

V-39 高強度コンクリートを用いたコンクリートと鉄筋の付着特性に関する研究

株式会社サンコー設計 正会員 ○曾我部幸治
愛媛大学工学部 正会員 氏家 勲

はじめに

RC 部材の使用状態におけるひび割れの評価には鉄筋とコンクリートの付着を考慮に入れた高精度の予測が必要である。また、RC 構造物や PRC 構造物の高層化や高耐久化などの要求から高強度コンクリートを適用するケースの増加が予想される。しかし、コンクリートは強度が増すにつれ自己収縮の割合が大きくなることが知られている。本研究では自己収縮の大きい普通セメントと自己収縮の小さい低熱セメントの 2 種類のセメントで作製した供試体を用いて、コンクリートの自己収縮が鉄筋とコンクリートの付着性状にどのような影響をおよぼすかについて検討を行った。

2. 実験概要

本研究では普通セメントと低熱セメントを用い、水セメント比を 28%と 25%とし、両引供試体(15×15×20cm,付着長 20cm)と引抜供試体(15×15×15cm,付着長 15cm)を作製し、静的載荷試験と図-1, 2に示す長期持続載荷試験を行った。鉄筋には D19 ネジ節鉄筋を使用した。持続荷重の大きさは鉄筋応力度で表-1に示す 4 種類とした。載荷は湿布養生後材齢 28 日で行った。載荷時の圧縮強度は普通セメントで 92.8N/mm², 低熱セメントで 96.1N/mm²であった。測定項目は、両引供試体は鉄筋ひずみと端部の鉄筋拔出し量、

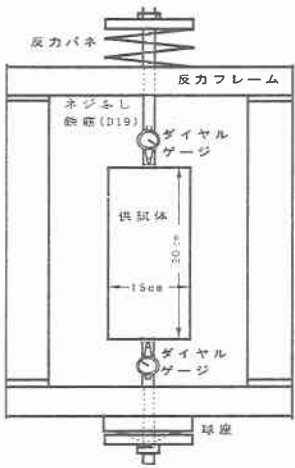


図-1 両引持続載荷試験

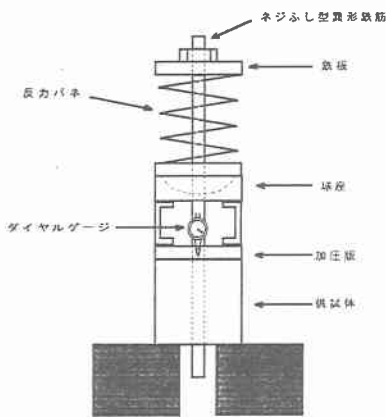


図-2 引抜持続試験概要図

引抜供試体は端部の鉄筋拔出し量である。鉄筋ひずみはゲージ貼付による付着の乱れをできるだけ少なくするために、鉄筋の縦リブ位置に幅 4mm,深さ 3mm の溝を切削し、2cm 間隔で貼付したひずみゲージにより計測した。鉄筋拔出し量は荷重端部にダイヤルゲージを設置し、計測した。

表-1 供試体一覧

供試体名	荷重端鉄筋 応力度 (N/mm ²)
N, L-静的 T, P	静的載荷
N, L-0T, P	0
N, L-15T, P	150
N, L-20T, P	200
N, L-25T, P	250

N: 普通セメント, L: 低熱セメント
T: 両引供試体, P: 引抜供試体

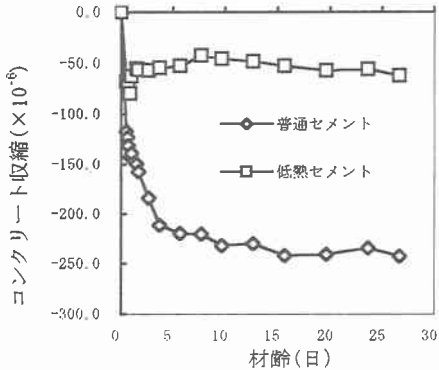


図-3 養生中における自己収縮の経時変化

3. 実験結果および考察

湿布養生中におけるコンクリートの自己収縮の経時変化を図-3に示す。養生中、普通セメントと低熱セメントの間には約 200μ のひずみの差が生じている。また、コンクリートの自己収縮により両引供試体の平均鉄筋ひずみも約 80μ の差が生じた。

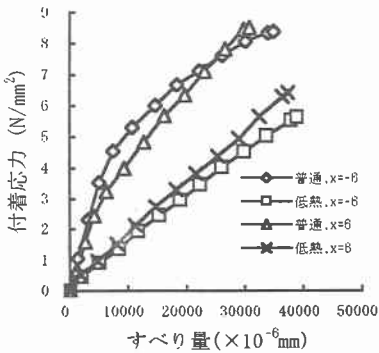


図-4 付着応力-すべり量関係 (両引)

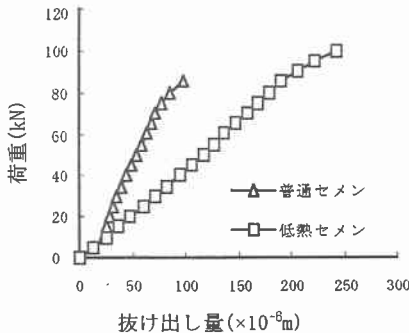


図-5 荷重-抜け出し量関係 (引抜)

