

ベントナイト混合土の吹付け施工における材料分離の発生要因に関する検討

安藤ハザマ 正会員 ○千々松正和, 田嶋宏之, 永井裕之, 石濱裕幸

1. はじめに

図-1に示したような低レベル放射性廃棄物における地下空洞型処分施設の人工バリアと岩盤との間の空洞や隙間は、地下水の流動に伴う核種移行の経路としないため、隣接する緩衝材をはじめとした人工バリアや空洞の力学的安定性を保つため、また、容易に人が侵入できないようにするために、埋戻す必要がある。この空洞上部の埋戻し材の施工範囲は上部緩衝材の上側の、狭隘でアーチ型の特異形状をした空間であるため、実環境にて施工性を確認する試験が実施された¹⁾。施工は転圧工法と吹付け工法で行われ施工密度としては所定の密度を達成できることが確認された。しかし、吹付け工法による施工では混合土の材料分離が生じリバウンド材の多くは砂分であるという事象が発生した²⁾。そこで、材料分離の発生要因を確認することを目的に試験を実施した。

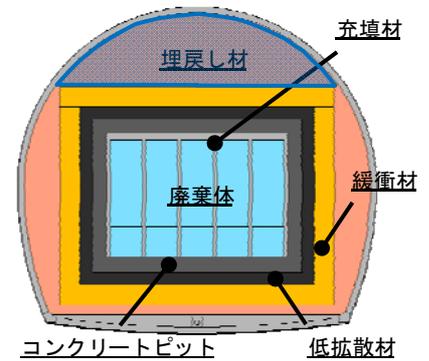


図-1 地下空洞型処分施設の概念

2. 材料分離の影響要因

材料分離が発生した要因として以下の項目が考えられる。

- ①ベントナイト混合土の製造方法、②材料の含水比、③吹付けホースの長さ、④吹付けホース途中での Y 字管による追加圧、⑤吹付機と吹き付け場所の高低差

これらのうち、①～④についての影響を確認するために試験を実施した。

3. 試験ケース

表-1 に試験ケースを示す。材料はクニゲル V1 とコンクリート用細骨材を乾燥質量比 15 : 85 で混合した材料である。材料の製造方法は 2 種類とし、連続二軸強制型である自走式土質改良機 SR-2000G により製造した材料と攪拌付回転容器型であるアイリッヒミキサーにより製造した材料の比較を行った。前者に比べて後者の方が練り混ぜ性能は高い。また、材料の含水比は締固め試験結果 (A 法) における最適含水比 ω_{opt} を参考に $\omega_{opt}-1\%$ 、 ω_{opt} 、 $\omega_{opt}+1\%$ の 3 種類で実施した。ホース長は 20m、40m の 2 種類とし、また、ホース長 40m のケースに関しては、途中に Y 字管を設けて追加圧を施したケースも実施した。

表-1 材料分離の影響要因に関する試験ケース

ケース	製造方法	含水比	ホース長(m)
RB1-1	連続二軸強制型 (SR-2000G)	$\omega_{opt}+1\%$	20
RB1-2			40
RB1-3			10+Y 字管+30
RB2-1	攪拌付回転容器型 (アイリッヒ)	$\omega_{opt}+1\%$	20
RB2-2			40
RB2-3			10+Y 字管+30
RB3			ω_{opt}
RB4		$\omega_{opt}-1\%$	20

4. 試験結果

図-2 には、施工後とリバウンド材の細粒分含有率 (ベントナイト混合率) の比較を示す。多くのケースでリバウンド材のベントナイト混合率が低くなっていることがわかる。それに応じて施工された箇所のベントナイト混合率が高くなっている。差が小さいケースは、RB2-1 および RB3 である。すなわち、ホースが長くなることにより材料分離が生じる、連続二軸強制型である SR-2000G で製造した材料はアイリッヒミキサーで製造した材料より材料分離しやすい、含水比が低いと材料分離しやすい、ということが分かった。

キーワード：放射性廃棄物埋設設備、ベントナイト混合土、吹付け施工、リバウンド、材料分離

連絡先：〒305-0822 茨城県つくば市荻間515-1/TEL:029-858-8810/FAX:029-858-8829

そこで、実現場での適用を考え、ホース長として何 m 程度までが適用可能なかを、引き続き、検討することとした。

表-2 追加試験ケース

ケース	含水比	機械構成
A30	ω_{opt+1} (7.1%)	吹付け機+ホース 30m
A30S		吹付け機+Y字管+ホース 30m
A30Y		吹付け機+ホース 10m+Y字管+ホース 20m
A30X		吹付け機+ホース 20m+Y字管+ホース 10m
A40S		吹付け機+Y字管+ホース 40m
A40X		吹付け機+ホース 20m+Y字管+ホース 20m

