

打撃音によるコンクリートの健全性評価に関する基礎的研究

名城大学大学院土木工学専攻 学生員 金森 正樹
 同上 学生員 森田 篤史
 名城大学建設システム工学科 正会員 飯坂 武男
 名城大学電気電子工学科 米澤 彰賢

1. はじめに

コンクリートの非破壊試験には種々の方法があるが、なかでも打音法は簡単で手軽な方法である^{1),2)}。また、この方法でしか適用できない対象物もあるが、主には表面剥離、浮きの検査等に用いられ、最近ではトンネル等の内部欠陥の検査にも使用されている。しかし、打音法は可聴音波を利用しているので一種の職人的要素が要求され、測定結果を客観的な数値として表すことができず測定者の経験等によって評価判定されるので検出精度にはバラツキが生じるものと考えられる。

本研究では、コンクリートの打撃音をマイクロフォンで集音して解析をし、コンクリート構造物等の版厚、強度、内部欠陥などを打音法による違いを定量的に判断、推定できるか検討した。

表-1 配合表

2. 実験概要

配合設計は、コンクリート及びモルタル供試体の強度・空気量を変動させることを目的として、AE 剤の添加量のみを変化させた。配合設計を表-1 に示す。

Series	%	C×%	kg/m ³			
	W/C	AE	W	C	S	G
CO	55	0~1.5	210	383	773	972
MO		0.05~1.0	335	610	1232	-

表-2 供試体の種類

Series	CO	MO
供試体厚さ (cm)	5, 10, 15	15
欠陥	無, コールドジョイント ジャンカ, 空洞	無

供試体寸法については打撃面を 20×40cm とし、厚さを 5, 10, 15cm の 3 水準とした。また、欠陥供試体としてコールドジョイント（打設間隔を 3 時間以上空け打継目作製）、ジャンカ（細骨材と粗骨材の混塊）、空洞（3×3×10cm ビニール製の筒）の供試体も作製した（表-2）。

衝撃力を一定にするために図-1のように振り子式の打撃試験機を制作して打撃した。打撃する際、供試体の打撃部（中央部）にあらかじめ印を付け、振り上げ角度ゼロの位置で打撃面に対し垂直に衝突させるようにした。打撃の振り上げ角度は、10°で、一打点につき連続 8 回行い、その応答音を一定距離、一定角度からマイクで集音し、カセットレコーダーに録音してスペクトラムアナライザーで平均化し、振幅波・周波数スペクトルにより打撃音を解析した（図-2）。

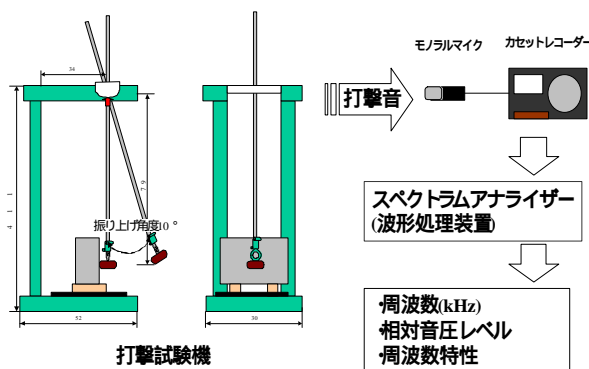


図-1 実験概要

打撃音の測定因子は、相対音圧レベル(音の大きさ)の最大値、相対音圧レベル最大時の周波数(音の高低)、周波数スペクトル(音の音色)である。

3. 実験結果及び考察

図-3は、供試体厚さによる周波数の変化を示している。周波数は、供試体の種類に関係なく、供試体厚さに相関性がみられた。これにより、供試体厚さの違いは、応答音の相対音圧レベルが最大時の周波数値により可能であると考えられる。

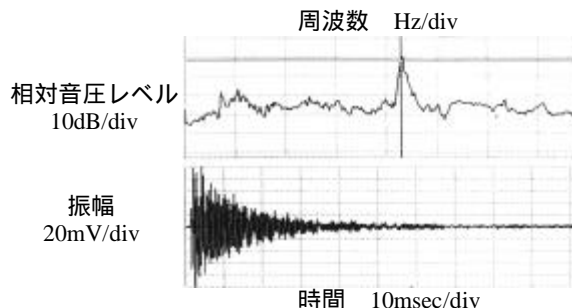


図-2 波形処理結果の一例

キーワード：非破壊試験，打音法，周波数，音圧，周波数スペクトル

連絡先：〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学理工学部建設システム工学科 iisaka@meijo-u.ac.jp

また、相対音圧レベルの最大値においても同様の傾向が見られたが、周波数ほどの相関性は見られなく多数のパラツキが見られたので周波数による比較の方が好ましいと考えられる。更に、周波数スペクトルの波形の違いにおいては、供試体厚さの増加とともに右側に小さく変化していく傾向が見られた。

