

酸化チタンと天然ゼオライトを用いたポーラスコンクリートの吸着・分解性能

秋田大学工学資源学部 学生会員 ○松田 充

秋田大学 正会員

徳重 英信

秋田大学 フェロー 川上 洵

福田ヒューム管工業株式会社 鈴木弘実

1. はじめに

著者らはこれまで秋田県産天然ゼオライトを混和した環境調和型ポーラスコンクリート (ZPC) の研究開発を行ってきた¹⁾。一方、酸化チタンを用いた窒素酸化物除去機能を有する高強度セメントモルタルの研究開発²⁾や酸化チタン混和ポーラスコンクリート (PCTi) の湿式分解性能に関する研究³⁾も行ってきた。本研究では、これまでの研究成果を基に天然ゼオライトの吸着機能と酸化チタンの分解機能を併せ持つ水質浄化等の機能を付与した新たな環境負荷低減型ポーラスコンクリート (ZPCTi) の研究開発を目的として、メチレンブルー湿式分解性能試験により、その性能を基礎的に評価することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

セメントは普通ポルトランドセメント (C:密度 3.15g/cm^3)、骨材には岩手県米里産砕石 (CG:密度 2.83g/cm^3 , 吸水率 0.44% , 粒径 $5\sim 15\text{mm}$)、秋田県二ツ井産天然ゼオライト (ZG:密度 1.90g/cm^3 , 吸水率 20.8% , 粒径: $5\sim 15\text{mm}$)、混和材にはアナターゼ型酸化チタン粉末 (Ti:密度 3.90g/cm^3 , 粒径 21nm)、天然ゼオライト粉末 (ZP:密度 2.22g/cm^3 , 吸水率 19.7% , 粒径: $\sim 0.08\text{mm}$) を用いた。なお、ZP はスラリー状 (ZPL:濃度 70%) にして用いた。混和剤にはナフタレンスルホン酸系高性能減水剤 (SP) を用いている。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 : 2007 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 $\phi 40\times 30\text{mm}$ の供試体に MB 水溶液 ($10\mu\text{mol/L}$, 35ml) を注入している。試験では紫外線 (10W/m^2) を照射し、 0°C , 20°C , 40°C の恒温恒湿器の中で明・暗条件に分けて、試験開始 (材齢 28 日) から 1 時間ごとに 10 時間まで測定し、その後 24, 48, 72 時間後に測定を行った。

表 1 ポーラスコンクリートの示方配合

Specimen	Type of aggregate	t/b (%)	zp/b (%)	W/B (%)	p/a (%)	Unit weight (kg/m^3)						SP (kg/m^3)
						W	C	T	ZP	ZG	CG	
ZG-t0-z0	ZG 5-15	0	0	28	30	81	290	0	0	1096	0	0
ZG-t0-z15		0	15			79	251	0	31			7.54
ZG-t0-z30		0	30			77	212	0	64			6.35
ZG-t15-z0		15	0			83	242	53	0			24.22
ZG-t15-z15		15	15			81	204	54	31			26.47
CG-t0-z0	CG 5-15	0	0	28	30	81	290	0	0	0	1633	0
CG-t0-z15		0	15			79	251	0	31			7.54
CG-t0-z30		0	30			77	212	0	64			6.35
CG-t15-z0		15	0			83	242	53	0			24.22
CG-t15-z15		15	15			81	204	54	31			26.47

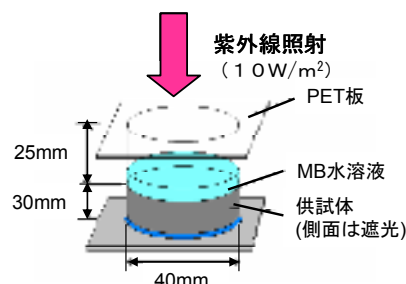


図 1 湿式分解性能試験装置

3. 実験結果および考察

3.1 酸化チタンおよびゼオライト粉末の混和が吸着性能に及ぼす影響

ポーラスコンクリートに Ti および ZP を混和した際の、 20°C での MB 濃度の低下を図 2~3 に示す。

骨材に砕石を用い Ti と ZP が無混和の CG は MB 濃度の低下はほとんど見られないが、Ti および ZP を各々またはともに混和した配合では MB 濃度が低下しており、セメントペーストに加えた Ti や ZP が吸着能を向上させたものと考えられる。また、Ti および ZP が無混和で骨材にゼオライトを用いた ZG では、砕石を用いた CG よりも MB 濃度の低下が顕著である。したがって、ゼオライト骨材自体はペーストに被覆されているが吸着力の向上に寄与したことが明らかとなった。しかし、Ti および ZP を混和した場合は骨材にゼオライトを用いても砕石を用いた場合と MB 濃度の低下割合に差異が殆ど認められず、吸着性能にはセメントペーストへの Ti と ZP の混和が支配的になったことが影響したものと考えられる。

キーワード：ポーラスコンクリート，酸化チタン，天然ゼオライト，湿式分解性能，吸着，分解

〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 秋田大学工学資源学部土木環境工学科

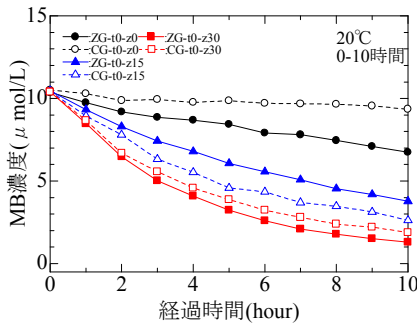


図 2 MB 濃度の経時変化(ZP 混和)

