

R C 部材の長期変形挙動に及ぼす鉄筋腐食の影響

愛媛大学工学部 正会員 ○氏家 勲
愛媛大学工学部 小菅 寿生

1. はじめに

塩分環境下の鉄筋コンクリート構造物ではコンクリート中に浸透した塩分により鉄筋が腐食し、かぶりコンクリートのひび割れ発生、剥離などといった問題が生じている。この鉄筋の腐食あるいは鉄筋に沿ったひび割れの発生により、鉄筋とコンクリートとの付着強度が低下し、剛性や破壊形式が異なることが報告されている^{1)・2)}。しかしながら、これらの結果は鉄筋を腐食させた後に載荷実験を行い得られたものである。

本研究は持続荷重を与えた鉄筋コンクリート部材の鉄筋を電食により腐食させ、鉄筋の腐食に伴う劣化進行過程にある使用状態の鉄筋コンクリート部材の長期変形性状を実験的に把握し、検討を行った。

2. 実験概要

実験に供した R C 供試体は $20 \times 25 \times 240 \text{ cm}$ の矩形断面はりであり、供試体一覧を表-1に示す。供試体には水セメント比が 50%、スランプ $8.0 \pm 2.5 \text{ cm}$ 、空気量 $5.0 \pm 1.0\%$ のコンクリートを使用した。なお、鉄筋の腐食を促進させるために 1 kg/m^3 の塩分を添加した。これらの供試体は材齢 31 日で持続載荷実験を開始したが、実験開始までは湿布養生を行った。載荷は図-1に示すように、スパン 210 cm 、純曲げ区間 80 cm とし、同一断面条件の供試体 2 体を 1 組として両端を P C 鋼棒で締めつける方法を用いた。載荷荷重は引張鉄筋応力度で引張部コンクリートを無視した仮定で 1500 kgf/cm^2 となるように設定した。

測定項目はたわみ、引張鉄筋ひずみおよび圧縮部コンクリートひずみである。たわみは図-1に示すようにダイヤルゲージで供試体の両側面で計測した。引張鉄筋ひずみはひずみゲージ貼付による付着の影響をできるだけ少なくするために、鉄筋の縦リブ位置に幅 4 mm 、深さ 3 mm に切削した溝に貼付したひずみゲージにより計測した。ひずみゲージは試験断面中央から両側 20 cm の区間に 2 cm 間隔で貼付した。圧縮ひずみはひずみゲージを試験区間中央の圧縮縁から 1 cm の位置に貼付して計測した。

鉄筋の電食は載荷後 42 日後から開始した。負荷する電流は試験区間の引張縁にステンレスの網を埋め込んだモルタルを厚さ約 1 cm 打設して定電流発生装置で載荷後 10 日間は 0.3 A をその後は 0.15 A を与えた。また、腐食状況を把握するために、飽和硫酸銅電極を用いて自然電位の計測も行った。

3. 実験結果および考察

図-2 は電食開始後の自然電位の経時変化を示したものである。比較のために電食させていない供試体の自然電位も示してある。また、電食開始後 10 日目に引張鉄筋に沿ったひび割れの

表-1 供試体一覧

供試体名	引張鉄筋 断面積 (cm^2)	引張 鉄筋比 (%)	圧縮鉄筋 断面積 (cm^2)	圧縮 鉄筋比 (%)
D19-16U, D	4.98*	1.19	3.87	0.92
D19-0U, D	5.52	1.31	---	---

*溝切り鉄筋を使用

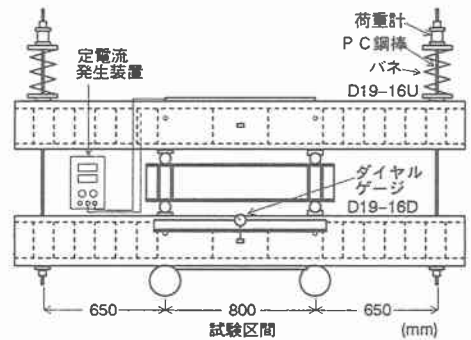


図-1 載荷状況

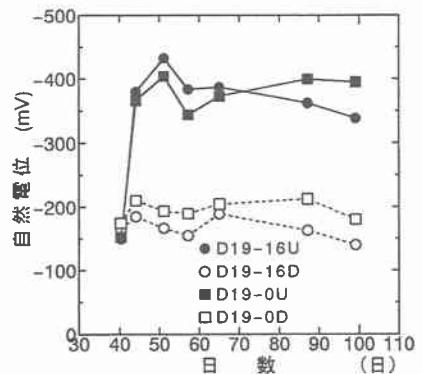


図-2 自然電位の経時変化

発生が確認された。さらに、RC供試体と同一条件で作製し、電食させた供試体から電食開始後25日目に取り出した鉄筋においては鉄筋のほぼ全表面で腐食していることが確認され、腐食量は約 $0.01\text{g}/\text{cm}^2$ であった。これらのことから通電したRC供試体の鉄筋は腐食状態にあると考えられる。

