

腐食ひび割れを有する RC プリズムの付着特性

広島大学大学院 学生会員 ○宇田 好一郎

広島大学大学院 学生会員 Nour-Allah HUSSEIN

広島大学大学院 正会員 丸山 一平

広島大学大学院 FEP-会員 佐藤 良一

1. はじめに

現在, 社会的必要性から RC 構造物の鉄筋腐食に関する研究が盛んに行われている. これらの研究成果から, 現状では腐食ひび割れ発生を耐久性限界とするに至っているが, 腐食ひび割れ発生後の性能照査技術は確立されていない. また近年, 鉄筋腐食による耐力低下問題において, 断面欠損が及ぼす影響よりも, 鉄筋とコンクリートとの付着劣化の影響が大きいと指摘された. このような背景から, 付着特性に及ぼす鉄筋腐食の影響を把握するため, 過去にコンクリートが圧縮場の片引き試験が行われた. しかし, 実構造物ではコンクリート部が引張応力場にあり実現象とは異なる. また時間依存性挙動に関する研究も十分でない. そこで, 本研究ではより実構造物に近い, 短期付着特性及び時間依存付着特性を把握することを目的とし, 載荷時にコンクリート部を引張応力場に保つ RC プリズム供試体を電食させ, 短期引抜き試験及び持続荷重載荷試験を行った.

2. 実験概要

設定した実験パラメータは短期載荷試験では腐食電流密度, 持続荷重載荷試験では平均腐食ひび割れ幅と作用させる応力レベルである. 供試体はいずれも図-1 に示すとおりである. 鉄筋 2 本 1 組として一軸となるように接続し, 一方に 64mm(4×D)の腐食区間を設けた.

コンクリートの配合は W/C=0.6 であった. 打設後 24 時間後脱型し, 28 日間気中養生(20%, 100% R.H.)を行った. その後海水相当 3% NaCl 水溶液に浸漬し, 鉄筋に一定電流(腐食電流密度 1000, 4000 μ A/cm²)を印加し腐食促進を行った. 材齢 28 日時点で圧縮強度は 36.0N/mm², 引張強度は 3.29N/mm², ヤング係数は 30.0kN/mm² であった. 腐食促進中, コンタクトゲージ(精度 1/1000mm)を用いて鉄筋腐食による軸方向ひび割れ幅を測定した. 所要の腐食ひび割れ幅を得られたものから十分乾燥させた後, 材齢 151~231 日にかけて順次載荷試験を行った. 材齢 218 日の圧縮強度は 32.2N/mm², 引張強度は 3.18N/mm², ヤング係数は 29.2kN/mm² であった.

短期載荷試験は図-2 に示す重錘で式引張クリープ試験機を用い, 変位制御で行った. 同時に載荷端のすべり量, 載荷に伴うひび割れ幅増加量を測定した. 持続荷重載荷試験は設定した付着応力レベル(=作用付着応力/付着強度)に対して作用応力を与えた他は短期載荷試験と同様である. まず変位制御で単調載荷を行い, 決定した作用応力に達した時点で固定した. すべり量やひび割れ幅の測定は短期載荷試験と同様に行った.

3. 実験結果及び考察

図-3 に付着強度-平均腐食ひび割れ幅関係を示す. 腐食電流密度が異なる場合も付着強度-平均腐食ひび割れ幅関係には影響は見られず, 鉄筋腐食による付着劣化を統一的に評価できるといえる. ここで, 0.3mm の腐食ひび割れを有する場合, 付着強度が約 60%低下することが確認された. 図-4 に付着応力-平均ひび割れ幅関係

