

◇技術紹介 Technical Report

最終処分場などにおける 遮水シート法面の緑化システム Cut-off Sheet Greening System

大出 英子 Eiko Oide
 辻 博和 Hirokazu Tuji
 石田 道彦 Michihiko Ishida
 (本社 土木技術本部 技術第4部)
 黒岩 正夫 Masao Kuroiwa
 (本社 土木技術本部 技術第4部)

1. はじめに

最終処分場や遊水地などでは、漏水防止のために遮水シートが使用されている。この遮水シートについては、直射日光の熱や紫外線による劣化や、廃棄物等の外力による損傷、景観の悪さなどが課題となっている。特に、最終処分場のシートについては、厚生省と環境庁の共同命令(平成10年6月)により、不織布の被覆などによる遮光対策や、砂などの被覆による損傷防止対策が義務づけられている。

そこで、遮水シートの保護と景観の改善を目的とした、シート表面を緑化するシステムを開発したので、そのシステムの概要について紹介する。

2. 遮水シート緑化システムの概要

この遮水シート緑化システムは Fig.1 に示すように、シートの表面に立体網状体を溶着あるいは敷設して一体化させた専用シートを敷設し、緑化基盤材を吹き付け、必要な灌水を自動灌水装置などを用いて行うことで、長期的に安定した緑化を維持しようというものである。

このシステムの特長は、以下の通りである。

- ①直射日光の照射を遮断し、紫外線によるシートの劣化と高温化を防止できる
- ②急激な温度変化によるシートへの熱応力を緩和できる
- ③突起物や衝撃力などの外力からシートを保護できる
- ④景観とイメージを改善し、自然に近いものにできる

3. 緑化基盤

3.1 緑化基盤の造成を可能にする安定補助材一体型遮水シート

遮水シートは一般的に表面が非常に滑らかで、その表面に緑化用基盤材を吹付けることは困難である。そこで、このシステムでは、遮水シート表面に立体網状体を溶着あるいは敷設し、吹付材の滑り止めとしている。遮水シートに立体網状体を溶着した専用シートを用いた場合、Photo 1 に示すように、泥状の客土系吹付材でも、遮水シート表面を滑り落ちずに緑化基盤を造成できる。

立体網状体の溶着密度については、緑化基盤材の吹付試験を行い、吹付材の定着性、網状体の間隙への吹付材の充填具合、出来上がった緑化基盤の安定性などを確認し 500~900g/m²とした。

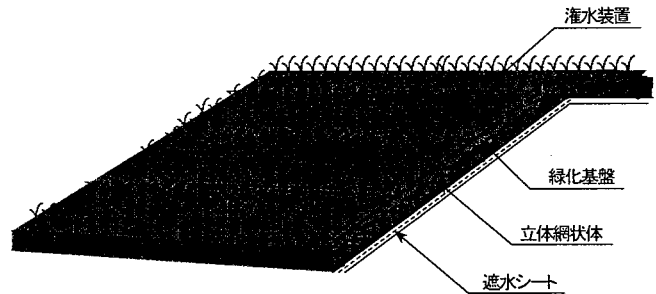


Fig. 1 システムの概要
Constituents of The System

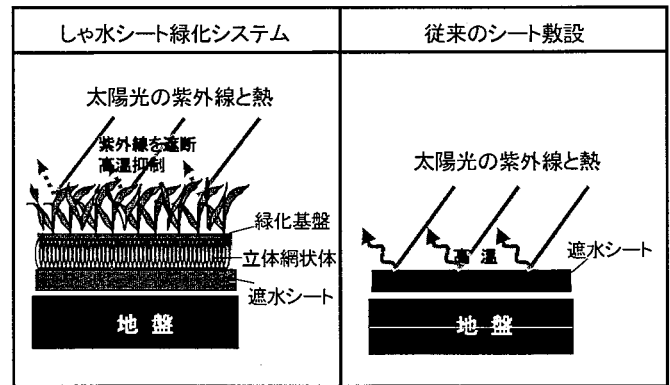


Fig. 2 システムの効果
Concept of The System



Photo 1 緑化基盤材の吹付け状況
State of Spraying Plants Growth Base

3.2 緑化基盤の基本性状

遮水シート上に長期的に安定した緑化を維持するためには、遮水シート上でもずり落ちることなく安定している緑化基盤を造成する必要がある。このシステムでは、

客土系緑化基盤材料あるいは厚層基材系(有機質系)緑化基盤材料を吹付けることによって、緑化基盤を造成する。

この緑化基盤の性状について、立体網状体を溶着した遮水シートに客土系と有機質系の緑化基盤材料の吹付試験を行い、出来上がった基盤の調査を行った。吹付基盤材の主材料を Table 1 に示す。

