

帯鉄筋引張試験方法に関する基礎的研究

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○佐藤 雅義

東京大学生産技術研究所 正会員 西村 次男

長岡技術科学大学

正会員 田中 泰司

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. 本研究の目的

アルカリ骨材反応（ASR）の骨材の膨張作用によって、道路橋の橋脚などの帯鉄筋の曲げ加工部等で破断が生じるという問題が報告されている¹⁾。鉄筋破断の原因として、曲げ加工時における鉄筋隅角部のひび割れ、水素脆化、腐食やひずみ時効による材料的な欠陥、アルカリ骨材反応による膨張作用が鉄筋自体に変形を与えることによる変形集中²⁾などが挙げられる。これらの材料的、力学的な視点に立脚した検討はそれぞれ精力的に行われているものの、有効的な打開策に至っていないのが現状である。本研究では、鉄筋破断現象が曲げ加工による材料欠損・脆化と力学的な応力集中問題の組み合わせによって生じると仮定した。このうち、材料欠陥・脆化の度合いを評価することを目的として、アルカリ骨材反応による帯鉄筋の変形挙動を模擬した帯鉄筋の引張試験を行った。

表-1 鉄筋物性値

弾性係数 (N/mm ²)	降伏応力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	破断伸び (%)
2.08×10^5	369.7	551.3	22.4

2. 実験概要

2-1 供試体概要

供試体の概要を図-1 に示す。供試体には、寸法が 550×550mm の帯鉄筋を使用した。表-1 に鉄筋の材料特性値を示す。鉄筋にはD6（SD295A）を用いた。曲げ内半径を 1.0ϕ として、コの字型に曲げ加工した鉄筋を組み合わせ、溶接を施して帯鉄筋を作製した。また、鉄筋のひずみ時効を促進するために、電気炉にて 150℃、5 時間の熱処理を行った。

2-2 载荷方法

図-2 に試験装置の概要を示す。隅角部近傍に作用する曲げ戻し作用を模擬するために、長さが 300mm のカップラーを 4 辺それぞれの中心部に設置し、2 方向からターンバックルで巻き上げる事によって引張力を与えた。鉄筋隅角部と隅角部から 5cm の鉄筋位置において内側と外側の両側にひずみゲージを貼り、鉄筋隅角部近傍の変形性状の把握を行った。

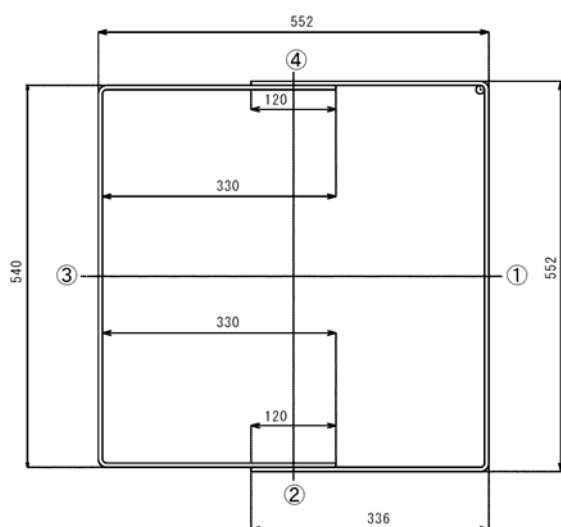


図-1 供試体の概要

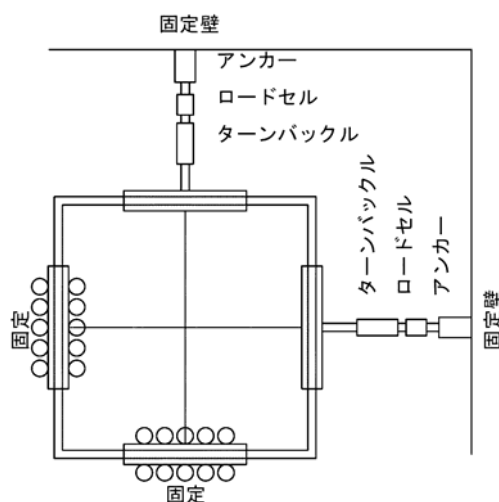


図-2 引張試験の载荷装置

キーワード アルカリ骨材反応、帯鉄筋、鉄筋破断、帯鉄筋引張試験、ひずみ時効

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 03-5452-6098 (内 58090)

3. 実験結果および考察

試験終了時の試験体の変形状態の模式図を図-3に示す。試験終了時の①-③区間の変位量は10cm、②-④区間の変位量は8cmとなり、帯鉄筋全体が円形に広がるような大変形を生じた。今実験では、鉄筋は破断しなかったものの、隅角部内側で割合大きな亀裂が確認された。本試験で使用したD6鉄筋はD10以上とは節の形状が異なり、明確にリブと節の境界がない。このため、曲げ加工を施した際にも初期欠陥が割合生じにくいと考えられる。鉄筋径の影響については追加試験を行い、今後検討を行う予定である。

