

V-113

蒸気養生高強度コンクリート部材の初期応力発現性状に関する一実験

秩父セメント（株）	正会員	渡邊武生
同 上	正会員	来海 豊
同 上		奥山康夫
同 上		村上和幸

1. まえがき

近年、材料の高強度化および高耐久性化を図ることを目的として、シリカフューム等の混和材と高性能減水剤を用いて低水結合材比としたコンクリートの研究開発が活発に行われてきている。そして、この種のコンクリートにおいては、自己収縮応力が無視できないことも指摘されている¹⁾。しかし、低水結合材比のコンクリートに対して蒸気養生を行った場合の性状に関する報告は非常に少なく、特に蒸気養生を行った鉄筋コンクリート部材の初期応力について詳細に検討した報告は見当たらない。本報告では、シリカフュームと高炉スラグ微粉末を混和した低水結合材比のコンクリートを用いた鉄筋コンクリート部材を作製し、蒸気養生過程および材齢14日までの短期間にコンクリート部に発生する初期応力について実験的に検討している。

2. 実験の概要

コンクリートの配合を、表-1に示す。セメントには、普通ポルトランドセメントを用いた。使用した混和材は、比表面積が約200000cm²/gの微粉末状シリカフュームと比表面積が約8000cm²/gの高炉スラグ微粉末である。混和剤としては、ポリカルボン酸系高性能減水剤と消泡剤を用いた。また、細骨材および粗骨材には、それぞれ粗粒率が2.92の砕砂および2.5～5mmの単粒度碎石を用いた。使用した鉄筋は、線径4mmの普通鉄線（E=200kN/mm²）である。

供試体は、図-1に示すように、拘束鉄筋比を0.25および0.50%の2段階に変えた薄肉の鉄筋コンクリート部材である。蒸気養生は温度20℃で前養生→昇温20℃/hr.→最高温度80℃を3hrs.保持→降温5℃/hr.という条件で行い、前養生時間を3、6および24時間の3段階に変化させた。供試体作製の際には、型枠による拘束を軽減するために型枠の内側全面にテフロンシートを二重に配置し、その中にコンクリートを打ち込んだ。コンクリートの練混ぜと打込みは恒温恒湿室

（20℃、60%R.H.）で行い、蒸気養生終了後に脱型

した。コンクリート打込み後から脱型までの間は、ポリエチレンシートと湿布を用いて供試体表面からの水分の逸散を防止した。脱型後は、外部拘束を軽減するために供試体をコロの上に静置し、恒温恒湿室（20℃、60%R.H.）にて気中養生を行った。鉄筋のひずみは、

図-1に示す位置の鉄筋表面に長さ5mmの箔ゲージを対称に2枚貼り、コンクリート打込み直後から経時測定した。そして、各時点の鉄筋のひずみは、2枚のゲージによる値の平均値とした。蒸気養生過程の鉄筋のひずみについては、埋め込んだ熱伝対による供試体中の温度および鉄筋の熱膨張ひずみ等を測定して温度補償を行った。脱型以後のコンクリート表面のひずみは、図-1に示す位置についてコンタクト型ひずみゲージを用いて測定した。

3. 実験結果および考察

図-2は、供試体中の温度が約80℃に達した時点において測定した鉄筋のひずみ分布の例として、前養生時間を6時間とした拘

表-1 コンクリートの配合

水結合材比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)						
		水	セメント	シリカフューム	高炉スラグ	細骨材	粗骨材	高性能減水剤
20	43	140	490	70	140	678	929	11.2

注) 消泡剤の使用量は、高性能減水剤×0.8%

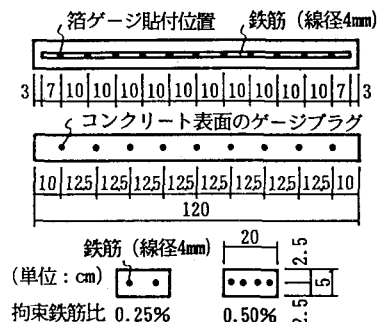


図-1 鉄筋コンクリート供試体

束鉄筋比が0.50%の場合を示したものである。鉄筋端部から10 cm程度より内側の領域においては、ほぼ様な値になっていると考えられる。

図-3には、前養生終了時点の鉄筋のひずみをゼロとして、蒸気養生過程で鉄筋に導入されるひずみと供試体中の温度との関係を拘束鉄筋比が0.50%の場合について示してある。蒸気養生によって鉄筋に導入されるひずみは、前養生時間が3時間の場合に最も小さく、6時間の場合と24時間の場合とはほぼ同等の値になっている。また、昇温により鉄筋に圧縮ひずみが導入される時の温度は、前養生時間が短いものほど高くなる傾向にある。換言すると、前養生時間が短い場合には、昇温過程で鉄筋に生じた熱膨張ひずみが蒸気養生終了時に残留する可能性も考えられる。

