

## ベントナイトブロックの製作・施工性に対する初期含水比の影響に関する検討

原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 増田 良一\*、高尾肇  
 ハザマ 正会員 千々松正和、雨宮清  
 日揮 正会員 竹ヶ原竜大、 茨城大学 正会員 小峯 秀雄

## 1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分においては廃棄体と岩盤との間を粘土系材料で充填することが検討されている。施工方法としては、地上にて製作したブロック等を地下に搬送して定置する方法や地下において静的あるいは動的に施工する方法等が検討されている<sup>1)</sup>。粘土系材料としては、ベントナイトを主とした材料が検討されており、その製作・施工性を検討していくことも処分事業を進めていく上で重要な要素であると考えられる。ここでは材料の初期含水比により製作・施工性がどのように影響を受けるのかの検討および製作したブロックが高温多湿環境にさらされた時の状態変化に対する初期含水比の影響についての検討を実施した。なお、本研究は経済産業省からの委託として、処分サイトの多様性を念頭に置き、緩衝材定置技術に関する幅広い技術メニューの提示を目的として実施中の研究の成果の一部である。

## 2. 試験条件

ベントナイト材料を一定圧力で静的プレスする試験と、所定の目標乾燥密度なるような成型圧を求める試験を実施した。パラメータはベントナイト材料(クニゲル V1、MX-80、粒状ベントナイト(クニゲル V1 最終分級工程前に取出した粒径の大きな材料で、ここでは文献<sup>2)</sup>における Granulate 型ペレットを使用))、初期含水比、ケイ砂混合率であり、ケイ砂は 3 号から 7 号ケイ砂を同比率で混合した材料を用いた。また、高温多湿環境としては、45℃、95%RH を設定し、ケイ砂混合率、初期含水比の違いにより、ブロックの状態変化がどのように異なってくるのか検討を行った。

## 3. 試験結果

図-1 にクニゲル V1 に関して実施した一定圧力成型試験から得られた締固め曲線を示す。圧力は 1MPa から最大 100MPa まで増加し、各圧力段階におけるセル内の材料の体積から乾燥密度を計算し、プロットした。また、100MPa までプレスした後、供試体を取り出し乾燥密度も求めプロットした。同図より、成型圧力が大きくなるにつれ、最大乾燥密度は大きくなり、それに伴い、最適含水比は小さくなっていることが分かる。また、成型後、供試体を取り出すとリバウンドにより供試体の乾燥密度は小さくなっていることが分かる。図-2 にはケイ砂混合率、ベントナイト材料による影響を示す。ケイ砂混合率が高くなるに従い施工性は向上しており、最適含水比は小さくなっている。粒状ベントナイトはクニゲル V1 に比べ若干最大乾燥密度が大きくなるという結果が得られたが、それほど大きな違いは見られない。なお、粒状ベントナイトにケイ砂を混合したことによる施工性の向上はクニゲル V1 にケイ砂を混合することに比べて小さいことが分かる。図-3 には MX-80 の試験結果を示す。図-1 および図-3 より、成型圧力が小さいときはクニゲル V1 の方が締固め性は良いが、圧力が高くなるにつれ MX-80 の方が締固め性が向上してくることが分かる。また、MX-80 の方が最適含水比は低く、リバウンド量も大きいことが分かる。

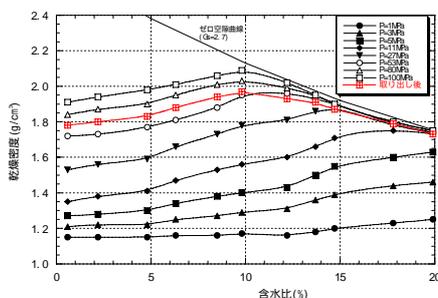


図-1 締固め曲線(クニゲル V1)

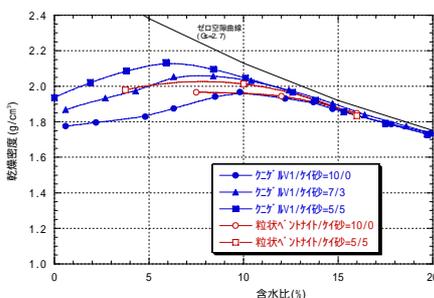


図-2 ケイ砂混合率・ベントナイト材料による影響

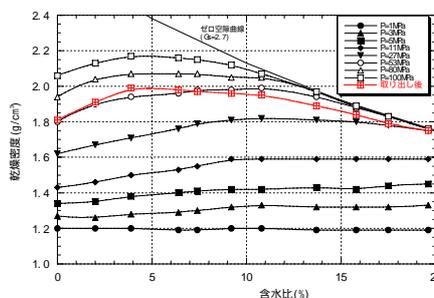


図-3 締固め曲線(MX-80)

キーワード 放射性廃棄物、ベントナイト、製作・施工、搬送・定置、高温多湿環境

\*連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 2-8-10 TEL:03-3504-1081、FAX:03-3504-1297、E-MAIL : masuda@rwmc.or.jp

