

孔内局部載荷試験による砂防堰堤の劣化深さ評価

川崎地質株式会社 事業本部 ○ 皿井 剛典
 国土交通省 琵琶湖河川事務所 川西 英司
 川崎地質株式会 西日本支社 北川 義治

1. はじめに

冬季に気温が氷点下となる地域のコンクリート構造物は、水分の凍結融解作用による「凍害」を受け、コンクリート表面のスケリング（断面欠損）やひび割れ、ポップアウトが発生することがある。凍害劣化は、凍結融解作用の繰り返しにより構造物の表面から深部へと進行し、規模が拡大する。また、ジャンカや締固め不良などの初期欠陥が生じたコンクリート構造物では、風化や流水の影響により断面欠損が発生し、経年によって深度方向へと欠損範囲が拡大していく。

現在、コンクリート構造物の劣化深さを調査する手法は、採取コア試料の強度試験や、採取コアやコンクリート表面等における超音波伝播速度測定などが用いられている。しかし、劣化状況によっては構造物からのコア試料採取が難しく、室内試験が実施できないことも多い。また、従来の手法では、構造物の深度方向の詳細な測定・評価が困難であり、定量的な評価が難しいといった問題もある。

そこで、目視点検や詳細調査によって凍害や初期欠陥が原因の断面欠損が確認された砂防堰堤を対象に、構造物の深さ方向のコンクリート強度測定が可能な新しい現位置試験方法である「孔内局部載荷試験」（以下、載荷試験）を実施し、劣化深さの把握が可能かどうか検討した。

2. 孔内局部載荷試験

載荷試験に用いる装置は、変位計や油圧ピストンを内蔵した直径 40mm、長さ 270mm の円柱状の“装置本体”と、コア孔壁に貫入させる“載荷先端”，載荷点を目視確認する“ファイバースコープ”からなる（図-1）。

載荷試験は、1) 直径 42mm のコア削孔、2) 試験装置をコア孔内へ挿入、3) 載荷先端を試験実施深度（任意の深度）に固定、4) 油圧ポンプにより加圧、5) 載荷先端を孔壁に貫入、6) 貫入量と載荷荷重の値を記録、7) 同一深度において 6 点前後のデータを取得できるまで周方向に位置を変えながら 1)～7) を繰り返す、という手順で実施する。

載荷試験によって得られた貫入量と荷重の値は、荷重-貫入量曲線（図-2）として表し、曲線の傾きから“貫入抵抗値”を求める。貫入抵抗値は、載荷先端のコンクリートへの貫入のしにくさ・しやすさを表しており、コンクリート強度推定のための指標とする。

なお、図-3 に示すように、室内および実構造物における試験結果から、コンクリート強度は“貫入抵抗値”を約 4 倍することで推定可能であることが判明している^{1), 2)}。

3. 試験概要

載荷試験による劣化深さ評価は、瀬田川砂防管内の堰堤 A、堰堤 B、堰堤 C、堰堤 D、堰堤 E において実施した。これらの堰堤には、目視・打音調査によって、凍害による浮き・剥離・断面欠損や、ジャンカ等の初期欠陥箇所の流水の影響による断面欠損が確認されている。

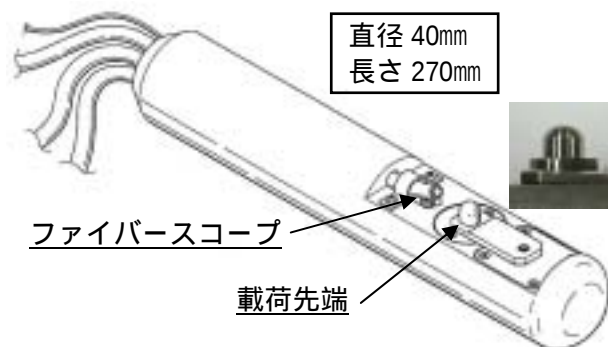


図-1 孔内局部載荷試験装置

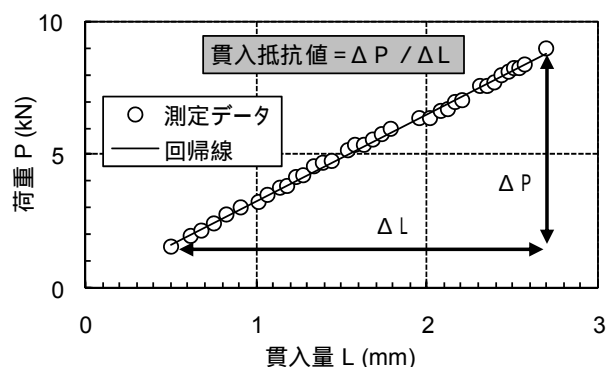


図-2 貫入抵抗値の算出方法

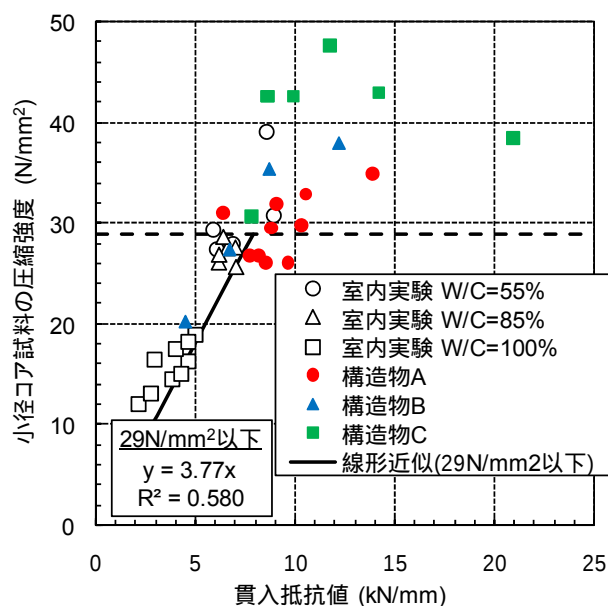


図-3 室内および実構造物における試験結果から判明した貫入抵抗値とコンクリート強度の関係

試験位置は、堰堤 A や堰堤 D、堰堤 E では劣化部と健全部を、堰堤 B や堰堤 C では劣化部とした。また、試験深度は、深度方向の強度の変化点を把握するため、各試験位置において 3～5 深度を設定した。

