

アルカリシリカ反応による損傷を受けたコンクリート堤体の調査

金沢大学大学院 学生員○池富 修 アルスコンサルタンツ（株）正会員 大深伸尚
金沢大学工学部 正会員 鳥居和之 金沢大学工学部 学生員 中瀬理至

1. まえがき

今回調査を実施したコンクリート堤体は 1977 年竣工の小規模の貯水池ダムであり、その構造は逆 T 式（中央部）と重力式（端部）の両者により構成されている。約 20 年を経た現在、コンクリート堤体の全面にはアルカリシリカ反応（以下 ASR と称する）によるひび割れが多数発生している。

本調査は、補修・補強設計の基礎資料を得ることを目的として、水の影響を大きく受けるダム構造物の ASR による損傷度の相違を比較検討したものである。

2. 調査概要

コンクリート堤体全体の目視によるひび割れ調査および超音波パルス速度の測定を実施した後、構造形式の異なる 2 つの堤体より 2m の貫通コア（φ55mm）を高さ方向（上部、中央部、下部）に 2 本ずつ、合計 12 本を採取し、貫通コンクリートコアより切り出した試験体により圧縮強度、静弾性係数および超音波パルス速度の測定を行った。

3. 劣化状況の目視観察結果

今回実施した調査箇所毎の劣化状況の比較を表.1 に示す。

表.1 コンクリート堤体の劣化状況の比較

		水の影響	日射の影響	温度変化	変色および ゲル滲出	ひび割れ
逆 T 式堤体部	貯水池側 階段上部	大	大	大	あり	大
	貯水池側 階段下部	大	小	小	なし	小
	雑木林側	大	小	小	なし	大
重力式堤体部	貯水池側	小	大	大	なし	中
	雑木林側	小	大	小	なし	小

写真.1 に示すように、コンクリート堤体には ASR によるひび割れが多数観察されたが、その程度は局所的な環境条件の影響を受け、調査箇所により大きく相違した。全体の傾向として堤体の下部から上部に向かう程ひび割れの幅およびその密度が増加する傾向にあった。また、コンクリートの変色及びゲルの滲出は貯水池側で顕著であった。これは、雑木林側は貯水池側に比べ直射日光を受けず、温度変化も少ないことが原因と推測された。一方、逆 T 式と重力式の環境条件に関して、逆 T 式の下部は常に水と接しているのに対して、重力式は斜面のアスファルト処理により貯水池の水の影響をあまり受けていないと言う相違が認められた。このため、逆 T 式堤体の損傷は重力式堤体よりも大きくなったものと考えられた。さらにコンクリート堤体の側面では、水平方向のひび割れや打ち継ぎの開きが拡大するとともに、写真.2 に示すようなかぶ

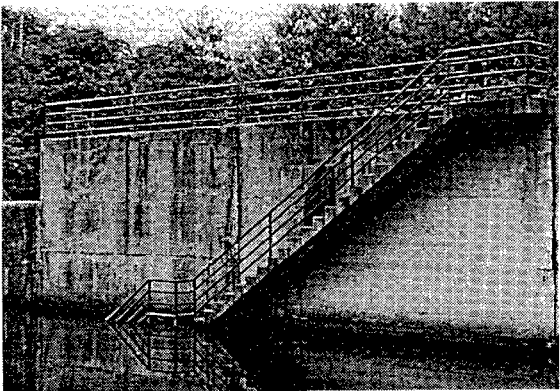


写真.1 コンクリート堤体の劣化状況

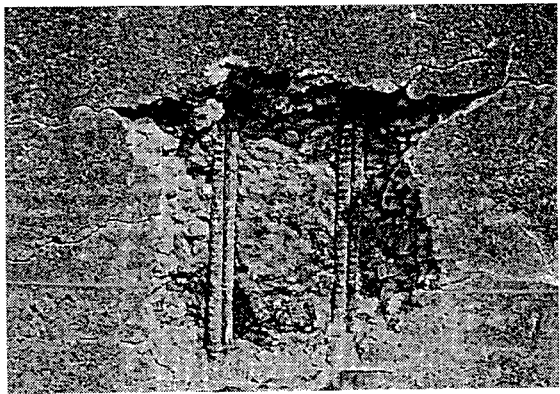


写真.2 かぶりコンクリートの剥落

りコンクリートを剥落させる可能性のある、鉄筋とかぶりコンクリート間のひび割れの発達が観察された。水面付近のコンクリートでは劣化があまり見られないのに対して、大気中に位置するコンクリートでは大きな損傷が観察されたのが特徴である。特に、天端付近では、頂部にコンクリートの割れが発見され、天端の両端から斜め 45 度の方向に大きなひび割れが発生していた。この影響で、堤体側面の片側が押し出されるようなズレが生じている箇所もあった。

