

## 無機系改質材を用いた除去土壌の改質 その2 -土壌の性状と改質効果の関係-

鹿島建設(株) 正会員 ○大橋麻衣子, 田中真弓, 井関泰文, 押野嘉雄, 小澤一喜

### 1. 背景・目的

福島第一原発事故に起因する福島県内で発生した放射性物質を含む除去土壌は、中間貯蔵施設で貯蔵開始後、30年以内に同県外で最終処分される予定である。このうち埋立て・保管される除去土壌は、有機物の分解によるガス発生抑制や減容化のため、土壌と草木根の選別が検討されている。最大約2200万m<sup>3</sup>と推測される除去土壌の約半数は農地の粘性土と考えられ、草木類の分離を容易にするため土壌改質材が必要になる。筆者らは、無機物質を主体として高分子化合物を配合した土壌改質材(泥DRY<sup>®</sup>)を開発した。性状の異なる土壌ごとに土壌改質材の適用範囲が把握できれば、原土段階で改質効果を予測でき、効率よく土壌改質材を適用することが可能である。そこで試験土壌の細粒分含有率と液性指数を定量的な指標として土壌改質材の改質効果の適用範囲を評価する。なお、本報告は環境省「平成27年度除染・減容等技術実証事業」で行った実証試験に基づくものである。

### 2. 試験土壌

本土壌改質材の改質効果の適用範囲を評価するため、室内試験で用いる試験土壌を以下の2つを指標として作製した。一つは細粒分を多く含む土壌ほど改質効果が低下するため細粒分含有率(<75μm)を、もう一つは含水状態によっても改質効果が異なるため細粒土の変形に対する軟硬を示す液性指数(I<sub>L</sub>)を指標とした。

#### (1) 細粒分含有率

試験土壌A~Dの細粒分含有率は、以前に同県で測定した除去土壌の粒度分布(図-1)を参考に設定した(表-1)。上記実証試験の現地試験の試験土壌として用いた畑土、水田土の細粒分含有率は74%、58%<sup>1)</sup>であり、本試験の試験土壌は細粒分含有率の範囲に含まれている。

表-1 模擬試験土壌の細粒分含有率

| 試験土壌 | 細粒分含有率 <75μm (%) |
|------|------------------|
| A    | 97.1             |
| B    | 88.8             |
| C    | 70.9             |
| D    | 56.2             |

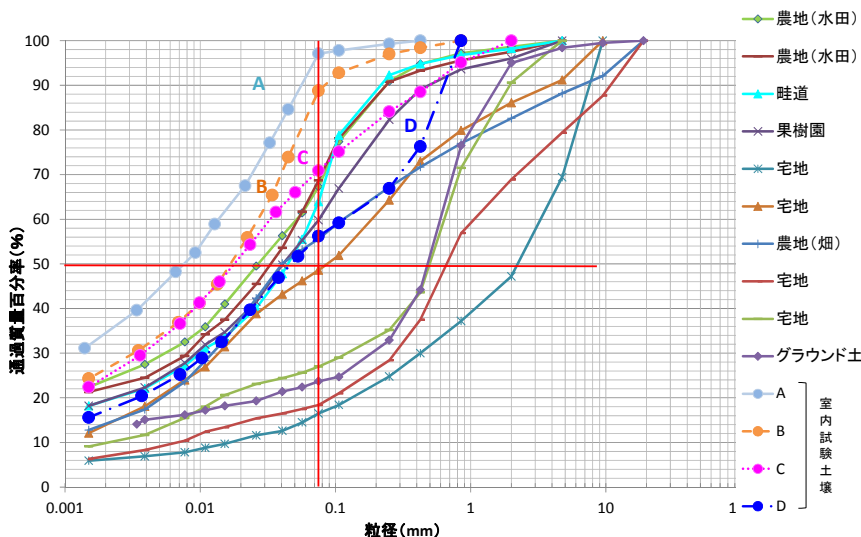


図-1 福島県内の除去土壌と室内試験土壌の粒度分布

#### (2) 液性指数

土の含水比は、液性限界の時 I<sub>L</sub>=1 となり、I<sub>L</sub>>1 になると徐々に泥水状となる。一方、塑性限界の時 I<sub>L</sub>=0 となり、I<sub>L</sub><0 になると土塊として団粒しない状態となる。改質は、液性限界に近づくと困難になり、液性限界の状態から塑性

表-2 試験土壌の液性限界・塑性限界試験結果

| 試験土壌 | 含水状態 | 塑性限界 W <sub>p</sub> (%) | 液性限界 W <sub>L</sub> (%) | 塑性指数 I <sub>p</sub> | 含水比 W (%) | 液性指数 I <sub>L</sub> |
|------|------|-------------------------|-------------------------|---------------------|-----------|---------------------|
| A    | High | 36.4                    | 48.0                    | 11.6                | 48.1      | 1.0                 |
|      | Low  |                         |                         |                     | 44.3      | 0.7                 |
| B    | High | 41.2                    | 72.1                    | 30.9                | 74.8      | 1.1                 |
|      | Low  |                         |                         |                     | 47.9      | 0.2                 |
| C    | High | 48.7                    | 55.1                    | 6.4                 | 54.6      | 0.9                 |
|      | Low  |                         |                         |                     | 49.3      | 0.1                 |
| D    | High | 32.1                    | 40.5                    | 8.4                 | 40.4      | 1.0                 |
|      | Low  |                         |                         |                     | 35.5      | 0.4                 |

