

簡易塩分センサによるモルタル表層部に対する測定値のばらつきに関する評価

金沢工業大学 学生会員 ○浦上 和也, 正会員 宮里 心一
 ケミカル工事 非会員 西村 俊弥, 正会員 若杉 三紀夫
 ケミカル工事 正会員 神田 利之, 正会員 福井 拓也

1. はじめに

塩害対策をするにあたって、コンクリート中の可溶性塩分量を計測することは効果的である。そのため、コンクリート中の Cl^- 量の試験方法として JIS A 1154 が規格化されている。しかしながら、試験室での計測が前提となりきわめて時間を要する。また、経済性に優れないため、多数回の測定には不便である。そこで、ドリル削孔粉と硝酸銀水溶液を用い削孔面までの Cl^- 量を測定する方法¹⁾や近赤外分光法によりコンクリート表面の塩分を計測する方法²⁾が検討されている。しかしながら、前者の方法では Cl^- 量を具体的な数値で示せない。また、後者では高価な特殊機器を要する。

ここで、櫻庭や著者ら⁴⁾により塩分センサを用いた表面塩分の測定方法が提案された。この方法は、写真1に示す塩分センサと基準電極をコンクリートに接触させることで電位差を計測し、 Cl^- 量を算定できる。この塩分センサの先端は、塩化銀で被覆された直径 0.5mm の銀線をバネ状に巻いている。しかしながら、この先端はきわめて小さく、コンクリート表層の僅かな物性の差で計測値がばらつくことが懸念される。文献⁴⁾では、浮き水や温度、接触時間による影響を解明したが、骨材による影響は未解明である。

以上の背景より、本研究では基礎実験として、ペーストあるいはモルタルを用いて、測定値への細骨材の影響を明らかにした。さらに、使用者の熟練度による比較を行った。

2. 実験手順

2.1 実験ケース

配合を表1に示す。ペーストとモルタルを用い、それぞれ Cl^- 量が 0kg/m^3 、 10kg/m^3 、 15kg/m^3 の3水準設けた。塩分センサの計測について、未経験者の計測を想定し、熟練度が低い状態で行った a, b, c と、経験者の計測を想定し、熟練度が高い状態で行った d の4ケース設け、それぞれ20回の計測を行った。

2.2 計測手順

図1に示すシステムで、塩分センサと基準電極間の電位差を計測した。供試体は直径 50mm、高さ 100mm の円柱供試体を用いた。供試体を割裂した後、割裂面にドリルを用い直径 5.5mm で、深さ 3mm の穴をあけた。穴の底面を測定面とし、水道水で濡らし湿潤状態とした。ただし、浮き水がある場合は測定前



写真1 塩分センサ(上)と基準電極(下)

表1 ペーストとモルタルの配合

No.	W/C	S/C	単位量			
			(kg/m ³)			(g/m ³)
			W	C	S	NaCl
①	0.50	-	612	1225	-	-
②						16.5
③						24.7
④		2.50	280	558	1397	-
⑤						16.5
⑥						24.7

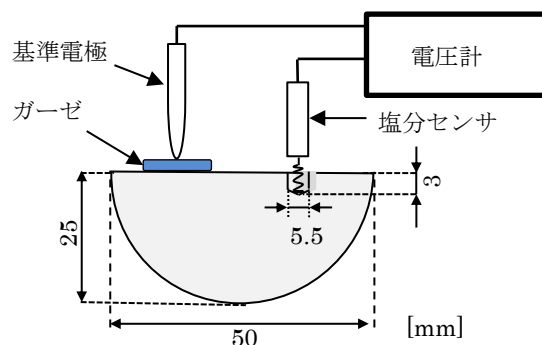


図1 計測概要

にふき取った。基準電極には銀塩化銀電極(Ag/AgCl)を用い、コンクリートとの間の抵抗を減らすために水酸化カルシウム水溶液で湿らせたガーゼを挟んだ。計測は 20°C の環境下、計測時間は 10 秒間で統一して行った。

2.3 測定方法

電極間の電位差から Cl^- 量は、文献⁴⁾の関係式をもとに換算できる。

$$U = 0.418T - 0.198T \log_{10} \frac{C_{\text{Cl}^-}}{C^{\ominus}} \quad (1)$$

キーワード 塩分センサ, 表層塩分, ばらつき, 細骨材, 熟練度

連絡先 〒924-0838 石川県白山市八束穂 3-1 TEL 076-274-7733

ここで、 U : 塩分センサと基準電極間の電位差(mV),
 T : 絶対温度(K), C_{Cl^-} : Cl^- 量(kg/m³), C^{ϕ} : 基準 Cl^-
 量(=1kg/m³)

3. 実験結果

計測事例として、No.④における a と d による計測値を図 2 に示す。

このような計測結果をもとに得られた標準偏差を図 3 に示す、これによると、熟練度の低い状態で計測した a, b, c のばらつきは、熟練度が高い状態で計測した d に比べて大きい。特に、モルタル(No.④~⑥)でばらつきが大きい。この原因は、細骨材による影響と考えられる。計測 a, b, c では計測面に現れるペースト部分とセンサを的確に接触できなかったと考えられる。そのため、ペースト(No.①~③)の場合では、細骨材が現れることなく、計測面が必ず均一な品質になるため接触状態による影響を受けにくく、計測 a, b, c のばらつきは計測 d に近い結果が得られた。ただし、ペーストである No.②においても計測 a はばらつきが大きい。この原因は、センサの先端における銀塩化銀の被覆状態や、計測面における湿潤状態を定常に保てていないことが挙げられる。そのため、センサ使用に際して適度な熟練度が必要と考えられる。

