

ベントナイト混合土の製造に対する縦落とし式混合装置の開発 — (その2) プロトタイプ試験装置による検証試験結果 —

前田建設工業(株) 正会員 ○武部 篤治
同上 正会員 前田 和亨
同上 正会員 南 浩輔
同上 正会員 藤山 哲雄

1. はじめに 放射性廃棄物処分場の人工バリアや一般廃棄物最終処分場の遮水ゾーンでは、遮水性能の高い低透水性材料としてベントナイト混合土の適用が考えられている。本報(その2)では、高品質なベントナイト混合土の製造を目的に開発した、縦落とし式混合装置の品質確認試験結果について報告する。

2. 検証試験の概要

(その1) ¹⁾で述べたように、縦落とし式混合装置は、母材とベントナイトを混合する「粉体混合部」と、混合土を所要含水比に調整する「加水部」から構成される。品質確認に際しては、製造能力 9.0t/hr 級のプロトタイプ試験装置を製作し、母材の含水比(3水準)とベントナイトの添加率(3水準)をパラメータとして、試験を実施した。

(1) 粉体混合部・加水部の試験装置および検証試験の概要

①**粉体混合部**：粉体混合部の試験装置には、付着低減対策を施した MY-BOX (□120mm×H240mm×8連)を用いた。試験装置の外観を前報(その1) ¹⁾の図-2に示す。

検証試験は、ベルトコンベア上に「砂+ベントナイト+砂」の順序でサンドウィッチ状に材料を敷設した後、粉体混合部に連続投入し(約 100kg/ケース)、排出後の混合土のバラツキを確認し評価した。

②**加水部の試験装置**：加水部の試験装置には、前報(その1) ¹⁾の図-3に示した加水部寸法φ0.8m×H1.6mの装置を用いた。加水部は、混合土を円筒状に分散落下させるガイド部と、分散落下させた混合土を挟み込むように噴霧ノズルを多段・多点配置したミスト供給部からなる。

検証試験は、粉体混合部で製造した混合土を加水部ホッパーに投入し、スクリーフフィーダにより所定量の混合土を排出させ、加水調整を行った後、混合土の含水比のバラツキを確認することで評価した。

(2) 材料および検証試験ケース

試験に用いた母材およびベントナイト混合土の物性を表-1に示す。使用した母材はコンクリートに用いられる JIS 細骨材(以下、購入砂と記す)、ベントナイトは Ca 型を用いた。

試験ケース一覧を表-2に示す。購入砂の含水比の設定に際しては、複数の現場で実測されたコンクリート用 JIS 細骨材の表面水率データ(約2年間分)の変動範囲が、含水比として概ね 3~9%であったことから、 $w=3,6,9\%$ の3水準とした。また、ベントナイト添加率は 15,20,25%の3水準とした。なお、加水部における目標含水比は、各添加率に対する混合土の締固め試験結果(C法締固め、混合土はソイルミキサーで作製)で得た最適含水比 w_{opt} より、湿潤側の「 $w_{opt}+1\sim 2\%$ 」に設定した。

表-1 購入砂、ベントナイト混合土の物理特性

		購入砂	ベントナイト混合土 Ca型ベントナイト添加率		
			15%	20%	25%
自然含水比	w_n (%)	4.5	5.3	5.6	5.9
粒度試験	礫分 (%) (2.0mm~)	11.8	10.0	9.4	8.9
	砂分 (%) (0.075mm~2.0mm)	87.8	74.6	70.2	65.9
	細粒分 (%) (~0.075mm)	0.4	15.3	20.3	25.3
締固め試験	最大乾燥密度 ρ_{dmax} (Mg/m ³)	—	1.93	1.89	1.81
	最適含水比 w_{opt} (%)	—	11.9	12.0	13.0

*締固め試験(C法)に供した混合土はソイルミキサーで製造している

表-2 検証試験ケース一覧

ケース	混合部		加水部	
	母材（購入砂）	Ca型ベントナイト	最適含水比 (%)	目標含水比 (%)
	含水比（%）	添加率（%）		
1	6.0%	25%	13.0%	w _{opt} +1～2%
2	3.0%	20%	12.0%	
3	6.0%			
4	9.0%			
5	6.0%	15%	11.9%	

キーワード：放射性廃棄物処分、ベントナイト混合土、MY-BOX、ベントナイト添加率、含水比
連絡先：〒179-8914 東京都練馬区旭町 1-39-16 前田建設工業(株)技術研究所 TEL:03-3977-2241

3. 検証試験結果

本装置の品質確認として、ベントナイトの添加率ならびに加水後の含水比のバラツキに着目し、粉体混合部・加水部の各部において、それぞれ通過後の混合土を 10 サンプル採取し、測定および評価を行った。

(1) ベントナイト添加率の測定結果

使用した購入砂は細粒分含有率:Fc=0.4%と非常に少ないため、混合土の細粒分(75 μ m以下)はほぼ全量ベントナイトとみなし、ふるい分け試験による細粒分含有率の値を混合土のベントナイト添加率として評価した。表-3に、粉体混合部通過後および加水部通過後のベントナイト添加率の測定結果を示す。一例として、ケース3(ベントナイト添加率20%, 購入砂含水比w=6%)のサンプル測定結果を図-1に示す。

