

第V部門 温度作用を受けるコンクリート補修用表面被覆材におけるパテ材の材料特性に関する検討

神戸大学工学部 学生会員 ○Sengchiv CHEA
 神戸大学大学院 学生会員 西川 諒
 神戸大学大学院 正会員 中西 智美

神戸大学大学院 学生会員 後藤 涼介
 神戸大学大学院 正会員 森川 英典
 本州四国連絡高速道路(株) 正会員 竹口 昌弘

1. 研究背景・目的

近年 アルカリ骨材反応, 中性化, 飛来塩分等の劣化でコンクリート構造物の早期劣化が発生している. そこで, 水, 炭酸ガス, 酸素等の劣化因子を遮断する機能を有する表面被覆材工法が適用される. しかし, 表面被覆材を塗布した実構造物では, 夏期において日射による高温下におかれる. 表面被覆材の各層のガラス転移温度を表-1に表す. 表-1にパテ材のガラス転移温度が47°Cであり, 日射による温度上昇によって, ガラス転移温度に達して, 材料特性が変化することで, コンクリート表面と表面被覆材との界面に影響を与えることが考えられる.

表-1 表面被覆材のガラス転移温度

	ガラス転移温度
プライマー	60°C
パテ	47°C
中塗り	常温以下
上塗り	常温以下

本研究では, パテ材単体の試験体を高温条件(70-80°C)と常温条件(10-20°C)の水中に40日間浸漬した. 浸漬後に引張試験, 寸法変化測定試験を実施し, 導出した引張弾性係数および浸漬前後のパテ寸法の変化から実験要因による影響を検討した.

2. 実験概要

本研究での実験供試体は, 引張試験用ダンベル試験片(図-1)と寸法変化測定試験用正方形板試験片(25×25×0.4mm)である. 一般的な実験の条件において引張速度およびダンベル供試体の形状は供試体の材料によって, JISに規定されているが, 本実験では, 使用された材料がエポキシ樹脂で, 特にJISには規定されていなかったため, 引張試験の速度を試験によって, 検討した.

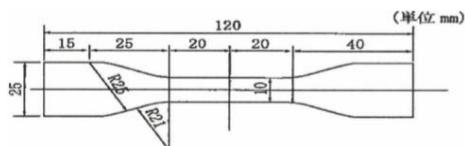


図-1 ダンベル状1号試験片(厚さ0.4mm)

2.1. 引張試験速度

引張試験での試験速度は0.2mm/minとした. コンクリート塗膜材料の品質試験方法では試験速度5mm/minと定められているが, 本実験では膜厚0.4mmと薄く, 標線外破断を誘発することが考えられた. 表-2に試し試験結果を表す.

表-2 試し試験結果

試験速度 (mm/min)	試験体番号	最大引張強さ (N)	最大伸び (mm)	断面積 (mm ²)	引張弾性係数 (N/mm ²)	標線内破断	標線外破断
0.1	1	34.56	1.04	3.67	1765.1	○	
	4	57.20	1.55	4.62	1676.9	○	
0.2	2	50.43	1.13	4.30	1725.3	○	
	3	49.75	0.96	3.82	2192.9	○	
0.25	5	43.73	0.95	3.89	1940.8		○
	6	63.50	1.26	4.41	2111.2		○
	7	59.89	1.05	5.18	1930.0	○	
	8	68.45	1.56	4.82	1767.1	○	
	9	39.37	1.01	3.26	2024.0	○	

2.2. 実験方法

パテ材を0.4mm厚さの画用紙に打設し, ダンベル試験片の形状が1号型及び膨張試験用の25mm底辺の正方形供試体を作成した. その後, 供試体を30日間養生した. 供試体養生後, 70-80°C程度の温水と10-20°C程度の常温水に浸漬させ, 40日間養生した. 養生した供試体を用い, 引張試験を実施した. 正方形供試体の寸法変化測定においては, 水中浸漬前後に2回行った.

引張弾性係数を導出する際, ダンベル供試体全体の伸びのほか, 標線間の距離および伸びを計測し計算した. 標線間はカメラでインターバル撮影を用い, 10秒ごとに写真を撮った. カメラの設定においては, シャッタ速度が1/1000s, 絞りf/2.8を設定した. 引張試験を実施した後に, CADを用い, ダンベル供試体の標線間の変位を測定した.

