

高温高圧水中で養生した膨張コンクリート

広島大学工学部 正員 田澤榮一
 広島大学大学院 学生員 猪原和弘
 広島大学大学院 学生員 ○宮口克一

1. はじめに

一般にポルトランドセメント水和物は、凝結硬化過程で水和に伴う水和収縮を生ずる。また、それに伴うマクロな体積収縮として自己収縮を生じ、乾燥を受けた場合には乾燥収縮を生じる。それゆえコンクリート構造物は乾燥収縮ひび割れが生じ、構造上の重大な欠陥となることも多い。そこでコンクリートを膨張させ、拘束することにより、乾燥収縮ひび割れの低減および外力に対するコンクリート部材のひび割れ耐力を増大させることが考えられ、広く利用されるようになった。また、膨張コンクリートに用いられる膨張材は水と水和することでその性能を発揮する。そのため、養生するときの条件によっては、その性能にかなりの差が出るが考えられる。そこで本研究ではその養生条件を変化させ、特に高温高圧水中養生下で膨張コンクリートにどのような影響が現れるかを調べることを目的とした。

2. 実験概要

本実験では、膨張コンクリート供試体の水結合材比を 35%とし、膨張材は CSA 系 2 種、石灰系 1 種、合計 3 種類用いた。供試体については無拘束条件、一軸拘束条件の供試体を使用した。養生方法はまず通常養生として、材齢 4 日まで水中養生を行い、その後水中、封緘、乾燥の各養生下においたものと、促進養生としてオートクレープ養生、高温高圧水中養生を用い、各促進養生終了後水中、封緘、乾燥の養生下においたものを採用した。また、測定項目としてひずみ、重量、圧縮強度、引張り強度、弾性係数を材齢 1, 2, 4, 7, 14, 28 日（促進養生は材齢 1, 4, 28 日）に測定し、曲げ強度を材齢 28 日に測定を行った。また、ここでいう高温高圧水中養生とはオートクレープ装置を用いて所定の温度、気圧（180℃, 10atm）まで上昇させ、その状態を 6 時間水中で保持して養生することである。水が気体で存在するオートクレープ養生とは違い、高温高圧水中養生は水が常に液体で存在する。

3. 実験結果及び考察

図 1 に通常的水中、封緘、乾燥の各養生を行った無拘束供試体のうち 1 つのひずみ変化をしめす。図 2 に拘束供試体のそれを示す。図中の矢印は封緘、乾燥の養生開始時を示す。図 1, 2 より水中養生の供試体は材齢 14 日以降収縮に転じている。これは自己収縮の影響によるものと思われる。これにより膨張コンクリートも低い水結合材比では自己収縮の影響が大となり、水中養生でも収縮に転じることが分かった。また、封緘養生のひずみ変化より自己収縮は無効束供試体で約 400 μ 、拘束供試体で約 100 μ とかなり大きくなっている。また、乾燥養生のひずみ変化より測定した乾燥収縮から算出した純粋な乾燥収縮は、無効束供試体ではほぼ自己収縮と同じ程度である。しかし拘束供試体ではややばらつきが見られた。

