

RC床板の鉄筋腐食による曲げ性能の変化の予測に関する実験

金沢工業大学大学院 学生員 ○山本 一也*¹
 金沢工業大学大学院 学生員 木谷 理志*¹
 金沢工業大学 正会員 木村 定雄*¹

1. はじめに

近年、開削工法で構築された地下鉄トンネルでは、鉄筋腐食による劣化の現象がいくつか報告¹⁾されている。これまでに、筆者らは地下構造物の目的に応じた種々の性能²⁾が鉄筋腐食によって変化する性能状態を予測するための簡易手法を提案してきている³⁾。図1は鉄筋腐食と各種性能との関係を示したものである。

既往の研究では、現行の維持管理で適用されている目視点検基準⁴⁾等を参考に、鉄筋腐食によるはく落現象を最終段階として、簡易的な外観の劣化状態から具体的に定めた目視点検基準を提案³⁾した。また、外観変化状態のみから、コンクリート片のはく落現象や曲げ性能の低下を予測するのは難しく、ひび割れ密度や腐食析出密度の変化傾向を新たに予測指標として検討した。さらに、ひび割れ密度の増加が小さくなり、腐食析出密度が急激に増加する状態では、はく落現象よりも先に曲げ耐力が大きく低下する可能性があることを報告³⁾した。

本報告は、地下鉄開削トンネルの駅部軌道階中床版の鉄筋腐食による曲げ性能の低下を予測することを目的として、積算電流量または主筋残存率と曲げ耐力および曲げ剛性の関係を実験により確認した結果について述べたものである。

2. 実験概要

本実験では開削工法によって構築される地下鉄トンネルの駅部軌道階中床版を対象とした。表1に実験ケースを示す。図2に試験体の形状寸法を示す。200mm×345mmの主断面に主鉄筋としてD16を2本のケースと、またそれと同等の鉄筋量となるD13を3本のケースを設けた。コンクリートの設計基準強度は24N/mm² (f'_{c28}=27.8N/mm², E_{c28}=20.9kN/mm²)とし、鉄筋はSD345を用いた。

鉄筋は電食により腐食させた。表1中には腐食電流に電食期間を乗じた積算電流量を示す。直流安定化電源により電流密度を3.8A/m²として通電させた。電食の腐食速度は速度の遅いケースを電流量0.2Aとし、速度の速いケースを電流量1Aとした。また、その腐食速度による腐食期間は表中に示したとおりである。

図3に載荷方法および測定機器の概要を示す。曲げ載荷実験はスパン1500mmの3点載荷とした。

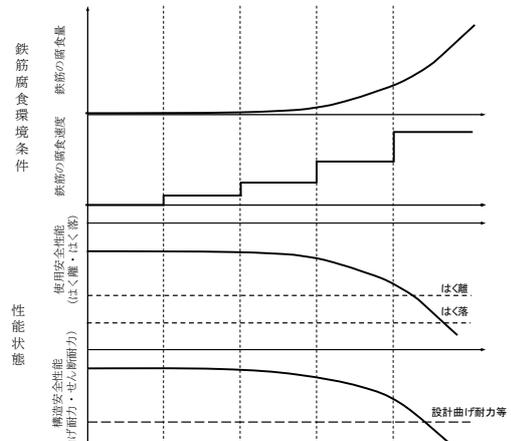


図1 鉄筋腐食と性能低下のイメージ

表1 実験ケース

| 腐食速度 | 主筋 | 試験体名 | 電食期間(day) | 積算電流量(A・hr) |
|----------------|-------|---------|-----------|-------------|
| 遅 (電流量0.2A) | D16×2 | D16No.1 | 287 | 1375 |
| | D16×2 | D16No.2 | 281 | 1347 |
| | D16×2 | D16No.3 | 0 | 0 |
| 速 (電流量1A) | D16×2 | D16No.4 | 120 | 2889 |
| | D16×2 | D16No.5 | 78 | 1877 |
| | D13×3 | D13No.1 | 78 | 1877 |
| | D13×3 | D13No.2 | 120 | 2889 |
| | D13×3 | D13No.3 | 0 | 0 |

