

簡易な超音波速度計測によるコンクリートの強度推定に関する検討

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○荒木 萌
 佐藤工業株式会社 正会員 北川 真也
 芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

1. 背景および目的

表層コンクリートの品質はコンクリート構造物の耐久性を確保するために重要である。表層コンクリートは、コンクリート構造物の中で、養生や環境条件等の影響を受けて品質が変化する領域と定義されている¹⁾。表層コンクリートの品質は、物質移動抵抗性、強度特性、化学的特性、美観などが挙げられこれらの多くはコンクリートの緻密性に大きく依存している。既存の構造物の表層コンクリートの品質を非破壊試験で計測する方法としては、表層透気試験 (Torrent 法) や表層吸水試験 (SWAT) などが代表的である。一方で、これらの試験では高価な試験機器が必要とされ、試験時間も必要とされる。また、試験体の含水状態に左右されるため、脱枠直後に試験を行うことはできないなど、配慮すべき点が存在する。そこで、簡易的な非破壊試験方法として、超音波速度計測に着目した。超音波速度を実用的に使用するためには、超音波速度測定に影響を与える可能性が考えられる条件を整理する必要がある。本試験では、異なる水セメント比 (W/C)、セメント種類を条件として挙げた。さらに、測定時のコンクリートの材齢が与える影響にも着目した。

以上より、本研究では、小型の超音波速度計を用いた簡易な超音波速度計測により、強度推定および中性化進行の推定の可能性を検討すると共に、異なる条件のコンクリートが超音波速度に与える影響を検討することを目的とした。

2. 実験概要

2. 1 使用材料および試験体

表-1 に本研究で使用したコンクリートの計画配合を示す。セメント種類と W/C を変化させた試験体を作製した。若材齢のコンクリートを評価するために、シリーズ1 では試験を行う材齢を 1, 3, 7, 28 日とした。シリーズ2 では、硬化後のコンクリートの評価のため、キーワード 超音波速度, 非破壊試験, 圧縮強度, 中性化試験

連絡先

〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 TEL:03-5859-8356

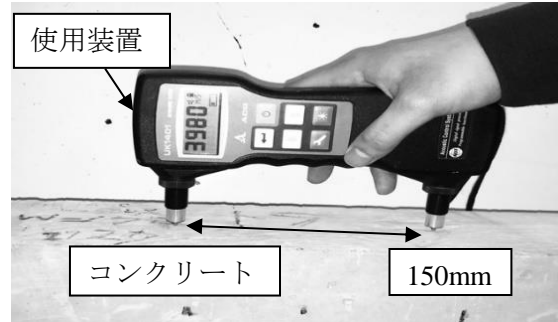


図-1 使用した超音波試験装置

表-1 コンクリート計画配合

	凡例	W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量(kg/m ³)					
					W	C		S		G
						OPC	BFS	S	Gs	
シリーズ1	N40	40	48	4.5	173	433	-	778	-	941
	N50	50			170	340	-	816	-	988
	N60	60			160	267	-	856	-	1040
シリーズ2	N35	35	42	170	243	243	-	686	-	977
	BB35				486	-	694	-	988	
	N55	55	46		155	155	-	823	-	996
	BB55				309	-	828	-	1002	
	N65				131	131	-	882	-	981
	BB65	65	48		262	-	887	-	986	

齢 42 日で試験を実施した。なお、試験体は 100×100×400 (mm) の角柱試験体と、Φ100×200 (mm) の円柱試験体を作製した。試験体を打込み、1 日後に脱型した。その後、シリーズ1 では所定の材齢まで恒温恒湿室 (温度 20°C±1°C, 相対湿度 60±5%) にて封緘養生を実施した。シリーズ2 では、恒温水槽 (温度 20°C) にて水中養生を行った後、材齢 21 日より恒温恒湿室に静置した。

2. 2 超音波速度計測

図-1 に本研究で使用した超音波速度計測装置を示す。超音波速度の計測は供試体の打設面と底面を除いた 2 面で実施した。超音波速度の計測は先述と同様の恒温恒湿室内で実施した。

2. 3 圧縮強度試験

圧縮強度試験は円柱供試体を使用して、コンクリートの圧縮強度試験 (JIS A 1108-2006) に準拠して実施した。

2. 4 促進中性化試験

養生終了後、円柱供試体を促進中性化試験装置 (20°C,

湿度 60%，二酸化炭素濃度 5%）に静置した。中性化深さは、フェノールフタレイン溶液を吹きかけて赤く呈色した領域までの平均深さを計測した。計測は材齢 21 日で実施した。

