

V-328

高強度コンクリートの温度ひび割れ抵抗性に及ぼす混和材の影響

宇部興産 正会員 山根昌浩
 宇部興産 正会員 松永 篤
 大林組技術研究所 正会員 竹田宣典
 大林組技術研究所 正会員 十河茂幸

1. はじめに

近年、高強度コンクリートの実用化のための研究が活発に行われているが、高強度コンクリートは結合材量が多いためにセメントの水和による発熱が大きく温度ひび割れの発生や強度発現への影響が懸念される。そのため、水和熱の低い高ピーライトセメントが注目され、強度発現性のほか流動性にも優れることが明らかにされている。一方、さらに水和熱を低くするために高炉スラグやフライアッシュ等の混和材の使用が考えられる。

本研究は、高ピーライトセメントを用いた高強度コンクリートについて、混和材が温度ひび割れ抵抗性に及ぼす影響を実験的に検討したものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用したセメントは、表1に示す高ピーライトセメント（LC、C₂S:52%）、混和材として高炉スラグ微粉末を用いた低熱高炉セメント（BBL、BCL）およびフライアッシュを用いた低熱フライアッシュセメント（FCL）である。骨材は、細骨材として海砂（比重2.55、吸水率1.45%、F.M.2.70）を、粗骨材として碎石（最大寸法20mm、比重2.70、吸水率0.56%、F.M.6.61）を使用した。また、混和剤はポリカルボン酸系高性能A/E減水剤を使用した。配合およびフレッシュコンクリートの性質を表2に示す。

2.2 温度ひび割れ試験方法

温度ひび割れ試験装置の拘束型枠は、図1に示すJIS原案「コンクリートの水和熱による温度ひびわれ試験方法（案）」¹⁾に準じたものである。試験は、拘束型枠を温度可変槽内に静置し、温度解析により求めた厚さ1.5mの壁の中心部の温度履歴を与えた。拘束鋼管内の循環水の温度は供試体のみかけの拘束率を高めるために打設12時間後から0.08℃/hrで上昇させた。拘束鋼管のひずみより供試体の応力を、埋込み型ひずみ計により供試体の温度とひずみを測定した。なお、供試体はビニルシートにより封緘状態になるようにした。型枠底板は厚さ2mmの鋼板とし、ビニルシートとの間にテフロンシートを挿入し付着を極力無くした。側板は打設1日後に脱型した。また、線膨張係数測定用の無拘束供試体および引張強度測定用の円柱供試体も温度可変槽内に静置した。温度ひび割れ試験は各配合とも2回実施した。

3. 温度ひび割れ抵抗性

温度ひび割れ試験によるコンクリートのひずみと温度の経時変化の例を図2に示す。また、温度とひずみとの関係を図3に示す。LCの場合には、コンクリート温度が最高になるとほぼ同時に供試体のひずみも最大になった。しかしBBL、BCLおよびFCLの場合には、コンクリート温度が上昇しているにもかかわらず無拘束および拘束のいずれのひずみも減少するという現象を示した。この傾向は高炉スラグを用いたBBLおよびBCLの場合に顕著であった。また、温度降

表1 セメントの配合割合

記号	配合割合			比重	フレンツ比表 面積 (cm ² /g)
	高ピーライト	高炉スラグ	フライアッシュ		
LC	100	-	-	3.23	3380
BBL	50	50	-	3.04	4390
BCL	30	70	-	2.97	4700
FCL	75	-	25	2.91	3480

表2 配合およびフレッシュコンクリートの性質

記号	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤 (C×%)	スランプ (mm)	空気量 (%)
			W	C	S	G			
LC	30.0	43	165	550	712	991	1.6	640	2.3
BBL					696	969	1.2	615	1.8
BCL					702	975	0.9	565	2.0
FCL					689	964	1.6	575	2.2

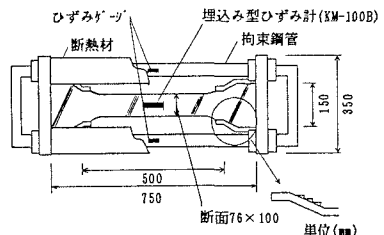


図1 試験装置

下時の温度とひずみの関係はLCではほぼ直線になったのに対して、混和材を用いた場合には温度降下初期での温度変化に対する収縮の割合が大きく曲線状になった。コンクリート温度が打設温度の20℃まで降下したときの無拘束ひずみ（収縮）は、LCに比べて混和材を用いた場合には約2.5倍大きくなった。

