

導電塗料を用いた鉄筋腐食によるコンクリート表面ひび割れの検知に関する基礎試験

鉄道総合技術研究所 正会員 ○大屋戸理明 仁平達也 仲山貴司
中央復建コンサルタンツ (元鉄道総合技術研究所) 正会員 橋 直毅

1. はじめに 鉄筋コンクリート (RC) 構造物の健全性の評価に際し、コンクリート表面ひび割れの幅を参考に用いる場合がある。また最近、トンネル覆工コンクリートの検査を目的とした、導電塗料による簡易計測手法が検討されている¹⁾。この手法は、コンクリート表面に導電性の塗料を線状に塗り、ひび割れの開口によって電氣的に切断されることを利用し、表面状態を知ることを使うものである。本論ではこの手法を活用し、鉄筋の腐食を要因としたコンクリート表面ひび割れ幅の開口、およびこれに起因した導電塗料の電気抵抗 (抵抗) の変化について実験により検討を行ったので、その概要を述べる。

2. 試験の概要 試験体の諸元一覧を表-1 に、一般図を図-1 に例示する。試験体はコンクリート平板の中心に1本の鉄筋を設置したもので、鉄筋径φ (D10, D16, D32) とかぶり C (C/φ=1.5~3.5) をパラメータとした。導電塗料は5・10・15mm幅で2本ずつ塗布し、計6測線で計測した。コンクリートの配合を表-2 に示す。ただし、試験体 D16CF20-3 には、コンクリート種類による差異を確認するため、プレミックスモルタルを使用した。鉄筋は型枠端部から突き出して固定し、かぶりを設定した。

表-1 試験体諸元一覧

試験体名	かぶり C	鉄筋	C/φ	計測法*
D10CF32	32	D10	3.2	A
D10CF20	20	D10	2	A
D16CF15-2	24	D16	1.5	A
-1				B
D16CF20-2	32	D16	2	A
-1,-3**				B
D16CF25-2	40	D16	2.5	A
-1				B
D16CF35-2	56	D16	3.5	A
-1				B
D32CF10	32	D32	1	A
D32CF20	64	D32	2	A

*:図-2 参照 **: プレミックスモルタル試験体

試験体中の鉄筋は槽底部に設置した銅板との間に定電流を通電し、電食により腐食させた。鉄筋の腐食量は目標質量減少率 15%を上限とし、積算電流を制御することにより変動させた。

材齢 28 日以降、試験体の片面を電食槽に浸漬して電食した (図-2)。他面は気中に解放して、ひび割れ幅の計測を変位計により行った。全ての試験体は表裏反転して2回計測した (1面・2面と称す)。

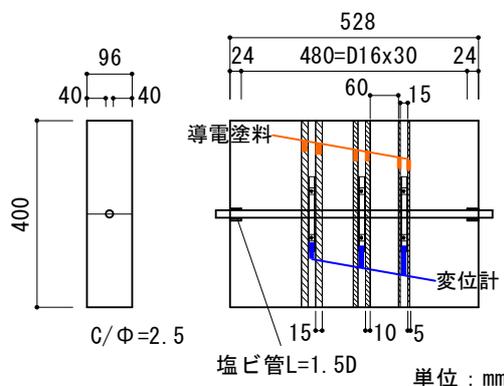
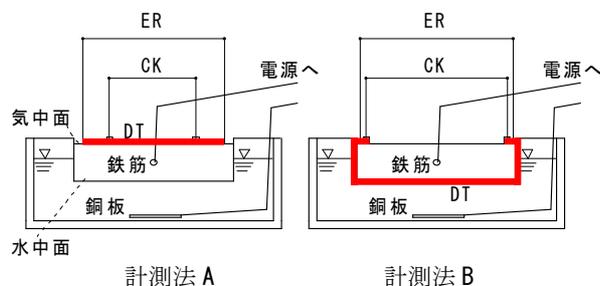


図-1 試験体一般図の例 (D16CF25-2)

表-2 コンクリートの配合

呼び強度 (N/mm ²)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)				
			水	セメント	細骨材	粗骨材	AE 減水剤
24	56.5	51.7	190	337	891	852	3.37

※スランプ=20.5cm, 空気量=4.8%, 打設時気温=21°C・コンクリート温度=24°C, 粗骨材最大寸法=20mm



ER: 抵抗計測端子 CK: ひびわれ幅計測区間
DT: 導電塗料

図-2 試験体への通電方法

キーワード 鉄筋, 腐食, ひび割れ, 検査, 導電塗料

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 TEL: 042-573-7281

3. 試験結果 電食試験中のひび割れは多くの試験体で鉄筋直上に発生し、錆汁も離散的に確認された。一部の試験体ではひび割れは鉄筋から若干離れた箇所にも発生したが、導電塗料の塗布箇所近辺では全て鉄筋直上に発生した。また、気中面には腐食ひび割れがほとんど確認できない試験体も数体あった。

