

# リパッチ工法に使用するセメント系補修材の 体積抵抗率

|      |       |      |
|------|-------|------|
| 大阪支店 | 土木技術部 | 武智愛  |
| 大阪支店 | 土木技術部 | 山村智  |
| 大阪支店 | 開発営業部 | 鴨谷知繁 |
| 技術本部 | 技術部   | 深川直利 |

**概要：**既設 PC 橋においてグラウト充填不足が確認されており、特に塩化物イオンが侵入している場合には、マクロセル腐食の発生が懸念される。マクロセル腐食の抑制方法の一つとして体積抵抗率の高い材料の使用が挙げられるため、本稿では、リパッチ工法に標準的に使用されるセメント系補修材（RP シリーズ）と従来のグラウト再注入に用いられる材料（N シリーズ）の体積抵抗率について、基礎的検討を行った。その結果、RP シリーズは N シリーズに比べて体積抵抗率が約 6 倍高くなり、マクロセル腐食の抑制を目的とした場合、RP シリーズが有効であることが確認できた。

**Key Words：**リパッチ工法、マクロセル腐食、体積抵抗率

## 1. はじめに

既設のポストテンション方式PC橋において、グラウト充填不足が確認されている。既設グラウト部は凍結防止剤に由来する劣化因子の侵入により塩化物イオンを含んでいるとされており、その場合には、グラウト再注入を施した後の既設グラウト部をアノード、補修部をカソードとするマクロセル腐食の発生が懸念される。そこで本検討では、マクロセル腐食を抑制する要因の一つとして挙げられる体積抵抗率の高い材料に着目し、リパッチ工法に標準的に使用しているセメント系補修材とグラウト再注入に一般的に用いられるグラウトについて、基礎的検討を行った。

## 2. 試験概要

体積抵抗率の測定方法を図-1、測定状況を写真-1に示す。JSCE-K 562-2013「四電極法による断面修復材の体積抵抗率測定方法(案)」<sup>2)</sup>に準拠し、本試験では電圧30V、70Hzの条件下で測定した。また、試験体の容積基準質量含水率はJIS A 1476<sup>3)</sup>に準拠し、式(1)によって算出した。試験体は40×40×160(mm)の角柱とし、表-1に示す各配合で3本ずつ製作した。養生方法は23℃の恒温恒湿室にて封緘養生を行い材齢28日で試験を実施した。



武智愛



山村智



鴨谷知繁



深川直利

## 2.1 材料

試験要因を表-1に示す。①～③はリパッシブ工法で標準的に使用しているセメント系補修材「ギャップガードPC(写真-2)」を用いた試験体であり(以下RPシリーズとする)、亜硝酸リチウム(以下LN)を添加していない配合を①、練混ぜ時にLNを47kg/m<sup>3</sup>添加したものを②、LNを55kg/m<sup>3</sup>添加したものを③とした。

なお、①および②はリパッシブ工法の配合、③は実構造物のグラウト再注入において実績のある配合である。④～⑤は、グラウト再注入用補修材として一般的に用いられている低粘性グラウトを使用した試験体であり(以下Nシリーズとする)、LNを添加していない配合を④、練混ぜ時にLNを55kg/m<sup>3</sup>添加したものを⑤とした。

一般的にLNを添加した場合には流動性が低下するため、実施工配合のRPシリーズでは、②と③の水結合材比を、LNを添加しない①より水結合材比を大きくした。一方、NシリーズはLNの添加が体積抵抗率に及ぼす影響を評価するため、水結合材比を44%に統一した。

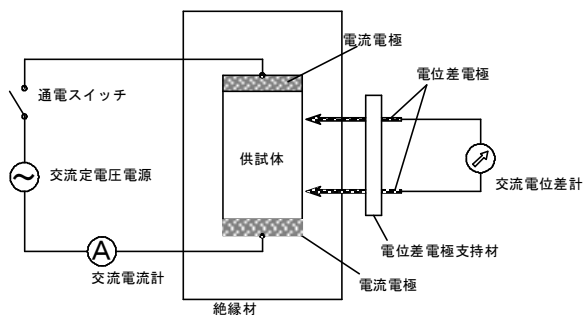


図-1 測定方法

$$w = \frac{m - m_0}{V_0} \quad \text{—— 式 (1)}$$

$w$  : 容積基準質量含水率(kg/m<sup>3</sup>)

