

## 弾性波の伝播速度に着目したPCグラウト充填評価手法に関する研究

岐阜大学 学生会員 国枝 泰祐, 浅野 雅則  
 正会員 鎌田 敏郎, 六郷 恵哲  
 (株)安部工業所 正会員 若山 勉, 横山 博司

### 1. 背景および目的

著者らは, PC グラウトの充填評価に衝撃弾性波法を適用する場合において, 弾性波伝播速度を評価指標として用いる方法<sup>1)</sup>に関して検討を行ってきた. しかしながら, PC 鋼材やシースなどの構成材料の種類やシース内でのグラウト未充填の形態が伝播速度に与える影響については, 十分に把握されていないのが現状である. そこで本研究では, スラブ供試体を用いて, 構成材料の組み合わせやグラウトの充填形態が異なる場合の本手法の有効性について実験的に検討を行った.

### 2. 実験概要

本実験では, 実構造物(PC 給水タンク)に近い断面形状を有する  $2,000 \times 250 \times 6,000$  [mm] のスラブ供試体を用いた(写真-1参照). スラブ供試体の構成材料は, 表-1に示すように, PC 鋼棒 + コンジットシース(以下鋼棒シリーズ)およびPC ストランド + スパイラルシース(以下ストランドシリーズ)の2種類を用いた. また, スラブ供試体内部は, グラウト充填率および充填形態の違いが弾性波伝播速度に与える影響を検討するため, グラウトがPC 鋼材軸方向に対して体積割合で0%, 25%, 50%, 75%および100%充填された5ケース(図および表-1中の(a)), シース全長にわたり下半分に充填されたケース(図および表-1中の(b), 以下h50)およびシース延長において部分的に30%充填されたケース(図および表-1中の(c), 以下p30)の3通りに対してそれぞれ実験を行った.

弾性波の入力位置および受振位置を図-2に示す. 弾性波の入力には, 常に安定した打撃波形が入力可能なインパクトを用いた. 入力位置はPC 鋼材端部の中央部分とし, 入力箇所の違いが評価パラメータに与える影響についても確認するため, グラウト充填側および未充填側からそれぞれ打撃を行った. また, 打撃回数は10回とした. 弾性波の受振には150kHz共振型のAEセンサを用い, 伝播時間の計測にはデジタルAE計測システムを用いた. センサの貼り付け位置は, PC 鋼棒両端部の定着プレート上とした.

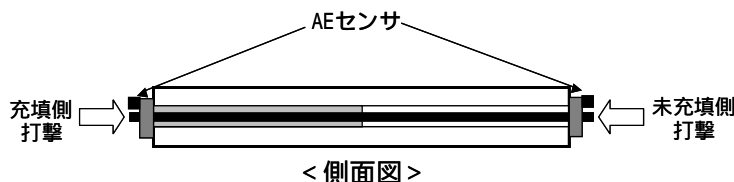


図-2 弾性波入力位置および受振位置



写真-1 スラブ供試体全景

表-1 構成材料およびシリーズ名

		鋼棒シリーズ	ストランドシリーズ
PC鋼材		PC鋼棒( 23)	PCストランド( 19.3)
シース		コンジットシース( 35)	スパイラルシース( 32)
充填形態	グラウト充填率(%)		
(a)軸方向片側未充填	0	●	●
	25	●	—
	50	●	●
	75	●	—
	100	●	●
(b)断面方向一部未充填	50	●	●
(c)軸方向両側未充填	30	●	●

充填形態	側面図	断面図
(a)軸方向片側未充填 (グラウト充填率: 50%の場合)		
(b)断面方向一部未充填		
(c)軸方向両側未充填		

[単位:mm]

図-1 グラウト充填形態

キーワード：非破壊検査, 衝撃弾性波法, 伝播速度, グラウト充填評価, PC 構造物

連絡先 : 〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部社会基盤工学科 TEL/FAX (058)293-2470

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 構成材料の違いが伝播速度に与える影響

図-3に、鋼棒、ストランド両シリーズでの10回打撃における伝播速度のばらつきを、完全未充填、部分充填(グラウト充填率50%)、完全充填に分類して示す。これによると、グラウトの有無にかかわらず、両シリーズ共に全体的に伝播速度のばらつきは小さいことが確認できる。シリーズ間で比較すると、ストランドシリーズにおけるばらつきが鋼棒シリーズに比べて若干大きい。これは、構成材料の特性の違いによるものと考えられる。すなわち、鋼棒の場合は、断面積が全長にわたり一定な連続体と考えられるため、入力された弾性波は軸方向にほぼ一様に伝播するものと考えられる。これに対してストランドの場合は、鋼線をよりあわせたものであり、断面の状態が鋼棒と比較すると全長にわたって均一であるとは言い難い。したがって、同じ方法で弾性波を入力したとしても、伝播経路上の断面の不均一性の影響を受けるため、結果として伝播速度にばらつきが生じたものと考えられる。

