

V-351

高ビーライトセメントを用いた高流動コンクリートの乾燥ひび割れ抵抗性

住友大阪セメント 正会員 安本 礼持
同 上 正会員 原田 修輔
長岡技術科学大学大学院 学生員 青木 優介

1.はじめに

高流動コンクリートの配合は、締固め不要の特性を得るために単位ペースト量が多くなるため、乾燥収縮や自己収縮に対するひび割れ抵抗性について考慮しておく必要があると考えられる。一方、高ビーライトセメントは水和発熱量が小さく、少ない混和剤添加量においても高い流動性を示す等の理由から、高流動コンクリートへの適用が有望視されている。

本研究では、高ビーライトセメントを用いた高流動コンクリートと土木用途における一般的なコンクリートについて、乾燥収縮ひび割れに対する抵抗性を比較するとともに、体積変化に関する物性値とひび割れ抵抗性との関連性について検討を行った。

2.実験概要

使用材料を表1に示す。高流動コンクリートの粉体材料には高ビーライトセメントを単体で使用し、普通コンクリートには普通ポルトランドセメントを用いた。

コンクリートの配合を表2に示す。高流動コンクリートは、ペースト量の異なる2つの配合について検討を行った。高流動コンクリートの配合は、スランプフロー 65 ± 3 cm、空気量 $5.0 \pm 1\%$ 、ボックス充填高さ30cm以上（障害鉄筋5本）¹⁾を満足するよう決定し、普通コンクリートの配合はスランプ 8 ± 1.5 cm、空気量 $4.5 \pm 1\%$ を目標に決定した。

表1 使用材料

材 料	高流動コンクリート	普通コンクリート
セメント	高ビーライトセメント； （比重3.24，比表面積3220cm ² /g） C ₃ S 22%，C ₂ S 56% C ₃ A 3%，C ₄ AF 11%	普通ポルトランドセメント； （比重3.15，比表面積3250cm ² /g） C ₃ S 55%，C ₂ S 20% C ₃ A 9%，C ₄ AF 8%
混和剤	高性能AE減水剤：ネリガネン酸系 AE助剤：変形アクリル酸化合物	AE減水剤：リグニンスルホン酸塩 AE助剤：アクリルアミド化合物
細骨材	野洲川産川砂（表乾比重 2.59 F.M.=2.90）	
粗骨材	高機産砕石（表乾比重 2.70 F.M.=6.73）	

表2 コンクリートの配合

種 類	記号	W/C (%)	単位 ペースト (ℓ/m ³)	s/a (%)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)				高性能 AE減水剤 (C*wt%)	AE助剤 (C*wt%)
						W	C	S	G		
高流動 コンクリート	B1	26.2	399	48.2	5.0	183	699	688	771	1.53	0.0037
	B2	30.5	332	53.8	±1	165	541	861	771	1.80	0.0025
普通コンクリート	N	62.0	249	45.0	4.5±1	165	266	829	1040	0.25*	0.002

* AE減水剤を使用

コンクリートのひび割れ抵抗性は、コンクリートの乾燥収縮ひび割れ試験方法（JIS原案）により比較を行った。脱型までの前養生は封緘養生とし、前養生の期間は7日間とした。また、ひずみの測定は、乾燥前のコンクリートに作用する応力を求めるために前養生の段階から行った。さらに、コンクリートの物性値とひび割れ抵抗性との関連性を検討するため、乾燥収縮、自己収縮、圧縮クリープおよびヤング係数の測定を行った。これらの試験に用いた供試体の養生方法は、拘束ひび割れ試験と同様にした。

3.実験結果

ひび割れ抵抗性試験においてコンクリートに作用した引張応力および引張強度の経時変化を図1に示す。なお、引張応力は拘束板のひずみをコンクリートのひずみとみなし、コンクリートと拘束板の力のつり合い条件から求めたものである²⁾。普通コンクリート（N）は、材齢29日において貫通ひび割れが発生したが、高流動コンクリートは材齢91日時点においてB1、B2ともひび割れの発生は認められていない。また、粉体材料に高炉セメントB種を単体で使用した高流動コンクリートでは乾燥開始後2～3日でひび割れが発生した例³⁾が報告されており、このことか

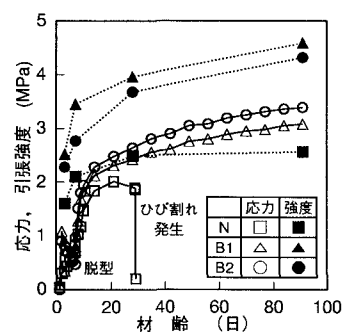


図1 応力、引張強度の経時変化

らも高ビーライトセメントを使用した高流動コンクリートの乾燥収縮ひび割れ抵抗性は高いと考えられる。また、B1、B2の引張強度はNの約1.8倍にも達するのに対し、応力は2割程度しか大きくなかった。引張強度と応力の関係をひび割れ指数で示すと、Nは材齢21日でひび割れ指数が1.1と最小となるのに対し、同材齢におけるB1、B2のひび割れ指数はそれぞれ、1.6および1.5と高くなった。

