

足尾地区における砂防施設の健全度評価

国土交通省 渡良瀬川河川事務所
砂防エンジニアリング株式会社

関根 保弘 萩原 弘 根津 昭 小川 洋一
中濃 耕司 ○岩田 健 櫻井 一也

1. はじめに

渡良瀬川河川事務所砂防管内では、上流域の重荒廃地域からの流出土砂による下流域での水害を防止するために、砂防施設整備が展開されてきた。

また、砂防事業着手から長期間経過したこともあり、砂防施設の劣化が顕在化している傾向が認められる。

本報告では、足尾砂防出張所管内の既往砂防施設を対象として実施した機械ボーリング結果に基づく構造体内部の健全度評価手法およびその手法に基づく評価結果を報告する。

2. 構造体内部の健全度評価の基準及び手法

砂防施設より採取したボーリングコアの評価は、「ボーリング柱状図作成要領(案)」(財団法人日本建設情報総合センター)に示された、岩盤ボーリング柱状図への記載項目である①硬軟、②コア形状、③風化、④変質及び⑤RQDに着目して実施するものとした。このうち①～④は、コア自体の性状を評価する項目で、⑤は、コア内の亀裂の大きさ・密度(すなわち、構造体内部の不連続面の開口量・密度)を評価する項目である。

ここで、表-1～4にコアの性状評価項目の区分と設定した評価点を示す。なお、区分は「ボーリング柱状図作成要領(案)」に基づいたもので、評価点は健全度が低いものほど点数が大きくなるように配点し、中間的な区分では評価点も中間値とした。

表-1 硬軟の区分と設定評価点

評価点	記号	硬軟区分
1	A	極硬、ハンマーで容易に割れない。
2	B	硬、ハンマーで金属音。
3	C	中硬、ハンマーで容易に割れる。
4	D	軟、ハンマーでポロポロに砕ける。
5	E	極軟、マサ状、粘土状。

表-2 コア形状の区分と設定評価点

評価点	区分	コア形状	コア長(cm)	摘要
1	I	棒状	50cm以上	
2	II	長柱状	15～50	
3	III	短柱状	5～15	ほとんどが円形のコア
4	IV	岩片状	5cm以下	不円形コアが多い
5	V	れき状		コア形を残す
6	VI	砂状		岩形、コア形なし
7	VII	粘土状		岩形、コア形なし。粘性土

表-3 風化の区分と設定評価点

風化程度		風化		評価点
新鮮な	I	α	非常に新鮮である。	1
		β	新鮮である。層埋面、片埋面にそって僅かに変色があり割れやすい。	2
やや風化した	II	γ	弱風化している。層埋面、片埋面にそって風化している。	3
中程度に風化した	III	δ	風化している。岩芯まで風化している。ハンマーで簡単に崩せる。	4
非常に風化した	IV	ϵ	弱風化している。指先で簡単に壊すことができる。	5
極めて風化した				

表-4 変質の区分と設定評価点

評価点	変質区分	変質状況
1	非変質	肉眼的に変質の存在が認められないもの。
2	弱変質	コンクリート組織を完全に残し、変質程度(脱色)の低いもの。あるいは非変質部の割合が高いもの(肉眼で50%以上)。
3	中変質	肉眼で変質が進んでいると判定できるが、コンクリート組織を明らかに残し、判定が容易なもの。または非変質部を残すものおよび綿状変質部。
4	強変質	コンクリート及び構成鉱物、岩片等が変質鉱物で完全置換され、コンクリート組織を全く殆ど残さないもの。

コアの性状、すなわち構造体の内部の健全度は、全コア長を①～④の4項目に着目して細分し、細分したコア長に各区分の評価点を乗じ、総和したのち全コア長で除して算出したコア1m当たりの評価点により評価するものとした。

RQDは、コア1mに含まれる10cm以上のコアの割合を示す指標で、水平打継目の分離や空洞等に代表される構造体内部の不連続面の影響度をあらわすものと想定される。なお、表-5に「ボーリング柱状図作成要領(案)」に基づくRQDによる良好度の評価基準を示すが、良好なコンクリート構造物の場合、必然的にRQDは100(不連続面無し)となる。

表-5 RQDによる良好度の評価基準

RQD[%]	良好度の表示
0～25	非常に悪い(very poor)
25～50	悪い(poor)
50～75	普通(fair)
75～90	良い(good)
90～100	非常に良い(excellent)

