

積雪寒冷地のコンクリートダムのスケーリングに対する抵抗性について

(株)ドーコン 正会員 ○米坂 俊介
(株)ドーコン 正会員 佐藤 英隆

北海道大学大学院工学研究院 正会員 佐藤 靖彦

1. はじめに

近年、全国のダムで、長寿命化を見据えたダム総合点検を実施し、現状の健全度評価及び今後の維持管理方針を策定している。対象としたKダムは昭和42年に完成したコンクリートダムで、夏期が30℃以上、冬期が-30℃以下と年間を通じて約70℃の気温差がある積雪寒冷地に位置する厳しい環境条件下にあるため、ダム施設の耐久性が懸念されていた。そのため、Kダムでも平成25年～26年にかけてダム総合点検を実施し、その中で耐久性を評価するための試験も実施した。その結果、堤体コンクリートは軽微なスケーリング等が認められる程度で大きな劣化は認められず、全体として健全であることを確認している。

本稿では、Kダム堤体から採取したコンクリートコアに対して実施したスケーリングに対する抵抗性試験結果について報告する。

2. 試験概要

コンクリートコアは、力学的条件や気象条件、現場条件等を総合的に勘案し、下流面堤趾部から3本採取した(写真-1参照)。供試体寸法は、コンクリート骨材の最大粒径150mmに対し、φ200mm×高さ100mm程度の円柱供試体とし、1本のコアから表面部および深部(新鮮部)の2本(合計6本)を作成した(図-1参照)。

試験は、「ケイ酸塩系表面含浸工法の設計施工指針(案)(土木学会)」¹⁾の「スケーリングに対する抵抗性試験」を参考とし、水温20℃程度で試験面の吸水(養生)を1週間行ったのち、+20℃～-20℃の温度範囲で12時間1サイクル、0～120サイクルに至るまで凍結融解(10℃/hr)を繰り返した。なお、スケーリングの進行を促進する目的で、試験液は濃度3%の塩化ナトリウム水溶液を用いた。試験結果は、①任意の固定13箇所の試験面スケーリング深さ(図-2参照)、②スケーリング片質量を6サイクルごとに測定し、②については密度と供試体径を用いて平均スケーリング深さに換算した。



写真-1 供試体採取位置の状況

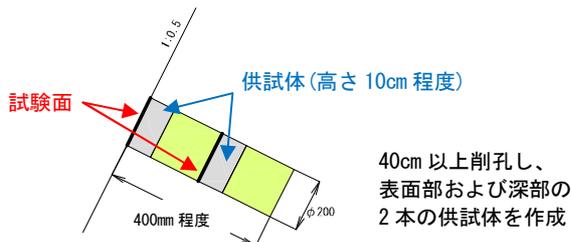


図-1 供試体の作成概要

3. 試験結果

(1) 現時点における堤体表面部のスケーリング深さ

ダム完成直後の堤体表面の状態は、スケーリングの進行がなく、モルタルで覆われている(骨材の露出はほとんどない)状況である。この状態からスケーリングが進行することとなるが、スケーリングの進行はモルタル部分に生じ、骨材部分は骨材が剥離するまでスケーリングが生じないと仮定し、供試体の最浅部(骨材部と仮定)と平均深さの差をスケーリング深さとした(図-3参照)。

Kダムは、完成後、現在まで約50年が経過しており、現在の堤体表面はこの50年間にスケーリングが進行した状態である。前述した①任意の固定13箇所の試験面におけるスケーリング深さの測定結果のうち、各供試体の表面部における初期スケーリング深さ(0サイクル時)は、各々2.1mm、0.5mm、1.1mmであり、Kダムが現在までの50年に受けたスケーリング深さは、平均1.2mm程度と推定した。

(2) スケーリング片質量及びスケーリング速度

図-4に堤体表面部と深部の②スケーリング片質量の進行状況を示す。120サイクル経過時点で堤体表面部は平均0.6g/cm²、深部で0.3g/cm²のスケーリング量であった。

