

ポリマーを混入した膨張コンクリートに関する研究

九州工業大学大学院 学生会員 内大久保 清一

九州工業大学 フェロー 出光 隆 正会員 山崎 竹博

1. はじめに

コンクリート施工の省力化、木材資源の保護、構造物の耐久性向上などの観点から PIC や REC 製パネルを、木製型枠に代えて使用する事例が増してきている。本研究では、この型枠をセメントで作る方法を研究した。普通コンクリートで薄肉パネルを作製する場合、引張強度が低いためプレストレスを導入する必要がある。そこで比較的容易にプレストレスを導入する方法として、緊張材に耐食性、高引張強度に優れた CFRP(炭素繊維)を用い、膨張コンクリートの膨張力を利用したケミカルプレストレストコンクリート (CPC) 薄板の作製方法を検討してきた。しかし、膨張材は自らを粗にして膨張するので長期経過後カルシウム塩が溶出してエフロレッセンスが発生し強度低下につながる。そこで、本研究では、ポリマーを用いてカルシウム塩を抑える方法を検討し、ポリマーを混入した膨張コンクリートの作製を試みた。

2. 実験概要

2.1 使用材料

普通ポルトランドセメント (比重 3.16), O型膨張材 (石灰系エクспан比重 3.17), CFRP より線φ5.0mm, を使用した。ポリマーは、市販されている代表的な成分から表-1 に示す 6 種類を使用した。ポリマーの名称については表-1 に示す記号のように省略して使用する。打設する配合はこれまでの一連の研究からワーカビリティなどを考慮して、ポリマー性能比較のための配合を表-2, 高膨張コンクリートの配合を表-3 に示す。

2.2 供試体の形状及び寸法

表-2 の配合では 4×4×16 cm の供試体を 3 本、表-3 の配合では木製型枠を使用して寸法が 3.5×15×51cm, 緊張材本数 3 本の薄板供試体(図-1)を横打ちで 3 体作製した。圧縮強度にはφ10×20cm 円柱供試体を拘束で 3 体作製した。供試体の養生は 4 週湿布としその後 20℃, 湿度 70%の気中養生とした。

2.3 膨張ひずみ測定方法

コンクリートの表面ひずみは、打設 23 時間後にガラス板を供試体表面に貼付して 2 点間の距離をコンパレーターで測定し、緊張材ひずみは、緊張材に貼付したワイヤーストレインゲージから測定した。

表-1 ポリマー性能表

記号	EVE系	SAE系	EVC系	SBR系	PAE系	EVA系
組成	エチレン・酢酸ビニル・塩化ビニル供重合樹脂水性エマルジョン	スチレン・アクリル供重合エマルジョン	エチレン・酢酸ビニル供重合樹脂エマルジョン	スチレンブタジエンゴム系ラテックス	特殊アクリル供重合体	変性エチレン酢酸ビニル系エマルジョン
pH	5.0~7.0	7.0~9.0	4.5~6.5	9.5	9.5	6.0
全固形分(%)	50	50	45	45	44~46	45
粘度(mPa・s)	500	20	200	50	300	1100
比重	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.02

表-2 ポリマー性能比較のための配合表

種類	Gmax (mm)	P/C (%)	W/B (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量(kg/m ³)					混和剤 (g)	
						水 W	粉体B セメント C		細骨材 S	粗骨材 G		ポリマー P
							フライアッシュ F					
基準	10	0	32.5	48	3	166	443	69.0	778	872	0	5.120
ポリマー 混入		5	30			154			771	854	22.2	
		10							749	818	44.3	
		15							727	783	66.5	

表-3 高膨張コンクリート配合表

種類	Gmax (mm)	P/C (%)	W/B (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量 (kg/m ³)					混和剤 (g)	
						水 W	粉体B		細骨材 S	粗骨材 G		ポリマー P
							セメント C	膨張材 E				
基準	10	0	32.5	48	3	168	427	90	784	880	0.0	4.136
EVA系		5				188	427		733	822	21.4	3.587
SAE系						158	378		788	884	18.9	3.175
						152	396	19.8			4.046	
						144	414	20.7			4.198	
						155	410	87			20.5	4.140
						413	84	778	872	20.7		
						416	81	20.8				
						152	396	90	781	883	19.8	4.046
		158				750			848	39.6	4.205	
		164				718			812	59.4	4.363	

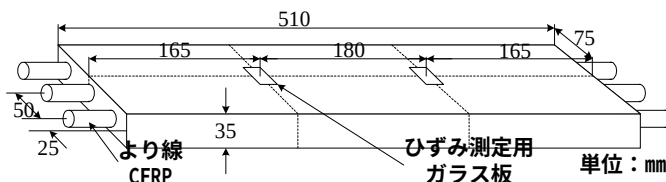


図-1 薄板供試体の寸法

キーワード： ケミカルプレストレストコンクリート, ポリマー, エフロレッセンス, 膨張ひずみ

〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 Tel 093-884-3114 Fax 093-884-3100

3. 実験結果及び考察

3.1 ポリマーの性能比較

6 種類のポリマーについて、4 週経過後の曲げおよび圧縮強度試験を行った。図-2、図-3 より、曲げ強度が高い順に並べると SAE、EVE、PAE、EVA 系のポリマーとなる。さらに、圧縮強度試験結果からみると SAE、SBR、EVA となり、総合的にみれば SAE 系と EVA 系が強度的に優れていると考えられる。以後の実験では、2 種類のうちで pH の高い SAE 系のポリマーを用いた。

