2に示す。

表-3 RC砂防堰堤の安定計算結果

RC砂防堰堤の形式		L型		
堰堤高		8.50 m		
天端幅		1.50 m		
安定計算結果	検討ケース	洪水時	土石流時	
		転倒	計算値	1.24
		許容値	1.28	1.12
	滑動	計算値	8.84	7.21
		許容値	4.00	4.00
	支持力	計算値	253 kN/m <sup>2</sup>	301 kN/m <sup>2</sup>
許容値		1,176 kN/m <sup>2</sup>	1,176 kN/m <sup>2</sup>	
底版形状	底版幅	4.50 m	3.50 m	
	底版厚	1.50 m	1.00 m	
配筋計算	壁	D25ctc250	D25ctc250	
	底版	D32ctc250	D32ctc125	
堤体断面積	重力式	41.76 m <sup>2</sup>		
	RC	26.73 m <sup>2</sup>		

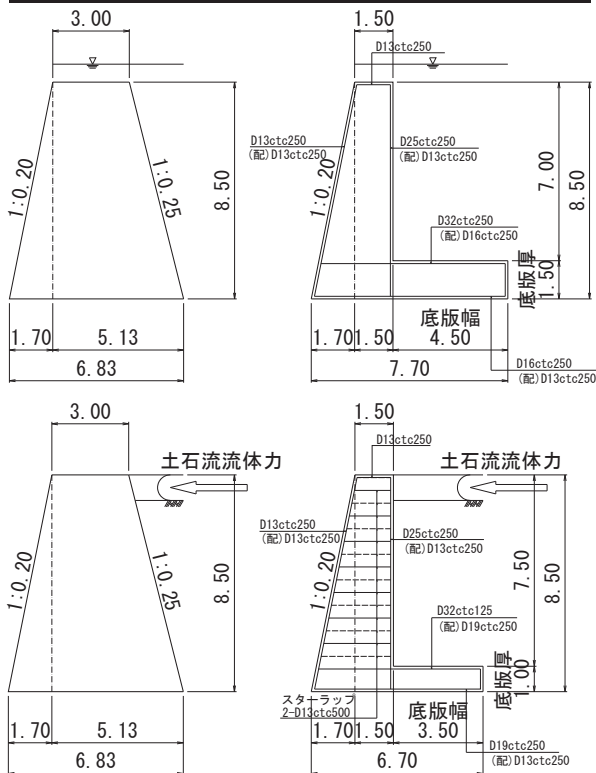


図-2 安定計算結果に基づく断面形状  
(上段；洪水時、下段；土石流時)

図-2より、RC砂防堰堤の断面形状は外力条件が大きくなる「洪水時」にて決定する結果となった。堤体断面積の差を見ると、RC砂防堰堤は重力式砂防堰堤に比べて36%の断面縮減効果が確認された。この結果は、既往の研究成果で示されたコンクリートの減少量<sup>3)</sup>に比べてやや効果が小さいが、この要因の一つとして天端幅を1.5mとしたことで縮減効果が小さくなったものと考えられる。

### 4. コスト縮減効果の検証

図-2で決定した断面形状について、重力式砂防堰堤とRC砂防堰堤のコスト比較を行った。表-4より、RC砂防堰堤は重力式砂防堰堤よりも10%のコスト縮減効果が期待できる結果を確認した。これは既往の研究成果<sup>4)</sup>とほぼ同等のコスト縮減率であった。

表-4 重力式堰堤とRC堰堤の経済性比較結果

		概略数量	概略工事費	
重力式	コンクリート	41.76 m <sup>3</sup>	585 千円	
	鉄筋工	鉄筋量	0.00 t	
		鉄筋加工・組立	0.00 t	0 千円
	合計		585 千円 (100%)	
		概略数量	概略工事費	
RC	コンクリート	26.73 m <sup>3</sup>	482 千円	
	鉄筋工	鉄筋量	0.37 t	26 千円
		鉄筋加工・組立	0.37 t	18 千円
	合計		526 千円 (90%)	

### 5. まとめと今後の課題

本研究結果から、RC砂防堰堤の活用に伴う効果について以下の点が示された。

- 重力式砂防堰堤と同じ条件下でRC砂防堰堤を計画した場合の断面形状を検討した。結果、RC砂防堰堤は重力式砂防堰堤に対して36%の断面縮小効果が示された。本研究では最小天端幅を1.5mに規定したが、基準の考え方や施工方法を再考して天端幅を更に狭めることで、より大きな断面縮小効果が期待できるものと考えられる。
- 重力式砂防堰堤とRC砂防堰堤を比較した場合のコスト縮減効果は10%程度を期待できることが示された。これは既往の研究報告<sup>4)</sup>の値とほぼ同等のコスト縮減効果であった。

本研究により、RC砂防堰堤を採用した場合の効果の一例を示すことができた。今後は①土石流の衝撃力に対する安定性(非越流部)とコスト縮減効果の検証、②実施時に発生する仮設費用等を含めた総コストに対する効果検証、③施工上の課題と建設コストに与える影響の把握、④RC砂防堰堤の活用拡大に向けた技術指針・ガイドライン整備に資する基礎資料の整理、等を行っていくことが必要である。

【本研究は「鋼製砂防構造物委員会調査部会ワーキンググループ」における研究テーマである】

＜参考文献＞

- 1) 下田ら(1993)：オーストラリアにおける鉄筋コンクリート(RC)砂防ダムの技術 砂防学会誌(新砂防), Vol. 46, No. 3, p. 21-27
- 2) 「改定新版 建設省河川砂防技術基準(案)同解説 設計編(Ⅱ)」
- 3) 下田ら(1993)：砂防構造物の鋼材による補強法に関する研究 平成5年度砂防学会研究発表会概要集, p. 259-262
- 4) 下田ら(2000)：鉄筋コンクリート砂防ダムの設計について 平成12年度砂防学会研究発表会概要集, p. 268-269