

凍害を受けたコンクリート構造物の劣化深度調査と補修工設計

○ 日本工営(株) 正会員 小谷 拓
 日本工営(株) 正会員 藤原鉄朗
 日本工営(株) 正会員 吉田典明

1. はじめに

冬期に積雪・凍結の起こりうる環境下に置かれているコンクリート構造物は、凍害による損傷を受けている場合がある。凍害は、コンクリート中の水分が凍結膨張することによって発生し、この結果、コンクリート内部には微細なマイクロクラックが発生する。そして、凍結・融解の繰り返しによってこのマイクロクラックが発達し、ひび割れ幅の拡大、表層部の剥離の発生となり、徐々にコンクリートが劣化する現象である。

一方、コンクリート中の超音波伝搬速度は、このマイクロクラックの多寡によって変化し、マイクロクラックの発生が少ないものほど超音波伝搬速度は大きいことが知られている。

これらのことを利用して、コンクリート中の超音波伝搬速度を深度方向に計測することにより、凍害劣化の影響深度を判定することができ、凍害を受けたコンクリート構造物を補修する際の評価指標を得ることができる。以下に実構造物に適用した例を示す。

2. 凍害劣化深さの調査方法

(1) 対象構造物

水力発電所の水圧鉄管固定台（幅約 10m×長さ約 10m×高さ約 8m）に本手法を適用した。本構造物はこれまでに凍害劣化の補修として表面モルタル塗布による断面修復工が行われていたが、凍害による表面モルタルの劣化ならびに本体コンクリートとの付着力低下によりモルタル剥離が発生していた。本構造物は斜面角度 50 度程度の急斜面に立地しており、剥離したモルタルが水圧鉄管に損傷を与えることが懸念された。そのため、凍害の影響を把握した上で、接着力の高い材料によって断面修復を行うことが必要と考えられた。

(2) 調査方法

対象構造物にコアドリルで 2 箇所削孔を行い、コア孔内にセンサを配置し、コア孔間で超音波伝搬速度の計測を行った（図-1 参照）。コア孔の間隔は、骨材の影響を少なくするため、20cm の離隔距離を確保することとした（図-2 参照）。また、コア孔内の曲面にセンサを圧着させる必要があるため、削孔径を大きく（ $\phi 150\text{mm}$ ）し、センサは小型（ $\phi 30\text{mm}$ ）のものを使用した。

計測位置は、表面から 2cm, 4cm…10cm, 15cm…30cm で行った。

(3) 調査結果

図-3 に計測結果を示す。超音波伝搬速度は、表面に近いほど低く、表面付近では 3,000m/s 程度であり、深部では 4,000m/s 程度を示した。一般的なコンクリートの超音波伝搬速度は、3,500~4,800m/s 程度¹⁾であり、3,000m/s 程度以下²⁾になると不良なコンクリート²⁾であるとの知見がある。

これらのことから、凍害の影響を受けている範囲は、

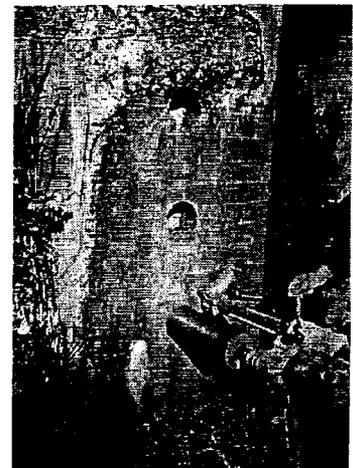


図-1 コアドリルによる削孔状況

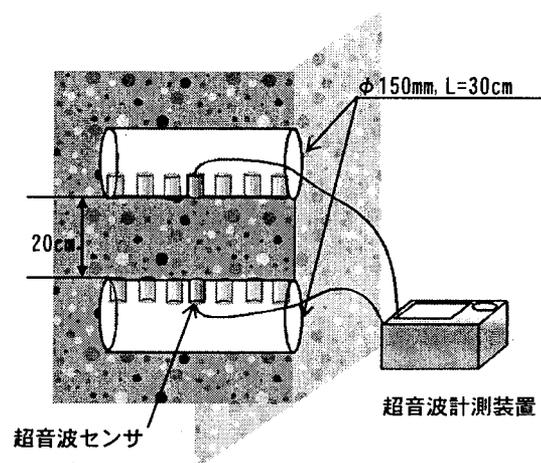


図-2 超音波計測方法

キーワード：凍害劣化、超音波伝搬速度計測、ポリマーセメント

〒102-0083 東京都千代田区麹町 4-2

TEL:03-3238-8116 FAX:03-3238-8094

超音波伝搬速度が 4,000m/s 未満となる表面から 10cm 程度と判断した。さらに、劣化が特に顕著な部分を 3,500m/s 未満となる表面から 4cm 程度と判断して、補修の対象範囲として設定した。

