

高温高圧水中養生を用いたケミカルプレストレスト部材

広島大学工学部 正会員 田澤榮一
 広島大学大学院 学生会員 ○猪原和弘
 広島大学工学部 学生会員 三谷祐二

1. はじめに

昨年の研究で、高温高圧水中養生が自己収縮の低減方法として有効であることが明らかになった。この成果を膨張セメントに適用し、ケミカルプレストレスの導入に有効であるか否かを評価する。そのため、養生方法の違いによるプレストレス導入状況を測定し、その効果を部材の耐荷力によって確認することが本研究の目的である。

2. 実験概要

膨張セメントを用いた中空円断面管供試体を作製し、高温高圧水中養生、オートクレーブ養生及び、水中養生を行い、各養生条件下における供試体内部に配置したらせん鉄筋ひずみの経時測定を行った。しかし、高温高圧水中養生、オートクレーブ養生は、180℃、10atm という過酷な環境下で行われるため、測定器具が耐えきれず、らせん鉄筋ひずみを直接的に測定することはできなかった。そのため、高温高圧水中、オートクレーブ養生下においては、角柱供試体の高速膨張ひずみから、らせん鉄筋ひずみ変化を推定することとした。また、中空円断面管供試体には、外圧強度試験を行い、強度特性からも比較を行った。

コンクリートの配合における混入単位膨張材量は、各養生下の自由膨張ひずみの測定結果から決定し、高温高圧水中養生用 15 (kg/m³)、20 (kg/m³)、オートクレーブ養生用 20 (kg/m³)、及び水中養生用 40(kg/m³) とした。以下、順にそれぞれ A15、B20、C20、D40 と略記する。

図-1 にらせん鉄筋比 1.2% の中空円断面管供試体を示す。ここで、A15 だけは、かぶりを 5 mm として、表面近傍にらせん鉄筋を配置した。また、図-2 に外圧強度試験状況を示す。外圧強度試験時には、2 軸ゲージを用いて供試体の外径左右、内径左右、及び内径上下側面における円断面周方向ひずみ変化を測定した。

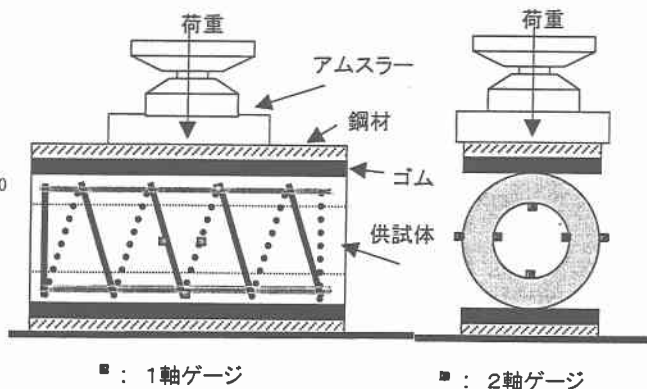
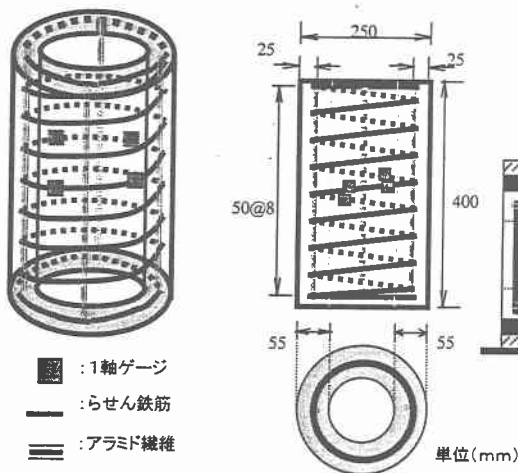


図-2 外圧強度試験

図-1 中空円断面管供試体（らせん鉄筋比 1.2%）

3. 実験結果及び考察

図-3 に水中養生下でのらせん鉄筋引張ひずみを示す。また、図-4 に角柱拘束供試体による拘束膨張ひずみの測定結果を示す。図-4 で B20 と C20 を比較すると、混入膨張材量は同一でありながら、B20 の方が 2 倍以上の拘束膨張ひずみを得ている。養生後の乾燥重量測定結果から推定すると、B20 は、高温高圧水中養

