

コンクリートの熱膨張係数に及ぼす細粗骨材岩種ならびに骨材濃度の影響

広島大学 正会員 田澤 榮一
防衛大学校 正会員 南 和孝
広島大学 学生員 ○寺西 修治
極東工業㈱ 江見 和紀

1. まえがき

コンクリートが高温または低温の影響を受けた場合、その熱変形特性は使用する骨材に大きく影響する。また、コンクリート構成素材個々の熱膨張係数が異なるため、それらの膨張量差により骨材の界面近傍に微視的温度応力が発生する。

本研究は高温および低温の影響を受けたコンクリートの熱膨張量を構成素材およびモルタルの熱膨張量と比較し、骨材濃度がコンクリートの熱膨張係数に及ぼす影響を高温・低温の各温度範囲について検討した。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、骨材は熱膨張係数の比較的大きいホルンフェルス ($7.70 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) と比較的小さい石灰岩 ($3.99 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) の2種の碎石および砕砂を使用した。コンクリートの配合を表-1に示す。また、練り混ぜは図-1に示すようにDM (Double Mixing) 法によりセメントペーストを作成し行なった。養生は20℃で2週間水中養生した後気温20℃、湿度50%の室内で1週間気乾養生した。熱膨張ひずみの測定は、供試体を極低高温槽内設置後コンクリート温度が高温は200℃、低温は-100℃までゆっくりと変化させた後、再び常温に戻し温度上昇および降下過程のひずみ量の変化を供試体の長軸方向に貼りつけた1対のストレインゲージと石英ガラスに貼りつけた同種のストレインゲージの値の差により測定した。

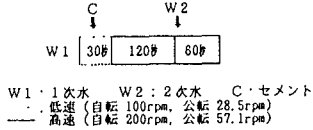


図-1 練り混ぜ方法

3. 実験結果および考察

図-2は細・粗骨材とも石灰岩を用い、骨材濃度を变化させたときのコンクリート内部温度と熱膨張ひずみの関係を示したものである。どのコンクリートも80℃付近までは、温度の上昇に伴いほぼ線形に増加している。100℃以上の温度になると骨材は膨張し続けるのに対し、コンクリート中のペースト部分は乾燥により収縮するためコンクリートの熱膨張挙動は非線形になっている。特に骨材濃度が小さいコンクリートはペースト部分が大きくなるため収縮に転じているものもある。温度降下時には温度上昇時に生じた膨張ひずみが単調に減少し、常温に戻ったときには残留ひずみが生じている。この残留ひずみは骨材岩種および骨材濃度に影響されており、骨材濃度が小さいもの程大きな収縮ひずみが生じているが、骨材濃度が大きいものはその収縮ひずみは小さくなり、岩種の組合せによっては膨張ひずみのままになっているものもある。

図-3はそれぞれの温度範囲において最小二乗法により求めたコンクリートの熱膨張係数と骨材濃度の関係を示している。これらの温度範囲では骨材濃度が大きくなるほどコンクリートの熱膨張係数は低下している。また、20-80℃の範囲ではそれは比較的直線傾向にあるが、200-120

表-1 コンクリートの配合

骨材濃度 C : S : G (容積比)	練り混ぜ 骨材	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)			
			W	C	S	G
1 : 1 : 2	H-H	50	272	544	458	939
	H-L				458	932
	L-H				465	939
	L-L				465	932
1 : 2 : 3	H-H	50	200	400	674	1037
	H-L				674	1030
	L-H				684	1037
	L-L				684	1030
1 : 3 : 2	H-H	50	200	400	1011	692
	H-L				1011	687
	L-H				1026	692
	L-L				1026	687
1 : 3 : 4	H-H	50	158	317	800	1094
	H-L				800	1086
	L-H				812	1094
	L-L				812	1086

×H: ホルンフェルス L: 石灰岩

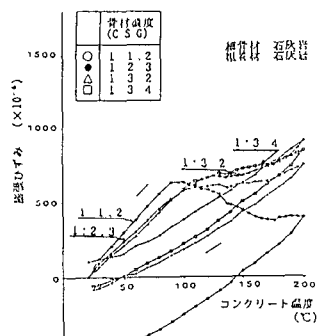


図-2 コンクリートの熱膨張ひずみと温度の関係

℃, 100→20℃の範囲では下に凸の曲線となっており、その傾向は粗骨材に石灰岩を用いたときに大きくなっている。これは、微視的温度応力が影響しているものと思われる。

