

## 吹付け工法による側部緩衝材の施工確認試験例—地下空洞型処分施設性能確認試験—

鹿島 技術研究所 正会員 ○藤澤 惣, 小林 一三, 戸井田 克  
 原環センター 正会員 寺田 賢二, 秋山 吉弘, 中島 貴弘

## 1. 背景および目的

放射性廃棄物の余裕深度処分施設における人工バリアを構成するベントナイトは、5Ec相当の締固めエネルギーで所定の乾燥密度を達成できる材料であり、一般的には重機でなければ施工が困難である。側部緩衝材の施工区域は、側壁とコンクリートピットの間の狭隘な部分であり、大型重機による施工が困難な部位である。そのため、これまでに様々な施工方法が検討されてきた<sup>2)</sup>。

本検討では、側部緩衝材施工方法の現実的な選択肢として吹付け工法を加えることを目的として、処分施設を模擬した試験空洞内において、吹付け工法による実規模の施工確認試験を実施し、吹付け工法の地下環境下における人工バリアの構築技術としての適用性と品質を確認した。

## 2. 含水比調整方法について

緩衝材の材料として最大粒径 5mm のクニゲル GX を用い、材料の含水比調整方法として、凍結混合方式および水添加混合方式の 2 種類の方法を採用した。両方法による含水比分布を図-1 に示す。なお、本試験における含水比の管理目標値は  $21 \pm 2\%$  であり、図中の破線で示される範囲である。

図-1 から両方法ともに管理目標値を満足したことが分かる。

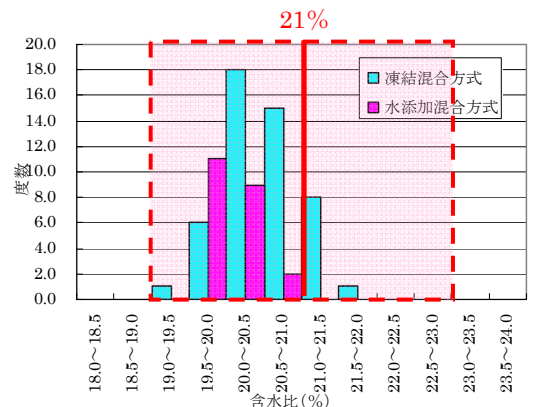


図-1 含水比調整後の含水比分布

## 3. 側部緩衝材施工試験概要

図-2 に示す地下空洞型処分施設のうち赤字で示す側部緩衝材の一部を吹付け工法により構築した。使用機器は、最大圧力 0.69MPa、風量  $21.9\text{m}^3/\text{min}$  のコンプレッサーとローター式吹付け機、湿潤材料の定量供給機である。施工管理目標値は乾燥密度が  $1.6 \pm 0.1\text{Mg}/\text{m}^3$  であり、事前に品質確認用の吹付け試験を実施し、機器設定値を決定した。

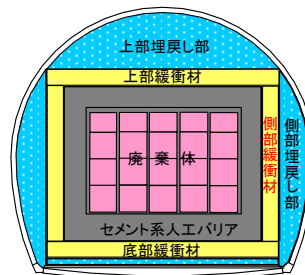


図-2 地下空洞型処分施設

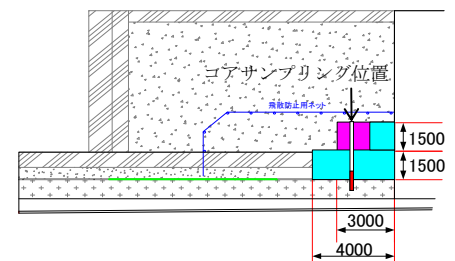


図-3 側部緩衝材側面図

施工数量は図-3 の ■, ■ で示した形状 (1 層目: 幅 1m×高さ 1.5m×奥行き 4m, 2 層目: 幅 1m×高さ 1.5m×奥行き 3m) の計  $10.5\text{m}^3$  であり、1 層目全体と 2 層目の妻部から 1m までの計  $7.5\text{m}^3$  が凍結混合方式 (図-3 中 ■), 2 層目の残りの  $3\text{m}^3$  が水添加混合方式 (図-3 中 ■) によって含水比調整したベントナイト材料である。施工手順は、1 層目を施工した後に、1 層目の上にノズルマンが上がり、1 層目上面を乱さないようにして 2 層目を施工した。

本試験では、吹付け工法により発生したリバウンド材を施工中に随時回収し、材料供給機内でフレッシュなベントナイト材料と混合して再利用した。従来は、リバウンド材料はその都度回収し再利用しなかったため、総吹付け質量に対して 30%程度がリバウンド材として処理されていたが、本試験では、リバウンド材を吹付けながら回収し、再度吹付けるという方法で再利用することによって、再利用のサイクルでの最終段階で発生するリバウンド量を低減させることとした。

