

蒸気養生を行った高強度・高流動コンクリートの 乾燥収縮に及ぼす各種要因の影響

茨城大学工学部 正会員 木村 亨
茨城大学工学部 正会員 福澤 公夫
ドーピー建設工業(株) 竹本 伸一

1. はじめに

近年、作業効率の向上を目的にプレキャスト部材の製作に高流動コンクリートを適用する事が増加している。プレキャストコンクリートの製作には蒸気養生を行うことも多い。蒸気養生を行った高強度・高流動コンクリートを用いる場合の設計において必要とする乾燥収縮についての報告は見あたらない。

本実験では、高強度・高流動コンクリートの乾燥収縮特性の把握を目的として、供試体寸法、養生方法、蒸気養生の前置き時間および最高温度が乾燥収縮乾燥収縮に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験方法

高強度・高流動コンクリートの乾燥収縮性状を把握するために、実験として、養生方法および供試体寸法が乾燥収縮に及ぼす影響について、実験として水結合材比、蒸気養生の前置き時間および最高温度が乾燥収縮に及ぼす影響について検討を行った。

実験の要因と水準を表1に示す。水粉体比25%の高強度・高流動コンクリートを用いて、供試体の長さを一定(200mm)とし、直径を50、100、200、300および400mmと変化させるときの乾燥収縮に及ぼす影響の検討を行った。

実験に関する要因と水準を表2に示す。水粉体比25%および36%の高流動コンクリートを用いて、供試体作製から蒸気養生を行うまでの前置き時間および蒸気養生中の最高温度を変化させ、それらが乾燥収縮に及ぼす影響を検討した。なお、供試体は直径100mm、長さ200mmの円柱供試体を用いた。

使用材料を表3に、コンクリートの示方配合を表4に示す。コンクリートの練混ぜ後、実験において、水中養生を行う場合は、打込み後、1日間気中に静置した後に脱型し、材齢28日まで水中養生を行った。蒸気養生を行う場合は、前置き5時間の後、65℃まで3時間で上昇させ、65℃で5時間維持し、20℃まで5時間かけて下降させた。終了後は恒温恒湿室にて試験材齢まで気中養生を行った。また、実験において蒸気養生は、打込み後直ちに蒸気養生槽に入れ、所定時間放置し、所定最高温度まで3時間で上昇させ、各所定最高温度で4時間保持し、20℃まで3時間かけて下降させた。終了後は恒温恒湿室にて試験材齢まで気中養生を行った。供試体の両端面をエポキシ樹脂で塗装し、両端面から水分の蒸発を防止した。

乾燥収縮量の測定にはコンタクトタイプストレインゲージを標点間距離100mmで用いた。水中養生については、測定を材齢28日から行い、蒸気養生については、材齢3日から測定を行った。

表1 実験の要因と水準

要因	水準
養生方法	水中養生、蒸気養生
供試体の直径(mm)	50、100、200、300、400

表2 実験の要因と水準

要因	水準
水粉体比 (%)	25、36
前置き時間 (h)	1、2、3、4
最高温度 (℃)	45、55、65、75

表3 使用材料

セメント	早強ポルトランドセメント(比重3.18)
細骨材	茨城県岩瀬産砕砂(比重2.33、FM2.55)
粗骨材	茨城県岩瀬産砕石(比重2.61、FM7.10 粗骨材の最大寸法20mm)
混和材	高炉スラグ微粉末(8000 μ レーン)
混和剤	カルボキシル基含有ポリ-リ-ル系化合物、AE助剤

