

V-4 鉄筋とコンクリートの長期的な付着挙動に及ぼす乾燥収縮の影響

愛媛大学大学院 学生員 ○西濱英文
愛媛大学工学部 正会員 氏家 勲

1. はじめに

鉄筋コンクリート部材のたわみやひび割れ幅は持続荷重下において、コンクリートの乾燥収縮やクリープ、時間経過に伴うコンクリートと鉄筋間のすべり（以下付着クリープと呼ぶ）による付着応力の緩和によって時間の経過とともに増大する。この付着のクリープは、異形鉄筋の付着機構を支配している鉄筋のふし近傍からの新たな内部ひび割れの発生やふし全面におけるコンクリートの圧壊の進行などによって生じると考えられるが¹⁾、長期間にわたる実験を要することもあり、その性状は充分には解明されていない。本研究ではコンクリートのクリープが乾燥収縮の影響を受けることから、付着クリープに関しても乾燥収縮が影響すると考え、異なる乾燥条件のもとで両引供試体を用いた持続載荷試験を実施し、鉄筋とコンクリートの付着挙動に及ぼす乾燥収縮の影響について検討を行った。

2. 実験概要

本実験には曲げ部材の引張部を模擬した両引供試体（10cm×10cm×30cm）を用いた。また、乾燥条件として、供試体を湿潤状態にしたもの（Wet）、側面全体を乾燥状態に保ったもの（Dry）、供試体側面にエポキシ樹脂系接着剤を塗布し乾燥面積を Dry の 1/2 にしたもの（Seal）の3種類とした。供試体には水セメント比 40% のコンクリートを使用し、D19 のネジふし型異形鉄筋を用いた。供試体は湿布養生を材齢 32 日まで行った後、図-1 に示すような方法で持続載荷試験を行った。与えた荷重は鉄筋応力度で 180N/mm^2 とし、2 段階で載荷を行った。計測項目は鉄筋のひずみであり、ひずみゲージ貼付けによる付着の乱れを出来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 の溝を切削し、図-2 に示す位置に貼付けしたひずみゲージにより計測した。また、両引供試体と同一寸法、同一乾燥条件の供試体より乾燥収縮およびクリープ係数も計測した。

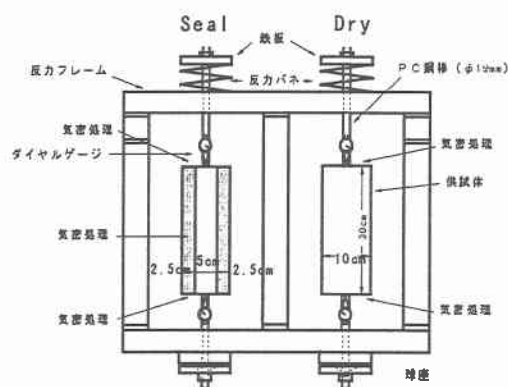


図-1 両引持続載荷試験概要図

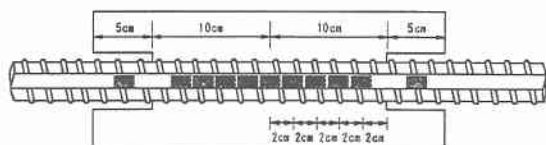


図-2 両引き持続載荷試験のゲージ配置図

3. 実験結果および考察

図-3～5は Wet, Seal, Dry それぞれにおける鉄筋ひずみ分布の経時変化を示したものである。Wet

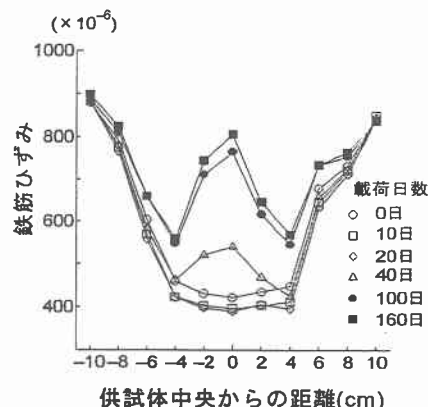
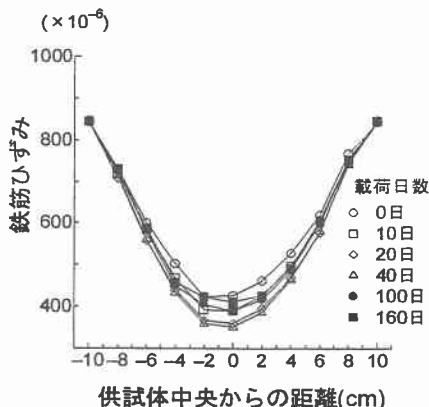
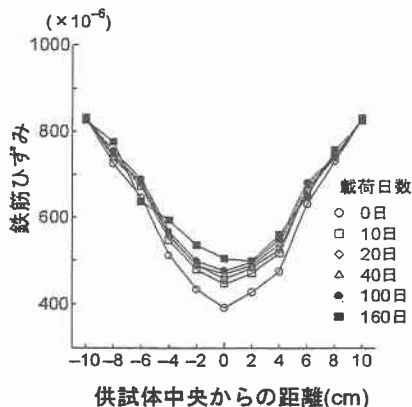