図-4は、供試体の圧縮強度による周波数の変化を表している。奥行き厚さ15cmモルタル供試体では、圧縮強度の増加とともに周波数も増加しているという相関性が見られた。また、コンクリート供試体の場合においてもAE剤入りコンクリートとプレーンコンクリートの二種類の強度であるが、15cmモルタル供試体の結果と同様の傾向が見られると推測できる。相対音圧レベルでは、圧縮強度の違いによる変化は見られず強度変化には、周波数のみに顕著な変化が現れると考えられる。また、供試体厚さが同じで圧縮強度だけが異なる周波数スペクトルの波形の形はよく似ている。これらのことから、打撃音の周波数・相対音圧レベル・周波数スペクトルの波形変化を組み合わせることにより、コンクリートの厚さや強度が異なっているという判定は可能であるだろうと考えられる。

コールドジョイント、ジャンカ、空洞などの欠陥供試体は、どの値もプレーンコンクリートの値に近い2.8(kHz)前後となり、相対音圧レベルの最大時周波数の値によるこれらの判定は、今後さらなる検討が必要であると考えられる。しかし、これらの欠陥供試体の振幅波形と周波数スペクトルの波形を見ることにより、健全供試体には見られない波形がみられ、これによる判定が可能であろうという可能性が考えられる。コールドジョイントにおいては、周波数特性の波形を見ることにより振幅波の減衰の仕方に特徴が見られ、空洞入り・ジャンカ供試体は、更に周波数特性の波形に細かい波があるなどの特徴が見られる。このことより周波数スペクトルの波形と振幅波の減衰方法を解析することによって、供試体コンクリートの厚さ、強度、欠陥等が打音法により総合的に判断できるであろうと考えられる。

4. まとめ

本研究は習熟技術者によって判定されている打音法を測定者の経験等に関係なく定量的に判断、推定できる基礎的実験結果から次のような結論を得た。

- (1) 供試体の厚さ変化は相対音圧レベルと周波数の違いによって判別が可能である。
- (2) 強度による変化は厚さによる判別ほどではないが周波数の値によって判別が可能である。
- (3) 奥行き厚さ・強度は、周波数の値と周波数特性の波形の形を比較するとより詳しく判別できる。
- (4) 欠陥供試体には健全供試体とは異なる波形や減衰パターンが見られ、欠陥の種類による違いを求められる可能性があり、更なる検討が必要である。

参考文献 1)日本非破壊検査協会：コンクリート構造物の非破壊試験法，pp.251-259，1994
2)笠井芳夫，池田尚治：コンクリートの試験方法(下)，pp.245-282，1993

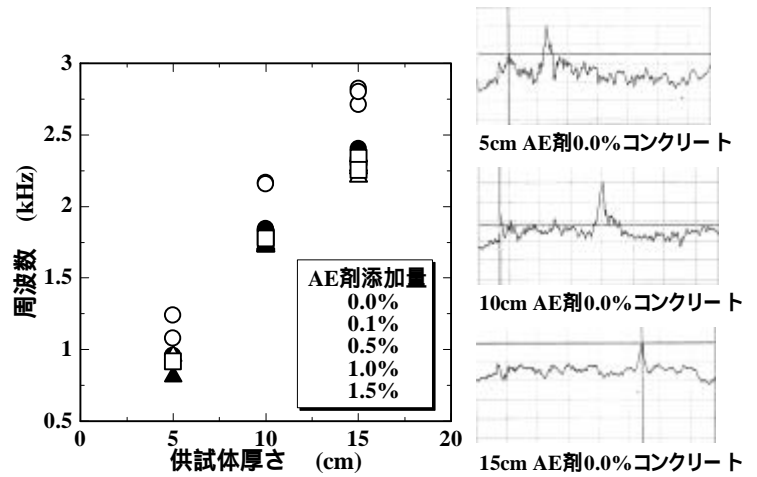


図-3 供試体厚さと波形特性

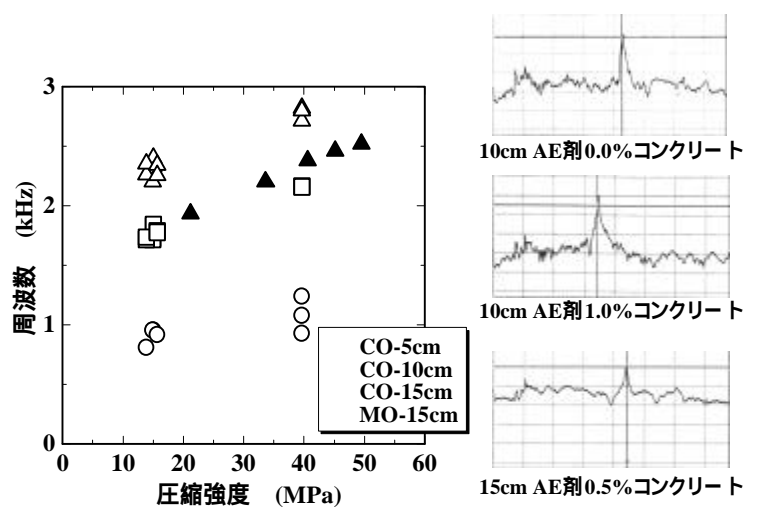


図-4 圧縮強度と波形特性