

コンクリートの膨張作用を受けた鉄筋隅角部のひずみ分布

東京大学大学院 学生会員 ○田中 泰司 東京大学生産技術研究所 正会員 西村 次男
 東京大学生産技術研究所 正会員 岸 利治 東京大学生産技術研究所 F 会員 魚本 健人

1. 目的

ASR によるコンクリートの膨張によって、鉄筋コンクリート構造物中の鉄筋が破断する問題に対して、コンクリートが膨張することによる鉄筋隅角部周辺の応力場を把握することは鉄筋破断現象の機構解明の一助となると考え、ASR 膨張を模擬した試験体を用いて帯状鉄筋のひずみ分布を求めた。

2. 実験概要

帯状の鉄筋が配筋された平板状の試験体を作成し、経時変化の測定を行った。供試体の諸元を表-2に、供試体の概要を図-1に示す。試験体は、細長比が10であり、奥行きが100mmの平板状の試験体に帯筋を1組配置した。使用したコンクリートの配合を表-1に示す。ASRによる膨張効果を模擬するために、標準使用量の7倍の量の膨張材を添加した。初期の膨張材の反応を抑制し、かつ残存膨張を発現させる目的で水結合材比を23%とした。

帯筋に使用した鉄筋は呼び名がD16の異形鉄筋であり、折り曲げ半径は1.5Dとした。全周にわたり、鉄筋が一体となるように長軸方向の中央部で20Dの長さで重ね合わせ、溶接した。鉄筋には内外縁にひずみゲージを貼付け、鉄筋軸方向のひずみ分布を測定した(図-2参照)。

隅角部でのコンクリートの圧壊を防ぐ目的で、折り曲げ部には呼び名がD51の鉄筋を奥行き方向に配置した。図-3に変位の測定位置を示す。変位は各測定位置において、長軸および短軸方向の2方向の変位を測定した。図-3中の1, 2, 5の変位から部材の膨張量を算出した。鉄筋ひずみの測定は打設直後から開始し、変位計の測定は打設後10時間後から開始した。養生は、打設24時間後から湿布養生とした。

3. 弾性範囲内での鉄筋ひずみ分布

曲率および軸ひずみは内外縁の軸ひずみ値から平面保持仮定し、算出した。図-4は、長軸方向の部材膨張

表-1 コンクリートの配合

水結合材比 W/(C+E) (%)	水 W (kg)	セメント C (kg)	膨張材 E (kg)	砂 S (kg)	砂利 G (kg)	高性能AE 減水剤 (kg)
23	178	593	210	763	737	16.1

表-2 試験体諸元

幅 (mm)	3000
高さ (mm)	300
奥行き (mm)	100
折り曲げ半径(mm)	24
鉄筋比 長軸方向 (%)	1.32
短軸方向 (%)	0.13

表-3 鉄筋の材料特性

呼び名	D16
鋼種	SD295A
弾性係数 (N/mm ²)	194000
降伏強度 (N/mm ²)	388
引張強さ (N/mm ²)	566
伸び (%)	26

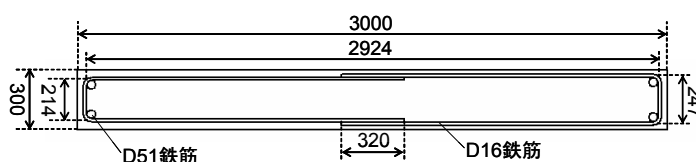


図-1 試験体概要

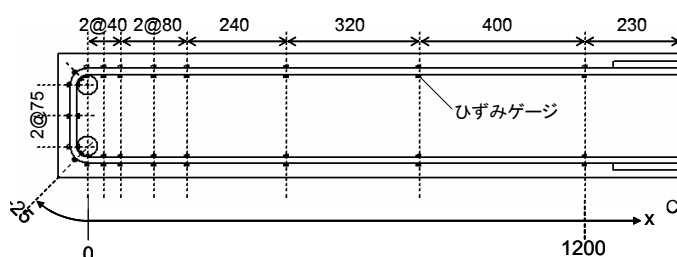


図-2 ひずみゲージの貼付け位置

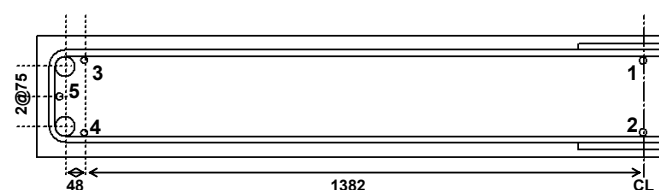


図-3 変位測定位置

キーワード 隅角部, アルカリ骨材反応, ひずみ分布, 鉄筋破断

連絡先 〒153-8505 東京都目黒区駒場4丁目6-1 東京大学生産技術研究所 TEL 03-5452-6394

量が $200\mu \sim 800\mu$ のときの軸ひずみ分布である。横軸は、長軸方向鉄筋の折り曲げ端からの距離を表しており、0 以下は折り曲げ部に相当している(図-2, x 軸)。このとき、すべてのひずみ値が弾性範囲内であった。この範囲内において、鉄筋の軸引張力の反力は大部分が直線部端部の約 15D の範囲での付着によって受け持たれており、隅角部にかかる負担は小さい。

