

大林組技術研究所
第一セメント (株)
日曹マスタービルダーズ (株)

正会員 十 河 茂 幸
正会員 〇 島 津 寛
正会員 御 所 窪 邦男

1. まえがき

近年、構造物の大型化・施工の急速化にともないコンクリート構造物に温度ひびわれが発生することが多くなっている。一方、ここ数年来、流動化コンクリートはひびわれ低減・耐久性の向上および温度上昇量の減少などのコンクリートの品質向上ならびに施工性の改善に使用されており、その効果も十分に認められてきた。本研究はマスコンクリートの温度応力緩和に効果的と考えられる低発熱型の高炉セメントを用いた流動化コンクリートの基礎的性質を調べ、従来型の高炉セメントや普通セメントとの比較を行ったものである。

表-1 コンクリートの配合条件

種別	練り上り温度 ℃	設計基準強度 kg/cm ²	スランプ cm	空気量 %	混和剤
普通ポルト	N	5, 10	流動化前 12+1	5+1	ベースコン PZ, No. 8
高炉B種	BB	20	流動化後 20+1		流動化剤 NP-10
低発熱高炉	MB	30			

2. コンクリートの配合条件と使用材料

表-1はコンクリートの配合条件を示す。表-2はセメントの品質で第一セメント製、細骨材は山砂で比重2.62、粗骨材は川砂利・碎石混合品で比重2.67、混和剤はポゾリス物産製 AE減水剤 PZ, No. 8、流動化剤 NP-10 を使用した。

3. 試験方法

100 L 可傾式ミキサーを使用して、全材料投入後、通常の高速回転 (25RPM) で3分間ベースコンクリートを練り混ぜた後、ただちに低速回転 (4.5RPM) で15分間アジテートし、流動化剤を所用量添加し、再び高速回転で練り混ぜた。流動化後の経時変化にともなうスランプ低下試験では、流動化剤添加後、低速回転で30分、60分、90分までアジテートした状態でスランプ・空気量等を測定した。また、硬化コンクリートの試験としては圧縮強度・静弾性係数・乾燥収縮および断熱温度上昇試験を行った。

4. 試験結果と考察

経時変化にともなうスランプの低下は図-1に示すようにセメントの種類による差異は認められず、コンクリートの温度が高くなる程、スランプ低下が速くなる傾向が認められた。図-2は練り上りおよび養生温度が20℃の場合の圧縮強度発現状況を示したものである。材令7日および28日の強度は普通および流動化コンクリートいずれの場合も普通セメント・高炉セメントB種・低発熱型高炉セメントの順に小さくなっているが、材令91日ではほとんど同等の強度を発現している。図-3はコンクリートの流動化直後と経時変化後の圧縮強度を比較したものであるが、圧縮強度はセメントの種類および温度等による差異は認められず、全般的に経時変化後の圧縮強度が流動化直後の圧縮強度より若干増加し、その増加率は約6%であった。図-4は乾燥収縮試験結果を示した。この結果よりセメントの種類による乾燥収縮の顕著な差は認められないが、流動化コンクリートの乾燥収縮がベースコンクリートと比較して、若干小さくなる傾向が認められた。

表-2 セメントの品質

種別		比重	ブレン cm ³ /g	水和熱 cal/g		モルタル圧縮強度 kg/cm ²		
				7日	28日	7日	28日	91日
普通ポルト	N	3.17	3140	72.8	85.2	220	418	471
高炉B種	BB	3.05	3490	61.2	79.2	179	401	518
低発熱高炉	MB	3.02	3720	56.5	70.4	154	365	527

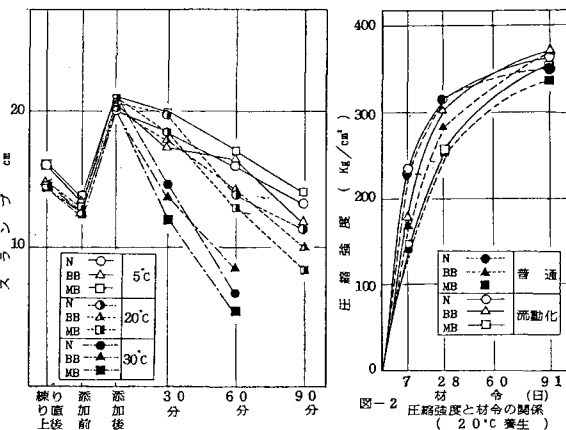


図-1 流動化コンクリートのスランプ経時変化

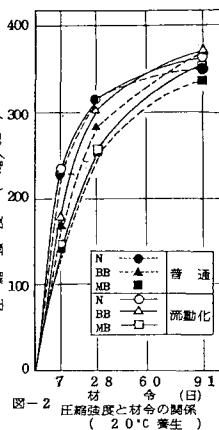


図-2 圧縮強度と材令の関係 (20℃養生)

