

低発熱低収縮型の普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートの耐久性

太平洋セメント（株） 正会員 ○橋本真幸
 太平洋セメント（株） 正会員 田中秀和
 太平洋セメント（株） 非会員 牧 隆輝

1. はじめに

近年、工期短縮によりコンクリートの初期強度上昇が求められ、セメントの圧縮強さは除々に高くなってきた。特に、高炉セメント B 種は、数年前に比べて水和発熱量も高くなり、コンクリート構造物にひび割れを発生させる問題が一部の地域で顕在化してきた。そのような中、普通ポルトランドセメントの JIS 規格の品質を満足させると同時に、水和発熱と収縮量を低減させる普通ポルトランドセメントを試製した。

本研究は、試製した低発熱低収縮型普通ポルトランドセメント（以下 NL）を用いたモルタル・コンクリートが有する耐久性を把握することを目的として、その中性化速度、凍結融解抵抗性、乾燥収縮について、普通ポルトランドセメント（以下 N）および高炉セメント B 種（以下 BB）と比較検討したものである。

2. 実験概要

2.1 セメントの特性

使用したセメントの特性を表 1 に示す。

表 1 セメントの化学成分と物理的性質

セメント 種類	化学成分（％）											Na ₂ Oeq （％）	fCaO （％）	密度 （g/cm ³ ）	比表面積 （cm ² /g）	水和熱(J/g)		圧縮強さ（N/mm ² ）		
	ig.loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Cl	7d					28d	3d	7d	28d	
N	2.44	20.4	5.18	2.93	64.6	0.94	2.01	0.25	0.32	0.017	0.46	0.5	3.16	3290	325	380	30.4	45.6	62.1	
BB	1.93	25.5	8.51	1.87	55.9	2.63	2.18	0.22	0.31	0.010	0.27	0.35	3.04	3730	-	-	21.2	35.6	57.3	
NL	2.42	21.6	5.61	3.03	62.4	1.04	2.02	0.29	0.35	0.018	0.51	0.5	3.17	3260	299	346	25.2	38.2	50.5	

2.2 使用材料および配合

耐久性の評価に使用したコンクリートの配合は W/C=55%とした。なお、乾燥収縮試験には JIS R 5201 に準拠した W/C=50%のモルタル配合とした。

2.3 試験項目および試験方法

実施した試験項目および試験方法を表 2 に示す。

表 2 試験項目と試験方法

種 別	試験項目	試験方法
フレッシュ性状	凝結試験	JIS A 1147
	ブリーディング試験	JIS A 1123
硬化性状	圧縮強度試験	JIS A 1108
	静弾性係数試験	JIS A 1149
	細孔空隙分布測定	水銀圧入法
	中性化試験	JIS A 1153
	凍結融解抵抗性試験	JIS A 1148
耐久性	乾燥収縮試験	JIS A 1129 (供試体4×4×16cm)
	細孔空隙分布測定	多点式BET法

表 3 フレッシュ性状

セメント 種類	環境温 度 (°C)	水セメント 比 (%)	単位水量 (スランプ 12cm換算)	凝結時間 (h-m)		ブリーディング		
				始発	終結	終了時間 (h-m)	量 (cm ³ /cm ²)	率 (%)
N	20	55.0	170	6-35	9-05	5-30	0.27	6.27
BB			165	7-50	10-55	5-00	0.24	5.63
NL			165	7-05	9-40	5-00	0.25	5.98

3. 実験結果および考察

3.1 フレッシュ試験結果

フレッシュ性状を表 3 に示す。同一スランプを得るための単位水量は N と比較して 5kg/m³程度少なくすることができた。凝結時間は N>NL>BB の順に遅れ、ブリーディング量も同じ順に少なくなった。BB は比表面積が大きいためブリーディング量が最も小さくなったと思われる。

3.2 圧縮強度試験結果

圧縮強度試験結果の一例を図 1 に示す。NL の圧縮強度

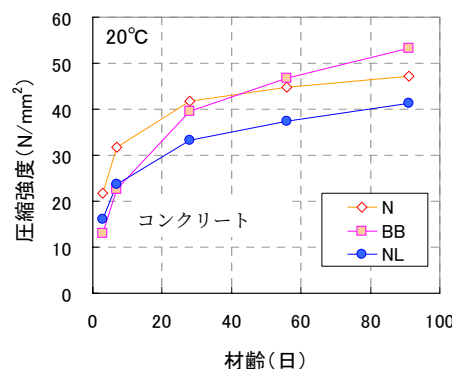


図 1：圧縮強度試験結果

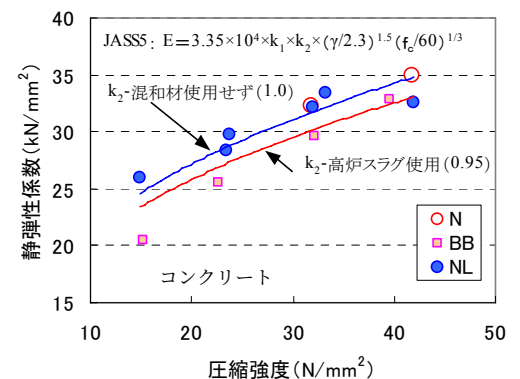


図 2：圧縮強度と静弾性係数の関係

キーワード：中性化、凍結融解、乾燥収縮、耐久性

連絡先：〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 Tel 043(498)3847

Fax 043(498)3849

は、材齢7日ではBBより若干高いが、材齢28日ではBBやNよりも低い傾向にあった。また、材齢28日の強度増進は、Nより若干大きくなる傾向が認められた。

NLの材齢28日以降の圧縮強度と静弾性係数の関係を図2に示す。図2よりNLは、N同様に圧縮強度と良好な対応関係にあり、JASS5の関係式を満足するものであった。

3.3 促進中性化試験結果

促進中性化試験の結果を図3に示す。同一水セメント比で比較した場合、NLの中性化深さは、Nよりも劣るが、BBよりは良い傾向にあった。NLはNよりも圧縮強度が低い分だけ硬化体の組織が緻密でなく炭酸ガスの拡散抵抗性が低くなったものと思われる。