生下でほぼ水和が完了しており、セメントペースト内に未水和水がほとんど残存しておらず、未水和水の外部への逸散によって生じる乾燥収縮、及び水和反応の進行に伴って生じる自己収縮が共に著しく減少したと考えられる。一方、C20 は、B20 に比べて、多くの未水和水がセメントペースト内に残存しているため、オートクレープ養生後の乾燥養生下で大きな乾燥収縮を生じた。D40 は、水中養生下で常に水分供給がなされるため、乾燥収縮は生じないが、水和反応の進行に伴って新たに生じる空隙内にまで、水分が充填するほどには至らず、自己収縮を生じている。そのため、材齢 15 日以後、この自己収縮が膨張を上回り、拘束膨張ひずみが減少していったと考えられる。結果的に長期材齢において、膨張材混入量が D40 の半分である B20 が D40 とほぼ等しい拘束膨張ひずみになると考えられる。

図-3,4 の D40 において、中空円断面管供試体のらせん鉄筋ひずみと、角柱拘束供試体の拘束膨張ひずみを比べると、らせん鉄筋ひずみの方がかなり小さくなることが分かる。これは、供試体の拘束作用、及び膨張機構の相違等から生じると過去に研究報告されている。そのため、図-3,4 及び膨張セメントを用いた中空円断面管供試体における過去の研究結果を用いて、B20、C20 のらせん鉄筋ひずみを推定した。らせん鉄筋ひずみの結果を基に、B20、C20 及び、D40 に導入されたケミカルプレストレスを推定した結果を表-1 に示す。

表-2 に外圧強度試験によるひび割れ荷重、破壊荷重の測定結果を示す。また、図-5 に内径上下側面の「外圧-ひずみ変化」を示す。これにより、B20 と D40 はほぼ等しいケミカルプレストレスが導入されたことが確認された。また、らせん鉄筋を表面近傍に配置した A15 は効果的にかぶり部分が拘束されたため、B20 以上の強度が得られた。

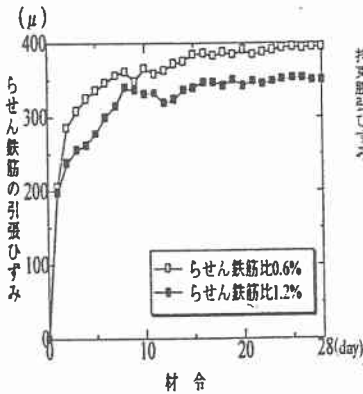


図-3 水中養生下のらせん鉄筋ひずみ (D40)

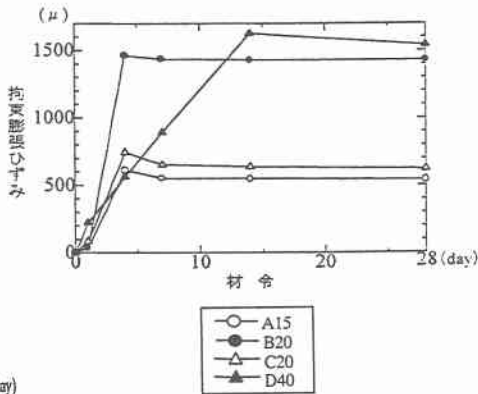


図-4 各養生下の拘束膨張ひずみ

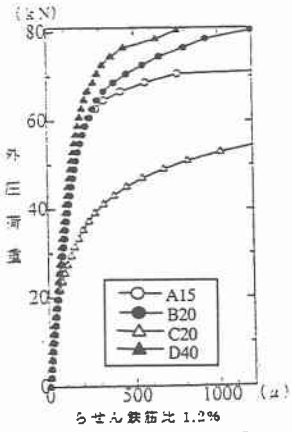


図-5 内径上下側面ひずみ

表-1 導入ケミカルプレストレス推定値

供試体名	鉄筋比 (%)	ケミカルプレストレス (N/mm ²)
B20	0.6	4.25×10^{-1}
	1.2	7.61×10^{-1}
C20	0.6	3.14×10^{-1}
	1.2	5.64×10^{-1}
D40	0.6	4.73×10^{-1}
	1.2	8.37×10^{-1}

表-2 ひび割れ発生荷重及び、破壊荷重

供試体名	鉄筋比 (%)	ひび割れ発生荷重 (kN)	破壊荷重 (kN)
A15	0.6	67.6	100.0
	1.2	70.6	149.0
B20	0.6	58.8	105.8
	1.2	66.6	134.3
C20	0.6	39.2	76.4
	1.2	58.8	103.7
D40	0.6	63.7	76.4
	1.2	72.5	146.0

4. 結論

高温高圧水中養生は、膨張セメントにおいてもオートクレープ養生よりも優れた膨張促進効果を持ち、長期材齢にわたって自己収縮、乾燥収縮によるケミカルプレストレスの損失を大幅に減少させることが明らかになった。その結果、高温高圧水中養生を行うと、水中養生の約半分の膨張材混入量でほぼ等しいケミカルプレストレスと部材耐力を得られることが明らかになった。