

ベントナイトの含水調整に関する検討

日本原燃(株) 正会員 ○伊藤裕紀, 東電設計(株) 正会員 谷智之
 (株)間組 正会員 千々松正和, 大成建設(株) 正会員 山本卓也

1. はじめに

土質系材料を現場施工する際、遮水性や低透水性が要求されている場合には最適含水比、あるいはそれより若干高めめの含水比で施工されることが多い。一方、ベントナイトを施工する時の含水比は、施工性や仕上り密度のばらつきに密接に関連することがこれまでの知見で得られており、層内の密度差を低減させるため、材料の含水比のばらつきを抑制することが一つの方策であると考えられる。よって、調整後の含水比のばらつきをできるだけ抑制することを目的に水分調整機械の検討を行った。また、水分調整結果をもとに水分調整に関する管理値を検討した。

2. 施工後の密度のばらつきを少なくするための含水比の検討

図-1 に幅 1m×長さ 5m でのベントナイト施工試験¹⁾後のコアボーリングの結果得られた含水比と乾燥密度の関係を示す。1層当りの仕上がり厚さは 10cm であり、試験は 5層行っている。同図より、含水比が 18~19% の時、得られる乾燥密度は最も大きな値となっていることが分かる。しかしながら、含水比が 21~22% の時でも、乾燥密度は一連の試験での目標値である $1.6\text{Mg}/\text{m}^3$ 以上の値が得られている。また、図-2 には含水比と層内の密度差の関係を示す。同図より、含水比が 20% 以上の時には、10cm の層内の上部と下部の乾燥密度の差がほとんどなくなっていることが分かる。以上より、含水比が 18~19% 程度の時が締め密度が最も大きくなるが、含水比がそれ以上に高い 20~22% の範囲であっても乾燥密度 $1.6\text{Mg}/\text{m}^3$ 以上を達成することは可能であり、さらには、高めの含水比の方が、層内の密度差を小さくすることが出来ると考えられる。したがって、層内の密度差を小さくするためには、この範囲に含水比をコントロールすることが必要であると考えられる。そこで、層内の密度差を小さくするための含水比として 21% 程度を設定することが考えられる。また、高い締め密度が得られる 18~19% の含水比の調整についても検討を行なうこととし、設定含水比は 18.5% と 21% の 2 ケースとした。

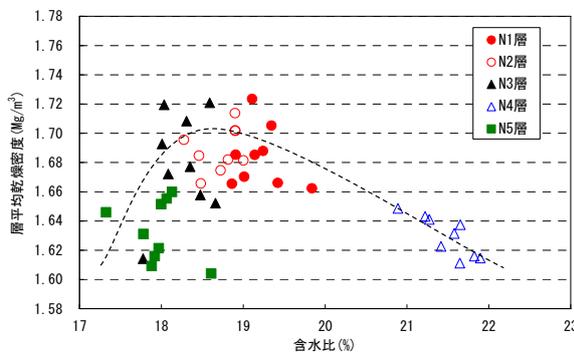


図-1 含水比と層平均乾燥密度の関係

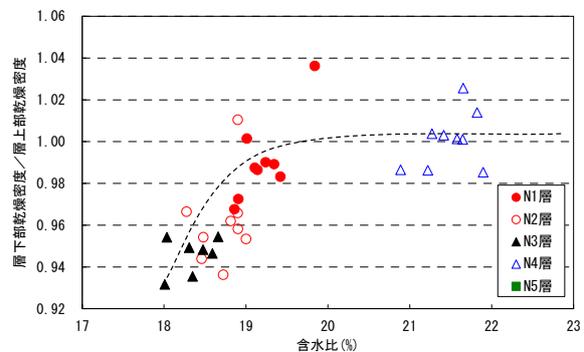


図-2 含水比と層上下での乾燥密度差の関係

3. 小型ミキサーを用いた含水調整試験

各種小型試験を用いて含水調整試験を実施した。試験に使用したミキサーを表-1 に示す。試験手順は以下の通りである。(1)材料投入：ミキサー容量の約 70% に相当する質量 (初期含水比 7% 程度)、(2)空練り：2 分間、(3)加水：所定量を散水、(4)混練：散水後 3 分間 (パン型強制混合造粒型ミキサーに関しては、反転 2 分、正転 2 分)、(e)排出。なお、試験は 2 回実施した。また、試験の前に捨て練りを実施した。測定項目は以下の通りとした。(a)回収率：排出質量 / (投入質量 + 加水量)、(b)含水比：1kg あたり 1 点、1 点あたりの質量約 150g (炉乾燥法)。試験の結果得られた含水比測定値の平均値、最大最小値を図-3 に示す。同図は設定含水比が 21% のケースである。図-3 よりパン型、傾動型では設定含水比との差が大きく、ばらつきも大きいことが分かる。多機能コーン型は、ばらつきは ±1% 程度であるが、設定含水比との差が大きい。表-1 に示す二軸強制型以降の No.4~No.7 のミキサーでは設定含水比との差、ばらつきとも小さく品質に大差は無い。図-4 に示す回収率も No.4~No.7 の

キーワード 余裕深度処分施設, ベントナイト, 水分調整, 現場締め

連絡先 〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字野附 504-22/TEL:0175-72-3305/youki.itou@jnfl.co.jp/伊藤裕紀

