

鉄筋腐食による構造物の構造安定性能の変化の簡易予測手法の検討

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

1. はじめに

21世紀をむかえた現在、これまでに造られてきた構造物がほぼ同時期に集中して老朽化してきている。このため、今後の社会資本整備では構造物を新設する技術とともに、既設の構造物を適切に管理し長く供用する技術の重要性が指摘されている<sup>1)</sup>。

一方、従来からの既設構造物の維持管理段階では、個々に基準を設けて点検・評価・対策がとられており、基本的に個々の事象に対策を講じているのが現状である。このような中、用途に応じた構造物の機能や性能を精査し、性能規定に基づいて維持管理計画の必要性が指摘されている。そこで、筆者らはRC構造物の使用安全性能と構造安定性能にとくに着目し地下構造物の目的に応じたこれらの性能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<sup>2)</sup>。

本報告では、図1を基本とした鉄筋の腐食による使用安全性能（はく離、はく落）と構造安定性能（曲げ耐力、せん断耐力）が変化していく段階を、効率よく予測するため指標（ひび割れ目視点検基準、ひび割れ密度、累積腐食析出密度）について検討している。

2. 実験概要

試験体の形状寸法を図2に示す。200mm×345mmの主断面に主筋としてD16を2本と、またそれとほぼ同等の鉄筋比となる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/mm<sup>2</sup>(f<sub>c28</sub>=27.8N/mm<sup>2</sup>, E<sub>c28</sub>=20900N/mm<sup>2</sup>)、鉄筋はSD345を用いた。促進劣化には電食実験を用いた。電食試験の概要を図3に示す。直流安定化電源により3.8A/m<sup>2</sup>として通電させ、電食の腐食速度が遅いケースを0.2Aとし、腐食速度の速いケースを1Aとした。表1に実験ケースを示す。また、ひび割れ密度および腐食析出物密度を算出するためにエリアを設けた。図4にエリアの詳細を示す。なお式(1)と式(2)において、ひび割れ密度および腐食析出物密度の算出方法を示す。

$$\text{ひび割れ密度} = \frac{\sum l_{cm}}{A_n} (cm/m^2) \dots \text{式(1)}$$

l<sub>cm</sub>:各Areaのひび割れ開口幅0.2mm以上のひび割れ長さ(cm)  
 A<sub>n</sub>:各Areaの面積(m<sup>2</sup>)

$$\text{腐食析出密度} = \frac{\sum m_n}{A_n} (kg/m^2) \dots \text{式(2)}$$

m<sub>n</sub>:各Areaの腐食析出物の質量(kg)  
 A<sub>n</sub>:各Areaの面積(A<sup>2</sup>)

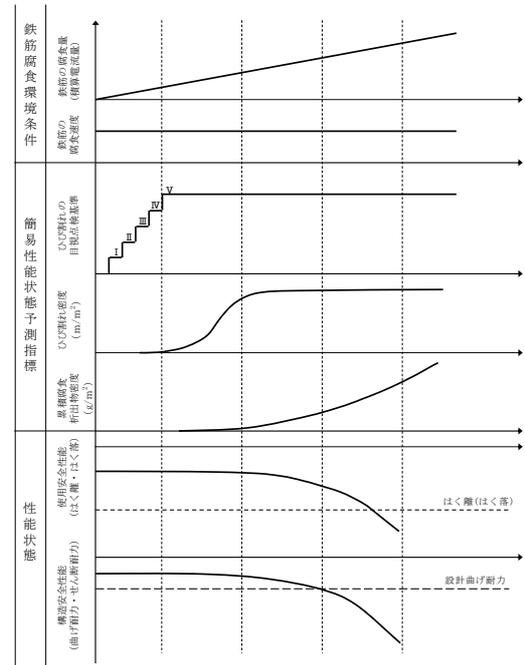


図1 鉄筋腐食と性能低下のイメージ

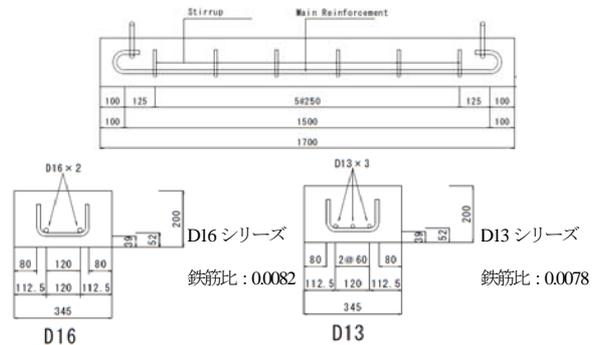


図2 試験体の形状寸法

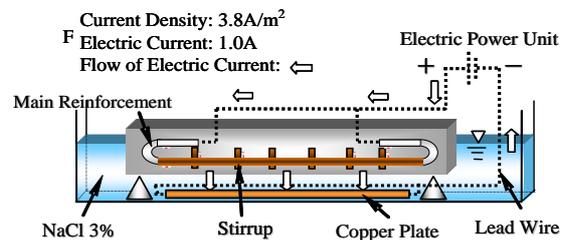


図3 電食試験の概要

表1 実験ケース

腐食速度	主筋	試験体名	電食期間(日)	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

キーワード: 鉄筋腐食, 電食, リスクマネジメント, 維持管理, トンネル

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

電食試験による積算電流量と主筋の腐食減量の関係を図5に示す。積算電流量と腐食減量の関係は式(3)として既往の研究<sup>3)</sup>で提案されている。また図中に  $w_1$ (黒線) としてあわせて示してある。

$$w_1 = 0.766 * IT \quad \dots\dots\dots \text{式(3)}$$

$w$ : 腐食減量(g)  $IT$ : 積算電流量(A·hr)

