工場製品向け高ビーライト系セメントコンクリートの特性

太平洋セメント（株）　○大竹淳一郎（正会員）、大森啓至（正会員）、小川洋二（正会員）
江里口玲、早野博幸、河野克哉（正会員）

１．はじめに

高ビーライト系セメント（以下 C_2S 系セメントという）は、長期強度発現性と高い流動性とから、既に現場では高強度・高流動コンクリートとして広く使用されている。その反面、初期強度が普通セメントよりも低いことから、工場製品への利用は進んでいない。既往の研究[例えば 1)]では、C_2S 系セメントを用いた蒸気養生後の強度発現性は良好であるとの報告もある。しかし、コンクリートでの検討例は見られない。そこで本報告は、C_2S 系セメントコンクリートの特性を確認し、工場製品への適用性を検討することを目的とした。

２．実験

使用材料には、セメントとして低熱ポルトランドセメント(記号 L,密度;3.22g/cm³)、L の流動性を更に向上させた C_2S 系セメント(記号 HF,密度;3.20g/cm³)および普通ポルトランドセメント(記号 N,密度;3.16g/cm³)の３種類、細骨材として陸砂、粗骨材として砕石、そして混和剤としてポリカルボン酸系の高性能減水剤を用いた。実験に使用したコンクリートの配合を**表１**に示す。W/C は 35,40 および 45%とし、それぞれの W/C でセメント種類以外は同一条件とした。スランプフローの目標値として W/C=35%のみ 60cm と定め、それ以外の W/C におけるスランプフローおよびスランプ目標値は、各セメントの持つ特徴を考慮した値とした。なお、SP 量は、所定のフレッシュ性状で練り上がるように適宜調整した。養生方法は、標準養生(20℃水中)と以下に示す２種類の蒸気養生とした。なお蒸気養生後の供試体は、温度 20℃、湿度 60%の恒温恒湿試験室にて所定の材齢まで保管した。

表１　コンクリート配合

配合 No.	ｾﾒﾝﾄ 種類	ｽﾗﾝﾌﾟ ﾌﾛｰ(cm)	W/C (%)	air (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³)	
						W	C
HF35	HF	60±3	35	2.0 ± 0.5	52	170	486
HF40		50±3	40		53	170	425
HF45		40±3	45		54	170	378
L35	L	60±3	35	2.0 ± 0.5	52	170	486
L40		45±3	40		53	170	425
L45		30±3	45		54	170	378
N35	N	60±3	35	2.0 ± 0.5	52	170	486
N40		40±3	40		53	170	425
N45		Sl 18±2.5	45		54	170	378

【通常の蒸気養生　(記号S1)】前置き2時間～昇温20℃/h～最高温度65℃×3時間～自然放冷～翌朝脱型
【早期脱型蒸気養生(記号S2)】前置き30分～昇温90℃/h～最高温度65℃×3時間～脱型

３．結果

３．１　フレッシュ性状

図１には W/C=35%の高流動コンクリートによるスランプフローの測定結果を示す。図中の点線以降のプロットは右軸のスランプを参照する。N35 のスランプフローは時間とともに大きくロスをし、30 分経過後にはスランプ 17cm となった。一方、C_2S 系セメントを用いたコンクリートにもロスが見られるものの流動性は確保できた。特に HF35 は良好な結果を示し、15 分経過後では全くロスが見られず、また 30 分経過後でもロスは 5cm 程度であり、十分な可使時間と判断できる。

図２には W/C=40%の中流動コンクリートによるスランプフローの結果を示す。先ほどの結果と同様に、HF>L>N の順で可使時間が長かった。なお、W/C=45%のスランプ（フロー)、そして高流動コンクリートのＶ漏斗流下時間の結果も上述と同様な傾向が確認された。

キーワード：高ビーライト系セメント，低熱ポルトランドセメント，蒸気養生，コンクリート製品
連絡先　　：〒285-8655　千葉県佐倉市大作 2-4-2　Tel 043(498)3804　Fax 043(498)3821

３．２　硬化特性

図３には標準養生による圧縮強度試験結果を示す。３種類のセメントではＬが最も強度発現性が遅いが、材齢とともにＮとの差は小さくなることが分かる。同じC_2S系のHFは初期強度はやや低いものの、28日にはＮを上回った。図４には、HF、Ｎを用いた蒸気養生(S1)後の圧縮強度結果を示す。HF配合は、脱型直後の強度はＮより小さいものの、材齢に伴う強度増進がＮ配合より大きく、特にC/Wが高い範囲で顕著であった。

図５には蒸気養生 S1、S2 によるW/C=35%配合の強度変化を示す。前述の通り、S1養生ではHF35はN35に対して明確な優位性が見られるが、S2養生では僅かながらHF35がN35を上回る程度であった。図６には、S1、S2 養生後の圧縮強度とヤング係数との関係を示す。図中右側の小さいプロットは実際の圧縮強度結果を用いたものである。左側の大きいプロットは、土木学会示方書の設計値と比較するために、試験値を変動係数を15%（割増し係数 1.33）として設計基準強度としたものである。HFとＮとの間に大きな差異は見られず、示方書に示される値とほぼ同様の傾向を示した。

