

高膨張コンクリートを用いた薄板のプレ ストレス導入性状について

九州工業大学工学部 正会員 山崎 竹博
同 上 正会員 出光 隆
九州共立大学工学部 正会員 渡辺 明

1. まえがき

膨張コンクリートにケミカルプレストレスを導入する場合、乾燥収縮に加えてクリープによるプレストレス損失が生じるため、これらを補償してなお有効に残存する膨張ひずみの発生が必要となる。本研究では、数千 μ を越えるひずみを発現する膨張コンクリートとFRP緊張材を用いて、実用的な曲げ強度をもつCPC薄板を製造する方法について検討してきた。このような、土木学会“膨張コンクリート設計施工指針”に定める膨張ひずみの範囲を超えた膨張コンクリートを高膨張コンクリートと呼び、一般の膨張コンクリートと区別する。CPCを用いたPC部材は、数ミリの極めて薄いかわりでも緊張材に沿うひび割れが発生しないため、極薄のPCパネルが製造可能となり、ポリマーコンクリートや鋼板などに代わる埋設型枠やコンクリート補修用材料としての開発が期待される。用途に応じた曲げ耐力を得るためには、千 μ 以上の安定した長期膨張ひずみやケミカルプレストレス導入に必要な圧縮強度および付着強度の確保が必要である。

本報告では、水粉体比や単位膨張材量などの配合要因や打設初期の養生温度条件がケミカルプレストレス導入特性に与える影響について実験的に検討したので報告する。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

高性能膨張材には定着用膨張材として使用される石灰系材料、比重3.14を使用した。粗骨材には最大寸法13mm比重2.73の碎石、細骨材には比重2.53の海砂を使用し、セメントには比重3.15の普通ポルトランドセメントを使用した。高膨張コンクリートの実験配合を表-1に示す。膨張量は使用する高性能膨張材の使用量によって変化するため、実験では単位膨張材量を配合要因とした。緊張材には、表-2に示す炭素繊維 $\phi 5$ mmより線を使用した。

2. 2 供試体の形状・寸法

供試体は打設後24時間で脱型し、材齢7日までは湿布養生、それ以後は温度20℃、湿度70%の気中養生とした。強度測定には $\phi 10 \times 20$ cm円柱供試体を、自由膨張量の測定には $10 \times 10 \times 30$ cm角柱供試体を用いた。一方向プレストレス供試体には図-1に示す $3.5 \times 10 \times 50$ cmの薄板供試体を用いた。

2. 3 膨張ひずみおよび有効プレストレスの測定方法

膨張ひずみは、図-1のように供試体中央部に20cm間隔で設置した標点をコンパレータで打設時から測定するとともに、材齢1日後からホイットマーゲージで測定した。また、緊張材の引張力からプレストレスを測定するため、打設前に緊張材に防水加工したワイヤーストレインゲージを貼付してひずみを測定した。供試体の各膨張ひずみを材齢90日まで測定した後、曲げ試験から再びひび割れ荷重を測定して有効プレストレスを算出した。載荷供試体はスパン30cm、3等分点に2点

表-1 高膨張コンクリートの実験配合

Gmax (mm)	W/B (%)	s/a (%)	air (%)	単 位 量 (kg/m ³)					
				水 W	セメント B	膨張材 E	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 × B %
10	25.0	48	3	148	496	96	785	871	1.13
	27.5			156	471				0.97
	30.0			163	448	86			0.8
	32.5			170	458				
					427	96			
				417	106			0.9	

表-2 緊張材の機械的性質

	破断荷重 (tf)	破断強度 kgf/mm ²	弾性係数 kgf/mm ²	伸び率 (%)	断面積 (mm ²)
CFRP	2.64	261	15,400	1.5	10.1

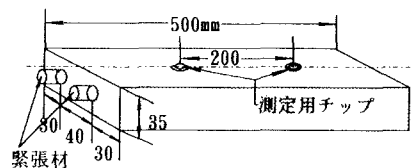


図-1 1方向PC板供試体の標点

集中载荷した。

3. 実験結果および考察

3. 1 水粉体比と緊張材ひずみおよび圧縮強度の関係

単位膨張材量を $96\text{kg}/\text{m}^3$ として水粉体比を変化させ、材料温度 20°C で緊張材ひずみおよび円柱供試体の圧縮強度を測定した。図-2に示す緊張材ひずみの測定結果から水粉体比は大きい程、膨張ひずみも大きくなることがわかった。一方、圧縮強度は図-3のように、水粉体比の増加とともに低下する結果が得られ、1週での目標強度 40MPa 以上を確保し、大きい緊張材ひずみを得るには水粉体比は32.5%程度が最適値と判断した。また、材齢7日から4週までの乾燥収縮ひずみは約 600×10^{-6} 程度であり、材齢4週での緊張材ひずみは 1500×10^{-6} 以上が得られた。

