

開削トンネルの中性化による劣化および鉄筋腐食傾向について

エヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会社 正会員 ○柴田 智
 エヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会社 鉄矢 仁
 東日本電信電話株式会社 伊藤 靖之
 通信土木コンサルタント株式会社 熊膳 和也

1. はじめに

NTTでは、日本全国に約 600km の通信用トンネル（以下、「とう道」と呼ぶ）を保有している。これらは円形で建設深度の深いシールド式と矩形で比較的建設深度の浅い開削式に大別される。開削式とう道は、約 250km を占め、そのほとんどが高度成長期に集中して建設されている。建設後 30 年以上経過した開削とう道は、ほぼ半数に達しており、老朽劣化が顕在化しはじめている。今後は、適切な時期での点検や補修の実施と維持管理コストのミニマム化が重要となる。そのためには劣化予測から LCC 評価までの予防保全型の維持管理を目指した一連の仕組みが必要である¹⁾²⁾³⁾。本論文では、実構造物の調査データをもとに中性化による劣化状況と鉄筋腐食傾向について分析した結果を報告する。

2. 調査概要

調査対象は、東京の内陸部に位置する建設後 30 年以上を経過した開削式とう道である。その概要を表-1、主な調査項目と調査方法を表-2 に示す。

表-1 調査対象とう道の概要

項目	概要
設備名称	開削式とう道
構造形式	箱形ラーメン(1 層 1 径間)
固有名称	A とう道
内寸寸法	H:2.7m×B:1.7m
全長	844.6m
建設年	1972 年

表-2 調査内容

項目	方法	数量
外観変状	目視、打音による方法	全区間
中性化深さ	はつりによる方法	156 箇所
	コア採取による方法	28 箇所
圧縮強度	コア採取による方法	9 箇所
塩化物イオン量	コア採取による方法	19 箇所
鉄筋かぶり	電磁誘導法	1056 断面
鉄筋腐食状況	はつりによる方法	100 箇所

3. 調査結果

3.1 目視および打音調査

上記の数値は代表値を記載

本調査では、建設年度や形状を考慮して A とう道を 4 区間に分類した。各区間毎の目視および打音による調査結果を表-3 に示す。区間 A-4 は、はく離・はく落が著しく、区間 A-3 は、はく離・はく落、浮き、ひび割れがいずれも多く、劣化が進行している。区間 A-1、A-2 は、ひび割れは多いものの、他の区間に比べ劣化程度は小さいことが見てとれる。

表-3 目視および打音調査結果

区間	区間長	はく離・はく落 (箇所)	浮き (箇所)	ひび割れ (箇所)
A-1	約 190m	58	21	149
A-2	約 180m	107	189	251
A-3	約 270m	221	113	178
A-4	約 200m	248	29	52

3.2 コア採取およびはつりによる調査

区間毎のコア採取およびはつり調査から得られた主な結果を表-4 に示す。

1) 中性化深さ

区間毎の平均中性化深さと経過年数から算出した中性化速度係数を見ると、区間 A-1、A-2 は 3.2～2.4mm/√年と速い傾向にあり、区間 A-3、A-4 は 1.7～0.9mm/√年と遅い傾向にあった。

2) 圧縮強度

区間毎のコンクリートの圧縮強度は、一般的な設計基準強度 21N/mm² を上回る結果であった。

表-4 コア採取およびはつりによる調査結果

区間	中性化深さ (mm)	中性化速度係数 (mm/√年)	塩化物イオン量 (kg/m ³)	圧縮強度 (N/mm ²)
A-1	19.2	3.2	0.06	29.2
A-2	15.8	2.4	0.09	31.7
A-3	11.2	1.7	0.19	32.1
A-4	6.0	0.9	0.11	35.7

キーワード 中性化、コンクリート、開削トンネル、とう道、鉄筋腐食

連絡先 〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町 2-31-1 浜町センタービル 15F NTT インフラネット(株) TEL03-5645-1019

3) 塩化物イオン量

区間毎の塩化物イオン量の平均値は、 $0.06 \sim 0.19 \text{ kg/m}^3$ と、塩化物イオン総量規制値の 0.3 kg/m^3 を下回っていた。塩化物イオン量の深さ方向の分布も、ほぼ均一な分布であった。

4. 考察

4.1 環境条件と中性化

図-1 にとう道の区間毎の中性化速度係数を示す。とう道内は、定期的な自動換気の作動により、外気を取り込む換気口を設置している。図-1 に送風機により外気を強制的に取り込む換気口（以下、吸気口と呼ぶ）と内気を排出する換気口（以下、排気口と呼ぶ）の位置を示した。吸気口付近は、中性化速度係数が大きくなる傾向があるが、吸気口から離れるに従って中性化速度係数は小さくなる傾向を示した。当該とう道においては、外気の湿度変動を受けやすい吸気口の付近が、特に中性化が進みやすい環境下にあったと考えられる。

4.2 中性化残りと鉄筋腐食

図-2 と図-3 にはつり箇所での中性化深さおよび鉄筋かぶりと鉄筋腐食状況との相関を示す。図-2 は目視上劣化程度が大きい区間 A-4、図-3 は目視上比較的劣化程度の小さい区間 A-1 である。