4. コアの圧縮強度、弾性係数及び超音波パルス速度

コアの圧縮強度、弾性係数及び超音波パルス速度を図.1、2および3に示す。コンクリートの竣工当時の圧縮強度の平均値が 24N/mm^2 であるのに対して、採取したコアによる圧縮強度試験の結果は平均で 19N/mm^2 となり、設計基準強度の 21N/mm^2 を下回る結果となった。また、圧縮強度の分布より明らかなように、 15N/mm^2 を下回るものもあり、コンクリート堤体の内部にてASRによる強度低下が確認された。一方、竣工当時の圧縮強度より推定される静弾性係数は 24kN/mm^2 であるが、弾性係数の低下は圧縮強度よりも顕著であり、全てのものが 10 kN/mm^2 以下と非常に小さな値を示した。このような弾性係数の低下は、逆T式の方が重力式よりも、また下部よりも上部の方がより大きくなっていった。また、超音波パルス速度の値は $3400\sim 3800\text{m/sec}$ の範囲に分布しており、健全なコンクリートの値とされている 4000 m/sec を全てのものが下回る結果となった。以上の結果より、貯水池ダム堤体の場合、橋梁などの構造物に比べ水分の供給を常時受けるために、ASRによる劣化が比較的早期に進行するものと考えられた。また、目視調査およびコアの力学的試験の結果より堤体下部よりも上部においてASRによる損傷が大きくなっているのが明らかになった。この理由として、乾湿の繰り返しにより下部から上部への水分の移動（吸い上げ現象）が生じ、上部での蒸発の過程で、アルカリ成分が局所的に濃縮されている可能性が認められた。その一方で、同様な条件下でも、階段の裏側に見られるように直射日光が当たらず、雨がかからないような場所はASRの進行が大きく抑制されていた。

5. まとめ

ダム堤体のような水利構造物は、橋梁などの構造物に比べ水の影響を大きく受け ASR による損傷が大きくなることが判明した。今回の調査では、ASR によりコンクリート堤体全体の圧縮強度および静弾性係数が大きく低下していることが確認できた。このことは橋脚の基礎や橋台のように常時水分の供給が行われる構造物にも同じ様な損傷が生じている可能性が懸念される。現在、水分の移動によるアルカリ濃度の変化やコアの残留膨張性の検討を行っており、これらの結果は研究会当日に発表する予定である。

謝辞：本調査に当たり御指導いただいた、金沢大学川村満紀教授に深く感謝の意を表します。

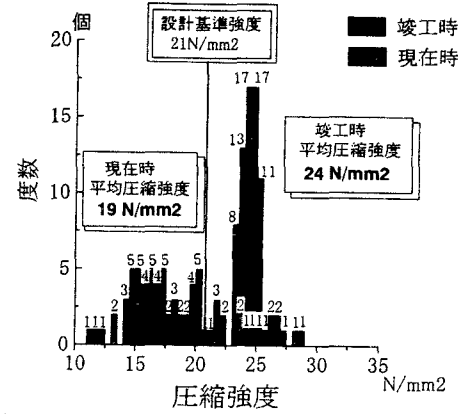


図.1 コアの圧縮強度の分布

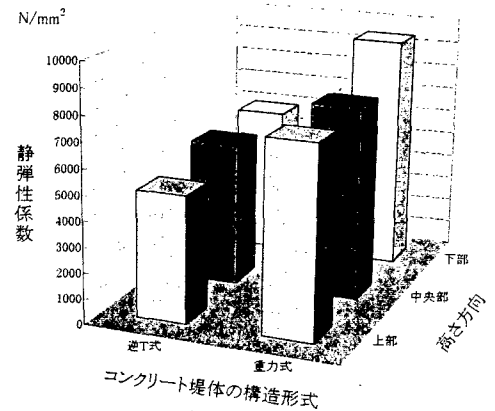


図.2 コアの静弾性係数

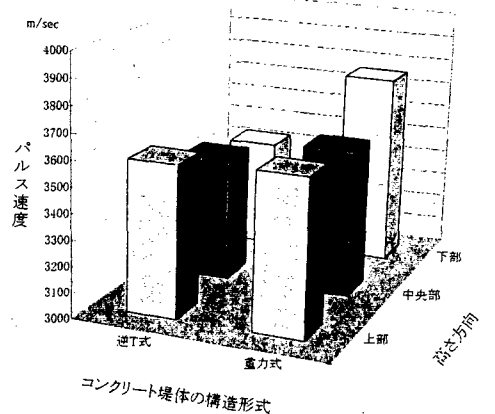


図.3 コアの超音波パルス速度