

京都府 正会員○中野将士 立命館大学大学院 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

P C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は、様々の手法が開発または検討されており、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、P C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ことにより、グラウト充填状況が検出弾性波に及ぼす影響について実験的検討を行なった。その結果、欠陥部P C鋼棒は欠陥部長さ特有の周波数特性を示していることがわかった。また、コンクリート中を伝播する弾性波が検出波に与える影響が大きいことがわかった。

2. 実験概要

本実験では、シース(φ28mm)によるダクトを設けた供試体(表-1 参照)に、B 種 1 号P C鋼棒(φ9.2mm)を引張強度より緊張力 590N/mm^2 で配置し、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。

打撃は鋼球(542g, φ50.6mm)を用い、図-2 に示す方法で打撃速度を 3m/s として行なった。供試体に生じる弾性波は超音波センサー($f=300\text{kHz}$)、P C鋼棒に発生する弾性波の挙動はひずみゲージ(長さ 1mm) を用いて検出した。

3. 実験結果および考察

(1) グラウトが部分的に未充填の供試体

図-3 はグラウトが部分的に未充填の供試体 C のグラウト充填側からP C鋼棒端部を打撃した時の検出波の波頭部分およびスペクトルである。図-3(a),(b),(c)の波形に約 $1000\mu\text{s}$ 周期の波が生じている。これは、供試体コンクリートの平均伝播速度 4000m/s を用いて、長さ 2m の供試体を往復する伝播時間にほぼ一致しており、それぞれの検出波は供試体を伝播する弾性波に大きく影響されていることがわかる。検出波形の周期約 $1000\mu\text{s}$ は、スペクトルの卓越周波数約 1000Hz に対応しており、約 1000Hz 間隔の卓越周波数が出現している。また、図-3 (c)欠陥部ひずみゲージでのスペクトルは、 $1000\sim 3000\text{Hz}$ の卓越周波数に加え、 4000Hz 以上の卓越周波数が出現している。これは、欠陥部P C鋼棒を往復する弾性波の影響によるもので、欠陥部長さ特有の周波数特性を示している。過去に行った同種の実験[1](P C鋼棒 φ17mm 使用)では、定着部センサーの出力に欠陥部P C鋼棒に発生する弾性波の挙動が現れていたが、本実験では出力側センサーでの検出波スペクトル(図-3 (b))に現れていない。これは、P C鋼棒の断面積が小さくなり、鋼棒を伝播する弾性波が少なくなったため(表-2 参照)であると考えられる。

