

シールドトンネルの一次覆工減肉量調査結果の報告

NTT アクセスサービスシステム研究所 正会員 ○松本安弘
 NTT アクセスサービスシステム研究所 正会員 水野等
 NTT アクセスサービスシステム研究所 正会員 後藤和彦

1. はじめに

通信用ケーブルが収容されたシールドトンネルの約 40% が建設後 30 年以上経過しており、適切な維持管理のために、劣化予測の重要性が増している。信頼性の高い劣化予測のためには、現用トンネルの主要構造部材の劣化状況の調査データが多く必要となるが、その一方でこの調査データを大量に収集することは難しい。なぜなら地上構造物とは環境条件が異なり、コスト上および安全上の問題から、コア抜き等による試料採取数を多くとることができないためである。

過去にも例えば、塩害の影響を受けた電力用シールドトンネルの RC セグメントの鉄筋残存量の調査¹⁾や、地下鉄トンネルの中性化速度に関する調査²⁾などが行われているが、いずれも劣化の大きい箇所などに対する集中的な調査である。従って、その周辺部や別の箇所がどのような劣化状況となっているかは推定する必要がある。実際、一つのトンネルの軸方向および断面周方向にわたって現用トンネルの主要構造部材の劣化状況を調査したデータはほとんど存在しないと考えられる。そこで本稿では、現用の通信用シールドトンネルについて、トンネル軸方向および断面周方向に関する劣化傾向の調査を目的に実施した調査の結果について報告する。

2. 調査内容

海岸の近くに存在し、塩化物イオンの影響を受けて劣化が進行していると考えられる A トンネルを調査対象とした。A トンネルは 1997 年に建設された延長約 1200 m のトンネルであり、鋼製セグメントの一次覆工に二次覆工が施されている。このうち、主要構造部材である鋼製セグメントの一次覆工を計測対象とした。

測定断面数は図-1 に示す通り 19 断面とし、1 測定断面につき図-2 に示す通りインバート部を除く断面周上の 7 箇所を測点とした。1 測点につき、それぞれ主桁、スキンプレート、縦リブの肉厚を超音波厚さ計により計測した。また、1 測定断面あたり 4~5 箇所存在するセグメント継手版およびその周辺のスキンプレートに対しても同様に肉厚を計測し、漏水が存在する測定断面については漏水を採取し塩化物イオン濃度を測定した。

3. 調査結果

A トンネルでは全体的にスキンプレートに孔食および孔食からの漏水、また継手部(リング継手およびセグメント継手)からの漏水が多く見られた。図-3 に測定断面ごとの各部材の年間平均腐食速度および採取した漏水の塩化物イオン濃度を示す。なお図-3 での年間平均腐食速度は測定断面内の各測点の平均値である。漏水の塩化物イオン濃度は測定断面 12 で最大の 5000 mg/l を示し、これは海水の約 4 分の 1 の濃度であり、コンクリート中の鉄筋の標準的な腐食発生塩化物イオン濃度が 2.2 kg/m³ である³⁾ことを考慮すると、非常に高い濃度であることがわかる。ただし、図-3 における主桁および継手版において最大の年間平均腐食速度となっているのは測定断面 14 であり、最大の塩化物イオン濃度であった測定断面 12 とは一致しなかった。