表-2 に追加で実施した試験ケースを示す。ホースの全長を 30m および 40m とし、ホースの途中に Y 字管を設けて追加圧を施す場合は、その位置を変えたケースを実施した。Y 字管の位置としては、吹付け機のアウトレットの直後、アウトレットから 10m 先、20m 先の 3 ケースを実施した。各ケースでの施工密度を図-3 に、施工箇所とリバウンド材の細粒分含有率（ペントナイト混合率）の比較を図-4 に示す。密度に関しては、Y 字管による追加圧を施していないケース（A30）が他に比べて若干ではあるが低い結果となっている。一方、混合率の変化に関しては、この Y 字管による追加圧を施していないケース（A30）のみが材料分離が生じていないという結果となっている。すなわち、施工密度は若干低くなるものの材料分離を生じさせないためにはホース長は最大 30m 程度とし、追加圧を施さない事が望ましいといえる。

5. 機械施工

コンプレッサーの圧力を高め、ノズルをバックホウに固定して吹付け施工を行った。図-5 に試験結果を示す。同図には、同じホース長(20m)で実施した人力施工(RB1-1)の試験結果も示している。機械施工の時の吹付け圧力は 0.8MPa 程度、人力施工の時の吹付け圧力は 0.2MPa 程度である。人力施工に比べると機械施工の方が同程度の含水比の時は施工密度が高くなっていることがわかる。

6. おわりに

吹付け施工時に材料分離が生じる要因についての検討結果を示す。

- ・練り混ぜ方法の違いにより材料分離の発生程度が変わってくる。よく練り混ぜるほど材料分離はしにくくなると思われる。
- ・吹付けホースが長くなると材料分離が生じる。ホースが長くなると施工密度が低くなるが、途中に Y 字管を設けて追加圧を施すことにより施工できる密度は高くなるが、追加圧により材料分離がさらに助長される。
- ・初期含水比が低い時の方が材料分離は生じやすくなる。
- ・ノズルを機械に保持させた機械施工の方が吹付け圧力を高くできるため、人力施工時より施工できる密度は高くなる。

【参考文献】

1)石濱裕幸ほか：地下空洞型処分施設における上部埋戻し材の施工確認試験（その1）—施工性の確認—，土木学会第69回年次学術講演会講演概要集，CS9-024，pp.47～48，2014
 2)山田淳夫ほか：地下空洞型処分施設における上部埋戻し材の施工確認試験（その2）—施工後の品質の確認—，土木学会第69回年次学術講演会講演概要集，CS9-025，pp.49～50，2014

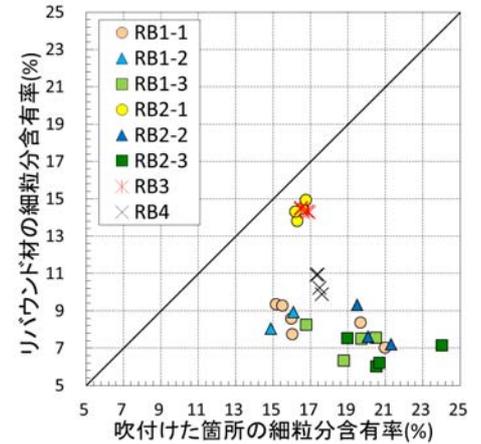


図-2 施工前後での混合率の変化

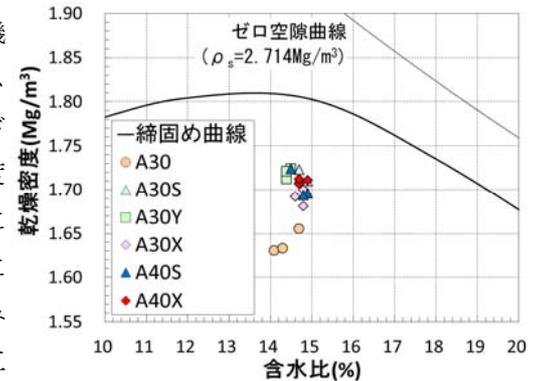


図-3 施工密度(追加試験)

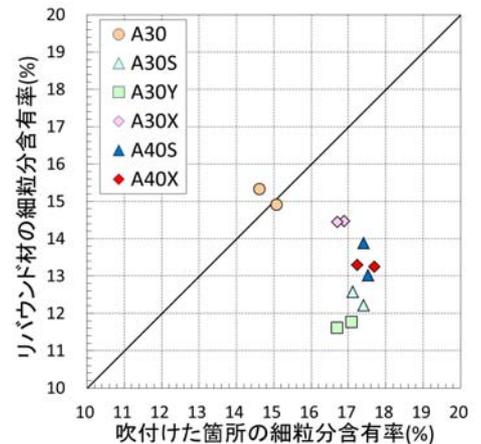


図-4 施工前後での混合率の変化(追加試験)

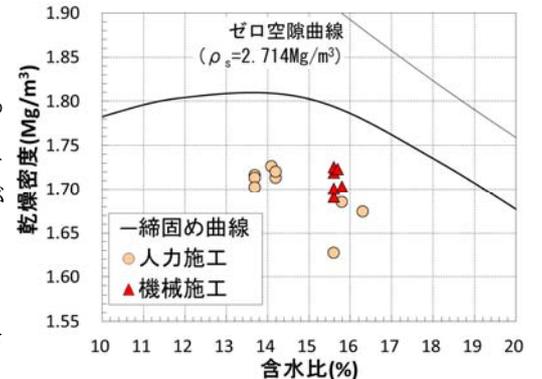


図-5 人力施工と機械施工の比較