

普通ポルトランドセメントの圧縮強度発現性に及ぼす蒸気温度履歴の影響

日本大学大学院理工学研究科 学生会員 ○尾畑 展宏
日本大学大学院理工学研究科 学生会員 鏡 健太
日本大学理工学部 正会員 梅村 靖弘

1. はじめに

近年、現場打ちコンクリート工法で発生する合板型枠等の廃材の減量化、また熟練した型枠工職人の不足問題がある。そのため、工場で製造可能なコンクリート製品(以下 PCa 製品)の普及拡大が必要とされている。しかし、PCa 製品は製造工程上の蒸気養生が工程時間の大半を占め、製造サイクルの短縮化による製造コストの削減に大きく影響する。そこで本研究では、蒸気養生プログラム短縮のために、一般的に多く使用されている普通ポルトランドセメントの蒸気養生プログラムを変化させた場合、温度履歴の変化による圧縮強度発現性への影響について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料と配合条件

使用材料を表-1、配合条件を表-2に示す。

2.2 蒸気養生方法

一般的な蒸気養生プログラムと促進蒸気養生プログラムを図-1に示す。前置時間、昇温速度、最高温度持続時間、降温速度の4項目を変化させたプログラムを表-3の様に16パターン設定した。本研究では、前置時間を2hと0.5h、昇温速度を15℃/hと30℃/h、最高温度持続時間を2hと4h、降温速度を4.5℃/h(以下徐冷)と最高温度65℃の状態から取り出し、常温20℃に暴露させた場合(実測モルタル降下速度45℃/h:以下急冷)に変化させた。終了後は、室温20℃の部屋で常温養生を行った。また、比較対象として蒸気養生を行わず、常温20℃一定の部屋で密閉して各試験材齢まで養生した供試体を作製した(以下常温養生)。

2.3 圧縮強度試験

JIS A 1108 に準拠して行った。蒸気養生プログラムごとにφ50×100mmの缶モールドにてモルタル供試体を作製した。試験材齢は1, 3, 7, 14, 28, 91日とした。

3. 実験結果と考察

3.1 圧縮強度に及ぼす蒸気養生履歴の影響

前置時間、昇温速度、最高温度持続時間、降温速度の4項目ごとに設定パターンを変化させた場合の各材齢における各設定パターンの圧縮強度の平均値を近似線で結びパターン変化による圧縮強度増減を比較したものを図-2に示す。

表-1 使用材料

材料名	略号	材料の種類	備考
水	W	水道水	
セメント	C	普通ポルトランドセメント	密度=3.16g/cm ³ ブレン値=3260cm ²
細骨材	S	セメント強さ試験用標準砂	表密度=2.62g/cm ³ 吸水率=0.42%

表-2 配合

配合	W/C(%)	S/C	単位量(kg/m ³)		
			W	C	S
OPC	50	2.25	300	599	1348

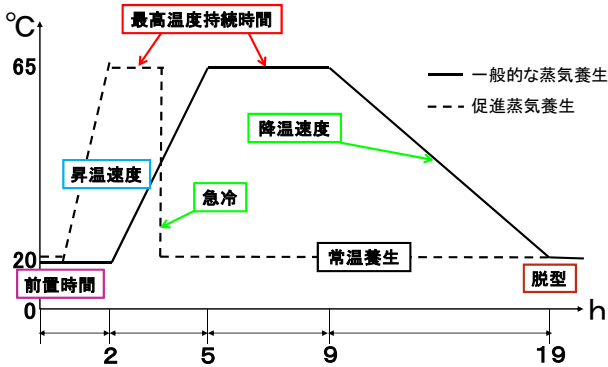


図-1 蒸気養生プログラム

表-3 蒸気養生パターンと積算温度

蒸気養生パターン	前置時間 (h)	昇温速度 (°C/h)	最高温度 持続時間 (h)	降温速度 (°C/h)	積算温度 (°C・h)
A20B15C4D	2	15	4	4.5	1232.5
A20B15C4	2	15	4	—	1007.5
A20B15C2D	2	15	2	4.5	1142.5
A20B15C2	2	15	2	—	917.5
A20B30C4D	2	30	4	4.5	1198.8
A20B30C4	2	30	4	—	973.8
A20B30C2D	2	30	2	4.5	1108.8
A20B30C2	2	30	2	—	883.8
A05B15C4D	0.5	15	4	4.5	1232.5
A05B15C4	0.5	15	4	—	1007.5
A05B15C2D	0.5	15	2	4.5	1142.5
A05B15C2	0.5	15	2	—	917.5
A05B30C4D	0.5	30	4	4.5	1198.8
A05B30C4	0.5	30	4	—	973.8
A05B30C2D	0.5	30	2	4.5	1108.8
A05B30C2	0.5	30	2	—	883.8
常温	—	—	—	—	570.0

キーワード 蒸気養生 コンクリート製品 普通ポルトランドセメント 促進蒸気養生 積算温度

連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河 1-8-14 日本大学 理工学部 土木工学科 Tel/Fax03-3259-0682

(1)圧縮強度に及ぼす前置時間の影響

前置時間を2h から0.5hに変化させた場合、圧縮強度は各材齢とも約1%と低下したが、ほぼ同等となった。この試験結果から、前置時間を変化させても圧縮強度への影響が少ないと考えられる。

