

V-157 電位ステップ法を用いたコンクリート中鋼材の腐食モニタリング法  
(その2) フィールド適用性について

新日本製鐵(株) 正会員○後藤 信弘  
松岡 和己  
NTT 宮田 恵守  
正会員 西野龍太郎

1. はじめに

近年、半永久構造物と考えられていたコンクリート構造物中の鋼材腐食が問題視されている。しかし、鋼材腐食の診断技術は未だ確立されておらず、コンクリート表面に劣化現象が顕在化してからの対応が主となっている。そこで、初期の腐食時点でコンクリート中の鋼材の腐食状況を非破壊手法にて的確に把握する技術が切望されている。

この問題に対し、腐食反応の等価回路に着目しフィールドでの測定時間の大幅な短縮を可能とする電位ステップ法の研究とこの手法を装備したコンパクトなフィールド用計測機器の開発を進めている。本研究では、この電位ステップ法とコンクリート中での測定電流の拡散を防止する2重対極式センサーを組み合わせたモニタリング手法を開削トンネルおよびシールド式トンネルに試適用し、この手法のフィールド適用性を検討したのでその結果について述べる。

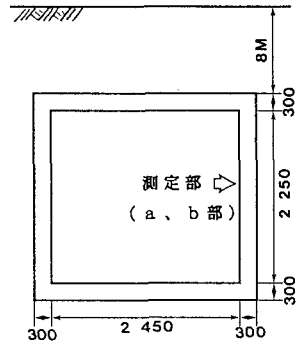


図-1 開削トンネル断面図

2. 開削トンネルにおける適用性検討

2.1 測定概要

測定対象物は鉄筋コンクリート造の開削トンネルで、供用年数20年が経過したもので、断面は図1に示すものである。測定点は、図1に示す構造物内側の側面の縦鉄筋を対象とし、開削トンネル延長方向800m程度の範囲から目視による劣化状況の推定を行い、44箇所の測定点を設けた。また、測定点では、測定後、鉄筋をはつりだし、セルロイド紙による腐食面積率の測定と劣化グレードの判定を行っている。

2.2 測定結果と考察

本測定に用いた電圧波形はアノード分極とカソード分極を交互に行うもので、1回当りの測定時間が15秒弱となる波形を用いた。電流値と電流変化率との関係では、アノード分極・カソード分極ともに分極電圧保持時の電流値とその後の電流変化率とは相関係数0.99以上の良好な線形関係があることが確認できた。また、電流値と電流変化率との関係から得られるコンクリート抵抗・分極抵抗の測定ごとの変動性を検討した。図2より、各かぶり水準における測定値の変動性は小さく、かぶり厚さが大きくなってもかなり再現性の良い測定が行われていることがわかる。

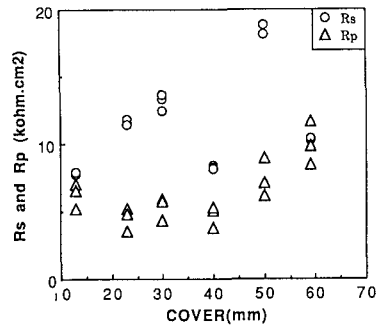


図-2 かぶりと測定値の変動性

図3に分極抵抗と腐食面積率の関係を示す。この図から、分極抵抗と腐食面積率とは対数関係があることが確認で

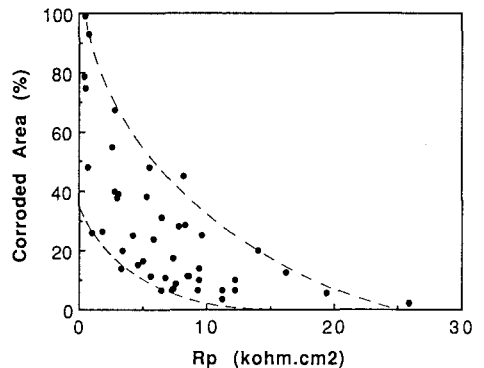


図-3 分極抵抗と腐食面積率の関係

きる。分極抵抗が $10\text{K}\Omega\cdot\text{cm}^2$ 以上であれば腐食面積率の多くは10%以下である。また、分極抵抗が $3\text{K}\Omega\cdot\text{cm}^2$ 以下であれば、腐食面積率の多くは40%以上となっている。