3. 構造体内部の健全度評価結果

写真-1 に機械ボーリングの 1 例を示すとともに、表-6 には、表-1~4 に示した評価基準に基づき算出した 1m 当たりの評価点の一例を示した。



写真-1 機械ボーリングコアの一例
表-6 1m 当たりの評価点

深 度	区 分	コアの健全度評価点				合 計
		硬 軟	コア形状	風 化	変 質	
0.00 ~ 0.37	張り石	—	—	—	—	
0.37 ~ 1.49	コンクリート	3.0	3.0	3.0	3.0	
1.49 ~ 3.58	コンクリート	3.5	3.0	3.5	2.5	
3.58 ~ 5.39	コンクリート	3.5	5.0	3.5	3.0	
5.39 ~ 7.65	コンクリート	3.5	4.0	3.5	3.0	
集 計	—	24.92	27.72	24.92	20.795	98.355
1m 当たりの評価点		(張り石37cmを除く)				13.51

機械ボーリングを実施した 15 基の施設における築年数と 1m 当たりの評価点の関係を図-1 に示す。

図-1 より、築年数が大きい施設程コア評価点が高くなり、構造体内部の健全度が低いことが確認された。

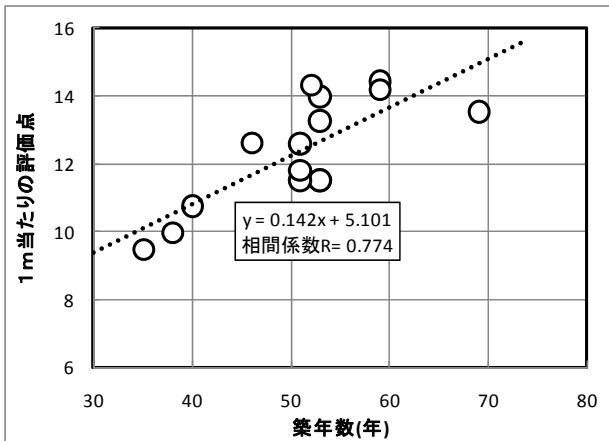


図-1 築年数と 1m 当たりの評価点の関係

図-2 には、築年数と RQD の関係を示した。また、図-2 には、表-5 に基づく良好度も併せて表記した。図-2 より、築年数が大きくなるほど RQD が小さくなり、構造体内部の不連続面の開口量が大きいまたは発生頻度が高いことが確認された。また築 50 年未満の施設の RQD による良好度は“非常に良い”ものの、築 60 年以降の施設では良好度が“普通”に分類されるこ

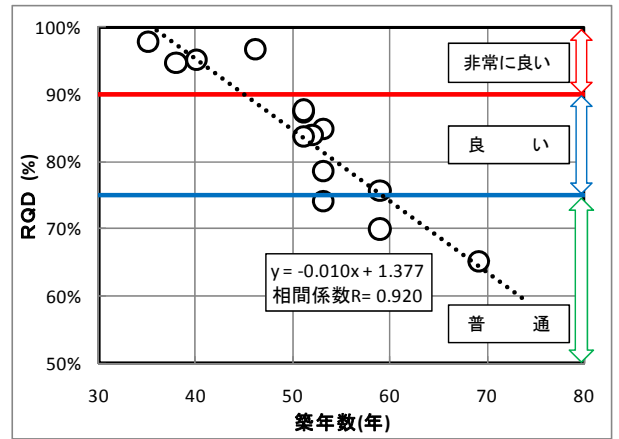


図-2 築年数と RQD の関係

とが確認された。

ここで、足尾砂防出張所管内における砂防施設の堤体材料の変遷を見ると 1969 年(築 40 年に相当)以前の施設は粗石コンクリートで構築されていたことが確認された。図-1~2 に示した 1m 当たりの評価点や RQD による健全度は、近年のデータが少ないものの、築 50 年より古い施設で、低くなる傾向が認められる。これらのことから、上述した手法に基づく健全度評価は、長期的な構造劣化の影響に、施工材料や施工機械・方法の影響も受けていることが予想される。ただし、いずれにせよ、築年数の大きな古い施設ほど、構造体内部の健全度が低いことに相違ないものと判断される。

4. まとめ

本調査・検討により得られた結果をまとめると以下のとおりである。

- ① 構造体内部の健全度は、機械ボーリングコアの目視観察などを入念に行うことで評価することが可能である。
- ② 目視観察による手法は、岩盤ボーリングの基準に準拠した方法であるため、原則的に機械ボーリングを行えば得られる結果である。
- ③ 観察項目として、特に専門的な知識を必要とせず、短時間で評価可能な RQD のみに着目しても、構造体内部の健全度評価は可能と判断される。
- ④ ただし、現状では RQD による健全度を区分する明確な基準を見出せるほどのデータが無いことから、定性的な評価であることに留意が必要である。
- ⑤ また、硬軟、風化、変質などの観察項目における評点化は、技術者の評価の経験や力量の影響も含まれることから、RQD に比べて相対的な誤差が大きいと推測される。

定量的で、より精度の高い健全度評価を実施するためには、今後も幅広い年代のデータ集積を行っていくことが必要である。