

現場で把握可能なコンクリートの塩分量計測手法（塩分センサ）の現地計測による精度検証

西日本高速道路エンジニアリング関西(株)
西日本高速道路エンジニアリング関西(株)
(株)ケミカル工事
(株)ケミカル工事

正会員 ○松宮 英希
非会員 鈴木 真
正会員 若杉三紀夫
正会員 神田 利之

1. はじめに

詳細点検等において、コンクリートのはく落や鉄筋露出等の塩害による変状を確認することが多々ある。このような場合、塩害の影響範囲を把握するためには塩分含有量を計測する必要があるが、そのためには現地で削孔を行ってコンクリート粉を採取し、計測機関等に一旦持ち帰る必要がある。しかし塩分量を現地で迅速に把握することができればトライアル計測が可能となり、塩害の影響範囲をより詳細に把握することができるようになる。筆者は現地計測が可能である塩分センサ（抽出法）に着目し、その計測精度を検証するために塩害による変状が発生したコンクリート橋に対して現地計測を行い、その計測精度の検証を試みた。

2. 塩分センサの概要

塩分センサ（抽出法）による塩化物イオン量の計測手順を以下に記す。ドリル削孔により採取したコンクリート粉を 500 μ m の振るいにかける。次にドリル削孔粉 5g に常温水 20g と反応助剤（酒石酸）2g を加えて容器の中で溶解させる。中和処理を行う場合には 10 分程静置した後、中和剤（炭酸カルシウム）2g を加え容器に蓋をして 10 秒振とうし、蓋を開けてガス抜きを 5 回繰り返す。さらに 10 分間静置した後に基準電極（飽和 KCl 水溶液、銀塩化銀電極）および図-1 に示す塩分センサを容器の中に挿入して電位差 E を計測する。なお本計測では中和処理を行わない場合についても計測を実施した。

電位差 E を式(1)に挿入して塩化物イオン濃度 S を算出する。電位差 E および塩化物イオン濃度 S の間には図-2 に示す関係が報告されており¹⁾、得られた塩化物イオン濃度 S を式(2)に挿入することで塩化物イオン量を求めることができる。

$$S = 10^{((-17.732 \times E) + 0.657)} \quad (1)$$

$$C = \frac{W_w \times S}{W_s \times 100} \times 2300 \quad (2)$$

ここに、C：塩化物イオン量 (kg/m³)、W_w：水の秤量値(g)、W_s：試料の秤量値(g)、S：溶液中の塩化物イオン濃度(%), 2300：コンクリートの単位体積重量 (kg/m³)

3. 現地計測による検証

3-1. 計測概要

現地計測は図-3 に示すように橋面から凍結防止剤を含んだ雨水の漏水により、塩害が発生した RC 中空床版橋の主桁端部に対して実施した。塩分



図-1 塩分センサ

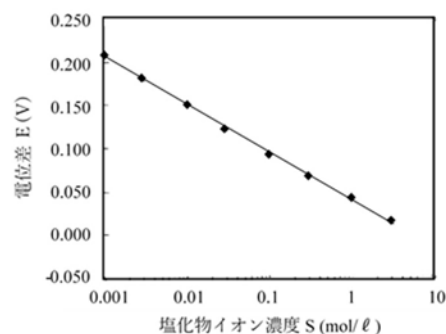


図-2 塩化物イオン濃度 S と電位差 E の関係



図-3 現地計測を行った橋梁

キーワード 塩害, 現地計測, 塩化物イオン, 塩分センサ

連絡先 〒598-0047 大阪府泉佐野市りんくう往来南 2-2 西日本高速道路エンジニアリング 関西(株) TEL 072-469-5145

センサによる計測結果は現場にて算出することとし、別途採取したコンクリート粉を持ち帰って JIS A 1154「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」(以下 JIS 法と称す)による計測を行い、塩分センサ(抽出法)の結果との比較検証を行った。

計測箇所は図-4 に示すように、塩害の影響が小さいと推測された調査箇所 A および塩害による変状が確認された計測箇所 B の 2 箇所とした。削孔にはハンマードリル(直径 20mm)を使用し、削孔深度はコンクリート表面から 0~20mm, 20~40mm, 40~60mm の 3 水準とした。採取したコンクリート粉は現地でふるいにかけて、粒状の破片を除去した。本計測に要した時間は、1 試料当たり約 15 分であり中和処理を行うことにより、さらに 10 分が加算されることになる。なお当該所要時間には削孔作業に要する時間を含んでいない。計測状況を図-5 に示す。



図-4 計測箇所



図-5 計測状況

3-2. 計測結果

塩分センサ(抽出法)および JIS 法による計測結果を表-1 に示す。JIS 法の結果に着目してみると、表層部では塩化物イオン濃度は調査箇所 A (0.83kg/m³) に対して調査箇所 B (7.32kg/m³) と高くなっており、発錆限界を超えていることがわかる。また調査箇所 B において表層部に対し 20~40mm では 1.33kg/m³, 40~60mm では 0.39kg/m³ と深部になるほど塩化物イオン量が少なくなる結果となり、この傾向は計測箇所 A においても同様であった。

塩分センサ(抽出法)における中和処理の有無に着目すると、計測箇所 B では図-6 に示すように中和処理を行った方が JIS 法の結果に近い値が得られたことがわかった。JIS 法との相違は計測箇所 B の表層部において、中和処理を行わない場合で 27.7%, 中和処理を行った場合では 3.8%であった。ただし中和処理を行わない場合でも発錆限界を超えているか否かの参考データであれば取得可能であると考える。

表-1 計測結果

試料		塩分センサ(抽出法):A		JIS法 : B
計測箇所	深さ	中和処理なし	中和処理あり	(電位差滴定)
計測箇所A	0~20mm	0.39 (-0.44)	0.91 (0.08)	0.83
	20~40mm	0.12 (-0.22)	0.20 (-0.14)	0.34
	40~60mm	0.10 (-0.22)	0.17 (-0.15)	0.32
計測箇所B	0~20mm	5.29 (-2.03)	7.04 (-0.28)	7.32
	20~40mm	0.72 (-0.61)	0.95 (-0.38)	1.33
	40~60mm	0.22 (-0.17)	0.32 (-0.07)	0.39

※() 内の数値はJIS法に対する塩分センサ(抽出法)の差を示す(A-B)

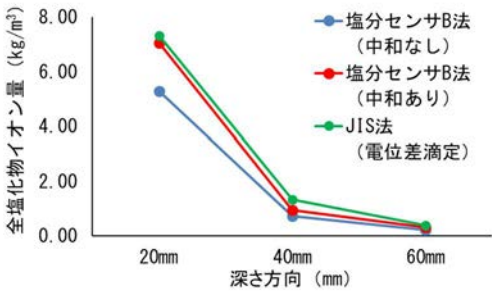


図-6 計測結果(計測箇所 B)

4. まとめ

本現地計測結果から、以下に記す知見を得ることができた。

- ① 本計測法により現場において 1 試料当たり 15~25 分程度で塩化物イオン量を把握することができる。
- ② コンクリート中の塩化物イオン量の計測に本手法を採用する場合、中和処理を行うことで JIS 法と同等の計測精度を得られることがわかった。
- ③ 計測時間を短縮する目的で中和処理を行わない計測法を採用した場合、参考データとして取り扱うのであれば適用は可能であると考える。

参考文献

1) 西村俊弥：コンクリート内部センサー，耐火物，70 [9]，pp.395-398，2018