

少量混合成分を増量したセメントを用いたコンクリートの基本性状

～その2 耐久性～

(一社)セメント協会 コンクリート専門委員会

1. はじめに

セメント業界では、国の目指す2050年カーボンニュートラル実現に向けた取り組みとして、JIS R 5210に規定される普通ポルトランドセメントの少量混合成分を従来の5%から10%に増加する取り組みを進めている。

前号(No.944, 2025年11月号)の同標題〈その1〉¹⁾では、JIS改正後を想定して少量混合成分を10%添加した普通ポルトランドセメント(以下、改正JISセメントと称す)を用いたコンクリートの基本性状に関する室内試験結果、生コン工場で製造したコンクリートを用いた実大模擬部材による構造体強度補正值(S値)の検証結果、およびこれらの圧縮強度試験結果を用いた現行セメントと改正JISセメントの同等性評価結果について報告した。本報告では、耐久性に関する検討結果

を報告する。なお、本報告はセメント協会 コンクリート専門委員会の活動成果を取りまとめたものである。

2. 試験概要

2-1. 使用材料

試験に使用したセメントの物性を表1に示す。本検証で使用した6種類の改正JISセメントは、現行5%まで添加が認められている各種の少量混合成分(石灰石(L)、高炉スラグ(B)、フライアッシュ(F))にさらに5%のLを加えたものとした。それぞれをL10、B5L5およびF5L5と記す。また、改正JISセメントの比較対象として3銘柄の市販の普通ポルトランドセメント(OPC)を等量混合した三社混合と改正JISセメントと同時期に製造したクリンカに対して石灰石を5%だけ混合したL5も試験に供した。

細骨材は静岡県掛川市産の山砂(表乾密度:2.59g/cm³, F.M.:2.63)を、粗骨材は東京都青梅市産の硬質砂岩碎石2005A(表乾密度:2.64g/cm³, F.M.:6.63)を用いた。混和剤は、高性能AE減水剤(SP)、AE減水剤、AE剤、空気量調整剤を適宜用いた。

2-2. コンクリートの配(調)合

本検討では、実施したコンクリートの配(調)合の一例を表2,3にそれぞれ示す。今回の検討では、普通

(一社)セメント協会 コンクリート専門委員会		
委員長	石田 征男	太平洋セメント株式会社
委員	平本 真也	日鉄高炉セメント株式会社
"	藤田 和希	日鉄セメント株式会社
"	新見 龍男	株式会社トクヤマ
"	高原 幸之助	UBE 三菱セメント株式会社
"	本田 和也	住友大阪セメント株式会社
協会事務局	谷村 充	一般社団法人 セメント協会
"	吉本 徹	一般社団法人 セメント協会
"	伊藤 孝文	一般社団法人 セメント協会
"	高市 大輔	一般社団法人 セメント協会

表1 使用セメントの種類と主な物性

セメント (記号)	密度 (g/cm ³)	比表 面積 (cm ² /g)	凝結 (h-m)		圧縮強さ(N/mm ²)		
			始発	終結	3日	7日	28日
三社混合	3.14	3180	2-35	3-40	299	46.0	62.5
L5	3.15	3110	2-55	4-15	308	46.5	66.5
L10-1	3.10	3880	2-55	4-15	354	49.9	62.4
L10-2	3.11	3490	2-50	4-15	328	49.1	65.4
L10-3	3.11	3470	2-40	4-30	299	45.6	59.3
B5L5-1	3.10	3720	3-15	4-25	34.7	51.0	66.8
B5L5-2	3.12	3170	2-50	4-35	27.8	44.8	61.8
F5L5	3.08	3480	2-45	4-05	32.6	47.6	63.2

表2 コンクリートの配(調)合(W/C55%)

セメント	W/C (%)	単位量(kg/m ³)				AE 減水剤 (C×%)	スランプ (cm)
		W	C	S	G		
三社混合	55	178	324	855	912	1.0	18.5
L5		178	324	855	908		17.5
L10-1		179	325	852	904		19.5
L10-2		177	322	856	908		18.5
L10-3		175	318	860	916		19.5
B5L5-1		174	316	862	914		19.5
B5L5-2		173	315	864	920		19.0
F5L5		175	318	859	916		19.5

表3 コンクリートの配(調)合(W/C36%)

