

既設砂防堰堤の健全度調査と補修予備設計事例

岩手県沿岸広域振興局 住田整備事務所 小林秀人, 中村枝里子
国土防災技術株式会社 佐藤達也, 大坪俊介, 金子秀人, 森千夏, ○菊地雅哉

1. はじめに

岩手県は土砂災害被害軽減のため、県内に約 700 基の砂防堰堤を築造してきた。しかし、これら砂防堰堤のうち約 300 基は築造より 50 年が経過し経年劣化による老朽化が進行している。このような状況から、岩手県では「砂防関係施設長寿命化計画」を策定し、定期的な砂防施設の点検を行い、計画定期に砂防堰堤の修繕、改築を推進している。

このような中、岩手県気仙郡住田町に存在する城内砂防堰堤は、令和 2 年度に実施された施設点検において、左岸前面の劣化が著しく、基礎地盤が露出し「堤体の安定性」、「転倒滑動に対する安定」が確保されていないとの判定を受けた。

そのため、本検討では詳細調査を行い、その結果を基に健全度基準を設定し、堰堤の補修改築計画を検討した。

2. 城内砂防堰堤の概要

対象の城内砂防堰堤は、岩手県気仙郡住田町の二級河川気仙川支流中沢川流域内に位置する、竣工が昭和 45 年（経過年数 54 年）の堰堤である。

表 1 既設砂防堰堤の概要

施設名	完成年度 (西暦)	完成後 経過年数	流域面積 (Km ²)	堆砂状況
城内砂防堰堤	1970	54	45	満砂
	堰堤諸元			
	堤高(m)	堤長(m)	天端幅(m)	堰堤形式
	9.5	96	2	不透過



写真 1 城内堰堤の正面写真

3. 堰堤詳細調査

施設点検結果から、本堰堤は C ランク（要対策）とされたことから、堰堤の健全度を評価するため、次の調査を実施した。①外観調査、②堤体への機械ボーリング（コ

アを用いた各種室内試験、中性化反応試験）、③ボアホールカメラ、④弾性波探査、⑤比抵抗二次元探査、⑥岩盤透水試験

3. 1 外部品質調査（漏水状況、破損状況の確認）

砂防堰堤下流壁面のクライミング調査を含む、堤体外観調査を実施したところ、砂防堰堤の水平打継目付近を中心にコンクリートの剥落、漏水および遊離石灰等が確認された。また、天端付近においてもコンクリートの破損が認められ、骨材の一部が露出していた。

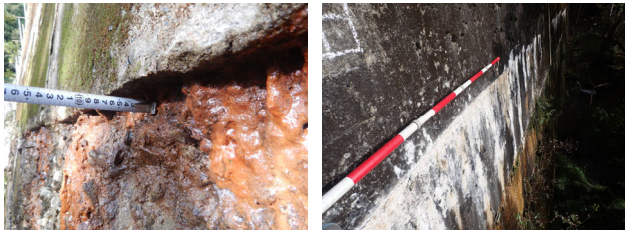


写真 2 コンクリートの剥離・漏水，遊離石灰

3. 2 ボーリング孔による堤体内部調査評価

堰堤内部の緩みや空洞及び基礎地盤を確認するため、ボーリング調査を実施した。採取したコア試料は室内岩石試験を行い力学特性を求めるとともに、中性化試験を行い、堤体コンクリートの中性化の進行を確認した。

表 2 堤体内部調査結果

調査項目	結果	調査項目	結果
コア	・RQD 80%以上 ・亀裂はコンクリート打継目 ・基礎地盤と堰堤コンクリートは密着	ボアホール	・亀裂や空隙は確認できない
中性化試験	・大部分で健全な状態	室内岩石試験	・軟岩～中硬岩の硬さ ・密度は22.56kN/m ³ 以上

3. 3 コンクリートの状態把握（比抵抗二次元探査）

堰堤堤体の漏水等の劣化部を捉えることを目的に実施した。この探査では、堤体や地山以外に上下流側堆積土砂や下流側開放面の地形の影響も受けるため比抵抗の相対的な変化で検討した。調査結果を図 1 に示す。

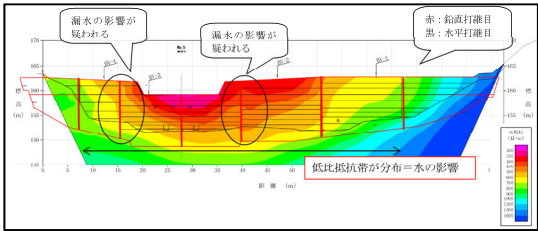


図 1 比抵抗二次元探査結果（鉛直打継目追記）

調査の結果、水通し部や漏水が疑われる鉛直打継目の位置にて、低比抵抗帯が確認され含水率が高いと考えられる。

3.3.1 コンクリートの透水性評価（岩盤透水試験）

堰堤内部のルジオン値や透水性を把握する目的に実施した。試験結果は一般的にダムの基礎岩盤の透水性やグラウチング計画、施工結果の判定に利用される。一般的に 10Lu を超えると高透水の可能性が高い。