試験の結果、吹付工により遮水シート上に緑化基盤を造成できること、出来上がった緑化基盤は、シート上でもずり落ちることなく安定していることが確認された。

吹付基盤の乾燥過程における体積と含水比の変化を、Fig.3 と Fig.4 に示す。

客土系は吹付け時の材料の流動性を良くするため大量の水を混合しており、吹付け時や直後から過剰な水分が流れ出し基盤の体積も収縮した。客土系の吹付け直後の体積を 100%とした場合、水分が流れ出る前の材料混合時は 124%、炉乾燥後は 44%となった。含水比は、材料混合時の 585%が、吹付け直後には 416%に低下した。これに対して、厚層系では、吹付け直後の体積は自然な乾燥の過程ではほとんど変化せず、炉乾燥で強制的に乾燥したところ 86%に減少した。含水比は、材料混合時と吹付け直後ではほとんど変化がなかった。

出来上がった緑化基盤の吹付乾燥密度は、客土系が約 160kg/m³、厚層系が約 300kg/m³ となった。基盤の厚さと吹付量(乾燥重量)の関係は、客土系吹付けでは 3cm 厚で約 4kg/m²、5cm 厚で約 7kg/m²、7cm 厚で約 10kg/m² となり、厚層基材系では 3cm 厚で約 8kg/m²、5cm 厚で約 14kg/m²、7cm 厚で約 20kg/m² となった。

土壌の保水性能を調べるため、各 pF における水分量を調査した結果を Table 2 に示す。植物の生育に有効な水分量は pF1.8 から pF4.2 までの範囲とされており、この有効水分量を算出すると、客土系の有効水分量は約

1.5kg/kg、厚層系は 0.9kg/kg となり、基材当たりの有効水分量は客土系基材が厚層系基材の約 1.5 倍となった。しかし、客土系基盤は吹付密度が低いため、吹付量をもとにそれぞれの吹付基盤の有効水分量を求めると、客土系基盤は 3cm 厚が 6.0 kg/m²、5cm 厚が 10.4 kg/m²、7cm 厚が 14.9 kg/m² となり、厚層系基盤では 3cm 厚が 7.5 kg/m²、5cm 厚が 13.2 kg/m²、7cm 厚が 18.9 kg/m² となる。したがって同じ基盤厚さの場合、厚層系基盤が客土系よりも m² 当たり 1.5~4 kg 多くなり、保水性能を確保する点では厚層系が有利である。

Table 1 吹付基材の主な材料
Plants Growth Base Materials

客土系吹付基盤材	厚層系吹付基盤材
<ul style="list-style-type: none"> 主基材 (黒ボク土+パーク堆肥) ファイバー(紙質短繊維) アスファルト系接合剤 土壌団粒化剤 緩効性複合成肥料 水 種子 トールフェスク ジャガー クリーピングレットフェスク ハミューダグラス U3 ホワイトクローバー 	<ul style="list-style-type: none"> 主基材 (パーク堆肥+ピートモス) 高分子系接合剤 緩効性複合成肥料 種子 トールフェスク ジャガー クリーピングレットフェスク ハミューダグラス U3 ホワイトクローバー
施工 ポンプ式客土吹付機吹付け	施工 エア式モルタルガン吹付け

