

センサーによるグラウト充填の確認について

（社）PC 建設業協会 正会員 ○正司 明夫
 日本道路公団 静岡建設局 正会員 青木 圭一
 日本道路公団 技術部 大城 壮司
 （社）PC 建設業協会 正会員 細野 宏巳

1. 目的

プレストレストコンクリート（PC）構造物におけるグラウトは、PC鋼材とコンクリートとの付着確保、PC鋼材の防錆に重要な要素であるが、近年、世界的にPCグラウトの充填不良が報告されており、これが原因で落橋に至った事例¹⁾も報告されている。特に、内ケーブル方式では、グラウトを直接目視できないため、流量計による流量管理、全断面での充填が容易でブリーディングの生じない高粘性型ノンブリーディンググラウトの使用等をこれまで実施してきている。しかし、PC構造物は確実なグラウト充填が前提であり、グラウト充填を確認することは、その後の維持管理を進める上で必要不可欠である。

そこで、直接グラウト充填度を確認する方法として、種々の方法が確認されているが、本報告ではシース内に直接センサーを埋込み、グラウト注入中およびグラウト硬化後の充填度検査の適用性について報告を行うものである。なお、本試験においては、注入勾配0%で超低粘性グラウトを使用したものと、注入勾配5%で高粘性グラウトを使用したものの2タイプを行っているが、本報告では、充填度の判別がより困難な状況にある注入勾配0%で超低粘性グラウトを使用したものについて報告する。

2. 試験方法

使用したセンサーは、MSセンサーと振動デバイスである。MSセンサーはセンサー部に熱電対とヒーターを組み合わせたものであり、熱伝導率が異なる周囲媒質によって、ヒーターから放熱される熱量が変化することによってセンサー内の温度差が変化し、出力電圧が異なることを利用して判別を行うものである。グラウト未充填の場合は7mV以上の出力電圧となり、グラウトが充填された場合は5mV以下の出力電圧となる。一方、振動デバイスは、圧電セラミックで製作したものであり、センサー自体を可聴域の周波数で振動させ、周囲媒質（空気、水、グラウト）の違いにより検出させる周波数特性の違いによって出力電圧が異なるため、この出力電圧の違いを事前に把握することにより識別を行うものである。センサーの配置位置を図-1に示す。図-1(1)はMSセンサーの配置位置であり、図-1(2)は振動デバイスの配置位置である。

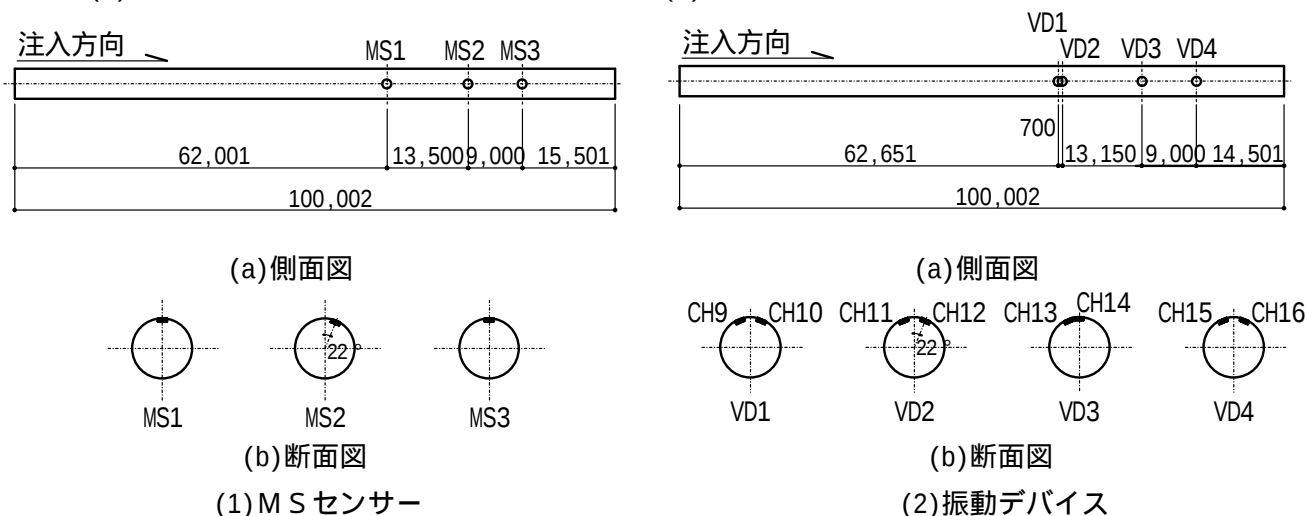


図 - 1 センサー配置図

キーワード グラウト充填検知，センサー，非破壊検査

連絡先 〒102-0093 東京都千代田区平河町 2-1-1 オリエンタル建設（株）本社第二技術部 TEL 03-3261-1176

3. 実験結果

MSセンサーによる計測結果を図-2に示す。グラウト注入前は7～10 mVの出力電圧であったものが、グラウト到達後は急激に低下し、5 mV以下となっている。また、ポンプ停止後に出力電圧が高くなっているのは、グラウトの対流がなくなり、放熱量が小さくなったため温度差が大きくなったためである。しかし、依然として、5 mV以下の出力電圧であり、グラウト硬化後もグラウトの有無を確認できることを示唆していると考えられる。