セメント	W/C (%)	単位量(kg/m ³)				SP (C×%)	スランプ フロー (cm)
		W	C	S	G		
三社混合	36	170	472	791	909	1.30	59.5
L5		170	472	792	910	1.40	59.5
L10-1		170	472	792	910	1.30	59.0
L10-2		170	472	788	906	1.25	54.5
L10-3		170	472	789	907	1.65	53.5
B5L5-1		170	472	789	907	1.45	50.5
B5L5-2		170	472	788	906	1.50	51.0
F5L5		170	472	790	912	1.65	51.0

表4 コンクリートの試験項目

コンクリートの種類	試験項目	備考
W/C55% (普通コンクリート)	凍結融解	JIS A 1148 に準拠。
	乾燥収縮	JIS A 1129 に準拠。単位水量 175kg/m ³ 一定。
	促進中性化	JIS A 1153 に準拠。一部セメントを除き、W/C65%、W/C45%でも実施
	塩水浸せき	JSCE G 582 に準拠。
W/C36% (高強度コンクリート)	自己収縮ひずみ	埋込型ひずみ計により測定。
	断熱温度上昇	試験装置は空気循環式タイプを使用。 W/C35%、単位セメント量 500kg/m ³ で実施。

コンクリートおよび高強度コンクリート対象とした。普通コンクリートは、AE減水剤の添加率をC×1.0%一定とし、目標フレッシュ性状を満足するように単位水量およびAE剤添加量を調整した。高強度コンクリートは、単位水量を170kg/m³一定とし、目標フレッシュ性状を満足するようにSP添加量と空気量調整剤の添加量を調整した。コンクリートの練混ぜは、パン形強制練りミ

キサ(公称容量55ℓ)を用い、JIS A 1138:2018に準拠して行った。

2-3. 試験項目および方法

本検討で実施した試験項目とその方法を表4に示す。なお、本検討におけるフレッシュ性状、および圧縮強度は使用したセメントの種類によらず同等であった。詳細な

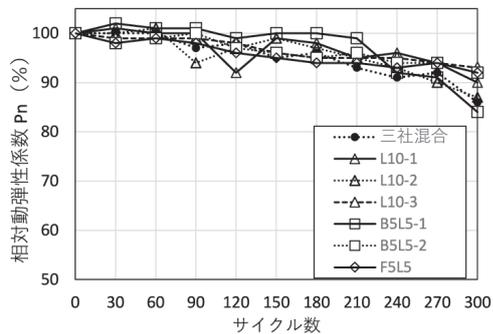


図1 凍結融解試験結果 (相対動弾性係数)

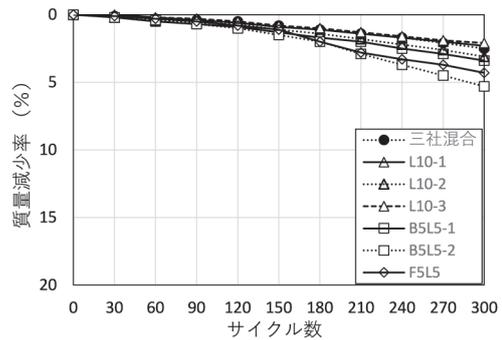


図2 凍結融解試験結果 (質量減少率)

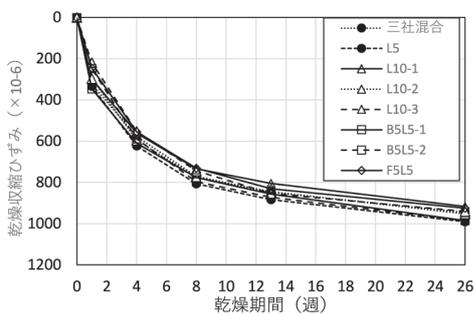


図3 乾燥収縮試験結果 (長さ変化率)

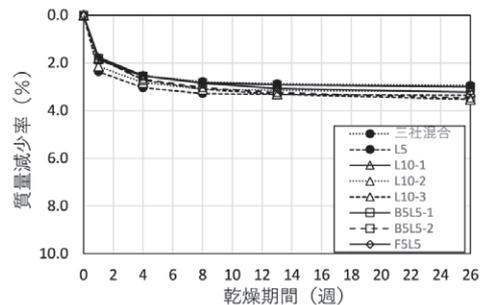


図4 乾燥収縮試験結果 (質量減少率)

