

# 酸化チタン混和モルタルのメチレンブルーを用いた湿式分解性能に関する実験的検討

|          |      |     |     |
|----------|------|-----|-----|
| 秋田大学大学院  | 学生員  | ○南元 | 大輔  |
| 秋田大学     |      | 茂木  | 美貴子 |
| 秋田大学     | 正会員  | 徳重  | 英信  |
| 秋田大学     | フェロー | 川上  | 洵   |
| 川田建設株式会社 | 正会員  | 古村  | 崇   |

## 1. はじめに

近年、水質汚染、大気汚染などの環境汚染の問題が深刻化している。そこで環境問題を解決する手段として光触媒の使用が注目されている。光触媒としては酸化チタンが一般的に用いられており、紫外線が当たると強力な酸化力を発揮する物質である。大気中の  $\text{NO}_x$  や水中の有機物などを酸化分解することができるので、建設資材としても外壁や舗装、インターロッキングブロックなどとして使用されている。しかし、従来は酸化チタンを塗料やペーストに混和することによって、部材に光触媒性能を付与しているが、この方法では離や摩耗によって光触媒性能が失われてしまうことが懸念されている。そこで、酸化チタンをモルタルに混和することにより、光触媒性能を継続的に発揮できるものと考えられ、本研究では酸化チタン混和モルタルを水利構造物に適用することを目的に、高強度酸化チタン混和モルタルの水中における光触媒性能について実験的検討を行った。

## 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 (C, 密度  $3.13\text{g/cm}^3$ )、JIS R 5201 標準砂 (S), アナターゼ型酸化チタン粉末 (TP, 粒径:  $21\text{nm}$ , 密度  $3.90\text{g/cm}^3$ )、ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤 (SP) である。供試体の示方配合を表-1 に示す。水結合材比 (W/B) を  $39.0\%$  とし、 $\text{TiO}_2$  混和率を変化させた。

表-1 供試体の示方配合

| 供試体名  | $\text{TiO}_2$<br>混和率(%) | W/B<br>(%) | 単位量( $\text{kg/m}^3$ ) |     |     |      | SP<br>( $\text{kg/m}^3$ ) |
|-------|--------------------------|------------|------------------------|-----|-----|------|---------------------------|
|       |                          |            | W                      | C   | TP  | S    |                           |
| CM-P  | 0                        | 39.0       | 259                    | 664 | 0   | 1324 | 2.99                      |
| CM-5  | 5                        |            |                        | 631 | 33  |      | 9.27                      |
| CM-10 | 10                       |            |                        | 598 | 66  |      | 17.3                      |
| CM-15 | 15                       |            |                        | 564 | 100 |      | 29.9                      |
| CM-20 | 20                       |            |                        | 531 | 133 |      | 49.8                      |
| CM-30 | 30                       |            |                        | 465 | 199 |      | 69.7                      |

## 3. 実験概要

### 3.1 供試体の物理的性質

モルタルの練混ぜは JIS R 5201 に準じて行い、フロー、空気量および単位体積質量の測定を行った。また、モルタルの硬化後の性質として  $\phi 50 \times 100\text{mm}$  の供試体を用いて圧縮強度、弾性係数を測定した。

### 3.2 湿式分解性能の評価

湿式分解性能の評価は JIS R 1703-2 に準じて行った。試験装置を図-1 に示す。 $50 \times 100 \times 5\text{mm}$  のモルタル上に PET 製の試験セル ( $\phi 40 \times 30\text{mm}$ ) を固定し、メチレンブルー (MB) 水溶液 ( $10\ \mu\text{mol/L}$ ,  $35\text{ml}$ ) を注入し PET 製のふた ( $50 \times 50 \times 0.5\text{mm}$ ) をしたものに紫外線 ( $1\text{mW/cm}^2$ ) を照射した。照射時間は 10 時間とし、1 時間毎に MB 水溶液を採取し写真を撮り、画像解析により MB 濃度を測定した。画像解析の手法としては、写真の水溶液部分の RGB 値を抽出し、図-2 に示す MB 濃度と R 値の関係より MB 濃度を算出した。さらに次式により分解活性指数を算出した。

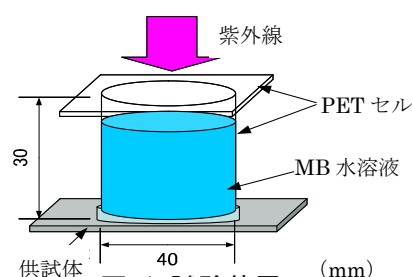


図-1 試験装置

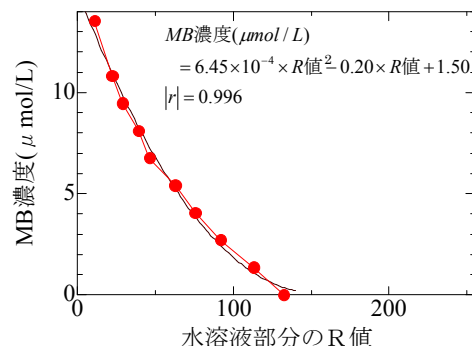


図-2 MB 濃度と R 値

$$\text{分解活性指数} = -\frac{dMB}{dt}$$

分解活性指数とは光触媒の有機物分解性能の尺度となる値で、高くなるほど湿式分解性能が優れているといえる。また、モルタルは多孔質材料であるためMBがモルタル表面の微細空隙に吸着されることが考えられる。そこで、暗条件（紫外線非照射）にて同様の試験を行い吸着による影響を取り除くこととした。