3. 試験結果および考察

3. 1 若材齢における超音波速度と圧縮強度の関係

図-2 にシリーズ 1 の W/C が異なるコンクリートの超音波速度と圧縮強度の関係を示す。これより W/C が大きくなると超音波速度は小さな値を示すことがわかる。また、W/C に関わらず超音波速度が大きくなると圧縮強度も大きくなるという相関が得られた。また、材齢の進行により圧縮強度が増進した結果、超音波速度も同様に増加しており、この結果も W/C に関わらず相関が得られた。また、図より以上の結果は一本の曲線で近似ができることがわかった。

3. 2 硬化後の超音波速度と圧縮強度の関係

つぎに、図-3 にシリーズ 2 のセメント種類が異なるコンクリートの超音波速度と圧縮強度の関係を示す。それぞれの W/C において比較したところ、N より BB の超音波速度が小さい結果が得られた。さらに、水セメント比が小さいほど超音波速度と圧縮強度が大きくなった。この結果より、セメントの種類が異なっても一本の曲線で近似ができると考えられる。以上より、超音波速度を計測することにより圧縮強度の推定をすることが可能であると考えられる。

3. 3 超音波速度と中性化深さの関係

図-4 に、超音波速度と中性化深さの結果を示す。W/C が大きくなると中性化深さは大きくなり、超音波速度は小さくなるという結果が得られた。図より、この傾向はセメントの種類で曲線が異なる可能性が考えられるが、超音波速度から中性化深さを推定できると考えられる。

4. まとめ

- 1) 配合条件とセメント種類を変化させることによって、高炉コンクリートよりも普通コンクリートの超音波速度が大きいことが分かった。さらに、水セメント比が大きいほど超音波速度が小さくなることがわかった。
- 2) 超音波速度から配合、材齢、養生に関係なく圧縮強度を推定できる可能性がある。

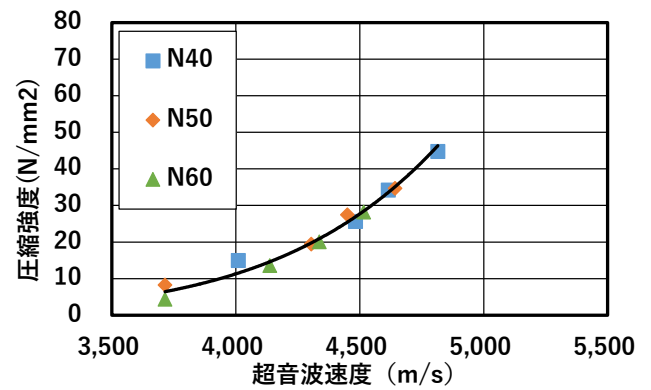


図-2 超音波速度と圧縮強度の関係

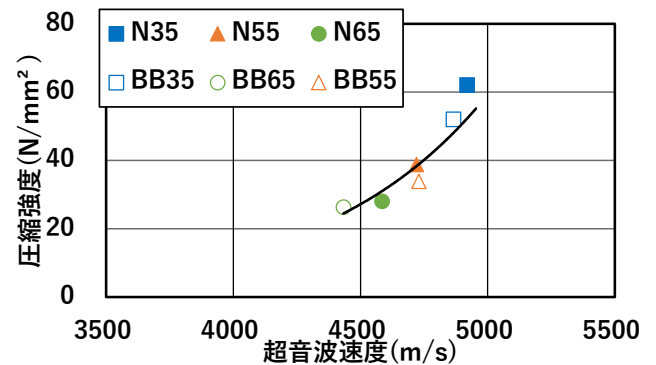


図-3 圧縮強度と超音波速度の関係

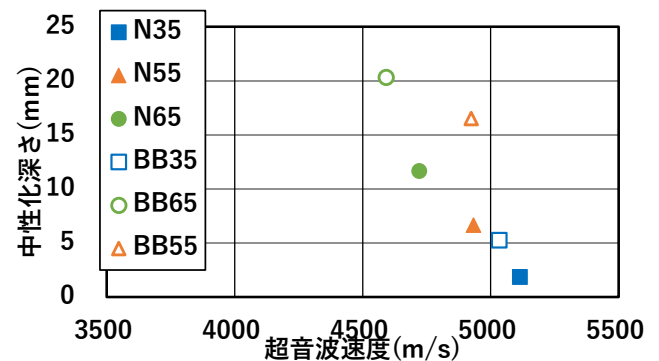


図-4 超音波速度と中性化深さの関係

- 3) 圧縮強度と中性化深さと超音波速度に相関が得られた。このことより、簡易な超音波速度計測により、表層コンクリートの中性化進行を評価することができる可能性が示された。

参考文献

- 1) 335 委員会成果報告書およびシンポジウム講演概要集, pp1-3