

技術報文

# ベントナイト系遮水シートの施工中の水による影響と留意点

前田工織（株）水環境保全推進部 井上 和徳

## 1. はじめに

ベントナイト系遮水シートはジオシンセティック・クレイ・ライナー（GCL）と呼ばれ、織布や不織布などの繊維によりベントナイトを保持した複合遮水材である。粘土の難透水性を利用したマット状またはシート状の遮水材で膨潤性と自己修復性を有し、ベントナイトが一定の面積に均一に存在するように生産管理されている。

施工方法はシートの重ね合わせとベントナイト粉の散布またはペーストの塗布のみであり、熟練工が不要であることから、ため池や調整池のみならず、遮水工業者が不足した除染土のう仮置き場でも採用されていた。しかし、各メーカーの施工要領では、シートを敷設したその日の内に覆土をしなければならない事、雨に濡らしてはならない事など現実を守る事が困難な留意点が記載されている。本論文では、施工中の水がベントナイト系遮水シートに与える影響と施工上の留意点について報告する。

## 2. 実験および結果

弊社の拘束タイプのベントナイト系遮水シートであるナベント（ステッチボンド型）とテクトシール（ニードルパンチ型）を用いて、試験を行った。ナベントは上下とも織布でベントナイトを挟み、ステッチボンドにより縫合接合して表面にアスファルトが加工された構造で、テクトシールは織布と不織布でベントナイトを挟み、ニードルパンチによって一体化した構造である。

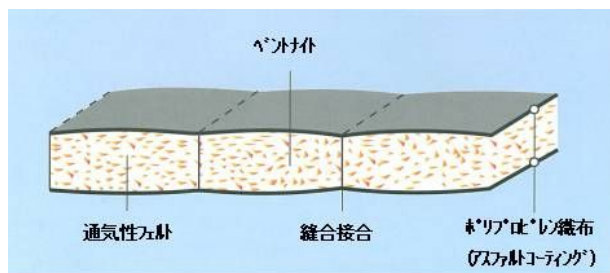


図-1 ナベントの構造

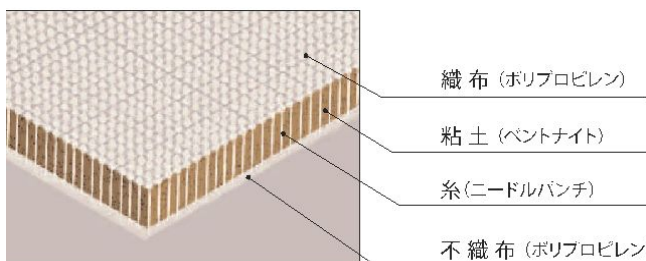


図-2 テクトシールの構造

### (1) 膨潤のし易さ

覆土前の降雨によってシート部が浸水したことを想定して、水槽の底にベントナイト系遮水シートを設置し、周囲をベントナイトペーストで処理した後に水深 10 cm となるように水を張り、48 時間後の状態を確認した。

ナベントの試験の様子は写真-1～6 に示した。48 時間浸水後にナベントを取り出し、水槽の底が濡れていないことを確認した。ナベントを十字にカットし中身を確認したところ、中のベントナイトは湿っていたが、ほとんど粉の状態であった。これは表面のアスファルトコーティングによって、初期の浸透が抑えられているため、膨潤後の乾燥を抑える効果もある。



写真-1 水層底へのセットと水張りの様子



写真-2 水深 10 cm で 48 時間浸漬



写真-3 48 時間後取り出し



写真-4 タテカット断面

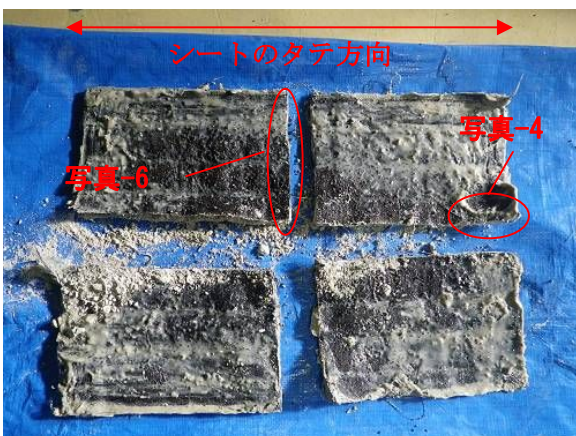


写真-5 十字にカット



写真-6 ヨコカット断面

テクトシールでも同様の試験を行った(写真-7~10)。48時間浸水後テクトシールを取り出し、水槽の底が濡れていない事を確認した。しかし、テクトシールを十字にカットし中身を確認したところ、中のベントナイトは膨潤していた。ナベントに比べて水が浸透しやすくベントナイトが早期に膨潤するが、背面には水を通しにくいことを確認した。

