

局所沈下させた大型模型ベントナイト混合土層の亀裂発生に伴う遮水性評価（その2）

(正)今泉繁良¹・○(正)宇佐見貞彦²・加納光³・今村眞一郎⁴

¹宇都宮大学・²八千代エンジニアリング(株)・³最終処分場技術システム研究協会・⁴西松建設(株)

1. はじめに

最終処分場では、浸出水の浸透拡散を防ぐために、遮水工としてベントナイト混合土 (BMS) が広く利用されている¹⁾。本研究では、昨年²⁾と同様、層厚を実サイズの 50cm としてその上に保護土を敷設することで含水比が締め固め時から大きく変化しないようにした屋外模型 BMS 遮水工に対して、昨年の実験での課題を改良して、局所沈下深さとジオネット (GN) の有無を変えた沈下実験を行い、変形した BMS 層の遮水性の把握を試みた。

2. 使用した材料

2.1 ベントナイト混合土 (BMS) 葛生砕石砂に Na 型ベントナイトを乾燥質量比 10% 添加して BMS を作製した。材料の特性は昨年²⁾と同様である。

2.2 ジオネット (GN) GN は、高密度ポリエチレン製の格子幅 10mm、遮蔽率 49%、引張強度 9,120N/m の N-24 と、その 85% 強度の N-248 の 2 種類を用いた。

3. 模型ベントナイト混合土 (BMS) 層

3.1 模型土層の種類・構造 模型 BMS 層は、厚さ 50cm、幅 300cm、奥行き 150cm であり、図-1 に示すように、BMS 層下中央部に、遮水工下の基盤に設置される地下水集排水工の掘削溝幅と溝部分での沈下を模擬できるように、幅が 120cm で深さを 10、20cm と変えた溝を設け、この部分を単管と砂で埋め戻す構造とした。昨年の実験では観測面を拘束していなかったため、BMS 層が観測面方向へも変形して沈下を助長させた可能性があったことから、今回は観測面に透明ポリカーボネート (PC) 板と型枠を設置して変形を拘束した。また、沈下部溝の砂の掻き出し幅の正確さを期すため、沈下部に仕切り板を設置した。

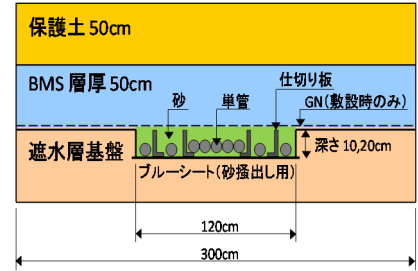


図-1 模型 BMS 層の構造

模型 BMS 層の種類は、表-1 に示すように、BMS 層の下に GN を設置しない場合と 2 種類の GN を敷設した場合のそれぞれについて、溝の深さを 10、20cm とした合計 6 種類である。図-2 は、6 種類の模型 BMS 土層を連続的に配置した構造配置図であり、浸透実験箇所を記している。BMS 層の作成方法は別報³⁾を参照されたい。

4. BMS 層の局所沈下実験

4.1 実験方法 実験方法の詳細は、別報³⁾を参照されたい。

4.2 結果の概要 実験結果の詳細は、別報³⁾を参照されたい。全ケースにおける亀裂の状況を表-1 に示した。BMS 層表面の亀裂幅は、空洞 10cm の場合は 8mm~10mm、空洞 20cm の場合は 20mm~60mm と空洞が深いほど亀裂幅も大きい。GN の有無や強度による亀裂進行高さや上面の亀裂幅の相違は明瞭ではない。

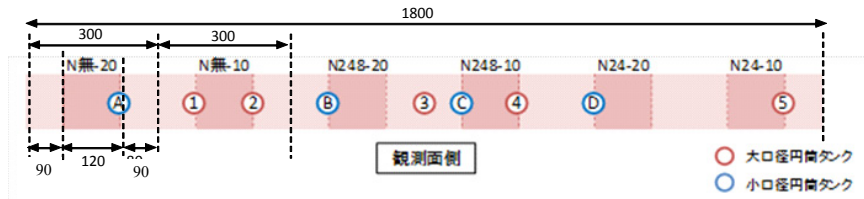


図-2 5種類の局所沈下実験用 BMS 層の現場配置図

表-1 実験ケースごとの亀裂進行高さ、BMS 上面状況等の一覧

種類		GN無		GN有N-248		GN有N-24	
沈下幅120cm時のBMS層下部からの亀裂進行高さ(cm)	空洞20cm	45	15	45	0	42.5	42.5
	空洞10cm						
保護土上への載荷	44kN	50	42.5	45	42.5	50	42.5
BMS層上面の状況	亀裂の最大幅(mm)	40	10	60	8	20	10
	沈下量(mm)	180	90	195	80	195	110