ひび割れ発生時の封緘養生供試体による引張強度 F_t 、供試体の応力 σ および材齢を表3に示す。 σ/F_t はいずれのセメントの場合も約0.9であった。ひび割れ材齢はLCが最も長く、続いてFCL、BBL、BCLの順になり、混和材を用いた場合に短くなる傾向を示した。

図4に水セメント比30%の場合のセメントペースト供試体（10×10×40cm）による封緘状態での長さ変化試験結果を示す。温度条件は20℃一定の場合および高温履歴を与えた場合とした。

封緘状態であってもいずれの供試体も収縮を生じた。LCはいずれの温度条件でも試験期間10日で約 150×10^{-6} と小さかったが、BBLおよびBCLはいずれの温度条件でも非常に大きな収縮を生じた。一方、FCLの場合は20℃ではLCと同等であったが、高温履歴を受けた場合には約 450×10^{-6} とかなり大きな収縮を生じ、温度条件により傾向が異なった。

このことから、温度ひび割れ試験における供試体の温度が上昇しているにもかかわらず収縮するという現象にはセメントの水和に伴う自己収縮が少なからず影響していると推察され、ひいてはひび割れ抵抗性にも影響を及ぼしていると考えられる。

4. まとめ

高強度コンクリートの温度ひび割れ抵抗性試験によれば、高ピーライトセメントのみを使用した場合は混和材として高炉スラグあるいはフライアッシュを用いた場合に比べて優れたひび割れ抵抗性を示した。これにはセメントの水和による自己収縮の小さいことが影響していると考えられる。

（参考文献）

- 1) 仕入他：コンクリートのひびわれ試験方法（案）
コンクリート工学、Vol. 23、No. 3、pp. 40-49、1985. 3

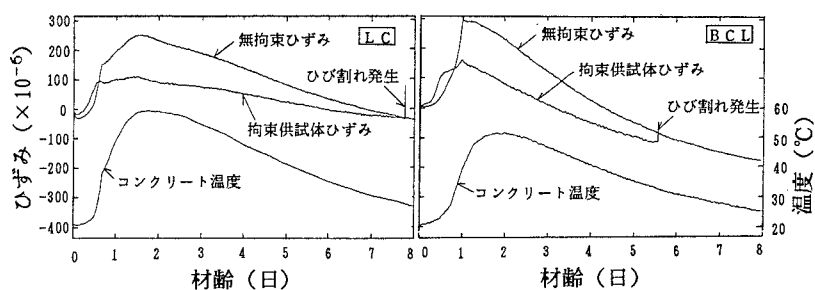


図2 コンクリートのひずみと温度の経時変化

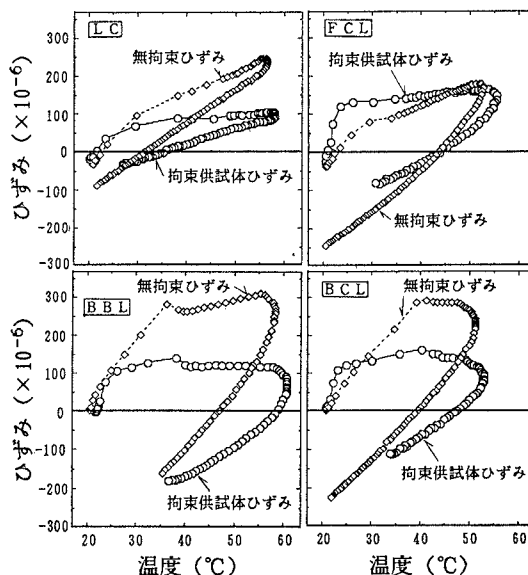


図3 温度とひずみとの関係

表3 ひび割れ発生時の諸物性

記号	引張強度 F_t (kgf/cm ²)	破断応力 σ (kgf/cm ²)	σ/F_t	材 齢 (日)
LC	35.7	32.2	0.90	8.0
BBL	36.6	33.0	0.90	5.4
BCL	33.5	28.9	0.86	5.1
FCL	34.6	30.6	0.88	6.0

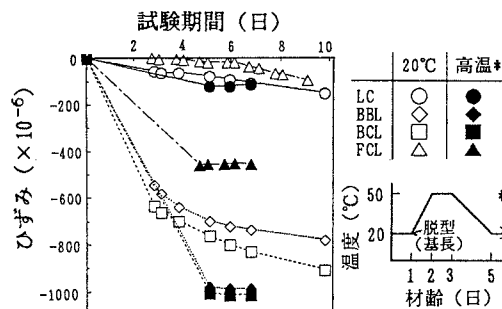


図4 長さ変化試験結果