

## (Ⅶ-39) 廃棄物最終処分場におけるベントナイト混合土の施工管理事例

西武建設株式会社 正会員 新井 靖典 成島 誠一 三村 卓  
西武建設株式会社 久慈 哲男 高桑 史郎

### 1.はじめに

近年、廃棄物最終処分場の遮水構造に、粘土ライナー(以下CCLと記す)と、遮水シート(以下GMと記す)を用いた複合しゃ水構造が適用されている。CCLは、遮水性能上、既存の土単体で構築することが困難である。そのため、現地発生土、または購入土にベントナイトを混合して遮水層を構築するのが一般的な工法となっている。ベントナイト混合土の遮水性能は、おもにベントナイト混合率、含水比、締固め度などに起因している。本稿では、ベントナイト混合土の製造から施工までの施工管理事例を報告する。

### 2.工事概要

本件は、北海道に位置する管理型一般廃棄物最終処分場である。施設の規模は、埋立面積132,000m<sup>2</sup>、埋立容量1,840,000m<sup>3</sup>である。

遮水工の標準断面を図-1に示す。CCLの層厚は50cmであり、1層25cmの2層仕上げである。また、CCLの遮水性能は、透水係数  $k \leq 10^{-7}$  cm/s であり、改正共同命令基準を上回る仕様である。CCLの原料土は、購入土(砂質系火山灰)とし、ベントナイトは膨潤性に優れたUSA産Na型を採用した。表-1に火山灰とベントナイト混合土の物性値を示す。ベントナイト混合率は、事前におこなった室内試験結果から、原料土の乾燥重量に対して14%以上(混合土の液性限界 50%を越える配合  $Cl^-$  60000mg/L  $CaCl_2$  溶液使用時)とした。なお、ベントナイト混合土の攪拌混合は移動式プラント混合機(SR-P1200)を使用した。

### 3.ベントナイト混合土の施工管理項目

表-2に示すように、ベントナイト混合土の施工管理には、大きく分けて次の2項目がある。

- ① 製造に関係するもの・・・ベントナイトの混合率確認、移動式プラント混合機の設定
  - ② 施工に関係するもの・・・基礎地盤、出来形、施工品質(締固め度、含水比など)
- 次に、製造、施工それぞれの管理事例を記述する。

#### 3-1. 製造時の管理事例

ベントナイト混合土は、原料土の含水比が最適含水比よりも高いと、混合攪拌時にベントナイトの膨潤が始まり粘性が大きくなる。その結果、混合機の攪拌装置内で練り返し現象が生じ製造能力の低下がおこる。そこで、原料土の搬入時には、含水比を測定して製造に適しているかを判断した。また、受入れ後は含水比変化を防止するためシート養生を施した。一方、実際の製造では、開始直後に、簡便性に優れたファンネル粘性試験(API規格)にて、製造されたベントナイト混合土のベントナイト混合率を測定した。所定量のベントナイトが混合されていることを確認した後、連

キーワード: 廃棄物最終処分場、ベントナイト混合土、施工管理グラフ

連絡先: 西武建設株式会社技術部 環境技術研究室 TEL042-926-3414 fax042-926-3383

排水層(30cm)

保護土(70cm)

不織布(10mm)

GM(1.5mm)

2層CCL(25cm)

1層CCL(25cm)

基礎地盤

表-1 火山灰とベントナイト混合土の物性値

| 項目                                      | 火山灰   | ベントナイト混合土 |
|-----------------------------------------|-------|-----------|
| 液性限界 (％)                                | NP    | 117.07    |
| (Cl <sup>-</sup> 60000mg/L $CaCl_2$ 溶液) | -     | 54.18     |
| 塑性限界 (％)                                | NP    | 33.10     |
| (Cl <sup>-</sup> 60000mg/L $CaCl_2$ 溶液) | -     | 27.60     |
| 塑性指数                                    | NP    | 83.96     |
| (Cl <sup>-</sup> 60000mg/L $CaCl_2$ 溶液) | -     | 26.58     |
| 土粒子の密度 g/cm <sup>3</sup>                | 2.383 | 2.383     |
| 最大乾燥密度 g/cm <sup>3</sup>                | 1.235 | 1.280     |
| 最適含水比 (％)                               | 27.8  | 21.0      |

図-1 標準断面図

表-2 ベントナイト混合土管理項目

| 段階  | 確認項目      | 実施する試験内容         | 規格値                     |
|-----|-----------|------------------|-------------------------|
| 製造時 | 原料土の含水比   | 電子レンジを用いた土の含水比試験 | 3.0~36.0%               |
|     | ベントナイト混合率 | ファンネル粘性試験        | 混合率14%以上                |
|     |           | ファンネル溶液吸着試験      |                         |
| 施工時 | 混合土の含水比   | 電子レンジを用いた土の含水比試験 | 3.0~36.0%               |
|     | 基礎地盤の強度   | コーン試験            | 1.2MN/m <sup>2</sup> 以上 |
|     | 締固め度      | R1計器による土の密度試験    | 9.0%以上                  |
|     | 層厚        | スケールによる実測        | 0~+25mm                 |
|     | 平坦性       | 目視およびスケールによる実測   | 1mの範囲で25mm以下            |