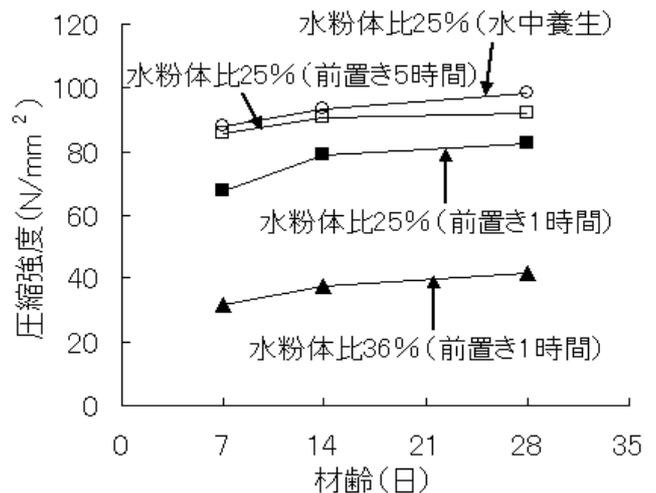


図1 コンクリートの圧縮強度

表4 コンクリートの示方配合

スランフローの範囲 (cm)	空気量 Air (%)	水結合材比 W/(C+SG) (%)	水セメント比 W/C (%)	混和剤添加率 SP/(C+SG) (%)	AE剤混入率 AE/(C+SG) (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m ³)						
							水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和材 SG	混和剤 SP	AE剤 AE
65±5	2.0	24.8	30.0	0.81	0.03	48.3	157	525	800	855	110	5.13	0.19
65±5	2.0	35.9	45.0	0.63	0.024	49.5	186	412	812	828	104	4.00	0.16

キーワード：高流動・高強度コンクリート、蒸気養生、乾燥収縮

連絡先：〒316 茨城県日立市中成沢町4-12-1 TEL:0294-38-5162 FAX:0294-35-8146

3. 試験結果および考察

3.1. コンクリートの圧縮強度

図1にコンクリートの圧縮強度を示す。蒸気養生を行う場合、同一配合であっても、前置き時間が長い方が圧縮強度は大きい。これは前置き時間が長い方が蒸気養生昇温時に悪影響を受けない程度の強度を得られるためと考えられる。前置き時間が5時間場合の圧縮強度は水中養生を行う場合とほぼ一致する。

3.2. 供試体寸法と乾燥収縮量

図2に経過日数が7、28、360および1100日における単位表面積あたりの体積と乾燥収縮量の関係を示す。経過日数が360日においては、水中養生の方が蒸気養生より乾燥収縮ひずみ量が大きい。これは、水中養生の場合は、蒸気養生に比べ供試体内部の水分が多く、水分逸散が多く行われたことから乾燥収縮ひずみ量が大きくなったためと推定される。また、経過日数1100日では、蒸気養生の場合経過日数500日を超えても乾燥収縮量は増加したため、水中養生と蒸気養生の乾燥収縮ひずみ量の差が小さくなっている。これは、蒸気養生の場合は、測定開始時の水分量が少なく、未水和分が長期にわたり反応する時に生じる自己収縮が乾燥収縮ひずみに加算されたためと推定される。単位表面積あたりの体積が大きくなるにつれ、つまり供試体直径が大きくなるにつれ乾燥収縮量は小さい。その傾向は、経過日数が増加するにつれ小さくなることが分かる。

3.2. 蒸気養生の前置き時間、最高温度と乾燥収縮量

図3に経過日数が7、28、360および1100日における蒸気養生の前置き時間と乾燥収縮量の関係を示す。乾燥収縮ひずみ量は、粉体比が25%よりも36%の方が大きな収縮量を示した。これは低水粉体比のコンクリートの方が、細孔中に含まれる未水和水が少なく、逸散量が少ないためと考えられる。また、前置き時間が長いほど乾燥収縮ひずみ量は小さくなる傾向が見られるものの、前置き時間を長くすることによる乾燥収縮量の差は 50×10^{-6} 程度と大きい値ではない。

図4に経過日数が7、28、360および1100日における蒸気養生の最高温度と乾燥収縮量の関係を示す。図5同様に乾燥収縮ひずみ量は、粉体比が25%よりも36%の方が大きな収縮量を示した。また、各水粉体比も最高温度が65℃までは高温になるにつれて収縮量が増加し、75℃では低下する傾向が見られた。特に水粉体比36%では、傾向が顕著に見られた。