測定結果から、全てのケースにおいて変動係数が10%未満と安定した結果が得られており(加水部通過後は5%未満)、ベントナイトと購入砂が均質に混合されていることがわかる。

なお、全ケースで加水部通過後にベントナイト添加率の平均的な低下が見られるが、これは、試験時に加水部から落下する混合土の状況を目視確認するため、加水部と排出ベルコンの間を被覆防護していなかったことにより、落下した混合土が排出ベルコンに衝突した際にベントナイトが周囲に飛散したためと推察される。

(2) 加水前後の含水比の測定結果

粉体混合部通過後、加水部通過後にそれぞれ採取した10サンプルの含水比測定結果を表-4に示す。一例として、ケース3(ベントナイト添加率20%, 母材含水比w=6%)のサンプル測定結果を図-2に示す。測定結果から、全てのケースにおいて変動係数が5%程度以下と安定した結果が得られており、ベントナイト混合土が均質に加水されていることがわかる。また、前報(その1)に示した通り、目視確認の結果、ダマの発生もなく良好な仕上がりとなっていた。なお、今回の試験では目標含水比に達していないケースも見られた。今後、含水比調整をより高精度に管理可能なよう高度化を図る予定である。

4. おわりに

縦落とし式混合装置によって製造されたベントナイト混合土は、製造開始から終了まで、どのサンプルにおいてもベントナイト添加率および含水比の変動係数が小さく、ダマの発生もない均質かつ安定した品質を有することが確認できた。今後は、更なる品質の向上を図るとともに、連続的な安定供給を含めて、実施工を考慮した検討を進めていく。

【参考文献】1)武部他：ベントナイト混合土の製造に対する縦落とし式混合装置の開発(その1), 土木学会第66回年次学術講演会, 2011(投稿中)。

表-3 粉体混合部・加水部のベントナイト添加率の測定結果

ケース	母材含水比	目標添加率	粉体混合部通過後		加水部通過後	
			平均値	変動係数	平均値	変動係数
1	6.0%	25%	25.0%	3.7%	21.6%	2.4%
2	3.0%	20%	19.6%	9.5%	16.9%	2.9%
3	6.0%		20.1%	6.5%	18.2%	2.1%
4	9.0%		19.7%	7.3%	18.1%	3.5%
5	6.0%	15%	14.0%	7.5%	13.8%	4.1%

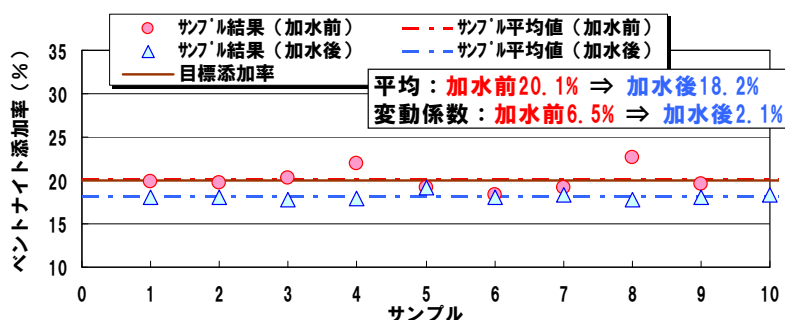


図-1 粉体混合部・加水部における添加率サンプル測定の結果例
(ケース3: ベントナイト添加率20%, 母材含水比w=6%)

表-4 粉体混合部・加水部の含水比の測定結果

ケース	母材含水比	目標添加率	粉体混合部通過後		加水部通過後	
			平均値	変動係数	平均値	変動係数
1	6.0%	w _{opt} +1~2%	7.2%	3.1%	12.7%	3.1%
2	3.0%		4.5%	3.7%	15.1%	4.4%
3	6.0%		6.7%	3.3%	13.6%	5.2%
4	9.0%		9.3%	4.3%	14.1%	4.6%
5	6.0%		6.4%	2.5%	15.3%	4.4%

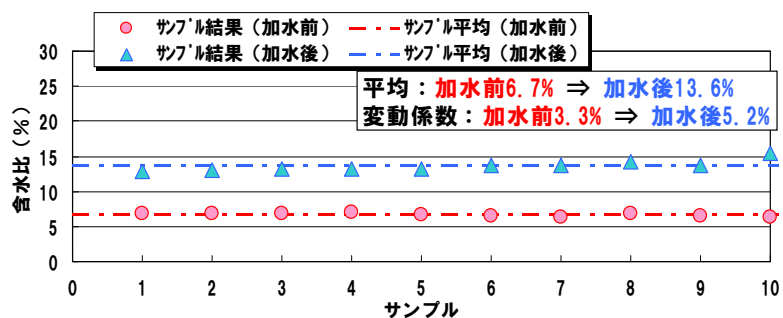


図-2 粉体混合部・加水部における含水比サンプル測定の結果例
(ケース3: ベントナイト添加率20%, 母材含水比w=6%)