次に図 3 にオートクレープ養生、図 4 に高温高圧水中養生を行った拘束供試体のうち 1 つのひずみ変化を示す。なお、図中の矢印は各促進養生の終了時を示す。

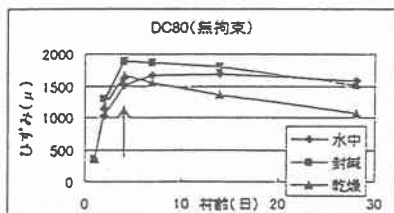


図 1 無効束供試体のひずみ変化

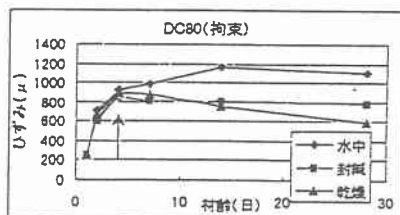


図 2 拘束供試体のひずみ変化

図3、4より、図1、2の通常養生と比較して自己収縮、乾燥収縮が著しく低減されていることが分かる。特に高温高压水中養生下での自己収縮は通常養生の1/100程度に抑えられている。これはオートクレーブ養生では径の大きな細孔が増えるために、収縮の駆動力となる毛細管張力がほとんど発生しないためと考えられる。また、高温高压水中養生では高温高压水による乾燥の防止、供試体内部の自己乾燥領域への高温高压水の浸入などの効果によって、オートクレーブ養生よりもより効果的に収縮を低減し、より大きな膨張を得ることができると考えられる。なお、オートクレーブ養生終了後に水中養生を行うと、さらに膨張を示しているがこれはまだ供試体中に未水和のセメントや膨張材が存在しているからであり、高温高压水中養生ではそのような膨張が見られないので養生終了時にはほぼ水和は終了していると考えられる。

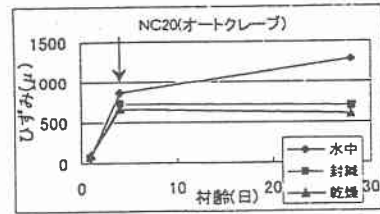


図3 オートクレーブ養生下のひずみ変化

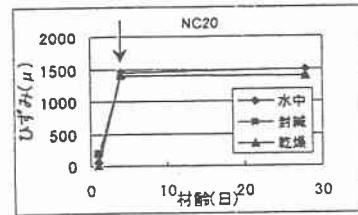


図4 高温高压水中養生下のひずみ変化

次に図5に圧縮強度と弾性係数の関係、図6に圧縮強度と引張り強度の関係を示す。図5、6より各促進養生下における圧縮、引張り強度の性質は、通常養生下のそれとほとんど変わらないことが分かる。ここで、各促進養生終了時では通常養生の28日材齢に匹敵する圧縮及び引張り強度が得られているので、各促進養生下における圧縮、引張り強度は通常養生下における圧縮、引張り強度の性質とほとんど変わることなく、早期材齢で実用可能な強度を得られることが明らかとなった。

また曲げ強度においてもほぼ理論値に近いケミカルプレストレスが導入されており、各促進養生下における曲げ強度についても、通常養生下のそれとほぼ変わらない程度の強度が得られていることが分かった。

4. 結論

- 1) 膨張コンクリートでも水結合材比が低い配合では、たとえ水中養生下であっても収縮し、自己収縮の影響が大きくなることが明らかとなった。
- 2) 高温高压水中養生完了以降の長期材齢において、膨張コンクリートにおいても自己収縮はほとんど生じず、高温高压水中養生によりオートクレーブ養生よりも自己収縮が著しく低減されることが明らかとなった。また乾燥収縮においても通常養生、オートクレーブ養生と比べて大きく低減できることが明らかとなった。
- 3) オートクレーブ養生、高温高压水中養生ともその強度の性質がほとんど通常養生と変わらずに、早期材齢において実用可能な強度を得ることができると明らかとなった。
- 4) 以上のことから高温高压水中養生はケミカルプレストレス導入に利用する際の養生方法として、非常に有効であることが確かめられた。

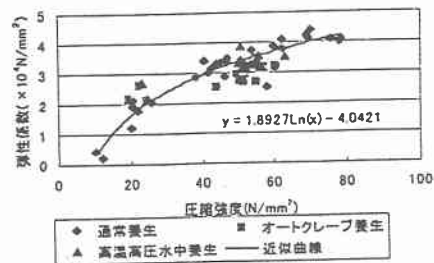


図5 圧縮強度と弾性係数の関係

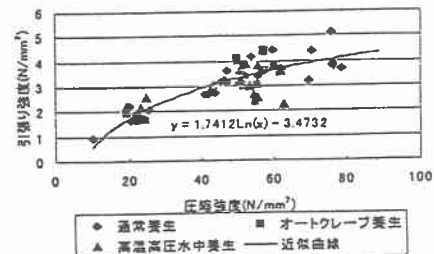


図6 圧縮強度と引張り強度の関係