Table 2 pF と基盤含水状況
pF-value and Water Contents of Growth Base

	材料混合時	pF						有効水分量 (pF1.8-pF4.2)
		pF 0	pF 1	pF 1.8	pF 3	pF 4.2		
客土系基盤	含水比(%)	585.3	464.1	418.6	376.9	284.0	228.2	148.7
	含水量 3cm厚 (kg/m ²)	23.4	18.6	16.7	15.1	11.4	9.1	6.0
	5cm厚	41.0	32.5	29.3	26.4	19.9	16.0	10.4
	7cm厚	58.5	46.4	41.9	37.7	28.4	22.8	14.9
厚層系基盤	含水比(%)	171.9	282.5	278.5	266.8	188.0	172.6	94.2
	含水量 3cm厚	13.8	22.6	22.3	21.3	15.0	13.8	7.5
	5cm厚	24.1	39.5	39.0	37.4	26.3	24.2	13.2
	7cm厚	34.4	56.5	55.7	53.4	37.6	34.5	18.9

pF：土壌内の水が、どれ程の強度で土壌に吸着・保持されているかを表す尺度で、強度を水柱の高さ(cm)で表し、その常用対数値を pF 値とする

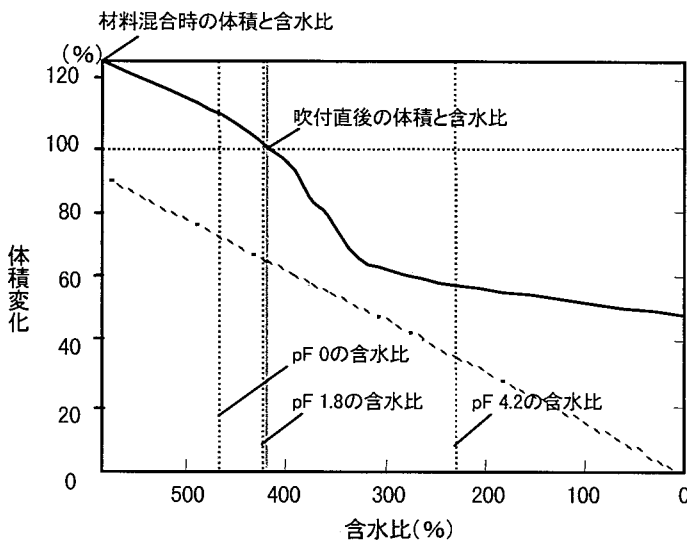


Fig. 3 客土系吹付基盤の状態変化

Interaction of Soil Main Base Volume and Moisture Percentage on Dry Weight Basis

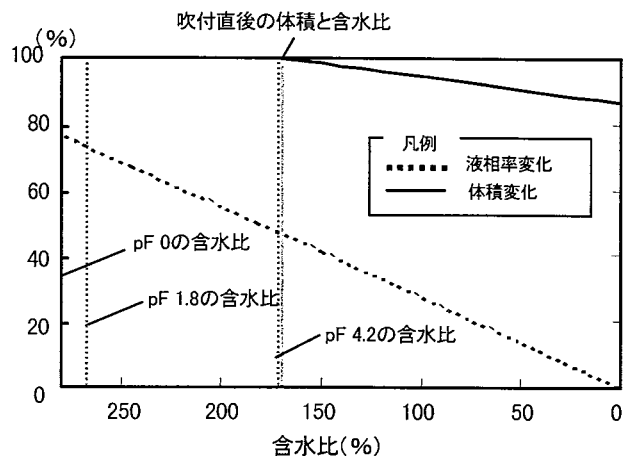


Fig. 4 厚層基材系吹付基盤の状態変化

Interaction of Bark Compost Main Base Volume and Moisture Percentage on Dry Weight Basis

4. 灌水と緑化

最終処分場の遮水シートを緑化する場合、廃棄物容量を最大限に確保するために、緑化基盤の厚さは極力薄いことが求められる。しかし、基盤が薄いと基盤が乾燥しやすくなり、また遮水シートによって地盤からの水分の供給が断たれるため植物の生育に必要な水分が不足しがちになるなど、遮水シート上は植物の生育が困難な環境となる。そこで、遮水シート緑化システムでは、必要に応じて自動灌水装置などで灌水を行うこととしている。

灌水方法について、客土系吹付基盤を用い、約1年4ヶ月間の緑化試験を行った。試験開始から約1年後の1997年5月の緑化状況をPhoto 2に示す。

灌水は、時期天候や緑化状況に合わせ、0~5mm/日で実施した。その結果、基盤の含水比は100~200%に維持された。基盤の吹付量と含水比をもとに基盤含水量を求めたところ、Fig. 5に示すように、3cm厚基盤で平均約5% $\frac{kg}{m^2}$ を、7cm厚基盤で平均約16% $\frac{kg}{m^2}$ の水分を保持した。試験開始から約1ヶ月で試験区の1/2が緑で覆われ、1年後には隙間なく被覆された。

