

微視的温度応力を受けるモルタルの諸性質に及ぼす骨材濃度の影響

広島大学 正会員 田沢 栄一
防衛大学校 正会員 南 和孝
広島大学 学生員 ○寺西 修治
広島市 吉光 康夫

1. まえがき

高温または低温の影響を受けるとコンクリートはセメントペースあるいはモルタルマトリックスと骨材との熱膨張係数の差により両者の界面近傍で微視的温度応力が発生する。本研究は、このような応力を受けるコンクリートの熱的特性および力学的特性に関する複合則を確立するための基礎資料を得る一貫として、まだあまり研究が行われていない骨材濃度の影響をモルタルにおいて検討した。

2. 実験概要

本実験の供試体の配合を表-1に示す。本実験で使用した骨材は熱膨張係数の比較的大きいホルンフェルス(7.70)と比較的小さい石灰岩(3.99)の二種類の砕砂であり、骨材濃度を表-1に示すように四種類に変化させた。また練り混ぜ方法は図-1に示すようにDM(Double Mixing)法で行なった。そして熱的性質はモルタルの内部温度を常温から高温は200℃、低温は-100℃までゆっくりと変化させた後、再び常温まで戻してその時の熱変形ひずみを測定した。また力学的性質は常温時、モルタルの内部温度

表-1 供試体の配合

供試体		W/C	a/c (A _s)	フロー値	単位容積重量 (kg/m ³)
モルタル	ホルンフェルス	50	0.50 (0.187)	—	1987
			1.50 (0.408)	253	2149
			2.50 (0.535)	165	2187
			3.50 (0.617)	122	2215
	石灰岩	50	0.51 (0.187)	—	1979
			1.52 (0.408)	243	2150
			2.53 (0.535)	185	2167
			3.55 (0.617)	114	2130

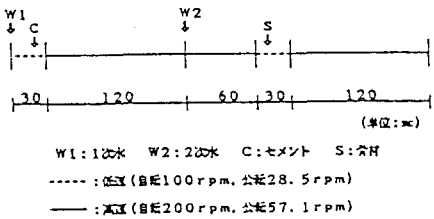


図-1 練り混ぜ方法

が高温は180℃、低温は-100℃に達したとき、そして高温履歴および低温履歴はそれぞれの温度から常温に戻したときに一軸圧縮試験を行なった。

図-2は骨材にホルンフェルス、図-3は骨材に石灰岩を用いた高温下のモルタルの熱変形ひずみを示している。全体的に100℃までは温度の上昇とともに膨張ひずみは直線的に増加するが、100℃以後は遊離水やゲル水が逸散することによりセメントペーストが収縮するため熱変形曲線の勾配が緩やかになっている。そして降温時は単調に収縮し、常温まで戻るとかなりの残留ひずみを生じている。この図から骨材濃度の影響は顕著であり、100℃までは線膨張係数にかなりの差

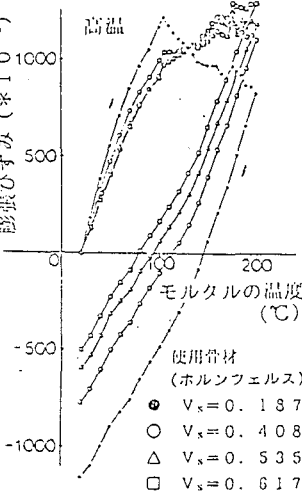


図-2 温度と熱変形ひずみの関係

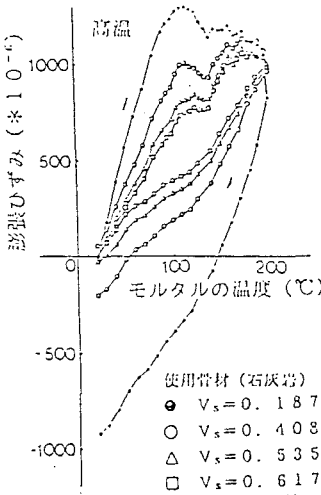


図-3 温度と熱変形ひずみの関係

を生じ、 100°C 以後は骨材濃度の小さいほど勾配は緩くなり、 $V_s=0.187$ では収縮に転じている。そして残留ひずみもかなりの差を生じているが、使用骨材が石灰岩の場合その熱膨張係数が小さいため、微視的温度応力が大きくなり微細ひび割れが生じ内部弛緩が激しくなったため、ホルンフェルスの場合に比べその収縮ひずみは小さく、骨材濃度の高いものは膨張ひずみのままととなっている。

