

## 携帯型鉄筋腐食度判定装置の開発と試用

(株)関西興産 耐震設計室 正会員 ○露口 雄次  
 埼玉大学工学部 正会員 町田 篤彦

### 1. はじめに

高度成長期の1960～1970年代に建設された鉄筋コンクリート構造物（以下、RC構造物）は、建設後30～40年以上を経過しており非破壊検査の需要が拡大すると予想されている。そのため筆者らは、電気探査法の一つである直流比抵抗法を用いてRC構造物の鉄筋位置や鉄筋腐食状況、空洞などの欠陥カ所を推定するための実験的研究を行っており、現場で簡便にRC構造物の内部推定が可能な携帯型鉄筋腐食度判定装置（実用新案申請準備中）を試作開発した。以下、その装置概要、RC供試体と鉄筋腐食度判定結果等を示す。

### 2. 携帯型鉄筋腐食度判定装置の概要

携帯型鉄筋腐食度判定装置の回路図を図-1に示すとともに、その概要を以下に列記する。

①鉄筋腐食度判定のための測定は、直流比抵抗法のうちの4極法（ウェンナー法）<sup>1)</sup>を採用した。②オシロスコープはノートパソコン画面で電圧波形が確認出来る携帯型（SDS200A, softDSP社製）を採用した。③RC構造物に入力する電流は、15～47Vの直流電源とした。入力電流は、図-1に示すシャント抵抗（1kΩ）で電圧換算し、上記オシロスコープのチャンネル1で測定と記録を行った。④RC構造物の出力電位は、差動プローブ（Model700925, 横河電機社製）で抽出し、上記オシロスコープのチャンネル2で測定と記録を行った。⑤所定カ所の入力電流と出力電位を測定後、同じノートパソコン上の鉄筋腐食度判定コード（Fortran言語とVisualBasic言語で開発）を起動することで、見掛け比抵抗<sup>1)～3)</sup>、見掛け充電率<sup>1), 3)</sup>、FEM逆解析による比抵抗<sup>2), 3)</sup>を得ることができ、鉄筋の存在や腐食度等を判断することが可能となる。

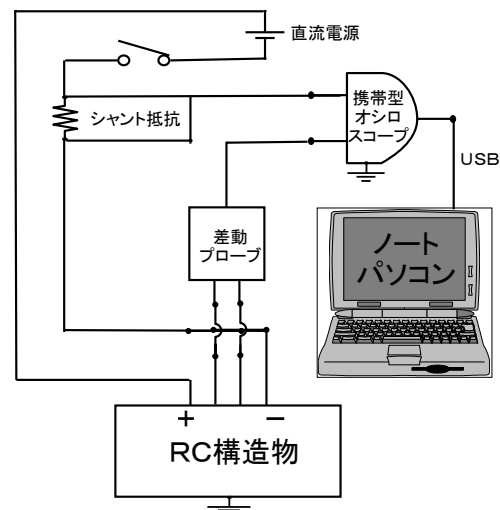


図-1 携帯型鉄筋腐食度判定装置

### 3. 腐食鉄筋を有する鉄筋コンクリート供試体の作成

携帯型鉄筋腐食度判定装置の性能を確認するため、電食試験を実施して、腐食鉄筋を有するコンクリート供試体（以下、RC供試体）を作成した。その手順と結果を以下に列記する。

①図-2に示すRC供試体（高さ8cm、横幅34cm、奥行き24cm）は、水セメント比60%、粗骨材の最大寸法20mm、材齢168日（電食開始時）であった。②図-2に示すB測線直下のD16鉄筋は黒皮を残したまま、D測線直下のD16鉄筋は黒皮を鉄ブラシで除去した状態でコンクリート打設を行った。C測線直下はφ16の空洞である。③電食試験の回路概要図を図-3に示す。RC供試体上面に0.5%濃度のNaCl水溶液を満たしたのち銅メッシュ板を

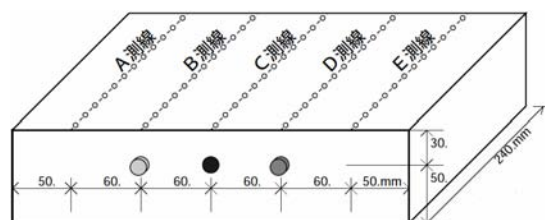


図-2 RC供試体

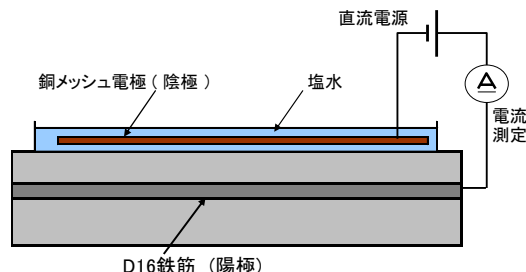


図-3 電食回路（奥行き方向断面）

水没させ、上記のD16鉄筋（左右2本共）を陽極、銅メッシュ板を陰極とした。そして、24Vの直流電流を330時間通電し、電流を連続的に測定管理した。④電食試験終了直後に銅メッシュ板のみを除去した状態の供試体を写真-1に示す。B測線手前側とD測線全体に鉄錆が析出している様子が明らかであり、B測線は0.1～0.2