$m$  : 乾燥前の試験体の質量(kg)

$m_0$  : 乾燥後の試験体の質量(kg)

$V_0$  : 形状寸法から求められる乾燥した試料の容積(m<sup>3</sup>)

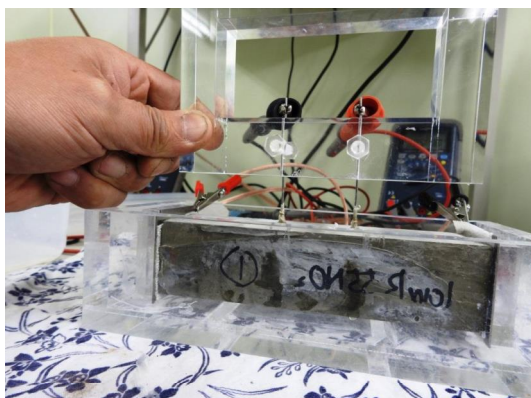


写真-1 測定状況



写真-2 ギャップガードPC

表-1 試験要因

| 試験体名称     | LNの添加                   | 水結合材比<br>(%) | 備考                      |
|-----------|-------------------------|--------------|-------------------------|
| ① RP-noLN | 無                       | 31           | リパッシブ工法に<br>用いられる配合     |
| ② RP-47LN | 有(47kg/m <sup>3</sup> ) | 42           |                         |
| ③ RP-55LN | 有(55kg/m <sup>3</sup> ) | 42           | 実構造物での<br>実績のある配合       |
| ④ N-noLN  | 無                       | 44           | 一般的なグラウト再注入に<br>用いられる配合 |
| ⑤ N-55LN  | 有(55kg/m <sup>3</sup> ) | 44           |                         |

### 3. 試験結果

体積抵抗率および容積基準質量含水率の測定結果を表-2に示す。また、各試験体の体積抵抗率を比較したものを図-2、容積基準質量含水率を比較したものを図-3に示す。

表-2および図-2より、RPシリーズとNシリーズの体積抵抗率を比較すると、RPシリーズは69.2～90.0( $\Omega \cdot m$ )に対してNシリーズが11.2～15.3( $\Omega \cdot m$ )となり、各シリーズの体積抵抗率の平均値を比べるとRPシリーズはNシリーズの約6倍になることが分かった。LNを添加していない①と④、LNを同程度添加した③と⑤をそれぞれ比較しても、RPシリーズの①、③の体積抵抗率の値がNシリーズの④、⑤より高くなった。以上のことから、マクロセル腐食の抑制を目的とした場合、LNの添加の有無に関わらずリパッシブ工法に標準的に使用されるセメント系補修材を用いたRPシリーズが有効と推測される。

次にLNの添加が体積抵抗率に与える影響について考察する。図-2、図-3においてNシリーズの④と⑤を比較すると、体積抵抗率および容積基準質量含水率が④<⑤となった。既往文献<sup>4)5)</sup>より、練混ぜ時にLNを添加した場合、保水性の向上および硬化体が緻密になることが確認されているが、本検討でも同様の結果が得られた。一方、RPシリーズの①～③を比較すると、体積抵抗率は③<②<①となった。LNを添加していない①が最も高くなった理由として、水結合材比が②や③に比べて低いため、図-3のように容積基準質量含水率が低くなり、イオンの移動を抑制したことが考えられる。同じ水結合材比である②と③を比較すると、体積抵抗率、容積基準質量含水率ともに③の方が低くなり、Nシリーズとは異なる結果となった。要因として、Nシリーズと比べて体積抵抗率が大きく異なること、さらにLNの添加量の差が小さいことが考えられるが、明確な結果は得られなかったため、詳細な検討は今後の課題である。