また、ベントナイトは水を吸水すると体積比で10倍以上膨潤するが、製品厚さは乾燥時6mm程度に対して膨潤後も11mm程度で一定であり、ニードルパンチの拘束効果により、密な塑性体を維持出来ていた。



写真-7 48時間後取り出し



写真-8 タテ方向カット

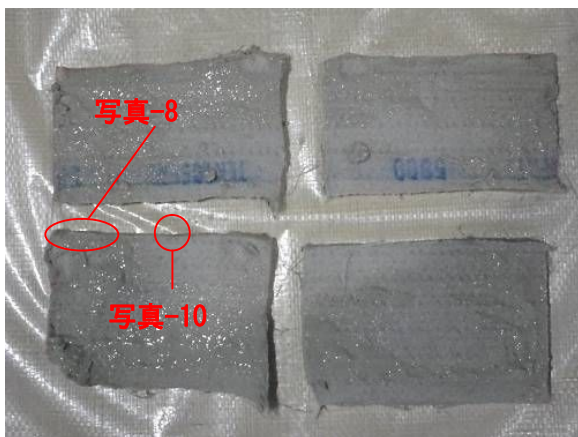


写真-9 十字にカット

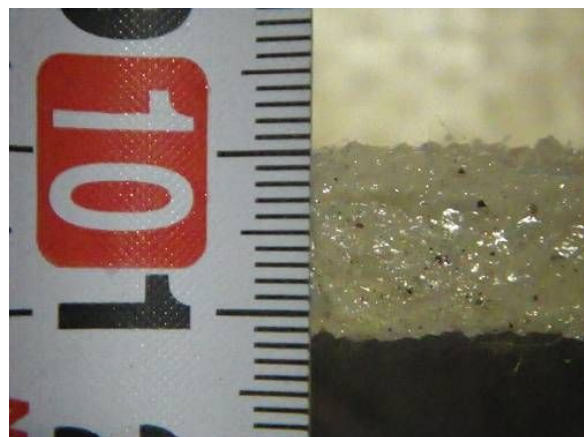


写真-10 厚み

## (2) 無荷重条件下での膨潤→乾燥→再膨潤による寸法変化

幅40cm、奥行き70cmのプラスチック容器の底にナベントとテクトシールをそれぞれ設置し、水深5cm程度で約1ヵ月間膨潤させた後、容器から取り出し、乾燥による寸法変化を調べた。また乾燥後、再膨潤させた。見た目の寸法変化が分かるように、初期寸法を黒色の樹脂シートに転写し(写真-11、12)、経過写真を撮影した。寸法は端部の影響を受けないように中心にタテ20cm、ヨコ20cmの位置にマーキングを行い、寸法変化を記録した。

26日間の浸漬によって、ナベントはステッチボンドの縦方向の拘束によって、ステッチ間に緩やかな膨らみが生じ、幅方向は2.5%の縮みが見られたものの、両製品とも大きな寸法変化はなかった(写真-13~18)。

十分に膨潤していたため、プラスチック容器から製品をそれぞれ取り出し、39日間乾燥させ

た。ナベントはベントナイトが乾燥しにくく、重量変化が緩やかであったが、ベントナイトの乾燥とともにシートにシワができ、幅は7.5%、長さは6%収縮した(写真-19)。

テクトシールはベントナイトの乾燥がナベントに比べて早く、ナベント同様ベントナイトの乾燥とともにシートにシワができ、幅は18%、長さは27.5%収縮した(写真-20)。

乾燥後、再度プラスチック容器に移して水に浸漬させると、ナベントもテクトシールも1日でほぼもとの大きさに戻った(写真-21、22)。これは、乾燥したベントナイトが再び吸水して体積膨張したことによると考えられる。



写真-11 初期寸法 (ナベント)



