

徳島大学工学部 学生員 ○芝 卓司
和 歌 山 高 専 正会員 三岩敬孝

1. はじめに

現在の建設業での課題は、構造物の維持管理である。維持管理を行うためには、構造物の劣化および初期欠陥をあらかじめ把握する必要がある。そして、劣化の進行および欠陥に応じた補修・補強が行われるべきである。本研究では、構造物の診断を行うために必要な非破壊試験法の技術の確立を目的とし、弾性波を用いた構造物の検査法、特に強度の違いによる影響や打継目に欠陥が生じている部材等について検討した。

2. 使用機器

本実験に使用した機器はC.N.Sエレクトロニクス社製の超音波式コンクリート品質試験機パンジットである。また、測定方法は端子の接着方法により、対面測定法および表面測定法の2種類とした。

3. 実験概要

①強度の影響

強度の異なるモルタルについて検討するため、細骨材量を一定とし、水セメント比(W/C)を30、40および60%に変化させたモルタル供試体(φ100×200mm)を作成した。伝播速度の測定は対面測定法とし、打設後材齢28日まで毎日測定した。表1に本実験で使用したモルタルの配合を示す。

表1 モルタルの配合

W/C (%)	単位量 (kg / m ³)			
	水	セメント	砂	高性能 AE 減水剤
30	219	729	1441	1.825
40	251	627		0
60	294	490		0

②細骨材率(s/a)の影響

粗骨材量の異なるコンクリートについて検討するため、単位水量および単位セメント量を一定とし、細骨材率を30、40および50%に変化させたコンクリート供試体(φ100×200mm)を作成した。伝播速度の測定は対面測定法とし、打設後材齢28日まで毎日測定した。表2に本実験で使用したコンクリートの配合を示す。

表2 コンクリートの配合

Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg / m ³)				
			水	セメント	細骨材	粗骨材	高性能 AE 減水剤
5	45	30	135	300	586	1325	1.539
		40			754	1136	2.308
		50			943	947	3.692

③打継目の影響

強度の異なるコンクリートとの打継ぎおよび打継に欠陥を有するコンクリートについて検討するため、表3に示す4種類の供試体を作成した。

まず、水セメント比60%のモルタルを型枠100mmの深さまで打込み、空隙を有する供試体(M60A30)には約4cm²四方の発砲スチロールを千鳥状に配置した。そしてそれぞれの供試体について材齢7日後、打込み面をワイヤブラシで研磨し、レイトランスを除去して表面を水で洗い流した後、細骨材を有する供試体(M60S30)には、0.2g/cm²の細骨材を表面に散布した。最後に打継目を有する全ての供試体に水セメント比30%のモルタルを100mmの深さで打ち込んだ。また比較用として、打継目のない供試体(M60)を水セメント比60%のモルタルで作成した。

表3 4種類の配合

供試体名		W/C(%)	打継目
M60	2層(10cm)	60	なし
	1層(10cm)		
M60N30	2層(10cm)	30	研磨
	1層(10cm)	60	
M60S30	2層(10cm)	30	研磨および砂
	1層(10cm)	60	
M60A30	2層(10cm)	30	研磨および空気
	1層(10cm)	60	

4. 結果と考察

図1に水セメント比の異なる供試体に対して、各材齢における弾性波の伝播速度を示す。この図より、各供試体の弾性波の伝播速度は材齢が長くなるにつれて速くなっている。つまり、弾性波の伝播速度は圧縮強度と相関関係があることを示している。

図2に細骨材率の異なる供試体に対して、各材齢における弾性波の伝播速度を示す。3種類の供試体のW/Cが一定のため、圧縮強度はほぼ同じであったが、この図より細骨材率が小さいほど伝播速度が速くなっている。弾性波は供試体の内部を伝播するので、コンクリートに使用する材料である水、セメント、細骨材および粗骨材の影響を受ける。特に図1より、モルタルおよび粗骨材の強度が影響すると考えられ、モルタルより圧縮強度の大きい粗骨材が多いほど伝播速度は速くなったと考えられる。

図3に対面測定法で測定した各材齢における弾性波の伝播速度を示す。この図より、M60の供試体のみ他の供試体に比べて伝播速度が遅くなっている。これはM60の供試体は打継目がなく、全断面がW/C=60%のモルタルであるのに対し、他の供試体は打継目を有し、伝播距離の半分はW/C=30%のモルタルを使用していることから、W/C=60%のモルタルより圧縮強度が大きいためである。

