

V-59 低温下における高炉セメントを使用したコンクリートの強度特性について

清水建設(株) 正会員 ○今 井 実
第一セメント(株) 正会員 島 津 寛
" 大 下 繁 男

1. まえがき

低温にさらされるコンクリートの特性については多くの研究成果が発表されているが、そのほとんどが普通セメントを使用したコンクリートについてのものである。L N G地下式貯槽の躯体はマスコンクリートであることから、低発熱型セメントの使用が多くなりつつあるが、本報告は高炉セメントB種を使用したコンクリートについて、 -160°C までの低温下における圧縮強度・引張強度・静弾性係数等の試験を実施し、普通セメントコンクリートとの特性比較を行ったものである。

2. 使用材料とコンクリートの配合

高炉セメントB種および普通セメントは第一セメント製、粗骨材および細骨材は鬼怒川産の川砂利・川砂で、比重はそれぞれ2.60, 2.58である。表-1は試験に使用したコンクリートの配合を示した。なお、No.2およびNo.3は28日圧縮強度がほぼ同一になるようW/Cを決めた。

表-1 コンクリートの配合

NO.	セメントの種類	粗骨材の最大寸法(mm)	水灰比(W/C)	セメント比(S/A)(%)	単位量(Kg/M ³)					実 測	
					W	C	S	G	PZNo.8	スランブ(㎝)	空気量(%)
1	高炉セメントB種	2.5	4.3	3.7	153	355	675	1149	0890	110	3.4
2	高炉セメントB種	2.5	5.5	4.2	157	285	781	1087	0713	115	5.0
3	普通セメント	2.5	5.8	4.4	157	270	822	1067	0680	145	4.7

3. 試験方法

試験体は $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の円柱試験体を使用し、養生は水中養生($20 \pm 2^{\circ}\text{C}$)である。試験体の冷却装置は液体窒素を冷媒とし、冷却速度は装置内温度とダミ試験体の表面温度を $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ に保ちながら試験体の中心温度が所定の温度に達するまで冷却した。また、加圧装置には試験時の温度を保持するための低温槽を設置した。弾性係数・ポアソン比は圧縮強度試験体に低温用表面ゲージを貼付し、応力～ひずみ曲線から求めた。

4. 試験結果

材令28日の高炉セメントB種および普通セメントコンクリートの各試験温度における圧縮強度を表わしたのが図-1である。高炉セメントB種のW/C=43%, 55%のコンクリートの低温圧縮強度は、温度が -10°C 以下になるにつれ、常温時に比較して著しく増加することが認められ、且つ、常温時の圧縮強度が同一であれば、圧縮強度増加傾向は普通セメントコンクリートとほぼ同じである。図-2は高炉セメントB種コンクリートのW/C=55%, 材令28日と91日における各試験温度と圧縮強度の関係を示したものである。低温圧縮強度は材令が異っても、ほとんど影響を受けないことがわかる。図-3は各試験温度の圧縮強度から常温下の圧縮強度

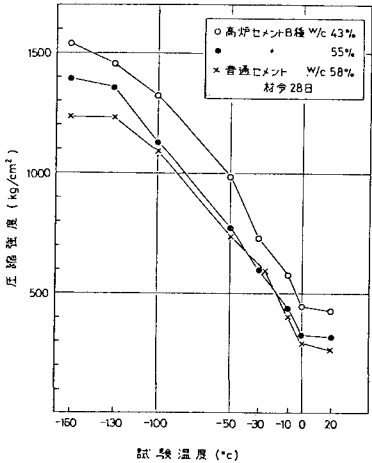


図-1 試験温度と圧縮強度との関係

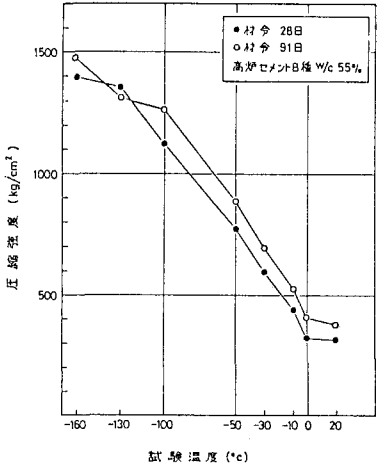


図-2 材令による試験温度と圧縮強度との関係

を差し引いた圧縮強度増加量と温度の関係を示したもので、低温圧縮強度増加量はW/C・材令に関係なく次式で表わされる。

$$\Delta \sigma_{kc} = 16 - 11.1T - 0.0027T^2$$

ここに、 $\Delta \sigma_{kc}$ ：高炉セメントB種の
低温圧縮強度増加量(kg/cm²)
T：試験温度(℃)

普通セメントコンクリートの低温圧縮強度増加量の値より、いくぶん大きめであるが、特に高炉セメントコンクリートの低温圧縮強度増加量は-100℃を越えてもあまり鈍化しない。

