

初期高温履歴を与えたコンクリートの長さ変化に関する基礎的検討

長崎大学大学院 正会員 佐々木謙二 長崎大学大学院 学生会員 岡野 耕大
(株) ヤマウ 片山 強 長崎大学大学院 正会員 原田 哲夫

1. はじめに

コンクリートの各種性能は、材料や配合のみならず、施工の良し悪し、養生条件、暴露条件の影響を大きく受ける。その点を考慮すると現場打ちのコンクリートよりも工場で製造されるプレキャストコンクリート（PCa）製品の方が品質が安定しており、施工の面においても工期短縮や省力化が可能である。また、環境負荷抑制、副産資源の有効活用の観点から、高炉スラグ微粉末やフライアッシュなどを積極的に使用していくことも望まれている。本研究では、PCa 製品を想定した初期温度履歴を与えたコンクリートの高温履歴時における膨張収縮挙動および後養生時における収縮性状に及ぼす結合材種類と養生条件の影響を実験的に検討した。

2. 実験概要

結合材として、普通ポルトランドセメント[N], 早強ポルトランドセメント[H], N と高炉スラグ微粉末 6000 の混合系(65% : 35%)[NB], N とフライアッシュの混合系(80% : 20%)[NF]を用いた。細骨材は海砂、粗骨材は砕石を用い、混和剤としては高性能減水剤を使用し、Non-AE コンクリートとした。コンクリートの配合を表-1に示す。

養生条件を表-2に示す。初期高温履歴を与える方法として蒸気養生および保温養生を行った。後養生は、気中養生(気温 20℃, 湿度 60%), 水中養生(20℃), 膜養生 (気温 20℃, 湿度 60%)とした。

100×100×400mm の型枠にコンクリートの自由な変形が拘束されるのを防ぐために、底面にテフロンシート(厚さ 1mm)を、両端部にポリスチレンボード(厚さ 3mm)を入れ、さらにその内側にポリエステルフィルム(厚さ 0.1mm)を入れて、コンクリートと型枠が接触しないようにした。モールドゲージが供試体の中心部に配置されるように設置し、打設直後から脱型後 20℃一定までのひずみをモールドゲージにより測定した。高温履歴時における膨張収縮ひずみの測定に引き続いて、後養生時の乾燥環境下における収縮ひずみをモールドゲージにより測定した。乾燥環境は室温 20℃, 湿度 60%とした。

3. 結果および考察

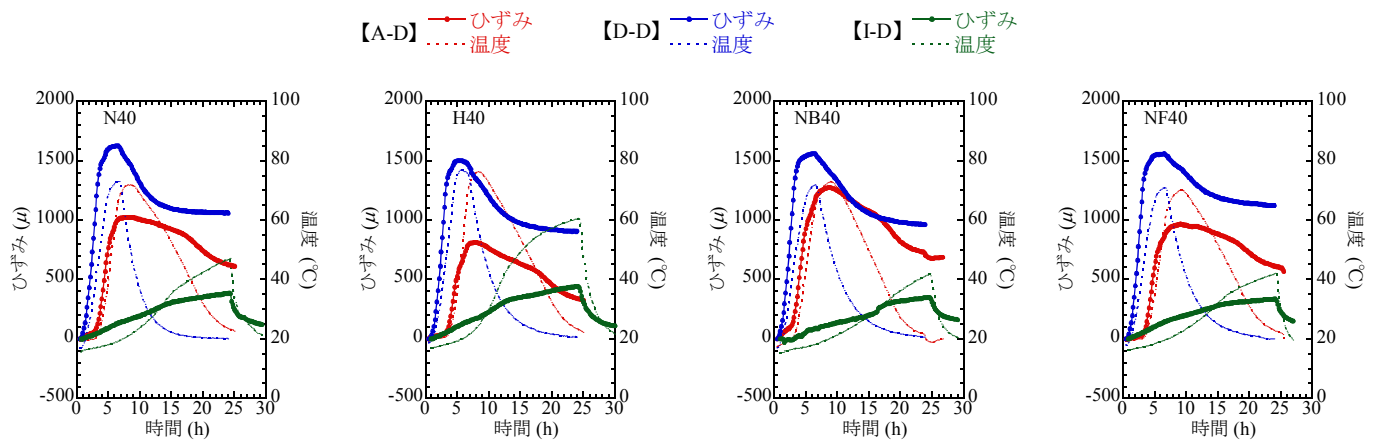
図-1に養生条件【A-D】、【D-D】、【I-D】における高温履歴時の膨張収縮ひずみと温度履歴の測定結果を示す。最大膨張ひずみと降温後 20℃におけるひずみの差を温度収縮ひずみとし、結合材別に高温履歴が膨張収縮ひずみに及ぼす影響を見てみると、蒸気養生条件が異なる【A-D】の場合と【D-D】の場合を比較すると、N40 や H40 では【D-D】の場合の方が 100

