

各種非破壊検査技術を用いた PC グラウト充填調査のフィールド実験

(株)日本ピーエス 正会員 ○福島 邦治
山口大学大学院 学生会員 山田 浩司
(株)エッチアンドビーシステム 正会員 木下 尚宜
山口大学大学院 正会員 吉武 勇

1. はじめに

現在、PC 桁主ケーブルのグラウト充填調査技術として、X線法(以下、XRT)、インパクトエコー法(以下、IE)、広帯域超音波法(以下、WUT)などが用いられている。これらの非破壊検査技術は、それぞれの調査精度について研究事例はあるものの¹⁾、測定可能なシースカぶりや調査に要する時間(調査時間)などを比較し、その適用性について調べたものはほとんどない。そこで本研究では、PC グラウトの充填状況が既知である実橋規模のPC 桁供試体に対して、XRT、IE、WUTの適用性を比較・検証し、各グラウト充填調査技術の特徴を明らかにした。

2. 使用機器および測定条件

本研究のXRTには、照射に携帯式工業用X線検査装置を用いた。撮影条件を管電圧250kVp、管電流3mA、X線照射範囲(FFD600mm)、照射時間を3分とした。X線照射時には放射線被ばく防止のため離隔距離を5mとし、検査装置の周囲を立ち入り禁止とした。検出媒体には医療用のX線フィルムと増感紙を使用した。IEでは、直径8mmのインパクトと呼ばれる弾性波の入力装置および振動センサと波形記録装置を使用した。WUTでは、直径76mmの発信および受信探触子、探触子用の接触媒体、超音波発生装置およびパソコンと解析ソフトからなるシステムを用いた²⁾。なお、IEおよびWUTでは離隔距離が不要であった。

3. 実験方法

本研究では、桁長35mのポストテンション方式の単純T桁供試体を使用した。供試体側面図および断面図を図-1に示す。本供試体の部材厚は中間部で340mm、端支点部で550mmである。本供試体には、製作時にケーブル毎に異なるグラウト充填区間と未充填区間を設けてあり、グラウトの充填状況が既知の区間で調査を行った。XRTでは、桁側面から約1m離れた位置にX線装置をセットし、図-1に示す2点で充填調査を実施した。IEとWUTでは部材厚550mmの端支点部(No.1)で1点、部材厚340mmの主桁端部(No.2~No.6)と、グラウト未充填部(No.7, No.8)およびグラウト充填部(No.9)で8点、合計9点で充填調査を行った。なお、IEによる調査では、1箇所に対して5回計測を行った。またWUTによる調査では、測定シーカ相当位置のコンクリート表面上に接触媒体を塗布した発信・受信探触子を設置し、その間隔を500mmと一定に保ちながら1箇所

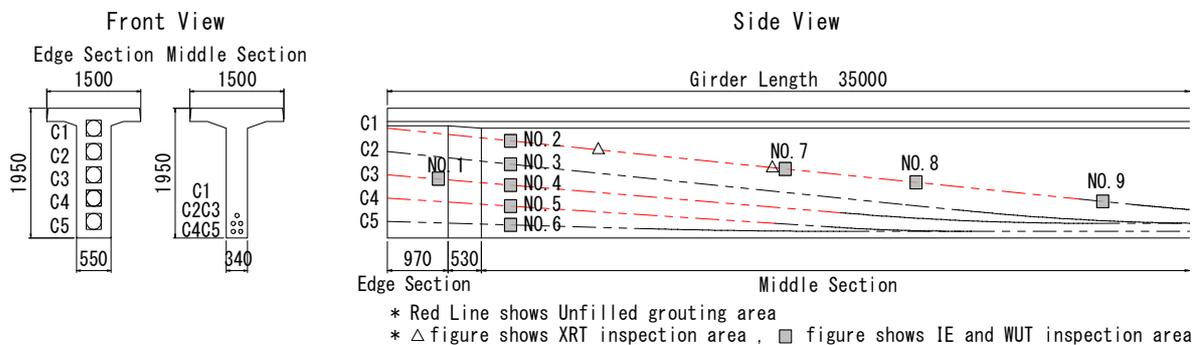


図-1 供試体側面図および断面図

キーワード 非破壊検査, X線法, インパクトエコー法, 広帯域超音波法, PC グラウト

連絡先 〒812-0024 福岡県福岡市博多区網場町 2-2 福岡第一ビル 6階 TEL: 092-262-5120

所に対して4点の計測を行った。非破壊検査の実施前には、電磁波レーダーを用いて各ケーブル位置およびシースかぶりを特定した。

4. 結果と考察

XRTによる充填調査の撮影画像例を図-2に示す。シースの外形は観察できたものの、PCグラウトとPCケーブルは目視確認できなかった。XRTでは2点で調査を行ったが、本研究で使用したようなX線装置の規格では調査対象の部材厚が340mm、シースかぶり140mm程度の条件では判定不能であった。なお、既往の研究で用いられているCR法りなどの解析手法を併用することで充填判定できる可能性も考えられる。

