

腐食鉄筋の局所付着性状に関する研究

筑波大学 学生会員 ○齋藤 祐哉
(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 大屋戸理明
筑波大学 正会員 金久保利之

1. はじめに

近年、鉄筋コンクリート構造物の鋼材腐食による構造性能の低下を評価する研究がなされており、中でも鉄筋が腐食した場合の付着性状に関して種々の検討がなされている。本研究では、更なる実験データの収集および、鉄筋が腐食した場合の付着性状の定量的な評価に向け、局所的な観点から鉄筋が腐食した場合の付着性状を明らかにすることを目的とし、付着長を鉄筋径の4倍と短くとり、スリットを設けることでひび割れの方法を制御した試験体を用いた実験的検討を行った。

2. 試験体

試験体の概要を図1に示す。試験体は寸法が224×224×112mmのコンクリートブロックの中心にD16異形鉄筋を1本埋め込んだものであり、コンクリートにスリットを設けることでかぶりを表現し、付着割裂破壊を誘発するように設計した。実験因子はかぶりおよび試験区間の腐食量である。なお、コンクリートのかぶり c はスリットの寸法により変化させ、鉄筋公称径 ϕ の1.5倍、2.5倍および3.5倍の3水準とした。

試験体に使用したコンクリートの圧縮強度は31.1MPaであり、割裂強度は3.62MPaであった。また、D16異形鉄筋の降伏強度は383MPaであり、弾性係数は180GPaであった。

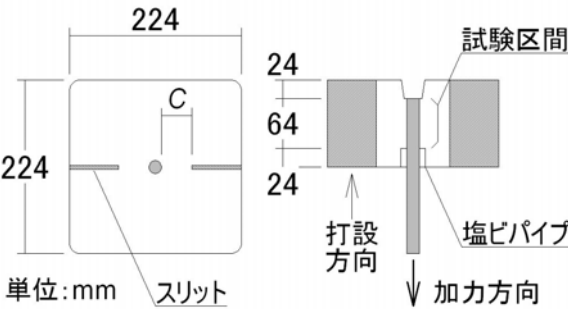


図1 試験体概要

3. 鉄筋腐食方法

鉄筋は電食により腐食させた。電食装置を図2に示す。電流は直流安定化電源を用いて通電するものとし、鉄筋を陽極、試験体を挟み込むように設置した2枚の銅板を陰極とした。水槽内の電解液は3%のNaCl水溶液であり、試験区間外の鉄筋が腐食しないよう配慮した。なお、電流の大きさは0.03Aとし、通電時間を変動させ腐食の程度を制御した。質量減少率は試験終了後には取り出した鉄筋を10%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。各試験体の質量減少率を表1に示す。なお、試験体名称のハイフンの後の数字は通電時間のレベルを示し、-1:116時間、-2:232時間、-3:174時間である。

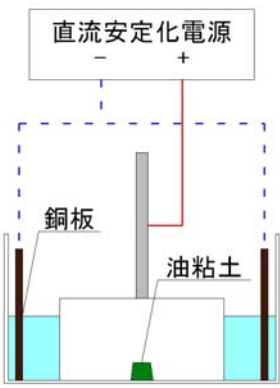


表1 質量減少率

試験体名称	かぶり(mm)	質量減少率(%)
C15-1	24 (1.5 ϕ)	2.5
C15-2		7.1
C15-3		4.5
C25-1	40 (2.5 ϕ)	3.4
C25-2		5.1
C25-3		5.0
C35-1	56 (3.5 ϕ)	1.9
C35-2		4.1
C35-3		4.6

4. 加力方法

図3に加力方法を示す。加力は、スリット内部のコンクリートを拘束しないようにスリットの寸法にあわせた孔を設けた加力板の上に試験体を設置し、鉄筋を単調に引き抜くことにより行った。なお、割裂によるコンクリートの横方向への変位を拘束しないように、加力板と試験体の間にテフロンシートを4枚に切って配置した。計測項目は引張荷重および自由端の鉄筋すべり量である。

キーワード 鉄筋腐食、電食、局所付着性状、付着、すべり
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