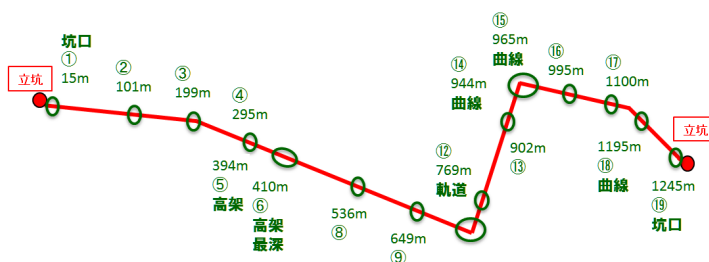


図-1 A トンネルの測定断面の場所

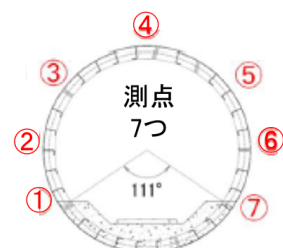


図-2 測定断面における測定箇所

キーワード：シールドトンネル、一次覆工、鋼製セグメント、劣化

連絡先：〒305-0805 茨城県つくば市花畑 1-7-1 NTT アクセスサービスシステム研究所 TEL 029-868-6240

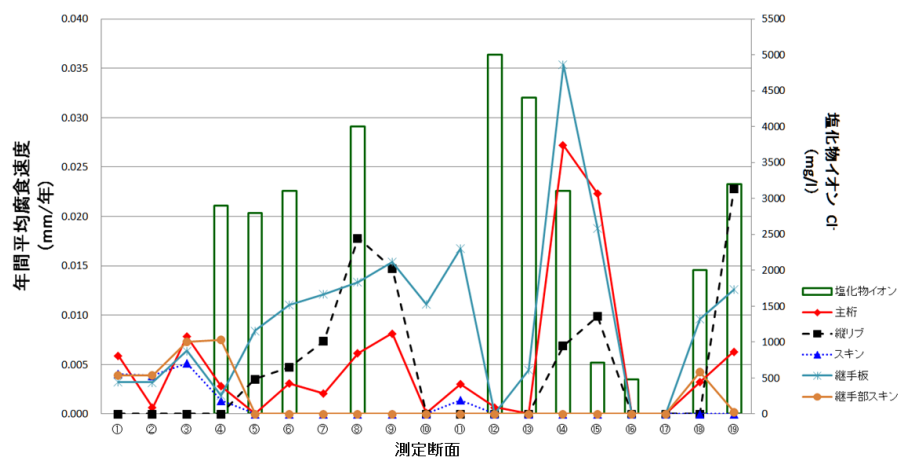


図-3 測定断面ごとの各部材の年間平均腐食速度および漏水の塩化物イオン濃度

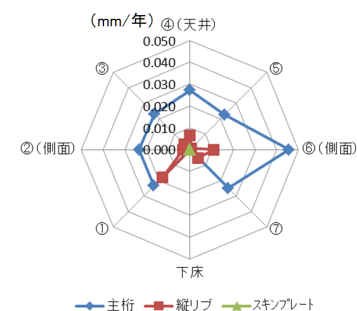


図-4 測定断面 14 の測点ごとの各部材の年間平均腐食速度

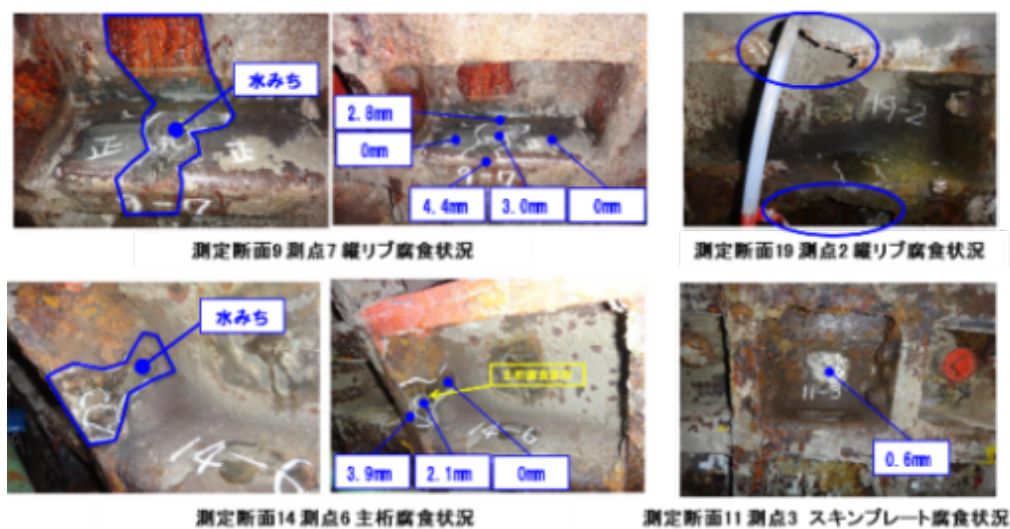


図-5 特徴的な測点 (青字の数字は腐食減肉量を示す)

また、図-4 に最大の年間平均腐食速度であった測定断面 14 の断面内の測点ごとの各部材の年間平均腐食速度を示す。側面である測点 1 において縦リブの腐食速度が大きくなっている原因として、スキンプレーットの孔食からの漏水が通過する水みちとなったためと考えられる。しかし、必ず漏水部の腐食速度が大きかったわけではなく、継手部からの漏水がある測定断面と、漏水がない測定断面との間に、明確な鋼材の腐食減肉速度の違いは確認できなかった。

最後に図-5 に、A トンネルで確認された特徴的な劣化状況を示す。詳細については紙面の都合により割愛するが、スキンプレーット側からトンネル内側に向けて腐食減肉量が大きくなっている原因として、トンネル内側からの酸素の供給と、スキンプレーットの孔食からの水の供給が重なったことが考えられる。

4. おわりに

本稿では一つのトンネルの軸方向および断面周方向にわたって現用トンネルの主要構造部材の劣化状況を調査した結果を報告した。調査により、一つのトンネルでも軸方向および断面周方向に対して劣化傾向が異なる結果が得られた。その原因はスキンプレーットの孔食からの漏水と考えられるため、今後はスキンプレーットの孔食の発生メカニズムを究明するとともに、シールドトンネルの劣化予測手法の確立に取り組む。

参考文献

- 1) 佐藤克晴, 和田好史, 阿南健一, 岡滋晃, 齊藤仁, 吉本正浩, 塩害により劣化した RC セグメントの鉄筋残存量および健全性の将来予測, 土木学会トンネル工学研究発表会報告集, 27 巻, II-4, 2017.
- 2) 岩波基, 新井泰, 古賀伊織, 沢木大介, 地下鉄トンネルの中性化速度に関する調査分析結果, 土木学会トンネル工学研究発表会報告集, 27 巻, III-3, 2017.
- 3) (社) 土木学会, コンクリート標準示方書維持管理編, pp.174-175, 2013.