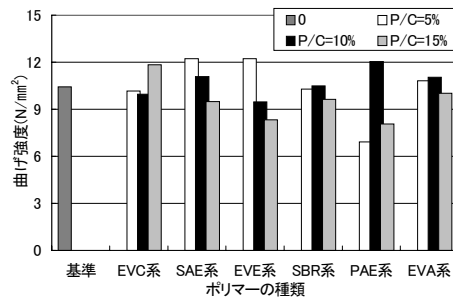


図-2 4週経過後の曲げ強度

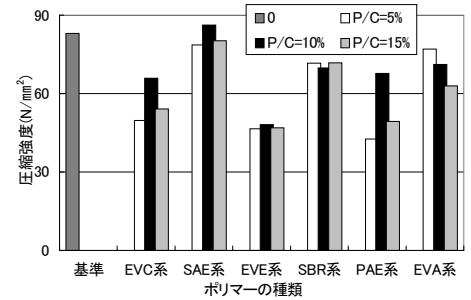


図-3 4週経過後の圧縮強度

3.2 ポリマーを混入した膨張コンクリートの圧縮強度の評価

膨張材量 90kg/m^3 、水粉体比 32.5%、SAE 系ポリマー混入量 5% の供試体で圧縮強度試験を行った。図-4 より無拘束の状態では強度が 10N/mm^2 となっているが、拘束した状態では 4 週圧縮強度で 50N/mm^2 程度の強度が得られている。しかし、図-3 に示す SAE 系コンクリートと比較すると、膨張ポリマーコンクリートでは 4 割程度の強度低下が生じた。

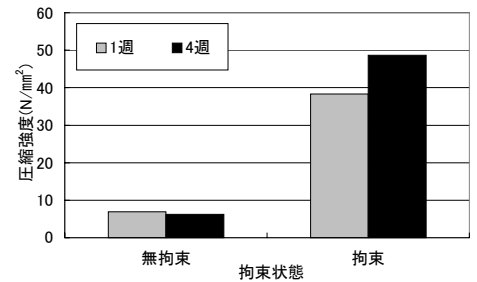


図-4 拘束状態と圧縮強度

3.3 ポリマー混入による膨張への影響

ポリマーを混入したコンクリートの膨張ひずみを測定した。

3.3.1 膨張材量による影響

図-5 より、膨張材量 81、90 では表面ひずみと緊張材ひずみで近い値を示している。しかし、96、87、84 では表面ひずみが 7 日程度で 4000μ を超えているので、硬化と膨張のバランスが崩れて強度の発現が追いつかず緊張材とコンクリートの間で滑りが生じていると考えられる。

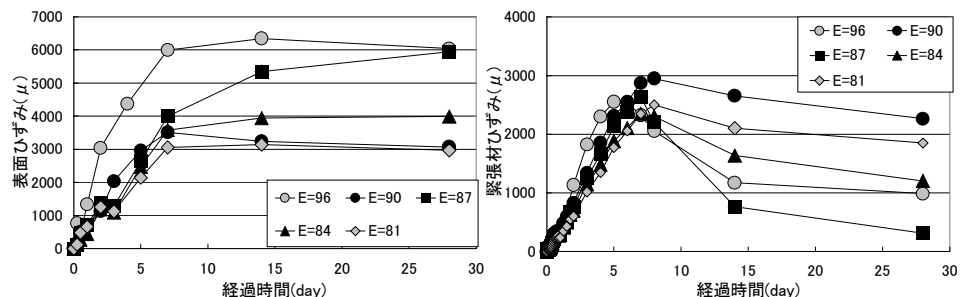


図-5 膨張材量と表面及び緊張材ひずみの関係

3.3.2 ポリマー混入量による影響

図-6 より、ポリマーセメント比が多くなると膨張ひずみは発現するが、材齢 5 日程度から緊張材ひずみの低下が顕著になることが分かる。この原因として、ポリマーを多量に混入することによって過度に膨張が発生したためであると考えられる。

4. まとめ

- (1) 代表的なセメント混和用ポリマー 6 種類のうち、曲げ及び圧縮強度ともに EVA 系、SAE 系が優れていることがわかった。
- (2) 拘束養生でのポリマー膨張コンクリートの圧縮強度は 4 週で 50N/mm^2 程度となり実用的な強度が得られた。
- (3) 膨張材量は 90kg/m^3 が最適であり、それ以上になると膨張と硬化のバランスが崩れてしまうと考えられる。
- (4) ポリマー混入量が多くなると異常膨張が起こりコンクリートと緊張材で滑りが生じるので、5%程度に抑えることが望ましいと考えられる。

以上の結果より、ポリマーを混入しても安定した膨張を示すのは、膨張材量 90kg/mm^3 、ポリマー混入量 5% で SAE 系のポリマーを使用したときであると考えられる。

参考文献： 山崎 竹博・出光 隆・渡辺 明：CPC 薄板のプレストレス導入に及ぼす養生温度の影響に関する研究、プレストレストコンクリート技術協会第 9 回シンポジウム論文集、pp.745-750,1999。