

鉄筋腐食 RC はり 供試体の曲げ耐荷特性の検討

独立行政法人土木研究所

正会員 ○青山 尚

正会員 中村 英佑

正会員 村越 潤

正会員 木村 嘉富

1. はじめに

塩害環境下にあるコンクリート構造物を適切に維持管理していくためには、鉄筋腐食の生じた構造物の耐荷性能を定量的に把握することが必要である。鉄筋の断面欠損やコンクリートと鉄筋の付着の消失など、鉄筋腐食はコンクリート構造物の耐荷性能に甚大な影響を及ぼすと考えられる。しかし、鉄筋の腐食程度とコンクリート構造物の耐荷性能の関係については十分に明らかにされていない点も残されている。本稿では、電食により鉄筋腐食を生じさせた RC はり 供試体を製作し、主鉄筋の腐食状態と曲げ耐荷特性の関係を検討した。

2. 実験概要

図-1 に供試体の形状、表-1 にコンクリートと主鉄筋の材料試験結果を示す。主鉄筋の腐食が曲げ耐荷特性に与える影響を検討するため、3 本の主鉄筋の腐食量が質量減少率換算で 4 水準(0%(健全：通電なし), 3%, 10%, 20%)となるように電食により人工的に腐食させた。通電は材齢 31 日から開始し、3 本の主鉄筋に対して同時に行った。通電時間と電流量は、既往研究¹⁾をもとに目標とする質量減少率に応じて設定した。主鉄筋の腐食以外の要因が曲げ耐荷特性に与える影響を排除するため、主鉄筋とスターラップを絶縁テープで絶縁してスターラップの腐食を防止し、組立筋には樹脂棒を用いた。

載荷方法は静的単調載荷とし、荷重が最大荷重の約 80% 以下に低下するまで載荷した。載荷試験後に供試体を解体して主鉄筋を取り出し、JCI-SC1 に準拠して質量減少率を測定した後、ノギスを用いて 50mm 間隔で鉄筋径を測定した。供試体表面のひび割れは電食後と載荷試験後に記録した。

以下では、共通試験²⁾の一環として筆者らが実施した主鉄筋 1 本(D13(SD345))を有する RC はり 供試体 5 体(質量減少率 0, 3, 10, 30%(2 体))の結果も交えて考察を行う。

3. 実験結果および考察

3.1 主鉄筋の質量減少率と最小断面径

主鉄筋の質量減少率と最小断面径を図-2 に示す。各主鉄筋の質量減少率の実測値は目標値より若干高めとなる傾向にあった。また、目標とする質量減少率を大きくすると、中央の鉄筋の質量減少率が大きくなり、最小断面径が小さくなった。No.2~4 では通電時に中央の主鉄筋に沿って供試体下面に腐食ひび割れが発生して通電が容易となり、この部分で腐食が進展しやすくなったためと考えられる。

3.2 荷重-中央たわみ関係

荷重と中央たわみの関係を図-3 に示す。初期剛性は質量

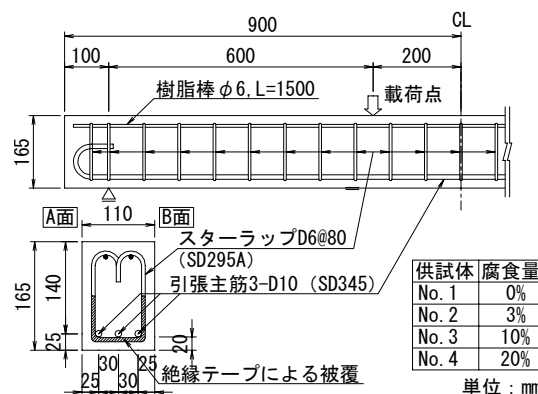


図-1 供試体の形状

表-1 コンクリートと主鉄筋の材料試験結果

供試体	コンクリート		主鉄筋			
	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	降伏応力 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)		
No.1	27.5	19.6	388.3	185.5		
No.2						
No.3	27.6	19.8				
No.4						

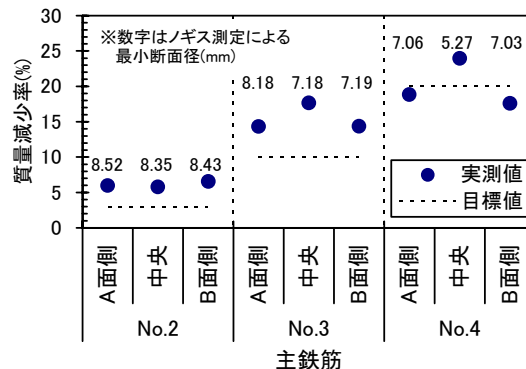


図-2 主鉄筋の質量減少率と最小断面径

キーワード 鉄筋腐食, 曲げ耐荷特性, 質量減少率, 降伏荷重比, 最大荷重比

連絡先 〒305-8516 つくば市南原 1-6 独立行政法人土木研究所構造物メンテナンス研究センター TEL029-879-6773

減少率にかかわらず概ね等しくなったが、降伏荷重と最大荷重は質量減少率が高い供試体ほど小さくなる傾向にあった。また、残留たわみ(最大たわみと除荷後のたわみの差)は、質量減少率による差は小さく、全ての供試体で 7mm 程度であった。いずれの供試体の破壊モードも圧縮縁コンクリートの圧壊であり、主鉄筋の破断は生じなかった。