コンクリート打込み直後をゼロとして、前養生中、蒸気養生中および材齢14日までの気中養生中において各供試体に埋め込まれた鉄筋に導入される圧縮ひずみを示すと、図-4のようになる。ここには、脱型以後の部材に生じるひずみに関して鉄筋の圧縮ひずみのみを示したが、コンクリート表面の収縮ひずみについても鉄筋の圧縮ひずみとほぼ同等の値が測定されている。そして、図-4においては、材齢14日までに鉄筋に導入される圧縮ひずみは、前養生時間の短い方が小さくなる傾向を示している。また、拘束力がコンクリート断面に一樣に作用すると仮定して、材齢14日時点でコンクリートに発生している初期応力を拘束鉄筋比が0.50%の場合について試算すると、前養生時間が3時間、6時間および24時間の場合には、それぞれ0.34、0.38および0.63N/mm²となる。前養生時間を3時間とした場合には、材齢14日時点でのコンクリートの初期応力は最も小さくなるが、拘束鉄筋比が0.25および0.50%のいずれの供試体についても脱型時において側面に微細ひび割れが確認された。

さらに、4×4×16cm供試体による脱型時の曲げ強度においても、前養生時間が6時間および24時間の場合にそれぞれ18.9および19.1N/mm²であるのに対して、3時間の場合には16.0N/mm²と低めの値となった。なお、前養生時間が24時間の供試体については、コンクリート打込み後9～10時間程度経過した時点から鉄筋に圧縮ひずみが導入され、24時間後の前養生終了時点において拘束鉄筋比が0.25および0.50%の場合にそれぞれ約320×10⁻⁶および約250×10⁻⁶の圧縮ひずみが鉄筋に生じている。

4. まとめ

材齢14日のような短期間に発生するコンクリートの初期応力は、前養生時間の短い方が小さくなる傾向となった。しかし、前養生時間の短い場合には、微細ひび割れ等が発生する危険性がある。したがって、本実験で対象としたような低水結合材比のコンクリートを用いる場合には、初期応力の大きさと蒸気養生後の部材の状態を考慮して、3時間よりも長い適切な前養生時間を定めるのが妥当であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 宮沢伸吾ら：鉄筋拘束による超高強度コンクリートの自己収縮応力 コンクリート工学年次論文報告集，Vol. 15, No. 1, 1993

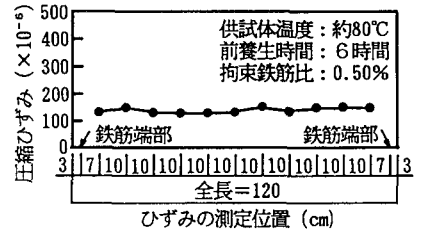


図-2 鉄筋のひずみ分布

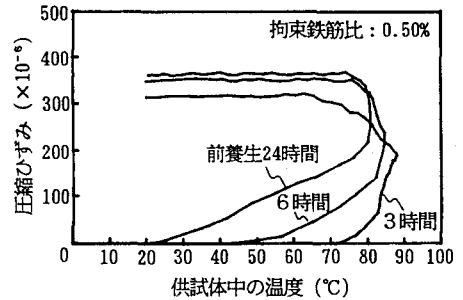


図-3 蒸気養生過程で鉄筋に導入されるひずみと供試体中の温度との関係

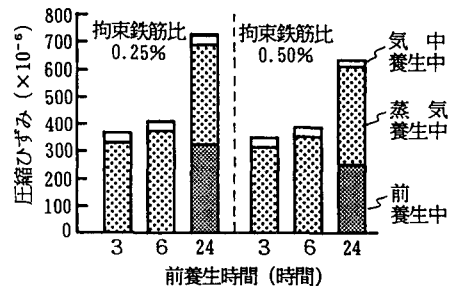


図-4 養生中に鉄筋に導入される圧縮ひずみ