写真-12 初期寸法 (テクトシール)



写真-13 膨潤1日後 (ナベント)

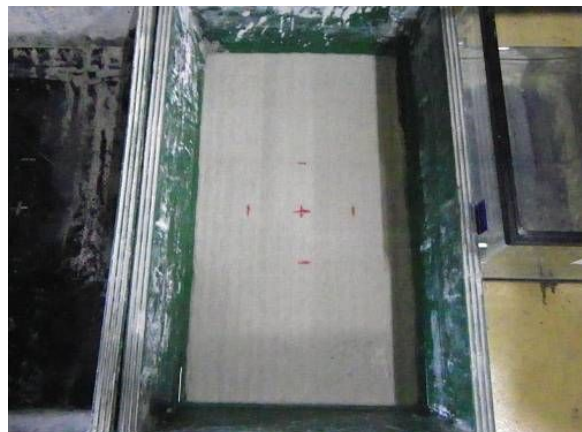


写真-14 膨潤1日後 (テクトシール)



写真-15 膨潤26日後 (ナベント)



写真-16 膨潤26日後 (テクトシール)



写真-17 取り出し (ナベント)

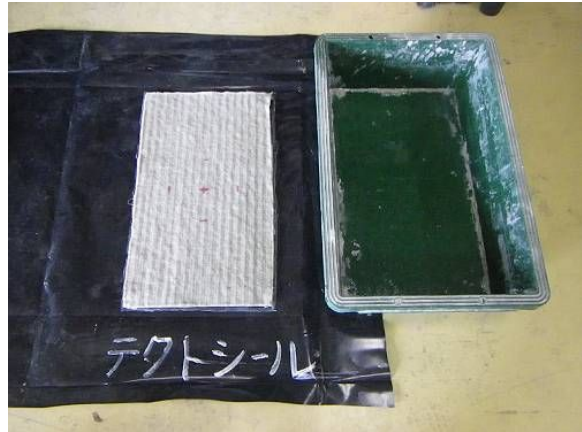


写真-18 取り出し (テクトシール)



写真-19 39日間乾燥 (ナベント)



写真-20 39日間乾燥 (テクトシール)



写真-21 再膨潤開始



写真-22 再膨潤 1日後

表-1 無荷重条件下での膨潤→乾燥→再膨潤による寸法変化

項目	単位	ナベント		テクトシール	
		タテ	ヨコ	タテ	ヨコ
初期寸法	(cm)	20.0	20.0	20.0	20.0
乾燥開始前	(cm)	20.0	19.5	20.0	20.0
乾燥後	(cm)	18.8	18.5	14.5	16.4
再膨潤後	(cm)	20.0	19.0	20.3	20.5

### (3) 膨潤部の足踏みの影響

現場ではシートを敷設したその日のうちに覆土を行うことが出来ず、地盤からの湿気や雨によって覆土前に膨潤させてしまうこともある。このように膨潤したベントナイトシートの上を歩いた際、中のベントナイトに偏りが生じるのかを確認した。

幅 40 cm、奥行き 70 cm のプラスチック容器の底にナベントを設置し、水を張って 5 日間浸漬した (写真-23)。次に 15 cm×9 cm のプレートの上に 56 kg の人が載り、局所的に 40.7 kN/m<sup>2</sup> の荷重を加えた (写真-24)。足踏み部についてシートをタテ方向にカットし、断面の確認を行ったところ、足踏み部に凹みは見られなかった (写真-25~28)。



写真-23 5日間浸漬り

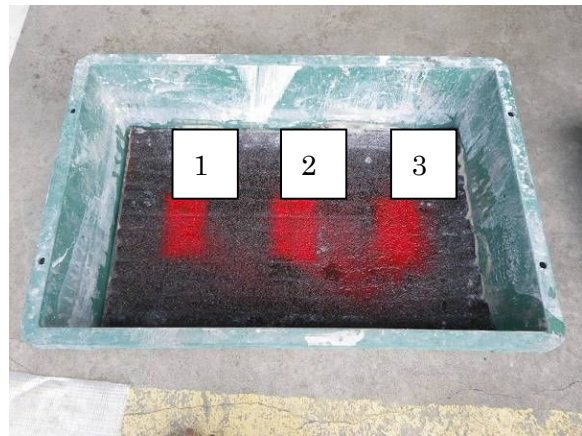


写真-24 足踏み (マーキング部に 40.7 kN/m<sup>2</sup>)