施工後の側部緩衝材部材から採取した試料を用いて、室内力学試験による品質確認を行った。

キーワード 放射性廃棄物, 地下空洞型処分, 緩衝材, 吹付け工法, 品質管理

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 TEL042-489-7081

#### 4. 側部緩衝材施工試験結果

吹付け施工した側部緩衝材の含水比と乾燥密度の関係をまとめると図-4 のようになる。ここで、本試験の乾燥密度の施工管理目標値 ( $1.6\pm0.1\text{Mg/m}^3$ ) は■で示している。図から、全ての試料が施工管理目標値を満足したことが分かる。

また含水比調整方法に着目すると、水添加混合方式により含水比調整した材料は凍結混合方式の乾燥密度に比べ大きい結果となった。しかし、最適含水比よりも湿潤側の締固め曲線が等飽和度線の上に並ぶ事実を考え、両者を近似する飽和度線を求めると、両者共にほぼ飽和度 81%線付近に並ぶことがわかった。すなわち両者の密度の差は含水比によるものが大きいと考えられる。さらに、含水比調整方法の違いによるリバウンド率を表-1 に示す。表-1 から、凍結混合方式のリバウンド率は、水添加混合方式に比べ低くなっている。これは、凍結混合方式に比べ、水添加混合方式は試料内での団粒化による含水比のばらつきが生じるため、含水比の高い試料は付着し、含水比の低い試料がリバウンドしたことが要因であると考えられる。

本試験では、リバウンド材とフレッシュな材料を混合して使用しているため、含水比のばらつきが生じやすい水添加混合方式では、より含水比の低いリバウンド材を再利用することになるため、図-4 に示すように、水添加混合方式の含水比が低くなったと考えられる。また、これまでは総吹付け質量に対してリバウンド率が 30%程度であったのに対して、表-1 に示すように、本試験ではリバウンド材料を吹付けながら再利用することによって、リバウンド率を 13%まで低減することができた。

図-5 には、力学性能確認のための室内試験に供する供試体採取位置選定のために図-3 に示す位置で取得したボーリングコアの X 線写真を示す (図-3■参照)。なお、2 層目の上面を GL-0m とした。図では、密度が高い箇所が白く、密度の低い箇所が黒く表示されている。ただし、写真の継ぎ目が密度と無関係に白く表示されていることに注意を要する。図-5 を見ると、写真の継ぎ目以外に色の斑がなく、非常に均質に施工出来ていることがわかる。また、一層目と二層目の界面を見ても、色の斑がなく密度分布がないことが分かった。

GL-0.80-1.71 (コア長 : 89.5cm)



図-5 ボーリングコアのX線写真

▽ : X線写真の継ぎ目  
▲ 界面 (一層目と二層目)

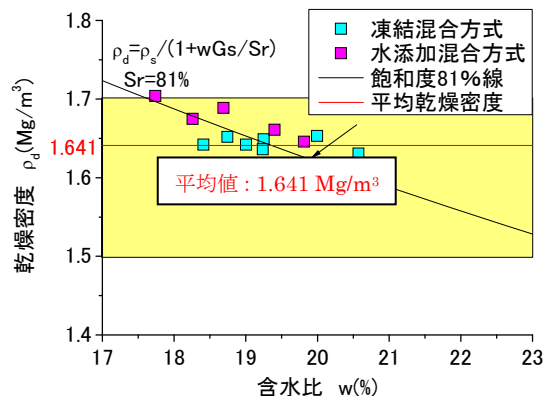


図-4 含水比と乾燥密度の関係

表-1 含水比調整方法とリバウンド率の関係

|               | 凍結<br>混合方式 | 水添加<br>混合方式 | 全体   |
|---------------|------------|-------------|------|
| リバウンド率<br>(%) | 9.9        | 20.4        | 13.0 |

#### 5. まとめ

本試験では、吹付け工法により側部緩衝材を構築し、施工管理目標値である乾燥密度  $1.6\pm0.1\text{Mg/m}^3$  を十分満足し、かつ均質な緩衝材を施工することが可能であることを確認した。また、凍結混合方式による含水比調整材料を使用することで、材料のロスを減らし、より効率的に施工することが可能であることを確認した。今後は吹付け工法の機械化およびより効率的なリバウンド回収方法の検討を行う予定である。

本報告は、経済産業省からの委託である「管理型処分技術調査等委託費 (地下空洞型処分施設性能確証試験)」の成果の一部である。

#### (参考文献)

- 1) 田中他：吹付け工法による高密度ベントナイト施工試験，日本原子力学会「2006 年春の年会」講演概要集，2006.3
- 2) 小林他：ベントナイト吹付け技術の開発(その 1)－混合方法と品質管理方法の検討，鹿島技術研究所年報，2006.9