図-3は平均曲率の経時変化を示したものである。通電した供試体の平均曲率は電食を開始するまでは電食させないものとほぼ同じであったが、電食開始後に大きく増加している。この曲率の増加の時期は鉄筋に沿ったひび割れの発生と対応しており、このひび割れの発生により鉄筋とコンクリートとの付着が低下し、曲率が大きくなったと考えられる。

そこで、曲率は圧縮部コンクリートひずみと引張鉄筋ひずみに依ることから、圧縮部コンクリートひずみの経時変化を図-4に示す。電食を行った供試体の圧縮部コンクリートひずみは電食を開始してから通電していない供試体とほとんど同じである。従って、圧縮部コンクリートひずみには鉄筋腐食は影響しないものと考えられる。

次に、図-5は引張鉄筋の平均および最大ひずみの経時変化を示したものである。通電していない供試体の場合、ひび割れ断面の最大鉄筋ひずみは初期に増加した後はほとんど変化していないが、平均鉄筋ひずみは初期に増加した後、徐々に増加している。一方、電食を行った供試体においては平均鉄筋ひずみが電食開始後に急激に増加し、通電していない供試体の最大鉄筋ひずみとほぼ同じ値となっている。このことから、鉄筋腐食および鉄筋に沿ったひび割れの発生により、鉄筋とコンクリートとの付着がなくなった状態にあると考えられる。しかしながら、最大鉄筋ひずみにおいても増加がみられ、この鉄筋ひずみの増加を引き起こした原因については本研究では明らかにすることはできなかった。なお、圧縮部コンクリートひずみと平均鉄筋ひずみより得られた平均曲率はダイヤルゲージより得られた平均曲率とほぼ一致している。

4. おわりに

持続荷重下にある鉄筋コンクリートはりに電食により鉄筋腐食および縦ひび割れが生じた場合、平均鉄筋ひずみが増加し、平均曲率が増加することが明らかとなった。今後、鉄筋腐食から縦ひび割れに至るまでの変形挙動および最大鉄筋ひずみの増加について検討する予定である。

<参考文献>

- 1)武若耕司、松本進：コンクリート中の鉄筋腐食がRC部材の力学性状に及ぼす影響、コンクリート工学年次講演会論文集、pp.177-180、1984。
- 2)島弘、堤知明、入江正明、鈴木正敏：鉄筋が腐食した一方向RCスラブの曲げ耐力、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.12、No.1、pp.563-568、1990。

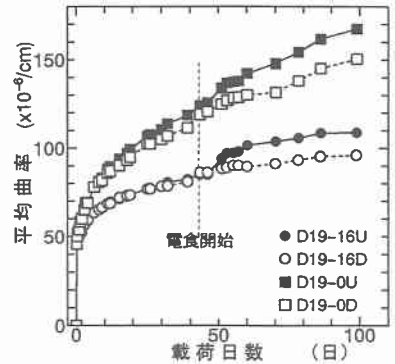


図-3 平均曲率の経時変化

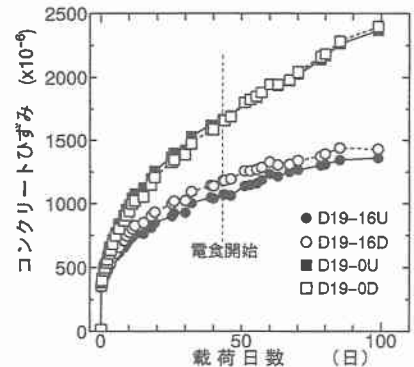


図-4 圧縮部コンクリートの経時変化

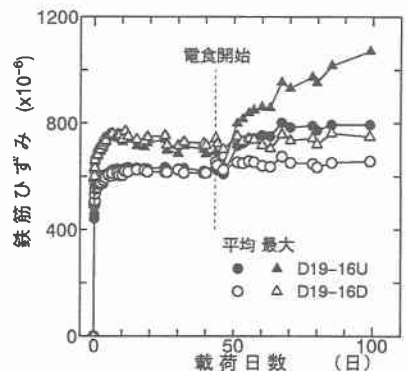


図-5 引張鉄筋ひずみの経時変化