

# MS センサーによる PC グラウトの充填確認方法

## Methods for Verifying Pre-stressed Concrete Grout Using MS Sensors

北 倫 彦<sup>\*1</sup>

Tomohiko Kita

河 野 導<sup>\*2</sup>

Osamu Kouno

城 戸 昌 樹<sup>\*2</sup>

Masaki Kido

船 田 茂<sup>\*2</sup>

Shigeru Funada

【キーワード】 PC グラウト MS センサー 充填確認 残留空気

### 1. はじめに

プレストレストコンクリート橋梁の PC グラウトは、PC 鋼材の腐食防止、PC 鋼材とコンクリートの一体性を確保する上で重要な役割を果たす。

PC グラウトの充填不良によってシース内に空気が残留すると PC 鋼材発錆の危険性が高まるが、内ケーブル方式を採用する場合、PC グラウトの充填状況を全線に渡って直接目視で確認することは難しいため、センサーを用いた充填確認方法が広まりつつある。

以下に、PC グラウトによる腐食防止の効果、残留空気発生原因と抑制方法、及び充填確認センサーについて解説するとともに、実施工においてセンサーによる充填確認を実施した例を紹介する。

### 2. PC グラウトによる腐食防止の効果

内ケーブル方式のプレストレストコンクリート橋梁では、シース内にPC鋼線を配置して緊張し、PCグラウトを充填することが一般的に行われる。

シース内部をPCグラウトで満たすと、腐食の要因である水と空気が排除されることに加え、セメントを主成分とするPCグラウトのアルカリ分によってPC鋼材の表面に不動態被膜が形成され、腐食が生じない。

しかし、シース内に空気が残留すると、PC鋼材表面に不動態被膜が形成されず、残留空気内に溜まった水分や空気によってPC鋼材が発錆する可能性が高まる。

PC鋼材には、常時高い引張応力が作用しており、腐食による断面欠損が大きくなると脆性的な破断が生じ、プレストレストコンクリート橋梁の耐荷力が急激に失われる事態になりかねない。

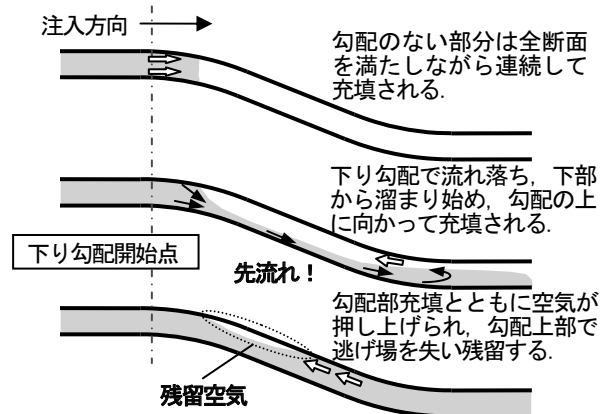


図-1 先流れによる残留空気の発生

### 3. 残留空気発生原因と抑制方法

#### 3.1 残留空気発生原因

残留空気を発生させる主な原因は、シース下り勾配部における「先流れ」と呼ばれる現象である。

先流れ現象の詳細を図-1に示す。注入中のPCグラウトの先端が下り勾配にさしかかった時に、シース内部の全断面を満たすことなく流れ落ち、下り勾配の下方から空気を押し上げながら充填されていく現象であり、押し上げられた空気が勾配上部で逃げ場を失って残留する。

#### 3.2 残留空気抑制方法

通常はPCグラウトに適度な粘性を与えて下り勾配部での流れ落ちを防止し、シース内全断面を満たしながら充填させることで先流れを防止している。

また、空気の残留し易い下り勾配開始点から数10cm程度下がった位置に中間排気孔を設け、先流れが生じてても残留した空気を排出することが標準的に行われる。この場合、排出口のグラウトホースがPCグラウトで満たされることで確実に充填されたと判断する。

ただし、上記の方法は充填状況を直接確認するものではなく、これらに替わる、あるいは併用する方法として実物大供試体を行って確実な充填が行える配合と注入手順を決定する方法、シース内面に充填センサーを配置して注入時グラウト充填を検知する方法、シース内ファイバースコープで目視確認する方法、コンクリート部材表面から超音波による非破壊検査で確認する方法が開発され、実橋における実施例が増えつつある。

### 4. MS センサーによる充填確認方法

#### 4.1 MSセンサーの測定原理

MSセンサーは接触した物質の放熱係数の違いを検知する機器であり、PCグラウトに限らず水分の検知など建設工事以外の用途にも広く用いられる。

センサーには写真-1に示すとおり内部に熱電対とヒーターが組み込まれている。ヒーターを加熱するとその熱が周囲の物質に伝わり、センサー内部に温度差が生じるが、この温度差は接触した物体の種類やその状態によって異なった値となる。

MSセンサーはこの温度差に応じた電圧の値を出力するもので、シース内部で空気と接触していた状態で、充填されたグラウトに接触した状態では出力電圧値が変化するため、PCグラウトの充填確認が可能となる。

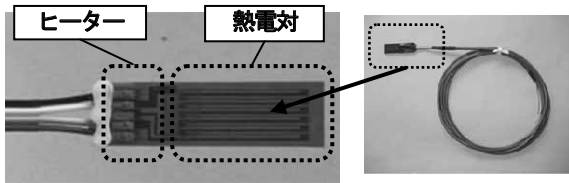


写真-1 MSセンサー

開発元の資料では、出力電圧値はPCグラウト充填前の空気と接している状態で7.0mV以上、PCグラウトと接触した状態で3.0mV以下の値を示すとされるが、後述する測定事例では、グラウト充填前後で出力電圧値が10.0mVから1.0mVまで変化し、明確な判別が可能である。