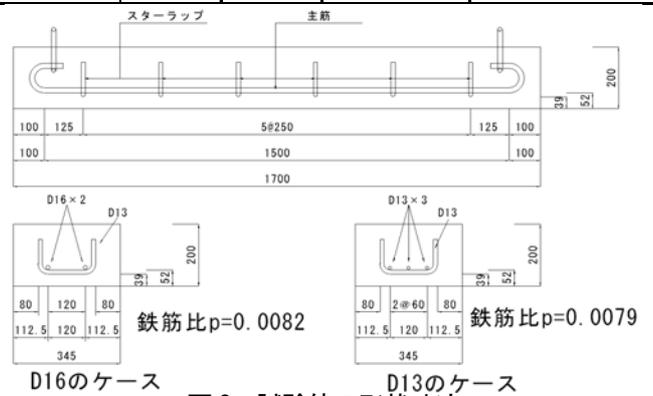


図2 試験体の形状寸法

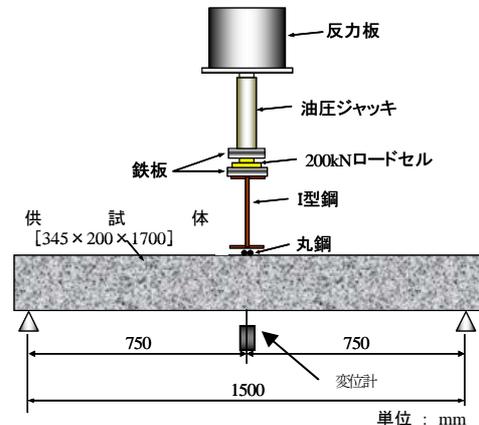


図3 載荷方法および測定機器の設置概要

キーワード：開削トンネル, 鉄筋腐食, 耐久性能, 構造安定性能, 電食, 維持管理

連絡先 *1: 〒924-0838 石川県白山市八束穂3-1 (地域防災環境科学研究所) TEL: 076-274-7704 FAX: 076-274-7102

3. 実験結果および考察

図4に積算電流量と主筋平均残存率の関係を示す。また、図中には既往の文献⁵⁾の知見もあわせて示してある。主筋平均残存率の関係はほぼ比例関係にあると考えられる。また、積算 2889A・hr 時の主筋平均残存率は既往の文献⁵⁾の知見と比較すると本実験は約 20%主筋平均残存率が大きい。

図5と図6に曲げ実験により得られた荷重と中央変位量の関係を示す。また、図中には設計値(曲げ終局耐力)および主筋平均残存率をあわせて示してある。健全試験体は設計曲げ耐力に対して約 28%(D16 のケース)と約 31%(D13 のケース)の余剰強度を有している。一方、腐食試験体は主筋平均残存率に応じて耐力が低下している。図7に主筋平均残存率と設計値(曲げ終局耐力)に対する実験値の比の関係を示す。主筋平均残存率が約 90%以下になる設計値(曲げ終局耐力)に対する実験値の比が 1.0 以下になる。したがって、主筋断面が 10%以上減少すると、設計値(曲げ終局耐力)を下回る可能性がある。

図8に主筋平均残存率とひび割れ発生前後の健全試験体の曲げ剛性に対する腐食試験体の曲げ剛性の比との関係を示す。主筋平均残存率の低下に伴い曲げ剛性比も低下する。また、主筋平均残存率が設計値(曲げ終局耐力)を下回る時点、すなわち主筋平均残存率が 90%時の曲げ剛性比はひび割れ発生前後ともに約 15%減少する。

本実験の結果、主筋平均残存率が約 90%以下となると、設計値(曲げ終局耐力)を下回り、また曲げ剛性が低下することを確認した。今後は、主筋平均残存率と鉄筋腐食環境条件(鉄筋腐食量、腐食速度)との関連性をより詳細に検討する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) NIKKEI CONSTRUCTION, トンネル覆工のはく落対策の立て方 [まずは劣化部のはつり落としから], コンクリート補修実践講座「第9回」, 2001.10.26.
- 2) 木村定雄, 建山和由, 芥川真一, 土門剛, 杉本光隆: トンネルのデザインとマネジメント(1), 土木学会年次学術講演会講演概要集, Vol.62, VI-166, 2007.9.
- 3) 乾川尚隆, 木村定雄: RC セグメントにおけるかぶりコンクリートのはく落現象を予測するための目視点検評価手法の提案, 中国現代隧道技術, Vol.44, pp.101-106, 2007.9.
- 4) 2001年制定コンクリート標準示方書[維持管理編], 13章 中性化維持管理標準, pp.93, 2001.1.
- 5) 田森清美, 丸山久一, 小田川昌史: 鉄筋の発錆によるコンクリートのひび割れ性状に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.10, No.2, pp.505-510, 1988.

