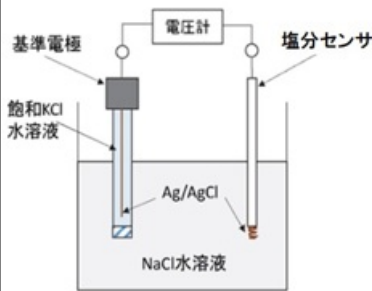
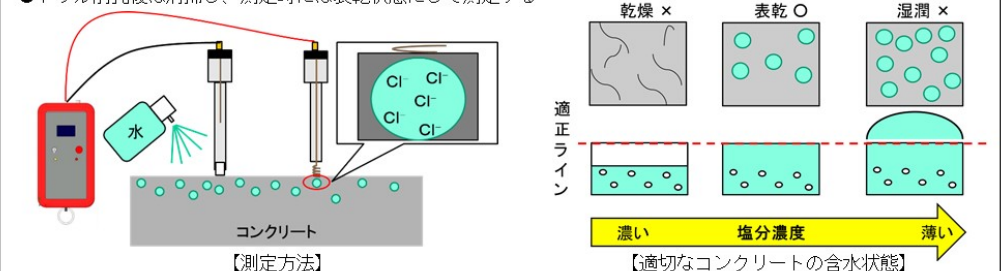
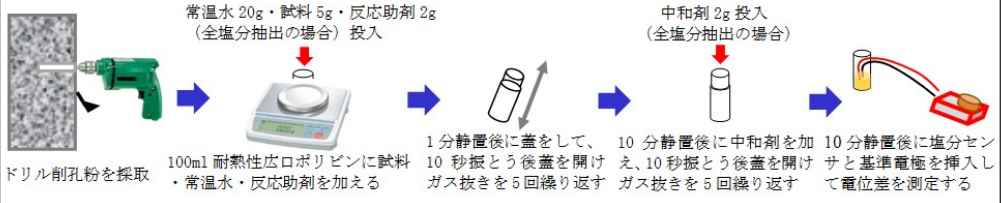


1. 基本事項

技術番号		BR020044－V0024			
技術名		コンクリート中の塩化物イオン濃度測定機「塩分センサ」			
技術バージョン		ver.1		作成:	2024年3月
開発者		株式会社ケミカル工事			
連絡先等		TEL:	052-400-1990	E-mail:	t.kanda@chemical-koji.co.jp 技術部 神田利之
現有台数・基地		数台(受注生産を基本とする)		基地	兵庫県神戸市東灘区魚崎浜町5-5 株式会社ケミカル工事
技術概要		塩分センサには、コンクリート中の塩化物イオン濃度を現場で計測する接触法と抽出法がある。 接触法は、Ag/AgClから成るセンサ部を有する塩分センサをコンクリート表面に直接当てて、基準電極との電位差から可溶性Cl-量を求める方法であり、コンクリート構造物のはつり面含む表面上に適用できる。抽出法は、ドリル削孔粉を水または有機酸で抽出処理して、塩分センサと基準電極との電位差から可溶性Cl-量または全Cl-量を測定する方法である。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋			
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,縦桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台,基礎) 溝橋(ボックスカルバート)(頂版,側壁・底版・隔壁・その他,翼壁) RC床版橋(上部構造(主桁))			
	損傷の種類	鋼			
		コンクリート	⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ⑪床版ひびわれ		
		その他			
		共通	⑲変色・劣化		
	検出原理	塩分センサ接触法 塩分センサの測定電位とNaCl水溶液中(コンクリート液相に相当)のCl-活量の関係および基準電極の測定電位と飽和KCl水溶液中のCl-活量の関係は、いずれもネルンスト式で表される。電位差に関する式変形からコンクリート中のCl-量を算出する。 塩分センサ抽出法 コンクリート微粉末から可溶性Cl-または全Cl-を抽出した液に、塩分センサと基準電極を挿入して電位差を測定し、飽和Ca(OH)2水溶液中のCl-濃度と電位差の検量線からCl-濃度を求め、コンクリートの密度を2,300kg/m3として、コンクリート中のCl-量を算出する。			
	検出項目	直流電圧計による塩分センサと基準電極の電位差(VまたはmV)			