表-1 示方配合

W/C (%)	Air (%)	単位量 (kg/m^3)			
		W	C	S	G
45	5 ± 1	179	398	729	972

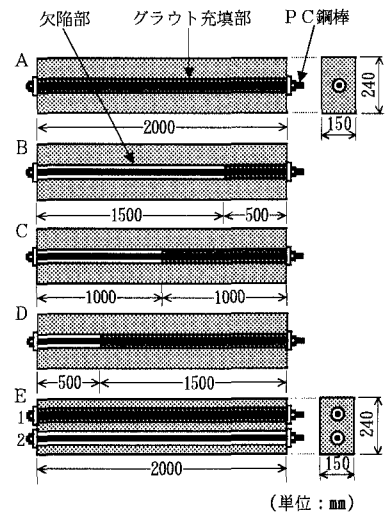


図-1 供試体図

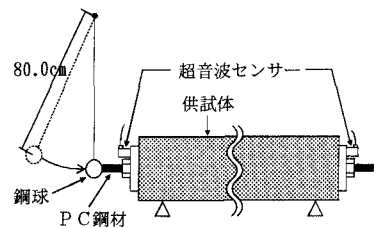


図-2 打撃および測定方法

P C構造物、グラウト欠陥探査、衝撃弾性波法、非破壊検査

〒525-77 滋賀県草津市野路東 1-1 立命館大学理工学部土木工学科 Tel 077-561-2726 FAX 077-561-2667

(2) グラウトが完全に未充填の供試体

供試体 D-2 の P C 鋼棒端部を打撃したときの、ひずみゲージおよび定着部センサーでの検出波とスペクトルを図-4 に示す。図-4(a)のひずみゲージでの検出波形には約 400 μ s 周期の波が生じている。これは、P C 鋼棒を伝播する弾性波が、長さ 2.2m の P C 鋼棒を 1/2 往復する伝播時間に一致しており、スペクトルの卓越周波数 2500Hz に対応している。また、P C 鋼棒を 1 往復する伝播時間に対応している卓越周波数は 1250Hz である。一方、図-4(b)の定着部センサーでの検出波形には約 1000 μ s 周期の波が生じており、図-3(b)と同様に供試体コンクリートを往復する弾性波の周期を示している。しかし、スペクトルは図-3(b)とは異なり、卓越周波数約 1000, 2000, 3000Hz に加え、図-4(a)のひずみゲージの卓越周波数 2500, 3700Hz が出現している。これは、欠陥部 P C 鋼棒に発生する弾性波の挙動であり、グラウトが完全に未充填の場合、欠陥部 P C 鋼棒は供試体コンクリートを往復する弾性波の影響とグラウト材の付着による弾性波の減衰の影響を受けないためであると考えられる。

これらの傾向より、欠陥部に存在する P C 鋼棒には欠陥部長さ特有の卓越周波数が出現することから、測定方法を検討することによっては、グラウトが部分的に未充填部の供試体の定着部センサーでもその影響を検出できる可能性があると考えられ、センサーの設置場所や打撃方法を検討する必要がある。

4. 結論

- (1) 欠陥部 P C 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。
- (2) グラウトが完全に未充填（供試体コンクリートを伝播する弾性波の影響が少ない）の場合、欠陥部 P C 鋼材に発生する弾性波の挙動を定着部センサーで検出することができる。

【参考文献】[1] 中野将士・井井伸明・藤原規雄・尼崎省二：弾性波法による P C 構造物のグラウト充填評価に関する基礎的研究，関西支部年次学術講演概要，pp.V-51-1-V-51-2，1997

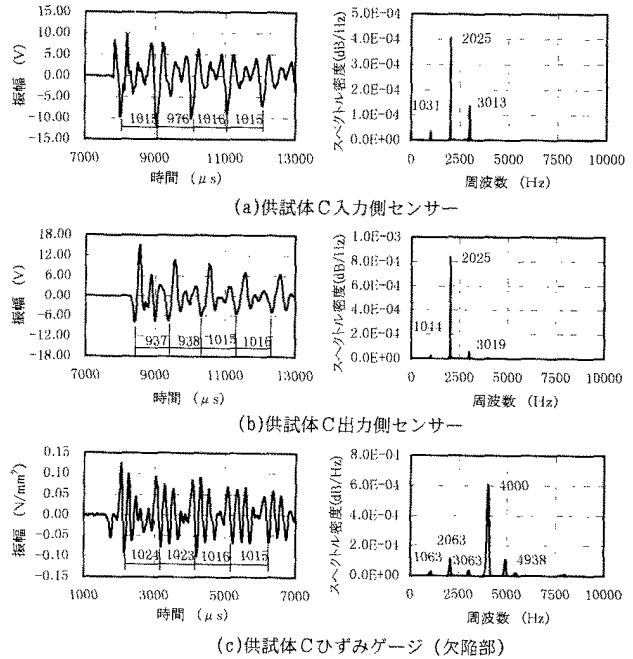


図-3 部分的に未充填の供試体の検出波形とスペクトル

表-2 検出波に含まれる弾性波の割合

供試体	断面積(cm^2)		弾性波の割合	
	鋼材	定着板	供試体	鋼材：供試体
$\phi 17\text{mm}$ P C 鋼棒	2.37	78.7	198.0	1 : 2.1
$\phi 9.2\text{mm}$ P C 鋼棒	0.66	99.4	353.0	1 : 8.4

※音圧透過率=37：63（鋼～コンクリート）

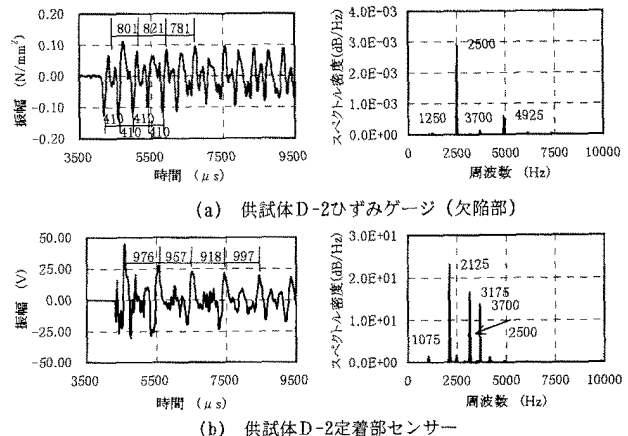


図-4 完全に未充填の供試体の検出波形とスペクトル