

## 気泡連行法による油汚染土からの多環芳香族炭化水素の除去効果

鹿島建設(株) 正会員 今立 文雄  
 正会員 河合 達司

## 1. はじめに

原油の構成成分は、脂肪族炭化水素，芳香族炭化水素，レジン及びアスファルテンの4つであり、このうち芳香族炭化水素はベンゼン環を一つ有する単環芳香族炭化水素と二つ以上有する多環芳香族炭化水素に分けられる。多環芳香族炭化水素（以降 PAH：Polycyclic Aromatic Hydrocarbon と記す）の一部は発ガン性物質として知られており、微量でも健康リスクが高い物質と言われている。そのため、欧米では土壌，地下水について PAH 総量や物質別に基準値，浄化目標値等が設けられている。

今回、PAH を多量に含有する油汚染土壌を対象に気泡連行法<sup>\*1</sup>の適用性を室内試験により検討した結果、高い除去効果が確認されたので、その結果を報告する。

## 2. 室内試験

## 1) 対象土壌

某工場跡地から採取した 2 種類（A，B）の油汚染土壌（砂質土）を対象とした。なお、採取深度は A 汚染土が 0～1.0m、B 汚染土が 1.0～2.0m である。

## 2) 試験方法

対象土壌について以下の方法で気泡連行法による浄化試験を行った。

対象土壌 100 g をビーカーに計り取り、所定濃度の水酸化ナトリウム溶液 100ml を加え 5 分間攪拌する  
 過酸化水素水を所定量加え、浮上油を回収し 30 分間静置する

土壌と溶液を分離し、土壌を風乾する

風乾後、油濃度及び PAH（16 物質）濃度を分析した。表 - 1 に分析項目及び方法を示す。

表 - 1 分析項目及び方法

| 分析項目   | 分析方法   |
|--|--|
| 油濃度  | S316 抽出 - 赤外吸収式油分濃度計                         |
| PAH<br>(ナフタレン, アセナフチレン, アセナフテン, フルオレン,<br>フェナントレン, アントラセン, フルオランセン, ピレン,<br>ベンゾ(a)アントラセン, クリセン, ベンゾ(b)フルオランセン,<br>ベンゾ(k)フルオラセン, ベンゾピレン,<br>インデノ(1,2,3-c,d)ピレン, ジベンゾ(a,h)アントラセン,<br>ベンゾ(g,h,i)ペリレン) | 前処理：EPA 3545 高温高压溶媒抽出<br>分析法：EPA 8270C GC/MS |

また、次ページ写真 - 1 に対象土壌を、写真 - 2 に気泡連行法の試験状況を示した。

キーワード：汚染土壌、油汚染、浄化、土壌洗浄

連絡先：東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 0424-89-7072



土壌 A 土壌 B  
写真 - 1 浄化前の対象土壌



土壌 A 土壌 B  
写真 - 2 気泡連行法の試験状況

### 3. 試験結果

#### 1) 油濃度

浄化試験前後の油濃度分析結果を表 - 2 に示した。  
これから、約 90%の油が除去されている。

#### 2) PAH 濃度

土壌 A に関する浄化試験前後の PAH 濃度分析結果を表 - 3 に示した。また、浄化後の土壌を写真 - 3 に示した。

表 - 3 から以下のことが言える。

- ・ 総計 6,061mg/kg の PAH が 260.5mg/kg まで低減しており除去率は約 96%に達している。
- ・ 浄化前の濃度が最も低いジベンゾ(a,h)アントラセンでも 73%の除去率であり、全ての物質からほぼ均等に除去されている。
- ・ 毒性が極めて高く、濃度も高いベンゾ(a)ピレンは 98.6%除去されている。

#### 4. まとめ

主にタールに含まれており微量でも健康リスクが高い PAH の浄化に対して気泡連行法を適用することにより、PAH 濃度の 95%以上を除去できることが確認された。



土壌 A 土壌 B  
写真 - 3 浄化後の土壌

表 - 3 浄化試験前後の PAH 濃度分析結果

| 物質名称              | 化学式                             | PAH 濃度 (mg/kg) |       | 除去率 (%) |
|-------------------|---------------------------------|----------------|-------|---------|
|                   |                                 | 浄化前            | 浄化後   |         |
| ナフタレン             | C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>  | 154            | 10.1  | 93.4    |
| アセナフチレン           | C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> | 66             | 11.2  | 83.1    |
| アセナフテン            | C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> | 132            | 21.9  | 83.4    |
| フルオレン             | C <sub>13</sub> H <sub>10</sub> | 183            | 27.0  | 85.2    |
| フェナントレン           | C <sub>14</sub> H <sub>10</sub> | 1,110          | 41.7  | 96.2    |
| アントラセン            | C <sub>14</sub> H <sub>10</sub> | 211            | 20.2  | 90.4    |
| フルオランセン           | C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> | 827            | 31.6  | 96.2    |
| ピレン               | C <sub>16</sub> H <sub>10</sub> | 831            | 29.4  | 96.5    |
| ベンゾ(a)アントラセン      | C <sub>18</sub> H <sub>12</sub> | 540            | 17.2  | 96.8    |
| クリセン              | C <sub>18</sub> H <sub>12</sub> | 443            | 17.8  | 96.0    |
| ベンゾ(b)フルオラセン      | C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> | 595            | 11.7  | 98.0    |
| ベンゾ(k)フルオラセン      | C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> | 283            | 4.2   | 98.5    |
| ベンゾ(a)ピレン         | C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> | 645            | 8.9   | 98.6    |
| インデノ(1,2,3-cd)ピレン | C <sub>22</sub> H <sub>14</sub> | 21             | 4.3   | 79.3    |
| ジベンゾ(a,h)アントラセン   | C <sub>20</sub> H <sub>14</sub> | 3              | 0.8   | 73.0    |
| ベンゾ(g,h,i)ペリレン    | C <sub>22</sub> H <sub>14</sub> | 17             | 2.5   | 85.1    |
| 総計                |                                 | 6,061          | 260.5 | 95.7    |

表 - 2 油濃度分析結果

| 土壌 |     | 油濃度 (mg/kg) | 除去率 (%) |
|----|-----|-------------|---------|
| A  | 浄化前 | 1,458       | 90.1    |
|    | 浄化後 | 144         |         |
| B  | 浄化前 | 902         | 89.5    |
|    | 浄化後 | 95          |         |

### 参考文献

- 1) 連続式気泡連行装置による油汚染土壌浄化、今立他、第 57 回年次学術講演会、pp643 ~ 644