腐食ひび割れ幅と当該箇所の導電塗料の抵抗について、積算電流との関係を図-3に例示する。D16CF20-2の場合、ひび割れ幅がおよそ0.1mm開口した時点で導電塗料の抵抗が上昇しはじめ、0.4~0.5mmとなった時点で断線が生じていることから、本手法によって腐食ひび割れの開口を検知できる可能性が確認できる。一方、D32CF20-1の場合、ひび割れ幅が1.2mm程度まで開口しても、導電塗料の抵抗には有意な変化が見られない。これは、図-4に示す腐食ひび割れ上のブリッジ現象が原因と考えられる。

表-3に、電食によって生じた各試験体(2面)の最大・最小ひび割れ幅を示す。表中、網掛箇所は導電塗料の応答が確認された試験体である。また、質量減少率Cは、実測値を1面電食時と2面電食時の積算電流量の比で按分した値で示す。半数超の試験体では導電塗料の応答が確認されず、応答の有無について鉄筋径 ϕ やC/ ϕ との間に規則性は見られない。しかし、かぶりの同じ試験体D16CF20は3体とも導電塗料の応答が確認されていることから、かぶりの値が導電塗料の応答に何らかの影響を与えている可能性が考えられる。

4. まとめ 鉄筋コンクリート構造物の健全性の評価に役立つため、コンクリート表面に発生する腐食ひび割れを対象として、導電塗料を用いた検知手法の適用性の検討を行った。過去にモルタル供試体に引張加力を加えて確認した結果¹⁾によると、ひび割れ幅が0.1~0.6mm程度となった時点で導電塗料が応答することが確認されたが、今回の試験ではこれを上回る幅に達してもなお応答が得られないケースが確認された。この原因として、コンクリート表面の応力状態や骨材の影響などを検討する必要があると考えられ、今後の課題である。

謝辞 本研究は国土交通省の補助金を受けて実施した。

試験に用いた導電塗料は藤倉化成(株)に御提供頂いた。

参考文献 1) 永田 考, 小島芳之, 仲山貴司, 橋 直毅, 西村 司: 導電塗料を用いたひび割れ検知システムの研究, 土木学会第61回年次学術講演会講演概要集, 5-384, pp.765-766, 2006.

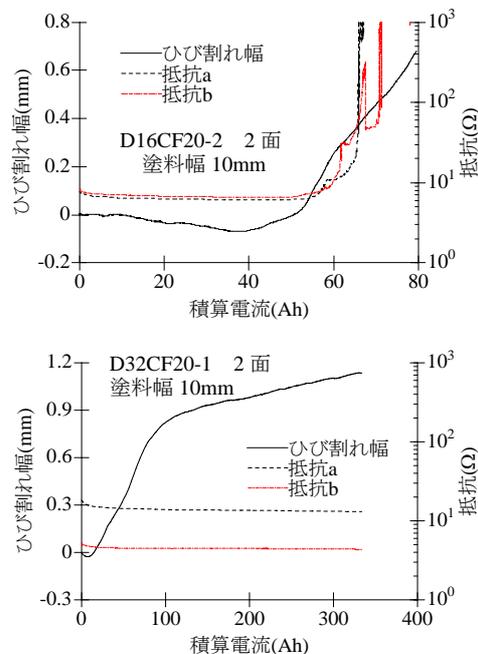


図-3 積算電流とひび割れ幅・抵抗の関係

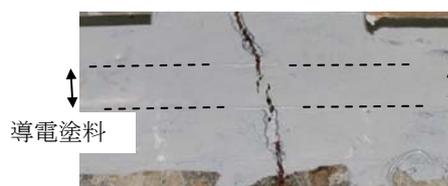


図-4 腐食ひび割れ上のブリッジ現象 (D32CF20-1 2面 塗料幅 10mm)

表-3 最大・最小ひび割れ幅試験結果

試験体名	w	幅測定箇所(塗幅)			C
		5mm	10mm	15mm	
D16CF15-2	max	0.33	0.12	0.42	0.076
	min	-0.02	-0.11	-0.01	
D16CF20-2	max	0.37	0.68	0.00	0.080
	min	-0.12	-0.07	-2.13	
D16CF25-2	max	0.63	0.52	0.71	0.070
	min	-0.05	-0.19	-0.02	
D16CF35-2	max	0.66	0.71	0.64	0.048
	min	-0.05	0.00	-0.02	
D32CF10-1	max	0.67	0.66	0.58	0.042
	min	-0.03	-0.01	-0.03	
D32CF20-1	max	1.14	1.14	1.16	0.038
	min	-0.02	-0.03	-0.02	
D10CF20-1	max/min	0.07 / -0.02			0.081
D10CF32-1	max/min	0.27 / -0.01			0.066
D16CF15-1	max/min	0.27 / -0.04			0.040
D16CF20-1	max/min	0.38 / -0.04			0.033
D16CF20-3	max/min	1.21 / -0.07			0.029
D16CF25-1	max/min	0.35 / -0.02			0.029
D16CF35-1	max/min	0.27 / -0.02			0.016

2面電食時の値 C: 質量減少率

D10CF20-1以下の7体は各試験体につき1箇所のみ、他は各幅の塗布箇所(計3箇所)でひびわれ幅を測定。ひび割れ幅wは引張を正とする。単位は(mm)