

コンクリートの状態変化が表面P波速度に及ぼす影響

東海大学大学院 学生員 ○重松 宏和

水産総合研究センター水産工学研究所 正会員 三上 信雄

東海大学工学部 正会員 笠井 哲郎

1. はじめに

近年、既設コンクリート構造物の健全性評価の手法として、衝撃弾性波法が注目されている。衝撃弾性波法は弾性波の伝播速度を指標として、圧縮強度の推定など既設構造物の重要な性質を把握できるとともに、比較的簡易な方法で且つその結果を経年比較できることから、構造物の維持管理に利用できるものと期待されている。しかし、測定される弾性波速度は、コンクリートの劣化による影響の他に、含水状態などの状態変化による影響も受けることが報告されている¹⁾。そこで本研究では、コンクリートの圧縮強度・含水率・異状膨張が、表面P波速度に及ぼす影響について検討を行った。

表 - 1 使用材料

	種類	記号	物性または主成分
セメント	普通ポルトランドセメント	C	密度: 3.16g/cm ³
細骨材	大井川産砕砂	S	密度: 2.59g/cm ³ 粗粒率: 3.00
粗骨材	富士川産砕石	G	密度: 2.70g/cm ³ 最大寸法: 20mm
混和材料	AE減水剤	AE	リグニンスルホン酸化合物とポリオール複合体
	高性能AE減水剤	SP	ポリカルボン酸系
	石灰系膨張材	E	密度: 3.16g/cm ³ 標準置換量: 20kg/m ³

2. 実験概要

2.1 圧縮強度の影響

コンクリートの使用材料および配合を表 - 1 および表 - 2 のシリーズ1 に示す。コンクリートの配合は、水セメント比を 35%、50%、65% とし、圧縮強度を 3 水準に設定した。表面P波速度測定用の供試体は、150×150×900mm の鋼製型枠を使用し作製した。供試体の養生は、打設後 24 時間で脱型し、27 日間水中養生(20±1)を行った。表面P波速度の測定方法の概要を図 - 1 に示す。表面P波の伝播速度は、打撃位置から加速度計までの距離(測定間隔)を、100～800mm まで 100mm ずつ打撃位置を離しながら、各測定間隔における波の伝播時間を計測し、その伝播時間と測定間隔の関係から最小二乗法によって得られる回帰直線の傾きによって算出した。この表面P波速度の測定は、材齢 28 日において実施した。

表 - 2 配合

シリーズ	No.	W/C (%)	単位量(kg/m ³)					混和剤(kg/m ³)	
			W	P		S	G	AE	SP
				C	E				
1	1	35	162	463	-	717	998	-	3.01
	2	50	162	324	-	819	1010	0.97	-
	3	65	172	264	-	866	986	0.66	-
2	4	50	162	324	-	819	1010	0.97	-
	5			304	20				
	6			274	50				
	7			244	80			1.62	-

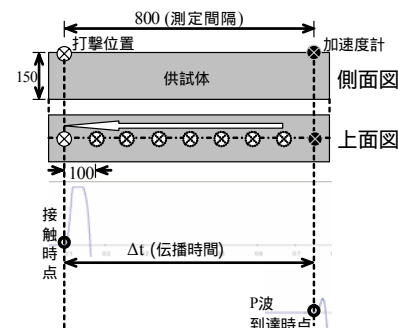


図 - 1 表面波速度測定の概要

2.2 含水率の影響

含水率の影響の検討では、2.1 で使用した 3 種類の供試体を使用した。ここでは、材齢 28 日から 160 日まで気中養生した乾燥状態の供試体の質量と表面P波速度を測定後、その供試体を水中に 7 日間浸漬して吸水させ、再度、その直後および 1,2,14,42,45 日経過後に質量と表面P波速度を測定した。なお、7 日間の浸漬後は気中養生とし、乾燥日数 42 日後からは 105 に設定した乾燥炉に供試体を投入して、3 日間乾燥を行った。表面P波速度の測定は 2.1 と同様の方法で行い、コンクリートの含水率の変化は供試体の質量変化により評価した。

2.3 異常膨張の影響

コンクリートの使用材料および配合は表 - 1 および表 - 2 のシリーズ2 である。コンクリートの配合は、水セメント比を 50% とし、膨張材の単位置換量を 0,20,50,80kg/m³ の 4 水準に設定した。膨張材の単位置換量の標準値は 20kg/m³ であり、それ以上は過剰混合となるが、それによりコンクリートに異常な膨張を付与した。表面P波速度測定用の供試体は、2.1 と同様の型枠を使用し作製した。供試体の養生は脱型後 7 日間水中養生し、その後は気中養生とした。表面波速度の測定は 2.1 と同様の方法で材齢 28 日において実施した。ここでは、膨張量の確認のために長さ変化試験(JIS A 1129-3 2001)についても併せて実施した。

キーワード 非破壊検査, 衝撃弾性波法, 表面P波速度, 含水率, コンクリートの膨張

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117 東海大学 TEL 0463-58-1211 FAX 0463-50-2045

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度の影響

コンクリートの表面P波速度と圧縮強度の関係を図-2に示す。図より、供試体の圧縮強度が大きくなるのに伴い表面P波速度も大きくなる結果となった。表面P波速度は $V = \sqrt{E/\rho}$ (1式)により与えられることから、コンクリートの圧縮強度の増加に伴う弾性係数の増大が、表面P波速度を大きくした要因であると考えられる。

