

超音波法による通信マンホールのコンクリート圧縮強度の推定

NTTアクセスサービスシステム研究所 正会員 ○入江 浩志
 NTTアクセスサービスシステム研究所 正会員 谷口 繁実
 アイレック技建(株) 永島 裕二
 アイレック技建(株) 菊地 真人

1. はじめに

近年、通信土木設備の経年劣化が表面化しており、現場からは維持管理費用の抑制を図る効率的な点検方法が求められている。コンクリート構造物の品質を非破壊で診断する方法として、超音波伝播速度からコンクリート圧縮強度を推定する超音波法は今までに数多く提案されてきた。マンホールなどのような地中構造物ではコンクリート壁の裏側に探触子を配置することができないため、コンクリート内面の表面音速で評価する必要がある。本研究では、超音波による表面音速とコンクリート圧縮強度との関係を、経年劣化が進んだ実際の通信マンホールを使用して評価したのでその結果を報告する。

2. 実験概要

(1) 測定した通信マンホール

測定した通信マンホールは表-1 に示すとおりである。劣化状況としては、ひび割れが発生しており、その劣化推定原因は、設置場所によってアルカリ骨材反応、中性化および塩害などが考えられる。

(2) 音速測定

実験は、H&B 社製（UCM2000）の測定器を用い、 $\phi 40$ mm、500kHzの探触子を使用した。音速は表面音速と透過音速を測定した。

）表面音速：図-1 に示すとおり、コア採取箇所を挟んで探触子を配置し、～の4点を測定した。また探触子間隔 a は探触子中心間距離で 100、150、200 mmの3種類の測定を行った。

）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回測定した。

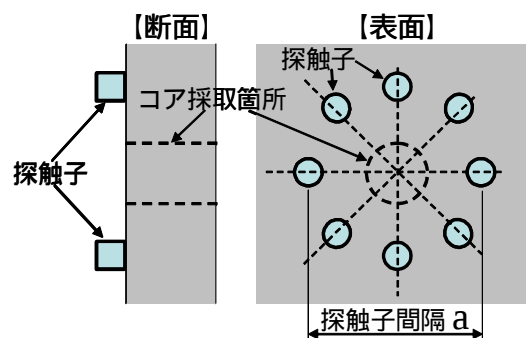


図-1 表面音速の測定

(3) 圧縮強度

表-1 にコア寸法と圧縮強度の結果を示す。事前に電磁波レーダーを使用して配筋状況を確認し、鉄筋を避けてコア径 $\phi 75$ mm を用いてコアを採取した。JIS A 1107 に準じて試験を行い、圧縮強度は、高さとの比から補正を行っている。

表-1 対象マンホールと圧縮強度

NO .	場所	建設 年度	建設当初 の設計 基準強度 (N/mm ²)	劣化 状況	劣化 推定原因	コア寸法(mm)		圧縮強度 (N/mm ²)
						高さ	直径	
1	石川県劔地	S53	21.0	ひび 割れ	アル骨	115.3	69.9	21.0
2	石川県珠洲	S52				135.8	69.9	19.7
3	大分県三重	S51			100.2	68.4	29.5	
4	大分県三重	S48			中性化・塩害	114.7	68.3	27.8
5	大分県庄内	S46				99.6	68.2	30.8
6	熊本県熊本	S50	18.0		塩害	101.6	67.9	25.7
7	佐賀県佐賀	S46	15.0		塩害・アル骨	112.4	68.0	19.0
8	佐賀県佐賀	S46				107.3	68.2	30.5
9	長崎県稲佐	S46			中性化・塩害	78.6	45.1	27.1

3. 実験結果及び考察

(1) 表面音速と透過音速

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て遅いことが知られているが、今回の実験では、データにばらつきはあるもののその傾向が現れなかった。表面および内部ひび割れは超音波の

キーワード コンクリート、超音波、圧縮強度、非破壊検査、マンホール

連絡先 〒305-0805 茨城県つくば市花畑 1-7-1 TEL029-868-6220 FAX029-868-6260

伝播に影響を及ぼす．例えば，NO.6 の表面音速は透過音速の約 80% であるが，表面に微細なひび割れが存在し，超音波が迂回し伝播している可能性がある．

（２）透過音速（平均値）と圧縮強度

透過音速の平均値と圧縮強度との関係を図-3 に示す．一次関数で回帰すると次のような結果となった．

$$fc = 0.0125V - 26.541 \quad (r = 0.609)$$

fc：圧縮強度 V：音速 r：相関係数

相関関係はあるといえるが，回帰式による圧縮強度との差は最大で 5.22 N/mm^2 ，標準誤差は 3.94 N/mm^2 であった．

（３）表面音速（平均値）と圧縮強度

表面音速の平均値と圧縮強度との関係を図-4 に示す．一次関数で回帰すると，探触子間隔 $a=100 \text{ mm}$ ではあまり相関が得られなかったが， $a=150 \text{ mm}$ で相関が得られた．

