

## カメラスコープを利用したPCグラウト充填状況の確認方法

ドービー建設工業株式会社	正会員	○ 毛利 忠弘
同 上	正会員	今村 晃久
同 上	正会員	新谷 英司
NECシステム建設株式会社		児島 帝二

### 1. はじめに

現在、PC構造の品質および性能を保証する上で最も重要な要素は、「PCグラウト充填」にあると考えられている。そのため、国内外においてグラウト材料、グラウト方法および品質管理に対する研究や基準づくり<sup>1)~5)</sup>が盛んに行われている。また、グラウト充填度評価については、衝撃弾性波、超音波、レーダー波、X線透過、中性子などによる非破壊検査方法<sup>6)~8)</sup>を中心に精力的に研究開発が進められている。

非破壊検査は、既設構造物のメンテナンスや初期欠陥の発見に大いに役立つと思われるが、その各手法においては、感度、判定基準、適用範囲、検査費などについて課題が見受けられる。そこで、現状においては目視検査と非破壊検査を適切に組み合わせた検査手法が有効になるものと考えた。

本研究では、簡易的な方法で精度よくグラウト充填状況を目視検査できる手法を確立することを目的に、カメラスコープを利用したグラウト充填確認方法の実証実験を行った。以下にその実験結果について報告する。

### 2. カメラスコープによるグラウト充填確認方法

探査道付きシースは、**図-1**に示すようにポリエチレンシースと探査道で構成される。本装置による目視検査方法は、単純明快であり、**写真-1**に示すカメラスコープ装置のカメラヘッド(直径 $\phi$ 20mm)を探査道に挿入し、ポリエチレンシースに開けた穴を通してシース内のグラウト充填状況を覗くというものである。**写真-2**に探査道をポリエチレンシースに差し込んだ状態を示す。主ケーブルのグラウト未充填箇所は、シースの潰れや欠陥がなければブリージング水や空気が溜まりやすい端部や中間支点部などのシース内上側にできると考えられる。そのため、