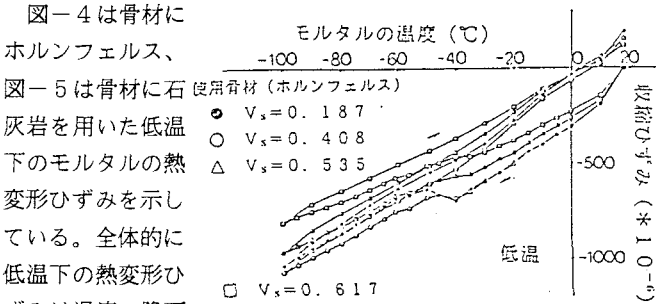


図-4 温度と熱変形ひずみの関係

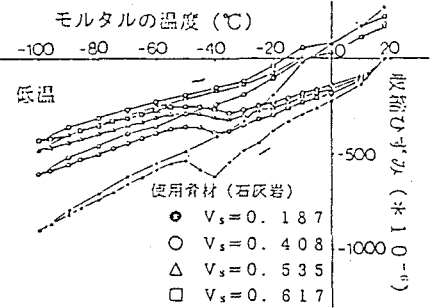


図-5 温度と熱変形ひずみの関係

していき、 -40°C 付近から一時的な膨張挙動を示して。これは、セメントペースト中の水分の凍結が空隙の大きいものから順に生じ、 -40°C 付近では $30\text{ \AA}$ 程度の比較的小さな空隙中の水分が凍結することから、セメントペースト中に $30\text{ \AA}$ 程度の空隙が多く存在していたためと考えられる。これはまた、骨材濃度が小さいほどモルタルの含水量は多くなるのでその影響は顕著となる。そしてモルタルの内部温度が -50°C から -100°C までは単調に収縮したのち昇温過程では単調に膨張して残留ひずみを生じている。

図-6 は、高温実験のときの常温時、高温(180°C)時、高温履歴時の圧縮強度と骨材濃度の関係を示している。高温の影響を受けると全般的に圧縮強度は低下している。これは主に水分の逸散に伴う乾燥収縮と微視的温度応力による影響が考えられ、骨材濃度が小さいほどモルタルの含水量が大きくなるため水分の逸散による乾燥収縮の影響が大きくなり、逆に骨材濃度が大きいほど微視的温度応力による影響が大きくなるものと思われる。骨材岩種の影響をみると、高温履歴時においてホルンフェルスのモルタルよりも石灰岩のモルタルの圧縮強度の低下が大きく、骨材濃度が大きくなるほど低下が大きくなっている。これは微視的温度応力の影響と思われる。

図-7 は、低温実験のときの常温時、低温(-100°C)時、低温履歴時の圧縮強度と骨材濃度の関係を示している。低温時の圧縮強度は常温時と比較して大幅に増加し、常温時の2倍以上となっている。これは常温時には空隙中の水が強度をもたないのに対し、低温時には空隙中の水が凍結することにより強度を有する氷に変化するためである。また低温履歴時には圧縮強度は全般的に常温時よりも低下している。これは特に -40°C 付近からの凍結膨張の影響が考えられ、骨材濃度が小さいほどモルタルの含水量が多くなるため圧縮強度の低下は大きくなっている。

以上、本実験ではモルタルについてその骨材濃度を変化させて行なったが、コンクリートでは粗骨材を用いるため微視的温度応力もかなり大きくなるので、骨材濃度の影響はさらに大きくなるものと思われる。

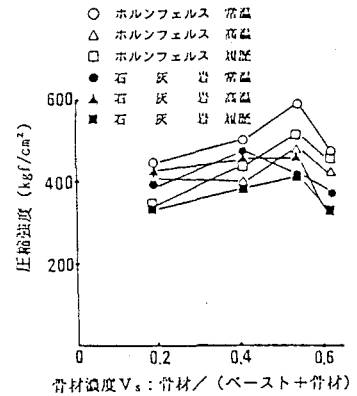


図-6 圧縮強度と骨材濃度の関係

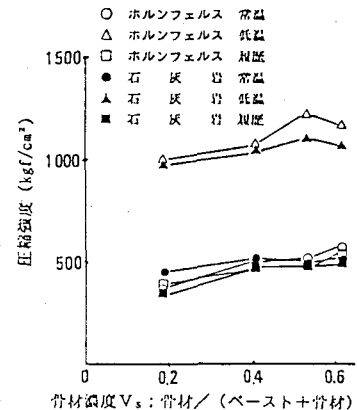


図-7 圧縮強度と骨材濃度の関係