衝撃弾性波法によるコンクリート管のひび割れ進展評価に関する研究

岐阜大学 〇田中洋輔 鎌田敏郎 鬼塚哲雄 下村雄介 積水化学工業(株) 浅野雅則 皆木卓士

1. はじめに

著者らは、コンクリート管に生じるひび割れを評価す る手法として衝撃弾性波法による検討を行ってきた^{1),2),3)}。 これらの一連の検討により、ひび割れ評価に対する本手 法の適用可能性が明らかにされている。しかしながら、 既往の研究における検討はひび割れの存在の有無の評価 に止まっており、ひび割れの進展レベルに対する本手法 の感度等については十分な検討がなされていないのが現 状である。

そこで本研究では、載荷によりコンクリート管にひび 割れを段階的に導入し、各段階で衝撃弾性波法の計測を 行うことによって、ひび割れ進展程度の評価指標につい て検討した。

2. 実験概要

2.1 試験体の載荷方法

写真-1に示す方法で試験体に載荷し、ひひ割れを導入した。載荷は、JIS A5372 に準拠した方法で行った。管頂部および底部に厚さ 20mm のゴム板を設置し、上面部には 150×150mm の角材を当て、その上に荷重を均等に分配するためにH型鋼を設置し線荷重が働くように載荷した。

実験には,長さ1900mm,内径250mmおよび厚さ28mmのB型1種遠心力鉄筋コンクリート管を用いた。

ここでは、荷重の計測を行うとともに、管頂部の鉛直 方向変位を高感度変位計(感度:500 µ/mm)により計測 した。

なお、本計測で得られる管頂部での変位(以下、変位 とする)を制御することによってひび割れ進行レベルを 変化させた。



写真-1 載荷試験概要

2.2 衝撃弾性波法での計測

弾性波の入力にはインパルスハンマを、受振には加速

度計(0.02~45kHz)を用いた。打撃方法を一定とするため、インパルスハンマと打撃用ジグを一体化させた装置を用いた。なお打撃・受振ともに管の内面から行った。 打撃・受振位置は、それぞれ管端部より200mm内側の 位置とした。計測におけるサンプリングタイムは10µs とした。本研究では、受振波形に対してFFT(高速フー リエ変換)を行い、周波数分布を求めた。

3. 実験結果および考察

3.1 荷重-変位曲線とひび割れの進展

図-1に,繰り返し載荷により得られた荷重-変位曲線を示す。

ひび割れ発生後、荷重は一旦低下し、その後最大荷重 に到達するまで徐々に荷重が増加するという形状を示し た。ひび割れは、はじめは底面(頂部)側に発生し、荷 重の増加とともに軸方向に進展した。そして、底面(頂 部)にひび割れが発生した直後に側面にもひび割れが発 生・進展し、最終的に頂部が曲げ破壊を起こした。

荷重-変位曲線は、この一連のひび割れの進展に伴っ て前述した挙動を示しており、載荷によって試験体のひ び割れが明らかに進展していることが把握判断できる。



西 向主 交位曲称

3.2 衝撃弾性波法によるひび割れ進展度の定量的評価

衝撃弾性波法において得られた周波数分布を図-2 に示す。この図に示すように、ひび割れが進展するにし たがって、周波数分布における低周波数領域の成分が 徐々に増加していく傾向が見られる。しかしながら、特 に、載荷前とひび割れ発生直後との比較では、波形や周 波数分布の形状に違いはみられるものの、その程度の違 いを定量的に判断することは困難である。その他の場合 においても、載荷前との形状の違いは十分に確認できる ものの、ひび割れ進展程度の定量的判断が難しい。

そこで周波数分布形状の特徴に着目し、周波数分布の 特性を数値的に表現することを試みる。図-3に数値化

キーワード:非破壊検査,衝撃弾性波法,ひび割れ評価,コンクリート管,周波数分布 連絡先:〒501-1193 岐阜市柳戸1-1 岐阜大学工学部社会基盤工学科 TEL/FAX:058-293-2470 の手法を示す。ここでは、図に示すように、5kHz以下の 領域および10kHz以下の領域のそれぞれについて周波数 分布曲線下の面積を求め、相互の比をとって周波数面積 比とした。

図-4に周波数面積比と載荷時の荷重-変位との関係を示す。この図から、ひび割れ発生荷重段階以降、この面積比は増加し、最大荷重段階を超えると頭打ちすることがわかる。すなわち、周波数面積比によれば、ひび割れ発生から最大荷重に至るまでの領域において、ひび割れが進展するほど低周波数領域の成分割合が増加する傾向を明確に示すことが可能である。

このように、周波数面積比は、部材の剛性低下が小さい、すなわち、ひび割れの進行レベルが低い段階において高い感度を有することが明らかとなった。

したがって、実務において、コンクリート管の検査を 行う場合は、衝撃弾性波法により得られる周波数面積比 を用いることによって、より軽微なレベルのひび割れに 対しても、その程度を評価できるものと考えられる。こ れによって、より早期の段階で、適確なひび割れ評価が 可能となることから、合理的な維持管理の実現に役立つ ものと考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下に示す。

- ひび割れが進展するにしたがって、衝撃弾性波法に より得られた周波数分布における低周波数領域の割 合は、徐々に増加していく傾向にあることが示された。
- 2) ひび割れ進展度の評価指標として、衝撃弾性波法における周波数分布特性を数値化することにより求めた周波数面積比を定義した。周波数面積比は、コンクリート管におけるひび割れ発生から最大荷重段階に至るまでの間、管頂部変位の増加にしたがってほぼ単調に増大することが明らかとなった。

参考文献

- 皆木卓士,鎌田敏郎,野崎善冶,舟橋孝仁:弾性波 によるコンクリート下水管路の劣化診断手法に関す る基礎研究,コンクリート工学年次論文報告集, Vol.24, No.1, pp.1539-1544, 2002
- 2) 舟橋孝仁,鎌田敏郎,皆木卓士,浅野雅則:コンク リート下水管路の劣化診断における衝撃弾性波法の 適用,コンクリート工学年次論文集,No.25, Vol.1, pp.1625-1630, 2003
- 3) 舟橋孝仁,鎌田敏郎,浅野雅則,皆木卓士:衝撃弾 性波法によるコンクリート下水管路の劣化診断にお ける埋設条件の影響,コンクリート工学年次論文集, No.26, Vol.1, pp.1893-1895, 2004