ミキサーでは回収率は90%以上の値となっている。設定含水比が18.5%の場合も同様の結果であった。

4. 大型ミキサーを用いた含水調整試験

小型ミキサーの試験結果を踏まえ、大型ミキサーを用いた試験を小型試験の場合と同様の手順で実施した。試験はパン型強制混合造粒型ミキサー（容量1,000ℓ，投入量700kg）および攪拌付回転容器型ミキサー（容量2,250ℓ，投入量900kg）を用いて行なった。図-5には試験結果を示す。(a)は設定含水比が18.5%のケース、(b)は設定含水比が21%のケースの試験結果である。測定は10kgあたり1点の頻度で行なった。含水比のばらつきはどちらのミキサーでも±1%程度となっている。また、含水調整した材料を最大6ヶ月保管し、粒度、含水比、締固め性に変化が生じるかの確認を行なった。その結果、特に有意な変化は生じなかった。

表-1 検討に用いた小型ミキサー

No.	検討ミキサー	装置概略	メーカー	型式	容量(ℓ)	回転数	投入質量(kg)
1	パン	強制練りパン型	太平洋機工	TM-55	55	主軸:76rpm	37
2	傾動	傾動型	マクロス	TG-537	70	パン:28rpm	47
3	H.F コーン	多機能コーン型	太平洋機工	HFN-50	50	主軸:320rpm, スクレーパ:52rpm	33.5
4	パグミル	二軸強制型	石川島建機	DAM60	60	パドル回転数:45rpm	40
5	ペレガイア	パン型強制混合造粒型	北川鉄工所	VZ-100	60	アーム:23.2rpm, ロータ:390.0rpm	40
6	アイリッヒ	攪拌付回転容器型	日本アイリッヒ	R08-W	75	アジテータ:700rpm, パン(周速):1m/sec	50
7	ブローシェア	回転鋤型	太平洋機工	WB-75	75	主軸:165rpm, チョッパー:3,000rpm	50

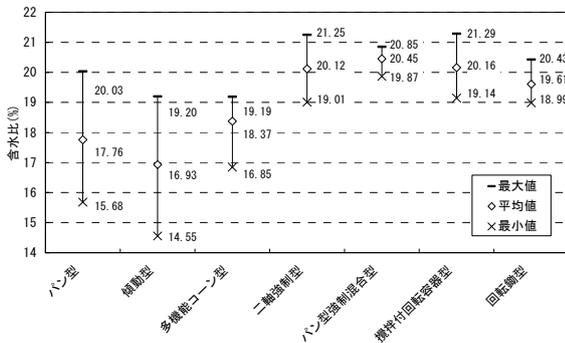


図-3 小型試験結果（含水比測定結果）

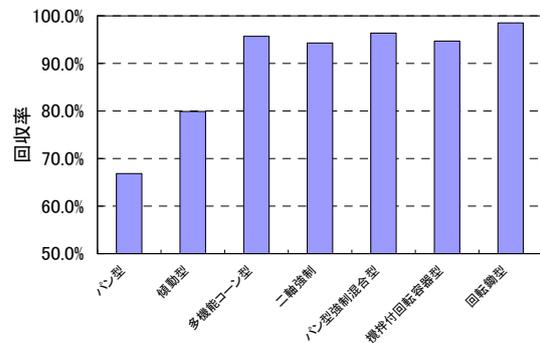
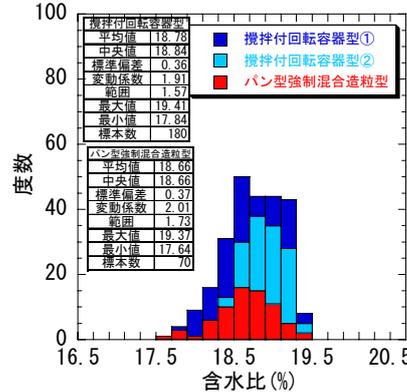


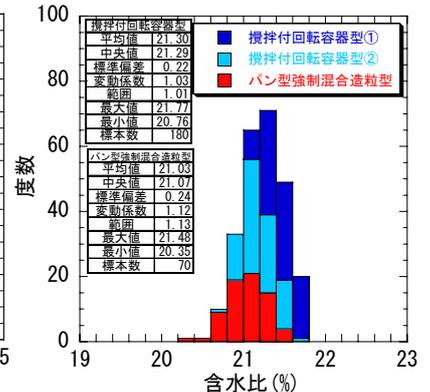
図-4 小型試験結果（回収率）

5. まとめ

今回の試験の結果得られた知見を整理すると以下の通りとなる。1) 施工後の締固め層内の密度のばらつきを小さくするには施工時の含水比を高め設定することが有効である。2) 種々のミキサーを用いて含水調整試験を行った。含水比のばらつき、設定含水比との差異、回収率等の観点から比較を行った結果、一般的に高性能とされているミキサーを用いると適切な含水調整が可能となることが分かった。今回の試験



(a)設定含水比 18.5%



(b)設定含水比 21%

図-5 大型試験結果

では、最低でも二軸強制ミキサーレベルの能力が必要であり、主軸や容器のみの回転ではなくこれらを組み合わせたような高度なミキサーが望まれることが分かった。3) 大型ミキサーを用いて含水比の調整を行った場合でも、含水比のばらつきは±1%程度以内となった。4) 今回の試験では、平均値は設定値±0.5%、ばらつきは±1%の範囲で収まった。しかしながら、実際の事業段階では試験よりは多少ばらつきは大きくなるものと思われる。しかしながら、管理値の案として、管理値＝設定値±2.0%程度と設定することが可能であると考えられる。

【参考文献】 1) 中越ら：ベントナイト原鉱の締固め特性に関する検討—土槽を用いた締固め試験結果—，土木学会第58回年次学術講演会講演概要集，CS7-019，pp.315-316，2003