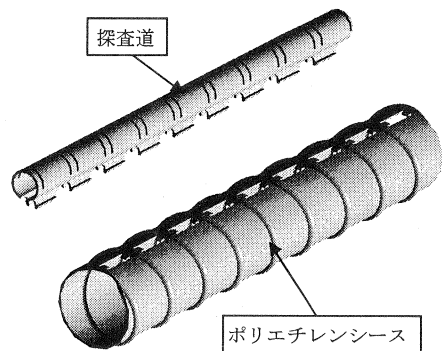


図-1 探査道付きシース

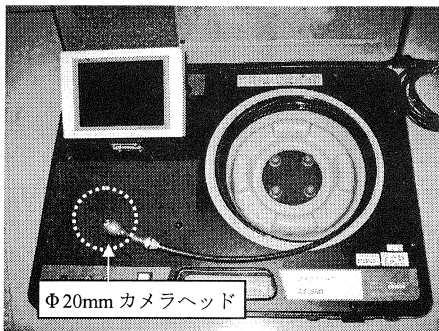


写真-1 カメラスコープ装置

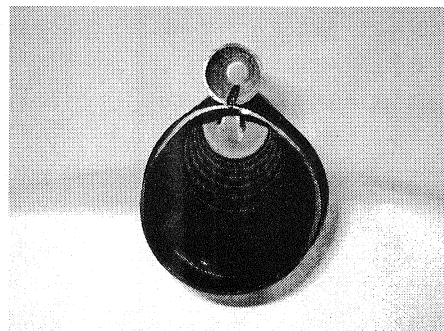


写真-2 探査道の取付け状態

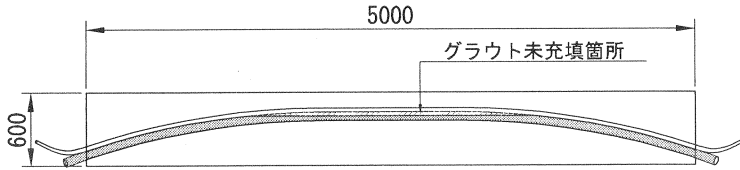


図-3 探査道付きポリエチレンシース

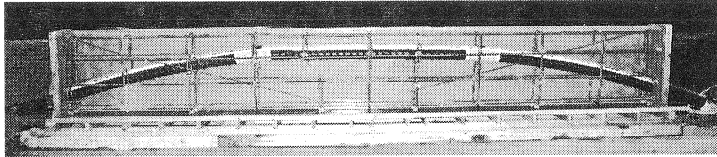


写真-3 探査道付シースの設置状況

カメラスコープによるシース内検査を実施することを前提に探査道をシース上側に設置することを想定している。また、グラウト未充填の位置は、カメラケーブルの長さを測ることで確認できる。

探査道は、その断面形状を保持させるため、材質は硬質な塩ビ製とし、軸方向に対してケーブル形状に合わせて曲がるようにスリットを入れた。

### 3. 実験概要

本実験の目的は、PCグラウト充填目視検査方法に対して以下の項目を確認することである。

- 1) 充填箇所と未充填箇所が判別できるか。
- 2) 未充填箇所の位置がわかるか。
- 3) 未充填箇所にグラウト再注入できるか。
- 4) 再注入グラウト充填を確認できるか。
- 5) コンクリート打設時にペースト漏れがないか。
- 6) グラウト注入時に探査道が閉塞しないか。
- 7) グラウト硬化後に探査道中の挿入管(PEパイプ)が引き出せるか。

試験体は、図-3に示すようにグラウト未充填箇所が発生しやすいポストテンション方式のPC連続桁構造の中間支点部をモデル化した。探査道付きシースの設置状況を写真-3に示す。

本装置を用いたグラウト工の作業手順を図-2に示す。本実験では、先に示した目的のためにグラウト充填後に2リットルのグラウトを抜き取り、意図的に未充填箇所を作り、カメラスコープによる目視検査、グラウト再注入およびその確認までを行った。

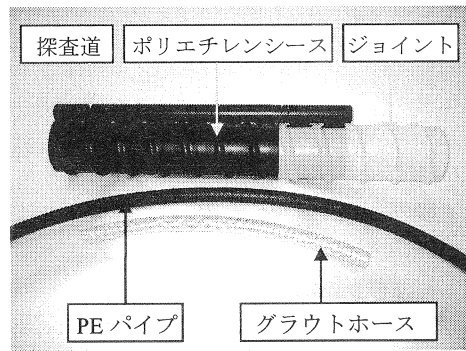


写真-4 探査道付きシースの部品

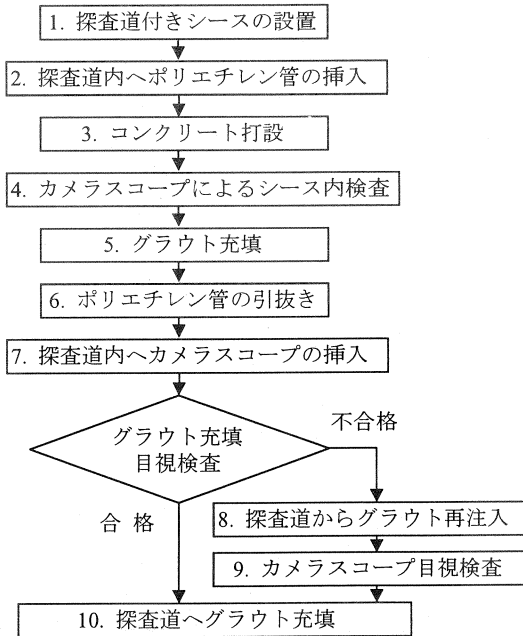


図-2 作業手順

#### 4. 実験結果および考察

##### (1) グラウト充填箇所と未充填箇所の区別

探査道の内側をカメラスコープ映像について、写真-5にグラウト充填良好箇所の状況を示し、写真-6にグラウト未充填箇所の状況を示す。両者の区別は、予想以上に明瞭なものであった。グラウト充填が良好な場合は、探査道の内壁にグラウトが付着し、のぞき孔も完全に塞がっている状態である。これに対してグラウト未充填箇所では、グラウト付着跡が見られず、のぞき孔からシース内の空洞が確認できた。(写真-6 下側部分)

