

鉄筋腐食による梁・床版コンクリートのはく落現象の目視評価基準の提案

金沢工業大学大学院 ○学生員 小田 和伸
 金沢工業大学大学院 学生員 乾川 尚隆
 金沢工業大学 正会員 木村 定雄

1. はじめに

1999 年に無筋コンクリート構造である山陽新幹線福岡トンネル坑内において走行中の新幹線にはく落したコンクリート片が直撃する事故が発生し¹⁾、コンクリート片のはく落現象が社会的な問題となった。また、RC 構造である高架橋においても幾つかのはく落事故が報告されている²⁾。前述したはく落した事故では、覆工の主体構造としての構造耐力は有しているものの、トンネルの機能に応じた使用性能(利用者の安全性能等)に問題があることを意味する。しかしながら、このような使用性能の照査に関する既往の研究はほとんど見あたらない³⁾。

一方、コンクリート標準示方書〔維持管理編〕⁴⁾によると「加速期」は「腐食ひび割れの発生、部分的なはく離・はく落が見られる」とあり、鉄筋腐食や外観の劣化程度を定量的に評価する基準が明確にされているとは言い難い。

本研究は前述した目視による外観劣化グレード評価の基準を定め、はく落に至るまでの劣化過程を分析したものである。

2. 実験の概要

時間経過にともなって変化するコンクリートの外観変化、すなわち、コンクリート中の鉄筋腐食量および腐食膨張圧の発生を短時間で模擬するため、通電によりコンクリート中の鉄筋を強制的に腐食させた。通電期間は供試体のはく落するまでとした。電食概要を図1および図2に示す。濃度 3%塩水中にコンクリートを浸漬させ、鉄筋を陽極、銅板を陰極とした電気回路を設けた。図3に供試体の概要を示す。リード線を主筋にはんだ付けし、電流密度 $3.8\text{A}/\text{m}^2$ の電流を鉄筋全体に通電して全面腐食を模擬した。

3. 実験結果およびその考察

図4は一般的に示される鉄筋腐食の過程を示したものである。この図中にはく落を最終段階とした劣化状態 ～ を定めた。表1および表2は版構造および梁構造を対象とした目視による condition codes を示したものである。版構造は図5に示す下面のみを対象とし、梁構造は側面1, 2 および下面の3面を対象として劣化状態を評価した。表3に供試体の側面1, 2および下面からスターラップまでの純キーワード はく落、外観劣化、鉄筋腐食、電食、RC 構造連絡先 〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘7-1 TEL: 076-248-8426 FAX: 076-294-6713

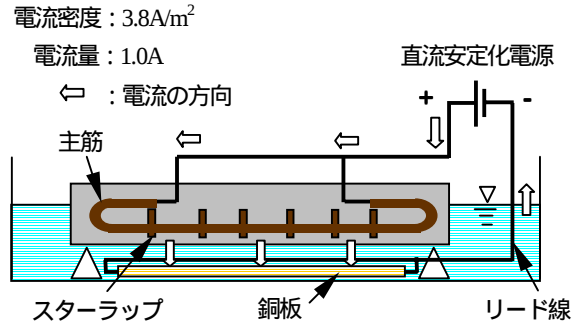


図1 電食概要(側面図)

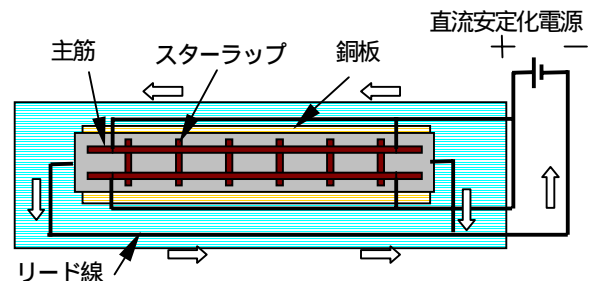


図2 電食概要(上面図)

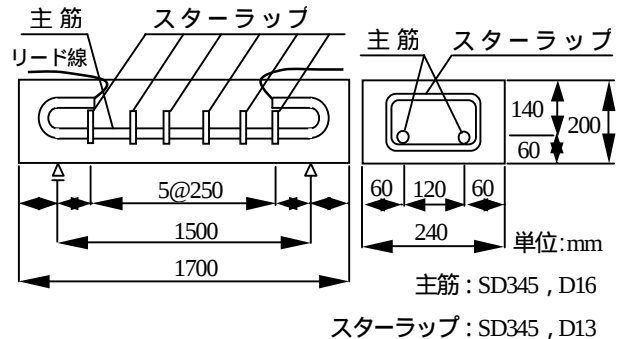


図3 供試体概要

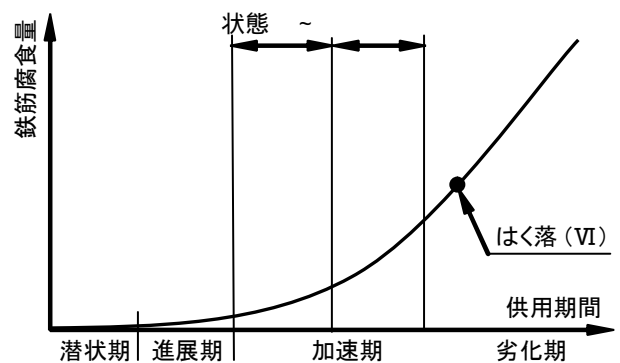


図4 鉄筋の腐食進行段階的評価の例

表 1 版構造を対象とした condition codes

level	劣化の状態
level	底面に鉄筋（最もかぶりの小さい鉄筋，一般にスターラップ）に沿ったひび割れと腐食痕が見られる
level	底面に鉄筋に沿ったひび割れが複数本確認でき，腐食痕が拡大している
level	底面に鉄筋に沿ったひび割れが進展しそれと交わる方向の鉄筋に沿うひび割れと腐食痕が見られる
level	底面に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る
level	底面に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

