

超音波によるコンクリートの材料劣化評価に関する基礎的研究

岐阜大学工学部 学生員 ○後藤友和 渡辺善彦

岐阜大学工学部 正会員 栗原哲彦 鎌田敏郎 六郷恵哲

1. はじめに

現在、コンクリートの材料劣化評価を行うために、構造物から試験片を取り、圧縮強度や塩化物イオン浸透深さ等による検討が行われている。しかしながら、試験片を用いる評価法は、同一の場所における劣化の時間的な変化を把握することが困難であること、構造物の損傷を免れないこと等の問題があり、材料劣化を非破壊的に評価する方法の開発が望まれている。

そこで本研究では、コンクリート内部に発生する微小ひび割れに起因する材料劣化を超音波により評価する手法の検討を行う。超音波法の代表的な評価指標として伝播速度が良く用いられるが、著者らの研究¹⁾によれば、荷重の作用により発生する微小ひび割れの評価には、一部適用が困難であることがわかっており、特に本研究では、この種の材料劣化を対象として、受振波の最大振幅および周波数の減衰に着目した新しい評価法の検討を行うことを目的とする。

2. 実験概要

(1) 供試体概要

本実験においては、 $\Phi 100 \times 200(\text{mm})$ のコンクリート円柱供試体を用いた。コンクリートの示方配合を表-1に示す。

本実験では、これらの供試体に対して一軸圧縮載荷を行うことにより劣化供試体を作製した。この劣化供試体においては、載荷する荷重のレベルを、あらかじめ測定した供試体の破壊荷重の0、20、40、60、80%とし、劣化程度を変化させた。

表-1 コンクリートの示方配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
		W	C	S	G	Ad
35	43	146	416	777	1018	6.22 ^{*1}
50		170	337			1.017 ^{*2}
65		188	288			—

*1:高性能 AE 減水剤 *2:AE 剤

(2) 超音波測定概要

本測定では、超音波探傷器に低周波用 UI-22 (三菱電機社製) を、探触子に広帯域垂直探触子 (探触子径 40mm、ジャパンプローブ社製) を用い、2探触子透過法により伝播速度の測定および受振波形の記録を行った。また、受振波については最大振幅値の測定および周波数解析を行った。使用した送信パルスの周波数帯域は、0.33~0.75MHz である。

3. 結果および考察

(1) 伝播速度による評価

各供試体の超音波伝播速度の結果を図-1 に示す。これによれば、コンクリートの配合により伝播速度は異なるものの著者らの研究結果¹⁾と同様に、本実験の測定においても荷重レベルの増加により劣化が進行しても伝播速度の変化はみられなかった。したがって、超音波伝播速度では、本研究で対象とする劣化の評価は、困難であると考えられる。

(2) 最大振幅値による評価

各供試体について、受振波の最大振幅値の測定結果を図-2 にそれぞれ示す。これによれば、コンクリートの配合にかかわらず、載荷レベルが増加するにつれて最大振幅値は、徐々に減

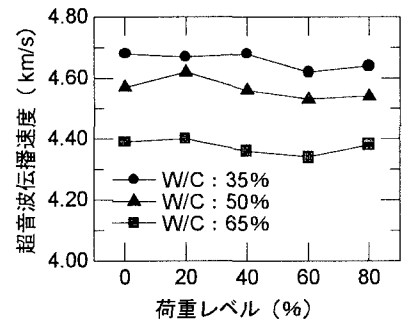


図-1 超音波伝播速度

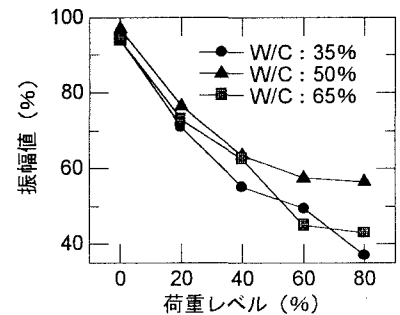


図-2 最大振幅値

少していく傾向がみられる。しかもこの傾向は、荷重レベル 60%程度まで同様であるが、それ以上の荷重レベルでは供試体間の変動は大きかった。これから、特に低荷重レベルでの劣化の評価においては、最大振幅値は、非常に有効な指標となり得ることが明らかとなった。