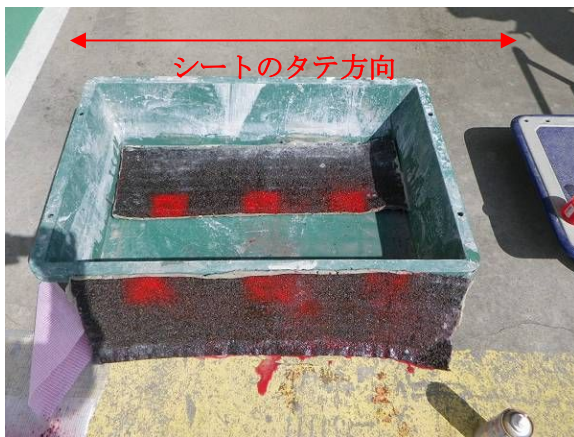


写真-25 足踏み部のカット



写真-26 足踏み部断面 1



写真-27 足踏み部断面 2



写真-28 足踏み部断面 3

次にシートの端部にプレートを設定して載荷すると、端部から1~2 cmのベントナイトのこぼれ出しが見られた(写真-29~31)。

一方、プレートを端部から5 cm程度離して載荷すると、端部からのベントナイトのこぼれ出しは見られなかった(写真-32~34)。テクトシールにおいても同様の試験を行ったが、ほぼ同様の結果が得られた。

以上の事から、膨潤したベントナイトシートでも、製品の端部を踏まなければ、中のベントナイトの偏りはほとんど生じない事が分かった。



写真-29 角部にプレートセット



写真-30 載荷



写真-31 載荷後



写真-32 中央にプレートセット



写真-33 載荷



写真-34 載荷後

### 3. まとめ

ナベントは表面にアスファルトがコーティングされているため、水没してもすぐに中のベントナイトが膨潤するわけではなく、また膨潤後は乾燥しにくい結果が得られた。テクトシールは表面が不織布であるため、水没すると中のベントナイトが速やかに膨潤し、一定厚さのベントナイト塑性体を形成した。ナベントもテクトシールも一定期間以上浸水すれば、一定厚さのベントナイト塑性体を形成するが、無荷重条件下であっても寸法の変化はほとんどなかった。しかし、一度膨潤したベントナイトが乾燥すると、乾燥による体積減少に伴い、シートはシワを作りながら収縮するため、覆土を行う前に膨潤したベントナイトシートを乾燥させてしまうと、所定の重ね幅または重ねそのものが得られなくなることが示された。また、膨潤したベントナイトシートに人が載った際の局所的な载荷を行ったが、端部から 5 cm 程度以上中心側を踏む分には端部からのベントナイトのこぼれ出しは見られなかった。

以上の結果から、施工上の水に対する留意点について次のようにまとめる。

- 1) 覆土を行う前にベントナイトが膨潤しても、製品自身でベントナイトを拘束している構造であるため遮水性能に与える影響は小さい。
- 2) 膨潤した後に乾燥すると、製品寸法は最大で 27%収縮する（2.5 m 幅であれば 1.875 m 幅になる）ため、膨潤させてしまった場合は覆土を行うまで乾燥させないように養生する。
- 3) 膨潤した製品でも端部から 5 cm 程度以上中心を踏む分にはベントナイトが偏らない。現場においては端部から 10 cm 以上内側を歩くようにする。

### 4. おわりに

ベントナイトシートは廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領の遮水シートの 1 分類として記載されている材料ではあるが、土質遮水工との組み合わせ、二重遮水シートの上に敷設するなど、その他の遮水工と組み合わせて複合遮水工として用いられる材料として紹介されている。

これは、ベントナイトシートに対する信頼性がその他遮水工に比べて低いことに起因していると思われる。しかし、ベントナイトシートはその他遮水工にはない膨潤性や長期安定性など特色のある材料であり、用途の拡大が期待できる。今後、さらなるベントナイトシートの信頼性向上と適用範囲の拡大に貢献できればと思う。

### 参考文献

- 1) 農業土木学会：土地改良事業設計指針「ため池整備」,2015.
- 2) 全国都市清掃会議：廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領,2010.