

## 地下鉄トンネルに発生している変状の分類・集計と発生要因の検討

東京地下鉄(株) 諸橋 由治  
 東京地下鉄(株) 正会員 山本 努  
 (株)復建エンジニアリング 篠宮 弘州  
 (株)復建エンジニアリング 菅原 伸

### 1. はじめに

様々な年代に開業し、使用材料や施工・環境条件等の異なる東京メトロ全8路線におけるコンクリートトンネルを対象として、今後の長期的な維持管理計画の策定に資するため、既存資料を整理して各トンネルに発生している変状を分類し、区間ごとの概算数量の集計を行うとともに、それぞれの発生要因等の分析を行った。

本稿は、その分類・集計・分析結果の概要と今後の調査方針等を報告するものである。

### 2. 実施内容

各トンネルに発生している変状の実態を把握するため、建設時の資料・図面、既往の検査・調査報告書等を収集し、下記の分類・集計・分析を行った。

#### (1) 各トンネルに発生している変状の分類

変状展開図から各種変状をひとつひとつ抽出し、特にひび割れについては形状・方向・規模・発生部位に着目してパターン毎に分類し、現時点で考えられる変状原因の推定を行い、今後実施すべき調査内容等を整理した。(図-1)

#### (2) 区間ごとの変状発生量の集計・分析

(1)で分類したそれぞれの変状の発生数量を各路線の区間ごとに定量的に集計し、区間ごとの変状発生傾向を把握するとともに、施工年代・環境条件等の違いや、コンクリート強度・中性化深さの実測値と、変状発生数量の相関関係を分析した。(図-2)

### 3. 検討結果

#### (1) 各トンネルに発生している変状の分類

変状展開図を見ると、様々なパターンのひび割れが複合して発生しているが、形状・方向・規模・発生部位に着目して分類した結果、各路線とも概ね5~8パターンに分類することができた。

このうち、一部路線では経年劣化と推定されるひび割れが見られたが、各路線とも発生しているひび割れのほとんどは供用開始時点から存在していると推定されるもので、ひび割れ幅も小さく、進行性も見られないものであった。

