

## フェントン法によるガソリン汚染土壌の酸化分解特性

大成建設(株) 技術センター土木技術研究所	正会員	○高畑 陽
大成建設(株) エコロジー本部		松尾寿峰
大成建設(株) 技術センター土木技術研究所	正会員	深澤道子
大成建設(株) 技術センター土木技術研究所	正会員	藤原 靖

## 1. 背景および目的

近年、土壌汚染対策法において第一種特定有害物質に指定されている揮発性有機化合物(VOCs)で汚染されている土壌・地下水を浄化する方法として、土壌の掘削を行わない原位置浄化技術が着目されている。本浄化技術の特長として、地上部での施工制約が少ないことに加えて、施工時におけるVOCsの揮発による大気拡散を防止し易いことが挙げられる。近年では、浄化の経過に伴い浄化効率が低下する揚水やスパージングなどの原位置物理的浄化技術と比較して浄化期間を短縮することが可能な原位置化学的酸化分解技術が注目されている。

フェントン法は、フェントン反応剤(過酸化水素と二価鉄塩との混合物)を直接地盤中に注入し、有機化合物を化学的に分解する浄化技術である。本技術は高濃度の汚染域に適用することが可能で、短期間で汚染物質を酸化分解できる特長を有しており、揮発性有機塩素化合物だけでなくガソリンに含まれるベンゼンやMTBEの分解にも有効であることが確認されている<sup>1)</sup>。

ここでは、実汚染ガソリン土壌と地下水を用いたフェントン法による酸化分解試験を行い、ガソリン成分の分解特性と本技術を適用する際の留意点について報告する。

## 2. 試験方法

ガソリン汚染土壌と同位置から採取した地下水を適量混合し、攪拌が可能なスラリーを作成した。作成したスラリーの含水率は約72%、有機物含有量(油分除く)は約1.2%、油分濃度(IR法)は約2,700mg/kg-wet soilであった。ガソリンに含まれる唯一の特定有害物質であるベンゼンのフェントン反応は、次式の化学反応で進行する。

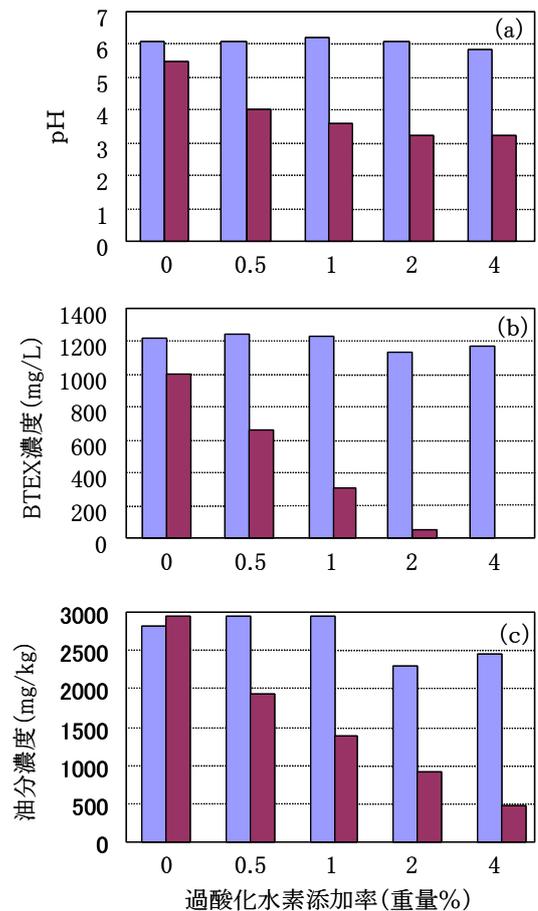
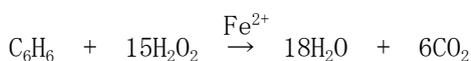


図-1 反応後のpH、BTEX溶出量、油分濃度の変化  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>混合前: ■, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>混合1時間後: ■



写真-1 試験実施後のスラリーの性状  
(左から過酸化水素を重量比で0、0.5、1、2、4%混合)

