

酸化チタン混和ポーラスコンクリートの表層部空隙中の水分移動に関する研究

秋田大学 学生員 ○鈴木菜採 秋田大学 正 員 徳重英信
秋田大学 フェロー 川上 洵 川田工業 (株) フェロー 古村 崇

1. はじめに

ポーラスコンクリートは、透水、保水、緑化、吸音、および水質浄化など様々な面において利用されている。水質浄化においては光触媒機能を付加したポーラスコンクリート（酸化チタン混和ポーラスコンクリート:PcTi）は、ポーラスコンクリートの連続空隙によって水分との接触面積を増加させ、親水・分解性能を向上したセメント系環境負荷低減型建設材料の性能の向上に寄与できるものと考えられる。一方、河川護岸等の緑化基盤や保水材料としてのポーラスコンクリートの性能には、空隙中の水分の移動や滞留が大きく関係しており、空隙径とその配置に支配されている。さらに酸化チタンを混和することにより、親水機能が付与されるため、水分の移動、滞留をコントロールすることも期待できる。この現象は、水分移動が影響する耐凍害性等の耐久性への考察の基礎になるとも考えられる。本研究では、PcTi の湿式分解性能、ガラスビーズ等の単粒径骨材を用いた PcTi の湿式分解性能、および水分の移動や滞留に影響すると考えられる PcTi の毛管上昇高さについて検討を行った。

2. 実験概要

2.1 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 (C:密度 3.13g/cm^3)、アナターゼ型酸化チタン粉末 (Ti:粒径 21nm, 密度 3.90g/cm^3)、岩手県米里産砕石 (CS:密度 2.83g/cm^3 , 粒径 5~10mm)、チタニアビーズ (TB:粒径 1.4mm, 密度 4.00g/cm^3)、ガラスビーズ (GB:粒径 5mm, 10mm, 17mm, 密度 2.52g/cm^3)、ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤 (SP) である。PcTi の示方配合を表 1 に示す。

2.2 湿式分解性能試験

湿式分解性能の評価は、JIS R 1703-2 : 2007¹⁾ に準じてメチレンブルー (MB) 分解試験を行った。供試体は図 1 に示すように $\phi 40 \times 30\text{mm}$ の供試体上面に MB 水溶液 ($10\mu\text{mol/L}$, 35ml) を注入し、紫外線 (1mW/cm^2) を照射し、 $20^\circ\text{C} \cdot 95\%\text{R.H.}$ の恒温恒湿機の中で明・暗条件に分けて、11 時間測定を行った。

2.3 毛管上昇試験

供試体 ($\phi 50 \times 100\text{mm}$) を図 2 に示すように MB 水溶液に浸し、 $20^\circ\text{C} \cdot 95\%\text{R.H.}$ の恒温恒湿機の中で明・暗条件に分けて 72 時間の毛管上昇高さ測定を行った。

表 1 PcTi の示方配合

骨材の種類	骨材径 (mm)	TiO ₂ 混和率	W/B (%)	p/a (%)	単位量 (kg/m ³)				SP (kg/m ³)
					W	C	Ti	G	
CS	10.0	0	24.0	34.0	82	340	0		0.0
		10				306	34	1584	3.4
		20				272	68		11.9
		30				238	102		22.1
TB	1.4	0	24.0	30.0	74	309	0	2308	2.2
		15				263	46		23.2
		0				309	0		2.2
		15				263	46		23.2
GB	5.0	0	24.0	30.0	74	309	0	1454	2.2
		15				263	46		23.2
		0				309	0		2.2
		15				263	46		23.2

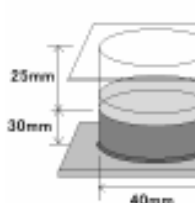


図 1 湿式分解性能試験装置

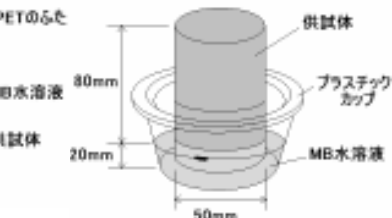


図 2 毛管上昇試験装置

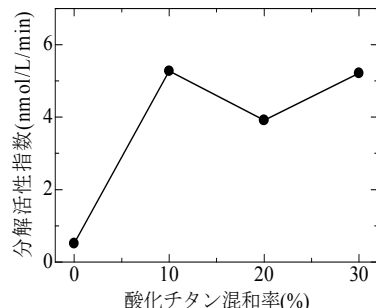


図3 分解活性指数と酸化チタン混和率の関係 (CSを用いた場合)

3. 実験結果および考察

3.1 砕石を用いた PcTi の湿式分解性能

砕石を骨材に用いた PcTi の湿式分解性能を図 3 に示す。酸化チタン混和率が 10% で分解活性指数¹⁾ が最大になり、その後は混和率が増加しても分解活性指数とは相関が認められない。これには、酸化チタン混和による、ポーラスコンクリート表層部の空隙および細孔構造の変化が影響していると考えられる。

3.2 単粒度骨材を用いた PcTi の湿式分解性能

明・暗条件での MB 濃度と経過時間の関係を図 4 と図 5 に示す。明条件では酸化チタン 15% 混和の方が酸化チタン無混和のものよりも MB 濃度が小さく、濃度の低下も顕著である。これは酸化チタンの光触媒効果（分解性能）によるものと考えられる。一方、暗条件では吸着の影響はあるが大きな変化はない。明・暗条件の各供試体の試験開始から終了までの MB 濃度変化を分解活性指数として表したものを図 6 に示す。酸化チタン混和により全ての骨材径で分解活性指数は上昇しており、酸化チタンの光触媒効果が影響したものと考えられる。