3. 2 単位膨張材量と膨張ひずみ・圧縮強度との関係

700×10^{-6} 程度の膨張ひずみを用いる従来の膨張コンクリートでは、一般に $60\text{kg}/\text{m}^3$ 程度以下の単位膨張材量を使用する。本方法では 2×10^{-6} 程度の安定した膨張ひずみを得るに必要な膨張材量を求めるため、膨張材量と膨張ひずみの関係を調べた。膨張材量を多くすれば硬化体の結晶が粗くなり強度低下を生じる。実験では結合材量を一定として、単位膨張材量を86, 96, $106\text{kg}/\text{m}^3$ の範囲で変化させ、無拘束状態、緊張材1, 2, 3本使用時の各場合について膨張ひずみおよび圧縮強度を測定した。各拘束状態での膨張ひずみを図-4に示す。同図から、膨張材量 $95\text{kg}/\text{m}^3$ 以下では無拘束状態と各拘束状態での膨張ひずみは一定の関係にあるが、膨張材量 $105\text{kg}/\text{m}^3$ では、拘束状態で 4000×10^{-6} 以下の膨張材量に比例した緊張材ひずみが得られるものの、無拘束状態ではひずみが著しく増大し、配筋状態によっては部材にひび割れ発生の危険性が考えられる。

これらの結果を総合して、使用する膨張材量を $96\text{kg}/\text{m}^3$ とした。

3. 3 養生温度と圧縮強度

単位膨張材量を $96\text{kg}/\text{m}^3$ として、養生温度を $10 \sim 30^\circ\text{C}$ の間で変化させて圧縮強度を測定した。図-5に示すそれらの結果から、単位膨張材量 $106\text{kg}/\text{m}^3$ では 20°C で圧縮強度が十分に発現しないが、養生温度を 30°C とすることによって、単位膨張材量 $96\text{kg}/\text{m}^3$ と同程度の圧縮強度となることが分かった。

4. まとめ

- (1) 長期的に薄板の緊張材に干 μ を越えるひずみを導入するには $96\text{kg}/\text{m}^3$ 程度の単位膨張材量の使用が適切である。
- (2) 膨張ひずみ量は水粉体比の増加に連れて大きくなるが、一方強度低下を生じるため、実用的には32.5%程度が適切である。
- (3) 単位膨張材量が多く、圧縮強度が出にくいときは、養生温度を 30°C 程度に上昇させることが望ましい。

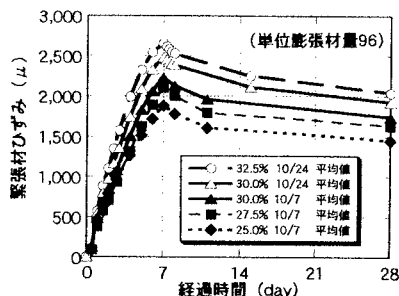


図-2 水粉体比の相違と緊張ひずみの経時変化

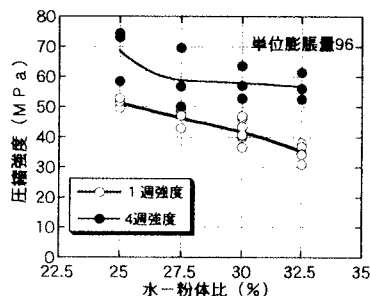


図-3 水粉体比の変化と圧縮強度

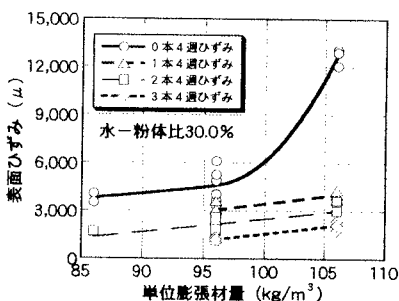


図-4 単位膨張材量と表面ひずみ

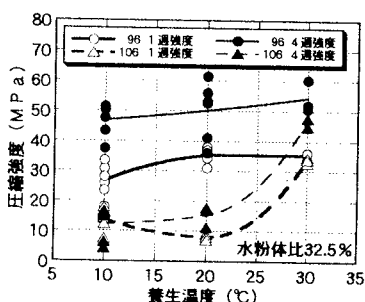


図-5 養生温度と圧縮強度の関係

参考文献 [1]山崎竹博, 山光隆, 立石健二, 渡辺明: P C用高性能膨張材を用いた2方向P C埋設型枠用薄板の製作に関する研究, プレストレスコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, No. 6, 1996.10, pp.575-580.