

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、様々な手法が開発または検討されているが、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、グラウト充填評価を行うための指標としてスペクトルの重心¹⁾(以下、スペクトル重心)、弾性波速度に着目して検討を行った。その結果、この2つの評価指標を併用することが有効であることが分かった。また、鋼棒径の違いが測定結果に及ぼす影響についても検討を行った。

2. 実験概要

本実験では、シース(φ70 mm)によりダクトを設けた供試体(表-1 参照)を打設し、P C 鋼棒 B 種 1 号(φ9.2 mm、φ17 mm、φ26 mm)を緊張力約 600N/mm²で断面中央に配置した。供試体は図-1 に示すグラウト(表-2 参照)充填率および鋼棒径の異なるものを作製した。衝撃弾性波は、打撃を一定とするため、図-2 に示すように振り子を用い、鋼球(質量 540g、直径 50.6mm)を使用して打撃速度 1.5m/s で欠陥側(図-1 参照) P C 鋼棒端部に入力した。供試体に生じる弾性波は、グラウト側 P C 鋼棒端部に設置した AE センサー(共振周波数 f=140kHz)によって検出した。なお、弾性波の伝播速度は、グラウト側 P C 鋼棒端部および打撃点近傍に設置した AE センサーより検出した弾性波の立ち上がり時間差より算出した。

3. 実験結果および考察

(1) スペクトル重心とグラウト充填率の関係

図-3 は、P C 鋼棒径 9.2mm の梁供試体で得られた弾性波のスペクトルである。グラウト充填率 0% の場合には、10000Hz 付近に高周波数成分が出現しているが、充填率 50%、100%と増加するとともに高周波数成分が減衰している。これはグラウト材の影響により、P C 鋼棒を伝播する弾性波の高周波数成分が減衰するためであると考えられる。

図-4 にスペクトル重心とグラウト充填率の関係を示す。φ9.2mm、φ17mm P C 鋼棒では、グラウト充填率の増加にともないスペクトル重心が低下しており、図-3 で得られた傾向に対応している。しかし、鋼棒径が大きくなるとともに、スペクトル重心の低下する程度が小さくなっており、φ26mm P C 鋼棒では明確な差を確認できない。これは鋼棒が大きくなると、同一の打撃によって P C 鋼棒に生じる弾性波が相対的に小さくなり、P C 鋼棒に発生する高周波数成分の影響が検出さ

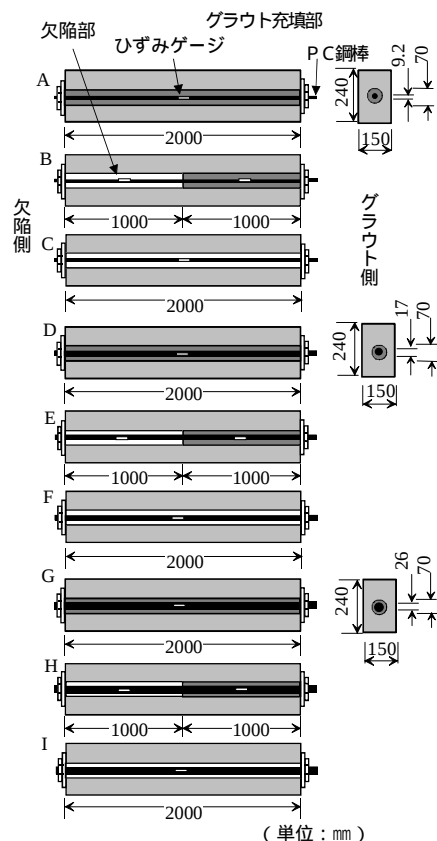


図-1 供試体図

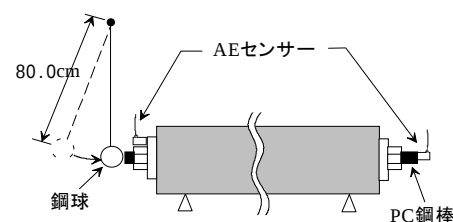


図-2 打撃および測定方法

表-1 コンクリートの配合例

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

表-2 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

れなかったためであると考えられる。したがって、P C 鋼棒が太くなった場合にも打撃を強くすればグラウト充填評価できる可能性は大きいと考えられる。その場合、高周波数成分の減衰がスペクトル重心を低下させる要因の一つであるため、今後、高エネルギーで高周波数成分を有する弾性波を発生させる方法を検討することが、必要であると考えられる。