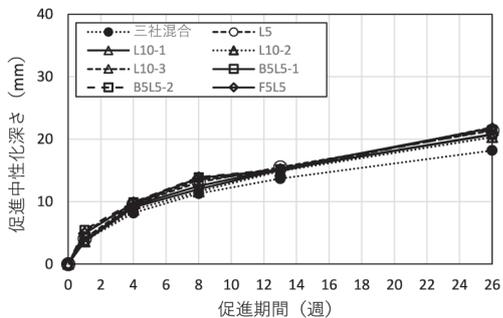


図5 中性化試験結果 (水セメント比55%)

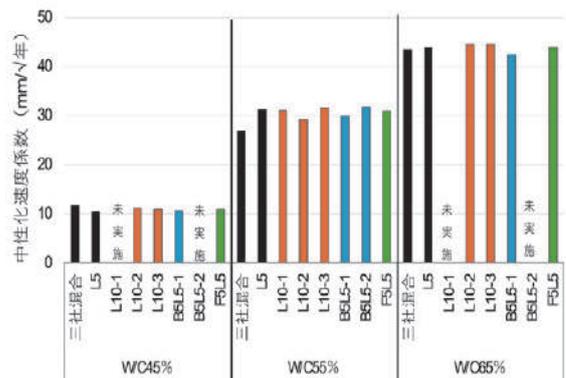


図6 中性化速度係数

試験結果は、前号の同標題〈その1〉を参照されたい。

3. 試験結果

3-1. 凍結融解抵抗性

凍結融解試験の結果を図1,2に示す。改正JISセメントを使用したコンクリートの凍結融解に対する抵抗性は、現行セメントのそれと同程度であった。

3-2. 長さ変化率

乾燥収縮試験の結果を図3,4に示す。改正JISセメントを使用したコンクリートの長さ変化率は、現行セメントのそれと同程度であった。

3-3. 中性化抵抗性

水セメント比55%の中性化深さと促進期間の関係を図5に示す。また促進中性化試験結果から算出した中性化速度係数を図6に示す。改正JISセメントを使

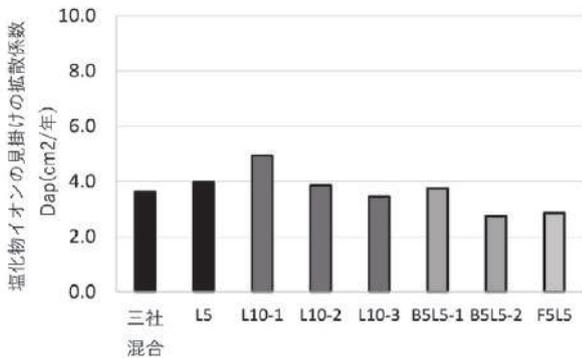


図7 塩化物イオンの見かけの拡散係数

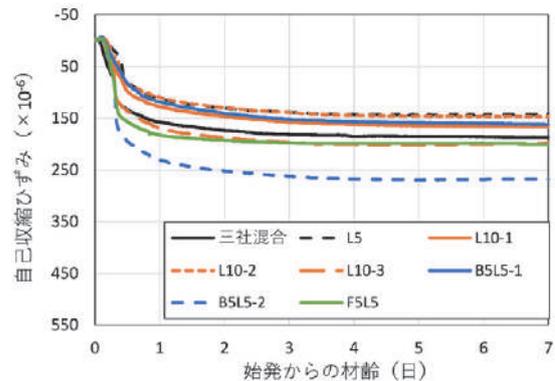


図8 自己収縮ひずみ

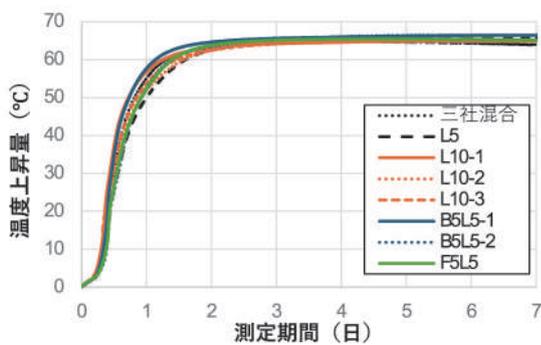


図9 測定期間と断熱温度上昇量の関係

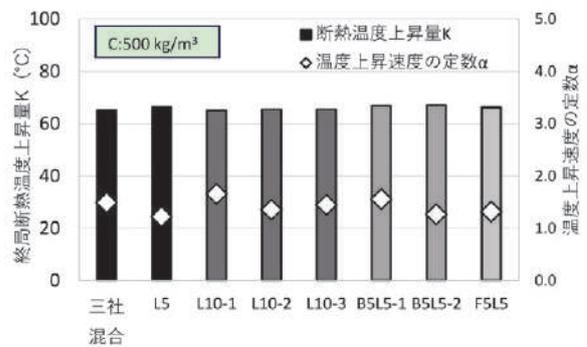


図10 終局断熱温度上昇量Kと温度上昇速度の定数α

用したコンクリートの中酸化に対する抵抗性は、現行セメントのそれと同程度であった。

3-4. 塩分浸透抵抗性

塩水浸せき試験(浸せき期間は6か月、浸せき溶液はNaCl濃度10%溶液)の結果より求められた塩化物イオンの見掛けの拡散係数を図7に示す。改正JISセメントを使用したコンクリートの塩分浸透に対する抵抗性は、現行セメントのそれと同程度であった。

3-5. 自己収縮ひずみ

自己収縮試験の結果を図8に示す。自己収縮ひずみが若干大きい傾向を示す改正JISセメント(B5L5-2)もあったが、その他の改正JISセメントを使用したコンクリートの自己収縮ひずみは、現行セメントのそれと同程

度であった。

3-6. 断熱温度上昇量

断熱温度上昇試験の結果を図9,10に示す。終局断熱温度上昇Kおよび温度上昇速度に関する定数αは式(1)を用い、材齢7日までの測定データを最小二乗法により近似して求めた。改正JISセメントを使用したコンクリートの断熱温度上昇特性は現行セメントのそれと同程度であった。また、これらの結果はセメント協会で開催した過去の試験結果²⁾とも同程度の値であった。