3.3 ひび割れ発生状況

健全な No.1 と質量減少率の最も大きい No.4 のひび割れ図を図-4 に示す。No.1 では曲げひび割れが等間隔で発生したが、No.4 では曲げひび割れの分散性が若干低下した。No.4 では電食後に供試体の側面と下面に主鉄筋に沿った腐食ひび割れが発生しており、載荷時にはこれらが開口し、健全な No.1 と比べて供試体内部の応力発生状態が異なっていたと考えられる。また、主鉄筋周辺以外の部分では腐食ひび割れは生じていなかった。

3.4 降伏荷重と最大荷重

図-5 に質量減少率と降伏荷重比および最大荷重比の関係を示す。各荷重比は、健全供試体の降伏荷重および最大荷重に対する腐食供試体の各荷重の比率とした。主鉄筋を 3 本とした供試体の質量減少率は 3 本の平均値を用いた。この結果、質量減少率が大きくなるほど降伏荷重比および最大荷重比は小さくなる傾向にあり、質量減少率と各荷重比は概ね比例関係にあったと考えられる。また、主鉄筋の本数の違いの影響は必ずしも大きくなかった。しかし、質量減少率 20%以上の供試体では、降伏荷重および最大荷重の低下が若干大きくなった。これらでは、供試体解体後の主鉄筋の目視観察で断面径が著しく欠損した部分が存在したことを確認しており、この位置に局所的に応力が集中したことにより各荷重が低下したのではないかと考えられる。

4. まとめ

- (1)主鉄筋の本数にかかわらず、主鉄筋の質量減少率の増加とともに降伏荷重および最大荷重は低下する傾向にあった。
- (2)腐食供試体では、電食後に腐食ひび割れが発生しており、健全供試体と比べて曲げひび割れ発生状況が若干異なった。
- (3)初期剛性と残留たわみは腐食量によらず概ね等しくなった。

謝辞 本論文の作成に際しては、土木学会コンクリート委員会「材料劣化が生じたコンクリート構造物の構造性能研究小委員会」(委員長：下村匠長 岡技術科学大学准教授)の委員諸氏に多大なご協力、ご尽力をいただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献 1)田森, 丸山, 小田川, 橋本: 鉄筋の発錆によるコンクリートのひびわれ性状に関する基礎研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.10, No.2, pp.505-510, 1988. 2)三方, 中村, 小林, 黒田, 下村: 鉄筋腐食 RC はり供試体に関する共通試験による曲げ耐荷特性の検討, コンクリートの補修, 補強, アップグレードシンポジウム論文報告集, Vol.8, pp.383-390, 2008.

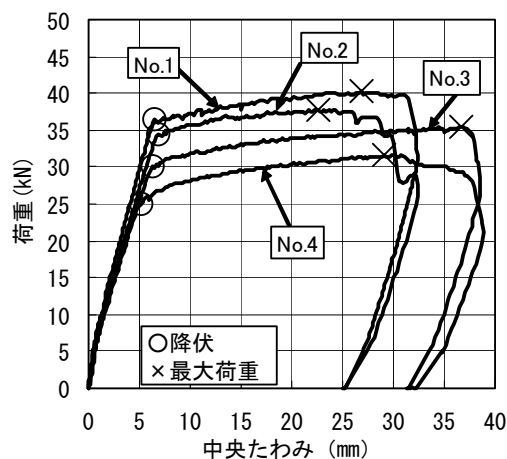
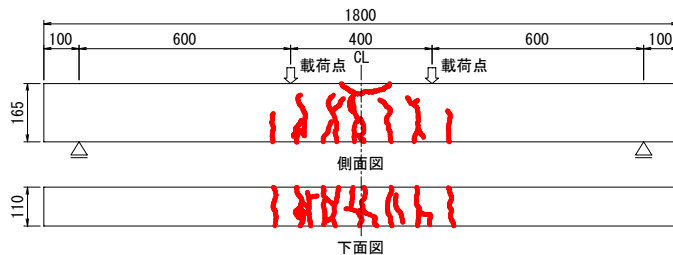


図-3 荷重－中央たわみ関係

No.1供試体



No.4供試体

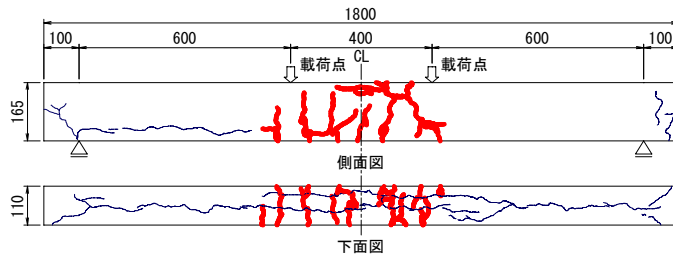


図-4 ひび割れ図 (電食後: 細線, 載荷後: 太線)

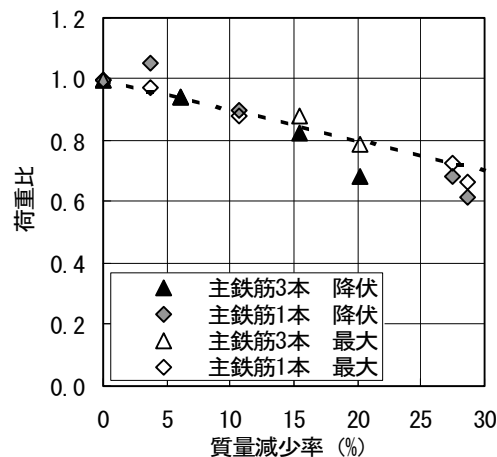


図-5 質量減少率と降伏・最大荷重比