図4に分極抵抗と劣化グレードの関係を示す。劣化グレード1、2ではかなり分極抵抗にばらつきがあるが、グレード3、4では抵抗値の小さい範囲に比較的ばらつきのない関係となっている。各グレードでの分極抵抗の平均値を求めると図中実線で示すように、平均値が小さいほど劣化グレードが大きくなることわかる。

### 3. シールド式トンネルにおける適用性検討

#### 3.1 測定概要

測定対象物は30cm以上のコンクリートにより2次覆工が施されたシールド式トンネルであり、その断面図を図5に示す。この構造物は地下約30mに設置されており、供用年数は11年である。測定部位は、図5に示す断面図でかぶり厚さが45cmである上部を対象とし、測定点は35箇所である。

#### 3.2 測定結果と考察

測定で得られた電流値と電流変化率との関係において、アノード分極・カソード分極ともに分極電圧保持時の電流値とその後の電流変化率とは相関係数0.99以上の良好な線形関係があり、かぶりが30cm以上になっても良好な測定が可能であることが確認できた。

図6に測定範囲の分極抵抗の分布を示す。この図より分極抵抗値は $30\sim 120\text{k}\Omega\cdot\text{cm}^2$ のばらつきはあるが、開削トンネルでの測定値に比べかなり高い値となっている。一方、腐食状況は、コンクリートはつり後のセグメント表面の目視調査では錆はほとんど確認されなかった。

本測定での分極抵抗値が $30\text{K}\Omega\cdot\text{cm}^2$ 以上であり、コンクリート中の鉄筋での測定結果からはこの抵抗値で鉄筋はほとんど腐食しておらず、この点からシールド式トンネルでの測定値も腐食状況をよく検出していると推定できる。

#### 4. まとめ

(1) 開削トンネルでは、両手法を組み合わせたモニタリング法にて得られる分極抵抗は腐食積率と良好な関係があり、また、劣化グレードとの関係も示唆され、鉄筋の腐食状況を非破壊にて検出できる可能性が確認された。

(2) かぶり厚さが30cm以上のシールド式トンネルにおいても本手法は良好な測定が可能であり、この構造物における鋼材の腐食状況の検出にも適用できる可能性が示唆された。

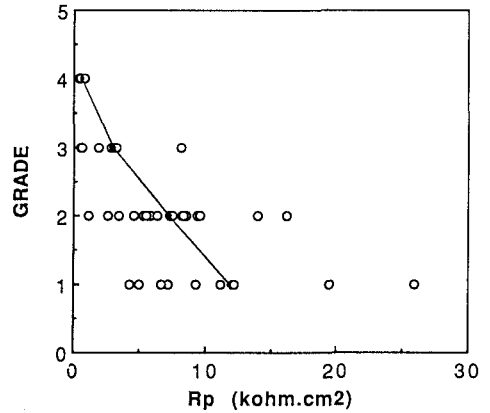


図4 分極抵抗と劣化グレードの関係

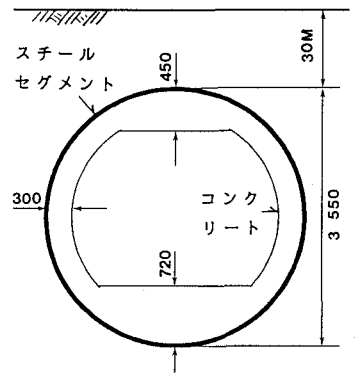
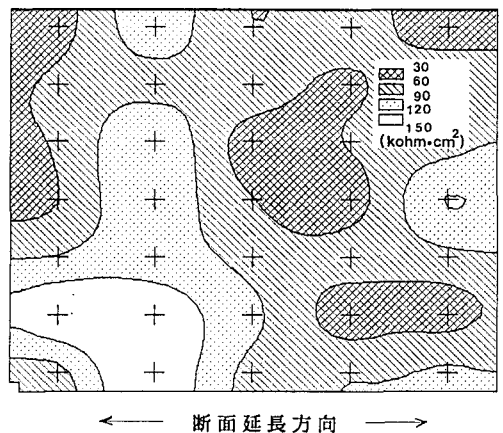


図5 シールド式トンネル断面図



断面延長方向

図6 分極抵抗の分布図