

粗骨材の違いが PPC の基礎特性に与える影響

○東京都市大学 学生会員 三島元輝 齋藤藤仙太
東京都市大学 正会員 栗原哲彦
日鉄ケミカル&マテリアル(株) 正会員 文屋遼太郎 櫻井俊太

1. 研究背景と目的

現在、我が国の橋梁の多くは劣化損傷が激しく、老朽化が問題点として挙げられる¹⁾。不飽和ポリエステルを用いたレジンコンクリートである Polyester Polymer Concrete(PPC)は、接着性、耐摩耗性に優れているだけでなく、防水性や引張強度に非常に優れており²⁾、橋梁の補修、特に RC 床版の上面増厚への展開が期待できる材料であると考えられている。本研究は、セメントコンクリートにおいて硬化収縮の抑制効果が期待できる石灰砕石³⁾ (以下:石灰石)を使用し、PPC においても硬化収縮の抑制効果を確認する。また適切に PPC を舗装面に適用するため、PPC の基礎物性である熱膨張係数、圧縮強度、静弾性係数を取得し、石灰砕石と硬質砂岩砕石(以下:砂岩石)の比較を行った。

2. 試験概要

2.1 熱膨張係数の測定

PPC は、樹脂量を重量比 13.5wt%とし、最大寸法 8mm の粗骨材(石灰石と砂岩石を使用)を使用した。寸法 40×40×160mm の試験体を作製し、試験体中心にひずみ計および熱電対を設置した。表-1 に試験体ケースを示す。表-2 に恒温槽内の温度変化を示す。恒温槽の温度を変化させ、試験体中心のひずみと温度を計測し、熱膨張係数を算出した。また、寸法 φ50mm×100mm の円柱試験体を用いて、圧縮強度および静弾性係数(長さ 60mm のひずみゲージを使用)を測定した(JIS A 1108, 材齢 34 日)。

2.2 上面増厚を想定した収縮特性試験

母材コンクリートは寸法 300×300×60mm の JIS 平板を用い、増厚する PPC は厚さ 20, 30, 40, 50mm として、供試体を作製した。配合は、2.1 と同じとした。

表-3 に試験体ケースを示す。養生は気中養生とした。埋め込みゲージ・熱電対を界面に、PPC 表面に熱電対を張り付けた。測定は、夏季に屋外暴露測定(写真-1)を行い、暴露条件は直射日光のあたる場所で 5 日間とした。

3. 結果と考察

3.1 熱膨張係数の測定

石灰石を使用した PPC のひずみと温度の関係を図-1、熱膨張係数算出結果を表-4 に示す。なお 23℃→50℃と 0℃→23℃を膨張、50℃→0℃を収縮とする。

表-1 試験体ケース (恒温槽内測定)

No	骨材	基準温度(°C)	試験体数
Case1	石灰石	23	3
Case2	砂岩		3

表-2 温度変化

温度サイクル	温度変化速度
23℃→50℃→50℃1h保持→0℃→0℃1h保持→23℃	5分/°C

表-3 試験体ケース (暴露測定)

Case	施工厚(mm)	骨材の種類
1	20	石灰石
2	30	
3	40	
4	50	
5	20	砂岩石
6	30	
7	40	
8	50	



写真-1 夏季屋外暴露測定状況

キーワード ポリエステルポリマーコンクリート 熱膨張係数 石灰砕石

連絡先 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL : 03-5707-0104 E-mail : nkuri@tcu.ac.jp (栗原)

表-4 熱膨張係数算出結果

		熱膨張係数(×10 ⁻⁶ /°C)					平均	比率			
		23°C→50°C	50°C→0°C	0°C→23°C	平均	比率					
Case1	石灰石1	39.0	40.8	42.3	40.8	41.8	41.1	0.96			
	石灰石2								38.1	40.8	42.9
	石灰石3								39.9	43.9	42.9
Case2	砂岩1	41.2	43.5	45.1	41.4	42.5	42.9	1			
	砂岩2								40.6	43.7	42.5
	砂岩3								41.5	46.6	43.7

表-5 圧縮試験結果

	圧縮強度平均 (N/mm ²)	比率	静弾性係数平均 (kN/mm ²)	比率
石灰石	69.0	1.01	19.8	1.10
砂岩	68.1	1.00	18.1	1.00

