

超音波法による通信トンネルのコンクリート圧縮強度の推定

日本電信電話（株）アクセスサービスシステム研究所 正会員 吉田 安克
 日本電信電話（株）アクセスサービスシステム研究所 正会員 入江 浩志
 日本電信電話（株）アクセスサービスシステム研究所 伊藤 貴夫

1. はじめに

近年NTTの通信トンネル（以下とう道）は、老朽化に伴い経年劣化が表面化しており、これに伴い効率的な点検方法が求められている。既存技術である超音波伝搬音速によるコンクリート圧縮強度推定法では、『透過音速測定』が不可能である。このため、トンネル内面からの『表面音速』により品質評価をする必要があるが、質の良い表面音速を捉えることが重要な課題となる。本研究では、表面音速に影響を及ぼす『表面劣化度』に着目した。この劣化度を考慮して、超音波表面音速とコンクリート圧縮強度との関係を築造後長期経過した実際のとう道を使用し評価を実施したので、その結果を報告する。

2. 実験内容

(1) 測定したとう道

測定したとう道は築造場所、建設年の異なる都内8箇所のシールドとう道であり、NTT標準配合規格（呼び強度 21N/mm^2 ）により施工されている。いずれも築造後20年以上経過したとう道であり、とう道内の二次覆工にひび割れ・漏水等の劣化が見られる。

(2) 表面劣化度測定

シュミットハンマーを併用した超音波による圧縮強度推定法が建築学会等で標準化されているが、今回の表面劣化の測定では、日東建設製コンクリートテスター（CTS-02）測定器を用いた。この測定器は、特に表面塑性の計測に対し有用である。ここで表面劣化度とは、ハンマーの測定面打撃時の作用時/反作用時インピーダンスの比の事である。測定は図-1に示すとおり、50mm間隔毎に25測点に対して実施し、この平均値を計測値とした。

