

V-138

衝撃弾性波法による PC グラウトの欠陥探査に関する基礎的研究

立命館大学大学院理工学研究科 学生員 ○斎藤宏行
立命館大学理工学部 正会員 尼崎省二

1. はじめに

PC グラウトの充填状況を確認するための非破壊検査法について、スペクトル解析を併用した衝撃弾性波法が有効と考えられている。本研究では、衝撃弾性波法による PC グラウトの充填評価に関する基礎的研究として、グラウト充填部の長さや PC 鋼棒径の変化が、PC 鋼棒から検出された弾性波の波形やスペクトルに及ぼす影響を検討した。その結果、グラウト材の長さに応じた弾性波の減衰特性および鋼棒径に応じたスペクトルの変化が認められた。

2. 実験概要

本実験では、PC 鋼棒 B 種 1 号（ $\phi 9.2$ mm、 $\phi 13$ mm、 $\phi 26$ mm）を使用し、図-1①②③④に示すグラウト部分（表-1 参照）の長さが異なる供試体、及び図-1⑤⑥⑦に示す PC 鋼棒の径が異なる供試体を作製した。衝撃弾性波は図-2 に示す振り子を用い、質量 3.2g の鋼球で PC 鋼棒端部に発生させた（打撃速度 3m/s）。供試体に生じた弾性波は PC 鋼棒端部及びグラウト部に設置した AE センサー（ $f=140$ kHz）より検出した。

また、弾性波の伝播速度は超音波法により、鋼棒両端に設置した超音波センサー（ $f=300$ kHz）によって測定した。以後、供試体においてグラウト部作製側をグラウト側、PC 鋼棒が露出している側を欠陥側と称する。（図-1 参照）

3. 実験結果および考察

(1) 検出波の減衰特性

図-3 は、グラウト長さの異なる供試体（図-1①②③④）のグラウト側 PC 鋼棒端部に打撃した時に得られたスペクトル密度比 S/S_0 と供試体長さに対するグラウト長さの比（以下グラウト長さ比）との関係を表したものである。ここで、 S および S_0 は、それぞれ、欠陥側 PC 鋼棒端部および打撃点近傍のグラウト部で検出した弾性波スペクトル密度の合計である。ここでスペクトル密度の合計としたのは、1 つの卓越周波数の減衰特性に着目した場合、データのばらつきが多いからである。また、密度比を用いたのは入力波の変動に関係なく弾性波の減衰について検討を行うためである。グラウト長さ比の増加にともないスペクトル密度比は小さくなっており、グラウト長さ比が 0.5 以上になるとスペクトル密度比の減衰が著しくなる。これは、欠陥部 PC 鋼棒に発生している高周波数成分がグラウト部 PC 鋼棒には出現していない¹⁾ことから、PC 鋼棒に発生した高周波成分がグラウト部の影響により減衰したためであると考えられる。したがって、PC 構造物においてもスペクトル密度比の減衰特性に着目す

