

鉄道開削トンネルの材料劣化に関する事例調査

(公財) 鉄道総合技術研究所

正会員 ○牛田 貴士 仲山 貴司
津野 究 焼田 真司

1. はじめに

コンクリート標準示方書などの基準・マニュアル類^{1) 2)}では、耐久性に関する検討項目で中性化と塩害が挙げられている。これらの定量的かつ簡易な予測式も提案されており、建設や維持管理の場面において有用なものとなっている。ただし、基準・マニュアル類に掲載される中性化や塩害に関する調査データの集計結果は、橋梁などの地上環境にある構造物で測定されたものが大半を占め、開削トンネルなどの地下環境にある構造物で参考とすることができる集計結果が希少であるのが現状である。

そこで、本研究では地下鉄の開削トンネルで実施された調査データ³⁾などをもとに、中性化および塩害について検討したので、その結果を報告する。

2. 中性化に関する事例調査

(1) 経年と中性化深さとの関係

図-1 に経年と中性化深さの関係を示す。138 箇所の調査データを整理したものであり、プロットは各箇所での測定された中性化深さの平均値を示している。経年は5~80年、中性化深さは0~50mm程度であった。

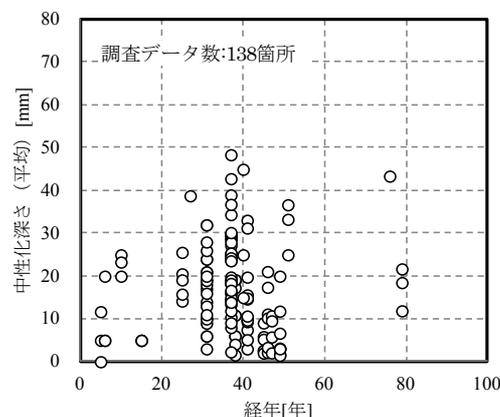


図-1 中性化深さ

(2) 水セメント比 (W/C)、漏水状態と中性化深さとの関係

図-2 は水セメント比と中性化深さの関係を示したものである。プロットが調査データであり、実線は中性化の予測式²⁾を用いた計算値である。一般に、水セメント比が大きくなると中性化深さも大きくなることが知られており、調査データ、予測式ともにその傾向が認められる。一方、図-3 は漏水の有無との関係を示したものであ

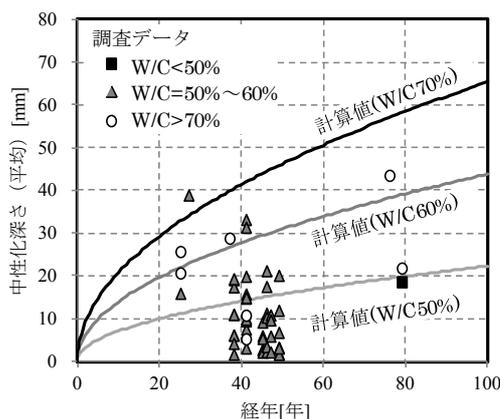


図-2 中性化深さ (W/C 別)

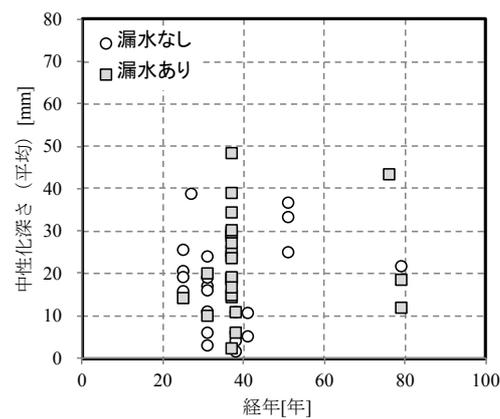


図-3 中性化深さ (漏水状態別)

る。中性化はコンクリートと空気中の二酸化炭素の接触で発生するとされているため、コンクリート表面における漏水の有無で整理を行ったが、今回の整理では関係性が低いものと考えられる。

(3) 中性化速度係数の分布

図-4 は調査データから求めた中性化速度係数の頻度分布を示した。W/C=60%で正規分布を仮定した場合の

キーワード 開削トンネル, 材料劣化, 中性化, 塩害, 事例調査

連絡先 185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 トンネル TEL:042-573-7266

