

V-355

衝撃弾性波法によるPCグラウト充填評価に関する実験的研究

立命館大学大学院 学生員○中野 将士

立命館大学大学院 学生員 今井 伸明

立命館大学理工学部 正会員 尼崎 省二

1. はじめに

コンクリート構造物の非破壊検査方法については、近年、数多くの手法が開発または検討されている¹⁾。特にPC鋼材のグラウト充填評価には、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が、いわゆる経験的で相対的な評価が多いのが現状である。本研究では、PC鋼材に発生する弾性波の挙動と検出波の関係を明らかにするため、グラウト充填状況が弾性波に及ぼす影響について実験的検討を行なった。

2. 実験概要

グラウト充填部および未充填部を確実に作製するためにダクト上部を開放した供試体(上部開放供試体)とシース(φ28mm)によるダクトを設けた供試体(表-1参照)を打設し、B種1号PC鋼棒(φ17mm)、B種PC鋼より線(φ=15.2mm)をそれぞれ緊張力70kgf/mm²、85kgf/mm²で断面中央に配置し、図-1に示すようなグラウト充填部をもつ供試体を作製した。また、上部開放供試体には、グラウト不良部として実橋に存在し得る半断面不良も作製した。

打撃は振り子によって行ない、鋼球(質量542g、直径5.06cm)で打撃した。供試体に生じる弾性波は超音波センサー(ニオブ酸鉛系、f=300kHz)、PC鋼棒の弾性波はひずみゲージ(長さ1mm)を用いて検出した。また、より線にはひずみゲージの貼付が困難であるため、鋼棒の結果を用いて検討した。

3. 実験結果

3.1 鋼材に発生する弾性波の挙動

図-2は、鋼棒の上部開放供試体②(完全不良)のグラウト充填側からPC鋼棒を1.5m/sで打撃した時の検出波形の波頭部分である。いずれの波形も周期約0.58msの波が生じている。これは、供試体中のPC鋼棒の平均弾性波速度(4500m/s)を用いて、弾性波が長さ1.3mのPC鋼棒を往復する伝播時間にほぼ一致しており、超音波センサーからの出力はPC鋼棒の弾性波の挙動に影響されていることがわかる。図-3に検出波形全体のスペクトルを示す。図-2の検出波形の周期約0.58msおよび約0.29msは、図-3の卓越周波数1.76kHzと3.52kHzによく対応している。PC鋼棒からの検出波のスペクトルと未充填側センサーからの出力のスペクトルもよく一致している。これらの傾向は、未充填部を半断面不良とした場合も同様であり、グラウト未充填側からの出力は未充填部PC鋼棒に発生する弾性波の挙動の影響を大きく受けていると思われる。図-4にPC鋼より線の上部開放供試体②(完全不良)のスペクトルを示す。卓越周波数1.06kHzは、弾性波が供試体を往復する伝播時間に対応する周波数である。また、グラウト充填側の卓越周波数3.52kHzは充填側に比べて小さくなっている(図-3)が、この傾向は、図-4の卓越周波数3.12kHzにも認められる。一方、未充填部が供試体中央に存在する供試体⑤ではこれらの傾向が認められず、未充填部が供試体中央部に存在する場合についてはさらに検討が必要である。

表-1 供試体示方配合

鋼材	空気量 (%)	W/C (%)	単位量(kg/m ³)			
			W	C	S	G
鋼棒	5±1	45	179	398	729	972
より線	4.5±1.5	41	145	354	755	1079

