

V-266 コンクリート中の鉄筋腐食性状の非破壊検査方法に関する実験的検討

鹿児島大学工学部 正会員 武若 耕 司
東大生研 “ 小林 一 輔
鹿児島大学工学部 学生員 永山 稔 寛

1. まえがき

本研究では主に、自然電位法をコンクリート中の鉄筋腐食性状のより実用的な非破壊検査方法として確立させることを目的としている。すなわち、コンクリートの設計・施工条件が種々異なる場合に生じる鉄筋腐食進行状況の相異を自然電位の2次元的分布の詳細かつ継続的な測定によって把握し、鉄筋の腐食性と自然電位分布の相互関係を明確にするとともに、測定結果に及ぼす諸要因の影響について検討を行っている。また、コンクリートの比抵抗分布についても合せて測定を行って自然電位の測定結果との関連も検討し、さらに、比抵抗が鉄筋腐食性判定の一規準として適用可能であるかについても考察を加えるものである。

2. 実験方法の概略

今回の検討では、鉄筋の自然電位あるいはコンクリートの比抵抗についての2次元的な分布状況の把握を行うために、図-1に示す様なRCスラブ供試体を用いた実験を行った。また実験要因の選定にあたっては、以下に示す2シリーズに大別して、それぞれについて適当と思われる幾つかの要因および水準を選定した。

1) シリーズ(I): 単鉄筋スラブ構造を対象として、コンクリートの品質あるいは設計条件の相違に伴う自然電位分布および比抵抗分布の変化を把握し、鉄筋腐食性状との関係について明確にする。
2) シリーズ(II): 複鉄筋スラブ構造における鉄筋腐食性状について検討を行うとともに、その状況を自然電位法によって把握する場合の問題点について検討を行う。

表-1に、今回検討を行った供試体の概要をまとめて示す。

実験にあたっては、これらの供試体にあらかじめ残留ひびわれ幅の最大値が0.1mm程度となる様な曲げひびわれを導入した後、図-2に示す装置を用いて6時間サイクルで海水を散布させ、鉄筋の腐食促進を計った。鉄筋の自然電位およびコンクリートの比

表-1 実験供試体の概要

供試体 NO.	供試体 の種類	初期塩分 侵入量 (kg/m ²)	W/C	注釈強度 (%)	鉄筋強度 (kg/cm ²)	残存ひびわれ 最大	残存ひびわれ 平均	海水散布 時間 (ヶ月)
1	シリーズ (I)	3	55	320	7.0	0.100	0.048	3.7
2				316	—	—	—	4.0
3				374	7.0	0.100	0.045	3.0
4				360	—	—	—	3.0
5				346	4.5	0.090	0.041	3.7
6	シリーズ (II)	7.0	40	457	6.0	0.075	0.036	3.5
7				251	7.0	0.050	0.028	3.5
8				314	9.5	0.100	0.034	4.7
9				326	8.0	0.100	0.038	3.5
10				346	7.0	0.070	0.031	4.2
11	シリーズ (II)	—	55	348	7.0	0.100	0.033	4.2
12				330	7.0	0.100	0.050	4.2
13				404	7.0	0.100	0.041	3.8
14				376	19.0	0.150	0.045	4.0
15				372	19.0	0.150	0.048	4.0

注) シリーズ(2)の供試体について
No.10,12,14: 上下の鉄筋を開放状態で海水散布
No.11,13,15: 上下の鉄筋を短絡させた状態で海水散布

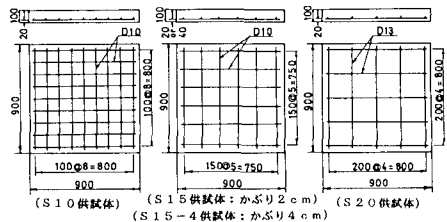


図-1 実験供試体の形状および寸法

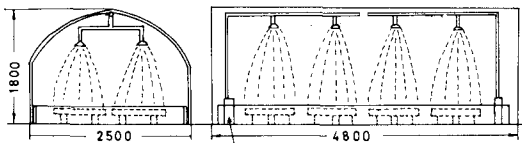


図-2 海水散布装置の概略

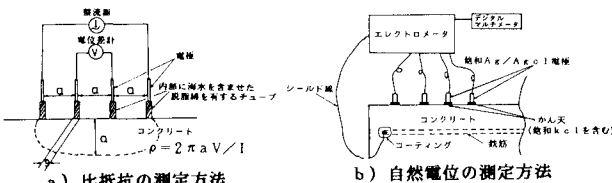


図-3 自然電位および比抵抗の測定方法の概略

抵抗の測定方法については、その概略を図-3に示す。なお、今回の実験は1年間継続して行う予定であるが、ここでは海水散布24日までの結果を示す。

3. 実験結果および考察

図-4, 5は、シリーズ(I)の供試体

の内、自然電位の値が比較的低い傾向

にあるものについて、コンクリート表面における等電位線図を作製した一例である。

これらの図から、自然電位分布の測定によってコンクリート中の鉄筋に形成されるマクロ腐食セルを明瞭に把握できることがわかる。

図-5には、電位の最卑箇所と最貴箇所の間の電位勾配についても示したが、この勾配を曲線で近似した場合の変曲点が-200mV

付近に存在することから、-200mVを越える箇所において鉄筋腐食発生の可能性の高いことを示唆できる。

さらに、このシリーズの供試体についてはコンクリートの比抵抗の測定も合わせて行っているが、その結果の一例を図-1および図-6に示す。この測定結果から、コンクリートの比抵抗分布を求めることにより、コンクリートの品質の違いあるいは欠陥箇所の存在を明確にすることができ、また図-7に示す様に、全体的な傾向としてコンクリートの比抵抗が低下するに従って自然電位も卑変する傾向にあり、特にその値が5000Ω・cm以下となる箇所では自然電位の卑変傾向が大きいこと等を確認した。

