

V-15 衝撃弾性波を用いたPC構造物のシース内グラウト不良部分の 検出方法に関する一検討

山岡設計コンサルタンツ（株） 正会員 ○吉森 鑑恵
 (株) ケ ミ カ ル 工 事 正会員 木虎 久人
 徳 島 大 学 工 学 部 フェロー 水口 裕之
 徳 島 大 学 工 学 部 正会員 上田 隆雄

1. はじめに

鋼棒をモルタルグラウトで被覆したPC構造は合理的構造が得られることから橋梁に広く使われているが、PC橋梁の健全度は鋼材のモルタル充填被覆の良否によっても大きく左右される。充填が良好ならば外周のコンクリートにクラックが発生したり、骨材剥離があって雨水が浸入しても鋼材に錆の発生や腐食の心配はない。しかし、充填が不十分だと雨水の侵入によって錆が発生する。そこで、外部からの非破壊検査法¹⁾、²⁾で、PC構造物のグラウト不良を検出する方法の開発が望まれている。

本研究では、衝撃弾性波による欠陥部検出方法について検討するため、コンクリート表面にハンマーによる打撃やクロム球の落下で衝撃弾性波を与え、コンクリート表面での打撃波および受信波を測定し、その波形の周波数分析を行い、その結果から、欠陥部の検出の可能性を考察した。

2. 実験概要

普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートの配合を表-1に示す。供試体は800×800×800mmで、その中央にに表-2に示すような人工欠陥をつくったものとした。シースはφ34mm、PC鋼棒はφ26mmのもの、グラウト材は無収縮ペーストを使用した。

表-1 コンクリートの配合

呼び 強度	スラ ンプ (cm)	粗骨材の 最大寸法 (mm)	水セメ ント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)					
					水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤	混和材
24	12	20	55.0	44.9	172	313	783	992	0.833	0.00

打撃は球形ハンマー（直径19mm）による打撃およびクロム球の自由落下の2種で行い、クロム球は直径の異なる表-3に示す4種類を使用した。球の落下高さは主に50cmとし、一部の供試体では落下高さの違いによる影響を求めるために30cm、70cmでも測定を行った。

測定は、波形センサーにAEセンサー（周波数30kHz）を用い、オシロスコープを通してパソコンに波形を記録して行った。

また、測定方法は並列法、反射法および透過法の3種類とした。なお、並列法を図-1に示す。実験で得られた波形の周波数分析（スペクトル解析）を行い、欠陥の有無による周波数分布の違いなどを検討した。

表-2 供試体の種類

供試体番号	シース本数	グラウト充填状況
1	なし	コンクリートのみ
2	1本	シース内空洞
3	2本	シース内空洞
4	2本	シース内完全充填(PC鋼棒有)
5	1本	シース内完全充填(PC鋼棒有)
6	1本	シース内中間部空洞(PC鋼棒有)
7	2本	シース内中間部空洞(PC鋼棒有)
8	2本	シース内上半空洞(PC鋼棒有)
9	1本	シース内上半空洞(PC鋼棒有)
10	なし	モルタルのみ

表－3 使用したクロム球

クロム球番号	直径(mm)	重量(g)
1	9.53	3.57
2	15.9	16.6
3	22.2	45.5
4	31.8	132

3. 実験結果とその考察

結果の一例を図－2から図－4に示す。

図－2は欠陥なしの供試体に直径の最も小さい9.53 mmの球を自由落下させた場合（並列法）の周波数分布図で、破線で示されているのが打撃点のすぐ近くで測定した打撃波、連続線で示されているのが受信波となっている。縦軸は時間×電圧²、横軸は周波数（Hz）を示す。図－3は欠陥なしの供試体に直径の最も大きい31.8 mmの球を自由落下させた場合（並列法）の周波数分布図である。