2.3. 実験要因

本実験では, 作製した供試体の本数は各ケース10本であるが, その中から, 試験片掴み部のすべりが小さく

最も誤差が小さいもの 3 体のみ使用した。実験の要因は表-3 に示す。

表-3 実験の要因

水中浸漬の条件	本数	材料名	浸漬期間(日)	ダンベル形状	厚さ(mm)
常温 (10℃-20℃)	3 本	パテ E395	40	1 号	0.4
高温 (70℃-80℃)	3 本				0.4

3. 試験結果および考察

3.1. 正方形供試体の寸法変化

表-4 に寸法測定の変化率を示す。結果によって、常温条件および高温条件ともに、厚さが増え、辺の長さが小さくなった。また、重さが増加した。この結果から常温条件は高温条件よりも、水分を多く吸収したことが考えられる。

表-4 寸法測定の変化率

変化率(%)	常温	高温
厚さ	41	23
辺の長さ	-1.3	-1.8
重さ	3	1

3.2. ダンベル試験片の結果

図-2 にダンベル試験の応力-ひずみ曲線を表す。

応力 2~4N/mm² で治具の掴み具と供試体

がすべっているケースが多い。このことから、全体ひずみにおける引張弾性係数を 0-2N/mm² と 4-6N/mm² に分けて評価した。

図-3 に全体ひずみにおける引張弾性係数を示す。

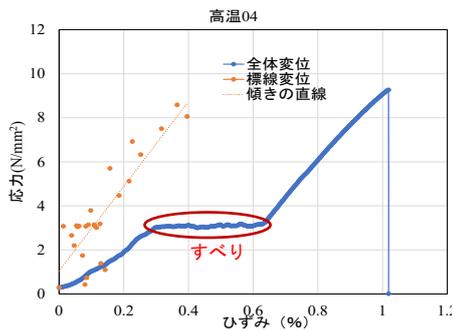
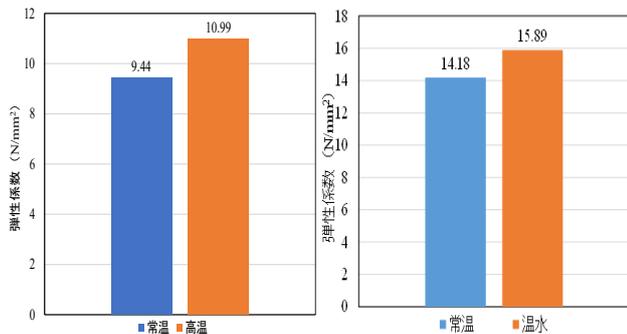


図-2 応力-ひずみ曲線



$\sigma = 0 \sim 2 \text{ N/mm}^2$

$\sigma = 4 \sim 6 \text{ N/mm}^2$

図-3 全体ひずみにおける引張弾性係数

図-3 の結果より、 $\sigma = 0 \sim 2 \text{ N/mm}^2$, $\sigma = 4 \sim 6 \text{ N/mm}^2$ のすべての場合で常温条件の引張弾性係数は、高温条件よりも小さかった。

標線間における曲線から、引張っている供試体の滑りが発生したら、標線間のひずみが減少していく傾向も確認された。そこで、標線間距離から導出した引張弾性係数の誤差を減らすために、滑った瞬間で、引張弾性係数が負の値をとったデータを除外し、各条件と

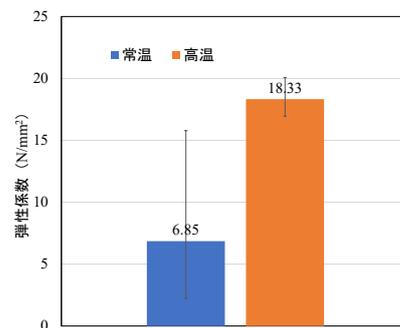


図-4 標線間における平均引張の弾性係数

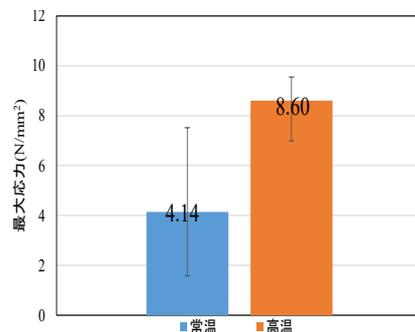


図-5 最大引張応力

も 3 ケースに絞って平均値を導出した。上記の方法を用い、まとめた標線間距離から導出した引張弾性係数を図-4 に示す。この結果より高温水に浸漬した供試体の弾性係数が常温条件より大きい。また、標線間における弾性係数が負の値を取らない供試体の最大引張応力を図-5 に表す。各条件の平均値を比較すると、高温条件の最大引張応力は、常温条件よりも大きい。

4. まとめ

引張弾性係数が大きい、すなわち剛性が高く、また、最大引張応力が高いことから、高温の水中にさらされたパテ材は、常温の水中にさらされた場合よりも硬化したことが考えられる。寸法測定の結果からも、常温条件の供試体は高温条件よりも多くの水分を吸収していることが考えられ、このことから、高温条件のパテ材は硬度が増すことが考えられる。この考察を受けて、高温状態にさらされたパテ材は硬度が増すために、コンクリート付着面への追従性が低下し、それによって接着性が低下することが考えられる。

参考文献

1) 日本道路協会 :鋼道路橋防食便覧, 第II編 塗装編, 付属資料, pp195-201, 2014.3.