

弾性波トモグラフィ法を用いた河口堰門柱コンクリートの補修効果検証

(独)水資源機構 正会員 ○國居 史武
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 非会員 中山 宏
 京都大学大学院 正会員 塩谷 智基

1. はじめに

経年劣化したコンクリート構造物の長寿命化を図るためには、適切な診断手法とその調査結果に基づく効果的な補修が重要である。特に、河口堰のような大型コンクリート構造物においては、損傷の規模や分布を経済的にかつ効率的に調査を行い、評価することが求められる。本稿は、竣工後40年以上が経過した河口堰の門柱コンクリートにおいて弾性波トモグラフィ法¹⁾を適用し、過去に実施した補修に対する効果検証について考察を行ったものである。

2. 調査方法

調査対象施設は竣工後40年以上が経過した河口から3.4kmの位置にあるRC造の河口堰の門柱コンクリートである。コンクリートコア供試体の圧縮強度は $35.2\sim 46\text{N/mm}^2$ 、コンクリート中の塩化物イオン量は表面から内部まで 1.2kg/m^3 以下、中性化残りは発錆限界以上であるが、外観目視調査において門柱コンクリートには鋼材腐食に起因すると推定されるひび割れやうき、剥離等が部分的に確認されており、開口部付近でポリマーセメントモルタルによる断面修復が行われている。

本稿では、門柱コンクリートで過去に実施した補修効果検証を目的として、弾性波トモグラフィ法による健全性調査を行い、補修評価への適用性を検証した。図1にセンサ配置図を示す。門柱コンクリート表面に圧電型加速度センサ(701IS:30kHz 共振型)を設置し、コンクリート表面を鋼球ハンマー($\phi 25\text{mm}$)で打撃して弾性波を励起し、サンプリング周波数200kHzとしてコンクリート中を伝播する弾性波速度の計測を行った。

トモグラフィ解析では解析断面を多数のセル($350\text{mm}\times 1500\text{mm}\times 325\text{mm}$ の六面体)に分割し、一般的なコンクリート構造物の 4000m/s を初期速度とし、解析領域を透過した多数の波線の伝播速度を用いて各波線の伝播速度を求めた後、観測値に近づけるよう各セルの速度値を逐次更新させて解析領域の弾性波速度分布を求めた²⁾。

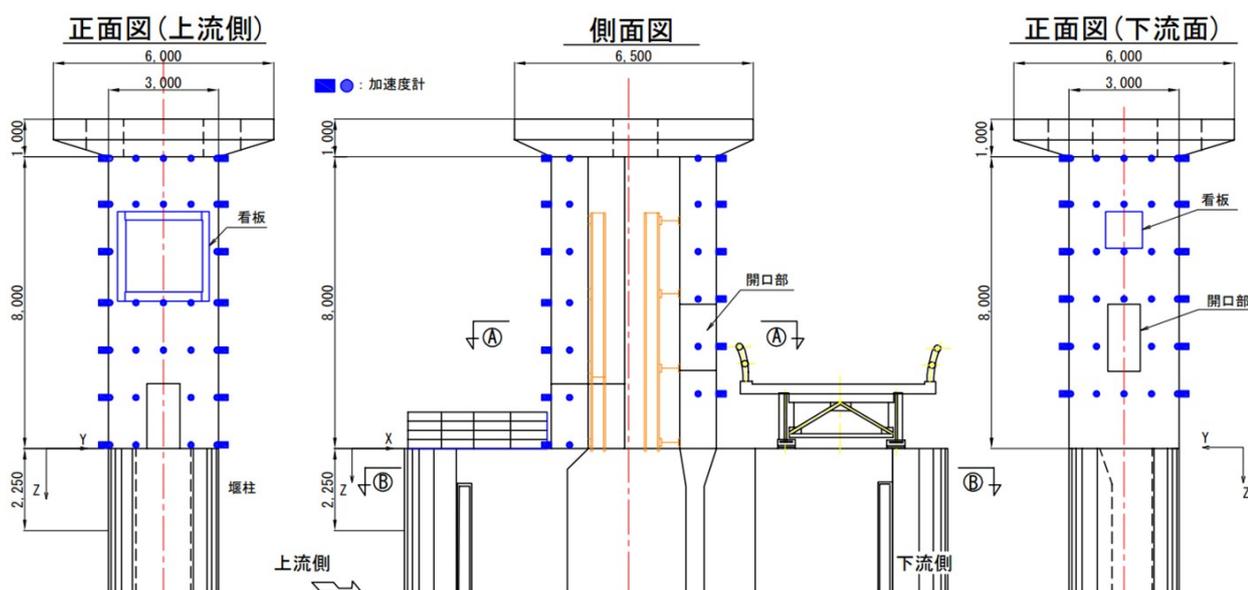


図1 センサ配置図

キーワード：弾性波トモグラフィ法，河口堰，補修評価，断面修復

連絡先 〒338-0812 さいたま市桜区大字神田936番地 TEL048-853-1785

3. 調査結果および考察

図2に河口堰門柱の三次元トモグラフィ解析結果、図3に門柱の三次元トモグラフィ結果を輪切りした断面の位置図、表1にその断面の位置での外観目視で確認された損傷とトモグラフィ解析結果の重ね合わせ図を示す。門柱上流側（1-1断面）の開口部付近で実施されているポリマーセメントモルタルで断面修復跡Aは、トモグラフィ結果では弾性波速度 $V=4000\text{m/s}$ 程度である。門柱下流側（2-2断面）はアルカリガラス繊維入り軽量ポリマーセメントモルタルで断面修復されているが、開口部の下端側の断面修復跡Bは弾性波速度 $V=4000\text{m/s}$ 程度であるのに対し、断面修復跡Bと同じ材料で断面修復された開口部上端側の断面修復跡Cは、低速度領域（ $V=2000\text{m/s}$ 程度）と評価されている。断面補修跡BとCの外観目視では補修跡周辺に変状や打音法でコンクリートのうきが推定される異音、解析でのセル内の波線密度の差がないことを確認した。