表-2 測定結果

| シリーズ | 試験体名称     | 体積抵抗率<br>( $\Omega \cdot m$ ) | 容積基準質量含水率<br>( $kg/m^3$ ) |
|------|-----------|-------------------------------|---------------------------|
| RP   | ① RP-noLN | 90.0                          | 333.8                     |
|      | ② RP-47LN | 75.6                          | 440.4                     |
|      | ③ RP-55LN | 69.2                          | 428.2                     |
| N    | ④ N-noLN  | 11.2                          | 367.8                     |
|      | ⑤ N-55LN  | 15.3                          | 382.1                     |

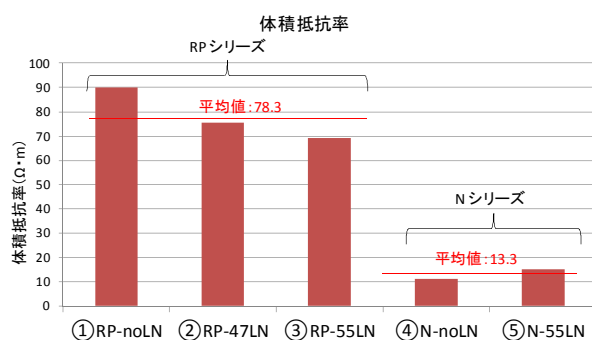


図-2 各試験体の体積抵抗率の比較

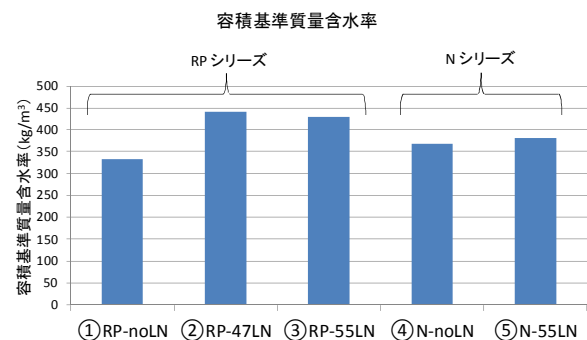


図-3 各試験体の容積基準質量含水率の比較

#### 4. まとめ

本検討では、PCグラウト再注入によって発生が懸念されるマクロセル腐食を抑制するための要因となる、PCグラウト再注入用補修材について、リパッシング工法で標準的に使用しているセメント系補修材とグラウト再注入に一般的に用いられるグラウトの体積抵抗率について基礎的検討を行った。以下に本試験で得られた知見をまとめる。

- 1) 各シリーズの体積抵抗率の平均値を比較すると、RPシリーズはNシリーズと比べて6倍程度高くなる結果となった。このことから、マクロセル腐食の抑制を目的とした場合、LNの添加の有無に関わらず、リパッシング工法に標準的に使用されているセメント系補修材を用いたRPシリーズが有効と推測される。
- 2) RPシリーズでは、LNの添加量が多いほど体積抵抗率が低下する結果となった。LN無添加である①の体積抵抗率が最も高くなった理由として、水結合材比がRPシリーズの中で最も小さいため、容積基準質量含水率も低くなり、イオンの移動を抑制したことが考えられる。②、③を比較ではNシリーズと異なる結果となり、その要因として各シリーズでの材料の違いやLNの添加量の差が小さいことが考えられるが、明確な結果は得られなかった。詳細な検討は今後の課題である。

#### 参考文献

- 1) 宮永憲一，青木圭一，横山貴士，渡邊晋也：PCグラウト再注入による鋼材腐食の影響検討，第23回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，pp451-456，2014
- 2) 土木学会，コンクリート標準示方書 規準編 土木学会規準および関連規準，pp406-411，2013
- 3) 日本工業規格，JIS A 1476 建築材料の含水率測定方法，2016
- 4) 堀孝廣，北川明雄，中村雄二：亜硝酸塩含有モルタルの中性化抑制効果，セメント・コンクリート論文集，No.45，pp550-555，1991
- 5) 行徳圭洋，樋原弘貴，添田政司，大和竹史：亜硝酸塩がポリマーセメントモルタルに与える影響に関する研究，コンクリート工学会年次論文集，Vol.34，No.1，pp1684-1689，2012