図-1 各変状パターンの整理シートの例

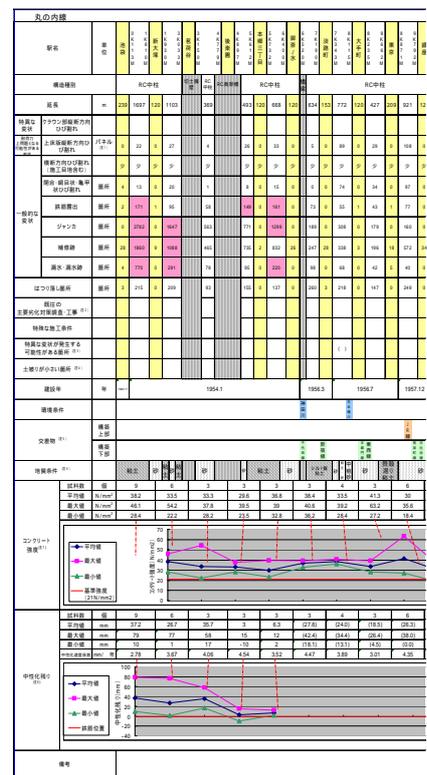


図-2 区間毎の変状数量集計結果の例

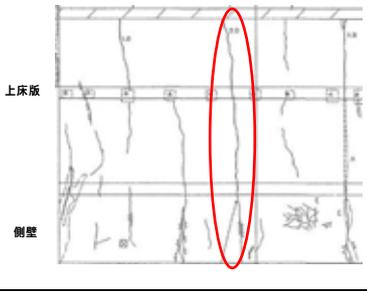
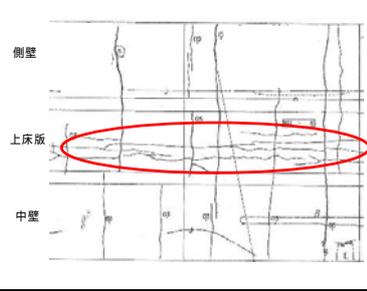
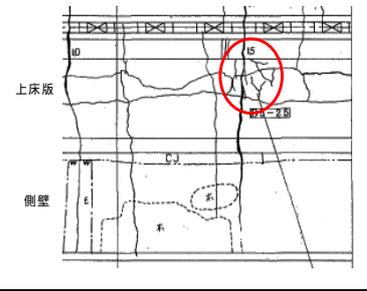
キーワード：地下鉄トンネル、変状、ひび割れ

連絡先：〒110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6 東京地下鉄(株) 工務部構築物構造改善担当 TEL03-3837-7230

## (2)変状発生量の集計・分析

箱形トンネルで発生しているひび割れのうち、各路線で見られるひび割れは、表 - 1 に示す3つのパターンが多いことがわかった。

表 - 1 代表的なひび割れパターン

	横断方向ひび割れ	縦断方向ひび割れ	網目状ひび割れ
変状展開図の例			
パターン	トンネル横断方向にほぼ一定の間隔で発生しているひび割れ	ところどころで連続的に発生している縦断方向ひび割れ	部分的に見られる網目状のひび割れ
発生部位	上床、側壁、中壁	上床	主に上床
主に推定される原因	コンクリートの収縮によるひび割れ	型枠の早期除去/支保工の沈下/上載荷重による曲げひび割れ	部分的に生じた不適切な施工/材料によるひび割れ

開削トンネル、シールドトンネルとも建設年度が古い路線ほど発生している変状量が多い傾向にあった。

各路線の箱型トンネル区間における単位延長当りのジャンカ発生量を図 - 3 に示す。

コンクリートのコア圧縮強度の分布は年代が新しい路線ほど圧縮強度が高くなる傾向にあった。いずれの路線も設計基準強度を下回るサンプルはほとんど見られなかった。

また、トンネルの深さ、河川や他構造物との交差の有無、特殊工法による建設箇所など、トンネルのおかれた環境・施工条件と変状発生量の関係性を分析したが、変状の多い区間が必ずしも特別な条件の区間であるわけではなかった。

つまり、トンネル内の変状の多少は、環境・施工条件のみに依存するのではなく、コンクリートの施工や材料の良否の影響も受ける可能性が高いことがわかった。

## 4. 今後の調査方針

今回、トンネル全区間の変状を把握した結果、現時点で劣化が進行している箇所については、既に調査・対策が実施済みであり、多くの区間で発生しているひび割れ等の変状もそのほとんどが進行性が低いものであると推察された。

今後は長期的な視点での劣化進行の可能性を見極め、確実な予防保全が実施できるよう、中性化深さ、塩化物イオン量、鉄筋腐食度・腐食速度、かぶり厚等を全線にわたり測定し、データベースに蓄積して、全路線・全区間の劣化進行予測、評価、対策検討を行うこととしている。

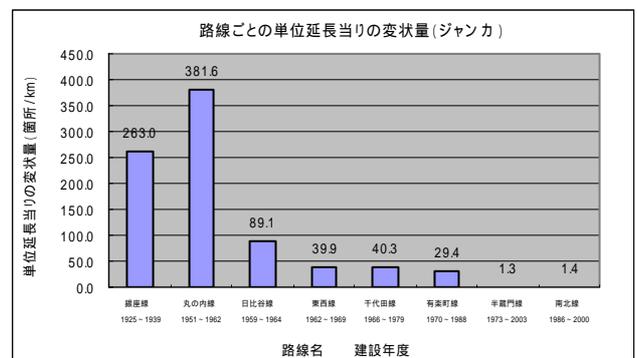


図 - 3 単位延長当りのジャンカ発生量