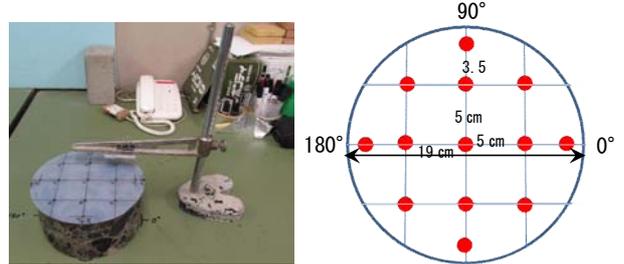


図-2 スケーリング深さ測定状況および測定位置(固定13点)

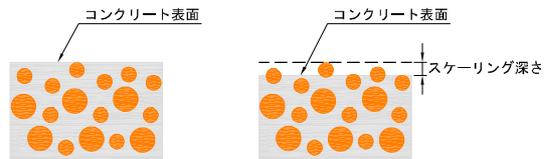


図-3 スケーリングの進行について

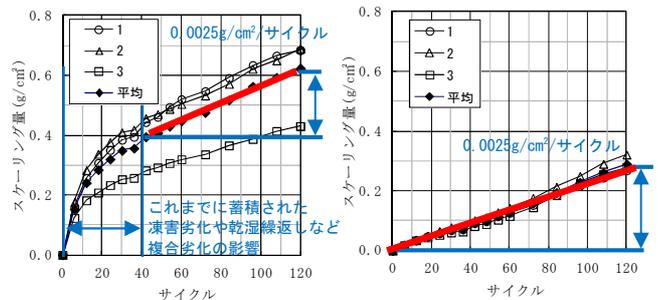


図-4 堤体表面部と深部(新鮮部)のスケーリング片質量の進行状況

キーワード：ダムコンクリート、凍害劣化、ダムの総合点検、維持管理、スケーリング

連絡先：〒004-8585 札幌市厚別区厚別中央1条5丁目4-1 (株)ドーコン 水工部 TEL011-801-1530

スケーリングの進行速度に着目すると、堤体表面部は40サイクルまでスケーリング損失量の増加速度が早くなっているが、これは現在までに蓄積された凍害劣化や乾湿繰り返しなど複合劣化の影響を受けている可能性がある」と推定される。

また、堤体表面部の40サイクル以降のスケーリング進行速度に着目すると、深部のスケーリング速度と同じ傾向となっている。このことから、Kダムの堤体コンクリートの基本的なスケーリング速度は0.0025g/cm²/サイクル程度と推定され、概ね直線近似が可能であると考えられる。

(3) 堤体表面部スケーリング状況と試験サイクルの関係

図-5(a)に堤体表面部のスケーリング損失量の進行状況、図-5(b)に堤体表面部の平均スケーリング深さの進行状況を示すが、前述のとおり、直線近似が可能と考えられることから、各40サイクル以降のスケーリング速度(直線近似)を延長すると、概ね100サイクル程度に該当する。

また、図-6に堤体表面部の0サイクル時におけるスケーリング深さ1.2mmと深部のスケーリング深さの関係を示す。堤体表面部の0サイクル時におけるスケーリング深さ1.2mmは深部の100~120サイクル程度のスケーリング深さに該当する。

以上より、堤体コンクリート打設完了から約50年が経過しているKダムが現在までに受けたスケーリング負荷は、深部におけるスケーリング試験の100~120サイクルに該当すると推定される。

(4) スケーリング進行予測

前述のスケーリング試験結果より100サイクル/50年に該当すると推定されることから、今後50年後(ダム完

成後100年)経過した時点のスケーリング深さは、表面部の100サイクル相当であると予測される。この結果、今後50年後(ダム完成後100年経過時)のスケーリング深さは、バラツキはあるものの概ね4mm程度と予測され(表-1、図-5及び図-7参照)、『凍害が疑われる構造物の調査・対策手引書(案)(寒地土木研究所)』²⁾に示されるスケーリング程度の区分(RIREM)からも軽度であり、Kダムのコンクリートは凍結融解に対する抵抗性を十分に有していると評価できる。