各試験深度におけるコンクリート強度は、取得した 6 点前後の貫入抵抗値を平均し、4 倍することにより推定した。なお、载荷試験によるコンクリート強度の推定値との比較のため、φ42mm のコア削孔時に採取した小径コア試料の圧縮強度試験を実施した。

4. 結果および考察

堰堤Aの劣化部は、締固め不良によるジャンカが発生している部位であるが、表層では24N/mm²前後の値となったものの、深部では16N/mm²を下回る値となった。表層の強度は健全部と同等であることから、部分的に強度低下が生じている状態と言える。これは、締固めの程度の違いを反映したものと考えられる。

堰堤Bは、打音調査により浮きが確認された部位である。なお、右岸側は削孔時に表層30mm程度が欠損し、深さ40mm以深での载荷試験を実施した。その結果、左岸側は強度の低下はないものの、右岸側で深さ80mmまで強度低下が生じていた。また、堰堤Cは、表層数～20mm程度の断面欠損が確認された2箇所で载荷試験を行ったが、中央部は表層10mmで強度が低下傾向であるが、天端部では深さ30mmまで強度低下が生じていた。このことから、外観上の劣化程度が同様であっても、劣化深さは部位によって異なることが分かった。

堰堤 D や堰堤 E は、凍害により表層数～20mm の断面欠損が確認された部位である。試験の結果、堰堤 D の劣化部の深さ 20mm、堰堤 E の劣化部および健全部の深さ 10mm において強度低下が認められた。これは、凍害劣化の進行を窺わせ、特に、堰堤 E は現状において外観上健全であっても劣化が進行しつつあることが分かった。

5. まとめ

凍害や初期欠陥により劣化した堰堤における「孔内局部载荷試験」による劣化深さ評価試験の結果、以下の知見が得られた。

- 1) 深さ10mmごとの試験が可能であり、深度方向の強度低下範囲を詳細に捉えることができた。
- 2) 外観上の劣化状況からは判断できないごく表層の強度低下を捉えることが可能であり、劣化深さ評価のための有効な手法である。

参考文献

- 1) 皿井剛典，林田 宏，田中 徹，澤口啓希：孔内局部载荷試験による凍害劣化深さの把握に関する研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.31，No.1，pp.1177-1182，2009.7
- 2) 皿井剛典，田中 徹，北山穂高，金子勝比古：孔内局部载荷試験によるコンクリート強度推定に関する一考察，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.30，No.1，pp.891-896，2008.7

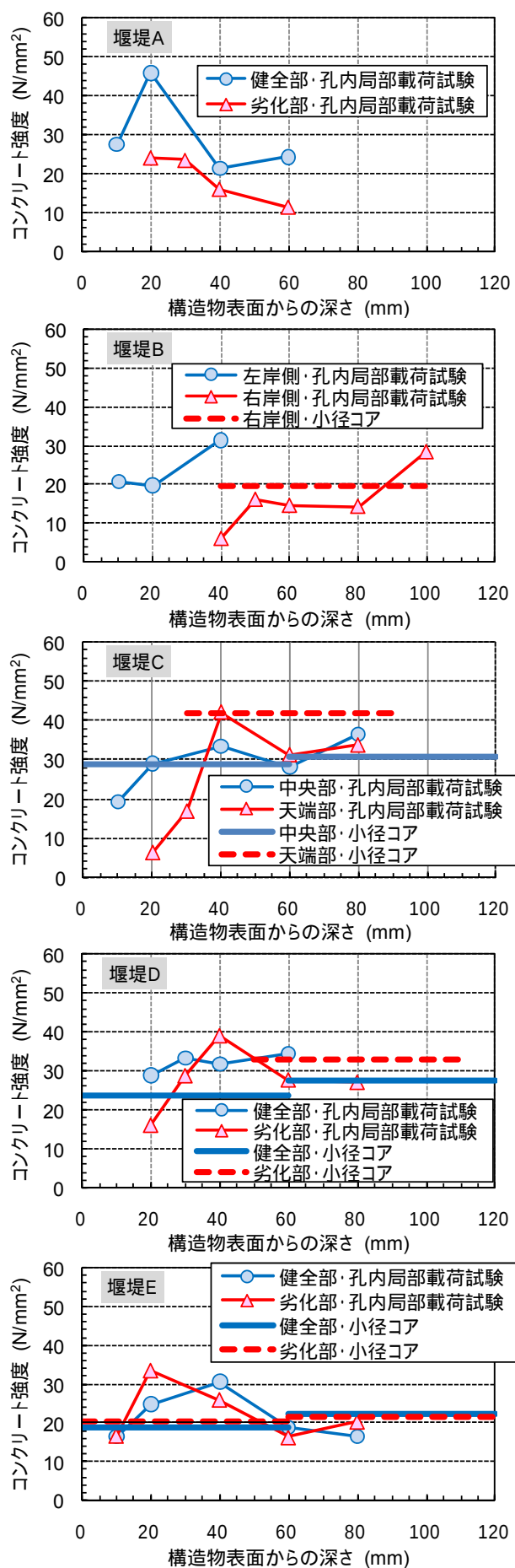


図-4 深度方向のコンクリート強度分布