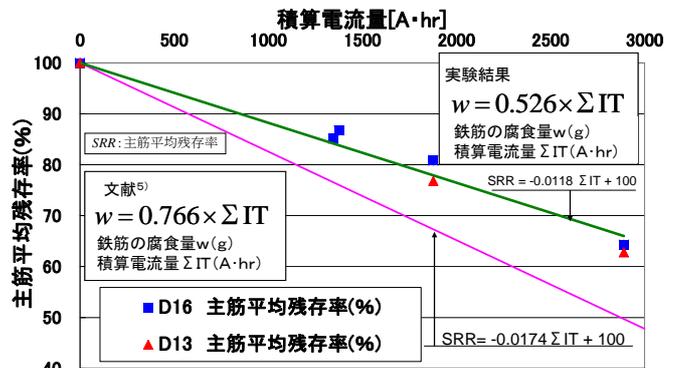


図4 積算電流量と主筋平均残存率の関係

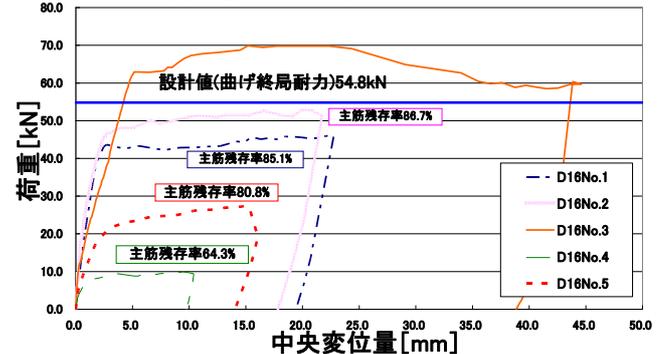


図5 荷重と中央変位量との関係 (D16)

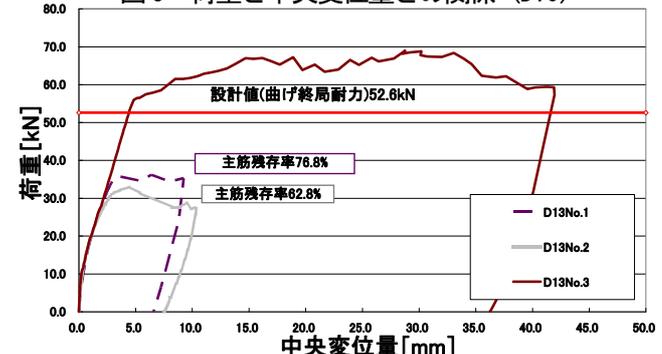


図6 荷重と中央変位量との関係 (D13)

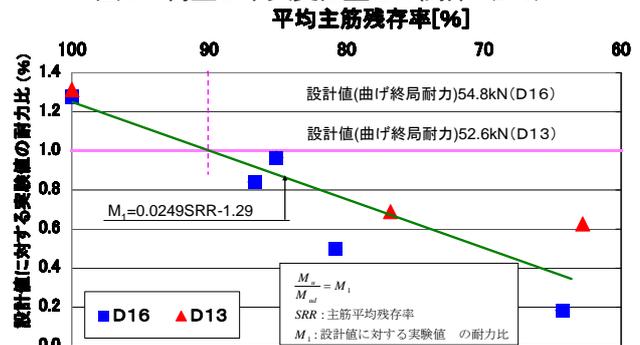


図7 主筋平均残存率と設計値に対する実験値の比の関係

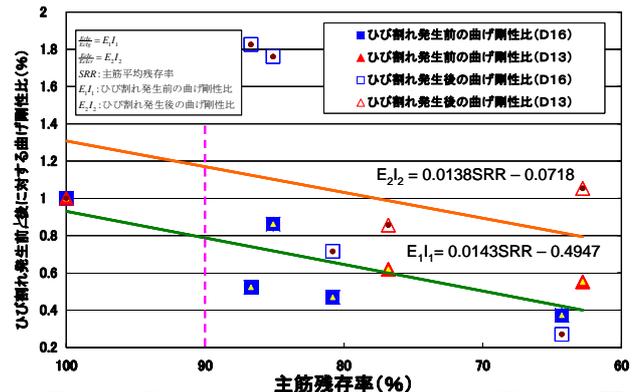


図8 主筋残存率ひび割れ発生前後の曲げ剛性比の関係