(3) 音速測定

実験には、H&B社製（UCM2000）測定器を用い、40mm、500KHzの探触子を使用して測定した。

）表面音速：今回は現場都合上、コア抜きを先行して実施したため、表面音速測定箇所はコア近傍（20cm程度）

にて実施し、4回測定の後、最速音速値を計測値とした。この時、探触子間隔は中心距離150mmとして測定した。測定状況は図-1の通りである。

）透過音速：コア採取後、コア両端部を平滑にカットし、コア中心に探触子を設置して透過音速を3回測定し、この平均値を計測値とした。

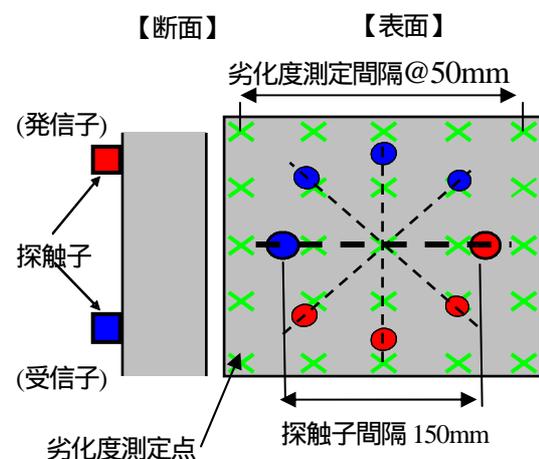


図-1 表面音速と劣化度の測定

3. 実験結果及び考察

(1) 表面音速と透過音速

測定された表面音速と透過音速との関係を図-2に示す。表面音速は透過音速に比べ遅いことが知られているが、本実験に於いては平均すると6%程度、表面音速が低下した。

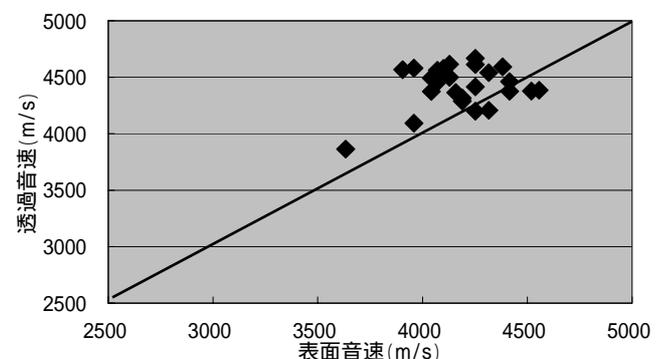


図-2 表面・透過音速比較図

キーワード コンクリート, 超音波, 圧縮強度, 非破壊検査, 表面劣化

連絡先 〒305-0805 茨城県つくば市花畑 1-7-1 日本電信電話（株）アクセスサービスシステム研究所 TEL 029-868-6220

一般にコンクリート表面は、その内部より緻密性等の品質が劣っているといわれ、本実験に於いても結果の一因となっているものと推察された。

(2) 透過音速と圧縮強度

透過音速と圧縮強度との関係を図-3に示す。相関について一次関数で回帰すると以下の結果を得た。

$$F_c = 0.014V - 26.6 \quad (r = 0.44)$$

F_c : 圧縮強度 V : 音速 r : 相関係数

回帰式による圧縮強度との差は最大で12.5N/mm²、標準誤差は4.6N/mm²であった。

この回帰式は、測定対象が経年劣化しているため、建築学会式との間に差異が生じていると推察された。

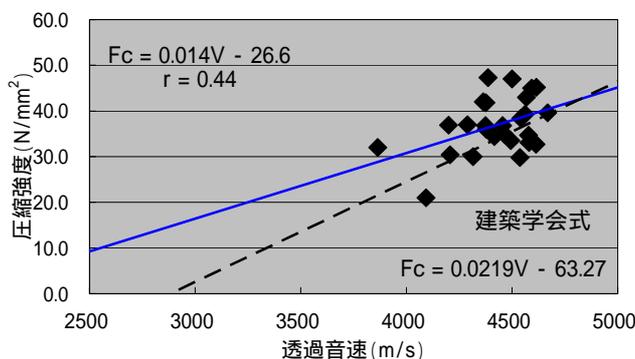


図-3 透過音速・圧縮強度相関図

(3) 表面音速と圧縮強度

表面音速・圧縮強度相関を図-4に示す。相関式を一次式として回帰すると、相関係数は0.33となった。

$$F_c = 0.010V - 4.9 \quad (r = 0.33)$$

回帰式による圧縮強度との差は最大で13.7N/mm²、標準誤差は4.4N/mm²であった。

表面では経年劣化が顕著であり、表面音速が影響を受ける。このことが建築学会式との差異が広がった原因と推察された。

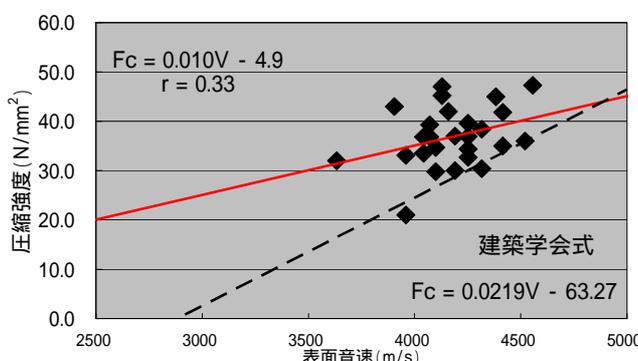


図-4 表面音速・圧縮強度相関図

(4) 表面劣化度併用の表面音速と圧縮強度

表面音速・圧縮強度相関の精度向上のため、コンクリートテスターで測定した表面劣化度を考慮することとし

た。

圧縮強度、表面音速、劣化度、を変数とする重回帰分析を行い、得られた式を以下に示す。

$$F_c = 0.009V - 0.0063 \times \ln \times V + 7.0 \quad (r = 0.52)$$

\ln : 劣化度

また、この時の相関を図-5に示す。この結果、相関係数は0.33から0.52へと向上した。

回帰式による圧縮強度との差は最大で11.3N/mm²、標準誤差は4.0N/mm²であった。

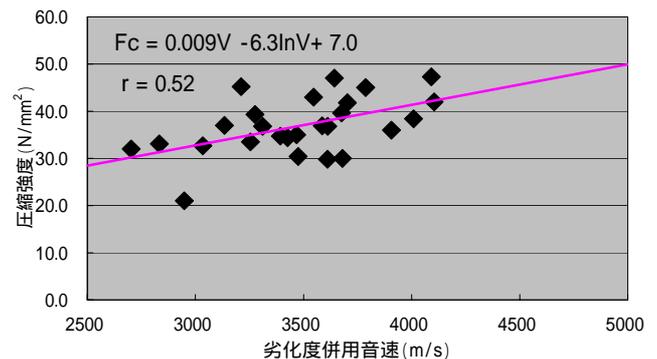


図-5 劣化度併用音速・圧縮強度相関図

このように、表面劣化度を考慮することで、表面音速・圧縮強度の回帰式相関係数は向上し、透過音速・圧縮強度相関と同等となった。これは、「表面劣化度」で表される影響因子により、表面音速が影響を受け、音速が低下していると推察された。今後は、この透過音速に対する表面音速の低下量と、劣化度との関係を詳細に検証することが課題の一つと考える。

4. まとめ

築造場所、建設年の異なるとう道に対し、超音波法による圧縮強度推定の可能性を検証した。実験結果は、表面音速による圧縮強度の推定精度は低かった。しかしながら、表面劣化度を考慮することで、透過音速と同等の精度を持つ表面音速・圧縮強度相関を得ることができた。

今後は現場計測データを蓄積するとともに、表面劣化等の音速影響因子についての音速補正方法の分析を実施し、超音波法によるコンクリート圧縮強度推定法の精度向上及び現場適用性の評価を実施していく予定である。

参考文献

・入江、谷口、永島、菊池、：“超音波法による通信マンホールコンクリート圧縮強度の推定、”土木学会論文、2005