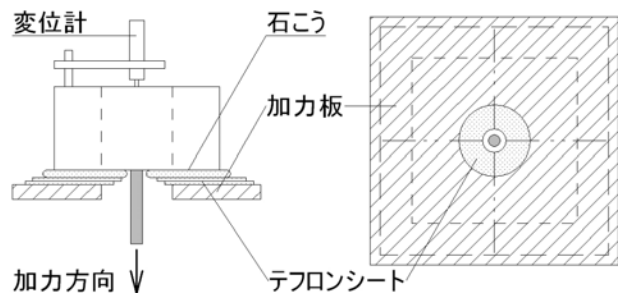


図3 加力方法

5. 実験結果

実験より得られた付着応力 τ とすべり量 s の関係を図4に、最大付着応力ー質量減少率関係を図5に示す。付着応力は引張荷重を試験区間長さと鉄筋の公称周長の積で除して求め、すべり量は鉄筋の自由端すべり量としている。全体として質量減少率の増加に伴う最大付着応力の低下が見られた。また、質量減少率が大きくなると、最大付着応力以降に一旦付着応力が低下した後、再度増加する現象が見られた。これは、質量減少率が大きくなると鉄筋周辺の腐食生成物のために初期の剛性が低下し、ある程度すべり量が大きくなってから節とコンクリートが噛み合うためと思われる。また、鉄筋が徐々に抜け出して最大付着応力に至るケースと、ほとんど抜け出さずに最大付着応力に至るケースが確認された。これらのケースは質量減少率との因果関係が見られな

かった。図5の右のグラフは、実験値の最大付着応力 τ_m を既往の研究¹⁾から算出した健全時の最大付着応力 τ_{mc} で除して基準化したものである。これより、腐食による最大付着応力の低下を評価する(1)式の比例定数 k を回帰直線により近似して求めた。

$$\tau_m / \tau_{mc} = 1 - k \cdot C \quad (1)$$

ここで、 C ：質量減少率、 k ：質量減少率に比例した最大付着応力の低下を表す係数(=10.3)

なお、写真1に示すように、かぶり部分に鉄筋から錆汁が侵入している試験体も見られ、鉄筋の腐食によりかぶりコンクリートにひび割れが発生している様子が伺える。

6. まとめ

鉄筋が腐食した場合の局所的な付着性状を明らかにするため、付着長を短くした試験体の引抜試験を行った。その結果、最大付着応力は腐食量の増加に伴い小さくなることが確認された。また、腐食量が大きくなると、最大付着応力以降に一旦付着応力が低下した後、再度増加する現象が見られた。

参考文献

- 1) 金久保ら：補強コンクリート部材の付着割裂性状に関する研究，日本建築学会構造系論文集，第492号，pp.99～106，1997.2

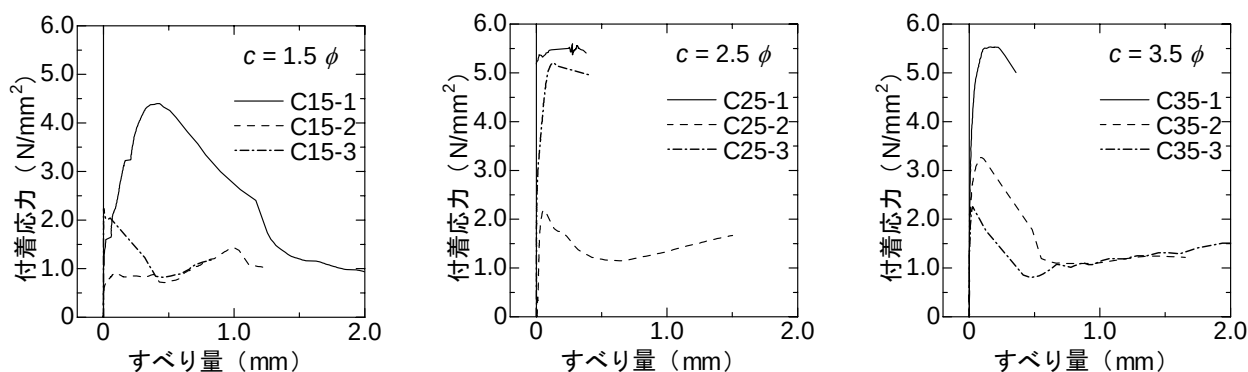
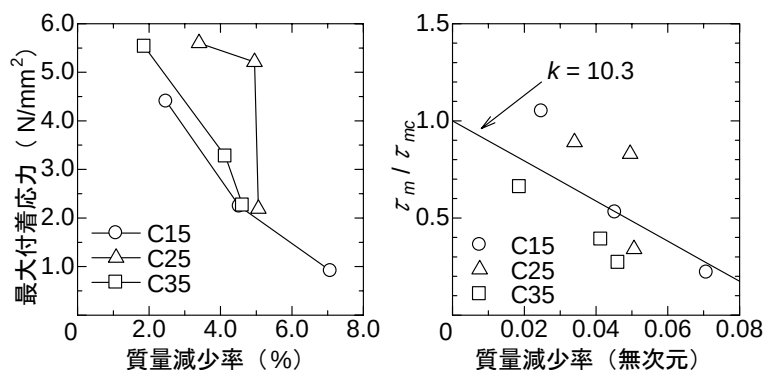
図4 $\tau-s$ 関係

図5 最大付着応力ー質量減少率関係



写真1 加力後の試験体の様子