

## ベントナイト充填布製型枠しゅ水工法の開発（その2）

### - 布製型枠に充填したベントナイトの膨潤性 -

大林組技術研究所 正員 森拓雄 松尾龍之  
 大林組土木技術本部 正員 日笠山徹巳 正員 黒岩正夫 石田道彦  
 旭化成ジオテック(株) 正員 鍋嶋靖浩 中村雄吉  
 カーボフォル・ジャパン(株) 阿部真

#### 1. はじめに

ベントナイト充填布製型枠しゅ水工法（ベントスロープ工法）とは、布製型枠に粒状ベントナイトを充填し、しゅ水層を構築する工法である。著者らは、工法の実用化のため、膨潤させた粒状ベントナイトの透水性や最適な布製型枠などについて検討を行ってきた<sup>1)</sup>。今回、実施工における施工品質管理でしゅ水性（難透水層厚）を確保するために必要なベントナイトの充填度を把握するため、ベントナイトを充填した布製型枠（以下、「BtS マット」と称す）を用い、各種膨潤試験（膨潤量試験、屋外暴露試験）を行った。

#### 2. 実験概要

2.1 使用材料および供試体作製方法 使用した布製型枠の寸法は 50cm × 50cm × 厚さ 10cm であり、厚さは実施工で想定される 10cm で、面積だけをモデル試験用に小さくしたものである（10cm の連結糸で上下織布を結束<sup>1)</sup>）。表 - 1 に今回使用した粒状ベントナイトの基本物性を示す。約 90% が 4.75mm 以下の礫分および砂分であり、最大密度と最小密度の差が小さく、単粒度材料の特徴を有する。

供試体作製に先だって、充填する粒状ベントナイトの質量と布製型枠のかさ容積（ $V=25,000\text{cm}^3$ ）に対する比（見かけの密度）を 0.6 ~ 1.1 に変化させた充填試験を行なった。その際ベントナイトの充填は、写真 - 1 に示すように塩ビパイプをマットに挿入し、ベントナイトを流し込んだ。その結果、見かけの密度に関わらず、実際に充填されたベントナイトの密度は  $\rho_d=0.99 \sim 1.04$  で、ほぼ一様であった。したがって、今回の各種モデル試験では、ベントナイト充填時の布製型枠の厚さをパラメータとし、7cm（緩詰め；充填度 70%）、9cm（中詰め；充填度 90%）、11cm（密詰め；充填度 110%）を目標に供試体を作製した。

2.2 膨潤量試験 図 - 1 に膨潤量試験の断面図を示す。水槽の中に BtS マットを水浸させ、変位計（3ヶ所）で膨潤量を測定した。BtS マットには、実施工を考慮し覆土 50cm 相当の荷重（質量 225kg）を載荷した。また、BtS マットが常に冠水するように給水し、水槽の水位は 10cm を維持した。なお、BtS マットの側面は変状を許さないように木枠で拘束した。

表 - 1 粒状ベントナイトの物性

自然含水比	$\omega$ (%)	10.4	
粒度特性	最大粒径	$D_{\max}$ mm	4.75
	礫含有率	(%)	55.4
	砂含有率	(%)	44.5
	シルト・粘土	(%)	0.1
	均等係数		2.6
最小密度	$\rho_{d \min}$ g/cm <sup>3</sup>	0.934	
最大密度	$\rho_{d \max}$ g/cm <sup>3</sup>	1.104	



