材料紹介：予備膨潤型ベントナイトシート「ローマットHDB」

岡三興業（株）リバイブ事業部　中　村 真　司

１．はじめに

(1) 遮水材料

古来より土木工事は水との戦いであり、この戦いのなかで古人は様々な工法、材料を発明してきた。まず、遮水材料として使用されたのは粘土である。この材料は比較的容易に入手でき、ある程度の遮水効果が得られるため現代に至るまで広く使用されてきた。

その後、施工の機械化、材料の工業化が進む中で遮水材料も多様化し塩化ビニール、ゴム、アスファルト等をもちいたシートが登場した。これらのシートは優れた遮水性をもつ反面、耐用年数、施工時の継目処理、継目の遮水効果の確認等材質上、作業上の問題点が指摘され、これらの改善がおこなわれている。このような流れの中で工場生産の粘土遮水材（ベントナイト粘土とジオテキスタイル、ジオメンブレンを組合わせシート状に加工したもの：Geosynthetic Clay Liner）があらわれてきた。

(2) 予備膨潤型ＧＣＬ(Geosynthetic Clay Liner)

一般的なGCL(Geosynthetic Clay Liner)は乾燥、顆粒状に加工したNaベントナイトをジオテキスタイルで挟み込み縫い合わせたものや同様のベントナイトをジオメンブレンに接着剤で接合させたものなどである。これらは遮水層を形成させるためＧＣＬ敷設後、顆粒ベントナイトを清水により膨潤させる作業が必要となる。また、地中に埋設する場合土中水分による自然膨潤に頼らざるをえないため初期状態における遮水性能に問題があり、膨潤前の状態では薬品、油脂類に対しての遮蔽効果が期待できない場合もあった。

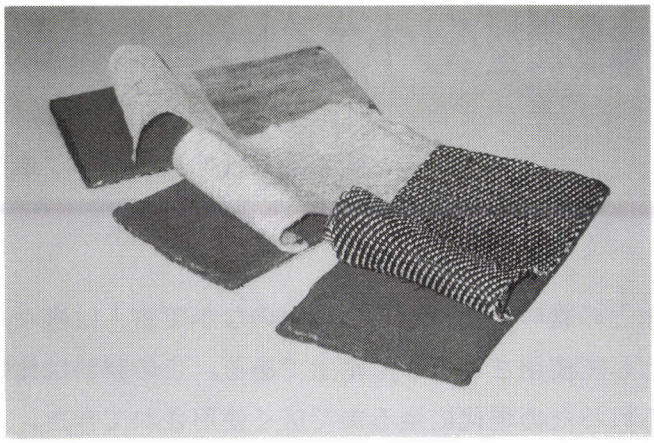
これらのＧＣＬ特有の問題点を解決するため、ベントナイトをあらかじめ工場内にて１次(予備)膨潤させ、圧密加工した予備膨潤型ＧＣＬが開発された。

２．材料概要

「ローマットHDB」はモンモリロナイト分90％以上のNaベントナイトを膨潤させ圧密したものをジオテキスタイルでサンドイッチ状に挟み込み、厚さ4.5㎜のシート状に加工したものである。使用するNaベントナイトは、層状構造をもつスメクタイト系に属し、層間のNa^+の水和力により水中で著しく膨潤する性質を持っている。

表－１ 使用原材料一覧表

原　材　料	項　　目	試 験 方 法	規 格 値
ベントナイト	Na モンモリロナイト分	メチレンブルー吸着法	70%以上
		(X 線分析法)	(90%以上)
	密度（質量）		8kg／㎥以上
	水分（含水比）	強制乾燥法	35～45%
織布（P,S タイプ）	引張り強度	長さ方向 JIS L 1096	840 N／5cm
		幅方向　JIS L 1096	610 N／5cm
不織布（P タイプ）	引張り強度	長さ方向 JIS L 1096	650 N／5cm
		幅方向　JIS L 1096	650 N／5cm



写真－１ ローマットＨＤＢのジオテキスタイル
写真右がポリプロピレン織布、中がＰタイプ用ポリプロピレン不織布、左がＳタイプ用ネット状ポリエステル不織布

ベントナイトを挟み込むジオテキスタイルはポリプロピレン織布と２種類の不織布を使用しており、これらの織布、不織布は敷設作業時や運搬の際のベントナイト保護を目的としている。不織布は使用場所、使用目的によりポリプロピレン不織布（一般土木用：Ｐタイプ）と薄いネット状のポリエステル不織布（建築、構造物接合用：Ｓタイプ）を使い分けている。