一方、表-2および図-8にはシリーズ(II)の供試体における自然電位の測定結果の一例を示している。

このシリーズの実験からは現在までのところ、i)複鉄筋構造において上下の鉄筋を直接電気的に接続させていない場合においても、両者の鉄筋が互いの腐食性あるいは自然電位の測定値に影響を及ぼすと予想できること、ii)上下の鉄筋を短絡させている場合にはマクロ腐食セルを両鉄筋で形成する可能性が高く、またこの場合には互いの鉄筋に分極が生じるため、電位の絶対値のみでは腐食傾向の判断に誤差の可能性があること、電位分布のより詳細な把握が必要となること等が明らかとなった。

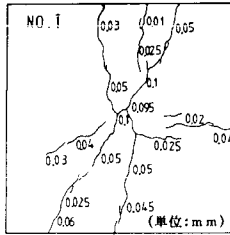
図-4 供試体No.1における自然電位分布および比抵抗分布（海水散布24日後）

図-5 供試体No.9の自然電位分布

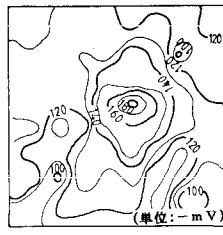
図-6 比抵抗分布の経時変化の一例

図-7 海水散布24日後に測定された自然電位と比抵抗の関係

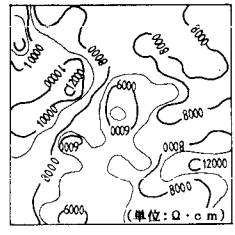
図-8 供試体No.10における引張鉄筋および圧縮鉄筋の自然電位分布（海水散布24日後）



a) ひびわれ発生状況



b) 自然電位分布



c) 比抵抗分布

図-4 供試体No.1における自然電位分布および比抵抗分布（海水散布24日後）

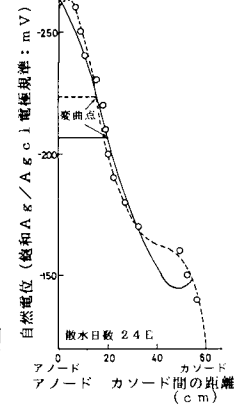


図-5 供試体No.9の自然電位分布

図-6 比抵抗分布の経時変化の一例

図-7 海水散布24日後に測定された自然電位と比抵抗の関係

図-8 供試体No.10における引張鉄筋および圧縮鉄筋の自然電位分布（海水散布24日後）

図-9 比抵抗分布の経時変化の一例

図-10 供試体No.10における引張鉄筋および圧縮鉄筋の自然電位分布（海水散布24日後）

図-11 比抵抗分布の経時変化の一例

図-12 供試体No.10における引張鉄筋および圧縮鉄筋の自然電位分布（海水散布24日後）

図-13 比抵抗分布の経時変化の一例

図-14 供試体No.10における引張鉄筋および圧縮鉄筋の自然電位分布（海水散布24日後）

図-15 比抵抗分布の経時変化の一例

図-16 供試体No.10における引張鉄筋および圧縮鉄筋の自然電位分布（海水散布24日後）

図-17 比抵抗分布の経時変化の一例

図-18 供試体No.10における引張鉄筋および圧縮鉄筋の自然電位分布（海水散布24日後）

図-19 比抵抗分布の経時変化の一例

図-20 供試体No.10における引張鉄筋および圧縮鉄筋の自然電位分布（海水散布24日後）

図-21 比抵抗分布の経時変化の一例

図-22 供試体No.10における引張鉄筋および圧縮鉄筋の自然電位分布（海水散布24日後）

図-23 比抵抗分布の経時変化の一例

図-24 供試体No.10における引張鉄筋および圧縮鉄筋の自然電位分布（海水散布24日後）

図-25 比抵抗分布の経時変化の一例

図-26 供試体No.10における引張鉄筋および圧縮鉄筋の自然電位分布（海水散布24日後）

図-27 比抵抗分布の経時変化の一例

図-28 供試体No.10における引張鉄筋および圧縮鉄筋の自然電位分布（海水散布24日後）

図-29 比抵抗分布の経時変化の一例

図-30 供試体No.10における引張鉄筋および圧縮鉄筋の自然電位分布（海水散布24日後）

表-2 シリーズ(2)の供試体において測定された鉄筋の自然電位分布の平均値（単位：mV）

日数	供試体	1日		6日		18日	
		接続時の平均電位	開放時の平均電位	接続時の平均電位	開放時の平均電位	接続時の平均電位	開放時の平均電位
10	—	-5.4	-6.1	-1.4	-15.6	—	-6.1
11	-10.2	-6.5	-12.4	-12.7	-5.2	-13.2	-6.2
12	—	-10.6	-1.2	-12.1	-18.4	—	-13.7
13	-14.2	-13.3	-15.2	-17.1	-12.2	-17.2	—
14	—	+2.6	+2.4	—	-7.4	-14.0	-6.7
15	-6.4	-4.4	-9.3	-7.0	-2.8	-10.8	-1.0