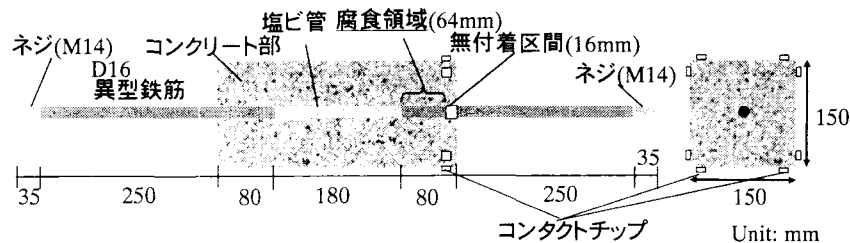


図-1 供試体概要

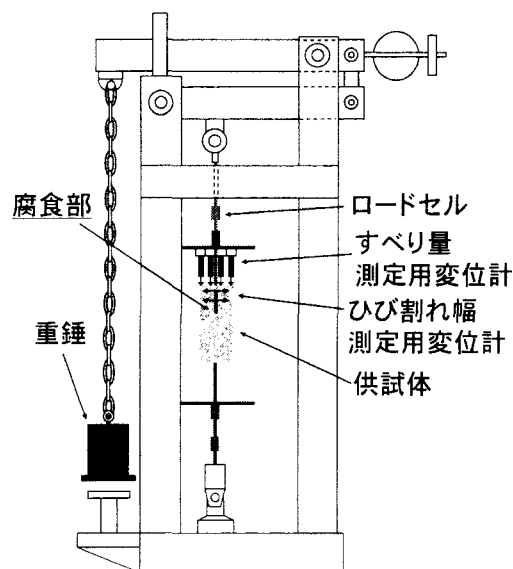


図-2 載荷試験装置

を示す。ここで平均ひび割れ幅は、荷重増加に伴うひび割れ幅増加量と平均腐食ひび割れ幅の和である。載荷に伴うひび割れ幅増加量(図-4でいう付着応力0から最大付着応力到達時までのひび割れ幅増加量)は平均腐食ひび割れ幅に比べてきわめて小さく、最大付着応力に達した後、付着応力はひび割れ幅の拡大とともに急激に低下することなく徐々に低下した。これは、ひび割れ幅が横筋高さより小さいとコンクリートと鉄筋横筋の間にかみあいが起こり、これによって耐荷機構が形成されているためと考えられる。このひび割れ幅の影響は軟化域にもみられ、腐食度(腐食重量減少率)及び平均腐食ひび割れ幅が異なるにもかかわらず、同一のひび割れ幅では、ほぼ同一の付着応力を示し、ひび割れ幅は付着特性に大きく影響すると確認できる。