静的載荷試験時における両引き供試

体の中心から左右 6cm の位置における付着応力-すべり量関係を図-4 に示す。付着応力は着目点と左右に隣接する位置のひずみを放物線で回帰し、着目点の勾配を求めて算出している。すべり量は着目点までのひずみを積分したものであり、载荷によるコンクリートのひずみ変化は無視している。普通セメントのほうが低熱セメントの場合より付着剛性が大きい。また、静的载荷時における引抜供試体の荷重-鉄筋拔出し量関係を図-5 に示す。普通セメントの供試体の鉄筋拔出し量は低熱セメントの供試体の約半分程度であり、最大荷重において、低熱セメントは鉄筋が降伏したのに対して、普通セメントはコンクリートが割裂破壊した。これはコンクリートの自己収縮により、鉄筋の節とコンクリートがよくかみ合うようになるためと考えられる。

図-6 は载荷後のコンクリート収縮の経時変化を示す。コンクリート収縮は乾燥収縮と自己収縮の両者を含んだものである。载荷後では普通セメントのほうが低熱セメントよりコンクリート収縮がやや大きくなっている。

図-7 は長期持続载荷試験時における両引き供試体の平均付着応力の経時変化を示す。载荷後、早期において付着応力の低下が見られるが、その程度は普通セメントのほうが低熱セメントより大きい。その後、普通セメントと低熱セメントどちらも付着応力の経時変化には顕著な差はなく、少し付着応力が増加する傾向にある。

この増加はコンクリートの収縮によるものである。

図-8、9 は引抜供試体の鉄筋拔出し増加量より求めた付着クリープ係数の経時変化を示す。付着クリープ係数は载荷開始時の鉄筋拔出し量に対する持続载荷における鉄筋拔出し増加量の割合である。普通セメントの付着クリープ係数のほうが低熱セメントのものより大きくなっている。この理由の一つとして、図-5 に示したように同じ荷重であっても载荷開始時の鉄筋拔出し量が普通セメントのほうが小さいことによる。また、図示はしていないが、持続载荷における鉄筋拔出し増加量そのものも普通セメントのほうが低熱セメントより大きくなっていた。

4. まとめ

本研究では鉄筋とコンクリートの付着性状に及ぼすコンクリートの自己収縮の影響を実験的に検討した。静的载荷試験において、载荷までの自己収縮が大きいと付着剛性は大きくなった。また、持続载荷試験において、両引試験では顕著な差は見られなかったが、引抜試験では自己収縮の大きい普通セメントのほうが低熱セメントより付着剛性の低下割合が大きかった。さらに長期的にデータを蓄積し、研究を進める予定である。

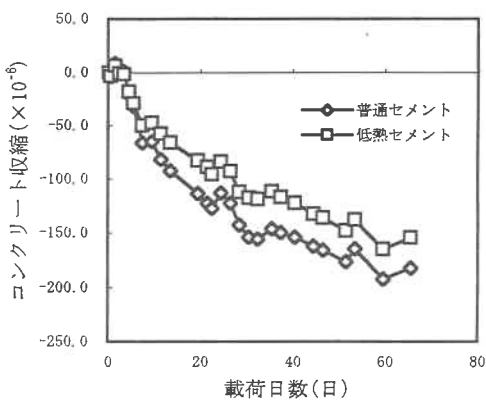


図-6 载荷後のコンクリート収縮の経時変化

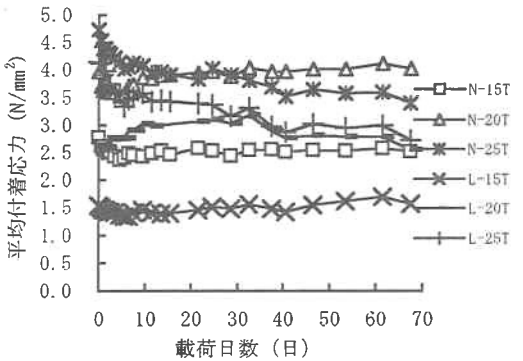


図-7 平均付着応力の経時変化

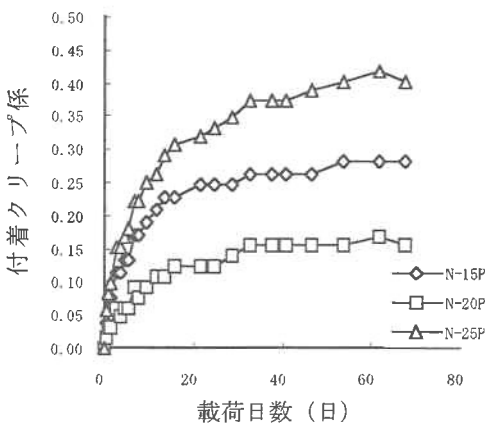


図-8 付着クリープ係数
普通セメント

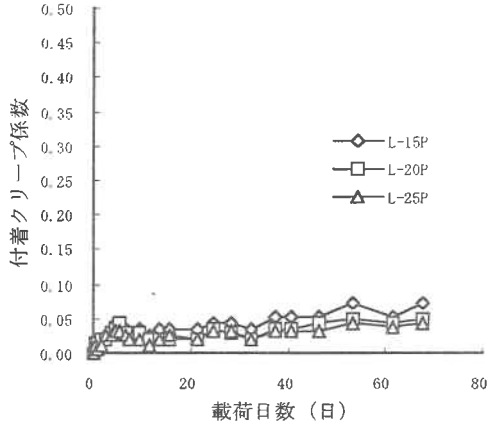


図-9 付着クリープ係数
低熱セメント