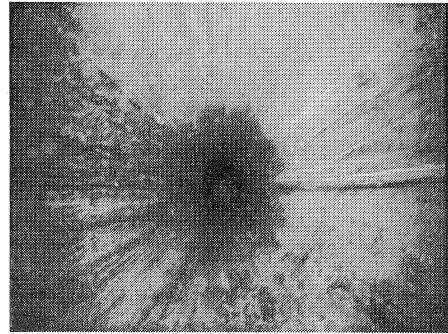


写真-5 グラウト充填良好箇所

##### (2) 未充填箇所の位置

グラウト未充填箇所の位置は、カメラスコープのケーブル長さを測定することで判断できる。本実験では、グラウト未充填箇所が端部から約1.2mの位置から始まり、2.2mの区間続いており、ほぼ試験体の中央部に位置していた。このように、非破壊検査では、欠陥箇所の位置同定が困難であるが、目視検査では容易にその位置を確定できる利点を有している。

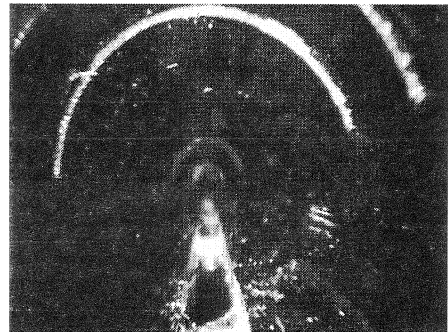


写真-6 グラウト未充填箇所

##### (3) 再注入グラウトの充填確認

グラウト未充填部にグラウト再注入を行った。再注入グラウトは、1回目のグラウトとの識別がつかないように色粉を混ぜた。写真-7に探査道中からグラウト再充填を行った後の状況を示す。結果として、再充填された状況を確認することはできたが、のぞき孔を完全に塞ぐことはできなかった。これは、空洞を確保する目的でグラウトホースを端部まで引き出したが、ホースが途中で引きちぎれたため再度挿入したことが原因である。しかし、試験体を切断した結果(次頁、写真-9,10)では、シース内に関しては完全に再充填されていることが確認できた。

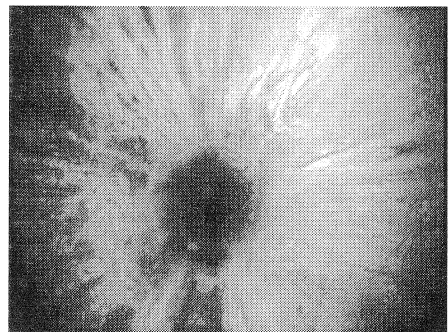


写真-7 グラウト再充填状況

##### (4) 探査道付きシースの施工性

実験結果から、当初目的である充填確認・再注入およびその確認について良好な結果が得られたが、施工性に関しては、以下の課題が明らかとなった。

- 8) 探査道とポリエチレンシースの接続部に隙間ができる。スポンジテープでペースト漏れ防止を行ったが、密封性を高めるためにはシール等の処置を考える必要がある。
- 9) グラウト注入時に探査道とPEパイプの隙間からグラウトが漏れた。ゴムバンド等で出口を縛っておく必要がある。
- 10) 計画では、グラウト硬化後に探査道に挿入したPEパイプを手で引き抜くことを考えていた。しかし、引抜く力は、探査道内にグラウトが付着するため手で引抜けるレベルではなく、レバーブロックを必要とした。
- 11) グラウト再充填後にカメラスコープを探査道に挿入したが、カメラヘッドが引っかかる所が数箇所あった。ワイヤーの先に取り付けたブラシ等を用いて清掃を行い、引っかかりを取り除く必要があった。

