

天然ポゾランおよび石灰石微粉末を添加したコンクリートの圧縮強度に及ぼす高温履歴の影響

広島大学 学生会員 MENG PHALKONG
広島大学 PHAM VAN TOAN
広島大学 正会員 小川 由布子
広島大学 フェロー会員 河合 研至

1. はじめに

ベトナムを始め、東南アジアでは、石灰石微粉末と天然ポゾランはかなり豊富な資源であり、それらを混和材としてコンクリートに利用することにより、セメント製造における材料コストやエネルギー消費を減少させるのに役立つという利点がある。また、コンクリートは高温にさらされることによって初期の圧縮強度が増進すると報告されている。

そこで、本研究では、天然ポゾランおよび石灰石微粉末を添加したコンクリートの圧縮強度に高温履歴が及ぼす影響を明らかにする。

2. 実験概要

2. 1 供試体概要

セメントには普通ポルトランドセメント、細骨材には石英斑岩砕砂、粗骨材には石英斑岩砕石を使用した。石灰石微粉末、天然ポゾラン（シラス）は、細骨材置換して使用した。コンクリートの配合は Table 1 に示すとおりであり、水セメント比は 0.40 とした。供試体には $\Phi 100 \times 200 \text{mm}$ の円柱を使用した。全ての供試体は打込み直後から封緘し、一部の供試体は試験材齢まで 20°C 恒温室に静置し（20°C 封緘）、一部の供試体は最高温度 60°C の高温履歴を 1 日与えた（Fig. 1）後、試験材齢まで 20°C 恒温室に静置した（高温履歴）。

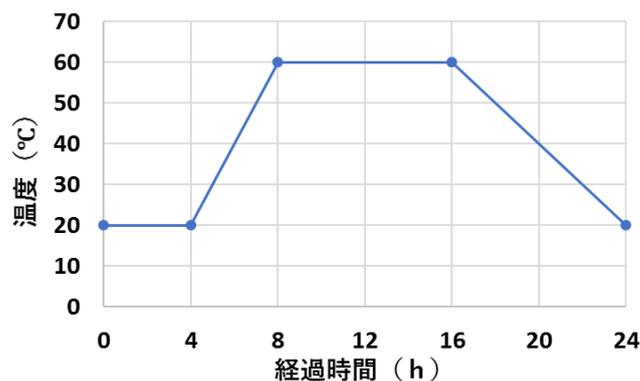


Fig. 1 Temperature change

Table 1 Mixture proportion

配合名	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランブの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	水セメント比 W/C	細骨材率 s/a	単位量 (kg/m ³)					
						水 W	セメント C	細骨材			粗骨材 砕石
								砕砂	石灰石微粉末	天然ポゾラン	
REF	20	10±2	2±0.5	0.40	0.430	170	425	758	0	0	1005
L5								720	39	0	
P55								341	0	337	

2. 2 実験概要

圧縮強度試験は、材齢 3 日、28 日、91 日に行った。圧縮試験終了後の供試体を用いて、セメント硬化体中の水酸化カルシウム含有量を示差熱重量分析により測定した。

キーワード 天然ポゾラン, 石灰石微粉末, 高温履歴

連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山一丁目 4 番 1 号 広島大学大学院工学研究科 社会基盤環境工学専攻 事務室

T E L 082-424-7819・7828

3. 実験結果および考察

各材齢におけるセメント量当たりの水酸化カルシウム量 (%) の結果を Fig. 2 に示す。材齢 3 日の 20°C 封緘では、配合に関わらずほぼ同じ値となったが、高温履歴は天然ポズランを含む P55 の方が低い値を示した。高温履歴をかけたことにより初期のポズラン反応がより進行し、水酸化カルシウムがより多く消費されたと考えられる。一方で、材齢 28 日以降は、養生条件、配合に関わらず天然ポズランを含む P55 において、水酸化カルシウム量が最も低い値となり、さらに高温履歴を与えた場合の P55 の材齢 28 日の水酸化カルシウム量は 20°C 封緘の場合より低い値を示した。天然ポズランを含む P55 では継続的なポズラン反応の進行により、水酸化カルシウム量が他配合と比較して低い値となったものと思われる。石灰石微粉末を含む L5 の水酸化カルシウム量に関しては、材齢および養生条件に関わらず、ほぼ REF の水酸化カルシウム量と同じ値を示した。

