

地下鉄構造物のアセットマネジメントのための劣化予測に関する基礎研究

大阪市交通局 正会員 島 拓造 大阪市交通局 正会員 ○上新原 公治
交通サービス 正会員 堀 元治 交通サービス 豆谷 美津二

1. 目的

鉄道構造物は、公共性、経済性等から取替えが困難なものであり、劣化による構造物のリスクを把握して事後保全、予防保全を適切に組合せた維持管理などアセットマネジメントの確立が必要である。

本研究は、アセットマネジメントに欠かすことのできない劣化予測について、地下鉄の鉄筋コンクリート構造物を対象として要求性能を整理し、中性化による劣化に関して検討を行った。さらに、ここで検討した劣化予測について、大阪市交通局において実施された構造物の物理調査を用いて一部検証を行った。

2. 地下鉄構造物における維持管理

地下鉄構造物は、地下鉄の安全・安定輸送を確保するための性能が必要であり、具体的には「内空等を確保するための耐力」と「コンクリート片を剥落させない性能」が求められる。近年では、コンクリートの剥落に関する重要度が増していることを考慮して、地下鉄構造物の要求性能と構造物の劣化および維持管理との関連を、図1に示すように整理している。

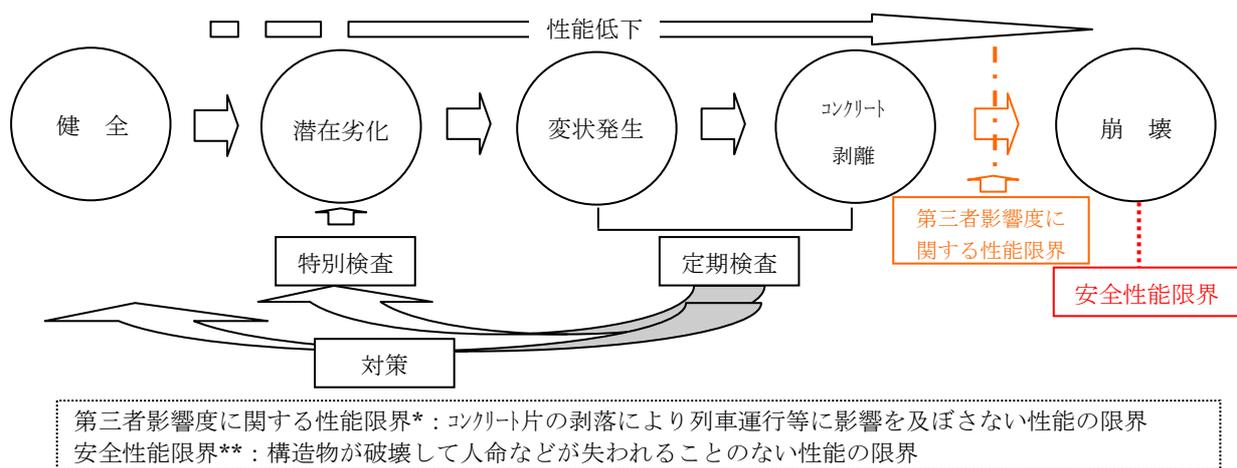


図1 要求性能と構造物の劣化の概念

3. 中性化による劣化

鉄筋コンクリート構造物の劣化には、中性化、塩害およびそれらが複合した要因が考えられる。劣化過程は、いずれの場合でも進行速度が異なるものの同様であると考え、劣化の可能性、物理調査等の保有量を勘案し、中性化について検討した。モデル化は、中性化による鉄筋の腐食によって構造物の性能の低下が進行する¹⁾²⁾ことで、コンクリートの剥落や耐力が低下すると考え、劣化過程と構造物の平面的な状態を図2のように整理した。

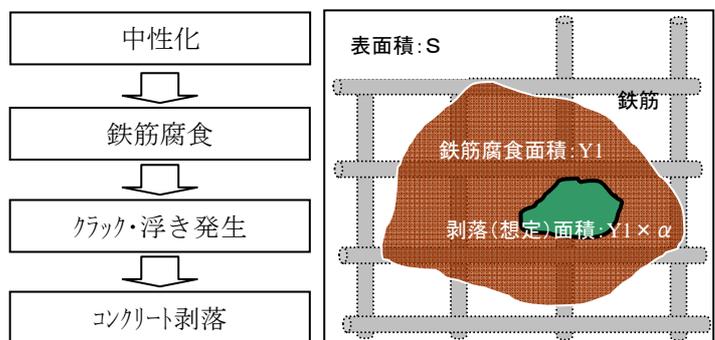


図2 中性化の劣化過程とモデル化

4. 中性化による劣化予測

劣化予測は、構造物の性能として鉄筋の状態とし、腐食が始まりさらに腐食の進行で発生するコンクリート

キーワード 地下鉄構造物, アセットマネジメント, 劣化予測, 中性化, 腐食面積率
連絡先 〒550-0025 大阪市西区九条南1丁目12番64号(大阪市交通局庁舎4階) 交通サービス(株) TEL06-6581-9579

