

鉄筋の腐食による内部ひび割れが付着性状へ及ぼす影響に関する実験的研究

筑波大学
西日本旅客鉄道株式会社
鉄道総合技術研究所
筑波大学

正会員
正会員
正会員
正会員

○八十島 章
保坂 剛
大屋戸 理明
金久保 利之

1. はじめに

著者らは、鉄筋の腐食が付着性状に及ぼす影響を明確にする足掛かりとして、鉄筋の断面減少に着目した模擬的実験より、鉄筋軸方向に対する断面減少のばらつきが付着性状へ及ぼす影響についての考察を行っている¹⁾。本報では、その他の付着への影響因子として、腐食膨張に伴う周辺コンクリートの内部ひび割れに着目し、スリットにより種々の内部ひび割れの進展状況を模擬した実験より、付着性状への影響について明確にすることを目的とする。

2. 試験概要

試験体の概要を図-1に示す。試験体は、鉄筋にD16異形鉄筋を用いた付着長64mm(=4d_b)の片引き試験体である。使用したコンクリートは、圧縮強度24.6N/mm²、割裂強度2.64N/mm²、曲げ強度5.36N/mm²および弾性係数24.8kN/mm²で、鉄筋は降伏強度441.9N/mm²および弾性係数189.9kN/mm²であった。

試験体は全16種類で、NSシリーズ(NS_C15, NS_C25およびNS_C35)はかぶり厚比C/d_bがそれぞれ1.5, 2.5および3.5の健全試験体である。腐食による内部ひび割れを模擬した試験体の一覧を表-1に

示す。OSシリーズは片側のかぶりにのみ、BSシリーズは両側のかぶりにスリットを配置した試験体であり、かぶり厚比C/d_b、スリットの位置および長さを変動因子として腐食状況の違いを模擬した。なお、図-2のように、BS5はスリットを軸方向に対し、全付着長に配置した試験体(BS5_C25A)および付着長の半分ずつ交互に配置した試験体(BS5_C25H)に分類した。加力は各々3体ずつの計48体について、鉄

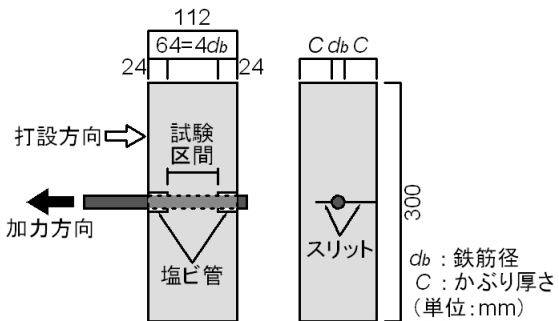


図-1 試験体概要

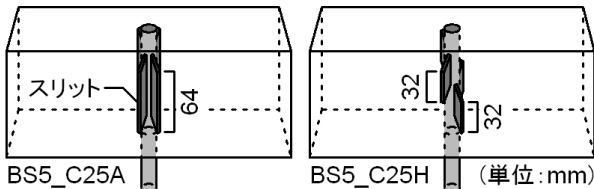


図-2 試験体BS5の軸方向のスリット配置

表-1 試験体一覧(健全試験体NSシリーズは除く)

試験体名	試験体断面(単位:mm)	試験体名	試験体断面(単位:mm)	試験体名	試験体断面(単位:mm)
OS1_C25		BS2_C25		BS3_C35L	
OS2_C25		BS3_C15L		BS3_C35R	
OS3_C25		BS3_C15R		BS4_C25	
BS1_C25		BS3_C25		BS5_C25A BS5_C25H	

キーワード 腐食, 付着, 内部ひび割れ, 付着割裂強度

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学 TEL 029-853-5257

筋を単調に引抜くことにより行った。計測項目は引張荷重および自由端すべり量とした。

3. 実験結果

全ての試験体がコンクリートの割裂により荷重低下し破壊に至った。代表的な付着応力-荷重端すべり量関係を図-3 に示す。両側のかぶりに健全部を有する NS_C25 および BS1_C25 は、かぶり面に割裂ひび割れが荷重端側から自由端側に瞬時に発生し、急激に荷重低下した。一方、片側のかぶりがスリットで分断された BS3_C25 は、付着強度は小さいが、割裂ひび割れの進展は緩やかで、荷重は徐々に低下しており、ひび割れ状況の違いが荷重の軟化域に影響を及ぼすことが確認された。