2. 基本諸元

計測機器の構成		・塩分センサ (Ag/AgCl電極) ・基準電極 (飽和KCl銀塩化銀参照電極) ・塩分センサ専用測定器 (直流電圧計)
移動装置	機体名称	-
	移動原理	-
	運動制御機構	通信
		測位
		自律機能
		衝突回避機能 (飛行型のみ)
	外形寸法・重量	-
	搭載可能容量 (分離構造の場合)	-
	動力	-
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	-
	設置方法	接触法は、Ag/AgClから成るセンサ部を有する塩分センサと基準電極をコンクリート表面に直接当てる。 抽出法は、ドリル削孔粉を採取して、水または有機酸を用いて抽出処理する。抽出した溶液に塩分センサと基準電極を挿入する。
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	塩分センサ (長さ10cm、直径0.6cm、重さ2.7g) 基準電極 (長さ9cm、直径0.6cm、重さ3.6g) 塩分センサ専用測定器 (W85cm×H46cm×D145cm、重さ365g)
	センシングデバイス	塩分センサ (Ag/AgCl電極) 
	計測原理	コンクリート中の塩化物イオン濃度を現場で計測するために、接触法は、コンクリート表面やはつり面、およびドリル削孔した所定の位置において、Ag/AgClから成る塩分センサをコンクリート表面に直接当て、基準電極との電位差から可溶性Cl-量を求める方法である。 抽出法は、ドリル削孔粉を水または有機酸で抽出処理して、塩分センサと基準電極との電位差から可溶性Cl-量または全Cl-量を測定する方法である。 
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	・接触法を適用する場合、対象となるコンクリート表面をよく湿潤させて、表乾状態で測定する。 ・抽出法を適用する場合、1測定当たり、5g以上の粉末試料を採取する。
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	・接触法は、コンクリート表面に直接接触させて電位を読み取るため、接触面が骨材かモルタルかによって塩化物イオン濃度が異なる。また、コンクリートの含水状態に大きく影響することため、表乾状態での測定が求められる。 ・抽出法は、コンクリート粉末を水または有機酸で抽出処理するため、抽出処理後10時間の静置が求められる。
		接触法 ＜コンクリート表面 (はつり面含む) の場合＞ ・十分湿らせたウエスやスポンジ等を測定箇所へ押し当てて、30分以上静置させる。 ・塩分センサ専用測定器に塩分センサと基準電極を接続し、1箇所につき5回電位を測定する。 ＜ドリル削孔による所定の深さの場合＞ ・基準電極を設置する削孔穴 (基準孔) を中心に、塩分センサを接触させる3点の削孔穴 (測定孔) を設ける。 ・清掃ブラシ、エアダスター等を用いて、各孔内のドリル削孔粉を除去する。 ・水に浸したスポンジを各孔内に設置し、10分間静置する。 ・基準孔にブロックスポンジを挿入し、飽和水酸化カルシウム水溶液を吸水させ、基準電極を設置する。 ・塩分センサ専用測定器に塩分センサと基準電極を接続し、1つの測定孔につき5回電位を測定する。

計測装置		抽出法 ・ドリル削孔量(試料量)は、1測定点あたり10g程度採取する。 ・600μmふるいを用いて試料の粒度調整を行い、調整した試料を100mlボトルに5.0g計量する。 ・精製水20gに有機酸を加えた溶液をボトルに投入し、1分静置する。 ・その後、10秒攪拌→キャップを開けガス抜きを行う。 ・同様作業を5回繰り返した後に、10分静置する。 ・炭酸カルシウムを加え、1分静置する。 ・その後、10秒攪拌→キャップを開けガス抜きを行う。 ・同様作業を5回繰り返した後に、10分静置する。 ・温度計を用いて溶液温度を測定する。 ・その後、溶液中に塩分センサおよび基準電極を挿入し、塩分センサ専用測定器を用いて電位を測定する。 ・電位差を塩化物イオン量(kg/m³)に換算する。
計測プロセス		【A 法：接触法】現場で迅速に塩化物イオン量を測定 ●コンクリート表面に直接センサを接触させて測定する方法 ●ドリル削孔後は清掃し、測定時には表乾状態にして測定する  【測定方法】 【適切なコンクリートの含水状態】 乾燥 × 表乾 ○ 湿潤 × 適正ライン 濃い 塩分濃度 薄い ----- 【B 法：抽出法】精度よく塩化物イオン量を測定 ●ドリル削孔粉を採取し、試料を調製して塩化物イオン量を測定する方法 ●可溶性塩化物イオン量を抽出する場合には、80℃以上の水で抽出する ●全塩化物イオン量を抽出する場合には、酒石酸(反応助剤)および炭酸カルシウム(中和剤)を混入し抽出する  常温水 20g・試料 5g・反応助剤 2g (全塩分抽出の場合) 投入 中和剤 2g 投入 (全塩分抽出の場合) ドリル削孔粉を採取 100ml 耐熱性広口ポリビンに試料・常温水・反応助剤を加える 1分静置後に蓋をして、10秒振とう後蓋を開け、ガス抜きを5回繰り返す 10分静置後に中和剤を加え、10秒振とう後蓋を開け、ガス抜きを5回繰り返す 10分静置後に塩分センサと基準電極を挿入して電位差を測定する
アウトプット		・塩分センサ専用測定器にて、測定電位と温度から塩化物イオン濃度(kg/m³)に自動変換され、保存される。 ・保存データは、塩分センサ専用測定器で確認でき、塩分センサ専用測定器をPCに接続することで、CSVファイルで出力できる。
耐久性		・塩分センサ(Ag/AgCl電極)・・・耐水性、防塵性 ・基準電極(飽和KCl銀塩化銀参照電極)・・・耐水性、防塵性 ・塩分センサ専用測定器(直流電圧計)・・・耐衝撃性
動力		・塩分センサ専用測定器(直流電圧計)・・・単4型電池×4
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)		-
データ収集・通信装置	設置方法	・塩分センサ専用測定器に、温度プローブおよびBNC-ワニ口ケーブルを接続する。BNC-ワニ口ケーブルには、塩分センサおよび基準電極を接続する。
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・ケーブル長は、温度プローブが1.0m、BNC-ワニ口ケーブルが0.9m。
	データ収集・記録機能	・塩分センサ専用測定器で、INDEX No.、測定日時、温度(℃)、電位(mV)、塩分量(kg/m³およびmol/l)等が1つのデータとして保存され、最大999個のデータが保存できる。 ・保存データは、塩分センサ専用測定器をPCに接続することでCSVファイルで出力される。
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	-
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	-
	動力	-
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	-