図2に無拘束供試体の自由ひずみの経時変化を示す。図中の破線は自己収縮ひずみを示し、実線は脱型時の自己収縮ひずみに乾燥収縮ひずみを加算したものである。コンクリートの自己収縮ひずみは、単位ペースト量が多く、水セメント比の低いコンクリートほど増加する傾向があるとされているが、B1、B2は水セメント比が26.5、29.9%と非常に低いにも関わらず、Nと同等以下となった。これは、セメントの鉱物組成において自己収縮量に最も大きな影響を及ぼすと考えられる C_3A の割合が、高ビーライトセメントの場合、少ないことが原因と考えられる⁴⁾。一方、材齢91日における自由ひずみは、B1、B2の単位ペースト量がNの1.3～1.6倍もあるにも関わらず 200×10^{-6} 程度小さくなった。すなわち、B1、B2の乾燥収縮ひずみはNに比べて 200×10^{-6} 程度小さくなった。これは、単位セメント量の差に起因する水和反応後の自由水量の差によるものと考えられる。

実拘束率⁵⁾およびヤング係数の経時変化を図3、図4に示す。配合Nの実拘束率は貫通ひび割れが発生するまで直線的に増加しており、値もB1、B2と比較して高い。ヤング係数を比較した場合、B1、B2の方がNに比べて大きいものの、B1、B2はNに比べて自由ひずみおよび実拘束率が小さいことから拘束を受けるひずみが小さくなり、応力もヤング係数の差ほど大きくならなかったと考えられる。

圧縮クリープ係数の経時変化を図5に示す。B1、B2はNに比べクリープ係数が小さいために応力緩和が小さくなることになり、実拘束率と反対の結果となった。これは、圧縮と引張応力下のクリープ係数の相違、一定持続荷重下と収縮により逐次応力が増加する状況との相違、クリープ試験供試体とひび割れ試験供試体に作用する応力レベルの相違等が考えられ、圧縮クリープ試験の測定結果をそのままひび割れ試験の内部応力の推定に適用することが困難と考えられる。

4.まとめ

本研究の範囲内においては、高ビーライトセメントを使用した高流動コンクリートは、一般的な土木構造物用のコンクリートに比べて、乾燥収縮ひび割れに対する抵抗性が高いことが示唆された。これは、高ビーライトセメントを使用することにより、体積変化率を低減できること、ならびに低水セメント比により高い引張強度が得られることが主な理由であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 枝松他：高流動コンクリートの自己充填性に及ぼす細骨材の影響，土木学会第51回年次学術講演会講演概要集第5部，1996.9
- 2) 川瀬：コンクリートの乾燥収縮ひび割れ試験方法の標準化とその適用性に関する研究(その2)，セメントコンクリートNo.533，1991.7
- 3) 超流動コンクリート研究委員会報告書（Ⅱ），日本コンクリート工学協会，1994.5
- 4) 田澤：水和反応によるセメントペーストの自己収縮，セメントコンクリートNo.565，1994
- 5) 川瀬：コンクリートの乾燥収縮ひび割れ試験方法の標準化とその適用性に関する研究(その1)，セメントコンクリートNo.532，1991.6

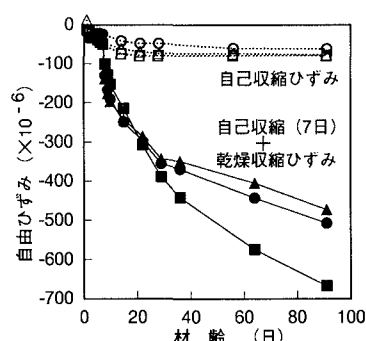


図2 自由ひずみの経時変化

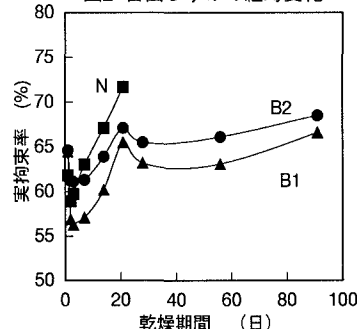


図3 実拘束率の経時変化

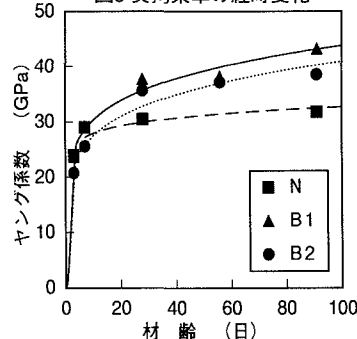


図4 ヤング係数の経時変化

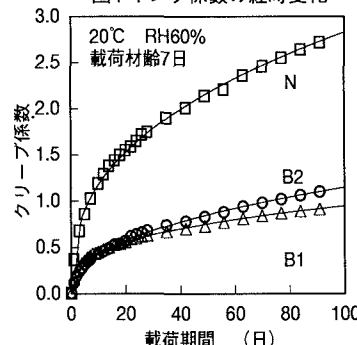


図5 クリープ係数の経時変化