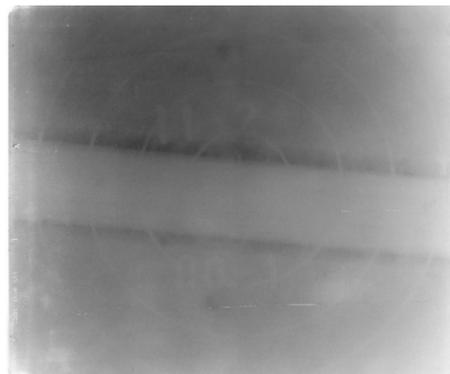


図-2 XRTによる撮影画像

表-1 PCグラウト充填判定結果

| NO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Actual | IG | IG | CG | IG | IG | CG | IG | IG | CG |
| IE | UK | IG | CG | UK | UK | CG | IG | IG | CG |
| WUT | IG | IG | CG | UK | IG | CG | UK | UK | UK |

IG:Incomplete Grouting, CG:Complete Grouting
UK:Unknown Grouting

IEおよびWUTによるPCグラウトの非破壊充填判定結果(No.1~9)を表-1に示す。これらの方法で充填と判定された箇所は、実際の充填状況とすべて一致したが、充填判定できなかった箇所(不明)は、IE・WUTでそれぞれ3点、4点あった。計9測点の比較を勘案すると、両者に有意な差異はみられないと考えられる。

ここで端支点部(No.1)におけるWUTによる充填判定結果を図-3に示す。WUTでは最も部材厚の大きい端支点部(部材厚550mm)でも充填判定が可能であった。また、PCグラウト充填判定が可能なシースかぶりは、IEで134mm~143mm、WUTで134mm~192mmであった。本実験では、充填判定に必要な1測点あたりの調査時間は、照射時間、機材の据え付け時間および現像時間を含めてXRTでは50分程度であった。一方、IEとWUTでは、充填判定精度を高めるため、1測点につき4~5回の計測を行ったが、いずれも約20分であったことから、調査時間において優位性がみられた。

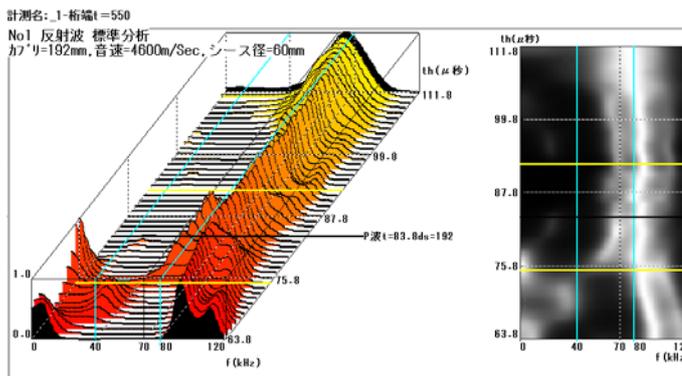


図-3 端支点部におけるWUT判定結果

5. まとめ

- (1) コンクリート版厚が340mmおよびシースかぶりが140mm程度の場合、本研究で使用したようなX線検査装置では充填判定が不能であったが、IEとWUTでは充填調査が可能であった。さらにコンクリート部材厚およびシースまでのかぶりが最も厚い端支点部(550mm厚)においても、WUTでは実際の充填状況と一致する結果が得られた。
- (2) 同一箇所におけるPCグラウト調査の結果、実際の充填状況との一致率はIEで67%(6/9)、WUTでは56%(5/9)であり、調査時間においても有意な差異はみられなかった。

参考文献

- 1) 青木圭一, 渡邊晋也, 三加 崇, 宮永憲一, 睦好宏史: 供用後40年経過したPC桁の性状から推定されるPC橋の性能評価, 土木学会論文集E2, Vol.71, No.3, pp.283-302, 2015.
- 2) 濱岡弘二, 青木圭一, 原 幹夫, 木下尚宜: 広帯域超音波法を用いたPCグラウトの充填調査, プレストレストコンクリート, Vol.56, pp.35-40, 2014.