灌水を行わなかった場合、雨天直後の含水比は100%前後となるが、それ以外の天候では70%以下となり、緑化を継続することはできなかった。基盤含水量を求めると、3cm厚基盤は平均約1% $\frac{kg}{m^2}$ 、7cm厚基盤は平均約6% $\frac{kg}{m^2}$ となり、7cm厚では夏季の8~9月以外は灌水区の3cm厚基盤の平均含水量5% $\frac{kg}{m^2}$ 以上を保持した。

7cm厚基盤では、試験開始から8月初旬までは吹付けた芝草が生育し、8月中旬から12月までは植物が枯れて裸地化したが、その後1月下旬から8月中旬までは周辺から種子が飛来したとみられる一年草のオオアレチノギクが生育した。このことから、施工場所の環境によっては、7cm厚以上の基盤ならば夏季の8~9月のみの灌水で緑化を継続できる可能性が示唆された。

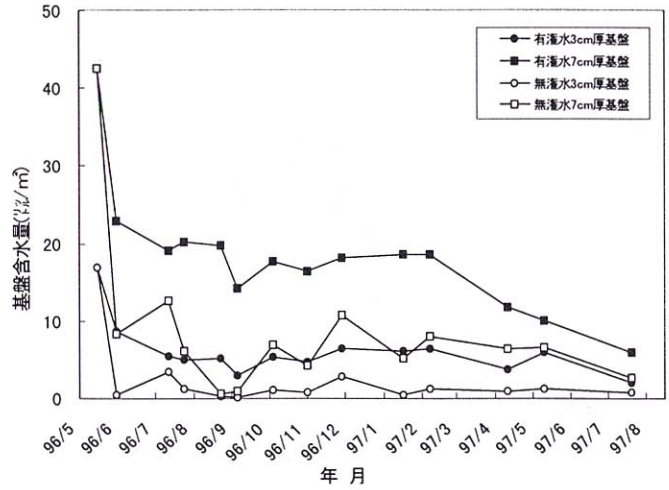


Fig. 5 基盤含水量変化
Changes of Growth Base Water Contents

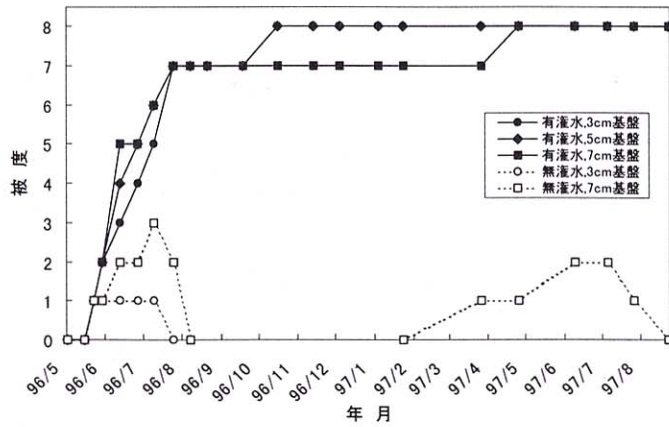


Fig. 6 被度変化
Changes of Plants Coverage

被度の評価 (プロン-プロン法をもとに8階級に区分)

- 0: なし
- 1: ごく稀に出現
- 2: 個体数は少数だが被度は非常に低い
- 3: 個体数は多数だが被度は低い
あるいは個体数はかなり少数だが被度はやや高い
- 4: 個体数は非常に多数だが被度は1/10以下
あるいは個体数は任意で被度が1/10~1/4
- 5: 個体数は任意で被度が1/4~1/2
- 6: 個体数は任意で被度が1/2~3/4
- 7: 個体数は任意で被度が3/4以上
- 8: 個体数は任意で完全に被覆