キーワード 酸化分解, フェントン, ガソリン, BTEX

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター 土木技術研究所 水域・生物環境研究室

TEL: 045-814-7226 FAX: 045-814-7257 E-mail: yoh.takahata@sakura.taisei.co.jp

スラリー中の油分が全てベンゼンであると仮定すれば、スラリー中の油分を酸化分解するために必要な過酸化水素量はスラリー重量比で約 1.8%となる。そこで、本試験では過酸化水素の混合量を重量比で 0, 0.5, 1, 2, 4%に設定して試験を行った。

分解試験は 20°Cの恒温室内で実施した。100mLのコニカルビーカーにスラリーを 50 g 分注し、スターラーと回転子を用いて 30 秒間攪拌後に初期試料を採取した。続いて、5%硫酸第一鉄溶液を最終濃度が 500mg (Fe<sup>2+</sup>)/kgになるように混合後、20%過酸化水素水を上記の条件になるように混合し、1 分間攪拌を行った。攪拌後、静置状態で 1 時間放置し、処理土壌の分析を行った。スラリーは、pH、BTEX濃度、油分濃度 (IR法) を測定した。また、反応中のコニカルビーカー外壁の温度を赤外線放射温度計で測定した。

### 3. 試験結果

#### 3.1 薬剤混合後の反応温度

過酸化水素混合後のコニカルビーカー外壁の温度上昇は、過酸化水素の混合量に比例して温度上昇が確認された。過酸化水素を 4%混合した条件では 30 分後に温度が 15°C上昇した。過酸化水素を 2%および 4%混合した条件では薬剤混合 30 分後に温度上昇のピークがみられることから、酸化分解の主反応は薬剤混合から 30 分以内に起こっていると考えられた。

#### 3.2 薬剤混合後の pH

過酸化水素混合量に対する pH 変動を図-1 (a) に示す。試験に用いたスラリーの pH は約 6 であり、二価鉄塩を混合することで pH が約 0.5 上昇した。過酸化水素の混合・反応後にスラリーの pH は 3~4 まで低下し、過酸化水素の混合量が大きくなるほど、反応後の pH は低下する傾向を示した。

#### 3.3 薬剤混合後の BTEX および油分濃度

過酸化水素混合に対する BTEX の総量および油分濃度の変動を図-1 (b), (c) に示す。この結果、BTEX は重量比で 4%過酸化水素を混合することでほぼ全量が分解できることが示された。ベンゼンやトルエンは、エチルベンゼンやキシレンと比較して過酸化水素の混合量が少ない条件で優先して分解される傾向が確認され、フェントン反応では分子量の小さい炭化水素化合物ほど速やかに分解される浄化特性を有していると考えられた。油分濃度は BTEX と同様に過酸化水素混合量に比例して油分濃度の減少が確認されたが、重量比で 4%過酸化水素を混合した時点でも約 20%の油分が残存した。この原因として、分子量の大きな炭化水素化合物や油以外の有機物の存在により、過酸化水素の混合量が試算量に対して不足したことが原因と考えられる。

#### 3.4 薬剤混合後のスラリーの性状

試験実施後のスラリーを写真-1 に示す。過酸化水素の混合量が多いほど、地下水の着色と土壌粒子の漂白が確認され、酸味臭が強くなる傾向を示した。一方、油臭は過酸化水素を 0.5%混合した条件でわずかに確認されたが、それよりも多くの過酸化水素を混合した条件では確認されなかった。また、油膜も過酸化水素を混合することで全ての条件で確認されなくなった。

### 4. まとめ

本室内試験の結果、ガソリン汚染地盤を対象としたフェントン法による浄化技術は、比較的高濃度の汚染域に対しても有効であることが確認された。一方、フェントン法では従来指摘されている地下水の pH の低下や有害な酸化物質の生成可能性に加えて<sup>1)</sup>、ガソリンの酸化物質に由来すると考えられる地下水の着色や異臭を引き起こす可能性が高いことが示された。ガソリン汚染サイトに対してフェントン法を用いる場合にはこのようなリスクも考慮して、処理地下水の拡散を防止するなどの注意が必要であると考えられる。

### 参考文献

- 1) USEPA (2004) [http://www.epa.gov/OUST/pubs/tum\\_ch13.pdf](http://www.epa.gov/OUST/pubs/tum_ch13.pdf)