キーワード 非破壊検査, 電気探査法, 直流比抵抗法, ウェンナー法, オシロスコープ, 電食試験

連絡先 〒543-0021 大阪府大阪市天王寺区東高津町7-18 (株) 関西興産 耐震設計室 TEL 06-6764-8865

mm 幅、D測線は 0.5～1.0mm 幅のひび割れが共に、供試体手前から奥行き方向(全 24cm)に貫通した状態が観察できた。

#### 4. オシロスコープ波形の概要

携帯型鉄筋腐食度判定装置を用いて図-2に示すA～E測線の測定を実施したが、その一例としてB測線中央部測定時の入力電流波形(図中の緑線)と出力電位波形(図中の黄線)を図-4に示す。これら波形の着目点等を以下に列記する。

①入力電流波形,出力電位波形とも7秒目から27秒目までの20秒間通電(全 40秒間)されたことを示している。②入力電流波形は比較的ノイズ(電氣的な雑音)が少ないが,出力電位波形は約60Hzの高周波ノイズが発生している。③入力電流波形は比較的きれいな矩形形状であるが,出力電位波形の27秒目以降は丸みを帯びている。この電位の残留現象は物理探査の分野では誘導分極<sup>1),3)</sup>と呼ばれており,無筋部ではほとんど生じないが鉄筋部では発生しやすい傾向があるので,見掛け充電率<sup>1),3)</sup>に換算して測定を行っている。④見掛け比抵抗<sup>1)~3)</sup>は,入力電流波形と出力電位波形が定常的と見なせる区間(図-4に示す測定例では26～27秒の1秒間)の平均値から算出した。

#### 5. 鉄筋腐食度等の判定概要

携帯型鉄筋腐食度判定装置を用いた測定で得られた成果のうち,深度4cm位置の見掛け比抵抗分布と測線別平均値を図-5に示した。これより,以下が言える。①鉄筋部のB,D測線では,他のA,C,E測線に比べて200Ωm以下の低い見掛け比抵抗が表れているので,今回開発した携帯型鉄筋腐食度判定装置を用いることで腐食鉄筋部の推定が可能と判断できる。特に腐食の激しいD測線の方がB測線に比べて37(=172-135)Ωm低い見掛け比抵抗の平均値が得られたので,腐食程度の推定も可能と考えている。②空洞部のC測線では比較的高い見掛け比抵抗(平均値は531Ωm)が得られたので,周辺に比べて電気を通し難い空洞の存在も推定可能と考えられる。③無筋部のA,E測線の見掛け比抵抗の平均値は各々436Ωm,362Ωmとなり,鉄筋部(B,D測線)と空洞部(C測線)の中間的な見掛け比抵抗となった。A,E測線間で74(=436-362)Ωmと平均値に差が生じた原因は,隣接するB,D測線の影響と推定される。

#### 6. まとめ

開発した携帯型鉄筋腐食度判定装置を用いて,腐食鉄筋を有するRC供試体の測定を行い,以下の結論を得た。

①見掛け比抵抗分布を得ることで,腐食鉄筋部,空洞部,無筋部の推定が可能である。②今回の実験では腐食が激しい鉄筋位置ほど見掛け比抵抗は小さめに測定されたが,この現象について今後,腐食程度と見掛け比抵抗の相関関係や適用範囲を実験的に確認する必要がある。③今回は電食により鉄筋腐食したRC供試体を測定対象としたが,今後は飛来塩分や中性化が原因で鉄筋腐食したRC実構造物の測定を行って,携帯型鉄筋腐食度判定装置の適用性を確認する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 島裕雅, 梶間和彦, 神谷英樹: 建設・防災・環境のための新しい電気探査法 比抵抗映像法, 古今書院, 1995
- 2) 露口雄次, 町田篤彦: 直流比抵抗法を用いたコンクリート構造物の内部推定に関する基礎的研究, 土木学会第60回年次学術講演会, 5-590, pp.1179-1180, 2005.
- 3) 露口雄次, 町田篤彦: 直流比抵抗法を用いたRC構造物の内部推定に関する基礎的研究, 土木学会論文集, 2005.09.30 受付, 投稿中。



写真-1 電食後のRC供試体

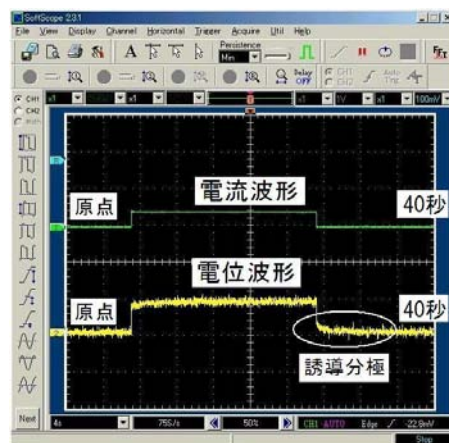


図-4 オシロスコープ画面

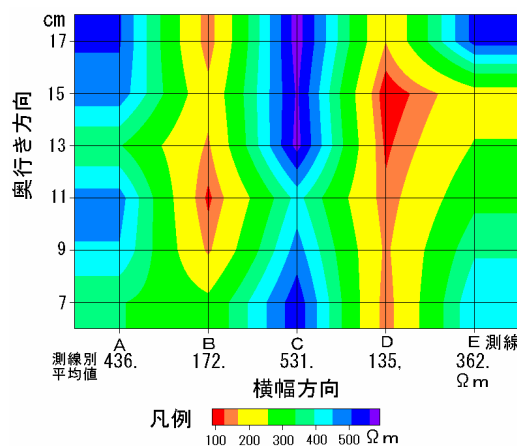


図-5 見掛け比抵抗分布