3.2 含水率の影響

7日間水中に浸漬し吸水させた供試体の質量変化率を図-3(a)に示す。この質量変化率は、水中への浸漬前の質量を基準とし、その時点からの変化率を(2)式により算出した。図-3(b)は、質量変化率と表面P波速度の関係を示したものである。図より、表面P波速度は浸漬(浸漬開始→浸漬終了)により若干大きくなる。そして、どのW/Cの場合とも浸漬終了時から乾燥が進むとある時期までは表面P波速度が僅かではあるが更に大きくなり、その後は質量減少に伴い速度は小さくなり速度にピークが現れた。岩野¹⁾は、透過弾性波速度は含水率に比例して一律に大きくなることを報告しているが、ここで測定した表面P波速度はこの報告と異なる結果となった。これらの現象は(1)式で示したようにEが一定の場合、乾燥により ρ が小さくなって表面P波速度が大きくなることと、含水率の増減によるEの増減(含水率が高いほどEは大きい)のこと²⁾の2つの要因が影響しているものと推察され、これらの要因の影響の度合いによって、表面P波速度が変化するものと考えられる。

3.3 異常膨張の影響

各配合の材齢28日におけるコンクリートの長さ変化率を図-4(a)に示す。また、その長さ変化率と表面波速度および圧縮強度の関係を(b)に示す。図より、長さ変化率の大きなコンクリートほど、表面P波速度および圧縮強度が低下する結果となり、コンクリートの表面P波速度と圧縮強度は同様の傾向を示した。また、長さ変化率の大きな供試体の表面P波速度および圧縮強度は、他の供試体に比べて異常な低下を示している。これは、コンクリートの異常膨張により生じたひび割れが要因であると考えられる。

4. まとめ

- (1) コンクリートの表面波速度と圧縮強度は比例関係にある。
- (2) コンクリートの表面波速度は湿潤による弾性係数の変化および空隙の含水状態の変化により影響を受ける。
- (3) 異常膨張によりひび割れが生じたコンクリートの圧縮強度および表面波速度は共に低下する傾向を示す。

【参考文献】1)岩野聡史 他:弾性波速度に変化を及ぼすコンクリートの状態変化について,第61回土木学会年次学術講演会講演概要集,pp.1085-1086,2006.9 2)松下博通 他:セメント硬化体内部空隙中の液体の表面張力が圧縮強度に及ぼす影響,コンクリート工学論文集, Vol.17, No.1, pp.9-18, 2001.8

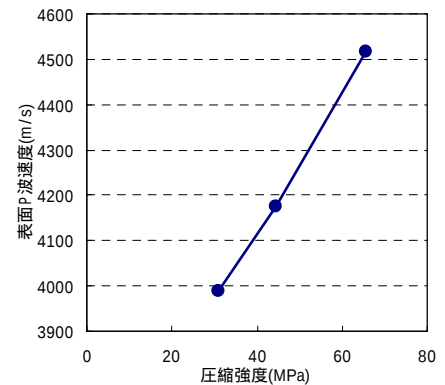


図-2 表面P波速度と圧縮強度の関係

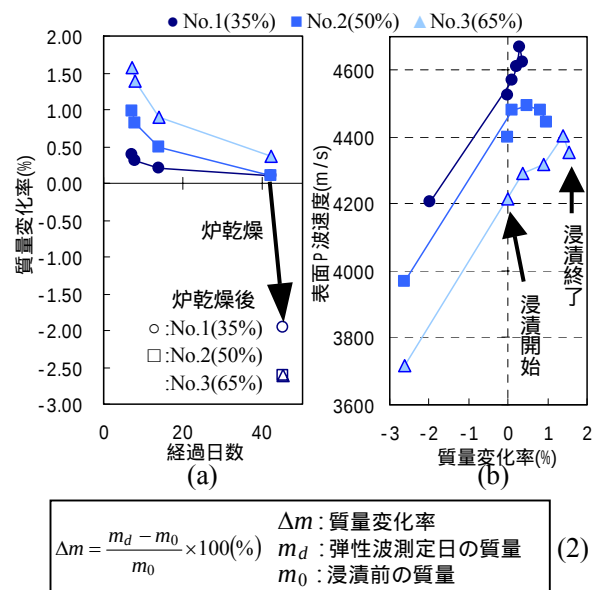


図-3 質量変化率と表面P波速度

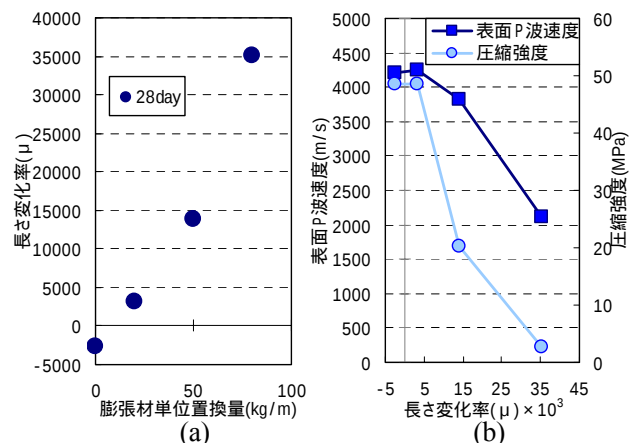


図-4 長さ変化率と表面P波速度