キーワード 土壌改質材, 除去土壌, 細粒分含有率, 液性指数

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 岩盤・地下水 Gr

限界に近づくと容易になると想定された。そのため、試験土壌 A~D の高含水状態の  $I_L \approx 1$  を上限側 (以下 High) に、低含水状態の  $I_L < 0$  で目開き 10mm ふるいでのふるい分けが困難なものを下限側 (以下 Low) とした (表-2)。土の液性限界・塑性限界は JIS A1205 を参考に測定し、塑性指数、液性指数を算出している。また、上記 JIS 法では  $\phi 425\mu\text{m}$  未満を試料とするが、本試験では除去土壌の評価を現場で行うことを想定し、分級をせずに液性限界・塑性限界を測定した。なお、試験土壌はすべて  $\phi 2\text{mm}$  未満である。

3. 試験方法

試験土壌 A~D の High と Low の 8 種類の土壌を用いて室内試験を実施した。改質前後の試験土壌  $200\text{cm}^3$  を 10mm のふるいでふるい分けをし、ふるいの上下の重量を求めた。改質材無添加で攪拌なしのものを「BL 攪拌なし」とし、攪拌機で 3 分間攪拌したものを「BL 攪拌あり」とした。土壌改質材添加ケースでは、添加率を 15, 20, 25, 30,  $35\text{kg}/\text{m}^3$  とし、攪拌機で 3 分間攪拌した。なお、室内試験の添加率は上記実証試験の現地試験と同じである<sup>1)</sup>。

4. 試験結果

試験土壌 A~D のふるい上の割合 (ふるい上の重量 / 全重量  $\times 100$ ) を図-2 に示す。改質効果の評価基準は、ふるい上割合 15% とした<sup>1)</sup>。ふるい上の割合が 15% 以下で改質有効となったのは、試験土壌 B の High, 試験土壌 C, D の High と Low であった。ふるい上の割合がそれより多く改質困難となったのは、試験土壌 A の High, Low と試験土壌 B の High であった。

5. 適用範囲

本土壌改質材の適用範囲を液性指数と細粒分含有率で整理した (図-3)。図中の母材 A, B は実証試験の現地試験で用いた畑と水田の土壌<sup>3)</sup> である。適用範囲は「改質有効」、「改質困難」、「改質不要」、「改質対象外」の 4 つに整理できた。「改質有効」は、細粒分含有率 20~90%, かつ液性指数約 0.4~1.1 と想定される。細粒分含有率 90~100% は液性指数を問わず改質困難であり、また細粒分含有率が 55~90%, かつ液性指数 0.4 以下も改質困難な範囲と考えた。「改質有効」、「改質困難」以外は改質を行わなくてもふるい分け可能であり「改質不要」であった。細粒分含有率が約 20% 以下では、液性指数を問わず改質不要である。「改質対象外」は液性限界を超えた泥水状態を指しているが、現場ではフレコンバッグの中で土壌は圧密され泥水状態のものは非常に少ないと推測される。

6. まとめ

細粒分含有率と液性指数により、土壌改質材の適用範囲を室内試験により定量的に評価できた。改質有効範囲は、福島の代表的な農地土壌を含む細粒分含有率 20~90%, かつ液性指数約 0.4~1.1 である。改質不要範囲は液性指数 0.4 または細粒分含有率が 20% 以下であるがこの範囲内でも細粒分が高くなると改質困難範囲になる。特に細粒分が 90% 以上となると液性指数を問わず改質困難範囲になることが分かった。

参考文献

1) 杉浦ら, 無機及び高分子系材料で構成される中性の改質材を用いた, 高含水・高粘性除去土壌の改質, 草木選別に関する実証, 第 22 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会, 2016.

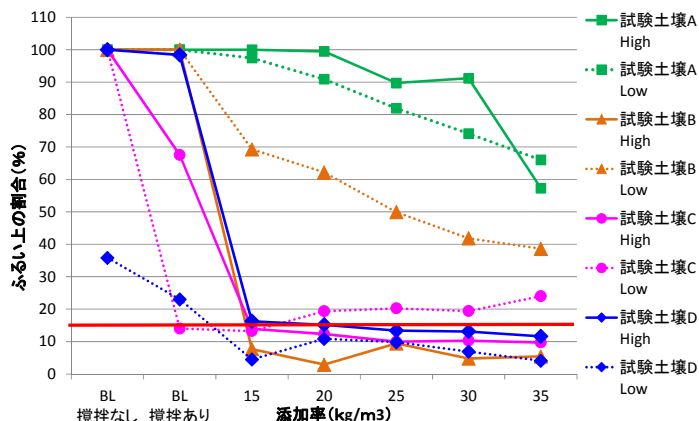


図-2 土壌改質材添加率とふるい上の割合との関係

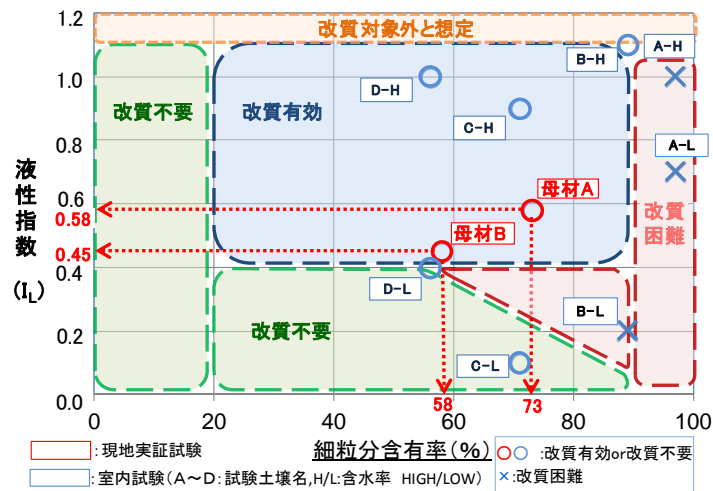


図-3 土壌改質材の適用範囲の目安