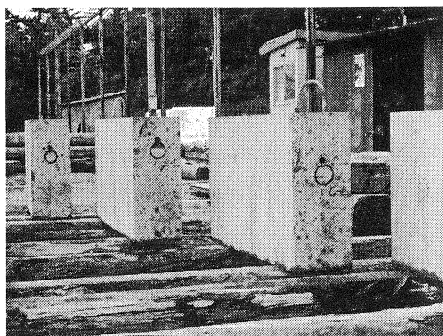


写真-9 試験体の切断状況

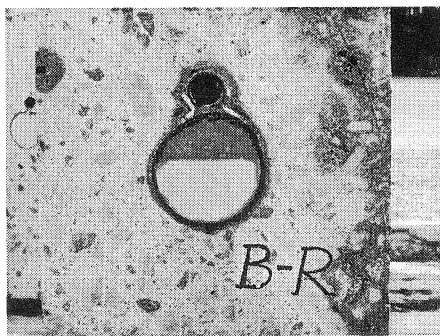


写真-10 グラウト再充填部の切断面

## 5. おわりに

カメラスコープを利用してPCグラウト充填状況を目視検査し、未充填箇所に対してグラウト再注入する実験を行った。実験の結果、グラウト未充填箇所を連続的に目視確認するとともに修復することができることを確認した。本検査方法は、簡便で専門技術者を必要とせず、実用的な方法と考える。

しかし、探査道付きシースは、新設構造物においてグラウト施工時に目視検査する技術であり、既設構造物の点検には適用できない。また、探査道側に屈曲する箇所ではケーブル腹圧力が空洞部に作用するため使用できない。さらに、シースの上に探査道があるため、かぶり、あき、鉄筋やケーブルの取り合いを確認しなければならない。といった欠点があり、万能な検査方法ではない。

今後は、先に示した課題に加え上記の欠点を改善すべく検討を行う所存である。その方向性としては、シース中に探査道を設けることを考えている。その場合は探査道直径を小さくする必要があるが、工業用ファイバースコープとして、ケーブル長 3.0m、カメラヘッド直径φ6mm という製品が市販されており、ケーブル長の問題が解決すればすぐに実現可能であると考えられる。工業製品の発展は目覚しく、目視検査技術もそれに伴って発展していくものと考えられ、大いに楽しみである。次回は、実構造物の適用を含めて報告したいと考えている。

## 参考文献

- 12) 土木学会：コンクリート標準示方書 施工編, 2002
- 13) プレストレスト・コンクリート建設業協会：PC グラウト&プレキャスト PC 鋼材施工マニュアル(改定版), 2002
- 14) 日本コンクリート工学協会：コンクリート診断技術 '02, 2002
- 15) 向野元治, 笠倉和義：ポストテンション緊張材のグラウト特性, プレストレストコンクリート, Vol.45, No.3, pp.57~64, 2003
- 16) SEEE 協会グラウト特別分科会：PC グラウトの練混ぜ方法に関する基礎研究, プレストレストコンクリート, Vol.45, No.1, pp.90~96, 2003
- 17) 鎌田敏郎：PC 構造物のメンテナンスにおける非破壊検査, プレストレストコンクリート, Vol.45, No.1, pp.51~58, 2003
- 18) 望月秀次, 本間淳史, 上東 泰：非破壊検査を用いた PC グラウトの点検と補修, プレストレストコンクリート, Vol.37, No.6, pp.67~74, 1995
- 19) 藤井 学, 宮川豊章：PC グラウト充填状況の非破壊検査法, 土木学会論文集, 第 402 号/V-10, pp.15~25, 1989