

環境負荷を軽減する機能性コンクリート製品の開発 (その 2:ポラスコンクリート (POC) と可視光 応答型光触媒の複合化による VOC 除去効果)

増山和晃*, 前川明弘*

Product Development of Fundamental Concrete Designed to Reduce
the Environment Burdens
(Part2: A VOC removal effect by composite of porous concrete
and the visible light driven photocatalyst)

Kazuaki MASUYAMA and Akihiro MAEGAWA

1. はじめに

地球環境問題を解決する一助として 21 世紀に入りサステイナブル(継続維持可能)という考え方が製造業を中心に発展してきており、近年では特に産業廃棄物の抑制や資源リサイクルに関する研究の促進など資源循環型社会の構築を目的とした研究が積極的に展開されるようになってきている。

今回の報告では、シックハウス症候群や化学物質過敏症の原因物質である VOC 対策を目的として、近年環境負荷低減化、環境調和、生物共生型材料、リサイクル材料として注目されているポラスコンクリートを利用した室内環境浄化作用に関する実験を行った。ポラスコンクリートとは、セメントペーストに砕石等の粗骨材を加えて作られる、空隙を多く含む特殊コンクリートである。その外見は図 1 のように隙間の多い形状のため、通常のコンクリートとは異なり、透水性・通気性をもっていることを主な特徴としている。この形状を利用した用途として魚礁¹⁾、河川の護岸緑化²⁾、舗道等に近年多く利用されている。今回は、室内 VOC (揮発性有機物質)の吸着・分解を目的として設計の難しさから新規用途開発が求められている小粒径ポラスコンクリートに対し、可視光応答型光触媒を塗布し、機能を測

*材料技術研究課



図 1 小粒径ポラスコンクリート

定した。

2. 実験方法

2. 1 小粒径ポラスコンクリートの製造

骨材の粒径(9号砕石; 0.6~1.2mm, 8号砕石; 1.2~2.5mm)および設計空隙率(10%,20%,30%)の異なるポラスコンクリートと通常のコンクリートを用意した。その製造方法のフローを図 2 に示す。

2. 2 VOC 除去試験

上記供試体および VOC 物質としてアセトアルデヒド(3000ppm)またはトルエン(300ppm)を 3L のテドラバックに入れ封入したのち乾燥窒素にて内部

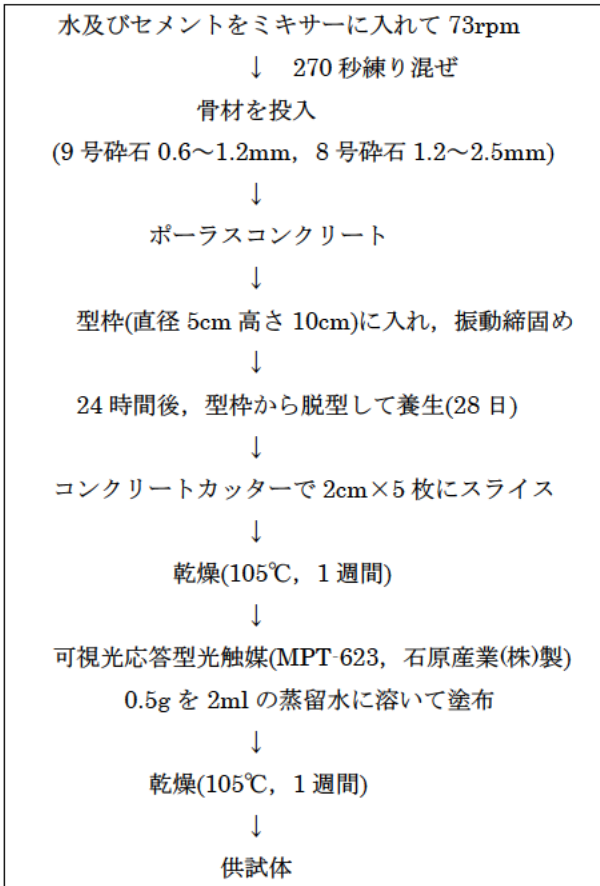


図 2 可視光応答型光触媒添着小粒径ポーラスコンクリート製造フロー

の濃度がそれぞれ 260ppm 及び 90ppm になるよう調整を行った。次に供試体表面の照度が 3000lx/cm² となるように暗室内にて蛍光灯を照射し、ガステック検知管でガス濃度の経時変化を測定した。

2. 3 メチレンブルー除去試験

今回の実験では、水処理への可能性も併せて検討するため予備試験としてメチレンブルーを用いた実験を行った。直径 10cm 高さ 8cm の PP 製円筒型容器にポーラスコンクリートと 8ppm のメチレンブルー溶液 80ml を入れ、振とう機にてゆっくり内部溶液の攪拌を行った。その溶液をサンプリングし分光光度計にて 665nm の吸光度の測定を行った。

