

セメントの違いによる膨張コンクリートの膨張特性の比較

東洋建設(株)美浦研究所 正会員 ○水谷 征治
 若築建設(株)技術部 正会員 壹岐 直之
 佐伯建設工業(株)技術部 正会員 竹内 純
 早稲田大学創造理工学部 フェロー 清宮 理

1. はじめに

近年、膨張材をマスコンクリートの温度ひび割れ低減対策として用いる事例が増えている。膨張コンクリートは、対象構造物に応じて普通ポルトランドセメント、高炉セメント B 種および低熱ポルトランドセメントが用いられる。膨張コンクリートの膨張・収縮特性については、使用するセメントの種類により異なることは知られているが、これらを比較した報告事例は少ない。本報告では、各種セメントを用いた膨張コンクリートの小型供試体を用いてひずみ計測を行い、セメントの違いによる膨張特性の比較検討を行った。

2. 実験概要

使用材料を表-1 に、配合を表-2 に示す。各配合で作製した供試体の形状・寸法を図-1 に示す。拘束鋼材比は 1.83%とし、各ひずみは、図中の計測器を用いて計測した。計測中の供試体は、ポリエステルフィルムで封緘養生し、養生温度 20°C一定、湿度 80%環境を保持した。

表-1 使用材料

使用材料	物理的性質など
セメント(C)	普通ポルトランドセメント(N)/密度:3.16g/cm ³ , 比表面積:3,300cm ² /g
	高炉セメントB種(BB)/密度:3.04g/cm ³ , 比表面積:3,890cm ² /g
	低熱ポルトランドセメント(L)/密度:3.22g/cm ³ , 比表面積:3,350cm ² /g
膨張材(EX)	低添加型石灰系/密度:3.14g/cm ³ , 比表面積:3,500cm ² /g
AE減水剤(Ad)	N/ボンプリス78S, BB/ボンプリスNo.70, L/ボンプリス78R

表-2 コンクリートの配合

名称	SL (cm)	W/B (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
					W	C	EX	S	G	Ad
N	12	47.0	4.5	42.5	158	337	-	753	1020	3.37
N-EX	12	47.0	4.5	42.5	158	317	20	753	1020	3.37
BB	12	48.9	4.5	41.8	165	337	-	730	1047	2.36
BB-EX	12	48.9	4.5	41.9	165	317	20	732	1047	2.36
L	12	47.0	4.5	43.9	163	347	-	781	1033	3.47
L-EX	12	47.0	4.5	43.9	163	325	20	783	1033	3.45

3. ひずみ計測結果

ひずみ計測結果を図-2 に示す。ひずみの値は、凝結試験における終結時をゼロとした(正:膨張, 負:収縮)。膨張コンクリートの自由ひずみにおいて、Lセメントを用いたものは、他のセメントを用いたものに比べ大きなひずみとなった。普通コンクリートについては、BBセメント>Nセメント>Lセメントを用いたコンクリートの順で収縮量が大きい値となった。膨張、普通コンクリートの拘束ひずみは、使用するセメントの違いによる自由ひずみの大小関係や経時変化の傾向と同様であった。

4. 応力による比較

鉄筋などの拘束によりコンクリートに作用するケミカルプレストレス(有効応力)を以下の2手法で算定し

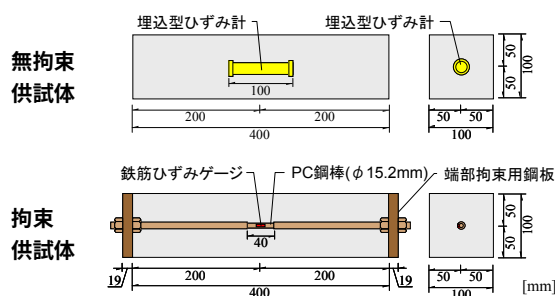


図-1 供試体形状・寸法

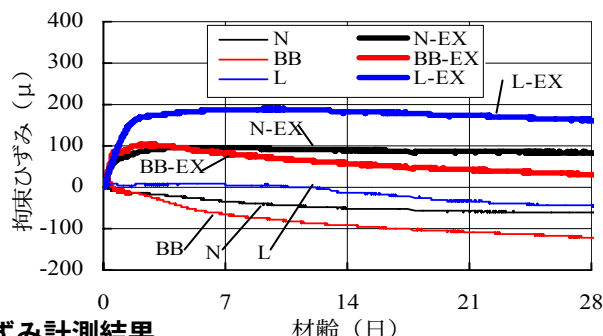
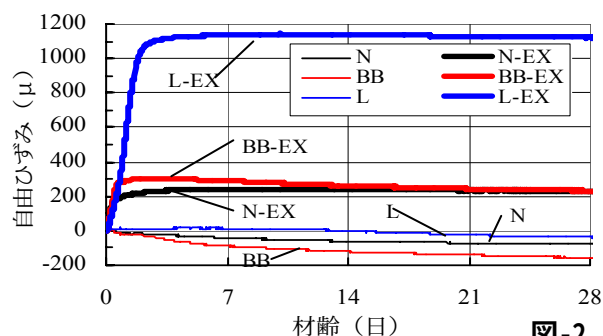