図-3 鉄筋ひずみ分布の経時変化(Wet)

図-4 鉄筋ひずみ分布の経時変化(Seal)

図-5 鉄筋ひずみ分布の経時変化(Dry)

の鉄筋ひずみは経時的に増加しているのに対して、Seal の鉄筋ひずみ分布は荷重日数 40 日までは減少しているがそれ以降は上昇している。また、Dry では荷重日数 21 日以降に発生した内部ひび割れ（供試体表面では観察されていない）により供試体中央部の鉄筋ひずみが増加している。

図-6 は平均鉄筋ひずみの経時変化を示したものである。上述の鉄筋ひずみ分布に対応して、Wet の場合は経時的に増加し、Seal の場合には初期において乾燥収縮の影響により減少しているが荷重日数 40 日以降上昇している。一方、Dry の場合には内部ひび割れの発生より荷重日数 21 日以降は増加している。

また、図-7 は平均付着応力の経時変化を示したものである。Wet は乾燥させていないため、付着のクリープにより平均付着応力は経時的に減少している。一方、Seal, Dry では付着のクリープも生じていると考えられるが、コンクリートの乾燥収縮により平均付着応力が増加している。これはコンクリートの乾燥収縮が進行するにつれて、鉄筋のふしがコンクリートに食い込むことにより付着応力を増大させることによるものと考えられる。しかしながら、乾燥収縮の進行により Dry のように内部ひび割れが発生する場合があります。内部ひび割れの発生後は、鉄筋とコンクリートの付着を低下させ平均鉄筋ひずみを増加させるが、内部ひび割れ幅が増加するにつれて、ひび割れの生じている部分の鉄筋にかかる応力が大きくなるために付着応力の上昇が考えられる。

図-8 は本実験で計測した鉄筋ひずみから算出した付着クリープ係数の経時変化を示したものである。付着クリープ係数は以下の手順で算出している。コンクリートの乾燥収縮ひずみをコンクリートひずみに加え、コンクリートのクリープを有効弾性係数により取り込んで付着応力-すべり関係には六車らの提案式を用い、導かれた付着の基礎方程式を数値解析し、得られた鉄筋ひずみ分布が実測値と一致するように付着クリープ係数を与えた。すなわち、静的荷重時の実測された付着応力-すべり関係に基づいて最大付着応力とそのときのすべり量を決定し、経時的にはすべり量のみを大きくし、静的荷重のすべり量に対する持続荷重のすべり量の増加の割合を付着クリープ係数とした。図-8 から初期において、Wet はコンクリートが水分を含んで膨張することにより鉄筋ひずみの増加を促進し付着クリープ係数が大きくなるが、Seal は乾燥収縮の影響を受けるため鉄筋ひずみが減少するので付着クリープ係数が Wet ほど大きくない。しかしながら、荷重日数が増加するにつれて Seal のほうが Wet より付着クリープ係数が大きくなっている。

4. まとめ

本実験において付着クリープに乾燥収縮が影響することが明らかとなったが、試験体の数が少ないこともあり、さらに付着クリープに及ぼす乾燥収縮の影響の定量的評価を含め、今後さらに研究する必要がある。

参考文献

1) 大野義照, 李振宝, 鈴木計夫: 持続荷重下における異形鉄筋とコンクリート間の付着応力-すべり関係: 日本建築学会構造系論文集, 第 459 号, pp.111-120, 1994.

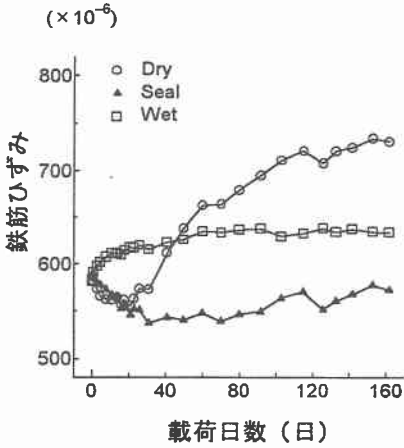


図-6 平均鉄筋ひずみの経時変化

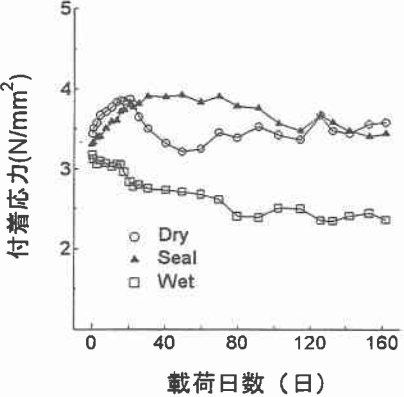


図-7 平均付着応力の経時変化

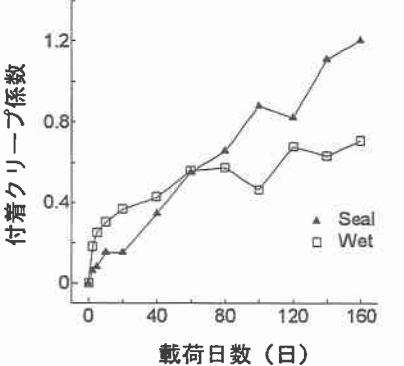


図-8 付着クリープ係数の経時変化