

第V部門

下水処理施設でのオゾンによるコンクリートの劣化予測に関する研究

京都大学工学部 学生員 ○伊地知 沙織
 京都大学工学研究科 正会員 服部 篤史
 京都大学工学研究科 正会員 河野 広隆

1. 研究の目的

近年、健全な水環境保全への要求が高まり、下水道施設ではオゾン処理などの高度浄水施設を付加した浄水場が増えている。そこでは、オゾン処理タンクのコンクリートの劣化が報告されているが、オゾン劣化に関する研究が十分にされていないのが現状である。オゾン処理施設の鉄筋コンクリートに対し維持管理の高度化をはかるために、本研究ではオゾンによるコンクリートの劣化深さと時間との関係の検討を行う。

2. 実験概要

モルタル供試体として、寸法が $40 \times 40 \times 160\text{mm}$ 、セメント：砂＝1：3 のモルタルを使用した。供試体種の一覧を表1に示す。

表1 供試体種一覧

供試体名	セメント種	W/C	混和材種	混和剤種
60-x-x	普通ポルトランドセメント	0.6	なし	なし
40-x-x		0.4	なし	なし
40-x-S			なし	スルホン酸系
40-B-x			高炉スラグ微粉末	なし

実験装置は、オゾン発生器、直径 20cm、高さ 230cm の気泡塔、湿器、オゾン濃度計、オゾン分解器から成り、それらはテフロン製のチューブにより連結されている(図1)。オゾンガスは濃度 100 mg/L で下部から注入した。液相の液体は水道水を使用し、ポンプで下向きの流れを発生させた。この装置を用いて、モルタル供試体をオゾンに曝露させる実験と曝露させない実験を行った。対象は液相と気相である。また、モルタルについて、モルタルについて、外観目視、寸法、質量、中性化深さおよび深さ方向のビッカース硬さなどを測定した。また液相について、pH や Ca 濃度などを測定した。

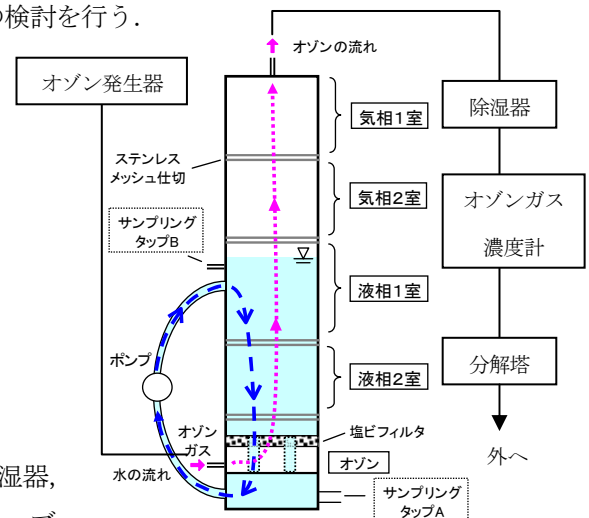


図1 装置概要

した。液相の液体は水道水を使用し、ポンプで下向きの流れを発生させた。この装置を用いて、モルタル供試体をオゾンに曝露させる実験と曝露させない実験を行った。対象は液相と気相である。また、モルタルについて、モルタルについて、外観目視、寸法、質量、中性化深さおよび深さ方向のビッカース硬さなどを測定した。また液相について、pH や Ca 濃度などを測定した。

3. 実験結果及び劣化予測

3.1 実験結果

デジタル顕微鏡での供試体の表面を見ると、オゾン水に曝露させた供試体だけに小さな穴ができており、セメント成分が溶出したことがわかった(写真1)。質量変化率、寸法変化量の結果から、オゾンに曝露させた供試体が最も劣化していた。種類別で見ると、水セメント比では 60% のものが、また混和材、混和剤を含んだもののほうが劣化しており、高炉スラグ微粉末を含んだものが最も劣化した。結果を図2にまとめた。オゾン水と水道水に曝露させた供試体の表面付近のビッカース硬さが減少しており、空隙率が増加していることがわかった。オゾン水曝露・オゾンガス曝露の供試体のいずれも全く中性化されていなかった。また溶存 Ca 量は、オゾン水中の方が水道水中よりも多くなった。