表面から 10cm 以上の深部については、一般的なコンクリートと同程度の超音波伝搬速度であったため、健全性を確保できていると推定できた。

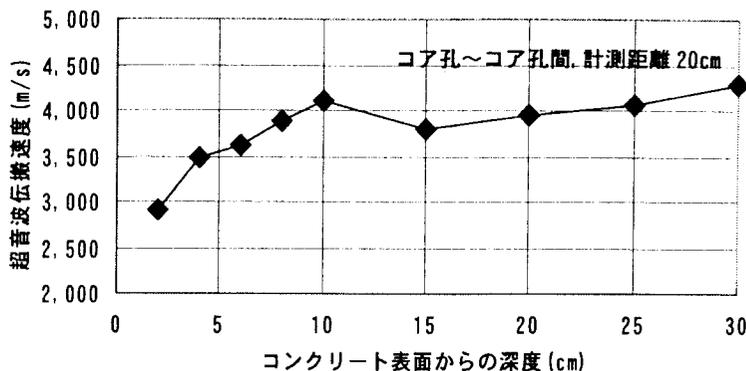


図-3 深度-超音波伝搬速度

3. 補修工法の選定

凍害がある程度進展したコンクリート構造物の補修では、スケーリングやポップアウト部の除去を行った上での断面修復が行われる。本構造物においては、超音波伝搬速度が 3,500m/s 未満の表面から 4cm を劣化範囲として除去し、除去部分の断面修復を行うことを提案した。

断面修復は、コンクリートの劣化要因となる二酸化炭素や塩化物イオンなどの遮断を図り、本体コンクリートの健全部分の品質維持を目的としてポリマーセメントモルタルを断面修復の材料として使用することとした。また、本体コンクリートとの一体化については、ポリマーセメントモルタルの接着力に加え、さらに一体化強化を図るため、連続繊維シート（格子状）をモルタルに抱き込ませてコテ塗りし、アンカーによって繊維シートを打ち抜いて本体コンクリートに固定させる手法を採用した（図-4 参照）。

アンカーは 10cm のものを使用すると、深部のコンクリートに 5cm 程度埋め込むことができ、十分な引き抜き耐力を確保することが可能となった。また、連続繊維シートは、当工事のようにモルタル打設厚さが薄く、ひび割れ防止鉄筋ではその被り厚が適切に確保できない場合でも敷設することができ、断面補修モルタルのひび割れ防止効果、強度補強によるモルタルの一体化効果も期待できる。

4. まとめ

以下に本検討で得られた結論を列記する。

- (1) 凍害を受けているコンクリート構造物の超音波伝搬速度を深さ方向に計測することにより、凍害の影響を受けている範囲を定量的に判定することができた。
- (2) 一般的なコンクリートの超音波伝搬速度と比較することにより、深部は健全なコンクリートであることが確認でき、既設構造物の有効利用に配慮した経済的な補修工の提案を行うことができた。
- (3) 本体コンクリートと断面補修モルタルとの付着は、材料の接着力だけでなく、本体コンクリートの深部にアンカーを打ち込むことによっても確保することが可能となったため、より確実な付着効果が期待できる。

5. 今後の課題

凍害を受けたコンクリート構造物を対象として同様の調査を継続して行い、実構造物レベルでの超音波伝搬速度のデータの蓄積および実態把握を行っていくとともに、強度調査結果とも合わせて、凍害劣化範囲の評価精度を高め、効率的な対策工の設計を行える手法を検討していきたい。

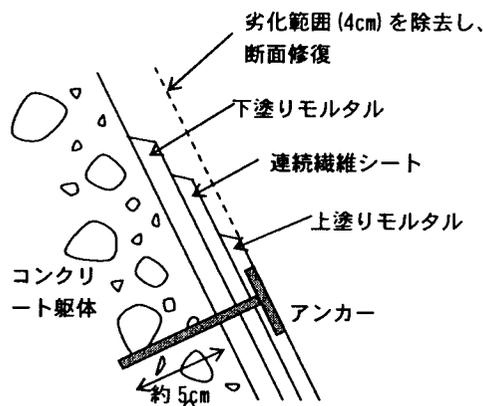


図-4 補修工法断面図

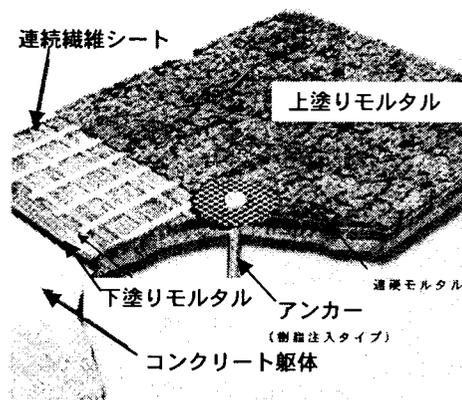


図-5 補修工法の概要

参考文献

- 1) 岡田、六車編集：「改訂新版コンクリート工学ハンドブック」第9章、p. 524、1981. 11
- 2) 笠井、池田編著：「コンクリートの試験方法（下）」IV編硬化コンクリートの試験、p. 256、1993. 6