$$fc = 0.0095V - 12.686 \quad (r = 0.684)$$

透過音速に比べて相関関係はあるが，回帰式による圧縮強度との差は最大で 5.07 N/mm^2 ，標準誤差は 3.62 N/mm^2 であった．

（４）表面音速（最大値）と圧縮強度

表面音速の最大値と圧縮強度との関係を図-5 に示す．一次関数で回帰すると，探触子間隔 $a=100 \text{ mm}$ では相関が無い結果となったが， $a=150 \text{ mm}$ ， 200 mm では図-4 の平均値に比べて相関係数が改善され，特に $a=150 \text{ mm}$ では強い相関が得られた．

$$fc = 0.0093V - 13.963 \quad (r = 0.789)$$

回帰式による圧縮強度との差は最大で 3.69 N/mm^2 ，標準誤差は 3.05 N/mm^2 であった．

表面音速の最大値において強い相関を示した理由として以下のことが考えられる．経年によって発生した表面ひび割れが超音波の伝播に影響を及ぼす可能性があり，探触子間にひび割れが存在した場合，超音波が迂回するため実際の音速よりも遅く検出している可能性がある．最大値をとることにより，ひび割れの影響を回避できることから圧縮強度と強い相関を得ることができたと考える．

３．まとめ

設置場所，建設年度および劣化状態の異なる 9 箇所の既設マンホールを対象とした場合であるが，超音波の表面音速を用いて既設マンホールのコンクリート圧縮強度を推定することの可能性を見出すことができた．今回の実験結果では，探触子間隔を 150 mm とし，数点の計測結果から最大値を用いることが望ましいと考えられる．

今後は，更に現場データを蓄積するとともに，超音波法によるコンクリート圧縮強度の推定式の精度向上および現場適用性の評価を実施していく予定である．

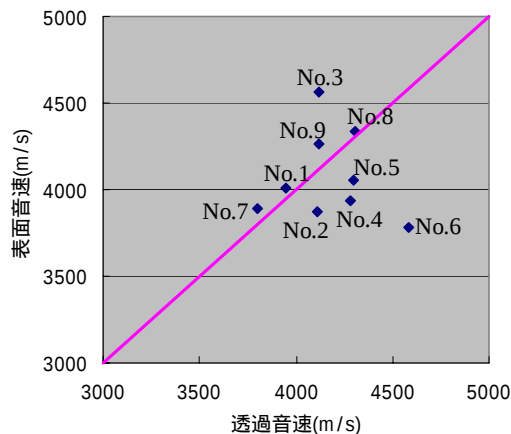


図-2 透過音速と表面音速（平均値）

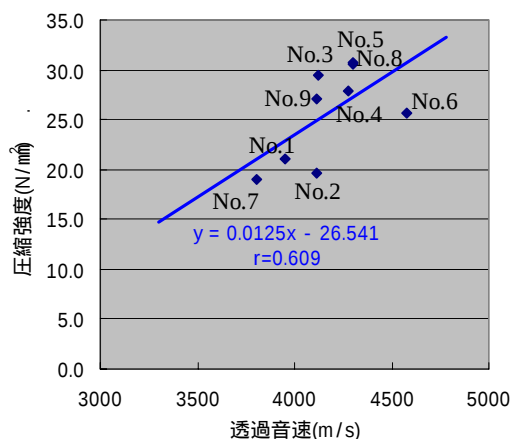


図-3 透過音速（平均値）と圧縮強度

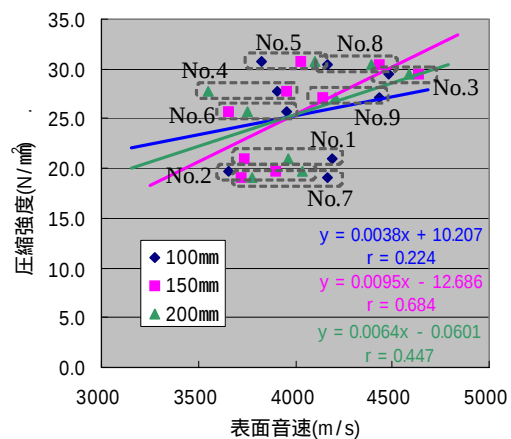


図-4 表面音速（平均値）と圧縮強度

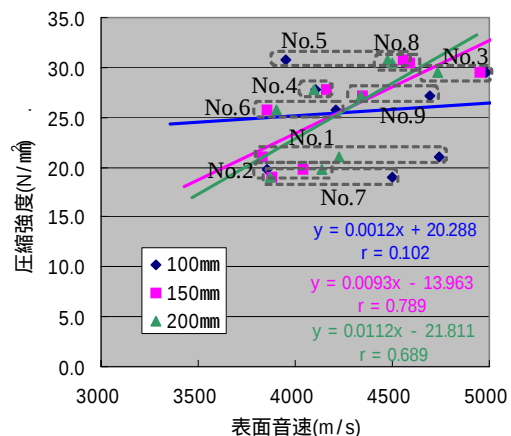


図-5 表面音速（最大値）と圧縮強度