図-4に、グラウト充填率と伝播速度の関係を充填側打撃および未充填側打撃のそれぞれについて鋼棒、ストランド両シリーズについて示す。なお、ここに示す伝播速度は10回打撃における平均値である。これによると、両シリーズ共にグラウト充填率が増加するに従って伝播速度が低下することが確認された。これは既往の研究の傾向と一致<sup>1)</sup>しており、構成部材の組み合わせに左右されず本手法を用いることの有効性が示された。また、ストランドシリーズにおけるグラウト充填率の増加に伴う伝播速度の低下の割合は、鋼棒シリーズよりも顕著である。これは、ストランドでは、鋼棒よりも表面積が大きいため、グラウトにより拘束される面積が相対的に大きくなったためと考えられる。

#### 3.2 充填形態の違いが伝播速度に与える影響

グラウト充填率が同じで充填形態の異なるケース(図-4中の50とh50の比較)での伝播速度は、構成材料の違いによらずほぼ同じ値を示しており、充填形態の違いによる伝播速度の変化は見られない。また、部分充填(図-4中のp30)においても同様の傾向がうかがえる。これらより、伝播速度は、シース内部におけるグラウトの体積率による影響が最も大きいと考えられる。

#### 3.3 入力箇所の違いが伝播速度に与える影響

弾性波の入力箇所に着目した場合は、いずれのケースにおいてもグラウト未充填側打撃において得られた伝播速度(図-4中の )の方が充填側打撃により得られた伝播速度(図-4中の )に比べて若干速い。これは、未充填側からの打撃の場合は、入力された弾性波が、まず鋼材単体を伝播した後グラウトの拘束による影響を受けるのに対して、充填側から打撃した際の弾性波は、入力直後にグラウトの影響を受けることによるものと考えられるが、この機構については、さらに詳細に検討する必要がある。しかしながら、その差は小さく、また、入力箇所によらずグラウト充填率が増加するに従って伝播速度が低下する傾向は同じであることから、入力箇所が本手法に与える影響は少ないと考えられる。

### 4. 結論

本研究においては、グラウト充填形態あるいは構成材料が違うケースにおいてもグラウト充填率が増加するに従って伝播速度が低下する傾向が見られ、本手法の有効性が示された。また、弾性波伝播速度はグラウト充填形態の違いによらず、シース内でのグラウトの体積率による影響が大きいことが明らかになった。さらに、上記の傾向は、供試体のいずれの端部を打撃した場合でも同様であった。

### 参考文献

1)北園英明, 鎌田敏郎, 横山博司, 六郷恵哲: 弾性波の伝播特性に基づいた PC グラウト充填評価手法に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.1, pp367-372, 2000

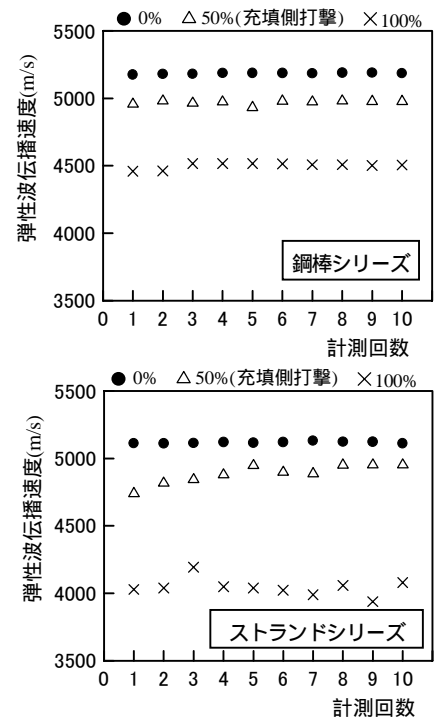


図-3 伝播速度のばらつき

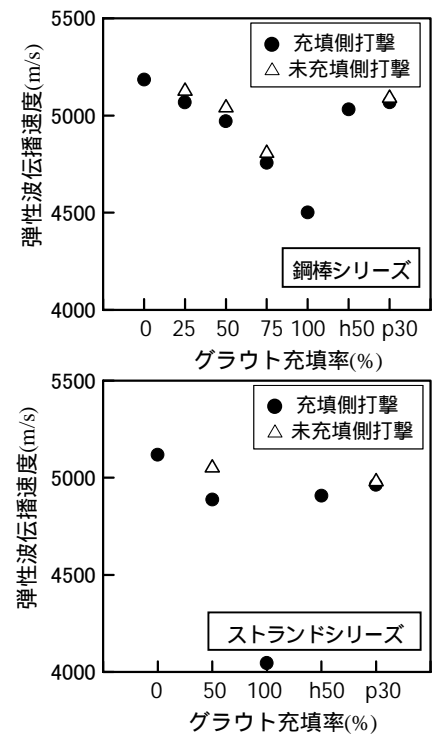


図-4 グラウト充填率  
- 伝播速度の関係