また、データのばらつきは打撃の良否によってスペクトル密度の分布状況が変化するためであり、P C 鋼棒径が大きくなるにつれ、測定データにばらつきが少なくなっているのは、P C 鋼棒が大きくなると打撃が安定するためであると考えられる。したがって、一定の弾性波を入力することができれば、スペクトル重心によるグラウト充填評価の精度は向上すると考えられる。

(2) 伝播速度とグラウト充填率の関係

表-3 に供試体の伝播速度を示す。φ17、φ26mm P C 鋼棒の梁供試体では、グラウト充填率の増加とともに伝播速度が遅くなる傾向がみられる。これは、グラウト材(伝播速度 3500m/s)の影響によって、P C 鋼棒部分を伝播する弾性波速度が遅くなったためであると考えられる。一方、φ9.2mm P C 鋼棒の供試体では、グラウト充填率 50%以上で伝播速度の違いを確認できなかった。これは、P C 鋼棒が細くなるとグラウト材の影響による速度低下が大きくなる²⁾ために供試体コンクリート中を伝播した弾性波(実測値 4400m/s)が検出されたと考えられる。したがって、P C 鋼棒が太い方がグラウト充填評価できる可能性があると考えられる。

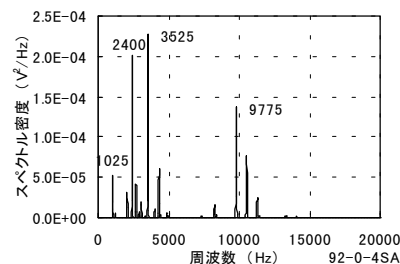
4. 結論

本研究の結果をまとめると以下ようになる。

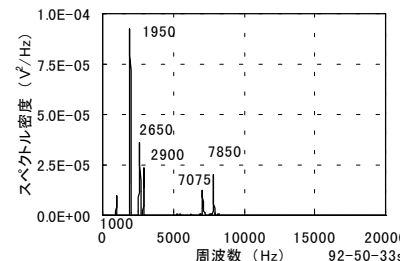
- (1) スペクトル重心は、グラウト充填率の増加にともない低下する。なお、P C 鋼棒が大きくなるとともに、スペクトル重心の低下は小さくなる。
- (2) P C 鋼棒を伝わる弾性波速度は、グラウト充填率の増加にともない低下する。なお、鋼棒が細い場合には速度低下が大きいため、コンクリートを伝わる弾性波が検出される。
- (3) P C 鋼棒が細い場合はスペクトル重心による評価が有効であり、鋼棒が太い場合は、弾性波速度による評価が有効であった。したがって 2 つの評価指標を併用することが有効であると考えられる。

【参考文献】

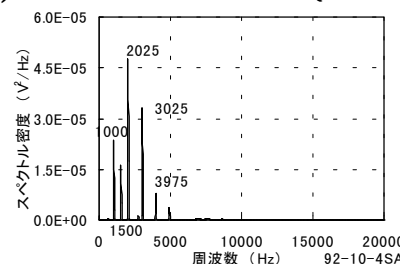
- 1) 岩波光保・大即信明：コンクリート中における弾性波伝播特性に関する基礎的研究、セメントコンクリート論文集、No52、pp598-602、1998
- 2) H.W.Chung: Effects of embedded steel bars upon ultrasonic testing of concrete、Magazine of Concrete Research、Vol.30、No.102、pp19-25、1978.5



(a) グラウト充填率 0% (供試体 C)



(b) グラウト充填率 50% (供試体 B)



(c) グラウト充填率 100% (供試体 A)

図-3 鋼棒径 9.2mm 供試体のスペクトル図

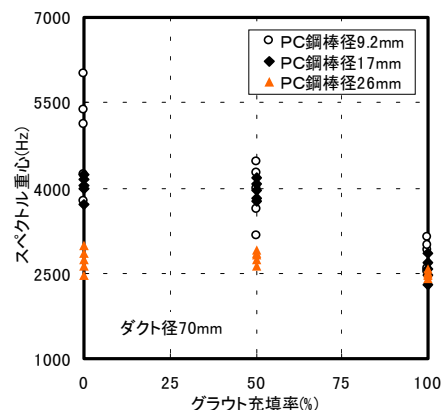


図-4 スペクトル重心とグラウト充填率の関係

表-3 供試体の伝播速度

供試体名	鋼棒径 (mm)	グラウト充填率 (%)	伝播速度 (m/s)
供試体C	9.2	0	5200
供試体B	9.2	50	4400
供試体A	9.2	100	4400
供試体F	17	0	5200
供試体E	17	50	4700
供試体D	17	100	4400
供試体I	26	0	5200
供試体H	26	50	4700
供試体G	26	100	4400