

腐食した鉄筋コンクリート部材の付着割裂性状に関する腐食損傷調査

筑波大学 学生会員 ○中山 裕司

鉄道総合技術研究所 正会員 大屋戸理明

筑波大学 正会員 八十島 章

筑波大学 正会員 金久保利之

1. はじめに

本研究では、腐食した鉄筋コンクリート（RC）部材における鉄筋の付着性状を把握することを目的としている。本報では腐食による RC 部材の損傷状況について検討した結果を報告する。

2. 実験概要

試験体概要を図 1 に、試験体一覧を表 1 に示す。試験体は、断面幅 300mm のコンクリート平板の中心に異形鉄筋 D16（SD490）を 1 本埋め込んだものである。表 1 中の A および B の 6 体に対しては引抜試験を行い、A2 および B2 の 6 体には腐食に伴うコンクリートの損傷調査を実施した。A、A2 および B、B2 は同じ積算電流量で電食し、引抜試験用（A、B）の内部腐食状況を損傷調査用（A2、B2）の内部腐食状況により推定する。A2、B2 は腐食による内部ひび割れや腐食生成物を観察するために、腐食後の試験体を鉄筋軸方向に 48mm 間隔で 10 分割した。変動因子はコンクリートのかぶり C および鉄筋の腐食程度とし、鉄筋の腐食は電食により行い、積算電流量の大小による 2 種類を設定した。電食量の小さい試験体（A および A2）は目標質量減少率を 7.5%とし、電食量の大きい試験体（B および B2）は目標質量減少率を 15%とした。表中の質量減少率は、引抜試験用（A、B）の加力試験終了後にはつり出した鉄筋を 10%のクエン酸二アンモニウム水溶液に浸漬して除錆し、試験区間の質量減少量を健全時の質量で除して求めた値である。試験体に使用したコンクリートの圧縮強度は 24.8MPa、割裂強度は 2.60MPa、弾性係数は 26.7GPa であった。また、異形鉄筋 D16 の降伏強度は 529MPa、弾性係数は 201GPa であった。なお、以下の記述では、主に損傷調査用の試験結果について示す。

電食状況を写真 1 に示す。鉄筋は電食により腐食させ、電流は直流安定化電源を用いて通電した。陽極を鉄筋、陰極を水槽の側面に設置した銅板に接続し、電解液には 3.0%の NaCl 水溶液を用いた。なお、電流の大

きさは 0.27A とし、通電時間を変動させて腐食の程度を制御した。

3. コンクリート損傷調査

各試験体の側面には、鉄筋軸方向に沿った 1 本の腐食ひび割れが生じ、腐食生成物が漏出している状態が

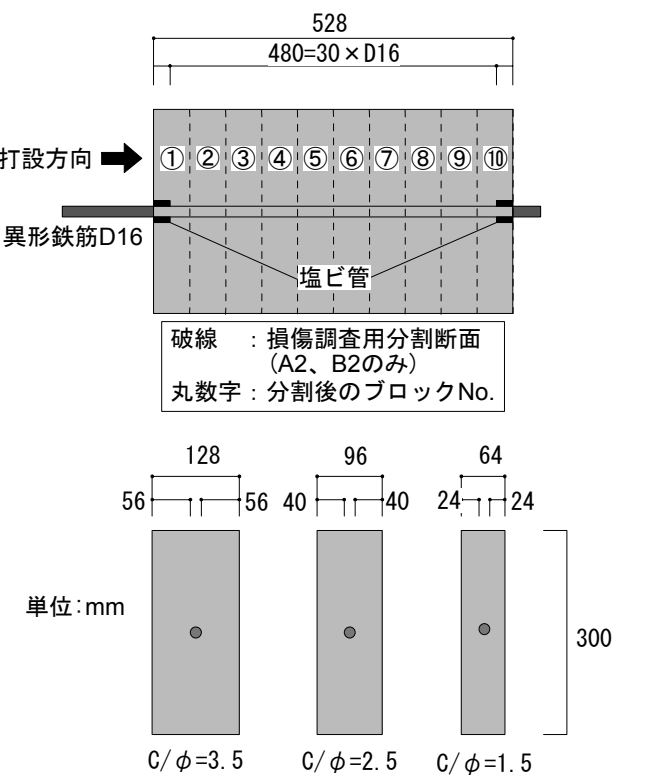


図 1 試験体概要

表 1 試験体一覧

試験体名称	かぶり C (mm)	質量減少率 (%)※	積算電流量 (A・hr)
D16CF15-A	24 (1.5φ)	13.2	73.3
D16CF15-A2		—	
D16CF15-B		24.9	
D16CF15-B2	40 (2.5φ)	—	146.6
D16CF25-A		14.4	
D16CF25-A2		—	
D16CF25-B	56 (3.5φ)	19.0	146.6
D16CF25-B2		—	
D16CF35-A		9.9	73.3
D16CF35-A2		—	
D16CF35-B		15.7	
D16CF35-B2		—	146.6

