

超音波伝播速度測定によるコンクリート構造物の凍害診断

(独)土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○林田 宏 正会員 田口 史雄
正会員 遠藤 裕丈 非会員 草間 祥吾

1. はじめに

寒冷地におけるコンクリートは凍害によって発生する微細ひび割れ等により、組織がゆるみ、それに起因して圧縮強度の低下や塩化物イオン浸透速度の増加などが起こることが多い。コンクリート構造物を適切に維持するためには、凍害によりコンクリート組織が変化した部分や劣化程度（以下、「凍害劣化」という。）を把握することが重要である。凍害劣化を把握する方法として、超音波伝播速度、細孔径分布や顕微鏡観察による方法などが提案されているが、これらの方法を用いた既存のコンクリート構造物における凍害劣化の評価方法は、未だ十分に確立されていない。本文では、このような背景から、より簡便で経済的に調査を行うことが可能な診断手法を確立するため、その一手法として超音波伝播速度を用いた凍害診断について、凍害を受けたコンクリート構造物を対象として調査を行った結果について報告する。

2. 調査概要

2. 1 調査構造物の概要

調査は図-1 に示すA橋の橋台堅壁側面の凍害劣化部（以下、「劣化部」という。）を対象として行った。A橋は昭和47年に架設され、34年が経過しており、コンクリートの凍結温度を $-2^{\circ}\text{C}^{1)}$ とした場合の凍結融解回数は、時間毎の気温で判断すると、1年で約80回、経過年数で換算すると約3700回程度である。調査構造物は写真-1に示すように水みちが見られ、表面は粗骨材がいくつか露出している状態であった。

2. 2 調査方法

1) 内部水分量調査および超音波伝播速度測定

調査は構造物の水分量が超音波伝播速度に与える影響を把握するため、①電気抵抗式含水率計を用いた実構造物の内部水分量調査（図-2）、②劣化部から採取したコア（ $\phi 10\text{cm}$ ）を湿潤のままの状態と乾燥機で乾燥させた状態の2通りで超音波伝播速度測定を行った。なお、乾燥に当たっては、組織変化に対する影響を考慮し、 $40^{\circ}\text{C}^{3)}$ でコアの質量が一定となるまで乾燥させた。

また、橋台堅壁前面の健全部（以下、「健全部」という。）でも同様の調査を行い、劣化部との比較を行った。

2) 顕微鏡観察によるひび割れ密度測定

凍害によって発生する微細ひび割れ等による組織変化を直接確認するため、超音波測定位置でコアをスライスし、顕微鏡を用いて測線長1mmあたりのひび割れ本数を算出し、超音波伝播速度測定との関係について検討を行った。



図-1 位置図



写真-1 A橋橋台堅壁側面部分



図-2 内部水分量調査

キーワード 超音波伝播速度、コンクリート構造物、凍害診断

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34 TEL:011-841-1719

なお、コンクリート標準示方書では凍害深さがかぶり以上になったとき、鋼材腐食が著しくなり、使用性能や安全性能に影響を及ぼすとされている²⁾ことから、いずれの測定も堅壁のかぶりである深さ 10cm まで測定を行った。

3. 調査結果

図-3 に超音波速度測定結果を示す。劣化部(湿潤)の速度は表面に向かって低下傾向を示しているものの、速度は全体的に速く、健全部(湿潤)との差が大きい。乾燥を行うことによりその差が明瞭となった。また、健全部(乾燥)の音速に着目すると、一般的に健全なコンクリートでも表面に近いほど速度は低下する⁴⁾とされている傾向が確認できる。一方、劣化部(乾燥)の音速は健全部(乾燥)に比べ、凍害劣化のため、さらに速度が低下している。

図-4 は湿潤と乾燥の速度差を示したものであるが、健全部は 4cm 以深で概ね一定であるのに対し、劣化部では表面に近いほど速度差が大きくなっている。図-5 は水分量を示したものであるが、劣化部は健全部に比べて水分量が多く、また表面に近いほどその差も大きい。図-6 は超音波速度とひび割れ本数の関係を示したものであり、凍害に特徴的に発生する微細ひび割れの本数が多いほど、速度の低下が低下する傾向を示しており、両者には良好な相関関係があるものと考えられる。

上記のことから、劣化部は同じ深さの健全部と比べて、凍害による微細ひび割れにより水分量が多くなっているため、湿潤状態のままでは見かけの超音波伝播速度が大きくなったものと推察される。