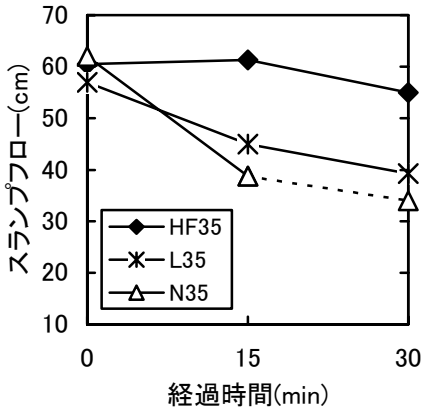


図１　スランプフロー(W/C=35%)

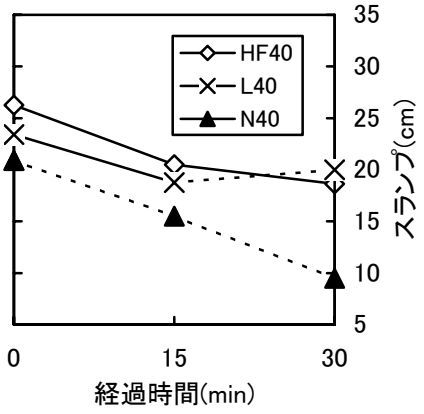


図２　スランプフロー(W/C=40%)

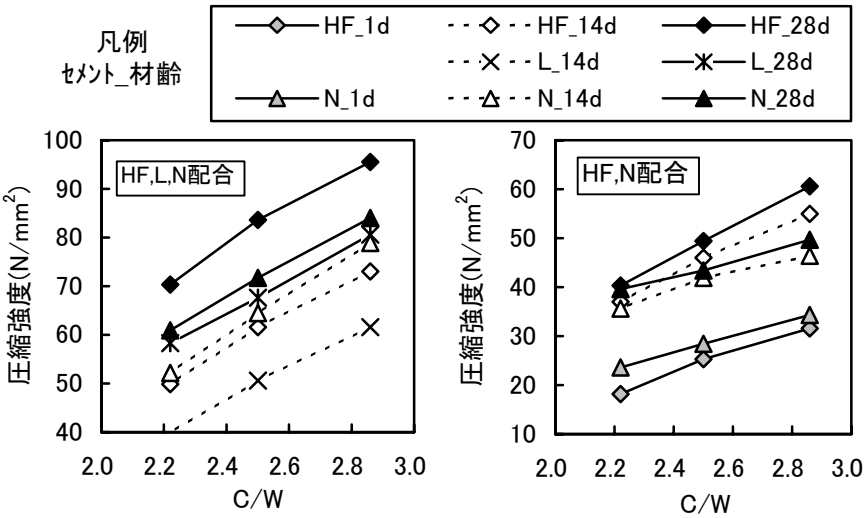
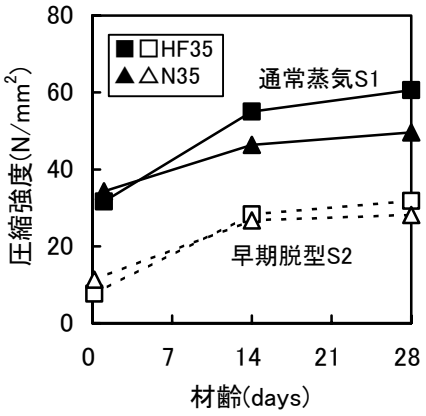


図３　圧縮強度(標準養生)　　図４　圧縮強度(蒸気養生 S1)



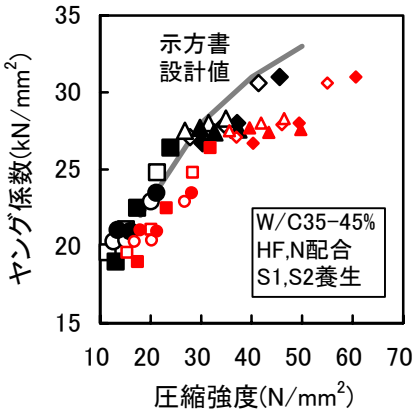


図５　圧縮強度変化(S1,S2 養生)　　図６　蒸気養生後のﾔﾝｸﾞ係数

４．まとめ

本実験で得られたC_2S系セメントコンクリートの知見を以下に記す。

1)普通セメントよりもワーカブルであり、可使時間が長いため、締固め不良を抑制できると思われる。

2)通常の蒸気養生後の強度は、材齢に伴う増加が大きく、特に低W/Cにおいて顕著であった。しかし、早期脱型による過酷な蒸気養生後では、普通セメントの強度発現との差異は見られなかった。

3)圧縮強度とヤング係数との関係には、普通セメントとの差は見られず、示方書の考え方が適用できる。

4)工場製品への適用を考慮した場合、低W/CのHF配合が、製造面、強度面ともに優れていると思われる。

【参考文献】

1)名和豊春ほか「高ビーライト系ポルトランドセメントを用いたモルタル・コンクリートの流動性と蒸気養生下での強度発現性について」,セメント･コンクリート論文集 No.48,pp.136-141,1994