図-4は高炉セメントB種のW/C=55%の引張強度と温度の関係を示したもので、圧縮強度と同様に低温になるにしたがって増加するが、-30℃以下になると伸びは鈍くなる。引張強度と圧縮強度との関係を示したのが図-5で、文献による普通セメントコンクリートの関係と対比すると、圧縮強度1,000kg/cm²まで、ほぼ同じ傾向を示す。図-6は弾性係数と温度の関係を示したもので、温度の低下すなわち圧縮強度の増加につれ、大きくなることが認められる。図-7は弾性係数と圧縮強度の関係を示したもので、低温時において圧縮強度が100kg/cm²程度増加すると弾性係数は約2.4

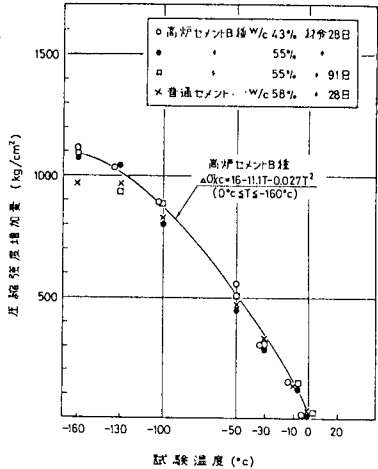


図-3 圧縮強度増加量と試験温度との関係

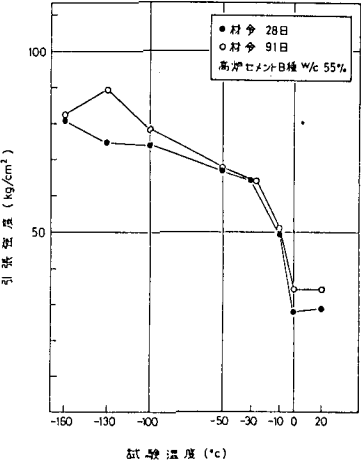


図-4 引張強度と試験温度との関係

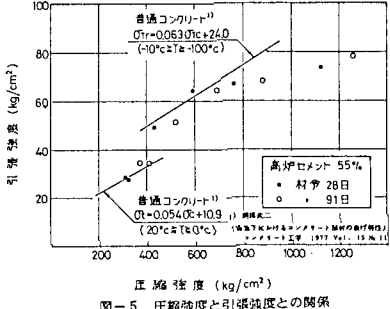


図-5 圧縮強度と引張強度との関係

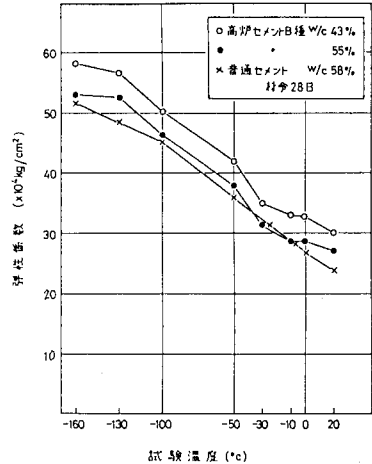


図-6 弾性係数と試験温度との関係

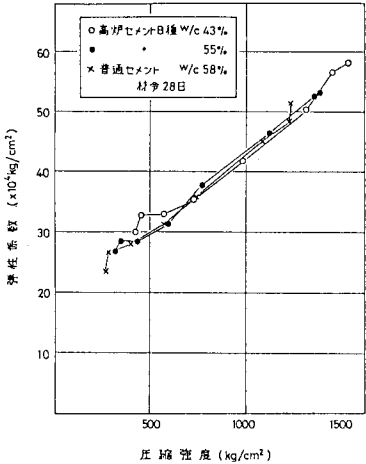


図-7 弾性係数と圧縮強度との関係

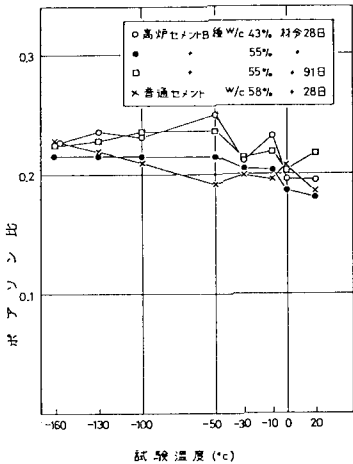


図-8 ポアソン比と試験温度との関係

×10⁴kg/cm²増加する。図-8はポアソン比と温度の関係を示したもので、温度による変化は少ない。

4. まとめ

高炉セメントB種を使用したコンクリートについて、圧縮強度は低温になるにしたがい増加し、-100℃以下の温度でも強度増加は鈍化しない。また、低温における圧縮強度増加量は、水セメント比・材令が異っても同じで、-100℃程度まで普通セメントコンクリートと同じ増加量を示す。引張強度・弾性係数は圧縮強度と同様に低温になるにしたがい大きくなる。ポアソン比は常温に比較して低温になってもほとんど変化しない。以上、高炉セメントB種を使用したコンクリートの低温特性は普通セメントコンクリートと同等と考えてよい。

(文献) 1) 岡田武二「低温下におけるコンクリート部材の曲げ特性」コンクリート工学 1977. Vol15 No.11