表-6 夏季暴露試験の熱膨張係数算出結果

Case	施工厚(mm)	骨材の種類	熱膨張係数(×10 ⁻⁶ /°C)	比率
1	20	石灰石	37.5	0.78
2	30		42.0	
3	40		32.2	
4	50		37.4	
5	20	砂岩石	50.2	1.00
6	30		41.6	
7	40		49.4	
8	50		49.6	

表-4 に示す結果より、石灰石と砂岩を比較すると、23°C→50°C・50°C→0°C・0°C→23°Cのすべての温域で石灰石の熱膨張係数が小さい。また表-5 に示す結果より、石灰石と砂岩を比較すると、石灰石の圧縮強度が砂岩の1%増加、静弾性係数が10%と増加し、ともに石灰石の方が高い結果となった。

3.2 上面増厚を想定した収縮特性試験

界面温度とひずみから石灰石と砂岩それぞれの熱膨張係数を求めた。夏季暴露試験の石灰石の熱膨張係数を図-2、夏季暴露試験の熱膨張係数算出結果を表-6 に示す。表-6 に示す結果より、石灰石と砂岩の熱膨張係数を比較すると、施工厚 3cm を除いて、石灰石の熱膨張係数の方が小さい。これは石灰石のひずみが抑えられているためと考える。また施工厚 3cm が異なった結果の原因として、石灰石の熱膨張係数は推定値よりも高くなり、砂岩 3cm の熱膨張係数は推定値よりも低くなったためであると考えられる。

4. まとめ

本実験により、以下の知見が得られた。

(1) 石灰石を粗骨材として使用した PPC は砂岩石を

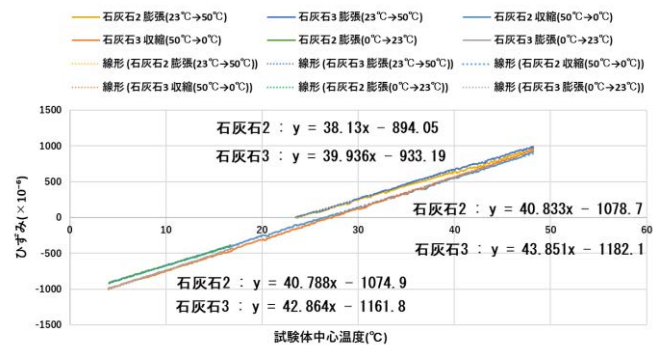


図-1 石灰石を使用した PPC のひずみと温度の関係

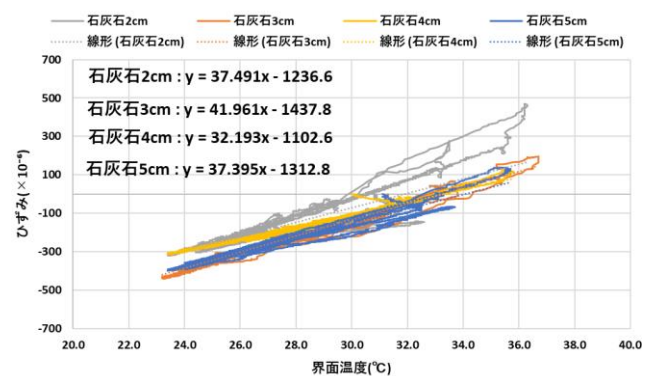


図-2 石灰石を使用した PPC のひずみと界面温度の関係(暴露)

使用した場合と比較して、熱膨張係数が4%、22%減少し、圧縮強度と静弾性係数がそれぞれ1%、10%と増加した結果となった。

(2) 熱膨張係数、圧縮強度、静弾性係数の結果から、PPC に使用する骨材は石灰石の方が望ましく、セメントコンクリート同様にひずみが抑制された。

参考文献

- 1) 国土交通省：老朽化の現状・老朽化対策の課題、(<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobohozen.html>)
- 2) 太田考二ら：米国における道路橋床版損傷の適用・国内外の状況と課題、セメント協会月会誌、2013
- 3) 兵頭彦次ら：石灰石骨材がコンクリートの収縮特性に及ぼす影響、コンクリート工学年次論文集、Vol.31, No.1, pp.571-576, 2009