各試験体の付着割裂強度の評価に関しては、文献2)と同様に、ひび割れ状況(本論ではスリットの配置)に応じて、Tepfers の付着割裂強度算定式を適応させた。なお、支圧応力の鉄筋軸方向となす角については、NS シリーズの実験値に基づく回帰計算より得られた 40.9° を用いた。しかし、図-4 に示すような片側のかぶりがスリットで分断された試験体の場合、付着割裂強度は理論上 0 となるが、文献3,4)では、片側のかぶり面に内部ひび割れが達した試験体においてもある程度の付着強度を有する結果が示されており、新たな付着割裂強度の評価方法が必要となる。そこで、図-4 に示すように、鉄筋が周辺コンクリートを押し広げる力によりひび割れが開口し、健全部のかぶり側に曲げモーメントが生じるという応力状態を仮定し、力の釣合いより以下の付着割裂強度算定式(1)を導出した。

$$\tau_b = \sigma_b \cdot \frac{C'^2}{6 \cdot d_b \cdot e} \cdot \cot \alpha \quad (1)$$

ここで、 σ_b : コンクリートの曲げ強度、 C' : 健全部の割裂線長さ、 e : 鉄筋中心と健全部中心間の距離、 α : 支圧力の軸方向となす角

各試験体の付着割裂強度について、実験値(3体の平均値)と先述した算定式より求めた解析値との比較を図-5 に示す。なお、OS2_C25, BS3 シリーズおよび BS4_C25 は式(1)より、その他の試験体は Tepfers の付着割裂強度算定式より算出した値である。比較結果より、式(1)による評価は安全側に評価できている。一方、Tepfers の算定式による評価は若干過大評価する傾向があるが、概ね良好な対応を示しており、鉄筋の腐食により生じる内部ひび割れが鉄筋とコンクリートの局所付着性状に大きな影響を及ぼすこと

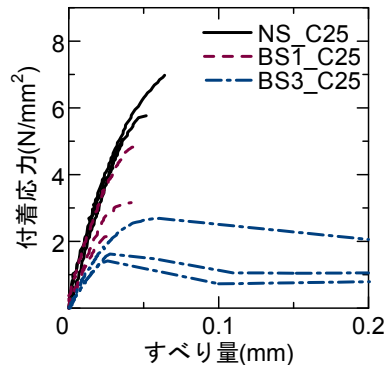


図-3 付着応力-すべり量関係

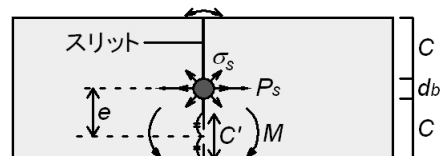


図-4 内圧と曲げモーメントの関係

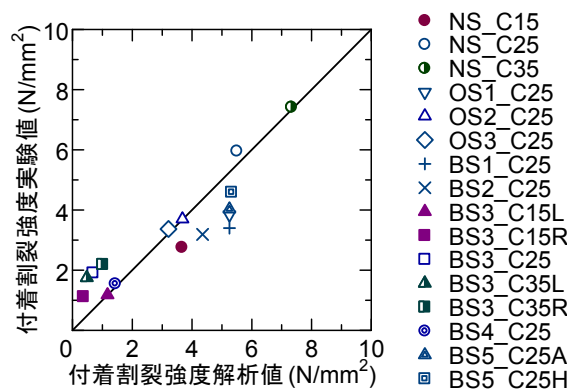


図-5 付着割裂強度の実験値と解析値

が確かめられた。また、内部ひび割れの進展状況を把握することで、付着割裂強度の定量的な評価が可能であることを確認した。

4. まとめ

- 1) 片側のかぶりが割裂した試験体は、最大荷重後の荷重低下が緩やかであった。
- 2) 腐食による内部ひび割れの進展状況に応じて、付着割裂強度を評価することができた。

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。

参考文献

- 1) 保坂ら: 腐食による鉄筋の断面減少が付着性状へ及ぼす影響, 土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集, V-251, pp.499-500, 2009
- 2) 齋藤ら: 鉄筋が腐食した RC 部材の局所付着性状に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.3, pp.691~696, 2008
- 3) 大屋戸ら: 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引抜試験, 土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集, V-244, pp.485-486, 2009
- 4) 中山ら: 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, 土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集, V-245, pp.487-488, 2009