4. まとめ

今回の調査結果から、超音波伝播速度測定は凍害劣化による微細ひび割れ中の水分の影響を受けるが、乾燥状態のコアの超音波伝播速度測定を行うことにより凍害劣化の評価が安定的に行える可能性があることが明らかとなり、凍害診断の一手法として超音波伝播速度法の有効性が確認できた。今後は凍害診断手法の確立に向け、さらに事例の収集などを行う予定である。

参考文献

- 1) コンクリート技術の要点'99、pp.155、日本コンクリート工学協会、1999
- 2) コンクリート標準示方書[維持管理編]、土木学会、pp.115、2001
- 3) 堀ほか：細孔構造の変化に着目したコンクリートの低温劣化の診断法の基礎的研究、コンクリート工学年次論文集 Vol.13、pp723-728、1991
- 4) 微破壊・非破壊試験によるコンクリート構造物の強度測定要領(案)、国土交通省、2006

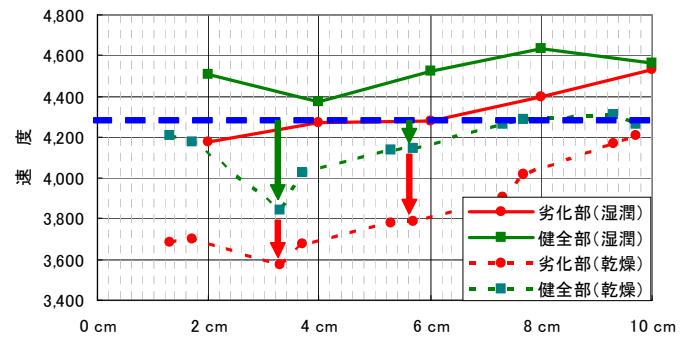


図-3 超音波速度

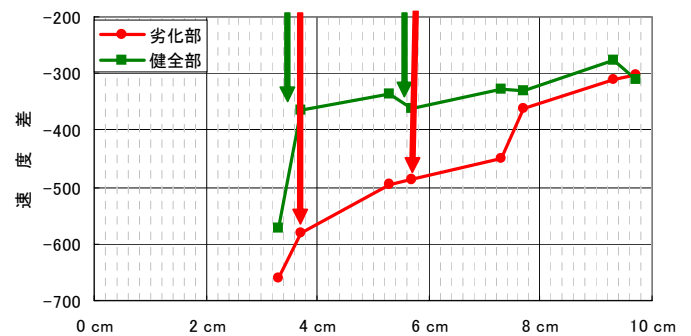


図-4 超音波速度差(湿潤-乾燥)

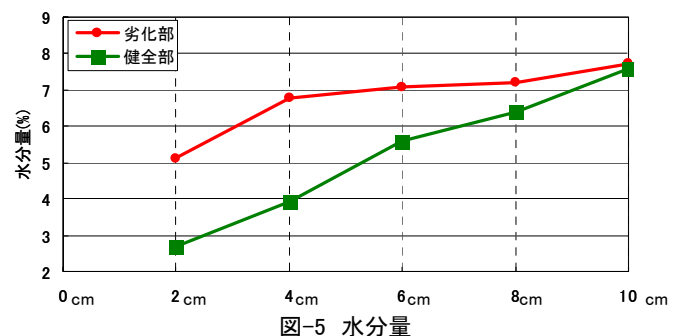


図-5 水分量

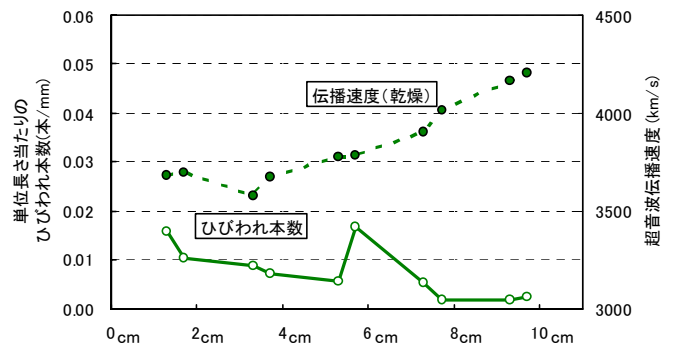


図-6 超音波速度とひび割れ本数