#### 4.2 MSセンサーの使用法

MSセンサーは配置された位置のみで接触した物体の変化を検知する。そのため、実施工では特に残留空気発生の可能性が高い下り勾配開始点からやや下った位置に重点的に配置する方法がとられる。

### 5. 実橋における充填確認実施例

当社施工のプレストレストコンクリート橋梁における、MSセンサーによるPCグラウト充填確認例を紹介する。

#### 5.1 橋梁諸元

工事名：平成20年度若狭高架橋上部工（P12-P18）工事  
 発注者：内閣府沖縄総合事務局開発建設部  
 工期：平成20年11月～平成22年12月  
 構造形式：PC6径間連続箱桁橋（上下線）  
 橋長：239.7m（支間割40.7m×4+39.6m+37.3m）  
 有効幅員：12.6～20.7m

本橋梁は海洋上に固定支保工方式で架設される。主方向のPC鋼材はSWPR7BL 12S15.2、定着工法はSEEE工法、シースはポリエチレン製内径75mmが用いられた。

#### 5.2 MSセンサー配置方法

本橋梁におけるMSセンサー配置方法を図-2に示す。橋梁の施工は全長を4つの区間に分けてP18側より行い、施工区間毎にPC鋼材の緊張とPCグラウト注入を行った。

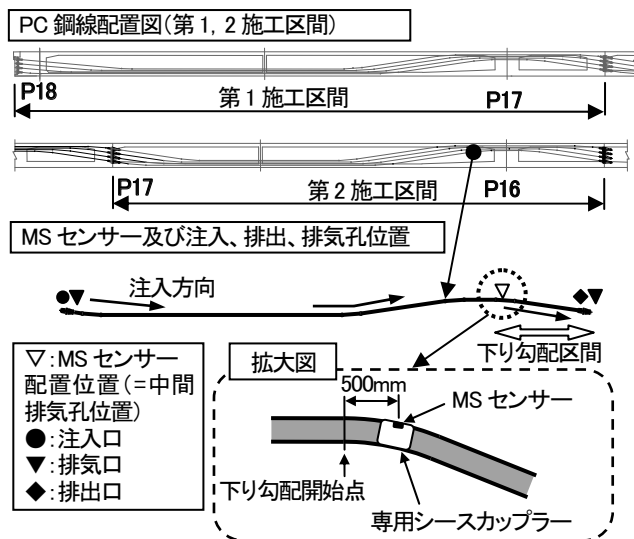


図-2 MSセンサー配置方法

PC鋼材は支点部で上縁付近に、支間中央部で下縁付近に配置され、縦断線形は山谷を繰返す形状となっている。

注入はP18側から行ったが、全PC鋼材に下り勾配が1ないし2箇所あり、各下り勾配開始点から0.5mの位置に、写真-2の排気孔を備えたセンサー取付用専用シースカップラーを配置し、内側上面にMSセンサーを取付けた。

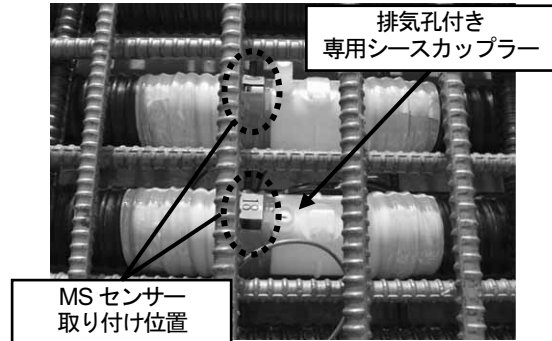


写真-2 センサー取付用専用シースカップラー

#### 5.3 MSセンサーによる充填確認結果

本橋梁のPCグラウト注入作業において、MSセンサーによる充填確認を行った結果を図-3に示す。

出力電圧は充填前の状態で10mVの値を示していたが、PCグラウトの到達とともに1.0mVまで低下し、PCグラウトが確実に充填されたことが確認できた。

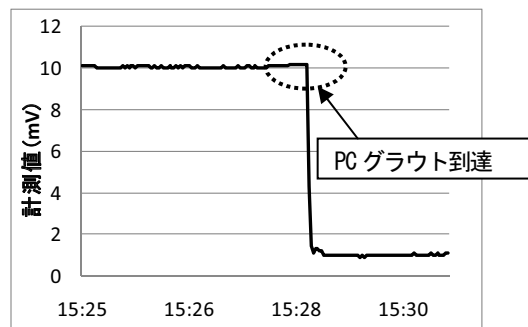


図-3 MSセンサー測定データ

### 6. まとめ

MSセンサーはPCグラウト充填を容易かつ確実に確認できる手段であり、今後PCグラウトの充填確認に活用されることが期待される。その際に本報告の内容が参考になれば幸いである。

謝辞：内閣府沖縄総合事務局開発建設部をはじめとする工事関係者のご指導、ご協力のもと、本報告に至りました。この場を借りて感謝の意を表します。

#### 【参考文献】

- 1) (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会：PCグラウト&プレグラウトPC鋼材施工マニュアル，2006。
- 2) (社)プレストレストコンクリート技術協会：PCグラウトの設計施工指針，2005。