各材齢における圧縮強度を Fig. 3 に示す。既往の研究では高温履歴は初期強度を増進させる効果があると報告されているが、本試験の結果からは高温履歴による材齢 3 日強度の増加は見られなかった。高温履歴を与えた供試体の圧縮強度は、20°C 封緘養生を行ったものとほぼ同じ値となった。材齢 28 日以降の圧縮強度は養生条件に関わらず、天然ポズランを含むコンクリート (P55) の方が天然ポズランを含まないコンクリート (REF) より高い圧縮強度が得られた。また、高温履歴と比較して、20°C 封緘の供試体の方が 28 日以降、圧縮強度が高くなった。Fig. 2 の水酸化カルシウム量の結果からも、材齢 28 日以降の P55 の供試体の水酸化カルシウム量が最も低い値を示していたことから、ポズラン反応が材齢 28 日以降で進行したことによって、材齢が経過するにつれて、圧縮強度が増進したと考えられる。石灰石微粉末を混入したコンクリート (L5) の圧縮強度に関しては、材齢および養生条件に関わらず、石灰石微粉末を混入しないコンクリート (REF) と同じ値を示し、大きな影響が見られなかった。

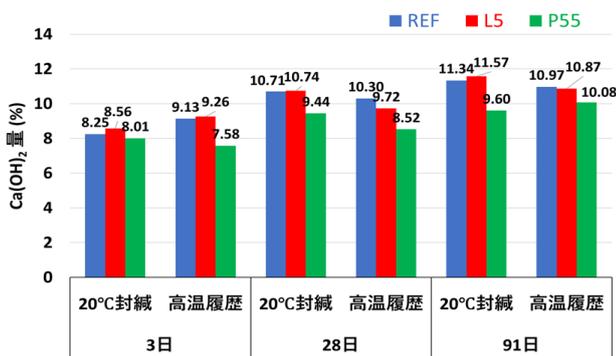


Fig. 2 Portlandite content

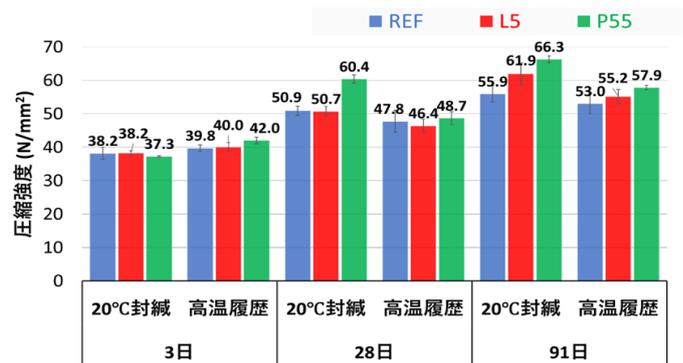


Fig. 3 Compressive strength

4. 結論

天然ポズランを含むコンクリートにおいて、材齢 1 日までに高温履歴を与えた場合、材齢 3 日以前にポズラン反応を開始していることが確認されたが、初期の圧縮強度増進はほとんど無かった。材齢 28 日以降も水酸化カルシウム量の減少が認められ、ポズラン反応に伴う圧縮強度の増進が確認された。ただし、高温履歴を与えた場合の材齢 28 日以降の圧縮強度は、20°C 封緘に比べて低い値となった。一方、置換率 5% で石灰石微粉末を添加したコンクリートにおいては、20°C 封緘、高温履歴を与えた場合のいずれにおいても、圧縮強度の著しい向上は確認できなかった。

参考文献

- 1) Jin-Keun Kim, Sang Hun Han, Young Chul Song: Effect of temperature and aging on the mechanical properties of concrete Part I. Experimental result, Cement and Concrete Research 32, pp1087-1094, 2002.
- 2) M. Ghrici et al. : Mechanical properties and durability of mortar and concrete containing natural pozzolana and limestone blended cements. Cement Concrete Composites 2007; 29: 542-549.