(2)圧縮強度に及ぼす昇温速度の影響

昇温速度を15℃/h から30℃/h 変化させた場合、圧縮強度は材齢1日では約5%、3日では約4%と低下したが、材齢7日以降ではほぼ同等となった。

(3)圧縮強度に及ぼす最高温度持続時間の影響

最高温度持続時間を4h から2hに変化させた場合、材齢1日では約20%低下した。材齢3,7日では約4%、約2%と低下したが、14日以降ではほぼ同等となった。

(4)圧縮強度に及ぼす降温速度の影響

徐冷から急冷した場合、圧縮強度は材齢1日では約24%と低下した。急冷は材齢1日から7日での圧縮強度の伸びが大きく、材齢14,28日ではほぼ同等になり91日では約3%増加した。

3.2 圧縮強度と積算温度の関係

各蒸気養生プログラムにおける積算温度と圧縮強度の関係を図-3に示す。ここでの積算温度は-10℃を基準として20℃の前置時間から始まり、最高温度65℃から常温20℃までの徐冷降下の時間を含めたA20B15C4Dの蒸気養生が終了する全19時間の温度として算出した。一般的に積算温度が大きいプログラムほど、圧縮強度は大きくなり¹⁾、材齢1,3日ではその傾向を示した。しかし、材齢7,14日になると積算温度の大小に関係なく圧縮強度がほぼ同等となり、材齢28日では積算温度が小さいほど圧縮強度が大きい値を示し、91日ではその傾向は顕著に認められた。

積算温度が最も小さい常温養生は材齢1日では圧縮強度は低くなったが、それ以降の材齢では強度の増加は大きく材齢7日以降の圧縮強度は蒸気養生を行った場合よりも大きくなった。

4. まとめ

本研究では、蒸気養生における各養生プログラムが圧縮強度発現性に与える影響について検討し、以下のことが明らかとなった。

- (1)前置時間を短縮させた場合、圧縮強度は全材齢で低下したが、圧縮強度への影響は少ないと考えられる。
- (2)昇温速度を速めた場合、圧縮強度は若材齢である材

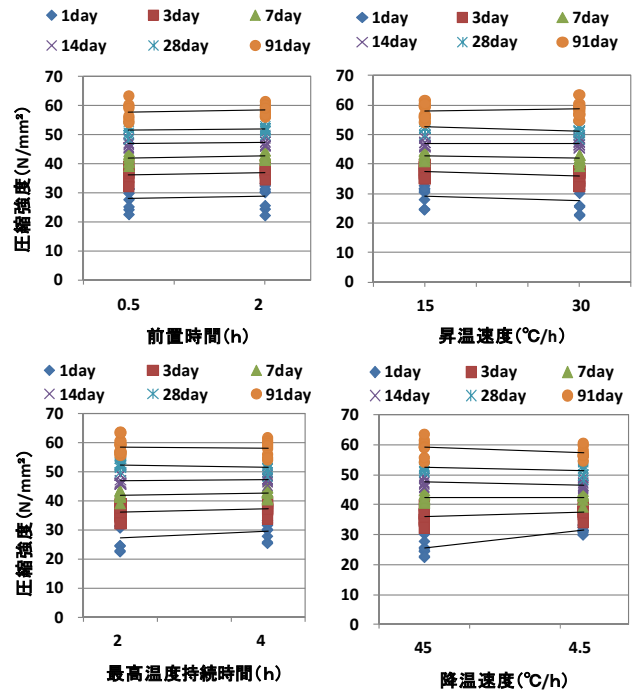


図-2 蒸気養生履歴が圧縮強度に及ぼす影響

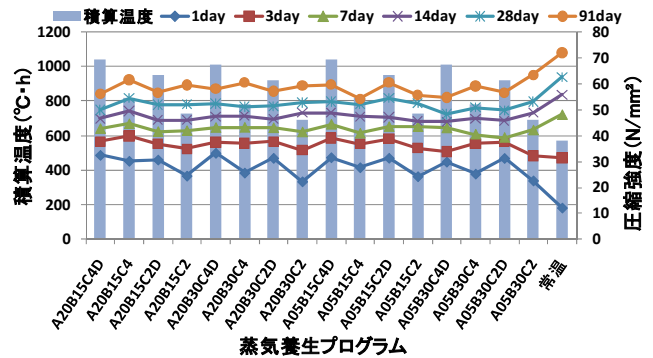


図-3 圧縮強度と積算温度

齢1,3日では低下し影響が見られたが、材齢7日以降への影響は少なかった。

(3)最高温度持続時間を短縮した場合、若材齢である材齢1,3日では低下し影響が見られたが、材齢7日以降への影響が少なかった。

(4)徐冷に対して急冷させた場合、圧縮強度は材齢1,3,7日では低下したが、材齢14日以降ではほぼ同等となり、出荷基準材齢である材齢14日²⁾の圧縮強度には影響が少なかった。

(5)積算温度と圧縮強度の関係は、材齢1,3日において積算温度の増加による圧縮強度の増加が見られた¹⁾。しかし、材齢7,14,28,91日においてその関係は見られなかった。

参考文献

- 1)土木学会:循環型社会に適合したフライアッシュコンクリートの最新利用技術,pp.115-118,2010
- 2)土木学会:コンクリート標準示方書[施工編],pp.420-435,2007