振動デバイスによるグラウト充填の判定は、本試験では表-1に示す判定条件により決定した判定装置のランプの色より行った。これを記号で示したものが図-3である。図より、注入側から順にグラウトが充填されていく状況が確認できた。CH14で、水と判定されている部分はブリージング水に反応した可能性もあるが、硬化後、試験体を解体した結果、センサー付近もグラウトが充填されていた。また、CH12あるいはCH15で途中水と判定されている部分があるが、この部分においてもグラウトは充填性されていた。グラウト材料試験においても、超低粘性グラウトは一次時に微量のブリージング水が発生したが、体積変化に影響を与えるほどのものではなく、一時的にブリージング水が発生したが、その後消滅したか、あるいは判定時の誤差の可能性もある。また、グラウト充填の保証を行うために注入終了後加圧したが、その後、計測不能となった。これはセンサーの耐圧力が0.3Mpaであり、それ以上の圧力を与えたからである。

4. 考察

MSセンサー、振動デバイスともにグラウト充填の確認を行うことが検証できた。ただし、振動デバイスによってグラウト硬化後もグラウトの存在を確認するためには、グラウト充填後に行う加圧に耐えられるものにする必要がある。また、CH12あるいはCH15で途中水と判定されたものがブリージング水であるか、あるいは判定時の誤差であるかの原因を究明することも必要となる。今後、センサー自体あるいは判定時のばらつきを把握することにより、センサーのシース内での設置位置によって、確実にグラウト充填度の判定ができるものと考えられる。

本検討は（社）プレストレスト・コンクリート建設業協会で行われた「PC橋のグラウトに関する技術検討」の一環として行われたものである。センサー関係では、東亜電気(株)、曙ブレーキ工業(株)に提供を受けた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1)PCグラウトの注入実験（その2）- 実物大（延長100m）グラウト注入試験結果 - ,平成15年度全国大会第57回年次学術講演会

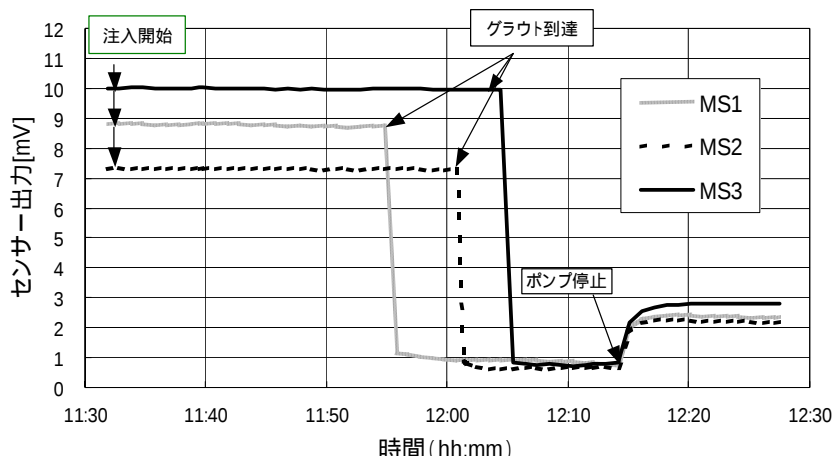


図-2 MSセンサーによる計測結果

時刻	CH9	CH10	CH11	CH12	CH13	CH14	CH15	CH16	試験状況
11:30:38	-	-	-	-	-	-	-	-	注入開始
11:58:31	○	○	-	-	-	-	-	-	
11:58:57	○	○	○	×	-	-	-	-	
11:59:01	○	○	○	○	-	-	-	-	
12:04:28	○	○	○	○	○	-	-	-	
12:08:12	○	○	○	○	○	-	○	○	
12:16:56	○	○	○	○	○	-	○	○	
12:17:40	○	○	○	○	○	-	-	○	
12:18:24	○	○	×	○	○	-	○	○	加圧(1回目)
12:31:06	○	○	×	○	○	-	○	×	加圧(2回目)

判定凡例 - : 空気 : 水 ○ : グラウト × : 判定外

図-3 振動デバイスによる計測結果

表-1 判定基準

種類	周波数(Hz)		ピーク波形(V)	
	最小	最大	最大	最小
空気	7600	12000	2.5	10.0
水	4800	7600	3.3	10.0
グラウト	2900	4800	3.3	10.0