砂防施設補修対策検討・設計における課題点および技術的要望

応用地質㈱ ○武藤弘典，西方直樹，大角達夫，山田祐司

1 はじめに

砂防堰堤の長寿命化計画が検討・進行されつつある中，既設砂防堰堤の補修・補強・改築による有効活用が一般化している。長寿命化計画の策定に際しては砂防堰堤の点検が必須であり，現状「砂防関係施設点検要領（案）」[1)]に準拠して実施され，点検の結果から補修・補強・改築の優先度を検討している。

実務において個別の砂防堰堤の補修・補強・改築対策の具体的な計画・設計は，これら点検結果を基に着手するが，点検結果の資料のみでは詳細な対策工法の検討・設計には必ずしも情報として十分でなく，個別の施設に対して設計の一連の対応の中で測量や調査等を追加実施しているのが現状である。

本発表では，個別の砂防堰堤補修・補強・改築等に当たり問題となった事項を抽出し，それらについて特徴と今後の展望について考えを整理した。

2 課題・対策の例

近年の砂防堰堤の補修・補強・改築の計画・設計に際して実務で多く直面する課題の項目と対策に対する影響や対応方針等について表 2-1 に一覧整理した。

項目の特徴から，課題としては主に堤体形状・損傷状況の把握に関するもの，周辺条件の把握に関する項目，砂防計画上の課題等が考えられた。

これらの課題に対する主な対応の事例を以下に列記した。

2.1 堤体形状・損傷の把握

既存の資料や点検結果のみでは正確な堤体の形状（特に基礎地盤の根入れ）や洗堀等の損傷の正確な範囲が不明で，合理的な対策の計画・設計が困難であることがある。

これに対しては，ボーリング調査，物理探査などによる堤体形状の調査計測による正確な形状の推定が考えらえる。

また，損傷の範囲については堤体内部のボーリングや物理・地中レーダ等探査による損傷範囲や形状の推定・把握等が活用されている。特に洗堀等の形状把握の方法といて水中ドローンによる損傷範囲の確認・計測等が適用されている。

表 2-1 課題と対策方針の整理

区分	項　目	補修方針検討・設計に対する影響	対応方針例	活用可能な新技術
堤体形状損傷状況の把握	堤体形状が不明(特に根入れ部分)	基本形状が不明なため対策検討に支障	探査・ボーリング調査などによる根入れ部分の確認んと基礎地盤の確認	ボーリング調査 物理探査・地中レーダー探査
	堤体内部の損傷状況把握が困難	堤体表層目視結果のみでは内部の状況が不明であり、的確な補修方針の設定が困難	目視点検結果等を参考に調査等を追加実施して対策の検討・設計	レーダー探査・物理探査の活用
	損傷範囲（洗堀範囲）が不明であり、対策範囲・数量の精度が低い	精度の悪い対策の形状・数量	点検結果と現地確認結果から必要に応じて追加調査等を実施して設計範囲の再設定	水中ドローン、水深計測 現行基準類での堤体形状推定
周辺条件等	周辺の開発による設計条件の大幅な変更	施設の補修・補強対策と周辺開発施設との干渉	BIM/CIMモデルの活用、土砂・水理シミュレーションによる影響範囲の検討・施設補修方針の設定	シミュレーション、景観検討、自然環境への影響調査
	施設設置個所の地形が極めて急峻・狭隘	堰堤へのアクセスや上下流の通行が難しく、施工計画の検討が困難なケースが多い。	仮設構造物の工夫（仮設鋼台の活用など）	
	付帯施設の有効活用	利水施設や魚道等付帯施設が本体補修に影響を与え、本体補強が手戻りになる。	付帯施設の利活用状況・補修に際しての配慮の必要性を整理し、必要に応じて本体工補修等への配慮事項の追加	
計画上の課題	砂防計画上の位置付け不明	計画の推定・再検討が必要	基本流出量の再調査・施設効果再整理	
方針	対策方針	補修・改築・更新の方針不明の設定	現況から課題・対策方針（概略の規模）等を整理して、対策方針から検討・設定後、漸く設計に着手	

2.2 周辺条件の把握と対応

周辺で大規模な開発計画がある場合，それら計画と補修等の対策工法や施工方法との干渉を回避する必要がある。この対策としては定量的な地形等情報が入手できる場合等にはCIMモデルの構築により各対策工法や仮設構造物の干渉の回避等が考えられる。

また元々地形が急峻な個所に設置されている堰堤工の補修工事に際しては，新設と比較しても地形条件が厳しいことが多い。その様な場所での対策工法の施工に際しては仮設鋼台の積極的な活用等による仮設構造物設計等，一般的な砂防堰堤の新設とは異なる仮設構造物設計のケースが多くなる。更に転流対策として部分的に既設堰堤の健全な個所の取り壊し（健全な堤体の一部取り壊し）などの対応も計画するケースもある。

2.3 計画上の課題及び対策方針

古い砂防堰堤の場合，現行基準に基づく砂防計画上の施設規模設定がされていないケースがある。或いは計画に関する資料が残っていないケースもある。更に計画の更新に合わせた新たな効果量の把握が必要なケースもある。その対策としては，現行基準に準拠して再調査・検討を行い，基本流出量の再設定を行うことがある。

更に，補修・補強・改築では，当該施設の計画上の位置付けや対応方針の明確化が対策工法の種類の選定や規模の設定に当たって極めて重要な要素になることがあるため，対策の検討・設計着手の段階で決定する必要がある。

3 今後の課題・技術の展開

砂防堰堤の補修・対策検討・設計の現場において現在直面している課題と対応について代表的な例を整理した。今後更に対策の検討・設計を合理的にするためには，特に水中での損傷状況の計測手法の充実，堤体内部の状況確認，更に変状の進行状況確認等が課題になると考えられる。

この対応としては，主に水中部での計測方法の規格化，ドローンの活用，堤体内部の計測・調査方法の体系化，堤体のCIM（３Dモデル）化によるモニタリングの継続等が考えられる。

更に堰堤だけでなく，周辺地形も併せてCIM化し，３D での台帳データを整理すると共にドローン等を活用した継続的なモニタリングを行うことにより堤体形状の変化だけでなく堆砂の状況も含めた砂防施設の維持管理やデジタルツインによる対策施工のシミュレーション等への展開も考えられる。

4 おわりに

砂防堰堤の補修・補強等の設計検討の際に，課題となるような事例について整理し，解決した事例について，整理した。

現状は個別具体の施設の対策時に必要となる対策とそれに対応する調査・計測等を個別に現場対応的に実施しているのが現状であり，必ずしも効率的・効果的であるとは言えない面がある。

今後，砂防堰堤の老朽化は進行する一方であり，補修・補強・改築の対象となる堰堤の数は増え続けることが予想される。このような堰堤への補修・補強等対策に対して知見を広げ，効果的で効率的な手法や工法を開発していく必要があるのではないだろうか。

参考文献

1) 国土交通省水管理・国土保全局砂防部保全課（2022）:砂防関係施設点検要領（案）