次に計測結果のばらつきの小さい計測 d の正規分布を図 4 に示す。 Cl^- 量に関わらず、ペーストとモルタルのばらつきに著しい違いが見られない。また、計測 d においても Cl^- 量が多くなるほどばらつきが大きくなることが確認できる。さらに、 Cl^- 量が 0kg/m³の配合である、No.①と No.④において、中央値が 1 kg/m³程度と確認できる。これは、供試体の平衡含水率が原因と考えられる。すなわち、平衡状態を保つため表層の水分が蒸発し、計測面の含水率が低下したと考えられる。したがって、塩分センサの計測では供試体の十分な吸水が必要と考えられる。以上をもとに今後の展望として、粗骨材も含むコンクリートにおける計測値への影響を確認する必要がある。また、データを増やし換算式を含水率により修正する必要がある。

4. まとめ

- (1) 計測の熟練度が高い場合は、熟練度が低い場合に比べて、計測結果のばらつきが小さい。
- (2) 熟練度が高い場合、ペーストとモルタルでばらつきに著しい差はなかった。
- (3) Cl^- 量が多いほど、計測値のばらつきが大きい。

参考文献

- 1) 澤本武博ほか：ドリル削孔粉を用いた硬化コンクリートの塩化物イオン浸透深さ簡易測定方法に及ぼす各種要因，コンクリート工学年次論文集，Vol.37, No.1, pp.1705-1710, 2015
- 2) 山本晃臣ほか：近赤外分光法による実構造物の塩害劣化診断法，コンクリート工学年次論文集，Vol.34, No.1, pp.1744-1749, 2012

- 3) 戸田勝哉ほか：近赤外線を利用した塩分浸透の視覚化，コンクリート工学，Vol.53, No.5, pp441-446
- 4) 櫻庭浩樹ほか：塩分センサを活用した塩分測定方法の提案，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文集，Vol.18, pp.615-620, 2018

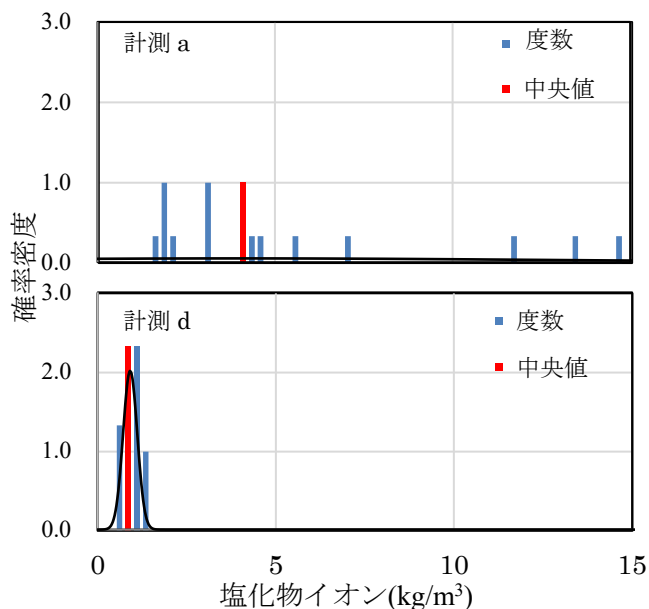


図 2 No. ④における計測事例

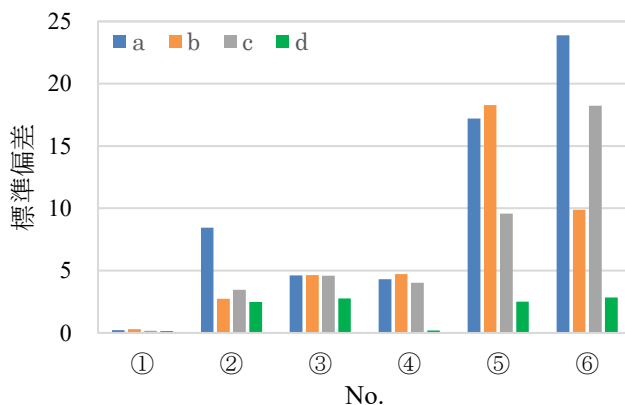


図 3 計測結果の標準偏差

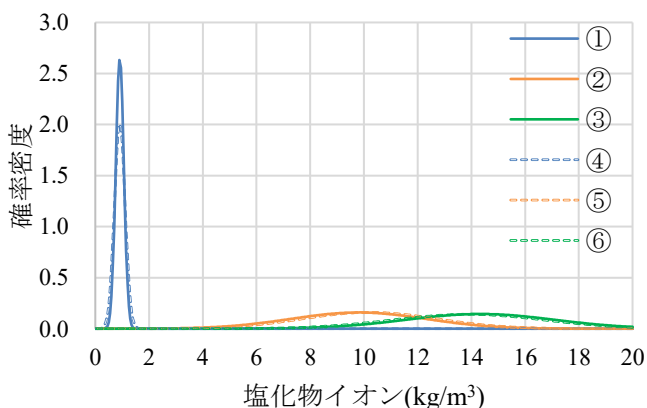


図 4 計測 d の正規分布