平均値は 1.68, 分散は 2.15 であり, 調査データは正規分布と比較的によく一致することが明らかになった。

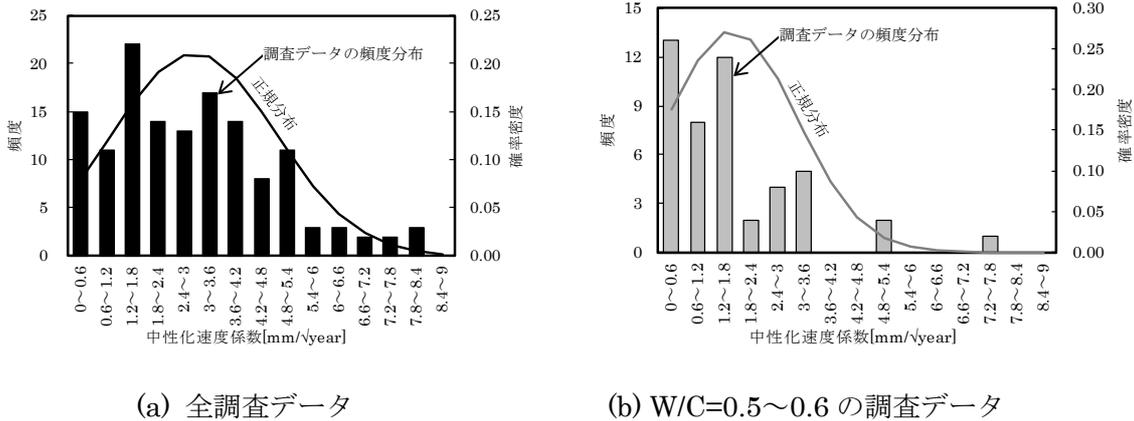


図-4 中性化速度係数

3. 塩害に関する事例調査

調査データは 22 箇所であり, これらデータの多くは感潮河川域で測定されたものである。開削トンネルの場合には漏水に含まれる塩分が主な塩害の原因とされているため, 干満帯と飛来塩分 S1 地域との比較を行った。なお, 干満帯とは港湾構造物のように塩水に直接浸かる場合である。

図-5, 図-6 には, 塩害の予測式²⁾に用いるコンクリートの塩化物イオン表面濃度, コンクリート中の塩化物イオンの拡散係数の頻度分布図を示す。塩化物イオン濃度は 0~3.5kg/m³, 塩化物イオン拡散係数は 0~25mm²/year に多く分布していることがわかる。同図にはコンクリート標準に示される干満帯, 飛来塩分 S1 地域の設計値を示した。多くの調査データは S1 地域以下であるが, 平均値の観点で比較すると塩化物イオン表面濃度の調査データは干満帯と飛来塩分 S1 地域の間になることがわかる。

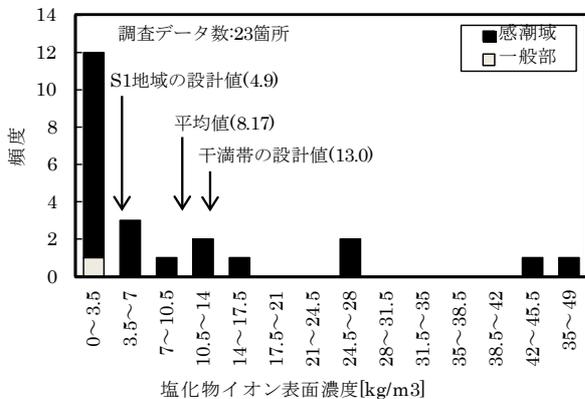


図-5 塩化物イオン表面濃度

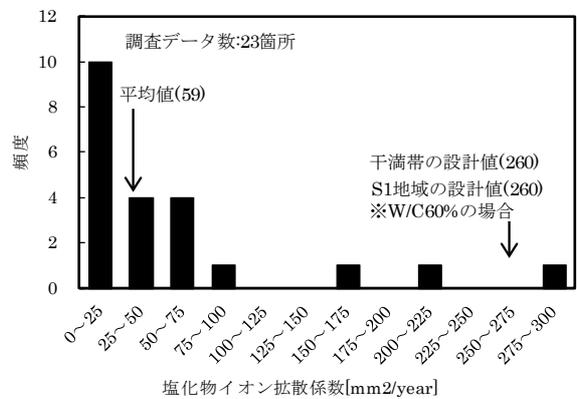


図-6 塩化物イオン拡散係数

4. おわりに

地下鉄トンネルにおける調査データを分析して, 中性化速度係数や塩化物イオン濃度係数の平均, ばらつきの傾向を把握した。今後はさらに詳細な分析を進めていく予定である。

謝辞: 本研究を実施するにあたって, 東京都交通局殿, 横浜市交通局殿, 名古屋市交通局殿, 福岡市交通局殿をはじめとする, 調査データのご提供をいただいた事業者の皆様へ深謝の意を表する。

参考文献

- 1) 土木学会: 2007年制定コンクリート標準示方書 設計編, 2008.
- 2) 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造, 2003.
- 3) 山本努, 松川俊介: 建設から 75 年経過した開削 SRC トンネルの調査・診断, トンネル工学報告集, Vol.15, pp.395, 2005.