図-4 には目標乾燥密度を設定した際の静的プレス試験から得られた含水比と成型圧力の関係を示す。同図より、ケイ砂を混合することにより必要な成型圧力は格段に小さくなるのが分かる。また、成型プレス圧が最小になる時の含水比はケイ砂を混合することにより大きくなっている。MX-80 とクニゲル V1 を比較すると目標乾燥密度が 1.9g/cm<sup>3</sup> の場合は MX-80 の方が施工性は良いといえる。図-5 には各材料に対するリバウンド量と含水比の関係を示す。図-4 と比較するとほぼ同じような傾向を示していることが分かり、最適含水比で成型することにより成型後供試体のリバウンド量も減ずることが可能となり、品質の保証が容易になるものと考えられる。また、高温多湿環境におけるベントナイトブロックの状態変化に関する初期含水比の影響を把握することを目的に、初期含水比を 0% ~ 20% の間の 2% ピッチとして作製したブロックを所定時間設定環境の中に放置する試験を実施した。材料は MX-80、クニゲル V1 とケイ砂の混合材料（混合比 10/0、7/3、5/5）である。また、試験環境は温度 45、相対湿度 95% とし、放置時間は約 18 時間である。

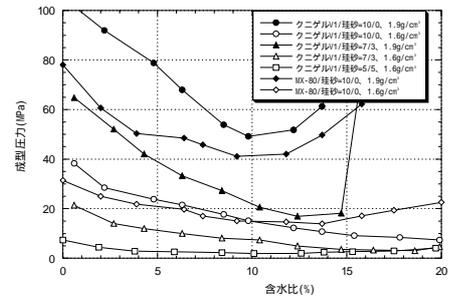


図-4 初期含水比と成型圧力の関係

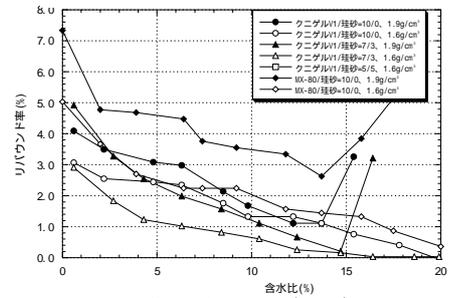
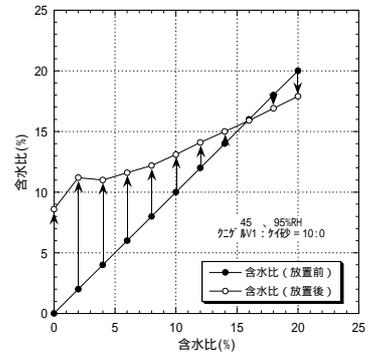
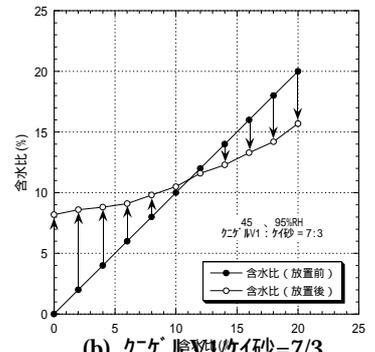


図-5 初期含水比とリバウンド量の関係

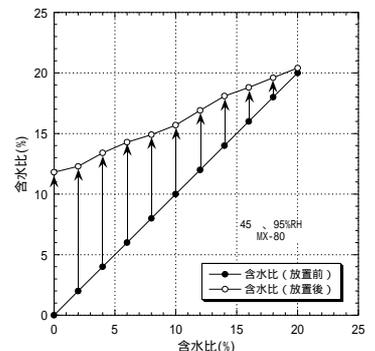
表-1 に試験結果を示す。初期の含水比が高い場合はブロックに亀裂等は生じていない。MX-80 の場合、初期含水比 14% 以下のブロックで亀裂が生じており、クニゲル V1 の場合は 10% 以下で亀裂が生じている。また、ケイ砂混合材料の場合、ケイ砂の混合比が高くなるに従い亀裂が生じる含水比が小さくなっている。図-6 には各ブロックでの試験前後の含水比の変化を示す。MX-80 の場合、全ての初期含水比のブロックで試験後に含水比が増加していることが分かる。一方、クニゲル V1 の場合は含水比が 16% 以上のブロックは試験後含水比が減少しており、ケイ砂の混合比が高くなるに従い、この値が小さくなっている。表-1 と比較してみると、含水比が減少しているブロックに関しては性状の変化が生じていないことが分かる。また、含水比が増加しているブロックに関しては増加量が 3% 程度以上となると亀裂が発生していることが分かる。



(a) クニゲル V1/ケイ砂=10/0



(b) クニゲル V1/ケイ砂=7/3



(c) MX-80

図-6 放置前後の含水比の変化

4. おわりに

今回、ブロック型緩衝材の製作・施工に関するブロックの初期含水比の影響についての試験を実施した。高温多湿環境における状態変化に関しては、ブロックの強度の含水比依存性等にも強く影響を受けていると考えられるため、定量的な評価を行っていくためには、そのようなデータの蓄積等も重要となると考えられる。なお、本報告は経済産業省からの委託による「高レベル放射性廃棄物処分事業推進調査」の成果の一部である。

【参考文献】 1) 核燃料サイクル開発機構(1999)：わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性、- 地層処分研究開発第 2 次取りまとめ - 分冊 2 地層処分の工学技術、JNC TN1400 99-022、2) 高尾肇、増田良一、竹ヶ原竜大、雨宮清、千々松正和(2002)：ベントナイトペレットの特性試験(その 1) - ベントナイトペレットの製作方法の検討および製作 -、第 57 回土木学会年次学術講演会

表-1 恒温恒湿室内への所定時間放置後の表面状態変化に対する初期含水比の影響

温度 (°C)	湿度 (%RH)	ベントナイト 材料	混合比	含水比 (%)													
				0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20			
45	95	MX-80	10:0	×	×	×	×	×	×	×	×	×					
		クニゲル V1	10:0	×	×	×	×	×	×	×							
		クニゲル V1	7:3	×	×	×	×										
		クニゲル V1	5:5	×	×	×											

表面状態 : 変化無し、×亀裂、欠け、割れ