表-1 配合

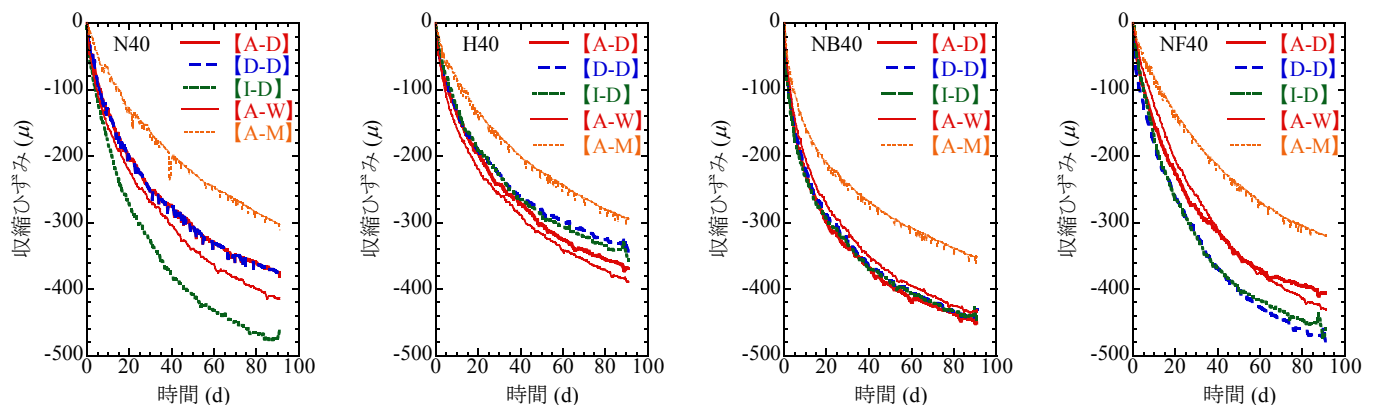
配合記号	結合材種類	水結合材比 W/B	細骨材率 s/a	単位量 (kg/m ³)					
				水 W	セメント C	混和材 SCM	細骨材 S	粗骨材 G	高性能減水剤 AD
N40	N	40%	37%	165	413	—	648	1189	0.83
H40	H				413	—	647	1188	1.03
NB40	NB				268	145	644	1182	0.83
NF40	NF				330	83	638	1172	0.62

表-2 養生条件

養生条件 記号	養生方法	前置時間 (h)	昇温速度 (℃/h)	最高温度 (℃)	最高温度 保持時間(h)	降温速度 (℃/h)	後養生方法 (材齡 1 日以降)
【A-D】	蒸気養生	3	20	65	4	4.5	気中養生 (20℃, R.H.60%)
【D-D】		0.5				急冷	
【A-W】		3				4.5	水中養生 (20℃)
【A-M】							膜養生 (20℃, R.H.60%)
【I-D】	保温養生 (24h)						気中養生 (20℃, R.H.60%)
【S】	封緘養生 (20℃, 24h)						水中養生 (20℃)



図ー 1 高温履歴時における膨張収縮挙動



図ー 2 後養生時の乾燥環境下における収縮ひずみ

～150 μ 程度温度収縮ひずみが大きくなった。NB40やNF40では【A-D】と【D-D】とで温度収縮ひずみに大きな差はなく、【D-D】の場合に若干大きい程度であった。蒸気養生条件が大きく異なる【A-D】と【D-D】の2パターンをみの結果からではあるが、セメント単味の配合では蒸気養生条件が温度収縮ひずみに及ぼす影響は大きく、温度応力や温度ひび割れリスクの観点からも蒸気養生条件の設定には注意を要すると言える。またいずれの結合材においても保温養生【I-D】の場合の温度収縮ひずみが蒸気養生【A-D】や【D-D】の場合に比べて小さく、温度応力や温度ひび割れリスクに対して有利な養生方法と言える。

図-2に養生条件【A-D】、【D-D】、【I-D】、【A-W】、【A-M】の場合の乾燥開始時点をもととした収縮ひずみの測定結果を示す。蒸気養生【A-D】と【D-D】の場合を比較すると、N40やNF40では【D-D】の方が収縮ひずみが大きい、H40では【D-D】の方が収縮ひずみが小さくなった。蒸気養生【A-D】、【D-D】と保温養生【I-D】を比較すると、N40では【I-D】の場合の収縮ひずみが【A-D】、【D-D】の場合に対して材齢91日において20%程度大きくなった。H40、NB40では収縮ひずみの経時変化挙動に蒸気養生と保温養生とに大きな違いは見られなかった。NF40では【I-D】の収縮ひずみは【D-D】と同様の傾向を示した。いずれの結合材においても膜養生を施した【A-M】の場合の収縮ひずみが【A-D】、【A-W】に対して20%程度小さいことがわかる。また、N40やH40において【A-W】の方が収縮ひずみが大きいのは蒸気養生後に水中養生を6日間しているため、蒸気養生の過程で低下したコンクリート内部の湿度が回復し、それに伴って逸散可能水量が増加したためと考えられる。

4. まとめ

本研究では、PCa製品を想定した初期温度履歴を与えたコンクリートの高温履歴時における膨張収縮挙動および後養生時における収縮性状に及ぼす結合材種類と養生条件の影響を実験的に検討した。その結果、セメントのみの場合には温度収縮ひずみに及ぼす蒸気養生条件の影響は大きい、高炉スラグ微粉末、フライアッシュ混合系の場合にはさほど影響が見られなかった。また後養生の乾燥環境下における収縮ひずみは、早強ポルトランドセメントや高炉スラグ微粉末混合系では高温履歴の影響をさほど受けないが、普通ポルトランドセメントやフライアッシュ混合系の場合には影響を大きく受けることが分かった。