打撃音によるコンクリート表層部の品質評価手法

岐阜大学大学院 学生会員 下村雄介 稲田昌俊 岐阜大学 正会員 鎌田敏郎

1. はじめに

既往の研究^{1),2)}により,コンクリート表層部の 欠陥評価における打音法の有効性が明らかにされ ている。そこで本研究では,さらに打音法のコン クリートの品質評価への適用可能性を検討するこ ととした。実験では,水セメント比が異なる 10 種類のコンクリート立方体供試体を用い,打撃音 と品質との関係を調べた。また,解析を行い,実 験により得られた結果の妥当性を検証した。

2. 実験および解析の概要

2.1 供試体概要

写真-1 に示すのが 300 × 300 × 300mm のコンクリ ート立方体供試体である。供試体の配合と物性値 は,表-1 に示す。供試体は,20 の水中養生を したあと 材齢7日における打音計測を実施した。

表-1 强度と動理性係数			
	(材齢7日)		
水セメント比	強度	動弾性係数	
(%)	(N/mm ²)	(GPa)	
30	55.2	40.4	
35	50.4	40.8	
40	44.9	38.3	
45	35.4	38.2	
50	31.8	34.8	
55	28.7	35.6	
60	24.4	34.8	
65	19.0	32.4	
70	15.1	31.9	
75	12.4	30.3	
動弾性係数は供試体の超音波伝播速度 より算出			

2.2 打撃および受振方法

本実験の計測における打撃は,直径25.2mmの 鋼球を高さ10cmから自由落下させることによっ て行った。打撃位置は,供試体中心であり,受振 は,打撃点から水平方向に50mm 鉛直方向に100mm にコンデンサマイクロフォン(周波数範囲:0.02 ~30kHz)を設置した。マイクロフォンで受振され た波形は,専用のアンプにおいて増幅され,高速 波形収集システム(AD 変換器)を通してパソコン 上に記録した。その後,受振波形より最大振幅値 を求めた。さらにFFT(高速フーリエ変換)によ って周波数分布を求め,これより面積比を算出し た.面積比の算出には次式を用いた. 面積比 = 0~5kHzまでの周波数曲線下の面積

¹⁹¹¹⁻0~10kHzまでの周波数曲線下の面積

2.3 解析概要

本解析では,汎用解析コード(LS-DYNA)を用い て3次元有限要素法により解析を行った。対象と したモデルは,実験に用いた供試体と寸法および 形状は同じである。材料定数としては,ポアソン 比:0.2の一定とし,動弾性係数を30~40GPaま で段階的に変化させた。境界条件として,コンク リート底辺における節点の全自由度を拘束した。 荷重は図-1に示すような波形で供試体中心に作 用させた。打撃点から50mm離れた点で表面波形変 位を求めた。本解析では荷重継続時間Tcを108µ sとした。



写真-1 供試体と計測状況



3. 実験および解析の結果と考察

3.1 最大振幅值

水セメント比の異なる 10 種類のコンクリート 立方体供試体における実験および解析により得ら れた動弾性係数と最大振幅値の関係をそれぞれ図 -2および図-3に示す。なお最大振幅値の実験値 は電圧で示してあるのに対し,解析値は変位の比 率であるため,両者での単純の比較は意味をもた ない。実験値および解析値のいずれも動弾性係数 が大きくなるにつれて,最大振幅値は単調に増加 していることがわかる。これは動弾性係数が大き い供試体ほど鋼球が衝突した時の反発度が高くな り,跳ね返り係数が大きくなっていると考えられ る。つまり表面の加速度波形の振幅が大きくなる ことが理由に挙げられる。このことから,最大振 幅値は供試体の材質を評価するうえで,有効な波 形特性値であることがわかった。



図 - 2 動弾性係数と最大振幅値(実験)



図-3 動弾性係数と最大振幅値(解析) 3.2 周波数面積比

実験および解析により得られた動弾性係数と面 積比の関係をそれぞれ図 - 4 および図 - 5 に示す。 実験値は動弾性係数が増加するに従い単調に減少 している。これは動弾性係数が大きくなるほど周 期が短くなって高周波成分が多くなるためだと考 えられる。解析も同様の傾向がみられる。周波数 分布においては明確なピークが確認できない場合 がある。よって面積比による数値化は有効である ことがわかった。



図-4 動弾性係数と周波数分布の面積比(実験)



図 - 5 動弾性係数と周波数分布の面積比(解析) 4 まとめ

- (1)動弾性係数と最大振幅値の関係では、動弾性 係数が増加するほど、最大振幅値は単調に増 加することがわかった。
- (2)動弾性係数と周波数分布における低周波成分の比率を示す面積比との関係では動弾性係数が増加するほど面積比は減少することがわかった。
- (3)実験結果における動弾性係数と最大振幅値 および周波数分布との関係は,解析と良い対 応を示した。
- (4)(1)~(3)より最大振幅値および面積比は供 試体の材質を評価するうえで,有効な波形特 性値であることがわかった。

参考文献

1)伊東良浩:打音法によるコンクリート構造物の非破壊 検査に関する研究(1997年),東京大学博士論文

2) 浅野雅則:打撃による弾性波を用いたコンクリートの 欠陥評価手法(2004年),岐阜大学博士論文