図-5は練り上り温度を20℃とした場合のセメントの種類を変えた普通コンクリートと流動化コンクリートの断熱温度上昇測定結果である。普通セメント・高炉セメントB種・低発熱型高炉セメントの順で上昇勾配が緩やかで、上昇量も小さくなっている。この実験では水セメント比と目標スランプを一定にしたため、使用セメントにより単位セメント量が異なる。一般に、断熱温度上昇は単位セメント量に比例するといわれているので、単位セメント量当りの温度上昇量で比較すると、最高温度上昇量は普通セメントと高炉セメントB種はほとんど同等で、低発熱型高炉セメントはこれより5～8%少ない。

図-6は低発熱型高炉セメントについて、練り上り温度を変えた場合の断熱温度上昇測定結果であるが、温度が高い程、温度上昇は早く、材令が進むにつれて、その差は縮む傾向にある。

以上の結果から、普通コンクリートと流動化コンクリートの違いによる断熱温度上昇の差はあまり認められなかった。

5. まとめ

- (1) 低発熱型高炉セメントは所要のコンシステンシーを得るのに必要な単位水量が普通セメント・従来型高炉セメントに比較して若干少なかった。
- (2) セメントの種類が異っても、流動化剤の効果は大差なく、添加前のコンクリートに比較して圧縮強度・静弾性係数は同等もしくは若干増加する。また、流動化後のコンクリートの乾燥収縮は流動化前に比較して若干小さくなる傾向が認められた。
- (3) 低発熱型高炉セメントは初期材令での強度発現が若干遅いが、材令91日ではほぼ同等となり、長期強度はむしろ大きくなる。
- (4) 低発熱型高炉セメントの温度上昇勾配および最高温度上昇量は普通セメント・従来型高炉セメントよりかなり小さく、マスコン用のセメントとして、その効果は大きいと思われる。
- (5) 流動化剤の温度上昇に与える影響はほとんどなく、同一セメント量であれば、温度上昇量はむしろ小さくなる傾向も認められた。

本研究は日本セメント(株) 東京支店・技術課 森 井 重 吉 氏の御協力を受けたものである。付記して、謝意を表します。

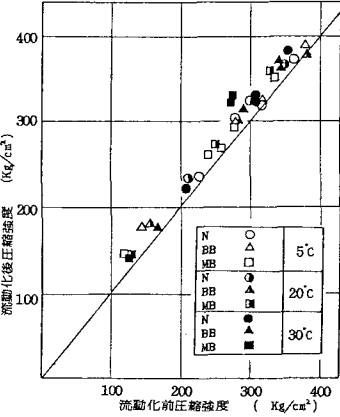


図-3 流動化前後の圧縮強度の比較

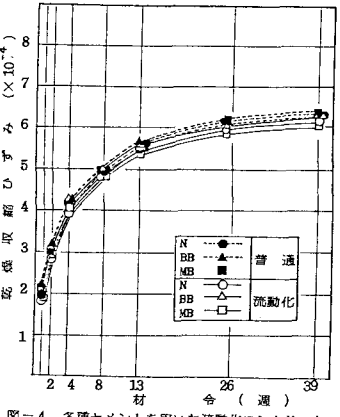


図-4 各種セメントを用いた流動化コンクリートの乾燥収縮ひずみ

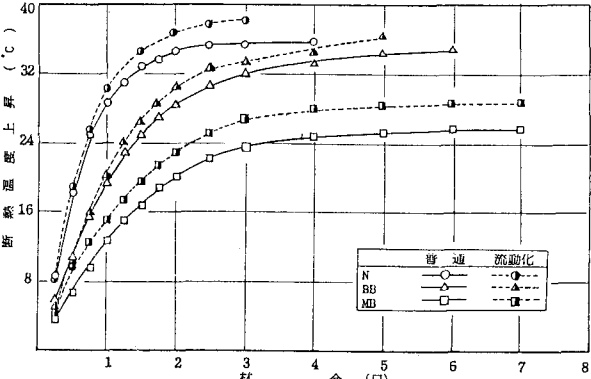


図-5 セメントの種類別断熱温度上昇曲線 (練り上り温度20℃)

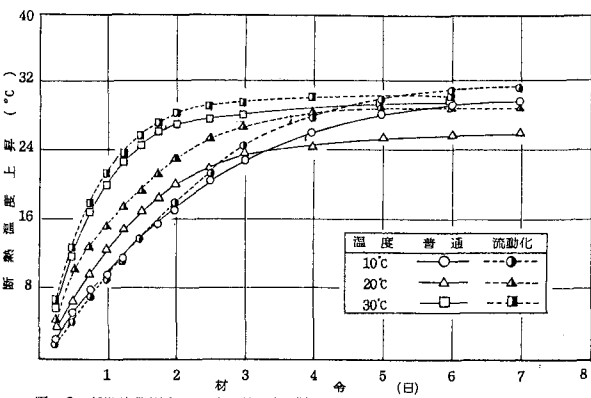


図-6 低発熱型高炉セメントの練り上り温度別の断熱温度上昇曲線