(3) 周波数分布による評価

各供試体について受振波の周波数分析を行った。図-3、4、5にそれぞれ W/C:35、50、65%の荷重レベルが 0%および 80%の場合の周波数分析結果を示す。

いずれにおいても、荷重レベルが 0%および 80%の場合双方に 0.35MHz 付近にピーク周波数がみられるが、荷重レベルが 80%の場合は、このピーク周波数よりも低い周波数帯域の成分の増加がみられる。これは、微小ひび割れの存在により透過波が反射および散乱され、特に、高周波の成分が減衰していくことによるものと考えられる。したがって、劣化したコンクリートの周波数分布を健全なコンクリートのものと比較する場合、ピーク周波数よりも低い周波数帯域の増加に着目することが、劣化評価に有効であると考えられる。今後は、ピーク周波数よりも低い周波数帯域の増加に関する要因解明および定量的評価を行うことにより、圧縮強度あるいは超音波伝播速度では評価が困難な微小なひび割れを評価できる可能性があるものと考えられる。

4. まとめ

本研究により得られた結論を以下に示す。

- (1) 最大振幅値を用いた場合、コンクリートの材料劣化の進行が振幅値の減少により評価できることが明らかになった。又、本実験の範囲においては、振幅値の減少傾向はコンクリートの配合によらず、ほぼ等しかった。
- (2) 周波数分布によれば、劣化の進行につれて、ピーク周波数よりも低い周波数帯域の増加がみられることが明らかになった。この指標を劣化程度の評価に用いるためには、さらに定量化の手法を検討し、より有効な手法へと発展させていく必要があるものと考えられる。

【参考文献】

- 1) 岩波,鎌田,長滝,大即:非破壊試験によるコンクリートの材料劣化評価法に関する研究:セメント・コンクリート論文集, No.50, pp.862-867 (1996)

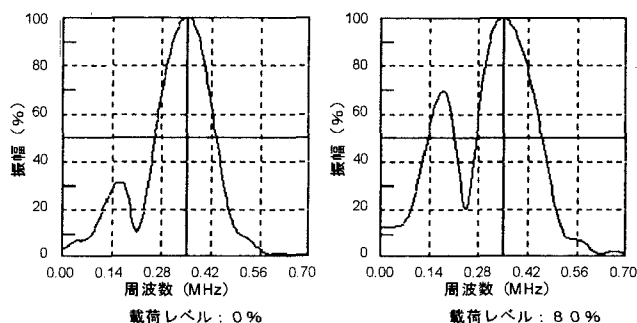


図-3 周波数分析結果 (W/C: 35%)

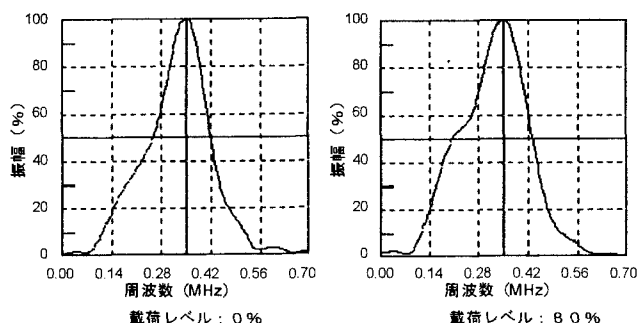


図-4 周波数分析結果 (W/C: 50%)

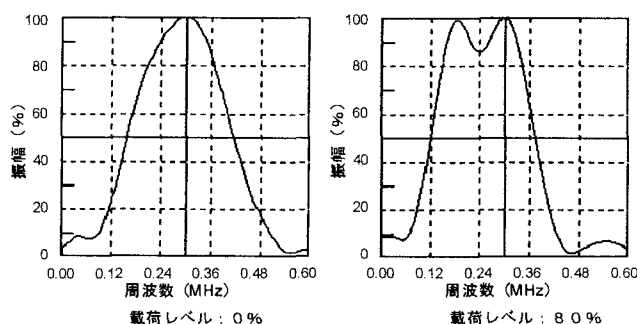


図-5 周波数分析結果 (W/C: 65%)