図-5 は、鉄筋が弾性範囲内であるときの鉄筋の曲率分布である。曲率の極性は+が円弧が開く方向を、-は円弧が閉じる方向を表している。コンクリートの膨張によって曲げ加工部には大きな曲げ変形が生じ、円弧が開くような変形を受けている。一方で直線部は約 15D の範囲で円弧が形成されるような変形を生じており、曲げ加工部に近いほど大きな曲げ変形が生じている。

4. 隅角部が塑性域に達したときのひずみ分布

隅角部の圧縮縁ひずみが塑性域に達した後の鉄筋の軸方向ひずみ分布を図-6 に示す。また、曲率分布を図-7 に示す。軸方向ひずみはほとんど変化しておらず、折り曲げ端部でその傾向が顕著である。一方で、曲率分布は隅角部のみが値を増加させていることから、隅角部が塑性域に達した場合、隅角部の曲げ変形による変形が支配的になっていると思われる。

5. 試験体中央部が降伏したときのひずみ分布

隅角部の降伏後も直線部中央付近の軸方向ひずみ(隅角部から最遠のひずみ)は漸増し、膨張ひずみが約 6000μ のときに降伏ひずみに達した。部材中央部の降伏後の軸方向ひずみ分布を図-8 に、曲率分布を図-9 に示す。部材中央部の降伏後、軸方向ひずみと曲率が急激に増加し、隅角部での局所化が大きくなった。

6. まとめ

コンクリートの膨張作用を受けた帯筋のひずみ分布測定から以下の知見が得られた。

- ・鉄筋のひずみ分布は1・全域弾性範囲、2・隅角部塑性後、3・直線部中央の降伏後、で変化する。
- ・弾性範囲内では隅角部が受ける軸方向変形は小さく、曲げ変形が卓越する。

参考文献

- 1・笹谷・藤原・杉谷・鳥居, 弾性波法による ASR 損傷コンクリート橋脚の内部探査, コンクリート工学年次論文集, vol.25, No.1, 2003

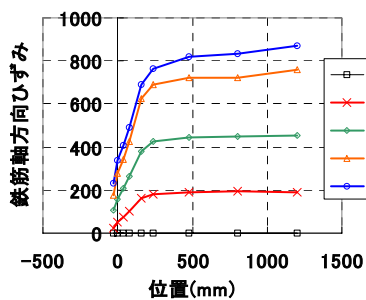


図-4 弾性域での鉄筋の軸ひずみ分布

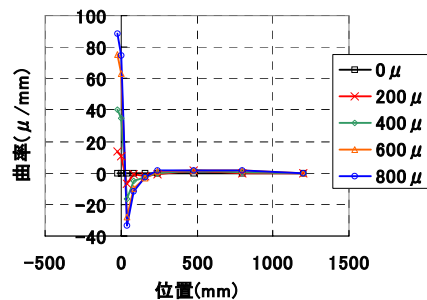


図-5 弾性域での鉄筋の曲率分布

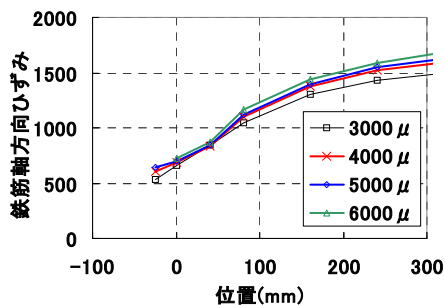


図-6 隅角部塑性後の鉄筋の軸ひずみ分布

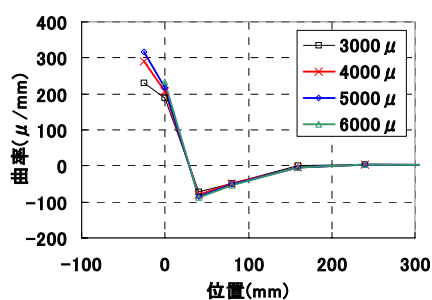


図-7 隅角部塑性後の鉄筋の曲率分布

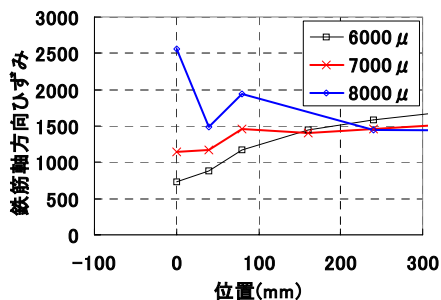


図-8 直線部中央部降伏後の鉄筋の軸ひずみ分布

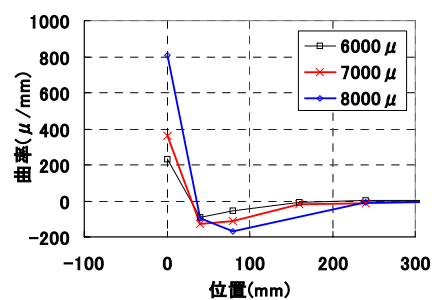


図-9 直線部中央部降伏後の鉄筋の曲率分布