断面補修跡Cは上向き施工となるため、補修材料のダレが生じやすいことから、低速度領域は門柱コンクリート深部で旧コンクリートと補修材料との境界部の一体性が十分でないことを示していると考えられる。これらのことから、弾性波トモグラフィ法を適用により外観目視や打音法で確認できない深部の補修不良を合理的に評価できる可能性が示されたと考えられ、今後コア採取して検証する予定である。

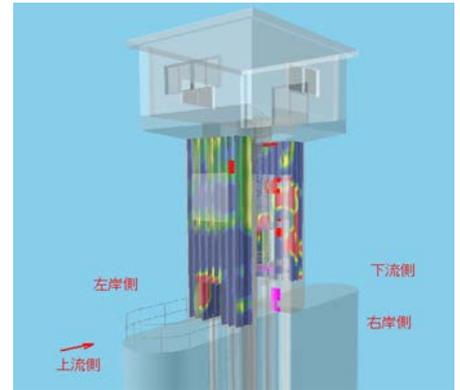


図2 トモグラフィ解析結果

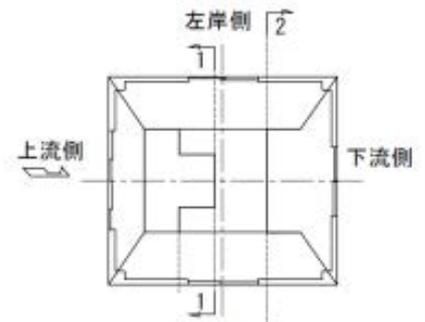
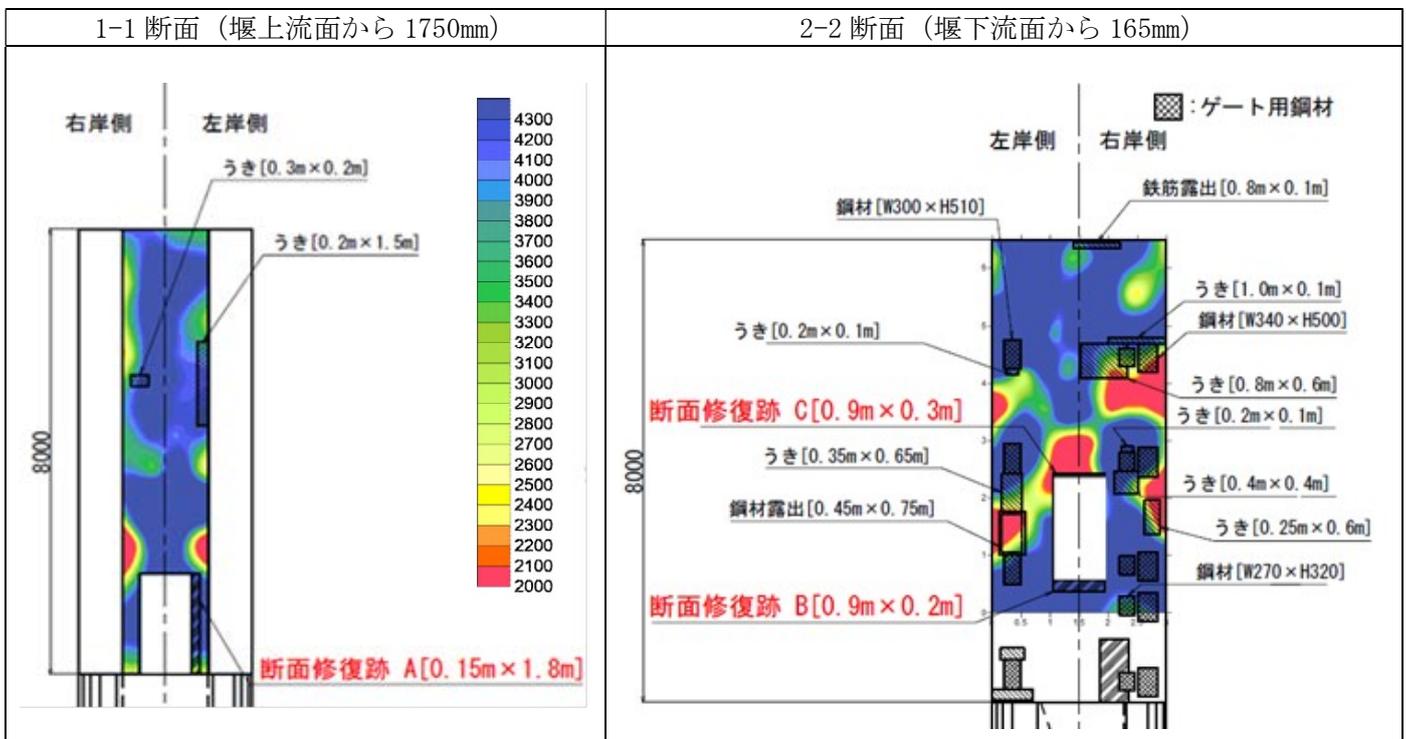


図3 断面位置図

表1 門柱コンクリート損傷図とトモグラフィ結果の重ね合わせ図（単位：m/s）



参考文献

- 1) 非破壊試験によるコンクリートに生じたひび割れの補修評価方法の確立に関する研究委員会報告書，日本コンクリート工学会，2018.9
- 2) 桃木昌平ほか：三次元弾性波トモグラフィによるコンクリート構造物の健全性評価，構造工学論文集，Vol.57A，pp.959-966，2011.3