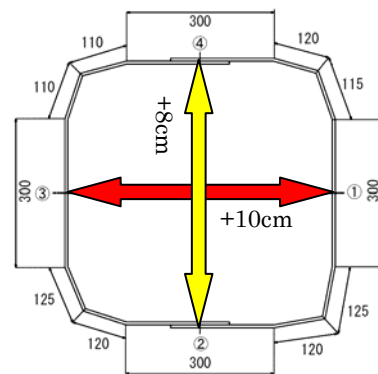


図-3 鉄筋軸方向ひずみ分布

鉄筋隅角部の内側をマイクロスコープにて観察したところ、4点の隅角部においてそれぞれ写真-1に示すような幅0.67mm程度のひび割れを確認した。鉄筋隅角部の内側に発生したひび割れ幅は、ひずみ時効の有無に関係なくほぼ同程度であった。このようなひび割れがどの時点で生じたかは、目視では判別が困難であった。そこで、鉄筋隅角部の内側のひずみゲージが破断し、計測不能となった時点でひび割れが生じたと仮定することとした。この際の長さ方向の軸ひずみ分布を図-4に示す。隅角部両側(1と4、IとIV)ともに、軸ひずみはほぼ同様の値となった。曲げ戻し変形は、隅角部(1.4. I. IV)で顕著であり、直線部(2.3. II. III)では割合小さいことがわかる。特に、隅角部内側の軸ひずみは約13000 μ であり、鉄筋本来の破断伸びに対してかなり小さい値となっている。これは曲げ加工による鉄筋隅角部周辺の硬化と初期欠損の影響と考えられる。

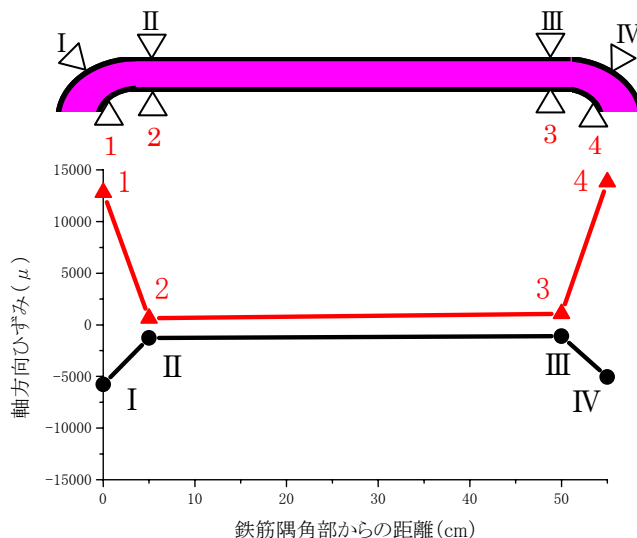


図-4 鉄筋軸方向ひずみ分布

4. まとめ

本研究では、コンクリートの膨張によって帯鉄筋に生じる曲げ戻し作用を模擬した引張試験を行った。その結果、帯鉄筋全体が円形に広がるような変形状態を呈する事が確認された。本試験では、鉄筋隅角部でひび割れが発生する際の軸ひずみは約13000 μ であったと推測された。アルカリ骨材反応によるコンクリート膨張は数百～数千 μ 程度と考えられるので、曲げ加工による初期欠陥や脆化の影響は割合大きいものの、これだけでは実構造物で鉄筋破断が生じた機構を説明するのは難しい。今後は、このような材料的な要素試験を継続して実施し、コンクリート膨張作用による鉄筋隅角部での変形の局所化について実験・解析の両面から検討を行い、両者の組み合わせによって、鉄筋破断現象の機構推定を行う予定である。

謝辞：本研究を行うにあたり、東急建設株式会社、伊藤正憲氏に多大なご協力を受けました事を感謝します。

参考文献

- 1) アルカリ骨材反応対策小委員会報告書、土木学会、2005
- 2) 西村次男、田中泰司、岸利治、魚本健人：曲げ加工時における異形鉄筋のひずみ測定、土木学会第59回年次学術講演集、pp.37-38、2004

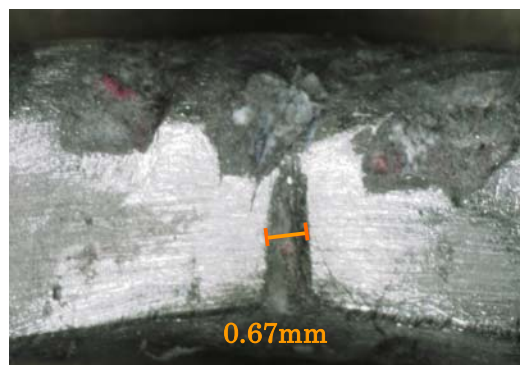


写真-1 鉄筋隅角部に生じた亀裂