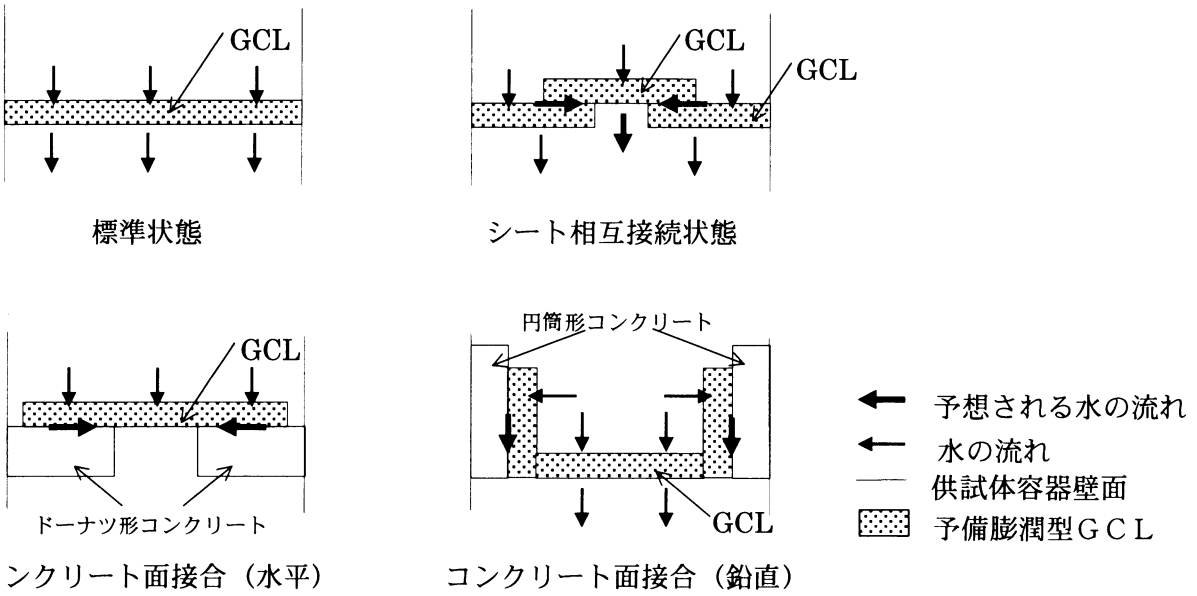
３．遮水性能

農林水産省農業工学研究所において内径483㎜、高さ400㎜の円筒形容器を用いた大型透水試験機により、予備膨潤型ベントナイトシートの透水実験が行なわれている。この一連の実験ではＧＣＬに20cm覆土した状態でシート単体、シート相互の接合、シートとコンクリート面の接合の各ケースの漏水量が計測された。試験結果を次に示す。

表－２ 透水試験結果

	標準状態	シート相互接合		コンクリート面接合	
		P-S 接合	P-P 接合	水平接合	鉛直接合
養生日数(day)	15	15	15	15	15
試験時間(min)	1,320	1,390	1,390	21,600	8,640
漏水量 (cm^3)	25	100	62.5	－	115.3
敷設面積(cm^2)	1,503	1,503	1,503	934	907
厚さ (cm)	1.29	2.62	2.16	1.76	(1.29)
負荷水圧(kPa)	292	296	288	296	300
透水係数(cm/sec)	9.29E-11	7.06E-10	3.74E-10	－	1.05E-10

注1）P-S接合とはシート同士の接合面でベントナイト同士を接合させず、Ｓタイプのネット状不織布面をＰタイプの織布面に接合させている。
注2）P-P接合とは接合面に織布、不織布が挟まらないよう、ベントナイト同士を接合させている。



図－１　透水試験各ケース

これらの結果からＧＣＬが相互に接する面やＧＣＬとコンクリートが接する面には「接面に沿ってシート状に流れる水ミチ流」が考えられる。ただし、ＧＣＬのベントナイト同士が直接接している面には接面沿いの水ミチが形成されにくいが、接面に不織布と織布が介在する場合には比較的接面沿いの水ミチが形成され易いのであろう。また、コンクリート鉛直面と標準状態の透水係数がほぼ同じことと水平接合から漏水を確認できなかったことより、コンクリートとの接合面に沿った漏水は計測精度以下であるといえる。

ＧＣＬの接合は特殊な接着剤等を使用しないため作業が簡便であるが、シートを横断する水の流れだけを仮定してDarcy則による透水係数を算出するには無理があると考えられる。ここで接面を流れる水の単位流量は接面小口長さ、水頭差、接面流係数に比例し、接面幅に反比例するものとして供用中の貯水池標準敷設状態での漏水量を試算すると**表－３**のようになる。この試算から貯水容量に対する漏水量は水深にかかわらず0.001%/day程度であり、通常の許容漏水量0.05%/dayを充分満足する結果となっている。尚、詳細な実験方法並びに結果と接面流係数については引用文献を参照されたい。