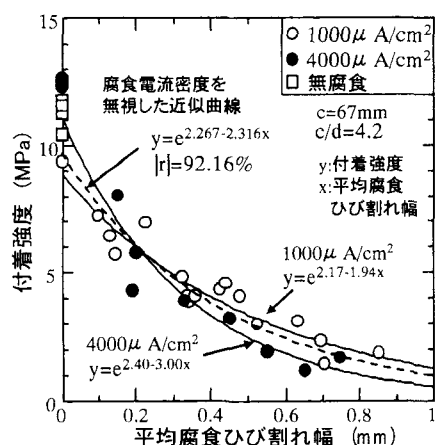


図-3 付着強度—平均腐食ひび割れ幅関係

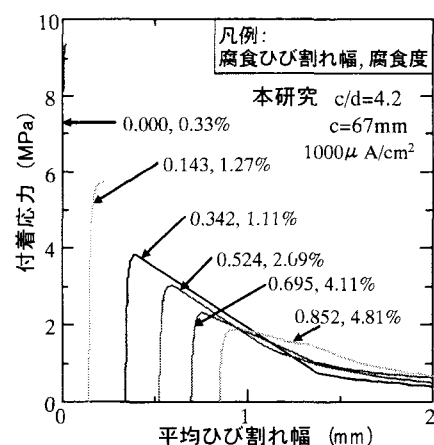


図-4 付着応力—平均ひび割れ幅関係

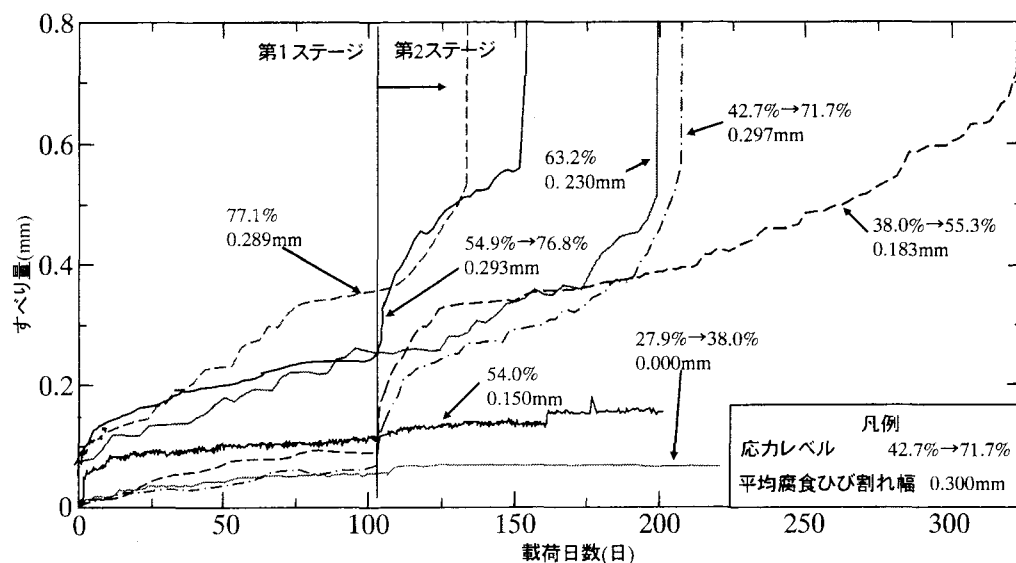


図-5 クリープすべりの変化

持続荷重載荷試験におけるすべり量の経時変化を図-5に示す。図-5で示すすべり量は持続荷重下に移ってからの増加量であり、単調載荷段階のすべり量は含まない。また、載荷を二段階で行ったものもあるが、その影響は認められなかった。単調載荷の段階では、短期載荷試験とほぼ同様の挙動を示した。持続荷重下に移ると初期の段階ですべり量は急激に増加したが、その後は持続的に徐々に増加するにとどまり、この変化量は初期に比べ少ないものであった。このすべり量増加速度は応力レベルに依存して大きくなり、図-6に示す、破壊に要した日数も応力レベルに依存することが確認される。これらの時間依存性挙動は持続荷重による鉄筋横筋周りの微細ひび割れが連結し拡大する、つまり付着クリープに起因するものと考えられる。

4. まとめ

- (1) 付着強度—平均腐食ひび割れ幅関係には腐食電流密度の影響はみられず、腐食ひび割れ幅 0.3mm の場合、付着強度は約 60% 低下することが明らかとなった。
- (2) 付着応力はピーク到達後、急激に低下することなくすべり量、ひび割れ幅の増加とともに徐々に減少した。これは、ひび割れ幅に依存してピーク後も鉄筋横筋の機械的かみあい作用が耐荷能力を有しているものと考えられる。
- (3) 持続載荷試験においては、付着応力レベルに依存したすべり量増加速度の上昇が確認された。また、破壊に要した日数は、応力レベルに依存し、応力レベルが大きいと日数は短いものであった。

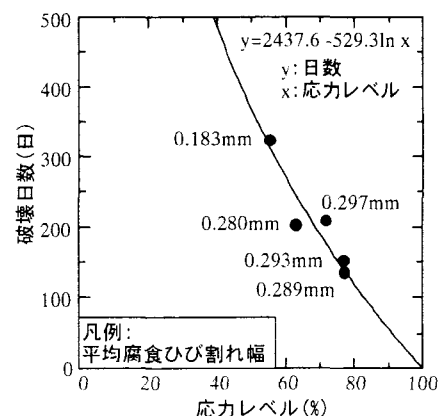


図-6 応力レベル—破壊日数関係