

地下鉄箱型トンネルの軌道面及び背面における塩分浸透性に関する考察（その2）

東京地下鉄（株） 小柴 康平
 （株）メトロレールファシリティーズ 正会員 ○渡辺 貞之
 （株）メトロレールファシリティーズ 寺嶋 想汰
 （株）メトロレールファシリティーズ 関口 恵生

1. はじめに

東京メトロ東西線の南砂町駅は、荒川の河口に近接する塩害地域に建設され52年が経過している。今回、駅の改良工事に伴い側壁および上床の撤去を行ったため、背面側の塩害調査が可能となった。ここでは軌道面と背面における塩化物イオンの浸透性を比較する目的で各種調査を行ったので報告する。

「その1」では、塩化物イオン濃度と鉄筋の腐食グレードの関係性及び軌道面と背面の関係性について報告し、この論文では、圧縮強度、静弾性係数、吸水率、中性化、細孔径分布について報告する。

2. 東西線南砂町駅改良工事の概要及び調査内容

当該駅の改良工事の概要と調査内容については、「その1」に準ずる。

3. 圧縮強度と静弾性係数

軌道面と背面における圧縮強度と静弾性係数について図-1に示す。建設時の記録よりコンクリートの設計基準強度 21N/mm^2 、水セメント比 $w/c=53\%$ として、圧縮強度と静弾性係数の関係を比較すると、設計基準強度に満たない圧縮強度が1箇所、基準値に満たない静弾性係数が2箇所あった。圧縮強度に関しては設計基準強度を下回ったコアの径が 45mm と小さいため、骨材の影響やコア採取時に微細なクラック等の損傷を受けたと推測される。一方、基準値を下回った静弾性係数の2箇所についても同様の傾向を示し、軌道面と背面における特徴に顕著な差は確認できなかった。

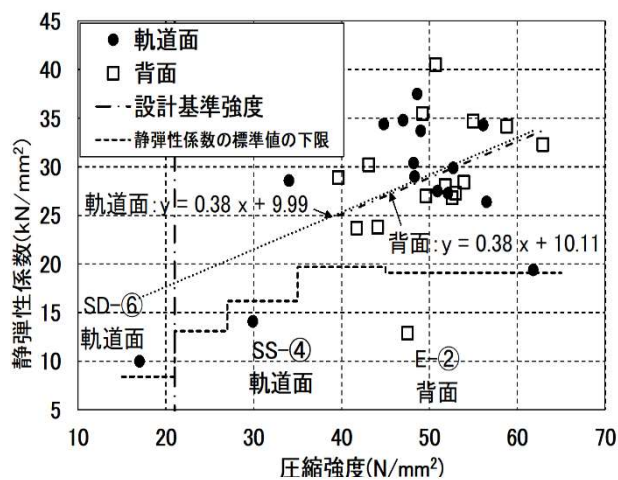


図-1 圧縮強度と静弾性係数

4. 吸水率

軌道面と背面における塩化物イオン濃度と吸水率に関する比較結果を図-2に示す。吸水率は軌道面がやや高い傾向がみられた。一般的には、吸水率が高いほど塩化物イオンが浸透しやすくなる傾向であり、今回の結果でも、軌道面では同様の傾向がみられた。しかし、背面では吸水率が高い箇所でも塩化物イオン濃度が低い傾向がみられ、軌道面ほどの相関性は確認できなかった。原因として、開削工法と潜函工法の試料数の違いが考えられる。軌道面の塩化物イオン濃度が高かった開削工法の試料数は、15本中10本である一方、背面の塩化物イオン濃度が高かった潜函工法の試料数が5本だったことが影響していると考えられる。

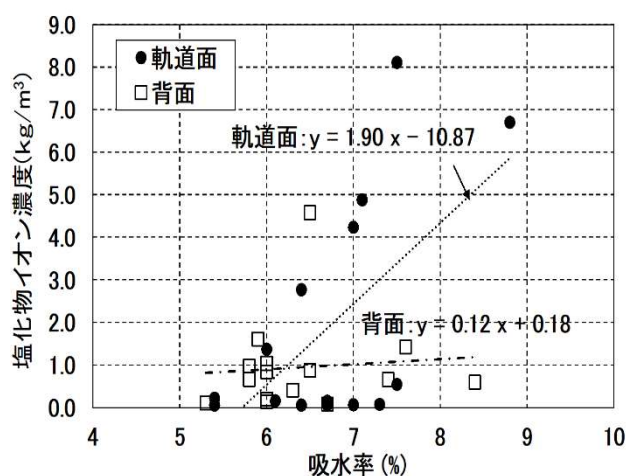


図-2 塩化物イオン濃度と吸水率

キーワード 箱型トンネル, 塩化物イオン濃度, 中性化, 細孔径分布, 吸水率

連絡先 〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町1丁目36-5 株式会社メトロレールファシリティーズ 土木部 TEL03-5623-5717

5. 中性化

軌道面と背面における中性化についての比較を図-3に示す。軌道面と背面の中性化深さの平均値を比較すると、軌道面が13.1mm、背面が7.1mmであり、軌道面の方が進行している傾向がみられた。軌道面は常に空気に触れているのに対して、背面は常に地下水に接している環境の違いが影響しているものと推測される。