3. 結果と考察

図 3 に、光触媒を塗布せず、また光照射も行わなかった状態におけるアセトアルデヒド吸着測定結果を示す。コンクリート自体は、アルカリ性の性状を持つことから弱酸性のアセトアルデヒドとの間で中

和による吸着反応が起きたと考えられる。また、8号砕石よりも粗骨材の粒径が小さい9号砕石の方が吸着能力が高かった。この結果から、粒径の大きさは吸着スピードに依存する一方、空隙率は吸着量に比例するため、9号砕石の空隙率10%のケースが最も能力が高いことが示唆された。このような結果が得られたことから、以下の実験に関しては設計空隙率10%のポーラスコンクリートを用いて評価を行うこととした。

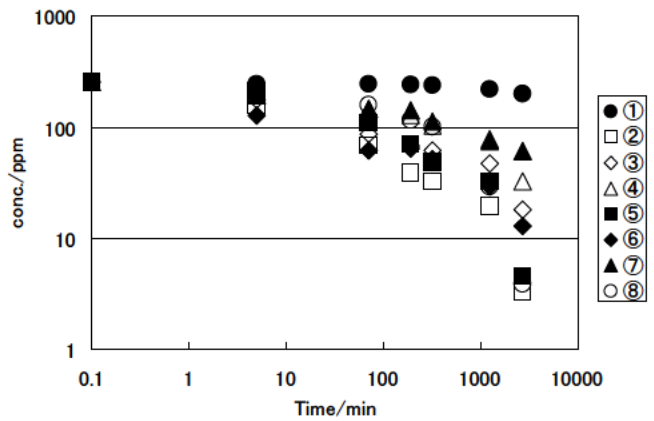


図 3 光触媒非塗布のポーラスコンクリートに対するアセトアルデヒド吸着効果

- ① blank
- ②③④ 9号砕石(設計空隙率 10%、20%、30%)
- ⑤⑥⑦ 8号砕石(設計空隙率 10%、20%、30%)
- ⑧ 通常コンクリート

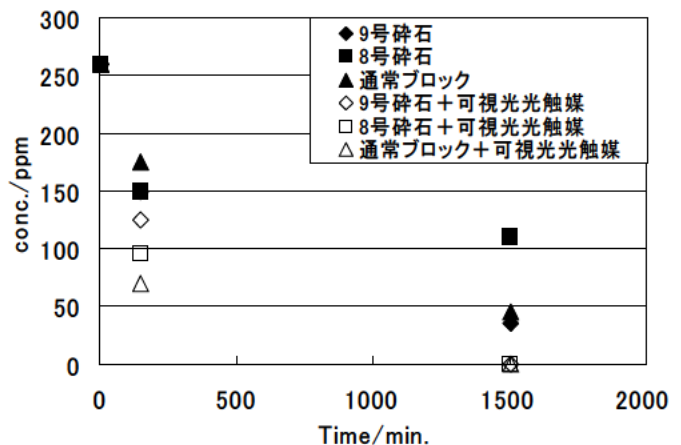


図 4 可視光応答型光触媒を塗布したポーラスコンクリートに対するアセトアルデヒド低減化効果

可視光照射(3000lx)・設計空隙率 10%

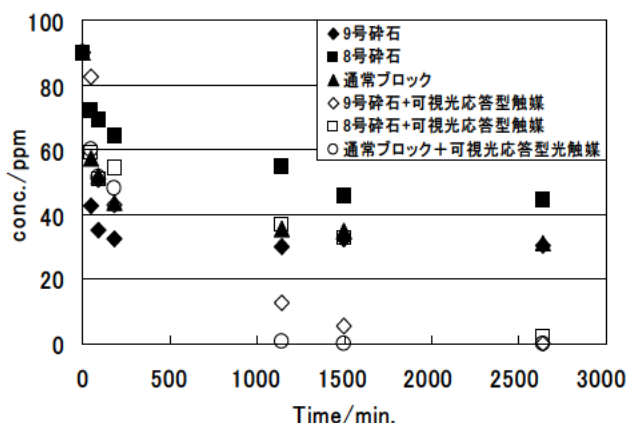


図 5 可視光応答型光触媒を塗布したポーラスコンクリートに対するトルエン低減化効果

可視光照射(3000lx)・設計空隙率 10%

図 4 に、コンクリート表面の照度が 3000lx になるように可視光を照射したポーラスコンクリートのアセトアルデヒド分解除去効果を示す。8号砕石, 9号砕石共に, 光触媒を塗布することによってアルデヒドの低減化が促進され, 1500 分経過後では完全に分解された。また, 光触媒非塗布では通常のコンクリートが最も濃度の低下が遅かったが, 光触媒塗布の場合では, 通常コンクリートを利用した場合が一番高い効果を示した。ポーラスコンクリートにおいて若干効果が落ちた理由については一部の光触媒が光の届き難いポーラスコンクリートの内部に浸透していったため光触媒による反応性が下がったことが理由として考えられる。そのため, ポーラスコンクリートに光触媒を塗布する場合には内部への浸透を防ぐ工夫が必要であることが示唆された。

