

V-151 地下鉄構造物における中性化の進行が鉄筋に及ぼす影響について

大阪市交通局 乾 広海
 大阪市交通局 正会員 ○松下 晃
 大阪市交通事業振興公社 正会員 東川 忠
 中央復建コンサルタンツ 正会員 田底 成智

1. はじめに

大阪市営地下鉄は、昭和8年に第1号線梅田～心斎橋間で開業後、現在までに地下部分の総営業延長は100km近くに及んでいる。大阪市交通局はこれらの地下構造物に、最適な保守管理を施すために、全般診断としての1次調査から、個別診断としての2次、3次調査に至るまで実施している。特に平成2年度より長期間供用されてきた隧道を対象として、1次調査に含まれる現状調査（隧道内の変状や欠陥状況を把握する調査）を毎年2～3kmのペースで行ってきている。

本報告では、この現状調査のデータをもとに中性化の進行と鉄筋腐食の関係について述べる。

2. データの概要

中性化の進行と鉄筋の腐食度の関係を、同位置で実施した中性化深さ（1箇所当たり4点の平均）・かぶり厚さの測定および腐食度判定のデータから求めた。現在までに、116箇所ほど実施している。データの構成を図1～2に示す。なお腐食度の区分は福士、森永、成田による区分にもとづいた。また、調査区間では塩害やアルカリ骨材反応による被害が認められる箇所はなかった。

表-1 福士、森永、成田の区分表

腐食度	鉄筋腐食状況
1	・黒皮の状態、または錆は生じているが全体的に薄い緻密な錆でありコンクリート面に錆が付着していることはない。
2	・部分的に浮き錆があるが、小面積の斑点状である。
3	・断面欠損は目視調査では認められないが、鉄筋の全周または全長にわたって浮き錆が生じている。
4	・断面欠損を生じている。

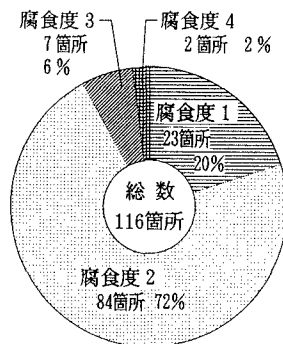


図-1 腐食度の構成

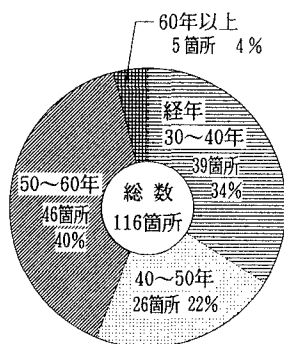
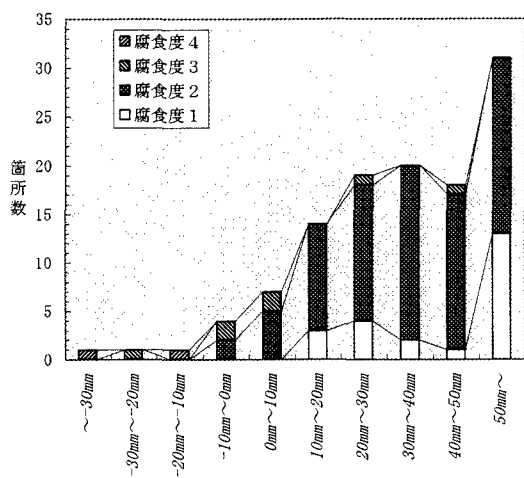


図-2 経年の構成

3. 中性化残りと鉄筋腐食度の関係

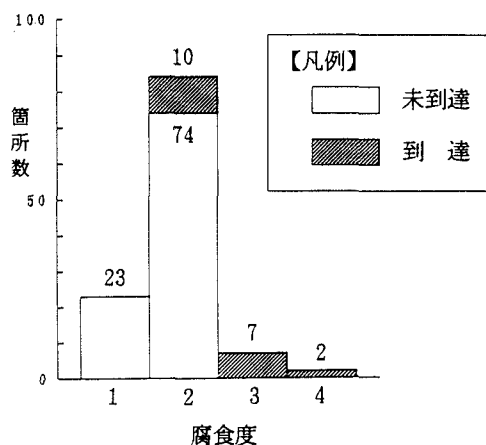
中性化深さから鉄筋位置までの距離と鉄筋腐食度の関係を図-3に示す。この図から、中性化が鉄筋位置に到達する（中性化残り0）までに腐食度1が無くなっていることがわかる。また、中性化残りが20～30mm、40～50mmの区分で腐食度3の箇所があった。これについて、調査箇所における中性化深さのばらつきをみると、局部的に中性化が深く進行しており、鉄筋位置に到達していた。

そこで、各箇所の4点の中性化深さのうち最大値を中性化フロントとして、それが鉄筋位置に到達しているかで再分類したところ、図-4が得られた。中性化フロントが鉄筋位置まで達していなければ、腐食度3までは到らないことがわかる。



中性化残り＝被り厚さ－中性化深さ（4点平均）

図－3 中性化残りと鉄筋腐食度



図－4 中性化フロントの位置と鉄筋腐食度の関係

4. 中性化状態にある年数と鉄筋腐食度の関係

腐食度が2，3および4の箇所（但し、腐食度2は中性化未到達の場合は除く）について、中性化フロント，かぶり厚さ，経年（調査した年－施工年）のデータおよび中性化の速度式（ $\chi = A\sqrt{t}$ ）から鉄筋が中性化状態にある年数を算出した。その結果を表－2に示す。鉄筋が曝露されていないために、腐食の進行はかなり遅いものと考えられる。

表－2 中性化年数と鉄筋腐食度

	中性化状態にある年数（算出値）の範囲	平均
腐食度 2	5～22年	14 年
腐食度 3	16～40年	25 年
腐食度 4	51～54年	53 年

5. まとめ

以上の分析から、地下鉄構造物における中性化の進行が鉄筋に及ぼす影響についてまとめる。

- ① 点錆程度（腐食度2）が72%あった。これは、施工時のコンクリート打設前に錆が付着したものが、数十年を経た現在でも腐食度3に到ることなく安定した状態で保たれているものがかなり含まれていると評価している。
- ② 各箇所の最大中性化深さ（中性化フロント）が、腐食の実状に整合していると評価している。これからの現状調査には、この中性化フロントに着目することを予定している。
- ③ 中性化の到達が錆の進行を促すものであるということが、地下構造物という安定した環境のもとでも確認できた。但し、これまでの調査結果では鉄筋が曝露されていなければかなり遅いものとなっている。中性化到達の箇所が少ないため、必ずしも正確なものとは評価しがたいが、今後のデータの蓄積をもって正確さを高めたい。
- ④ 現在は主筋部分のはつり調査により腐食度の調査を実施している。将来は、鉄筋の無い箇所のはつり調査から中性化の進行状況を調べ、現状調査が得られているかぶり厚さの蓄積データ、中性化速度データ等から、中性化到達時期、腐食度3に到る時期の予測を行い、地下鉄構造物の延命化を図るための指標としたい。

参考文献 1) 森永繁，福士勲，成田一徳：海砂使用上の技術基準に関する研究，日本建築学会学術講演梗概集，pp. 31～32，1980