

完全非破壊検査による構造物の鉄筋腐食診断

東日本旅客鉄道	正会員	田中 淳一
東日本旅客鉄道	正会員	三上 正憲
電気化学工業		石橋 孝一

1. まえがき

橋梁や高架橋等の鉄筋コンクリート構造物は、鉄筋の腐食が進行すると鉄筋の体積が膨張し、ひび割れやコンクリートの剥落が発生して、構造物の耐久性を低下させることが知られている。JR東日本管内の鉄道構造物においても、塩害や凍害及び中性化等により鉄筋の腐食が発生しており、日常の保守点検により発見・補修されている。現在、鉄筋の腐食による構造物の変状にたいしては、そのほとんどが目視で露筋や錆汁が確認される部分にのみ補修を行っている。しかし、補修箇所の周囲には、目視確認出来ない潜在的な劣化進行部分があり、数年後に変状が再発生して補修を仕直すということがある。

目視で露筋や錆汁が確認された周辺の鉄筋の腐食状況を把握するには、電気化学的手法によって自然電位や分極抵抗を知ることによって行われる装置が使用されている。しかし、現存する検査装置では一部のコンクリートをはつり取って鉄筋を露筋させ、鉄筋に直接リード線を接続する必要があるため、健全な構造物に傷をつけることとなる。又、腐食状況調査の都度にコンクリートのはつり取りと補修が伴うため、調査に手間を要している。そこで、本研究においては現在の手法を応用して、全く構造物を傷つけることなくコンクリート表面から内部の鉄筋の腐食状況を診断する完全非破壊検査手法を考案し、検証を行った。

2. 完全非破壊検査手法の概要

(1) 表面電位差法

図-1に示す様に2個の照合電極を用いてコンクリート表面より鋼材の自然電位の差を検出する方式である。一方の照合電極をコンクリート表面の任意の一点に保持し（固定極）、他方の照合電極を対象構造物全体の表面に接触させ移動し固定極電位との電位差を次々と測定する（移動極）。自然電位法の様に鋼材腐食電位の絶対値を測定する事は出来ないが、固定極の自然電位を基準とした相対的な電位を求めることが出来、構造物全体の鋼材腐食の可能性をマップの形で把握する事が出来る。

(2) 表面ACインピーダンス法

図-2に示す様に2個の電極及び対極（検出端）を用いてコンクリート表面より鋼材の分極抵抗の和を検出する方法である。表面電位差法と同様にコンクリート表面に検出端を保持、接触させ移動し、対極に周波数の異なる

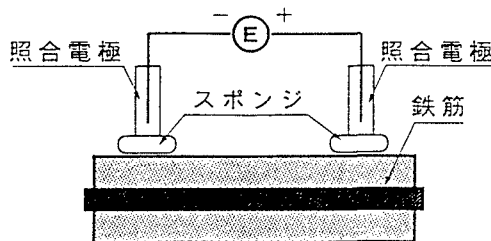


図-1

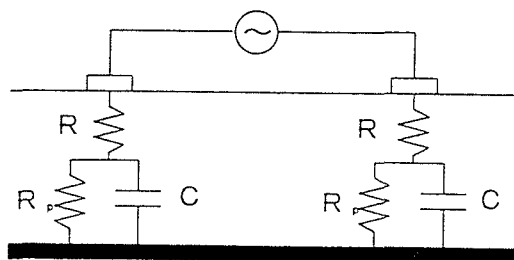


図-2

キーワード : 自然電位 腐食電流 分極抵抗

〒140 東京都品川区広町2丁目1番19号 TEL 03-5709-3665 FAX 03-5709-3666

る2種類の交流電圧を印加して流れた電流を検出する。そして、コンクリート抵抗分を差引く事で2点の分極抵抗の和（合成分極抵抗）を求める。さらに、合成分極抵抗は測定箇所を増やす事で各点にそれぞれの分極抵抗への分解が可能である。ACインピーダンス法では鋼材をはつり出し、作用極の接続が必要であるが、この方法では鋼材のはつり出しを行う事なくコンクリート表面からの分極抵抗の検知が可能である。

3. 原理の検証

完全非破壊検査手法の原理の検証を行うため、現在の手法（一方を鉄筋に接続する方法）と以下のよう比較確認試験を行った。

試験用供試体は、かぶり深さ20mmで $\phi 13$ mmの磨き丸鋼を上下2段に配置した100mm×100mm×200mmの片面を中性化させて鉄筋を腐食させたものを用いた。試験では2つの供試体の鉄筋同志を接続することとし、実構造物での計測を想定して次の接続パターンとした。（図-3参照）

イ) (上段：腐食部-腐食部 下段：健全部-健全部)

ロ) (上段：腐食部-健全部 下段：健全部-腐食部)

測定は、鉄筋の腐食状況を確認するために鉄筋間に流れる腐食電流の測定を行った後に以下の項目について行った。

a) 従来法：①自然電位法 ②ACインピーダンス法

b) 開発法：①表面電位差法 ②表面ACインピーダンス法

測定結果の一部を表-1, 2に示す。尚、従来法については、開発法との比較のために計算を行っている。

電位差の測定においては、従来法とほとんど差がなく十分に原理の妥当性が検証された。又、分極抵抗の測定では従来法との間に多少の差が認められたが、従来においても少なからず問題が有ることを考えれば、実用可能な範囲であると思われる。

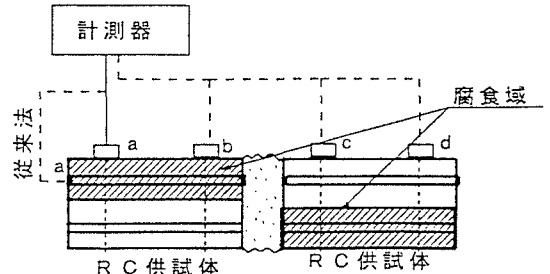


図-3

表-1 電位差の測定結果

測 点	自然電位法	表面電位差法
a-b	-14mV	-17mV
a-c	109mV	98mV
a-d	127mV	128mV

表-2 分極抵抗の測定結果

測 点	ACインピーダンス法	表面ACインピーダンス法
a-b	354 Ω	336 Ω
a-c	408 Ω	457 Ω
a-d	453 Ω	467 Ω

4. 今後の課題

今後、開発を進めていくにあたって最も問題となってくるのは、腐食域の判定レベルをどこに置くかということである。この件に関しては、日常の維持管理に用いるための実用性を考慮して、あまり細かい判定レベルを設けず、2段階程度の腐食判定とすることで考えている。又、判定レベルの設定にあたっては、今年度、様々な状況下での供試体での試験及び実橋梁での試験を行う予定である。

5. おわりに

本検討の遂行にあたり、貴重なご指導を頂きました早稲田大学 理工学部 土木工学科 関教授に深く感謝致します。

- 1) R. FRANCOIS. 他：Electrode Potential Measurements of Concrete Reinforcement for Corrosion Evaluation, Cement Concrete Research, Vol.24, pp.401-412. 1994