写真 - 1 BtS マットの作製状況

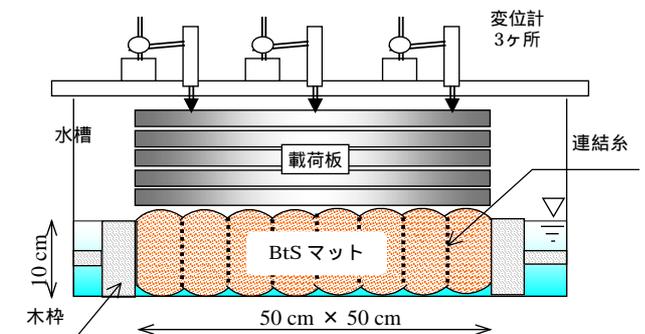


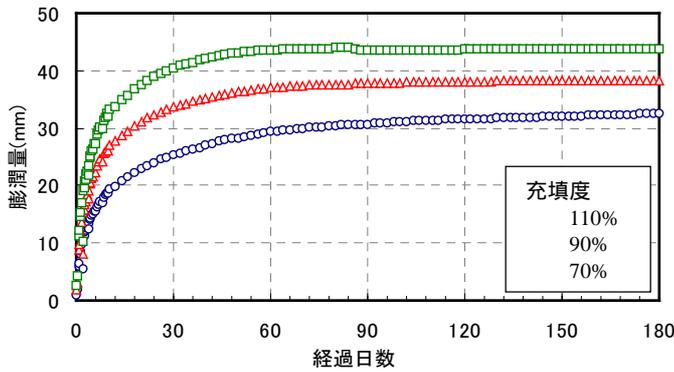
図 - 1 膨潤量試験断面図



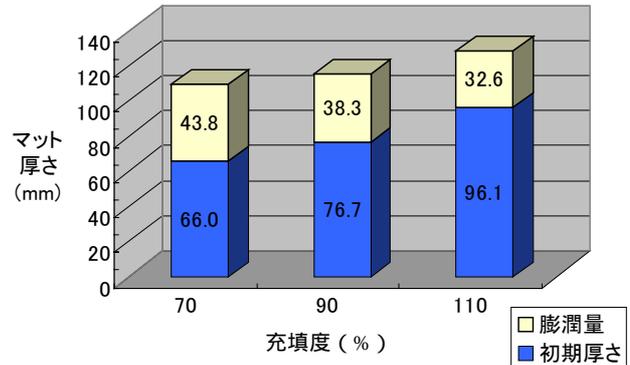
写真 - 2 曝露試験状況

ベントナイト、布製型枠、しゅ水工、膨潤、斜面、モデル試験

（株）大林組 技術研究所 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 Tel0424-95-0910 Fax0424-95-0903

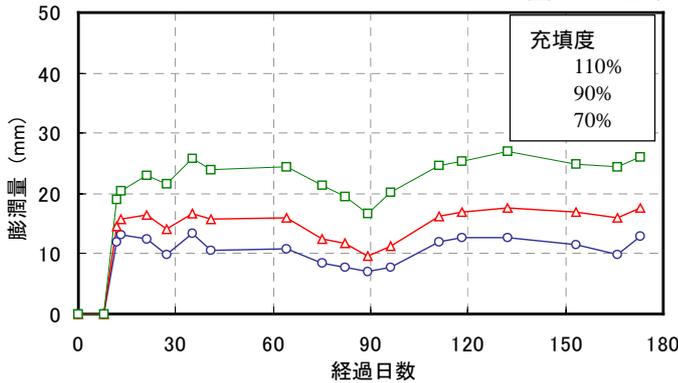


(a) 膨潤量の経時変化

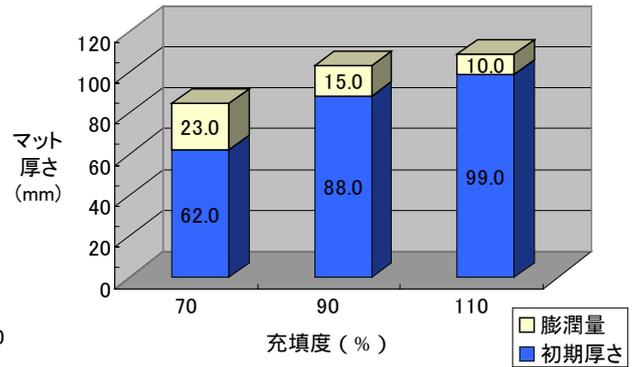


(b) マット厚さ（180日目で整理）

図 - 2 膨潤量試験結果



(a) 膨潤量の経時変化



(b) マット厚さ（180日目で整理）

図 - 3 屋外曝露試験結果

2.3 屋外曝露試験 BtS マットの自然条件における膨潤量の経時変化を確認するために、屋外曝露試験を行った。供試体は前節と同じ3種類であり、勾配1:2の専用台に載せ、給水は雨（雪）水のみとした。試験状況を写真-2に示す。膨潤量の測定は、専用架台からマット表面までの距離を測定し、吸水、膨潤したBtS マットの膨潤量を算出した。

### 3. 実験結果

3.1 膨潤量試験 図-2に膨潤量試験結果を示す。同中の(a)は膨潤量の経時変化を示したもので、詰め方が緩いほど膨潤量は大きい。膨潤量の増加は、緩詰めは約2ヶ月で、中詰めは約4ヶ月で収束したが、密詰めは半年後も継続している。マットの膨潤量は、1)ペントナイトの膨潤圧、2)上載荷重、3)布製型枠の連結系の張力、これらのバランスで決まると考えられる。詰め方によって収束に要する期間が異なるのは、連結系がクリープ的な変形をしているためと考えられる。また、(b)は初期マット厚さと膨張量（180日目）の関係を示したものであるが、いずれの場合も当初目標（布製型枠の厚さ）とした厚さ10cmに達している。

3.2 屋外曝露試験 図-3に試験結果を示す。実験開始から12日間は降雨がなく給水がないため、布製型枠内のペントナイトは膨潤しなかったが、13日目の降雨により膨潤が始まった。その後、晴天・雨天を繰り返すことで若干のデータの振れは見られるが、基本的には一旦ある程度まで膨潤するとその厚さは確保されることが考えられる。ただし、前節の膨潤量試験と比較してその絶対量は小さい。これは、表面からの水の供給（降雨）だけでは、初期の降雨で表面に不透水層が形成され、その後の雨水が内部に浸透しにくいと考えられる。

### 4. まとめ

今回の試験結果では、所定の布製型枠の厚さに対し粒状ペントナイトの初期充填度が70%程度でも、ペントナイトを布製型枠に充填した後、ペントナイト内部まで給水を行えば、ペントナイトの膨潤作用により目標厚さを確保できることが明らかになった。今後、密詰め膨潤量が収束後BtS マットを解体の上ペントナイトをサンプリングし、試料内部の膨潤状況や所定の透水係数が確保されているかなどを確認する予定である。

参考文献：1)日笠山ら、「ペントナイト充填布製型枠しゃ水工法の開発（その1）」、第58回土木学会年次学術講演会、2003.9