弾性波による PC グラウト充填状況調査法に関する実験的研究

- (社) 日本建設機械化協会 施工技術総合研究所 正会員 ○榎園 正義
- (社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所 正会員 谷倉 泉
- (株)高速道路総合技術研究所 道路研究部 正会員 野島 昭二

1. はじめに

現場の PC 構造物の調査によると、シース内の空隙(充填不足)が劣化を促進する大きな原因となる報告も あり、シース内へのグラウトの注入は厳重な施工管理のもとで確実に行うことが重要である。

PC 橋におけるシース内のグラウトは, PC 鋼材の腐食防止, PC 鋼材との付着力の確保, 導入プレストレスの 伝達が目的である。しかし,現状ではこのグラウトの充填が十分であるかの計測, モニタリングする調査方法 については定量的で確実な調査手法^{1)~2)}が存在しないのが現状である。

そこで本研究は、PC 鋼棒(B種2号φ32 SBPR 930/1180)を有す PC 桁供試体を用い、シース内グラウト充 填の有・無の確認をモニタリングする方法として、弾性波による計測方法を考案し、その適用性を実験的に検 討したものである。

2. 実験概要

2.1 原理

鋼棒の一端に設置した発信センサ(振動子)に高 周波パルスを入力して,数十kHz~数MHzの広帯域の 弾性波動(超音波)を発生する。その弾性波が鋼棒 の長手方向へと伝播する場合,高い周波数の数 MHz の波動は指向性があるため直進し,比較的低い周波 数の数十kHz~数百kHzの波動は指向性がないため, 鋼棒の内部で反射を繰返し,反対側に設置した受信 センサ(振動子)で検知される。

すなわちアンボンド部材(グラウト無し)中のPC 鋼棒は自由表面状態のため,波動をほぼ完全に反射 し、ボンド部材(グラウト有り)中のPC鋼棒周辺で は密着しているシース内のグラウトとの境界から反 射波が徐々に吸収される。したがって,PC鋼棒を伝 播してきた弾性波動の受信波形の変化をとらえるこ とができればPC鋼棒とグラウトの充填および付着の 状況が観測できると考えられる。

2.2 PC桁供試体

供試体は図-2 に示すような PC 桁(桁高さ 65cm, 幅 50cm,長さ 6.4m)で,中央部下方にシース管を配 置し,その中に ϕ 32mm の PC 鋼棒(B 種 2 号 ϕ 32 SBPR 95/120)を1本セットした矩形断面のポストテンシ ョン方式の PC 桁供試体(2 体)である。PC 鋼棒には 52.8tf(×9.81kN)のプレストレスを導入し,その内1 体は緊張力管理用のアンボンドとし,その他の1体 はPC桁のシース内へグラウト材を注入した。コンク リートおよびグラウト材の配合を表-1,表-2に, 圧縮強度を表-3に示す。



キーワード 非破壊検査,AE法,超音波法,PC鋼材の破断,ひび割れ,モニタリング
連絡先 〒417-0801 静岡県富士市大渕 3154(社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所 TEL 0545-35-0212

表-1 コンクリート示方配合表

粗骨材の	スランプ	空気量	水セメント比	細骨材率. s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
也时初30 最大寸法 (mm)	の範囲 (cm)	エペー の範囲 (%)	W/C (%)		水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 NL-4000 C×2%
20	5±1.5	2±1	38	40	163	429	715	1081	8.58

表-2 グラウト材の配合 表-3 コンクリ-

水セメント比 W/C (%)	混和剤 コンベックス208 (C×%)			
38	1.2			

およびグラウト材の強度									
コンクリート(N/mm ²) グラウト材(N/m ²)									
圧縮強度	弹性係数	σ ₇	σ_{28}						
* 86.7	$^{*}_{3.94 \times 10^{4}}$	* 2,471	* 3,717						
<備考>									
コンクリートの音速(d 15×30cm) *4790m/s									

→ ンクリートの音速(φ13×30cm) "4790m/s *印は平均値

2.3 弾性波計測システムと評価方法

弾性波計測のシステム構成を図-3に示す。その受 信波形の状況は、CRTの画面を記録し、受信波形の面 積を計り、波面率 (η ; Ab/Ao×100% Ab: ボンド部 材の面積, Ao: アンボンド部材の面積)として整理・ 評価した。



3.実験結果と検討

3.1 グラウト材の充填による影響

図-4(a~c)は、グラウト注入直前のアンボンド状態の供試体 C におけるシース内へのグラウト充填時の影響について、弾性波計測を適用した受信波形例である。

波面率は、グラウト材の充填状況により、(a) グ ラウト無しの100%から(b)充填中の33.5%、さらに (c)完全にグラウトが充填された状態の2.33%へと大 きな変化が認められた。これは、充填されたグラウ ト材が PC 鋼棒に付着・硬化し始めたことから、伝播 波動の減衰が増大したためと考えられる。また、波 面率はグラウト材の硬化(材令)に伴って、図-5 に示すようにさらに2%程度減少する傾向を示した。

3.2 グラウト充填の有無

PC 桁中のシース内のグラウト充填の有・無につい ては、グラウトを充填する前後および硬化後におい て、鋼棒内の弾性波動の受信波形の変化として明瞭 な形でその現象が把握できた。したがって,あらか じめキャリブレーションを行うことにより,弾性波 計測による波面率の状況からグラウトの充填度の評 価が可能と考えられる。



図-4 グラウトの充填による影響(供試体 C)



図-5 グラウトの充填および硬化による影響

4. 結論

本実験で得られた主な結果は、下記に示すとおりで ある。

PC 桁中の鋼棒(φ32) に弾性波を入力し, PC 鋼棒 を伝播してきた波動状況からシース内のグラウト充 填の有・無をグラウトの硬化前・後で容易に検知す ることができた。

参考文献

- 1) 鎌田敏郎ほか:弾性波による PC グラウト充填 評価手法の実構造物への適用,土木学会論文集
- 2) 魚本健人ほか: AE 計測によるプレストレスト コンクリートのシース内グラウト充填度判定 方法, 生産研究, vol. 39, No. 4, 1987. 4, PP. 23~ 26