図-2 ひずみ計測結果

キーワード 膨張コンクリート, 膨張特性, 高炉セメント B 種, 低熱ポルトランドセメント

連絡先 〒300-0424 茨城県稲敷郡美浦村受領 1033-1 東洋建設(株)美浦研究所 TEL 029-885-7511

た結果を図-3に示す(正:引張, 負:圧縮). 手法1はコンクリートと拘束鋼材の力の釣合いとひずみの適合条件に基づいた方法とし, 手法2は自由ひずみと拘束ひずみの差に有効弾性係数を乗じる方法とした. なお, 有効弾性係数はコンクリート標準示方書[施工編]¹⁾に従って算出した. 手法によらず, いずれのセメントを用いた膨張コンクリートでも圧縮側の有効応力が発生しており, Nセメント及びBBセメントを用いたコンクリートはほぼ同等であり, Lセメントを用いたコンクリートは, これらに比べて大きかった. また, 手法2で算出した膨張コンクリートの有効応力は, 一般的に用いられる手法1の値に比べ初期の発生応力が非常に大きい結果となった. この結果は, 自由ひずみにケミカルプレストレスには寄与しない膨張量が含まれている可能性がある²⁾ことや算出した初期の有効弾性係数が大きい可能性があることに起因すると考えられる. また, 既往の文献³⁾⁴⁾のクリープの影響を考慮した有効弾性係数を用いて手法2で算出(手法3)したNおよびBBセメントを用いた膨張コンクリートの有効応力は, 手法1の結果と良く合致した.

次に各種セメントを用いた膨張材の有無による手法1で算出した有効応力の差を温度応力低減効果(膨張応力)と見なして算出した応力の経時変化を図-4に示す. いずれのセメントを用いた膨張コンクリートでも圧縮側の膨張応力が発生しており, また長期間保持された. 膨張応力の大小関係は有効応力と同じであったが, Lセメントと他のセメントを用いたものの差は, 有効応力に比べ小さかった.

5. まとめ

(1) 膨張コンクリートの自由・拘束膨張ひずみおよびケミカル

プレストレスに相当する有効応力は, NセメントとBBセメントを用いたものでほぼ同程度であり, Lセメントを用いたものはこれらに比べ明らかに大きいことが確認された.

(2) 膨張材による温度応力低減効果の程度は有効応力と同様で, いずれも材齢28日程度まで保持された.

(3) 膨張コンクリートの応力算定では, クリープの影響を考慮した有効弾性係数の補正係数をコンクリート標準示方書に示される値よりも小さく設定する必要があると考えられた.

なお, 本研究は, 早稲田大学清宮研究室, 五洋建設(株), 佐伯建設工業(株), 東亜建設工業(株), 東洋建設(株), 若築建設(株)の共同研究として実施したものである.

参考文献

- 1) 土木学会: 2002年制定コンクリート標準示方書[施工編], pp.52-53, 2002
- 2) 百瀬晴基, 閑田徹志, 鈴木康範, 小林隆芳: 低熱ポルトランドセメント及び膨張材を用いたコンクリートの膨張収縮挙動に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.26, No.1, pp.495-500, 2004
- 3) 谷村充, 三谷裕二, 松本健一, 佐竹紳也: マス養生温度履歴を受ける膨張コンクリートの応力算定法とその検証, 土木学会第61回年次学術講演会概要集, pp.493-494, 2006
- 4) 三谷裕二, 谷村充, 松本健一, 佐竹紳也: 高炉セメントを用いた膨張コンクリートのマス養生温度履歴を考慮した材料特性モデルと応力算定法, 土木学会第62回年次学術講演会概要集, pp.1169-1170, 2007

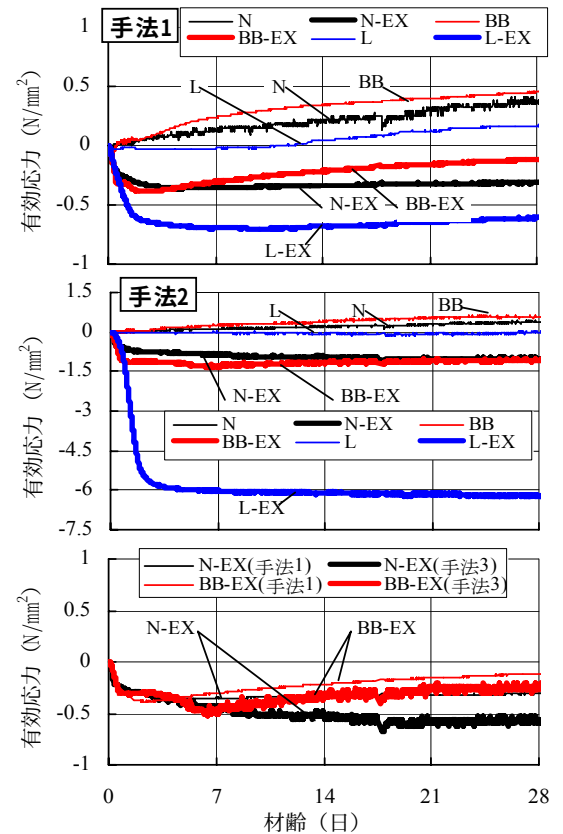


図-3 有効応力の経時変化

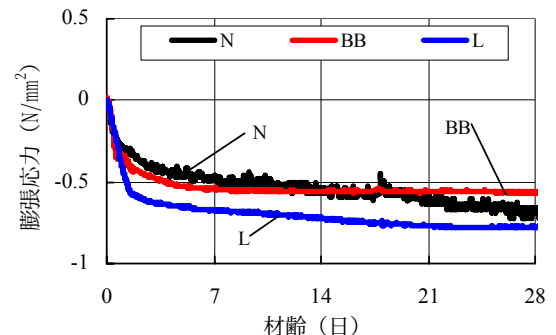


図-4 膨張応力の経時変化