両区間ともに中性化残り 10mm 以下になると、ほとんどの鉄筋は断面欠損あるいは全面錆が発生しており、腐食程度が大きいことが判る。区間 A-1 は、中性化の進行が著しいものの鉄筋かぶりが十分に確保されているため、現時点では中性化残りが 10mm を上回っている。このことから、鉄筋の腐食程度が小さいあるいは健全になったものとする。

5. まとめ

- ・ 中性化は、外気の湿度変動を受けやすい吸気口の付近が進みやすく、環境調査等を含めたデータの蓄積が必要と考える。
- ・ 鉄筋腐食は、中性化残り 10mm 以下になると腐食の程度は大きくなる。
- ・ 特に中性化の進行の速い箇所については、表面被覆やかぶりを大きくするなど一般構造物以上に中性化に配慮した検討を行う必要がある。

【参考文献】

- 1) 橋本暁典, 竹内光, 工藤輝生, 田中実: 開削トンネルの LCC 低減を目的とした面的補修設計法の提案(その1)-面的補修設計法の構成-, 土木学会第 63 回年次学術講演会, 5-284, 平成 20 年 9 月
- 2) 井野 智章, 栗林 恭嗣, 岩上 一宏, 熊膳 和也: 開削トンネルの LCC 低減を目的とした面的補修設計法の提案(その2)-面的点検・劣化予測・ゾーニングの事例-, 土木学会第 63 回年次学術講演会, 5-285, 平成 20 年 9 月
- 3) 熊膳 和也, 和田 賢二, 本多 文夫, 玉松 潤一郎: 開削トンネルの LCC 低減を目的とした面的補修設計法の提案(その3)-LCC 評価の事例-, 土木学会第 63 回年次学術講演会, 5-286, 平成 20 年 9 月

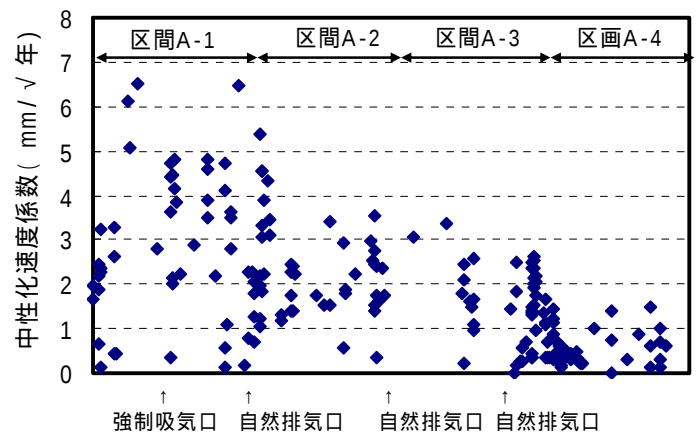


図-1 区間毎の中性化速度係数

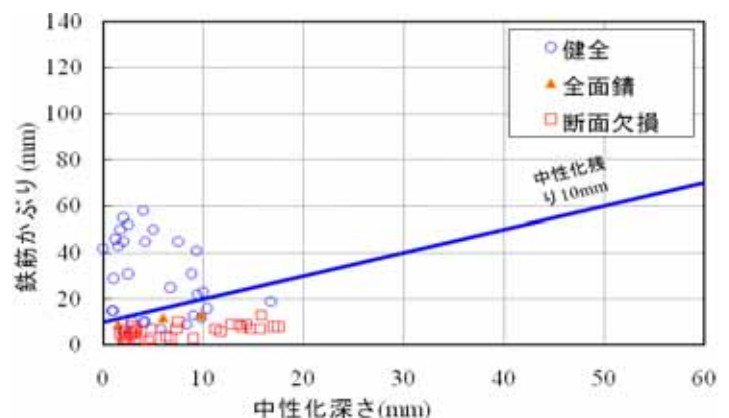


図-2 中性化深さと鉄筋かぶりの関係 (A-4 区間)

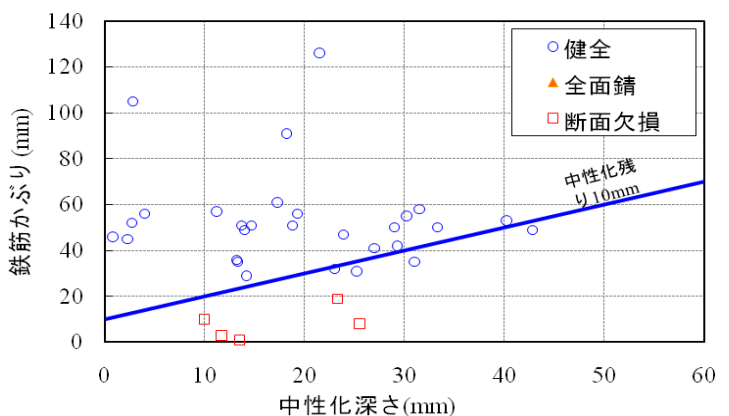


図-3 中性化深さと鉄筋かぶりの関係 (A-1 区間)