4. まとめ

蒸気養生を行った高強度・高流動コンクリートの乾燥収縮に各種要因の影響について以下の知見を得た。

水中養生よりも蒸気養生の方が初期の乾燥収縮は小さいが、時間の経過とともにその差は小さくなり、経過日数1100日ではほぼ一致する。

水中養生および蒸気養生を行う場合、水粉体比の小さい方が乾燥収縮量が少ない。

水中養生、蒸気養生のいずれの場合も単位表面積あたりの体積の大きいほうが乾燥収縮量が小さくなる傾向を示すものの、その影響は小さい。

蒸気養生における前置き時間は、長い方が乾燥収縮量が小さくなる傾向がある。

蒸気養生における最高温度は、65℃迄は温度が高くなるにつれて乾燥収縮量が増し、75℃では低下する。

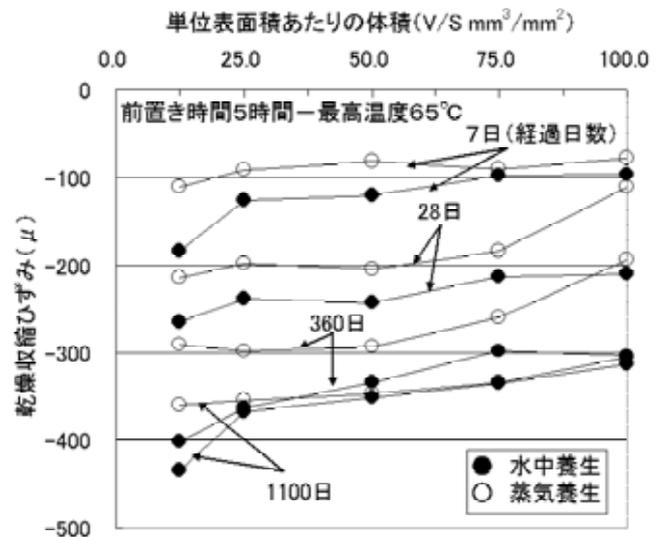


図2 水中養生時および蒸気養生時の供試体寸法と乾燥収縮量の関係

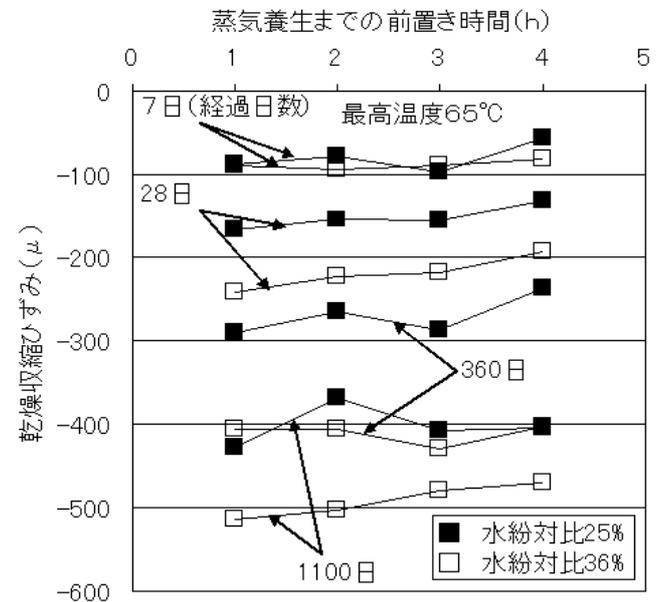


図3 蒸気養生の前置き時間と乾燥収縮量の関係

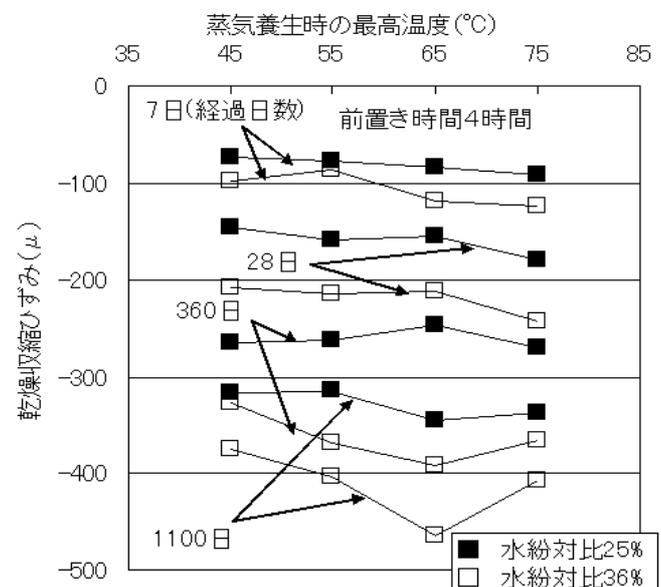


図4 蒸気養生の最高温度と乾燥収縮量の関係