6. 細孔径分布

既往の研究¹⁾²⁾では、塩化物イオンの浸透過程において細孔径分布の影響が報告されていることから、水銀圧入法により求めた細孔径容積分布から、施工法別に軌道面と背面の特徴を示す。

開削工法で軌道面の塩化物イオン濃度の浸透が高い10箇所のデータの平均を求め、浸透が少ない背面と比較した。その結果、軌道面は細孔直径が $0.01\mu\text{m}$ 以下が少なく $0.1\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ が多かった。背面は $0.8\mu\text{m}$ 付近がごくわずかで、 $0.04\mu\text{m}$ 以下の小径部分が軌道面に比べて多い傾向がみられた。

潜函工法では背面の塩化物イオンの浸透が多い潜函部3箇所、継手部2箇所のデータの平均を求め、塩化物イオンの浸透が低い軌道面と比較した。背面は $0.01\mu\text{m}$ 以下の容積が軌道面よりわずかに多い程度であるが $0.04\mu\text{m}$ 付近が特に多かった。一方、軌道面は $0.1\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ が多い傾向がみられた。

コンクリート中の塩化物イオンは細孔直径が $0.01\mu\text{m}$ 以下の容積が多いと拡散が抑制される傾向があるとの報告があり、逆にそれ以上の細孔直径の容積が多いと拡散しやすいと考えられる。塩化物イオンの拡散を塩化物イオン濃度と考え、今回の結果は潜函工法の軌道面以外は一致している。潜函工法の軌道面は、漏水等が発生しておらず塩化物イオンの供給がなかったこと等が、塩化物イオン濃度が低かった原因と推測される。施工法の違いにより細孔径分布に特徴が表れる原因は不明であるが、今後の課題としたい。

7. まとめ

- ① 圧縮強度と静弾性係数は、軌道面と背面における顕著な差はみられなかった。
- ② 吸水率は、軌道面において塩化物イオン濃度が高いと吸水率も高い傾向がみられたが、背面では同様の傾向はみられなかった。
- ③ 中性化は、軌道面が背面に比べて高い傾向が見られたが、52年経過した構造物としては中性化が進んでいる軌道面でも平均13mm程度であり、極めて小さい値を示した。
- ④ 細孔径分布は、施工法の違いにより軌道面と背面で特徴が顕著に表れ、潜函工法の軌道面以外では塩化物イオンの浸透性との関連を確認できた。

参考文献

- 1) 安藤雅将, 小林創, 上仲壮, 名和豊春: セメント硬化体中の塩化物イオンの拡散における屈曲度の評価 セメント・コンクリート論文集 Vol.69 No.1 p101 2015
- 2) 与那嶺一秀, 山路徹, 加藤絵万, 川端雄一郎: 長期海洋暴露試験および実構造物調査に基づくコンクリートの塩化物イオン拡散性状に関する検討 港湾空港技術研究所資料 No.1339 p6 March 2018

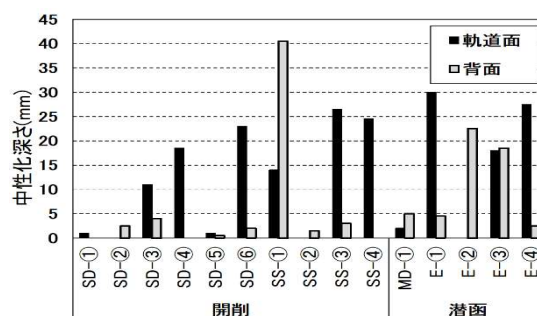


図-3 中性化深さ(軌道面と背面)

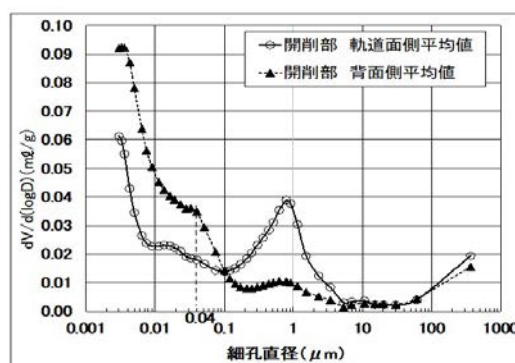


図-4 細孔径分布による比較(開削工法)

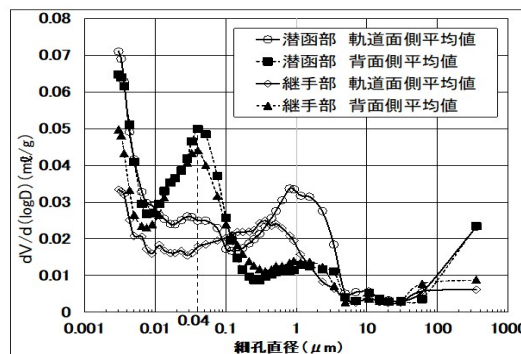


図-5 細孔径分布による比較(潜函工法)