の剥落面積から算出する次式によることとした。

$$Z = 100 - Y1 \times \alpha \quad (1)$$

ここにZ：構造物の性能

Y1：鉄筋の腐食面積率

α：補正係数

性能の低下については、中性化残りを用いて算出する鉄筋の腐食面積率¹⁾と中性化の進行¹⁾²⁾により表すこととし、次式を採用することとした。

$$Y1 = 97.77 e^{-0.10X} \quad (2)$$

$$y = b \sqrt{t} \quad (3)$$

ここにX：中性化残り(d-y)

d：鉄筋のかぶり

y：中性化深さ

b：中性化速度係数

t：経過年数

一方、性能の回復等については、各対策工法の鉄筋、中性化に対する対策時の回復効果と対策後の性能低下の低減効果に関して定式化の考え方を表1にまとめている。さらに、性能の低下に対して期待できる対策工法の効果から実施時期を考慮した維持管理のシナリオを設定し、その概念を図3にまとめた。

表1 対策工法による性能の回復等

対策工法	対策時の性能の回復効果	対策後の性能低下の低減効果
小規模修復	—	$Y1=97.77 e^{-0.10(d-y)}$
表面被覆	—	$Y1=97.77 e^{-0.10(d-\beta \times y)}$
再アルカリ化	—	$Y1=97.77 e^{-0.10(d-y)}, y=0$
補強	Z=100	$Y1=97.77 e^{-0.10(d-\gamma \times y)}, y=0$

5. 物理調査データによる劣化予測の検証

大阪市交通局では、平成2年より30年以上経過した構造物を対象に鉄筋腐食度、含有塩分量、中性化深さ、かぶりなどの物理調査を行っており、この結果と検討した劣化予測との検証を行った。

中性化深さおよびかぶりについては、ばらつきが大きく、現段階の整理・分析では明確な傾向が得られていない。一方、鉄筋腐食度と中性化残りは、はつり調査の結果を用いて中性化残りを10mm単位として鉄筋腐食度を分類して集計し、単位毎の鉄筋腐食度ⅢとⅣの占める割合を算出した。この割合を、鉄筋の腐食面積率として捉えると、図4のように関連性が高いものであった。

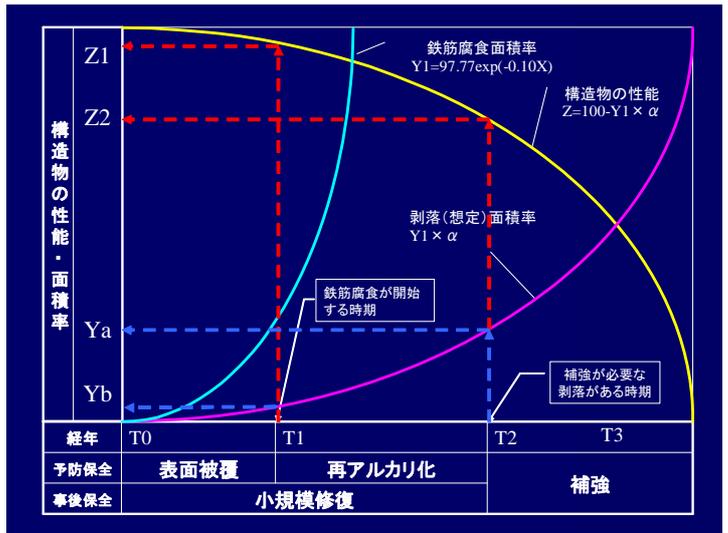


図3 構造物の維持管理のシナリオと性能変化の概念

今回の検証では、鉄筋の腐食面積率を $Y1 = 97.77 e^{-0.06(X+20)}$ とすることで、より相関性が高い結果であった。

6. まとめ

劣化予測については、物理調査の検証結果より得られた中性化残りと鉄筋腐食度の関連性から、鉄筋腐食面積率で捉えることが有効である。しかし、調査結果には、中性化深さ等ばらつきのあるものもあり、分析の深度化により劣化予測の精度を向上させる一方で、ばらつきのリスクを考慮した評価方法の検討も必要である。

参考文献

- 1) 土木学会：2001年制定，コンクリート標準示方書[維持管理編]，p.81～96，2001
- 2) 土木学会：2007年制定，コンクリート標準示方書[維持管理編]，p.81～100，2007

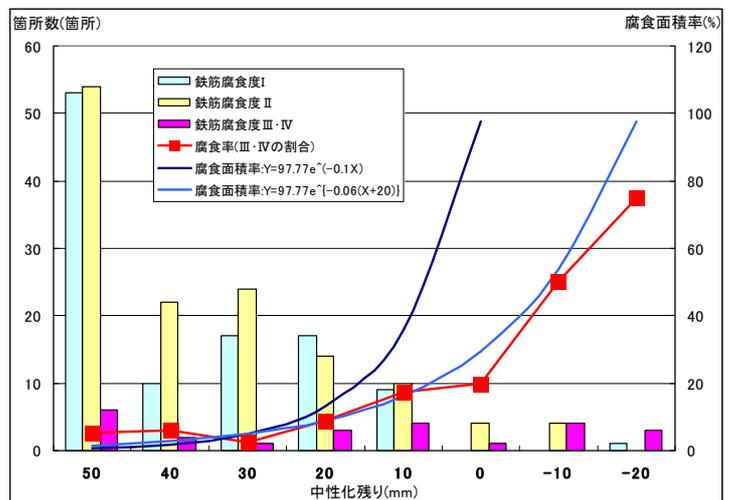


図4 中性化残りと鉄筋腐食面積率