

V-13

酸化チタン混和モルタルの硬化収縮と付着特性に関する研究

秋田大学 学生員 ○南元 大輔
秋田大学 奈良 千尋
秋田大学 正 員 徳重 英信

1.はじめに

近年、大気汚染や水質汚染などの環境汚染の問題が深刻となっている。そこで大気浄化などの機能を発揮する光触媒が注目されており、一般的に酸化チタンが利用されている。しかし、酸化チタンは塗料として使用されることが多いため、剥離や摩耗によってその機能が失われてしまうおそれがある。そこで補修材として酸化チタンをコンクリートに混和したものを使用することでその効果を持続することができると思われる。補修材として利用するためには酸化チタンを混和したセメントモルタルの硬化収縮特性、付着特性などを検討する必要がある。本研究では、酸化チタンを混和したセメントモルタルを作成し、酸化チタンの硬化収縮特性に及ぼす影響について実験的検討を行った。また、酸化チタン混和モルタルとコンクリートのスラント試験を行い、付着特性を評価することを目的とした。

2.使用材料および配合

使用材料は早強ポルトランドセメント（密度 3.13g/cm³）、標準砂（JIS R 5201、密度 2.64g/cm³）、アナターゼ型酸化チタン粉末を T1、T2（密度 3.90g/cm³）の 2 種類、アナターゼ型酸化チタン水溶液（T3）ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤である。酸化チタン混和モルタルの示方配合を表-1 に示す。

表-1 酸化チタン混和モルタルの示方配合

供試体名	TiO ₂ の種類	W/B	単位量 (kg/m ³)							混和剤
			W	C	S	T1	T2	T3	SP	
GM-Plain		39.0	259	664	1324	0	0	0	2.99	
CM-T1	T1	39.0	259	564	1324	100	0	0	29.88	
CM-T2	T2	39.0	259	564	1324	0	100	0	29.88	
CM-T3	T3	39.0	110	564	1324	0	0	249	29.88	

3.実験概要

硬化後の供試体の圧縮強度、弾性係数およびポアソン比を材齢 28 日で、φ50×100mm の供試体を用いて測定した。また、モルタルの硬化収縮ひずみを非接触型レーザー変位計により測定を行い、硬化収縮応力はロードセルを用いて測定した。各々の供試体寸法は 25×36×220mm である。スラント試験の供試体寸法は φ100×200mm であり、材齢 28 日で試験を行っている。スラント試験用供試体は、ベースコンクリート上にオーバーレイモルタルを図-1 に示すように打ち継いだものであり、ベースコンクリートには圧縮強度 80N/mm² 程度の高強度コンクリート

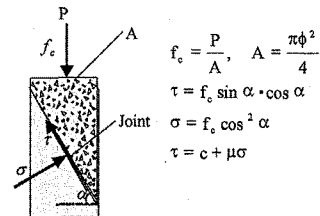


図-1 スラント試験の付着力の評価

を用いている。スラント試験により算出される付着力は図-1 に示すとおりであり、 f_c は破壊強度、 τ はせん断付着強度、 σ は主応力、 c は粘着力、 μ は摩擦係数である。摩擦係数 μ はベースコンクリートのジョイント部の平滑さで決定され、既往の研究より $\mu=0.7$ としている。

4.実験結果及び考察

酸化チタン混和モルタルの硬化後の物理的性質を表-2 に示す。セメントモルタルに酸化チタン粉末または酸化チタン水溶液を混和すると、圧縮強度は 71.2N/mm² から 63~67N/mm² 程度に低下し、弾性係数は 1 割程度低下している。

酸化チタン混和モルタルの硬化収縮ひずみおよび応力を図-2 に示す。酸化チタンを混和しないセメントモルタル（CM-P）の硬化収縮ひずみは、打込みから 72 時

表-2 酸化チタン混和モルタルの物理的性質

供試体名	フロー	空気量 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	ポアソン比
CM-P	208	4.5	71.2	34.8	0.19
CM-T1	206	3.6	67.2	31.1	0.17
CM-T2	162	4.8	65.8	32.8	0.17
CM-T3	131	5.0	62.8	31.5	0.18

間後で 100μ 程度を示し、同様に硬化収縮応力は 0.04N/mm^2 程度である。一方、酸化チタン粉末 T1 および T2 を 15% 混和した場合は、各々硬化収縮ひずみは 750μ および 850μ 程度となり、硬化収縮応力は 0.13N/mm^2 程度および 0.18N/mm^2 程度となり、酸化チタンの混和に伴って収縮量が增加する傾向を示した。一方、酸化チタン水溶液 (T3) を混和したモルタルの硬化収縮ひずみは 250μ 程度、硬化収縮応力は 0.02N/mm^2 と、セメントモルタル (CM-P) とほぼ同様な結果を示した。これらの結果には、セメント水和物と酸化チタンの結合が影響しているものと考えられ、微細構造の検討を含めた詳細な検討が必要であると考えられる。

