

ベントナイト充填布製型枠遮水工法の開発（その3）

- 実物大斜面における試験施工 -

(株)大林組土木技術本部 正員○刈屋好男 正員 日笠山徹巳

(株)大林組技術研究所 正員 森拓雄

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) 宮本憲

1. まえがき

ベントナイト充填布製型枠遮水工法（ベントスロープ工法；**Bentonite Super Low Permeable Liner**、「BtS工法」と称す）とは、布製型枠内に粒状ベントナイトを空気圧送により充填し、布製型枠により拘束された粒状ベントナイトが吸水、膨張することで遮水効果を発揮するものである。

著者らは、これまでに室内試験によって粒状ベントナイトの透水特性を把握し、最適な布製型枠を検討した¹⁾。また、布製型枠に充填したベントナイトの膨潤性を調査するために、モデル供試体を用いた膨潤量試験や屋外暴露試験などを行ってきた²⁾。今回、BtS工法の実用化に際し、実物大の斜面を用いて試験施工を実施し、施工装置の性能確認や施工歩掛り調査を行うとともに、遮水層としての性能を検証した。本文は、この試験施工について報告する。

2. 工法の概要

BtS 工法は、袋状に加工した布製型枠（合成繊維）および上下型枠を連結する間隔調整材（「連結系」と称す）により、拘束された空間に粒状ベントナイトを空気搬送システムにより充填し、布製型枠内の粒状ベントナイトを吸水、膨張させ（「プレ膨潤」と称す）不透水層を構築するものである。図-1 に工法の原理を示す。

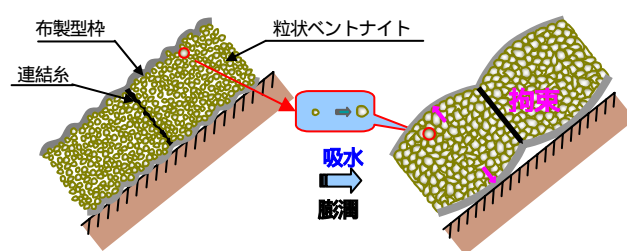


図-1 BtS 工法の原理

3. 試験施工

3.1 施工概要

試験施工に用いた斜面の断面（高さ 4.0m、勾配 1:1.5）を図-2 に示す。なお、同図の平面図に示すように施工面積は 60m²（6m × 10m）である。

3.2 粒状ベントナイトの基本物性

試験施工に用いた粒状ベントナイトは、市販されている 2 種類（A社製、B社製）である。これらの基本物性を表-1 に示す。同表の透水係数はモールド（φ10 × h5cm）に最小密度状態になるように供試体を作製し、後述する室内透水試験と同条件で行い、膨潤力は粒状ベントナイトをすり潰した試料を用いて実施（試験方法は参考文献³⁾に準ず）した。

3.3 施工手順

（1）布製型枠布設工 図-2 に示すように布製型枠を所定の位置に仮置き、アンカー杭とチェーンにより固定した。この際、設置位置は、ベントナイト充填時およびプレ膨潤時における布製型枠の収縮分（約 5%）を考慮した。

（2）ベントナイト充填工 粒状ベントナイト空気搬送シス

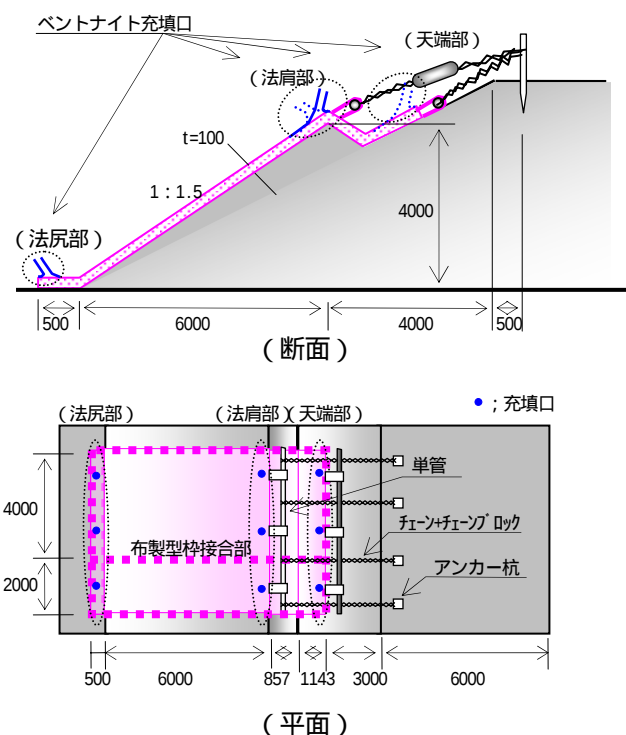


図-2 試験施工の概要

キーワード；ベントナイト、布製型枠、遮水工、膨潤、斜面、試験施工

連絡先；(株)大林組土木技術本部 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2-B 棟 Tel03-5769-1054 Fax03-5769-1905

テム（「充填装置」と称す）の概要を図-3 に示す。まず、粒状ベントナイトをクレーンにより貯留ホッパーに投入した。続いて、貯留ホッパー内の粒状ベントナイトを、ロータリーバルブにて送風機から送られてくる空気によって、充填地点まで搬送した。なお、充填装置は遮水シート敷設工等の施工量を勘案し、粒状ベントナイトを 2t/h で圧送可能な仕様（遮水層厚 10cm、100m²/day）とした。