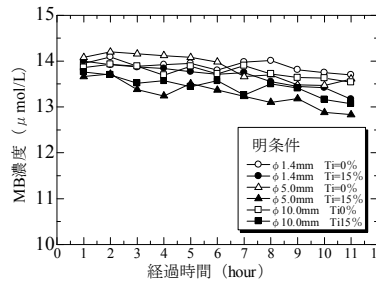


図4 MB濃度と時間の関係
(明条件)

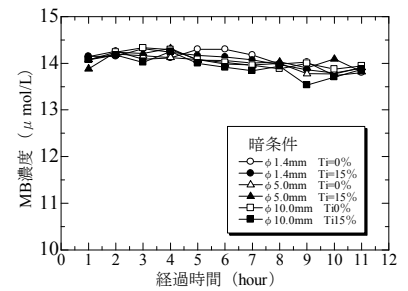


図5 MB濃度と時間の関係
(暗条件)

3.3 単粒度骨材を用いた PcTi の毛管上昇高さ

明・暗条件での単粒度骨材を用いた PcTi の毛管上昇高さを図 7 と図 8 に示す。明・暗条件で毛管上昇高さに大きな差異は認められないが、酸化チタンの混和により、粒径 1.4mm の場合には明・暗条件ともに、毛管上昇高さが減少している。また粒径 5mm の場合には、紫外線照射により酸化チタン混和の場合には毛管上昇高さが低下した。これらの現象には、光触媒効果と、酸化チタン粉末と SP の添加により結合材の粘性が低下し、硬化後の結合材表面の凹凸が減少したことも影響したのではないかと考えられる。

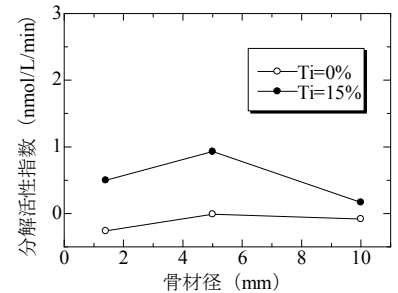


図6 分解活性指数と骨材径
の関係

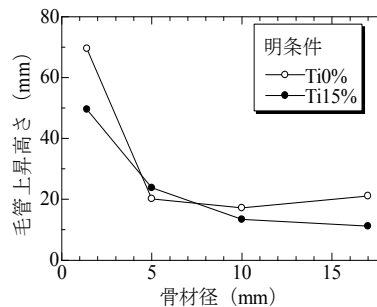


図 7 明条件での毛管上
昇高さと骨材径の関係

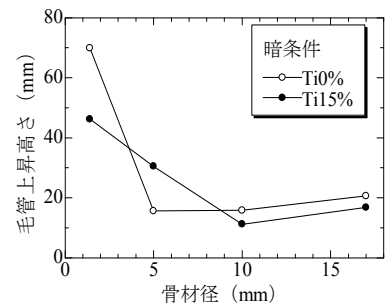


図 8 暗条件での毛管上
昇高さと骨材径の関係

3.4 PcTi の毛管上昇高さおよび湿式分解性能 に及ぼす骨材粒径の影響

各骨材粒径での、暗条件の酸化チタン無混和の場合の毛管上昇高さに対する、明・暗条件での毛管上昇高さの差を、酸化チタン混和による毛管上昇低下率として図 9 に示す。酸化チタン混和と紫外線照射による骨材径 5mm 以外の供試体の毛管上昇の低下はあまり認められず、粒径 1.4mm の場合には紫外線照射に関わらず酸化チタン混和により毛管上昇高さが低下する。

一方、明条件では酸化チタンの混和により、骨材径 5mm の場合に分解活性指数が最大となる。さらに骨材径 5mm の場合にのみ、図 7 および図 8 に示したように酸化チタン混和により毛管高さは低下する。この現象には結合材表面への紫外線の到達深度、結合材表面の細孔構造と凹凸形状、および連続空隙径とその分布などが影響していると考えられる。

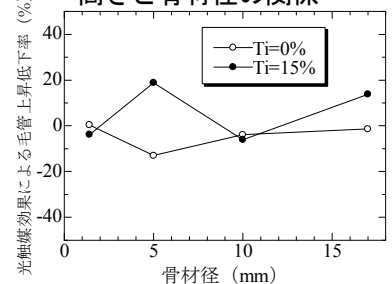


図 9 光触媒効果による毛管
上昇低下率と骨材径の関係

4. まとめ

(1) 碎石を骨材に用いた PcTi の湿式分解性能は、酸化チタン混和率 10%程度で分解活性指数が最大となり、また単粒度骨材を用いた PcTi の湿式分解性能は、骨材径 5mm 程度で分解活性指数が最大を示した。

(2) 単粒度骨材を用いた PcTi の毛管上昇高さは、骨材粒径と酸化チタン混和の影響を強く受け、粒径 1.4mm の骨材を用いた場合には明・暗条件に関わらず酸化チタンの混和により毛管上昇高さは低下し、骨材径 5mm の場合には酸化チタンを混和して紫外線を照射すると毛管上昇高さが低下する。

【参考文献】 1) 日本工業規格：「ファインセラミックス-光触媒材料のセルフクリーニング性能試験方法-第 2 部：湿式分解性能」 JIS R 1703-2,2007