※－：損傷調査用試験体のため質量減少率を測定していない

キーワード 鉄筋腐食、電食、腐食生成物、腐食ひび割れ

連絡先 〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学 TEL029-853-5462

確認された(写真2)。電食終了後、鉄筋軸方向に沿って測定した試験体のひび割れ幅分布を図2に示す。測定位置は打設面から48mm間隔で、クラックスケールにより測定した。コンクリート表面のひび割れはいずれの試験体も片面のみ顕著に開口し、他面はかぶりの小さい試験体(かぶり径比 $C/\phi=1.5$)を除いてほとんど開口しなかった。かぶりの大きい試験体($C/\phi=2.5, 3.5$)では、鉄筋腐食の進展に伴ってコンクリート内部でひび割れが進展し、片面に割裂ひび割れが達した後、その面のみで集中的に腐食が進行するためと考えられる(図3)。一方、 $C/\phi=1.5$ の試験体では、片面に顕著に腐食が見られたが、他面においても部分的に腐食を確認することができる。

各試験体の切断面の腐食ひび割れ状況を写真3に示



写真1 電食状況

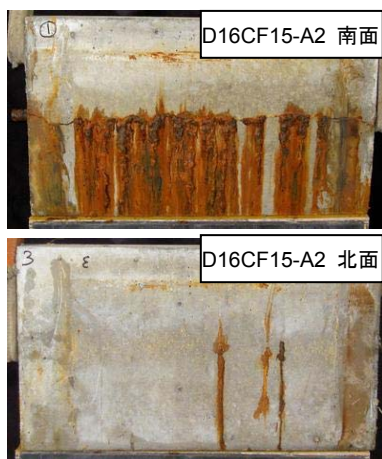


写真2 電食後の試験体の様子

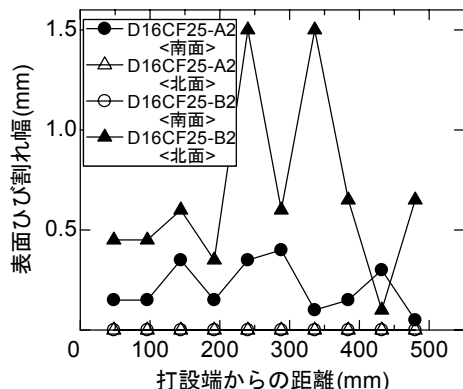


図2 表面ひび割れ幅分布

す。写真3より $C/\phi=1.5$ の試験体は $C/\phi=2.5, 3.5$ に比べ鉄筋腐食による割裂ひび割れが放射状に多数生じていることがわかる。しかしながら、試験体が外観形状を保っていたのは、卓越する腐食ひび割れ面が軸方向に連続していなかったためと考えられる。このことは、後に実施する引抜試験に影響を与えると考えられる。 $C/\phi=2.5, 3.5$ の試験体については、両者に明確な差異が見られなかったが、質量減少率の増加に伴って鉄筋腐食による割裂ひび割れが進行し、コンクリートかぶりを貫通して試験体表面に達していることが確認できる。また、鉄筋軸方向におけるコンクリート損傷程度は、かぶりおよび切断位置によらず、すべての断面で同じような腐食による割裂ひび割れが観察された。

4. まとめ

腐食による内部ひび割れや腐食生成物を観察するために、コンクリートの損傷調査を行った。その結果、試験体表面のひび割れは片面のみに集中し、鉄筋軸方向のひび割れは同様の傾向であること、かぶりが小さい試験体は放射状に腐食ひび割れが生じていること、質量減少率の増加に伴い割裂ひび割れが進展しかぶりを貫通することを確認した。

謝辞 本研究は、科学研究費補助金基盤研究(C)課題番号20560457(腐食したコンクリート部材の付着割裂メカニズムの解明)の助成を受けた。

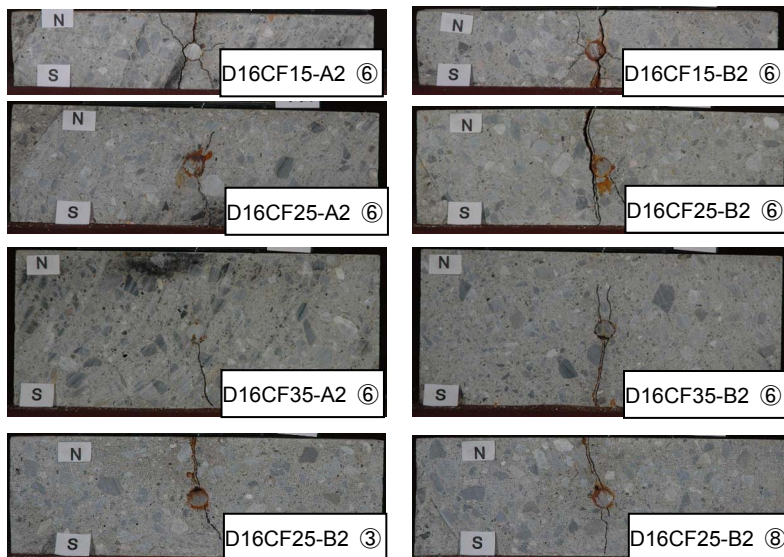


写真3 腐食ひび割れ状況

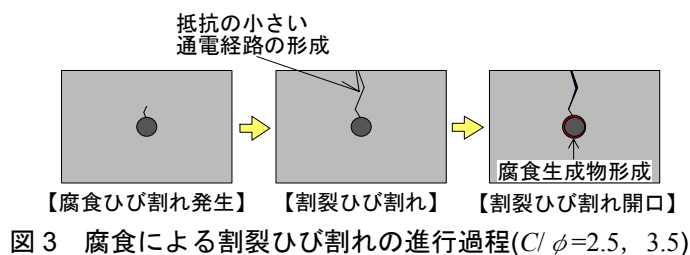


図3 腐食による割裂ひび割れの進行過程($C/\phi=2.5, 3.5$)