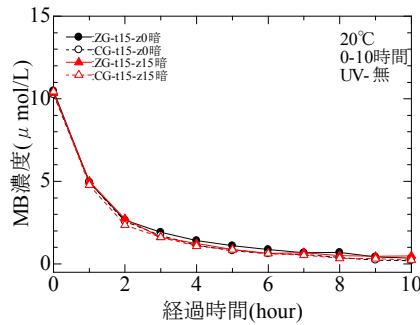


図 3 MB 濃度の経時変化(Ti 混和, 暗)

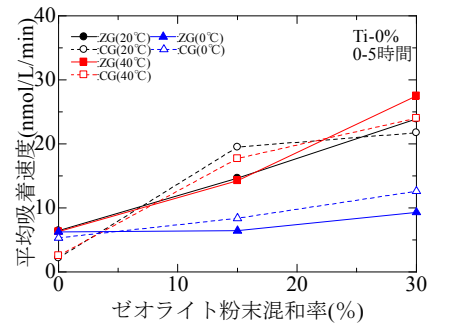


図 4 ZP 混和率と平均吸着速度の関係

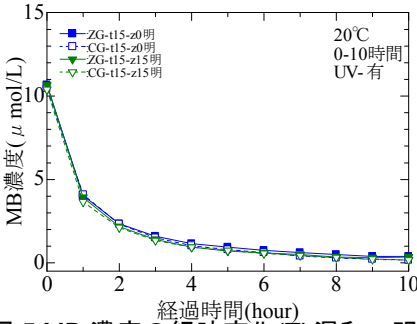


図 5 MB 濃度の経時変化(Ti 混和, 明)

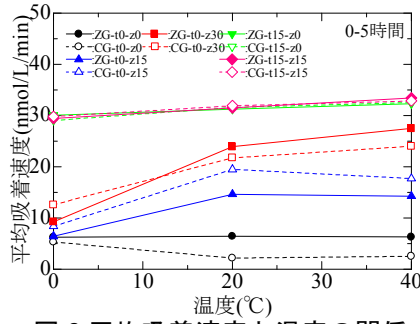


図 6 平均吸着速度と温度の関係

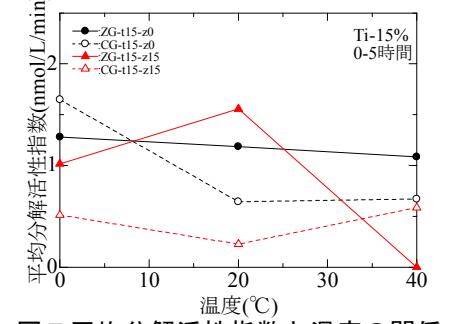


図 7 平均分解活性指数と温度の関係

3.2 吸着性能とゼオライト粉末混和率の関係

試験時間 5 時間まででの 20°Cにおける平均吸着速度と ZP 混和率の関係は、図 4 に示すように ZP 混和率の増加に伴って吸着性能が向上した。Ti 無混和の CG の平均吸着速度に比較して、ZP 混和率 15%の平均吸着速度は約 7~9 倍に、30%混和では約 10 倍になり、ZP の混和は吸着性能の向上が強く期待できる。

3.3 酸化チタン混和による分解性能への影響

ポーラスコンクリートに Ti を混和し、紫外線 (UV) 照射した際 (20°C) の MB 濃度の変化を図 5 に示す。UV 照射が無い場合 (図 3) と比較しても大きな違いが認められない。これは Ti 混和による紫外線の影響よりも吸着の影響がより卓越しているためだと考えられる。しかし初期 (1 時間程度では) UV 照射が無い場合 (図 3) に比較して、UV 照射が有る場合 (図 5) の方の MB 濃度の低下が若干速くなり、試験初期においては UV 照射による分解作用が生じたものと考えられる。

3.4 試験温度の影響

試験時間 5 時間までの平均吸着速度と温度の関係を図 6 に、平均分解活性指数と温度の関係を図 7 に示す。

ZP および Ti が無混和の場合は、温度の影響は認められない。一方、ZP のみを混和した場合は特に 0-20°Cに温度が上昇すると、吸着速度は 2 倍程度となる。また ZP 混和率の増加に伴い、温度依存は大きくなる。しかし、20-40°Cへの温度上昇では平均吸着速度への影響は小さい。さらに Ti 混和の場合は、0-40°Cに温度を上昇

させても平均吸着速度はほぼ一定であることが判った。

平均分解活性指数は、図 7 に示すように、温度上昇とともに若干減少する傾向が明らかとなった。これは温度上昇に伴って吸着速度の増加が支配的になり、分解性能の発揮されなかったことも要因と考えられる。

4. まとめ

- (1)ポーラスコンクリートの吸着性能は、酸化チタンおよびゼオライト粉末が無混和の場合、骨材にゼオライトを用いることによって吸着性能が上昇する。しかし、ゼオライト粉末の混和や酸化チタンの混和によって、セメントペーストの吸着性能が支配的となる。
- (2)本研究の範囲では、試験温度はポーラスコンクリートの吸着性能を向上させるが、分解性能を抑制することが明らかとなった。

参考文献 1)亀島博之ほか:天然ゼオライトを骨材および混和材として用いたポーラスコンクリートの強度特性に関する研究,セメント・コンクリート論文集, No63, pp.261-267(2010)

2)古村崇ほか:酸化チタン混和高強度セメントモルタルの窒素酸化物除去機能とその機構,土木学会論文集 E, Vol.66, pp.301-310(2010)

3)徳重英信ほか:酸化チタン混和モルタルおよびポーラスコンクリートのメチレンブルー湿式分解性能に関する研究,コンクリート工学年次論文集, Vol.31, pp.1753-1758(2009)