

川辺川流域における砂防施設の劣化調査の事例

国土交通省 川辺川ダム砂防事務所 与那嶺 淳，川崎 裕之，梅本 武史
 砂防エンジニアリング株式会社 ○中濃 耕司，井野 伸彦

1. はじめに

川辺川ダム砂防事務所では昭和31年以降に構築された129基の砂防施設(砂防堰堤117基，流路工等12基)を管理している。20年後以降には、これらの砂防施設のうち過半数が築50年を超える事態となる(図-1参照)。このような実状を踏まえ、砂防施設の長寿命化対策に資する情報の収集を目的として川辺川ダム砂防事務所管内の砂防施設の劣化調査を実施した。

本報では劣化調査に基づく、川辺川流域における砂防施設の劣化特性を報告するとともに、劣化度と相関性があると判断される劣化診断手法及び砂防施設の長寿命化に向けての課題について取りまとめる。

2. 劣化調査方法

砂防施設の劣化調査は、表-1に示すように管内の全ての施設を対象として目視調査を行い、その中でも古い施設や顕著な劣化が認められる施設等を対象として非破壊調査，詳細調査(機械ボーリング)を実施した。

ここで、目視調査は、10種類の劣化項目に(破壊・破損，すりへり・摩耗，亀裂・ひび割れ，剥離・剥落，変色・汚れ，白華現象，漏水，施工不良，河床低下，異常堆積)に着目して実施し、劣化進行度に合わせて評点を設定し、評点3以上を「顕著な劣化」に分類した。したがって、1つの施設において、顕著な劣化は複数項目・複数個、存在することとなる。非破壊調査として、適用性や市場性及び簡易性を考慮し、リバウンドハンマー，超音波測定，弾性波探査，サーモグラフィーの4項目の調査を実施し、詳細調査として実施した機械ボーリングではコアの外観評価，孔内の観測，コア強度及び単位体積重量の測定を実施した。

3. 劣化調査結果

図-2～6に劣化調査結果の一例を示した。

図-2より、川辺川流域における砂防施設では河床低下(洗掘を含む)が最も顕著な劣化現象であり、破壊・破損，亀裂・ひび割れ，すりへり・摩耗が続き、これらの4項目が全体の85%に達した。ここで、砂防施設では水密性を必要としないことが多いことからひび割れ等に関する補強・補修の必要性は低いこと、すりへり・摩耗劣化は顕在化しているものの現状では劣化程度は小さいことなどから、今後の管内施設の長寿命化対策は河床低下や破壊・破損を想定する必要があると判断された。

図-3には顕著な劣化が認められた部位の区分を示したが、本堤が最も多く、ついで前庭保護工，間詰工，護岸工で多いことが確認された。これらの4部位での顕著な劣化は全体の約90%に相当した。これらの部位の中で間詰工は、附帯工であるがため軽視されがちであるが、経年変化に伴い劣化(摩耗，破損，ひび割れ，洗掘)が顕在化しやすいことが認められ、今後の長寿命化対策を必要とする部位のひとつと判断された。

図-4には非破壊試験として実施したリバウンドハンマーによ

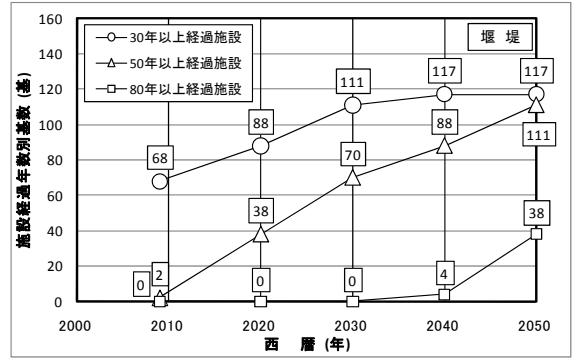


図-1 川辺川流域の直轄砂防堰堤高齢化予想図

表-1 劣化調査方法・数量

区分	調査方法	対象施設数
目視	外観目視・簡易計測	129基
非破壊	リバウンドハンマー	15基
	超音波試験	
	弾性波探査試験	
	サーモグラフィー	
詳細	機械ボーリング	3基