文献中で腐食減量の単位は [g] で表されているが、ここではコンクリート標準示方書[維持管理編]<sup>4)</sup>に示される [mg/cm<sup>2</sup>]の単位に換算している。本実験で得られた結果を1次の近似直線で仮定し、その近似直線を  $w_2$ (黒破線)として示す。その結果、本実験から得られた主筋の腐食減量は、式(3)よりも小さくなっている。このことは、供試体の諸元やかぶり鉄筋径などの違いなどがあると考えられる。

積算電流量とひび割れ密度と腐食析出物密度の関係の一例を図6に示す。積算電流量が 18(A·day)において、鉄筋に沿ったひび割れとそれに交わる方向のひび割れがつながり、閉じている状態となった。その外観を写真1に示す。積算電流量が 18(A·day)あたりからひび割れ密度および累積腐食析出物密度の増加を確認した。ひび割れ密度は約 20日間増加し、その後の進展が一定値に収束する傾向がみられた。さらに累積腐食析出物密度は、ひび割れ密度の増加後に一時的に増加する傾向がみられた。その外観を写真2に示す。あわせて、積算電流量 120(A·day)における外観を写真3に示す。その他のケースにおいても同様な傾向がみられた。また、電食終了後、構造試験を行い、構造安定性能項目の曲げ耐力の低下を確認した。一方、使用安全性性能項目のはく落にあたる現象は試験体においては確認できなかった。これは、電食実験において鉄筋の腐食生成物が電解液に溶出することで膨張圧が減少することが考えられることから、今後、使用安全性性能にあたるのはく落については検討が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 木村定雄, 安田亨: トンネルの性能規定化の動向とマネジメント, サマースクール 2008 テキスト, pp109-119, 2008.8.
- 2) 小田和伸, 乾川尚隆, 木村定雄: 鉄筋腐食によるRC覆工におけるかぶりコンクリートのはく落現象の目視点検評価手法の検討, トンネル工学報告集, Vol.17, pp.343-348, 2007.11.
- 3) 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
- 4) 土木学会: コンクリート標準示方書 [維持管理編], 団法人 土木学会, 2007. 3

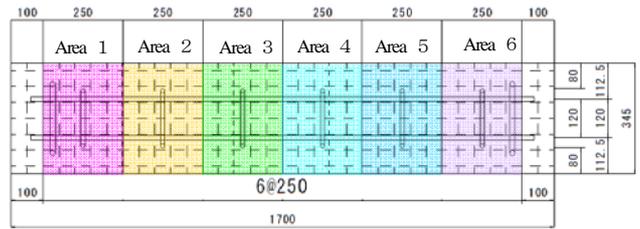


図4 各エリアの詳細範囲

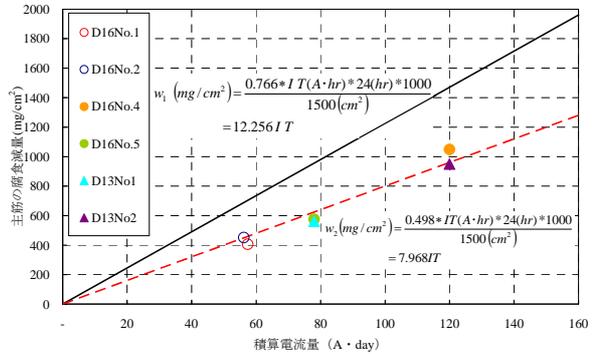


図5 積算電流量と主筋の腐食減量の関係

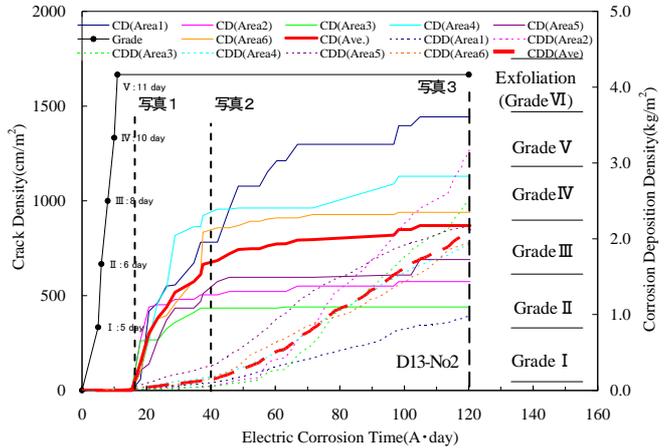


図6 積算電流量とひび割れ密度および腐食析出物密度の関係の一例

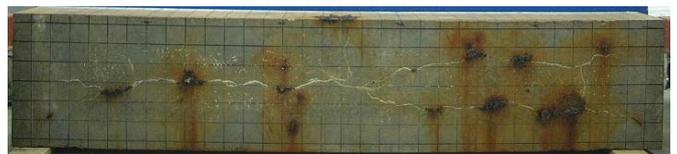


写真1 試験体外観 D13-No2 (18A·day)



写真2 試験体外観 D13-No2 (40A·day)



写真3 試験体外観 D13-No2 (120A·day)