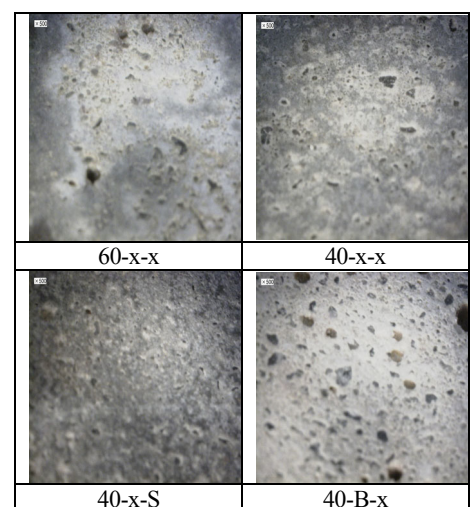
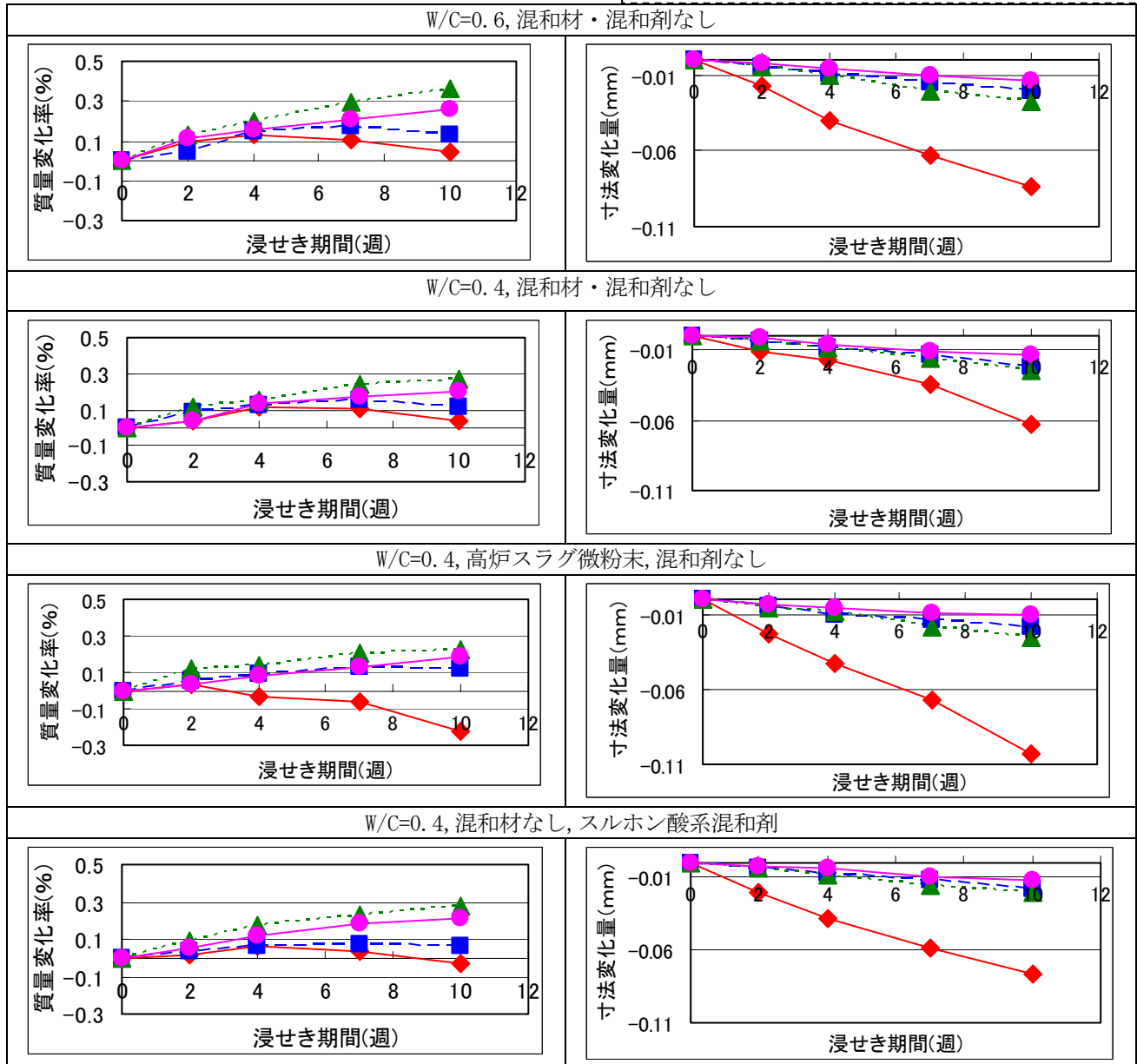


写真1 デジタル顕微鏡での供試体の表面観察

図2 質量変化率および寸法変化量

◆ オゾン水
 ■ オゾンガス
 ▲ 水中
 ● 気中



3.2 劣化予測

劣化深さについては、ビッカース硬さの結果から供試体の内部まで劣化が起こっているといえるが、中性化深さの結果から変色域のあるフェノールフタレイン液では変化が見られないほどの空隙率の増加であると考え、供試体の溶けてなくなった部分より内側まではオゾンが進入していないとした。よって、劣化深さは寸法の減少量に相当する部分であると考えた。次に実験結果の寸法変化を見てみると、寸法の減少が時間にほぼ比例して進行しており、今後も同じように進行すると考えた。寸法変化量から劣化モデルを予測し、最も劣化の速い高炉スラグ微粉末を含むものでも劣化深さが30mmに達するのは57年かかるという結果を得た。

4. 結論

オゾン水に曝露させた供試体が最も劣化し、劣化深さは時間に比例して進行すると考えられる。種類別では高炉スラグ微粉末を含んだものの劣化が大きくなった。また供試体はセメント成分の溶出により劣化が生じたが、水の流れが劣化にどれほど影響をあたえたかは不明である。

【参考文献】 京都大学大学院工学研究科，京都市上下水道局下水道部：オゾンによるコンクリート劣化とその対策に関する研究，2008.3