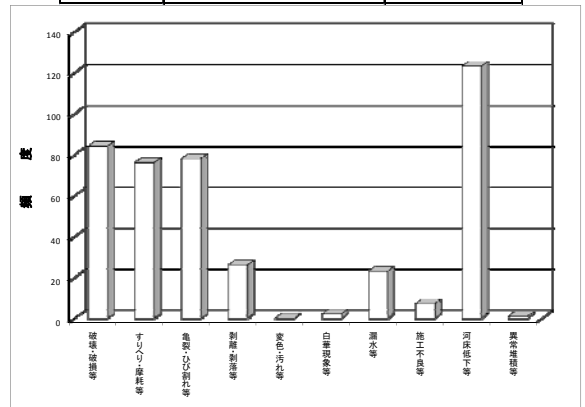


図-2 顕著な劣化現象の頻度

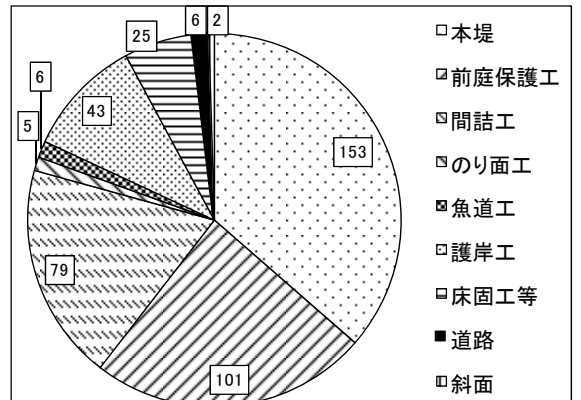


図-3 顕著な劣化の発生部位区分

る推定圧縮強度の頻度分布を示した。今回詳細点検を実施した砂防施設(15基46箇所)におけるコンクリートの推定圧縮強度は50N/mm²以下(水通し天端等に張られていた石材の推定圧縮強度は50~70N/mm²)で、10~30N/mm²の頻度(31データ; 63%)が最も多いものであった。また、相対的に袖天端(水平面)の推定圧縮強度は小さく、上・下流のり面や袖上流(鉛直面)で大きな値を示した。これらの相違は、雨滴・乾湿繰返しや凍結融解による構造物表面の劣化とこれに伴う骨材の浮き出し(凹凸)の影響と推測される。

図-5には、調査対象施設の築年数と超音波試験による表面速度の関係を示した。築30年未満のデータが少ないものの図-5からも築年数の増加に伴い表面速度が低下していることが確認された。古い時代のコンクリートは貧配合で強度が小さかったり、施工機械の関係で十分な締固めができていなかったりしている可能性も推測されるが、超音波試験が構造物の表面劣化の把握に適する可能性が高いことが確認された。なお、今回実施した非破壊試験の中では、超音波試験が最も劣化特性と相関性が高いものであった。

図-6には、築年数とコアのRQD(Rock Quality Designation)の関係を示した。ここで、RQDはコア1.0m中の10cm以上のコアの総長を百分率で表示したもので、間接的ではあるが、亀裂・ひび割れの密度や性状を表す指標である。データ数が少ないが、図-6より、築年数が大きくなるほど(古い施設ほど)RQDが小さくなる、すなわち内部劣化の進行や亀裂・ひび割れ等の不連続面の密度が高くなることが確認できた。

4. まとめ及び今後の課題

本調査結果より得た知見を以下にまとめる。

- ① 川辺川流域における砂防施設では、河床低下・洗掘の顕在化が大きな課題であることが確認された。この現象は岩盤基礎においても認められたことから、露岩部における施設でも前庭保護工等の洗掘対策を講じることが望ましい場合があることが確認された。
- ② 構造物の劣化診断手法として、表面劣化は超音波試験により評価できる可能性が高いこと、構造物内部の劣化はRQDをはじめとするコアの目視評価を適切に実施することで評価できることが確認された。ただし、これらの評価は現状では少数のデータからの知見であることから、今後もデータの収集・整理・蓄積を行う必要がある。
- ③ 劣化調査結果を適切にフィードバックさせることにより砂防施設の長寿命化を図る必要がある。表-2に長寿命化対策(案)を示したが、流況や土砂移動特性を考慮し、想定される劣化現象に対して適切で的確な対策を講じること、砂防施設の長寿命化が実現できる。この考えは補強・補修施設だけでなく、新規施設にも適用できるものであるが、事例自体が少ないため、今後の長寿命化対策及びモニタリングの事例収集が必要である。