硬化後のコンクリートとの付着性能を評価するために、スラント試験を行った結果 (スラント試験時の破壊強度と粘着力) を図-3 に示す。なお、スラント試験時の供試体の破壊は、全供試体においてベースコンクリートと酸化チタン混和モルタル (オーバーレイモルタル) の打ち継ぎ部の剥離で生じた。セメントモルタルに酸化チタンを混和することにより、破壊強度および粘着力はセメントモルタル (CM-P) の約 3.0~3.6 倍の値を示した。これはオーバーレイモルタルとして用いたモルタルに混和した酸化チタン粉末が、ベースコンクリートとの付着面における化学的な結合に影響を及ぼしたものと考えられる。

本研究では、ベースコンクリートと打ち継ぎ面に特別な処理はしておらず平滑面である。打ち継ぎ部に表面処理を施すことにより摩擦係数は増加し、破壊強度はオーバーレイモルタルもしくはベースコンクリートの圧縮強度のうち低い方の強度に近い値となる。スラント試験によって求められた各酸化チタン混和モルタルの粘着力から、付着面の摩擦係数を増加させた場合の摩擦係数と破壊強度の関係を算定した結果を図-4 に示す。平滑な面に酸化チタン混和モルタルを打ち継いだときの破壊強度は、表面処理を行って粗面 ($\mu=1.4$) としたベースコンクリートに、酸化チタンを混和しないモルタル (CM-P) を打ち継いだときの破壊強度とほぼ同等の値を示すことが明らかとなった。なお、 $\mu=1.4 \sim 1.6$ 程度とすると酸化チタン混和モルタルの圧縮強度に近づき、打ち継ぎ部の表面処理により、摩擦係数を 1.6 以上にすると破壊モードは打ち継ぎ部から酸化チタン混和モルタルの破壊へと移行すると考えられる。

5.まとめ

酸化チタン混和モルタルは、酸化チタンの混和に伴って圧縮強度および弾性係数が低下する。また、酸化チタンの種類によって硬化収縮応力と硬化収縮ひずみは大きく異なる。コンクリートとの付着に関しては、酸化チタンの混和によって粘着力が増加し、粘着力が高まることが明らかとなった。これらの結果には、酸化チタンとセメント水和物の化学的結合が強く影響しているものと考えられ、詳細な検討が必要である。

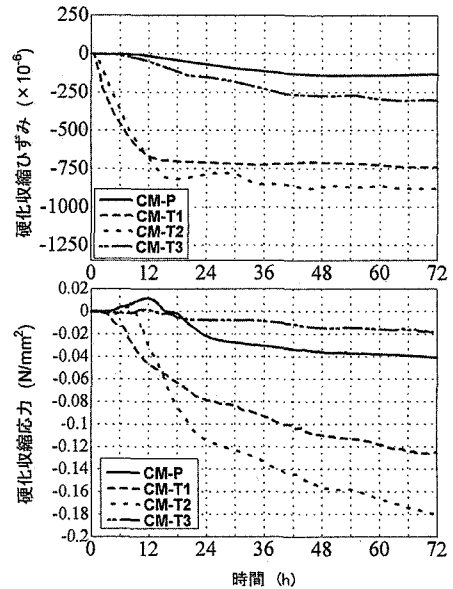


図-2 硬化収縮応力およびひずみの経時変化

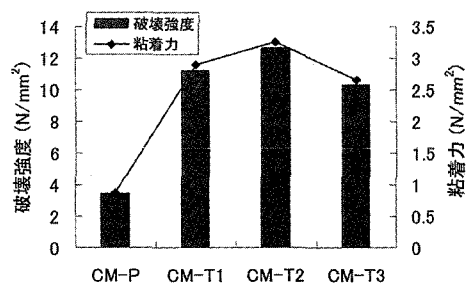


図-3 破壊強度と粘着力

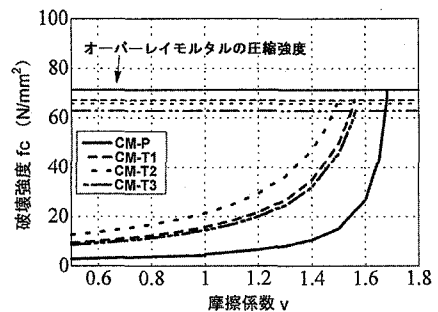


図-4 摩擦係数と破壊強度の関係