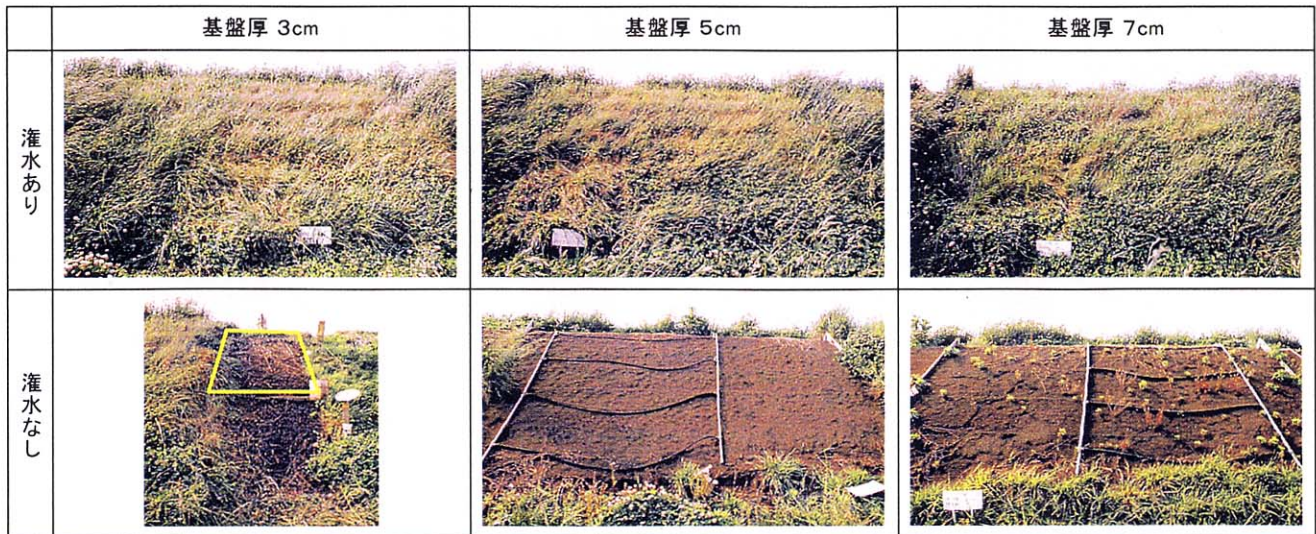


Photo 2 1年後の緑化状況 (1997年5月)

Vegetation Experimental Field Plots (after 1 year)