表 2 梁構造を対象とした condition codes

level	劣化の状態
level	鉄筋（最もかぶりの小さい鉄筋，一般にスターラップ）に沿ったひび割れと腐食痕が見られる
level	鉄筋に沿ったひび割れが複数本確認でき，腐食痕が拡大している
level	鉄筋に沿ったひび割れが進展しそれと交わる方向の鉄筋に沿うひび割れと腐食痕が見られる
level	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る
level	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

かぶりを示す．電食 3.6 日経過時に下面において微小な腐食痕が確認された(写真 1 参照)．この現象は版構造を対象とした状態 に位置づけられる．電食 50.5 日経過時に下面においてスターラップに沿ったひび割れとそれに交わる方向（主筋方向）のひび割れが交差した(写真 2 参照)．この現象は版構造を対象とした状態 に位置づけられる．図 6 に劣化状態の経時変化を示す．下面よりも側面の方が早期に状態 となった．状態 となった後，側面および下面ともに状態 が約 40 日程度続き 52 日経過後側面において，はく落現象の前段階となる閉じたひび割れが確認された．下面よりも側面の方が早期に閉じたひび割れ（状態 ）が発生した．その原因としてはスターラップの曲げ加工の際に発生した膨らみにより，表 3 から分かるように下面からスターラップまでの純かぶりよりも側面からスターラップまでの純かぶりの方が小さくなったためと考えられる．

参考文献

1)日経 BP：落下した社会資本，日経コンストラクション，pp．38-48，1999.9.24.
2)石橋忠良，古谷時春，浜崎直行，鈴木博人：高架橋等からのコンクリート片剥落に関する研究，土木学会論文集 No.711/V-56，pp.125-134，2002.8.
3)例えば，伊藤哲男，馬場弘二，城馬博通，吉武 勇，中川浩二：トンネル覆工コンクリートのひび割れ形態調査による剥落危険性評価，土木学会論文集，No.763/ -63，pp．87-93，2004.6.
4)土木学会：コンクリート標準示方書〔維持管理編〕pp．108-109，2001.12.

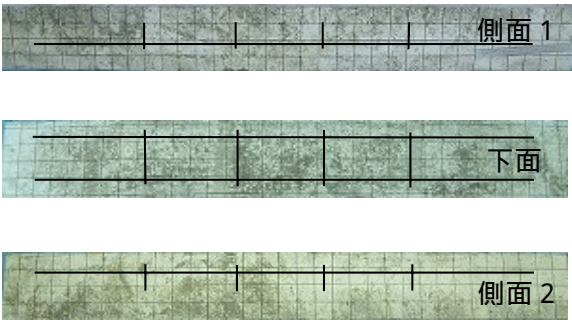


図 5 供試体純かぶり概要

表 3 各面においての純かぶり 単位：mm

測点	1	2	3	4	平均
側面1	24	24	25	24	24
側面2	25	24	24	24	24
測点	1	2	3	4	平均
	5	6	7	8	平均
下面	34	34	34	34	34
	34	34	34	34	34



写真 1 3.6 日経過時（下面・状態 の例）

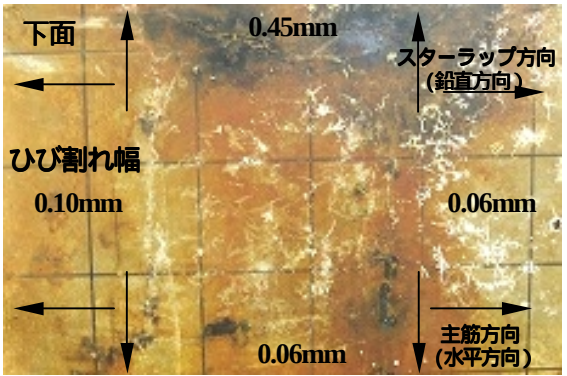


写真 2 50.5 日経過時（下面・状態 の例）

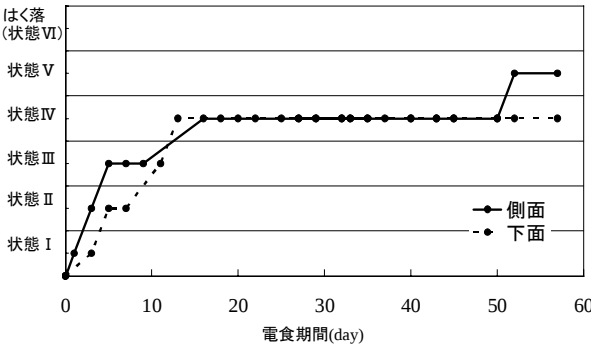


図 6 電食経過にともなう外観劣化状況