続運転をおこなった。

図-2に製造日ごとのベントナイト混合率の変化を示す。平均値15%を中心に、3SDの範囲(14.4~15.6%)に分布している。すなわち、規格値である14%以上が確保され、適切に管理されていることがわかる。製造されたベントナイト混合土は含水比と混合率を管理し、製造日ごとに識別した。また、雨水による泥土化を防止するため、土木シートで養生した。

### 3-2. 施工時の管理事例

振動ローラなどで締固めをする際、ベントナイト混合土の含水比が大きくなると、ベントナイト混合土がローラに付着し、著しく施工性が低下する。また、供用開始後はゴミの埋め立てに伴いダンプトラックなどが走行する。そのため、図-3に示すように、施工前の含水比は、ダンプトラックのトラフィカビリティを確保することができるコーン指数  $1.2\text{MN}/\text{mm}^2$  (締固め度90%)以上確保できる範囲内の値(3.0~36.0%)を規格値とした。敷均しは湿地式6t級ブルドーザを使用し、転圧は11t級振動ローラにておこなった。敷均し厚さは、転圧後に25cm以上の厚みを確保するため、29cmとした。出来形管理は、敷均しおよび転圧時に丁張りとローテイングレベルを使用して施工面全体をチェックし、ベントナイト混合土の出来形不足を生じさせない方策を講じた。転圧後、RI(ラジオ・アイソトープ)による土の密度試験(JGS1614)を実施し、締固め度が90%以上であることを確認した。平坦性の確認は、プルフローリングおよびスケールによる実測でおこなった。

### 4. ベントナイト施工管理グラフについて

図-4に乾燥密度と含水比の関係を示す。施工性、遮水性、強度から定まる含水比の規格範囲と乾燥密度の下限値、およびゼロ空隙曲線とで囲まれる範囲(図-4太線内部)でベントナイト混合土の品質は規定される。本件では、ベントナイト混合土の含水比が最適含水比付近であったため、締固め度98~102%の範囲で施工することができた。一方、遮水性を確認するため、施工後にベントナイト混合土の透水試験を実施した。その結果、透水係数は $10^{-8}\text{cm}/\text{s}$ オーダーであり、施工管理グラフの有効性が認められた。

### 5. まとめ

最終処分場における遮水施設は、有害物質の周辺環境への漏洩を防止するものである。そのため、厳密な施工管理を実施し、出来形不足・施工不良などが無いようにすることが重要である。本稿で言及した施工管理を確実にこなうことで、所定の遮水性を保持したCCLの構築が可能になる。今後は、事後の確認による施工管理だけでなく、施工の過程でミスを未然に防ぐような管理手法の確立が必要であると考え。

【参考文献】1) 水野克己、水野正之、稲元裕二、衛藤英三、岩佐晶昭、押方利郎：油圧ショベル走行によるベントナイト混合土の平面部現場密度特性、第12回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp949-951、2001  
2) D.E.Daniel: Landfills for solid and liquid wastes, Environment Geotechnics, pp1231-1246、1998

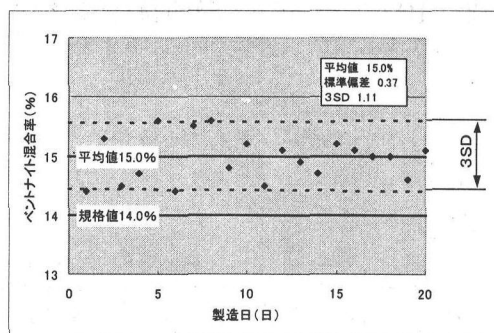


図-2 ベントナイト混合率の変化

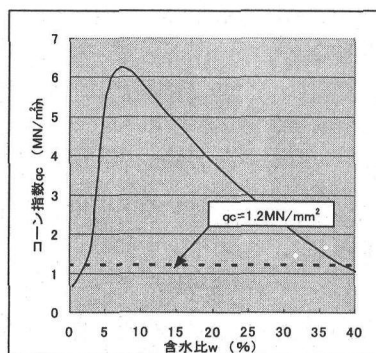


図-3 コーン指数と含水比の関係

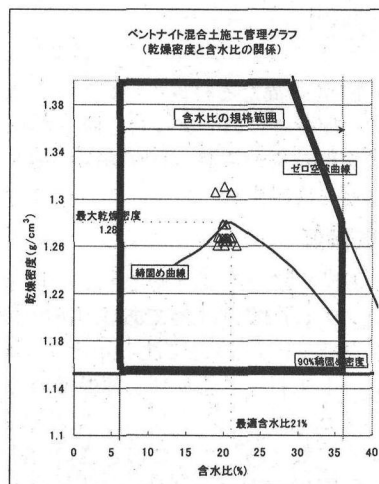


図-4 ベントナイト混合土施工管理グラフ