$$Q(t) = K(1 - \exp(-at)) \dots \dots \dots \text{式(1)}$$

ここに、t：材齢(日)

Q(t)：断熱温度上昇量(°C)

K : 終局断熱温度上昇量 (°C)
a : 温度上昇速度に関する定数

いたコンクリートの耐久性は現行品と同程度であった。

4. まとめ

【参考文献】

本稿では、少量混合成分を10%混合した改正JISセメントを用いたコンクリートの耐久性試験結果について報告した。各種試験結果より、改正JISセメントを用

- 1) 少量混合成分を増量したセメントを用いたコンクリートの基本性状～その1 フレッシュ性状および圧縮強度～, セメント・コンクリート No.944, pp.8～14, 2025.11
- 2) セメント協会/コンクリート専門委員会報告 F-59〈各種セメントを用いたコンクリートの断熱温度上昇に関する研究〉, 2014

パンフレット・セメントの底力 セメントはわが国の防災インフラ整備を支えています

セメント協会は未曾有の被害をもたらした東日本大震災をはじめ、頻発するゲリラ豪雨や竜巻などの自然災害の脅威から、国民の命や生活を守るために必要な措置を施すことが何よりも重要な課題と捉え、防災インフラ整備の重要性を訴えるパンフレット (A4判・16ページ) を作成しました。様々な自然災害時に対し、強固な躯体を持つコンクリート構造物やセメント系固化材が果たした役割や有用性を、①豪雨・濁水に備えるセメント, ②津波・高潮に備えるセメント, ③土砂災害に備えるセメント, ④災害復旧・復興を支えるセメントの項目にわけ、各種の事例を写真と図版でわかりやすく解説しています。このパンフレットにより人々の命や暮らしを守るセメント・コンクリートの力、これから必要となる公共事業についてご理解いただき、より一層安全への意識を高めるための一助としていただきたく作成しました。ご希望の方には無料 (送料ご負担・着払い) でお届けいたします。下記申し込みフォーム, QRコードよりお申し込みください。



一般社団法人セメント協会 広報部門 <https://www.jcassoc.or.jp/pamphlet.html>

お知らせ



一般社団法人
セメント協会

公式インスタグラム

Follow me



_JCA_SSOC_

ひたむきに…黙々と…。

私たちの安全・安心・快適な生活の営みを支えている
コンクリート構造物。

そんな「コンクリートの底力」を紹介しております。

ぜひご覧ください。

アカウント名…_jca_ssoc_

https://www.instagram.com/_jca_ssoc/