図 5 にトルエンを用いて測定を行った結果を示す。ここでも, 光触媒を塗布することによって分解効率の上昇が見られ, 2600 分経過後にはほとんど全てのトルエンの分解が確認された。また, 反応の初期においてはアセトアルデヒドのケースとは異なり, 光触媒を塗布していないコンクリートの方がより早い濃度の低下が見られたが, アセトアルデヒドにおける中和を伴う反応とは異なり, 表面における物理吸着反応と考えられる。また, 光触媒を用いた分解を伴う反応ではないため, より早く吸着が進むと共に, 1200 分程度の比較的早い時間で飽和に達し, 完全な除去には至らなかったと考えられる。

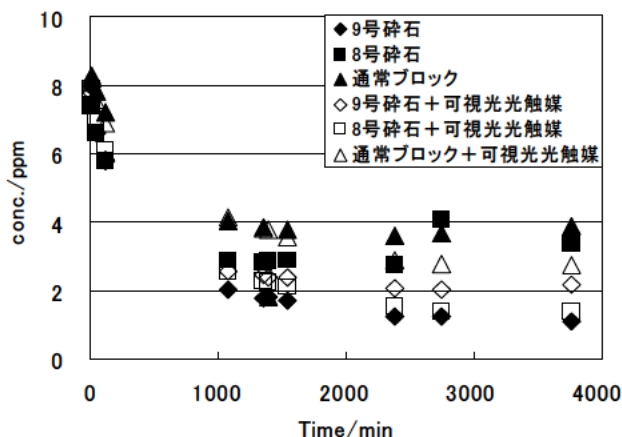


図 6 可視光応答型光触媒を塗布したポーラスコンクリートに対するメチレンブルー低減化効果

可視光照射(3000lx)・設計空隙率 10%

図 6 に、メチレンブルーに対する除去結果について示す。光触媒非塗布のコンクリートに関しては, 除去効率が 9号砕石>8号砕石>通常の順となり表面積が大きいほど効果が高かった。実際に測定後のコンクリートを観察したところ表面が青くなっていたため表面に一樣に色素が定着したと考えられる。一方, 光触媒塗布のケースでは, 8号砕石>9号砕石>通常となった。非塗布と結果が異なったことについては, 非塗布では主に表面への色素の物理的吸着により色素濃度が下がったことに対し, 光触媒塗布の場合には, 光が透過しやすかつ光触媒塗布面積の大きい8号砕石が有意であったためと考えられる。また, アセトアルデヒドやトルエンの気体における反応とは異なり, 通常のコンクリートに対して効果が低くなったのは, 色素の吸着速度が光触媒で分解する速度よりも速く, 光触媒で分解する前に表面に色素が付着した結果, 光触媒に光が届くのを部分的に遮っているためと考えられる。

4. まとめ

透水性・通気性を兼ね備えたコンクリートであるポーラスコンクリートの長を生かした用途として環境負荷低減化材料としての基礎的な機能を検討した。得られた知見を下記に示す。

(1)アセトアルデヒド, トルエン, メチレンブルーともコンクリートとの親和性が高かった。通常光触媒機能を最大限に活用するために吸着剤と光触媒を組

み合わせるが多いが、ポーラスコンクリートではその必要性がないためより低コストで製造できる可能性がある。

(2) アセトアルデヒドとトルエンの吸着分解の系では予想に反し通常のコンクリートに塗布したサンプルが最も効果が高かった。ポーラスコンクリートでは塗布した光触媒の一部が、孔の隙間を通り光の届かない内部へ入っていったため、光触媒機能が最大限活用できなかつた可能性があり、コーティング時に表面に光触媒を留まらせる工夫が必要であることを確認した。

参考文献

- 1) 前川明弘ほか：“大粒径”ポーラスコンクリートの製造及び魚礁ブロックとしての応用”.コンクリート工学, 46, No.2, p.24-32 (2008)
- 2) 前川明弘ほか：“大粒径ポーラスコンクリート製魚礁の海底における安定性に関する検討”*Journal of architecture and building science*.22. p.610 (2005)
- 3) 湯浅幸久ほか：“多自然型河川づくりに関する研究”三重県工業技術総合研究所研究報告 24, p116-119 (2000)

(本研究は法人県民税の超過課税を財源としていません)