3.4 凍結融解抵抗性試験結果

凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係を図4に示す。NLを用いたコンクリートの相対動弾性係数は、300サイクル終了時において98%程度であり、NおよびBBと同様に、十分な凍結融解抵抗性を有していることが確認された。

3.5 乾燥収縮試験結果

乾燥収縮試験結果を図5に示す。NLの長さ変化率はNやBBの場合と比較して最も小さくなった。

3.6 細孔空隙分布測定結果

材齢28日における水セメント比55%のコンクリートの細孔容積測定結果を図6に示す。NLの総細孔容積はNやBBよりも強度発現性が低いため、その量は多くなっている。材齢91日におけるモルタル供試体中の多点式BET比表面積による6nm以下の積算細孔容積量を図7に示す。6nm以下のゲル空隙量はBB>N>NLの順に少なくなり、長さ変化率の大きさの順と同じ結果となった。特に、6nm以下の細孔中の水分蒸発が乾燥収縮に大きく影響を与えることが報告¹⁾されているように、NLはこの量が少ないこと、さらにアルミン酸カルシウム(C₃A)量もNより若干少ないこと等から乾燥収縮が小さくなったと推察される。

4. まとめ

- 1) NLの中性化深さは、同一水セメント比においてNより劣るが、BBよりは良い傾向にあった。
- 2) NLの凍結融解抵抗性は、N、BBとほぼ同等の性能を有していた。
- 3) NLの乾燥収縮特性は、N、BB以上の性能を有していた。

参考文献

- 1) 羽原ほか：硬化コンクリートの空隙構造とその物性，Gypsum&Lime，No.240，pp.28～37，1992

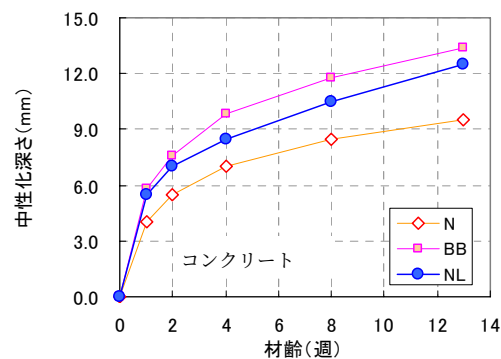


図3 促進中性化試験結果

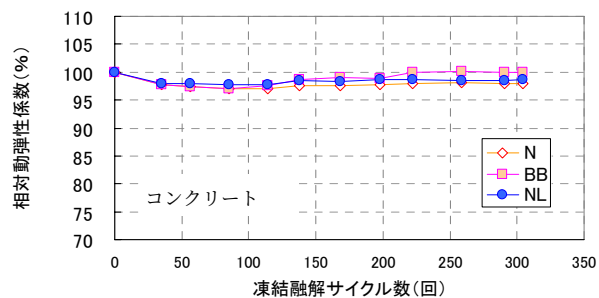


図4 凍結融解抵抗性試験結果

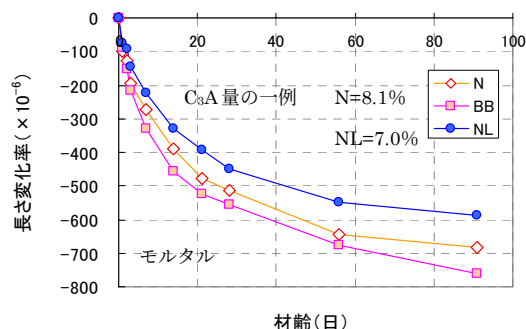


図5 乾燥収縮試験結果

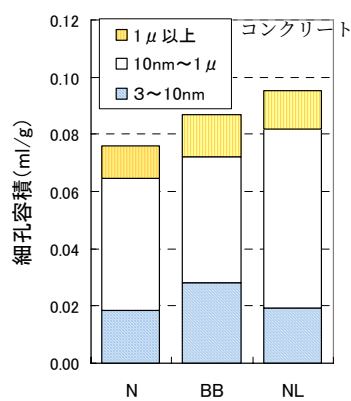


図6：細孔容積測定結果

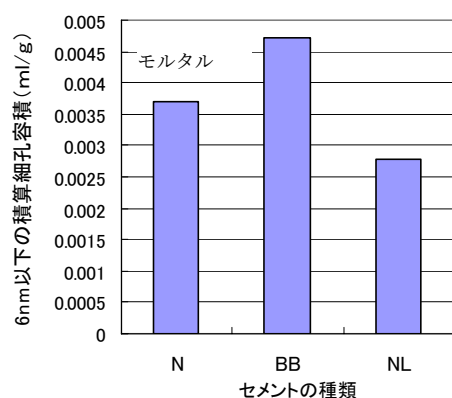


図7：6nm以下の積算細孔容積量