#### 4. 試験結果および考察

##### 4.1 供試体の物理的性質

圧縮強度と酸化チタン混和率の関係を図-3に示す。CM-Pの圧縮強度は71.2N/mm<sup>2</sup>を示し、酸化チタンを混和することによりほぼ直線的に減少し、CM-30は57.0N/mm<sup>2</sup>を示している。これは酸化チタン混和率の増加により単位セメント量が減少しているためであると考えられる。

##### 4.2 湿式分解性能

明条件（紫外線照射）におけるMB濃度と経過時間の関係を図-4に示す。いずれの酸化チタン混和率においても時間の経過とともにMB濃度がほぼ直線的に減少している。明条件および暗条件における濃度変化速度と酸化チタン混和率の関係を図-5に示す。明条件においては、CM-Pの濃度変化速度が酸化チタン無混和であるが、2.5nmol/L/minを示していることからモルタルの微細空隙中にMBが吸着されていると考えられる。また酸化チタンを混和すると3.3~5.7nmol/L/min程度を示し、酸化チタン混和率との相関関係は見られない。一方、暗条件では、CM-Pが2.0nmol/L/minを示しCM-15が1.1nmol/L/min、CM-30が1.9nmol/L/minを示しているが、酸化チタン混和率との相関関係は見られない。明条件における濃度変化速度と暗条件における吸着速度の差により求めた分解活性指数と酸化チタン混和率の関係を図-6に示す。CM-Pの分解活性指数は0.24nmol/L/minを示し、CM-10が4.3nmol/L/minを示し最大となり、CM-30は1.4nmol/L/minとなっている。分解活性指数においても酸化チタン混和率との相関関係は見られない。以上の結果には酸化チタン混和モルタル表面の微細空隙構造が大きく関係していると考えられ、今後詳細な検討が必要である。

#### 5. まとめ

(1)酸化チタン混和モルタルの物理的性質について実験的検討を行った結果、酸化チタン混和率が増加するほど圧縮強度が減少することが明らかになった。

(2)湿式分解性能について検討を行った結果、酸化チタン混和モルタルの分解活性係数は酸化チタン混和率と相関関係は得られず、今後、表面の微細空隙構造についてさらに詳細な検討が必要であると考えられる。

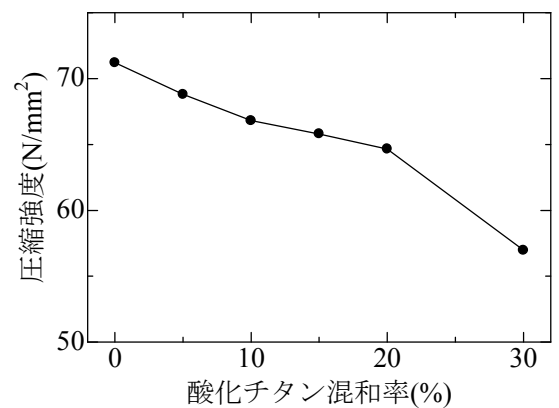


図-3 圧縮強度と酸化チタン混和率

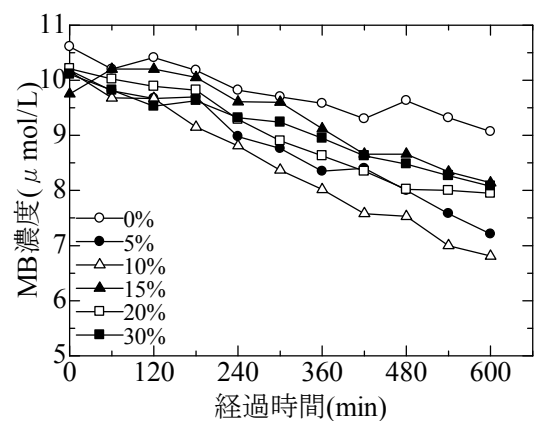


図-4 明条件におけるMB濃度と経過時間

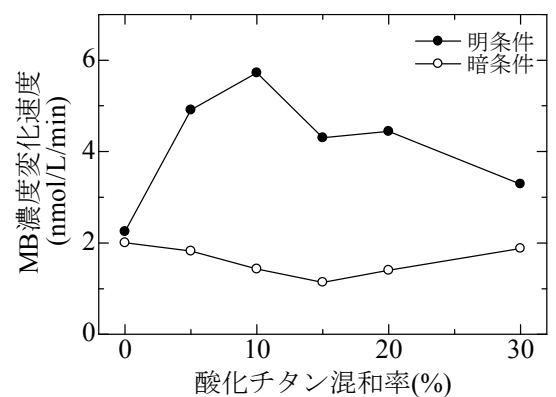


図-5 吸着速度と酸化チタン混和率

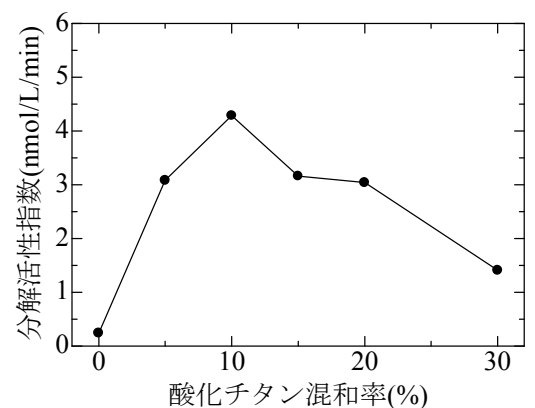


図-6 分解活性指数と酸化チタン混和率