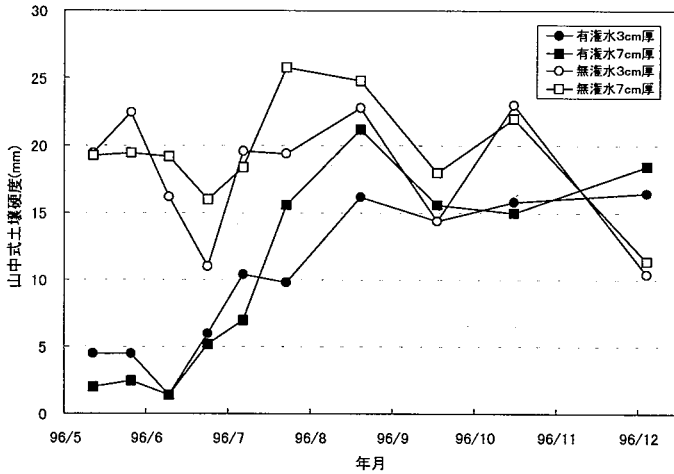


Fig. 7 緑化基盤の表面硬度変化
Changes of Growth Base Surface Hardness

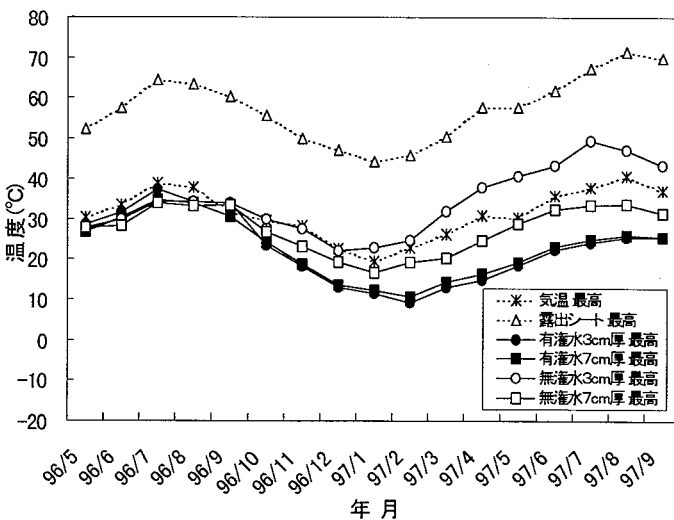


Fig. 8 月最高温度変化
Max. Sheet Surface Temperatures of a Month

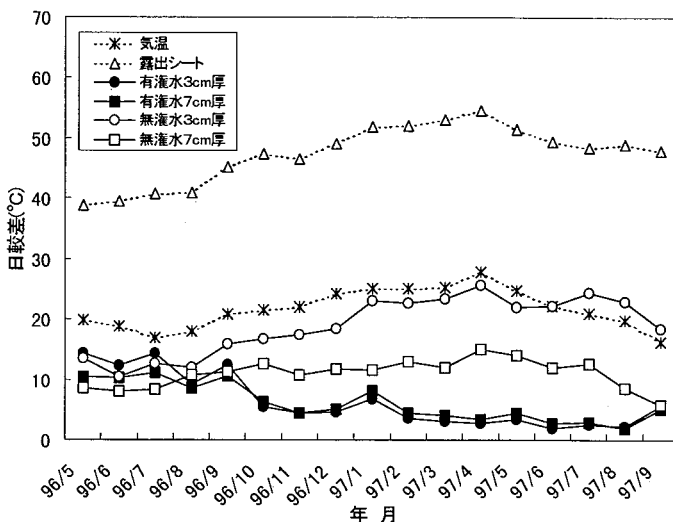


Fig. 9 月最高日温度較差の変化
Max. Day Differences of Sheet Surface Temperature

また、基盤の状態変化として表面硬度を調べた結果を Fig.7 に示す。Table1 に示したように、基盤材料には浸食防止剤としてアスファルト系接合材と土壌団粒化剤が配合されているため、基盤含水比が高く基盤が柔らかい時期でも表面浸食は発生しなかった。灌水区では吹付け直後から7月までの植物の被度が低い時期は10mm以下と柔らかく、植物の成長と被度が高まるに連れ硬度が高まった。灌水を行わなかった区では、試験開始から11月までの降雨直後で基盤含水比が高い場合を除き、20mm以上と硬度が高かったが、冬季になると凍上と融解により表面が浸食され、急激に硬度が低下した。

5. 緑化によるシート表面温度抑制効果

遮水シート緑化システムでは、遮水シートを緑化基盤や植物で覆うため、遮光によるシート劣化防止効果や表面温度抑制によるシートの熱応力の緩和効果と、外力からのシート損傷保護効果が期待できる。

先の4章に述べた緑化試験と並行して、遮水シート表面の温度状況を調査した。その結果を Fig. 8 と Fig. 9 に示す。露出シートでは最高温度が71.5℃となったが、灌水を行い緑化が成立した区(緑化区)では約45度低い25.5~26.0℃に、灌水を行わず緑化が成立しなかったため緑化基盤のみの被覆となった区(基盤区)では22~38度低い33.8~49.6℃に低減された。

日温度較差(一日の最高温度と最低温度の差)は、露出シートでは最高で54.6℃となったが、緑化区では約40~43度低い11~14℃に、基盤区では約30~40度低い25.7℃に緩和された。

また、緑化区では日較差が時間の経過とともに小さくなり、1年目よりも緑化密度の高くなった2年目の方が温度抑制効果が高くなる傾向があった。これに対して基盤区では時間の経過とともに日較差が大きくなり、温度抑制効果が低下する傾向が見られた。

以上の結果と、4章の緑化基盤の表面硬度調査の、緑化されなかった吹付基盤のみの区では冬季の凍上融解により表面が浸食され硬度が低下したことを併せ考えると、基盤材や土砂などを遮水シートに吹付けただけでも遮水シートの保護効果は得られるが、当開発の遮水シート緑化システムにより植物が生育し緑化が維持されると、その効果はより安定しより長く継続することができると推察される。

参考文献

- 1) 黒岩・石田・大出:「しゃ水シート被覆法面緑化システム」の現場試験結果, 廃棄物学会第8回研究発表会, (1997)
- 2) 大出・石田・黒岩:しゃ水シート被覆法面の緑化技術の検討, 第28回日本緑化工学会研究発表要旨集,(1996)