この2つの図を比較すると、図－2では、図－3に比べ、周波数分布の幅が狭いことが分かる。また、位置エネルギーも非常に小さい値となっている。

したがって、打撃エネルギーが小さい場合、周波数分布の幅が狭いため、測定にはある程度以上の打撃エネルギーが必要と考えられる。

図－4はシース内を空洞とした供試体に図－3の場合と同じ直径の最も大きい31.8 mmの球を自由落下させた場合（並列法）の周波数分布図である。

図－3と比較すると、明確ではないが欠陥がある場合の図－4では、打撃波の周波数分布の2つのピーク間に中間の周波数が含まれている。また、面積比が約1/2の値となっている。面積比は、打撃波の周波数分布図の面積を受信波の周波数分布図の面積で除したものである。これは、打撃部で発生した波が伝播中に欠陥部（空気層）での反射によって大きく減衰されたものと考えられ、欠陥部検出のための判断基準となると思われる。

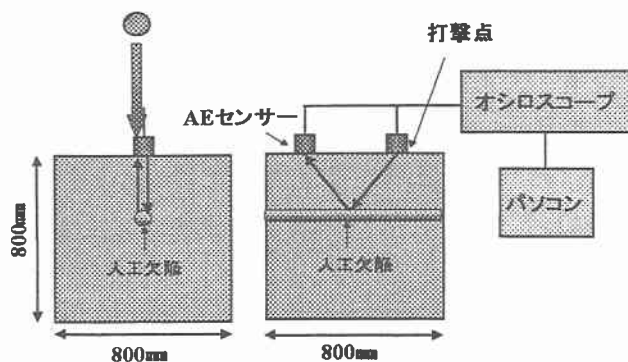
4. まとめ

衝撃弾性波を用いてグラウト不良部を検出のためには、ある程度以上の打撃エネルギーが必要である。

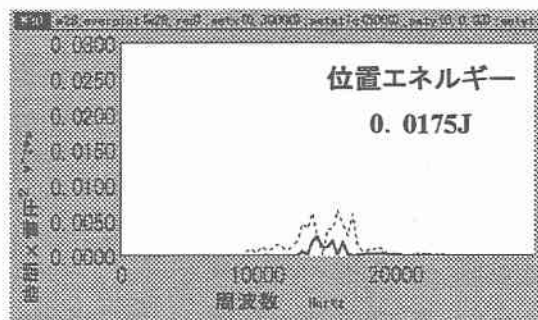
また、欠陥のない部分との比較から受信波の周波数分布の形状の違いや、周波数分布図の打撃部と受信部との面積比を比較することから欠陥を検出できる可能性がある。

参考文献

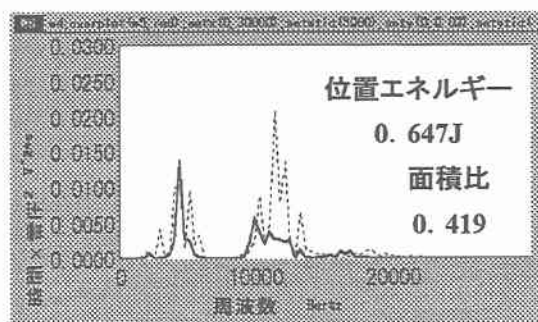
- 1) 笠井芳夫, 田村博, 富士岳, 笠井哲郎: コンクリート構造物の非破壊査, 1996, pp.3-9.
- 2) (社) 日本非破壊検査協会: コンクリート構造物の非破壊試験法, 第3章, 第6章, 第7章, 第8章, 養賢堂, 1994.



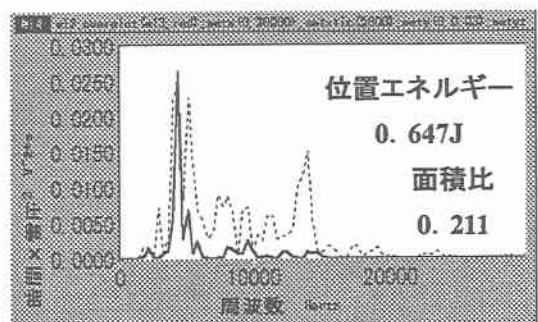
図－1 測定概要図（並列法）



図－2 最小球を自由落下させた場合の周波数分布図



図－3 最大球を自由落下させた場合の周波数分布図



図－4 供試体に欠陥がある場合の周波数分布図