5. 浸透実験

5.1 実験装置 浸透実験装置の詳細は、昨年

の報告²⁾を参照されたい。BMS 層表面からの浸透水を供給するためのタンクは、内径約 70cm (大口径タンク) 及び内径 30cm (小口径タンク) の 2 種類を用いた。

5.2 実験位置と実験方法 浸透実験の位置は、健全な BMS 層として局所沈下用の溝が存在しない場所 (図-2 の③) と、局所沈降実験で BMS 表面に亀裂が発生している位置を選んだ。

実験方法は、昨年報告²⁾を参照されたい。

5.3 結果と考察 図-3 は、2012 年度と 2013 年度の両実験について浸透量の時間変化を示したものである。浸透量は、水位計測装置で計測した水位低下量に円筒水槽の断面積 (=3,848cm²) を乗じて求めた。図-3(a) に示すように、2012 年度実験では GN を敷設しない空洞 10cm のケースは、浸透実験開始前の段階で BMS 表面に 2mm 以上の下部まで貫通した亀裂幅が視認でき、実験開始から急激に水位が下がり始め、その直後に BMS 層底部からベントナイト混じりの水が噴き

【連絡先】 〒161-8575 東京都新宿区西落合 2-18-12 八千代エンジニアリング(株)総合事業本部環境施設部 宇佐見貞彦
Tel : 03-5906-0581 Fax : 03-5906-0817 E-mail : ss-usami@yachiyo-eng.co.jp

【キーワード】 ベントナイト混合土、遮水層、局所沈下、屋外実験、浸透実験

出して約 15 分でタンク内の水位が無くなった。実験後には、上面の亀裂幅が 2 倍程度に広がっている様子が観察できた。一方、2013 年度の GN を敷設しない空洞 10cm のケース (図-3 (b)) では、4 週間ほどで水位低下は落ち着き、浸透量は約 100L であった。

また、沈下・亀裂のない健全部は、両年度ともほぼ同傾向を示し、4 週間後の浸透量は約 20~30L であった。

他方、GN を敷設した空洞 10cm (BMS 層上面亀裂幅 1mm 以下) のケースは、2012 年度実験では約 100 分まで浸透量が増加し、その後浸透量は減少していったが、2013 年度実験では浸透量が落ち着くまで 4 週間かかっている。これらの現象は、実験開始初期には表面乾燥状態にある BMS 層の吸水や微細な亀裂の存在によって水の浸透が生じるが、ある時間経過するとベントナイトの膨潤性が発揮されて小さな亀裂が埋まったためであると考え、両年度の相違は BMS 層内部の亀裂量の相違によるものと考えられる。

図-4 は、亀裂幅の大きい場所に設置した小口径タンクによる浸透実験における水位低下の経時変化を示したものである。GN なし空洞 20cm のケースを除いて、水位低下はわずかであった。GN なし空洞 20cm のケースでは、初期に 15cm 程度の水位低下を示し、その後水位は緩やかになるが、2 週間後から再度急激な水位低下を示している。これは冬季の測定であったため、凍結・融解によるものである。

これらのことから亀裂が貫通していない場合は、ベントナイトの膨潤により遮水性を発揮すると考えられる。

表-2 は、大口径タンクによる各ケースにおいて水位 74cm 時の浸透速度を示したものであり、この値は透水係数に比例すると考えられる。亀裂の発生部は、健全部と比較して数倍から 20 倍の透水係数となる結果となった。