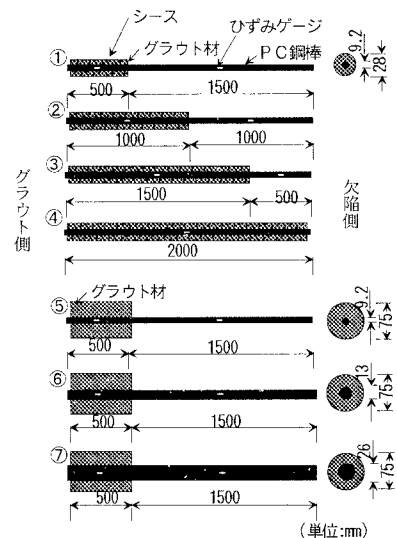


図-1 供試体図

表-1 グラウト材の配合

W/C(%)	単位量 (kg/m ³)		
	W	C	混和剤
45	578	1284	128.4

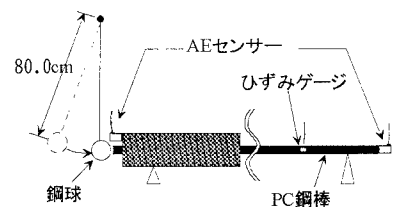


図-2 打撃および測定方法

PC 構造, グラウト欠陥探査, 衝撃弾性波法, スペクトル解析

〒525-8577 滋賀県草津市野路町 1916 立命館大学理工学部土木工学科 Tel 077-561-1111 FAX 077-561-2667

れば、グラウト充填評価が可能であると考えられる。

(2) 鋼棒径とスペクトル特性の関係

図-4 は、グラウト材の直径およびグラウト長さが一定で、鋼棒の径のみが異なる供試体（図-1⑤⑥⑦）を両端自由で支持し、欠陥側 PC 鋼棒端部を打撃したときのグラウト側 PC 鋼棒端部で検出した弾性波のスペクトルである。スペクトルは、鋼棒の径の変化にともない大きく変化している。すなわち、鋼棒がφ26、13、9.2mm と細くなるにともない、ほとんどの同次の卓越周波数が低い周波数、例えば 1 次周波数では 1100、950、925Hz に移動している。これは、鋼棒が細くなるにつれて、表-2 に示すように、伝播速度が遅くなっているためと考えられる。表-2 の弾性波伝播速度は、鋼棒の径が大きいくほど速くなっているが、これは鋼棒の径が大きくなるほど、グラウト材の付着による速度低下の影響を受けにくい^[2]ためであると考えられる。したがって、グラウト材の径が同じ場合、PC 鋼棒の径が小さい方がグラウト材の影響を検出しやすくなる。すなわち、PC 構造物においても PC 鋼棒の径が小さい方が、グラウト状況を評価しやすくなる可能性が高いと考えられる。

表-2 鋼棒径が異なる供試体の伝播速度

供試体名	グラウト長さ(mm)	鋼棒径 (mm)	伝播速度 (m/s)
供試体⑤	50	9.2	4700
供試体⑥	50	13	5100
供試体⑦	50	26	5400

結論

本研究の結果をまとめると以下ようになる。

- (1) スペクトル密度比はグラウト長さ比の増加にともない減少する。この特性に着目すれば、PC 構造物におけるグラウト充填評価が可能と考えられる。
- (2) PC 鋼棒が細くなるほどグラウト材の影響を検出しやすくなることから、PC 構造物においても、細い鋼棒のほうがグラウト状況を評価できる可能性が高いと考えられる。欠陥部 PC 鋼材に発生する弾性波の挙動は、欠陥部長さ特有の周波数特性を示している。

【参考文献】

- [1] 中野将士、尼崎省二：衝撃弾性波法による PC グラウト充填評価、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.20 1998
- [2] H.W.Chung：Effects of embedded steel bars upon ultrasonic testing of concrete、Magazine of Concrete Research、Vol.30、No.102、pp19-25、1978.5

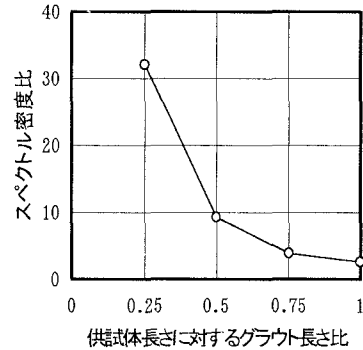
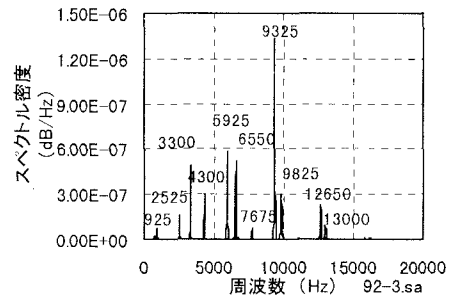
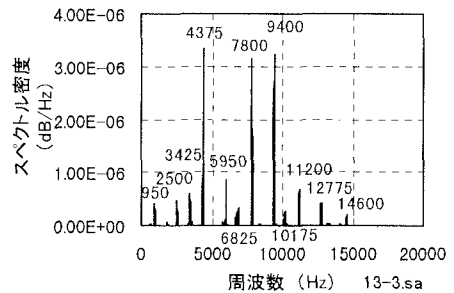


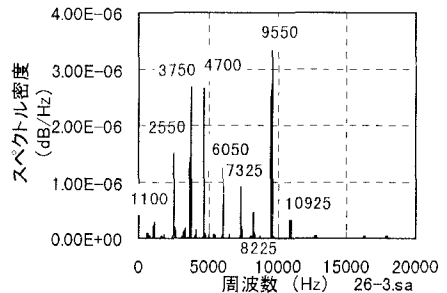
図-3 スペクトル密度比とグラウト長さ比の関係



(a) PC 鋼棒径 9.2mm



(b) PC 鋼棒径 13mm



(c) PC 鋼棒径 26mm

図-4 鋼棒径が異なる供試体