3. 運動性能

項目	性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件
3-1 安定性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

4. 計測性能

項目		性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件
計測装置	4-1 計測速度(撮影速度)	性能確認シートの有無 ※	-	
		性能値	-	-
		標準試験値	-	-
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	-	
		性能値	・±0.3kg/m ³ 程度 ※JIS A 1154「電位差滴定法」と比較した場合	-
		標準試験値	未検証	-
	4-3 位置精度(移動しながら計測する場合)	性能確認シートの有無 ※	-	
		性能値	-	-
		標準試験値	-	-
	4-4 色識別性能	性能確認シートの有無 ※	-	
		性能値	-	-
		標準試験値	-	-
	計測レンジ(計測範囲)	性能確認シートの有無 ※	無	
		性能値	・電位:5~320mV ※接触法:0.00~105.91kg/m ³ ・抽出法:0.00~1343.77kg/m ³ ・温度:5.0~40.0℃	・接触法 ※塩分センサを接触させるコンクリート面の状態は、表乾状態とする。 ※塩分センサは基準電極から半径50mm以内のコンクリート面に接触させる。
	校正方法	・消耗した塩分センサと未使用の塩分センサを塩分センサ測定専用器に接続し、NaCl標準液を介して性能を確認する。		・測定値が±5mVであること
	感 度	性能確認シートの有無 ※	無	
		性能値	【塩化物イオン量】 ・接触法:0.00~105.91kg/m ³ ・抽出法:0.00~1343.77kg/m ³ ※塩分センサ専用測定器の電位の保存可能範囲(5~320mV)から算出(温度:20℃)。	・センサ部のAgClメッキが存在していること。 ・AgClメッキが剥がれている場合、新品の塩分センサに取り換える。 ・接触法:測定するコンクリート面は表乾状態とする。
		性能値	【塩化物イオン量】 ・接触法:0.00~105.91kg/m ³ ・抽出法:0.00~1343.77kg/m ³ ※塩分センサ専用測定器の電位の保存可能範囲(5~320mV)から算出(温度:20℃)。	・センサ部のAgClメッキが存在していること。 ・AgClメッキが剥がれている場合、新品の塩分センサに取り換える。 ・接触法:測定するコンクリート面は表乾状態とする。
	S/N比	性能確認シートの有無 ※	-	
		性能値	-	-
	分解能	性能確認シートの有無 ※	-	
		性能値	・5 mV ※塩化物イオン量は、0.00kg/m ³ まで算出可能	-

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

5. 留意事項(その1)

項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件)
点検時現場条件	道路幅員条件	-	-
	桁下条件	・桁下は測定者が進入し測定できる箇所	-
	周辺条件	-	・接触法（A法）の測定箇所が直射日光に当たる場合、測定値にバラつきが生じる可能性がある。
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	塗装剤条件	-	-
	躯体条件	-	-
	躯体温度条件	-	-
	その他	・大雨の場合、測定不可	-

5. 留意事項（その2）

項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	・塩分センサの測定方法について理解している者	・(株)ケミカル工事にて塩分センサ測定の技術指導が可能
	必要構成人員数	・測定者1人、補助員1人　合計2名	・必要に応じて補助員を追加する。
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-
	作業ヤード・操作場所	-	-
	点検費用	6箇所/日 調査費用　：200,000円 ・販売費用　：550,000円 ・リース費用：100,000円	※調査箇所数に応じて見積もり ・リース 100,000円（最低保証3日、日極10,000円（4日目以降）） 別途送料
	保険の有無、保障範囲、費用	-	-
	自動制御の有無	-	-
	利用形態：リース等の入手性	業務委託 販売 レンタル	問い合わせ先：(株)ケミカル工事　本社　技術部 (Tell:078-411-9111)
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	サポート制あり	-
	センシングデバイスの点検	使用した塩分センサと未使用の塩分センサを直流電圧計に接続し、NaCl標準液を介した測定値が±5mVであることで塩分センサの性能を確認する。	-
	その他	-	-

6. 図面

塩分センサ測定状況



図1 接触法の測定状況



図2 抽出法の測定状況