表－３　標準的な現場施工ＧＣＬ１㎡当り漏水量

水深	標準敷設部			GCL 相互敷設部			現場施工１㎡当り漏水量：q
	i1	Q1 cm^3/sec	q1 $10^{-3}cm^3/sec$	i2	Q2 cm^3/sec	q2 $10^{-3}cm^3/sec$	$cm^3/m^2/day$
5	417	0.023	0.42	33	0.010	0.18	52
10	833	0.046	0.83	67	0.021	0.38	105
15	1,250	0.069	1.25	100	0.032	0.58	158
20	1,670	0.092	1.67	133	0.042	0.76	210
30	2,500	0.138	2.50	200	0.063	1.14	314

i：動水勾配，　Q：ローマット(2m×30m)1枚当り漏水量，　q：1㎡当り漏水量

注）良好な基礎地盤上に覆土厚20cmで施工し、膨潤後のGCLの厚さ12mm、透水係数1×10^{-10}cm/sec、GCL相互の接面流係数はP-S接合に相当する$1\times10^{-7}cm^2/sec$とした。ただし、接合幅は15cmとする。

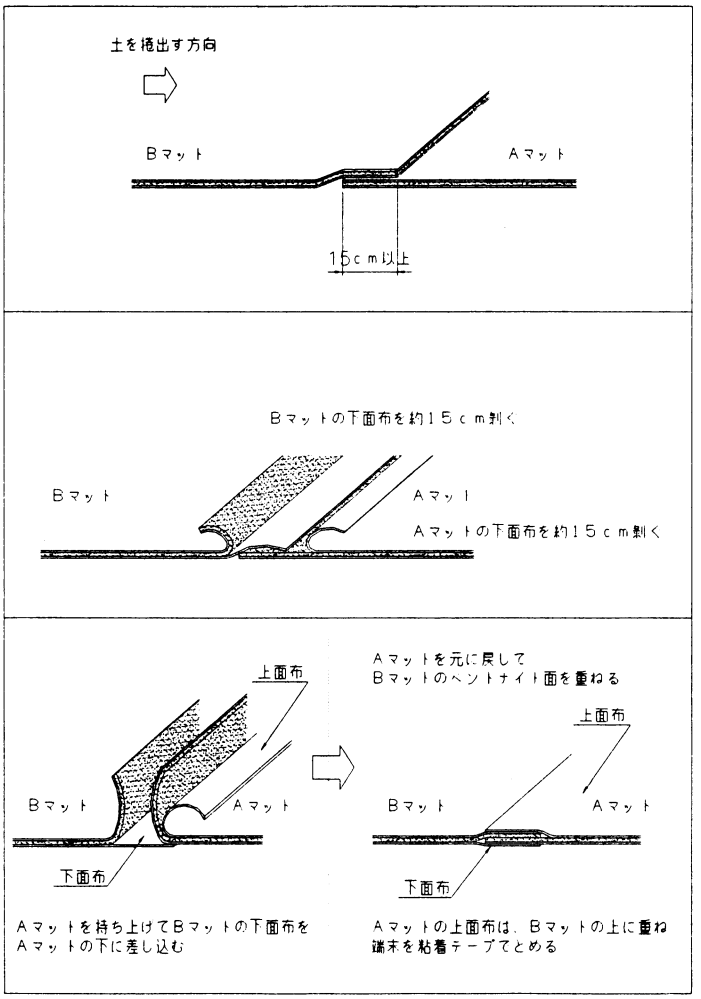
４．施工方法

ローマットＨＤＢはNaベントナイトの難透水性を利用して遮水効果を得るため、他のジオメンブレンのように特別な接着、融着等の接合方法を必要としない。基本的には接合しようとする２枚のシートのベントナイト同士を15cm以上重ね合わせて密着させ、ベントナイトの接合面に織布、不織布を挟まないように施工する。一般的なローマットＨＤＢの接合方法を次に示す。

①隣接するマットの上側のマット（Ｂマット）を折り返し、下側のマット（Ａマット）の上面布を重ね合わせの方向に沿って15～16cmはがす。

②折り返したＢマットの下面布を15～16cmはがして、Ａマットの下に敷き込む形になるようにＡマットと重ね合わせる。

③ＡマットとＢマットのベントナイト同士が直接接触し、密着するようＢマットをＡマットに重ね、最後にはがしておいたＡマットの上面布をＢマットのうえに重ねる。



図－２ ローマットＨＤＢの接合方法

＜引用文献＞

1) 長束､豊田 他：ＧＣＬの遮水性能試験装置の開発と適用事例、ジオメンブレン利用の現状と試験方法、地盤工学会ジオシンセティック試験方法検討委員会講演論文資料集1997. 7月p. 41～

2) 長束､豊田 他：ベントナイト系遮水マットの接合部における遮水性能、農業土木学会論文集、No. 193, p. 111～118, 1998. 2