5. おわりに

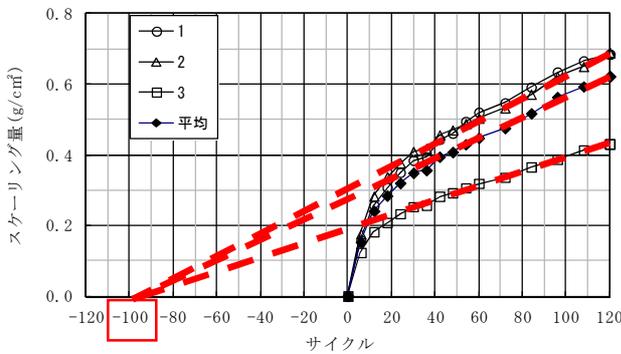
本試験では、堤体表面部と深部のスケーリング進行状況に関連付けることができ、この関係から、今後のスケーリングの進行予測を段階的に行うことができた。今後、Kダムの本試験結果を踏まえ、他ダムのスケーリング進行状況を把握することで、今後の維持管理の基礎資料として新たな知見を蓄積したいと考えている。

【参考文献】

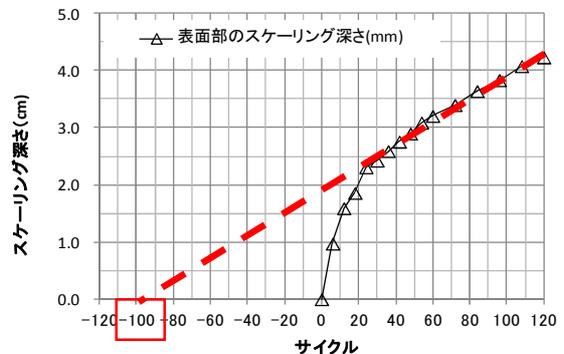
- 1) 土木学会、けい酸塩系表面含浸工法の施工指針(案)
- 2) 独立行政法人土木研究所寒地土木研究所、凍害が疑われる構造物の調査・対策手引書(案)

表-1 堤体表面部の平均スケーリング深さ

平均スケーリング* 深さ(mm)	10年後	20年後	30年後	40年後	50年後
	2.3	2.8	3.3	3.6	4.0



(a) 堤体表面部のスケーリング損失量



(b) 堤体表面部(13点平均)の平均スケーリング深さ

図-5 スケーリングの進行状況

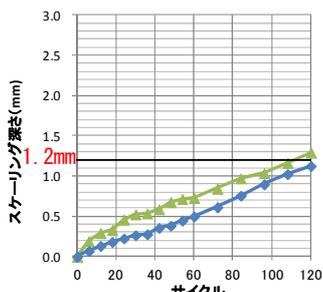
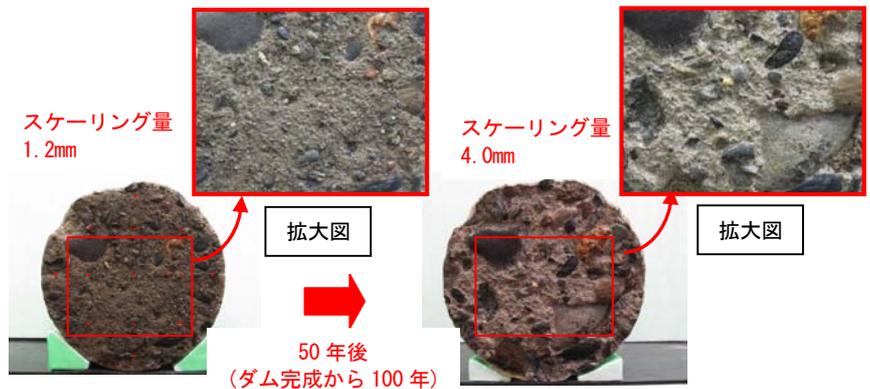


図-6 堤体表面部の0サイクル時におけるスケーリング深さと深部のスケーリング深さの関係



(a) 現状の堤体表面部 (0サイクル時)

(b) 堤体表面部の100サイクル時

図-7 堤体表面部のスケーリング進行予測