-458

弾性波法によるコンクリート内部の空洞情報把握に関する基礎的検討

名古屋大学大学院 学生会員 〇鈴木 理絵 名古屋大学大学院 正会員 中村 光・三浦 泰人・山本 佳士

1. 序論

コンクリート中の内部欠陥の非破壊検査の代表的な 手法として打音法¹⁾が挙げられる. 淺野ら²⁾によると, コンクリート内部の空洞の有無については,弾性波法 (鋼球落下)による周波数分布を健全部におけるものと 対比することによって把握可能であるということが分 かっている.しかし,空洞の大きさや深さ等の情報に ついては弾性波法で定量的に評価するに至っていない.

本研究では、様々な大きさの模擬空洞を有する供試 体および健全な供試体に鋼球打撃実験を行い、加速度 応答を用いることによってコンクリート内部の空洞の 位置・広さ・深さ・厚さというような空洞情報の評価 を実験的に試みた.

2. 鋼球打撃実験の概要

実験供試体の概要を図-1 に示す.供試体の寸法は長 さ 600mm,幅 600mm,厚さ 200mm である. コンク リートの圧縮強度は 32.4N/mm²,ヤング係数は 30.1kN/mm²である.また,空洞は発泡スチロールを内 部に埋設することで模擬した.

供試体は、内部に長さ 100mm, 幅 100mm, 厚さ 10mmの発泡スチロールを、表面から 30mmの位置に 埋設したものを基準とした.空洞厚さの比較を行うた めに発泡スチロールの厚さを 20mm に変更した供試体, 空洞広さの比較を行うために長さおよび幅を 200mm に変更した供試体,空洞深さの比較を行うために埋設 位置を表面から 50mm に変更した供試体を用いた.

衝撃は径 20mm のクロム鋼球(比重 7.8, 重量 32.6g) を用い,高さ 10cm から自由落下させることで与えた. 計測は加速度計を用い,図-2のメッシュの交点に設置 した.加速度計は 20kHz まで計測可能であるものを用 い,図-1における z 方向の振動を計測した.各位置で 10回計測を行い,それらを平均したデータを用いた. 鋼球は,対称性を考慮し,1~6列目は加速度計位置よ り y 軸正の方向,7~11列目は y 軸負の方向にそれぞれ 3cm 離れた位置に落下させた.また,打撃力による違 いを見るために,径 20mm のガラス球(比重 2.5,重量 9.3g)および超硬球(比重 15,重量 62.5g)を用いて,ク ロム鋼球と同様に打撃を与えた実験も行った.

3. 鋼球打撃実験による空洞情報評価

3. 1 周波数分布による評価

各供試体中央(F6)で受信した加速度応答から得られ た周波数スペクトル分布を図-3 に示す.空洞を有する 供試体のスペクトルパワーの値は健全な供試体の値よ りも明らかに小さく,スペクトルパワーに注目するこ とで空洞の有無を把握できる可能性を示唆している. また,健全な供試体には複数のピークが存在すること に対し,空洞を有する供試体ではどれも明らかにある 一つの卓越する周波数が存在し,その卓越する周波数 は,広さが 100×100mm の空洞上では空洞の厚さや深 さに関わらず 8kHz 付近であり,空洞広さが大きくな ると 4kHz 付近に下がるという結果となった.このこ とは,鋼球打撃により生じる振動が空洞上部のコンク リートのたわみ振動であることから,面積が大きくな







〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町 名古屋大学 9号館 526 TEL052-789-4484

-915-

るほど周期が長くなり、周波数が低下したと考えられ る. なお、ガラス球および超硬球での実験結果も鋼球 と同様となり、空洞が広いほど周波数が低下すること は打撃力によらないと言える.また、空洞厚さの変化 によってピーク周波数は変化しないが、空洞が厚いほ どピーク周波数前後のスペクトルが大きいことが確認 できる.このピーク周波数前後の広がりを確認するこ とで空洞厚さの推測が可能であると考えられる.また、 この広がりの傾向は、打撃力によらないことが球の種 類を変更した結果から確認された.

3. 2 各指標の平面分布による評価

3.1 の結果を踏まえ、図-2 で示した供試体の各点で のスペクトルパワー、ピーク周波数および周波数面積 をプロットしたものを図-4 に示す.ここで、スペクト ルパワーは各点で最も卓越している周波数でのスペク トル値の平面分布、ピーク周波数はスペクトルパワー に対応する周波数の値の平面分布を示す.また、周波 数面積は最も卓越する周波数から±2kHz の範囲の周波 数スペクトルの積算値を算出し、一つの供試体内で最 も小さい値が1 となるように正規化した値である.な お、加速度計の計測可能範囲を考慮し、すべての指標 について 20kHz までのデータで算出した値を用いた.

図-4 から、どの指標においても、一つの供試体内で 健全部との値が明らかに異なる箇所が存在し、空洞の 有無と位置は確認可能であると言える.

空洞広さの変化について、どの指標でも空洞が広い ほど広範囲で健全部との違いが表れており、3つの指標 すべてが有用であると考えられる.さらに、ピーク周 波数に関しては、空洞が広くなるにつれ小さくなるこ とから、空洞上の一点の打撃情報だけ用いたとしても、 その広さや他の空洞との広さの違いを把握することが できると言える.一方で,スペクトルパワーに関して は空洞が広く,欠陥が大きくなるほど見えにくいとい う結果になり,空洞の広さと比例しないことに注意が 必要である.

空洞厚さの変化については、周波数面積を確認する と、空洞が厚いほどはっきりと空洞の存在が確認でき る.このことは、複数の空洞上での周波数面積を比較 することで空洞厚さを相対的に把握できることを示唆 している.空洞広さと同様にスペクトルパワーに関し ては空洞が厚く、欠陥が大きくなるほど見えにくいと いう結果になった.

空洞深さの変化については、スペクトルパワーを確 認すると、空洞が浅いほど空洞の存在が確認しやすい. このことは、複数の空洞上でのスペクトルパワーを比 較することで空洞深さを相対的に把握できることを示 唆している.

4. まとめ

本研究により得られた知見を以下に示す.

空洞の広さは各指標の平面分布図によって把握可能 であり、特にピーク周波数に関しては一点の打撃情報 だけで空洞広さを推測することができる.空洞深さは スペクトルパワー,空洞厚さは周波数面積の平面分布 図を確認し、大きさの異なる空洞との比較を行うこと で相対的に空洞情報を把握することができる.

参考文献

1)鎌田敏郎, 淺野雅野, 国枝稔, 六郷恵哲: コンクリート表 層部欠陥の定量的非破壊検査への打音法の適用, 土木学会論 文集, No.704, pp65-79, 2002.

2) 淺野雅則・鎌田敏郎・六郷恵哲・遠藤友紀雄:コンクリート打撃音の周波数特性とその欠陥評価への適用,コンクリート工学年次論文集,vol.24, No.1, pp. 1545-1550, 2002.