調査結果を表 3 に示す。

表 3 岩盤透水試験結果

孔番	測定区間 GL-m	区間長 m	最大圧力 MPa	最大圧力時流量 l/min/m	ルジオン値 Lu
BV-1	1.0～5.0	4.0	0.125	18.05	138
	6.0～10.0	4.0	0.352	0.55	2
BV-2	1.0～5.0	4.0	0.145	9.00	62
	5.0～10.0	5.0	0.862	1.80	2
BV-3	1.0～5.0	2.0	0.120	4.25	35

調査の結果、1～5m の堤体上部で 35～138Lu となり、亀裂や打継目からの漏水の可能性が高い結果となった。また、試験中には堤体上部から漏水が確認された。

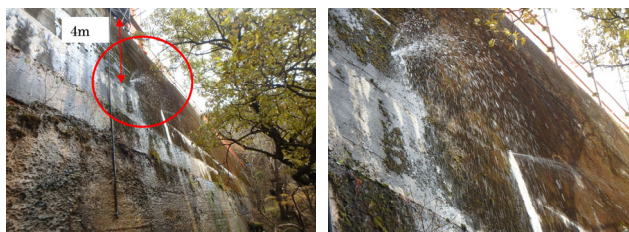


写真 3 試験中に確認された漏水

4. 健全度評価と補修設計時の課題

各種調査結果から本堰堤の健全度を評価する。変状のレベルは、「砂防関係施設点検要領（案）」に則り決定した。表 4 に結果を示す。

表 4 健全度評価

健全度評価		不良	やや不良	概ね良好	良好
弾性波探査				○	
比抵抗二次元探査				○	
調査ボーリング	亀裂				○
	RQD				○
	最大コア長				○
	中性化反応試験				○
岩盤透水試験	ルジオン値		○		
密度検層					○
ポアホールスキャナー					○
室内試験	超音波伝播速度				○
	圧縮強度試験				○
	密度試験				○
	圧裂引張強度試験				○

この結果を踏まえた補修計画時の課題を以下にまとめる。

①水平打継目からの漏水：岩盤透水試験時に打継目から広範囲に漏水が発生した。これは堤体が打設面ごとに分離しており一体化していない可能性が示唆される。②

表面コンクリートの劣化・摩耗：堤体内部は健全であるため表面の補修が必要となる。③鉛直目地からの漏水：鉛直目地には止水板の設置が確認されていると。したがって、鉛直目地の漏水は水平打設面からの漏水が流入しているものと考えられる。

5. 堰堤の安定度評価と対策工の検討

5.1 安定性評価

砂防堰堤建設後、50 年以上が経過していることから、補修に併せて改築も検討した。そのため、現行基準に照らし合わせて安定計算を実施した。安定計算の結果、現況断面では「転倒、地盤反力の安定条件」を満たしておらず、堤体の安全性を確保するための対策検討が必要となった。なお、堤体の形状断面を推定するため、3D 化し堤体体積を算出し安定計算を実施した。

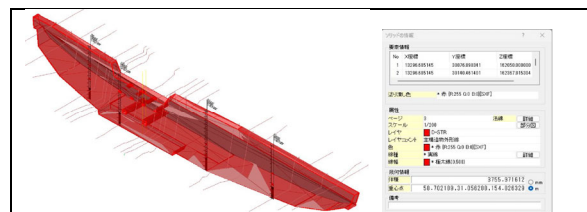


図 2 城内堰堤 3D モデル

安定計算の結果、現況断面では、④転倒、地盤反力の安定条件を満たしておらず、堤体の安全性を確保するための対策検討が必要となった。

5.2 対策工の検討

補修設計時の課題を解決し、安定性を確保した対策工として、次のとおり計画した。

- ①下流腹付工：下流側に 1.1m 増厚で安定条件を満足
- ②グラウト注入工：水平打継目からの止水対策

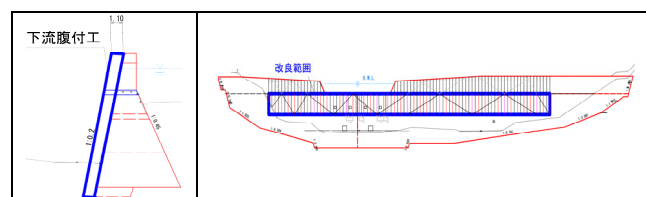


図 3 対策検討図（左：下流腹付工、右：グラウト注入範囲）

6. まとめ

砂防堰堤の多くは、高度成長期以降に集中的に整備され、一般にコンクリート構造物の寿命である完成後 50 年を超える施設が増えていくとされる。本検討が砂防堰堤の対策検討、および健全度回復手段の一助となることを期待する。