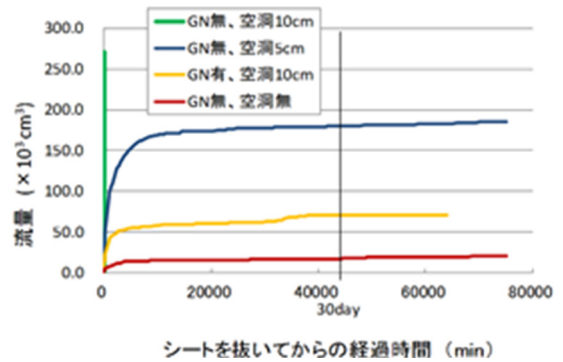
6. まとめ

- ・BMS 層上面亀裂が下部まで貫通していない場合、実験開始約 4 週間で水位低下は落ち着くことから、ベントナイトが膨潤して亀裂を閉じたと思われる。
- ・BMS 層上面亀裂が下部まで貫通した場合は実験開始数分後に水位が急激に下がり始め、BMS 層底部から洗い出されたベントナイト混じりの水が噴き出した。これらのことから、亀裂が貫通すると、浸透流にベントナイトの膨潤が追い付かないと考えられた。
- ・亀裂が発生した BMS 層の透水係数は、健全な状態と比較して数倍から 20 倍程度大きくなることが求められた。
- ・以上の結果から、BMS 層上部に約 1m の水位が存在する状況下での許容沈下量は、BMS 層下部に GN を敷設しない場合は 10cm 程度、GN を敷設した場合は 20cm 程度と考えられた。

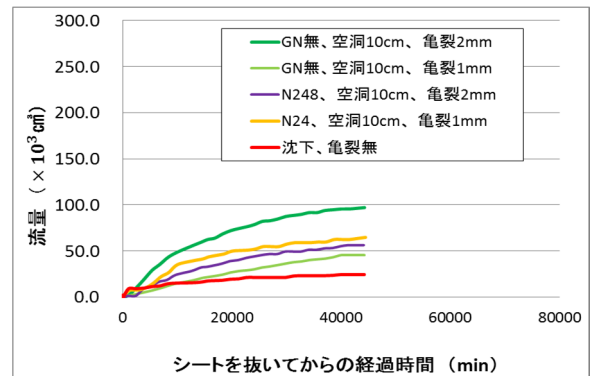
7. 謝辞

本研究は、平成 25 年度文部科学省科学研究費補助金 (課題番号 23560588、代表：今泉繁良) の援助と八千代エンジニアリング (株)、大日本プラスチック (株) の支援によって実施した。NPO 最終処分場技術システム研究協会 T-2 分科会メンバーからは多くの助言と協力を頂いた。また、栃木県佐野市の山野井砕石工業株式会社には、実験場所、重機、作業者の提供等多くの協力を頂いた。記して感謝申し上げます。

【参考文献】；1) 最終処分場技術システム研究協会：廃棄物最終処分場遮水システムハンドブック、pp.38-45、pp.111-115、2008、2) 今泉等：局所沈下させた大型模型ベントナイト混合土層の亀裂発生に伴う遮水性評価、第24回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集、pp.487-488、2013、3) 今泉等：所沈下させた大型模型ベントナイト混合土層の亀裂発生評価 (その2)、第25回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集、2014



(a) 2012 年浸透実験結果



(b) 2013 年浸透実験結果

図-3 大口径タンクにおける浸透量の経時変化

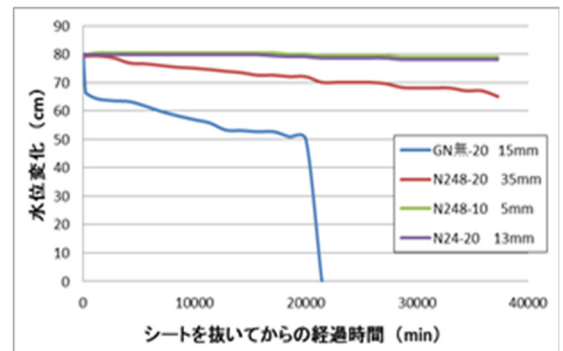


図-4 小口径タンクにおける水位の経時変化

表-2 大口径タンクにおける水位 74cm 時の浸透速度

GN	N24	N248	なし	なし	なし
空洞深さ (cm)	10	10	10	10	なし
亀裂幅 (mm)	1	2	1	2	なし
$\Delta h/\Delta t$ (cm/sec)	15.04×10^{-6}	9.25×10^{-6}	4.05×10^{-6}	25.36×10^{-6}	1.33×10^{-6}
透水係数比	11.31	6.95	3.05	19.07	1