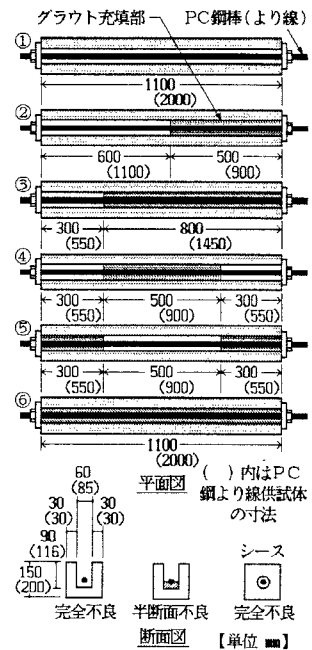


図-1 供試体図

非破壊検査、衝撃弾性波法、スペクトル解析、グラウト充填評価

〒525 草津市野路東1-1-1 立命館大学理工学部土木工学科 Tel 0775-61-2726 FAX 0775-61-2667

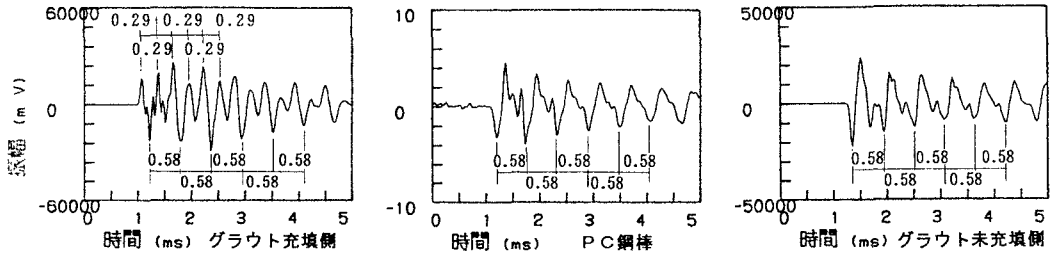


図-2 P C 鋼棒の上部開放供試体②(完全不良)での出力波形の波頭部分

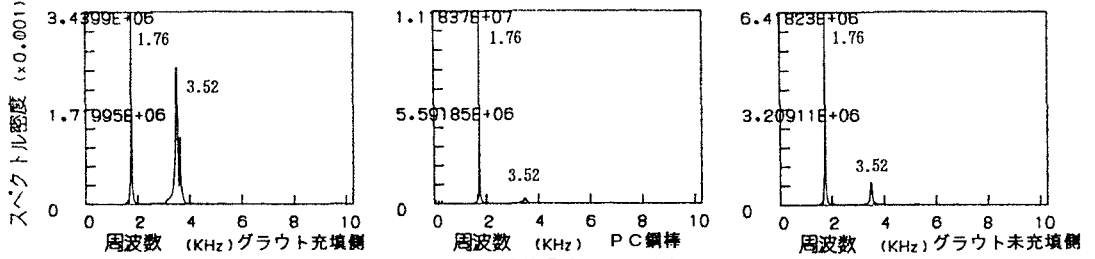


図-3 P C 鋼棒の上部開放供試体②(完全不良)でのスペクトル

3.2 グラウト充填状況と周波数特性

図-5に、P C 鋼棒供試体の供試体長さに対するグラウト充填部長さの割合(グラウト率)と検出波スペクトルの1次卓越周波数との関係を示す。1次卓越周波数は、グラウト率の増加とともに低下しているが、供試体中のP C 鋼棒を伝播する平均弾性波速度もグラウトの充填によって遅くなっている(表-2)ことから、1次卓越周波数の低下は弾性波速度の影響を受けると考えられる³⁾。このことから、検出波の卓越周波数に着目すると、グラウト充填長さを評価できると思われる。一方、P C 鋼より線の供試体では同様の傾向が認められず、P C 鋼より線についてはさらに検討が必要である。

4. まとめ

本研究で得られた結果をまとめると以下の通りである。

- 1) 供試体端部にグラウト未充填部がある場合、グラウト未充填側センサーからの出力は、P C 鋼材の弾性波の挙動に大きく影響される。
- 2) P C 鋼棒供試体では、グラウト充填部長さによって卓越周波数が変化する点に着目すると、グラウト充填状況を評価できると考えられる。

[参考文献]

- 1) 望月秀次、本間淳史、上東泰: PCグラウトの施工技術の現状と非破壊検査による点検、コンクリート工学、Vol. 34, No. 6, pp. 4-13, 1996. 6
- 2) 白鳥雅也、松貝秀、岡村雄樹: 軽い衝撃を受けるコンクリート部材の応答解析、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 14, pp. 679-684, 1992. 6
- 3) 山田和夫、黒野幸弘、中井裕司: PC床板の周波数応答特性に及ぼすグラウト充填状況の影響に関する基礎的研究、セメント技術大会、pp. 382-383, 1996

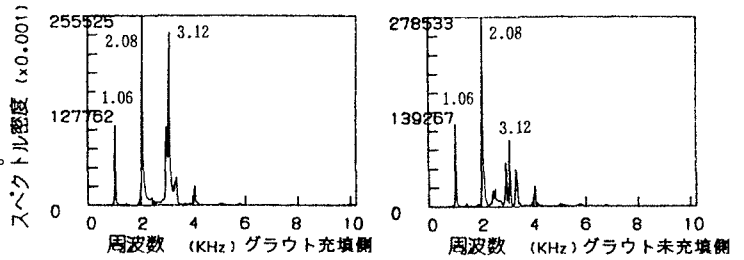


図-4 P C 鋼より線の上部開放供試体②(完全不良)でのスペクトル

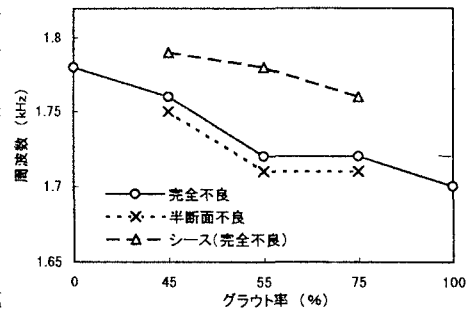


図-5 グラウト率と1次卓越周波数の関係

表-2 グラウト率による平均弾性波速度

グラウト率 (%)	0	45	100
平均弾性波速度(m/s)	5300	5100	4800