図-4は細・粗骨材とも石灰岩を用い、骨材濃度を变化させたときのコンクリート内部温度と熱膨張ひずみの関係を示したものである。これらの図より、コンクリートは温度低下に伴い単調に収縮し始めるが、-40℃付近では一時的な膨張挙動を示しているものがある。これはコンクリート中の水分

の凍結が細孔径と関係していることによるもので、凍結時の水の膨張によりコンクリートが膨張するものと思われる。この影響は細骨材として石灰岩を用いたときに顕著であり、また骨材濃度が小さいほど単位ペースト量が多くなるためその影響が大きくなっている。さらに-60→100℃の温度範囲では単調に収縮している。温度上昇時には温度降下時に生じた収縮ひずみが単調に減少している。そして常温に戻ったときにはどの供試体においても残留ひずみが生じており、これは水の凍結膨張および微視的温度応力によるコンクリートの内部構造の弛緩が原因であると思われる。

図-5はそれぞれの温度範囲において最小二乗法により求めたコンクリートの熱膨張係数と骨材濃度の関係を示している。これらの温度範囲では骨材濃度が大きくなるほどコンクリートの熱膨張係数は低下してい

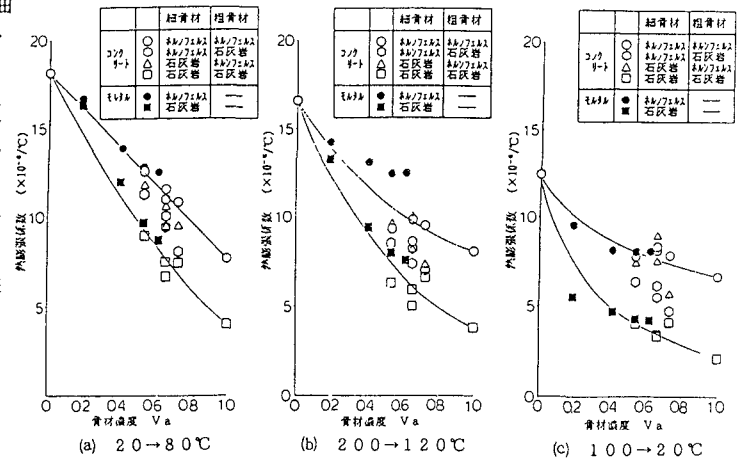


図-3 コンクリートおよびモルタルの熱膨張係数と骨材濃度の関係

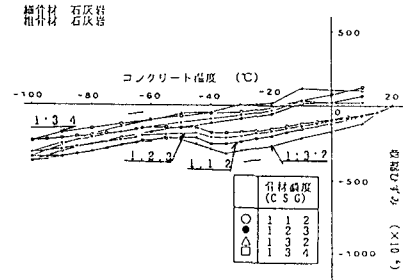


図-4 コンクリートの熱収縮ひずみと温度の関係

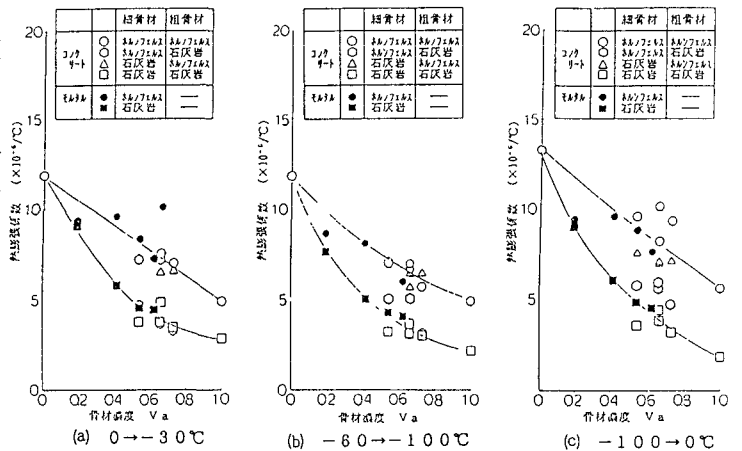


図-5 コンクリートおよびモルタルの熱膨張係数と骨材濃度の関係

る。