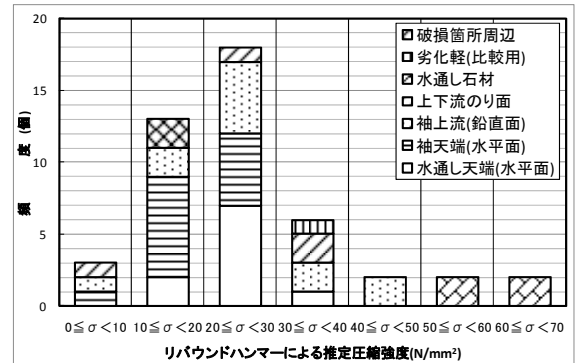


図-4 リバウンドハンマーによる推定圧縮強度の頻度

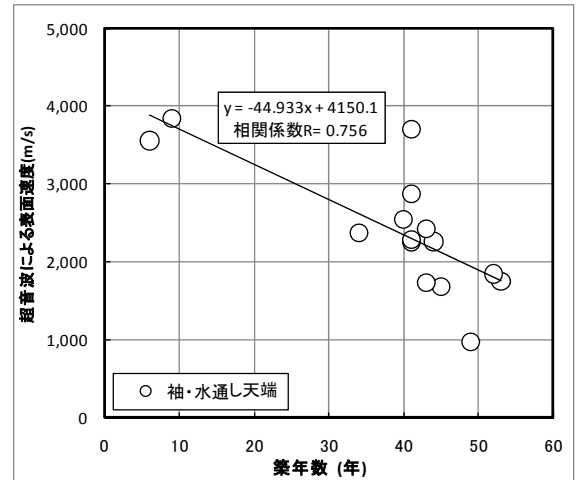


図-5 築年数と表面速度の関係

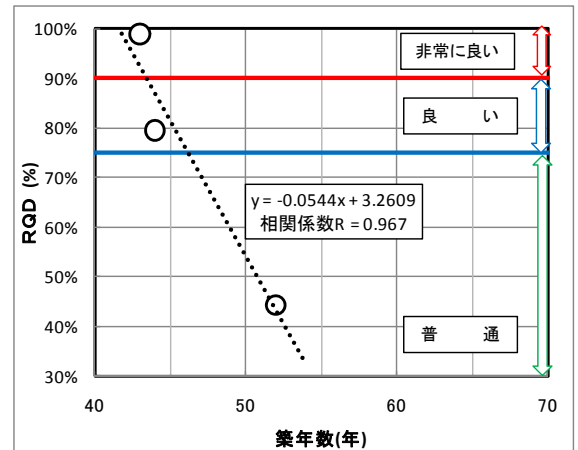


図-6 築年数とコアのRQD関係

表-2 長寿命化対策(案)

対象劣化現象	劣化要因	長寿命化対策(案)
破損・破壊等	堤体への土石流の直撃	・断面増厚と鉄筋の配置 ・上流側への緩衝材の設置
	水叩きへの土石流礫の落下	・水褥池の設置
	水通し面の弱部化	・水通し高での水平打継目の不採用
すりへり・摩耗	低強度強度	・富配合コンクリートの使用 ・石材等による保護
	一体化促進	・さし筋挿入 ・鍵型構造による打設
	間詰めへの落水の衝突	・水通し直下への袖間詰めの不設置
亀裂・ひび割れ等	薄肉構造	・用心鉄筋などによる補強
	応力集中	・用心鉄筋などによる補強
	打継目不連続	・打継目位置の連続化
	打継目不連続化	・鍵型打継目の採用
河床低下・洗掘等	洗掘防止	・前庭保護工等の設置