また、M60N30の供試体の材齢28日における伝播速度は、 $4.05\text{mm}/\mu\text{s}$ であり伝播時間は $49.4\mu\text{s}$ となる。これは、図1よりW/C=60%のモルタルを使用した材齢28日における供試体に対して100mmの距離を伝播する伝播時間である $28.3\mu\text{s}$ と、W/C=30%のモルタルを使用した材齢28日における供試体に対して100mmの距離を伝播する伝播時間である $24.0\mu\text{s}$ との合計とほぼ一致するといえる。

さらに打継目を有している3つの供試体の伝播速度はほぼ同じ値を示している。つまり今回欠陥として打継目に想定した砂や空気は、弾性波が発端子から受端子を伝播していく測定間距離の中で比較すると、ごくわずかな距離であることから、欠陥断面での弾性波の減衰が発生しなかったことが考えられる。

図4に表面測定法で測定した各材齢における弾性波の伝播速度を示す。この図より、M60N30とM60S30の供試体の測定間距離200mmでの伝播速度は $4.3\sim 4.5\text{mm}/\mu\text{s}$ であり、図4のW/C=30%の円柱供試体の伝播速度は $4.4\text{mm}/\mu\text{s}$ とほぼ一致する。つまり、測定間距離は同じであることから、弾性波は供試体表面を伝播し、供試体内部へと弾性波が伝播していないことになる。このため、打継目に欠陥を設けたとしても、弾性波で検出できなかったものと考えられる。

5. まとめ

本研究で得られた結果として、コンクリートの強度が大きいほど弾性波の伝播速度は速くなる。しかし、強度が同じであっても細骨材率が異なることにより伝播速度は変化する。このため、対面測定法については部材等の圧縮強度や細骨材率の影響の評価は可能であるが、対面測定法および表面測定法のどちらを使用しても、部材の欠陥に対して弾性波の測定値による評価は難しい。

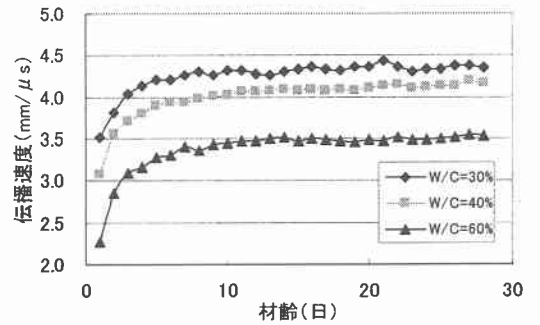


図1 各材齢における弾性波の伝播速度

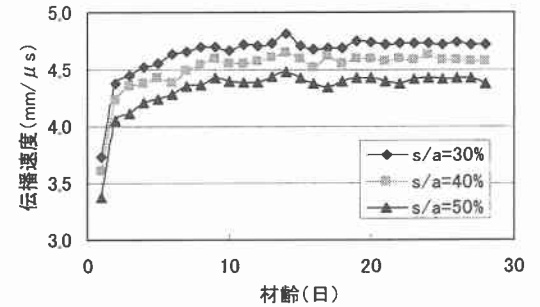


図2 各材齢における弾性波の伝播速度

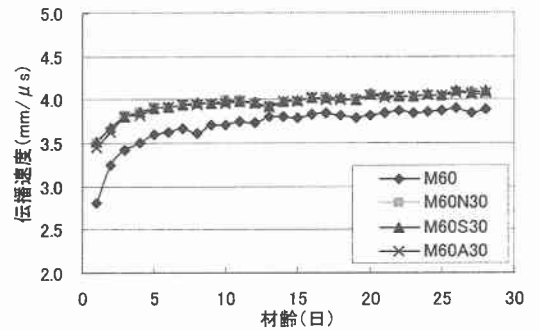


図3 対面測定法で測定した各材齢における弾性波の伝播速度

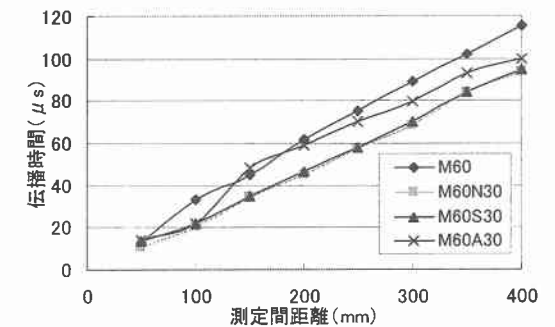


図4 表面測定法で測定した各材齢における弾性波の伝播速度