（3）プレ膨潤工 充填直後の粒状ベントナイト（自然含水比状態）のままでは、電解質溶液（例えば、処分場の浸出水等）が透過すると、ベントナイトの膨潤が阻害され、十分な遮水性能を発揮しない¹⁾。そこで、粒状ベントナイトを充填後、その膨潤性を阻害しない水（今回は水道水）を給水し、予め膨潤を促進させ、遮水層（難透水性）を確実なものにした。

4. 調査および試験

4.1 試験項目

BtS 工法の実用化に際し、開発した充填装置の性能を確認し、施工歩掛りを把握するために、施工量や施工時間等を調査した。また、遮水層としての性能確認のため、プレ膨潤工終了後、粒状ベントナイトの種類、施工場所（斜面、平坦部）連結系の有無の条件が異なる位置でサンプリングを行い、それぞれについて、現場密度試験および現場透水試験を実施した。なお、試験項目と試験条件を表-2 にまとめて示す。

4.2 試験結果

（1）施工歩掛り 試験施工時には、実際の施工条件を勘案し、5mおよび 10mの圧送管の揚程で粒状ベントナイトの充填を行った。その結果、いずれの揚程でも、充填装置の能力としてベントナイト圧送量 2t/h程度であった。また、各工程の施工量や施工時間を調査し、施工歩掛りを把握した結果、目標とした施工量 100m²/dayが可能であることを確認した。

（2）品質確認試験 各サンプリングコアの試験結果を表-3 に示す。乾燥密度については、B 社製の粒状ベントナイトが大きな値を示しているが、これは粒状ベントナイトの最小、最大密度が大きいためと考えられる。また、斜面部よりサンプリングした供試体は、平坦部より密度が大きい、これは斜面部では粒状ベントナイトの自重による締固め効果と考える。

現場サンプリングコアを用いた遮水層の透水係数は、材料の違いや施工箇所（斜面、平坦部）あるいは連結系の有無によらず、10⁻⁹cm/sオーダー（1.40～2.38×10⁻⁹cm/s）であり、遮水層（難透水性）としての機能を十分に有する。

5. まとめ

BtS工法の実用化に当たり、実物大の斜面を用いて試験施工を実施した。その結果、実施工において目標とした施工量 100m²/day（遮水シート工等と同程度）が可能であることが分かった。また、現場サンプリングコアを用いた透水試験の結果、透水係数が 10⁻⁹（cm/s）オーダーであり、遮水層（難透水性）としての機能を十分に有することを確認した。

<参考文献>

1)日笠山ら、「ベントナイト充填布製型枠しゃ水工法の開発（その1）」、平成15年度土木学会第58回年講、p.453～454、2003.9、
2)森ら、「ベントナイト充填布製型枠しゃ水工法の開発（その2）」、平成15年度土木学会第58回年講、p.455～456、2003.9、
3)ベントナイト（粉状）の膨潤試験方法 JBAS-104-77、日本ベントナイト工業会標準試験方法、1977

表-1 粒状ベントナイト基本物性

	A 社製	B 社製
最大粒径 D _{max} (mm)	4.75	4.75
均等係数 U _c	3.00	2.80
自然含水比 W _n (%)	8.8	8.0
最小密度 ρ _{min} (g/cm ³)	0.832	0.959
最大密度 ρ _{max} (g/cm ³)	0.990	1.180
透水係数 k ₁₅ (cm/s)	9.77 × 10 ⁻¹⁰	2.46 × 10 ⁻⁹
膨潤力 (ml/2g)	24	15

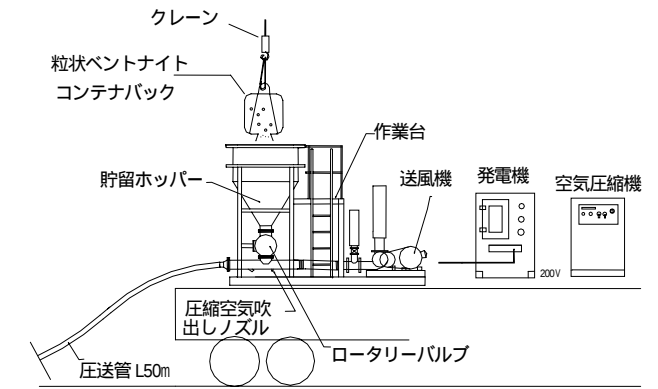


図-3 ベントナイト充填空気搬送システムの概要

表-2 試験項目

区分	項目	項目および試験方法
施工	歩掛り	各作業工程における施工量、施工時間
品質	現場密度試験	サンプリングコアを用いた密度試験（ノギス法）
	現場透水試験	サンプリングコアを用いた室内加圧透水試験（φ10×h5cm、圧力 0.1MPa、水道水）

表-3 品質確認試験結果一覧

Case	材料	サンプリング箇所	連結系	乾燥密度 ρ _d (g/cm ³)	透水係数 k (cm/s)
Case1	A 社製	斜面部	有	0.794	2.31 × 10 ⁻⁹
			無	0.823	1.90 × 10 ⁻⁹
Case2	A 社製	平坦部	有	0.722	2.08 × 10 ⁻⁹
			無	0.771	1.51 × 10 ⁻⁹
Case3	B 社製	斜面部	有	1.041	1.40 × 10 ⁻⁹
			無	1.025	2.38 × 10 ⁻⁹

乾燥密度、透水係数については平均値を示す。