

## GundSeal GCL和压密粘土在技术上的等效性

土工合成粘土衬垫 (GCLs) 自1986年用于废弃物容装场所的阻隔系统以来, 已被广泛地应用于垃圾填埋场、废水处理厂和二次防护衬垫系统中。随着越来越多的人对于使用GCLs作为衬垫系统的一部分感兴趣, 在美国许多业主、经营者及设计咨询机构就在废弃物容装系统中使用GCLs的地位问题, 向州政府和联邦政府的管理机构提出询问。

通常, 设计工程师或业主/经营者所得到的标准回答是他们必须证明GCL等效于特定厚度的压密粘土衬垫 (CCL)。对压密粘土和GCLs的文献综述显示它们在施工方式上有很大差别, 不可能是等效的。换句话说, 4毫米 (0.2英寸) 的GCL膨润土衬垫不等效于600mm(2英尺)的粘土。尽管如此, 在正确的安装、生产质量保证 (MQA) 与施工质量保证 (CQA) 下, GCL的水力学性能能够等效于粘土衬垫的水力学性能。

Koerner 和Daniel (1993) 与 Daniel (1993)就对GCLs和CCLs的等效性评估发表了研究结果。Koerner和Daniel的论文中的表格I提出了22个关键性项目的等效性问题。正如表格中显示的, 压密粘土衬垫和土工合成粘土衬垫的比较涉及三个方面。

它们是 (1) 水力学方面, (2) 物理/力学方面, 及 (3) 施工方面。表格II是对GundSeal作为垃圾填埋场与地面蓄水池的复合衬垫 (土工膜/粘土) 时在技术上等效的评估。请注意, GundSeal只在两个方面或许与CCL不等效, 分别是水力学方面的化学吸附能力和施工方面的抗穿刺能力。

就化学吸附能力和扩散性而言, GCLs不能等效于压密粘土。然而, 只要土工膜/GCL复合衬垫系统被正确地安装, 这一问题就不再存在。GundSeal的吸附性对于非常低的水流来说可能已经足够。从长期来说, 所有衬垫 (包括CCLs) 的吸附能力都可能最终被耗尽。如果GundSeal是双层衬垫系统的主衬层的话, 检漏系统会处理衬垫系统上积聚的液体, 那么吸附性就不相关了。

因此, 只有当GCL被单独使用而没有保护的土工膜时, 才会有真正关注化学吸附能力的问题。即使如此, 现场特定的条件将非常重要。由于GundSeal有土工膜背衬, 因此化学吸附性问题就可以忽略不计。

600毫米 (2英尺) 压密粘土的抗穿刺性能明显要大大高于较薄的GCL的抗穿刺性能。然而, 细致的CQC/CQA过程能够解决潜在的穿刺问题。正如表格II所注明的, GCLs相对于压密粘土的优势弥补了其在抗穿刺方面的弱点。

## GUNDSEAL的剪切强度概要

附录1给出了GundSeal的膨润土部分和相应的600毫米 (2英尺) 的压密粘土衬垫的水流量计算。通过这些计算, 很明显GundSeal GCL的表现要优于压密粘土衬垫。这种分析和比较能够用于表I中列出的所有项目。对这些项目的详细的讨论请参见Koerner 和 Daniel (1993)。

## 参考文献:

<sup>1</sup> Daniel D.E. (1993) “用于垃圾填埋场封场的土工合成粘土衬垫 (GCLs)” Proc. SWANA Conf., San Jose, CA.

<sup>2</sup> Koerner, R.M. 和 Daniel, D.E. (1993) “GCLs对于CCLs在技术上的等效性评估” Proc. Seventh Annual GRI Seminar, Geosynthetic Research Institute, Philadelphia, PA.”

## 附录1

## 水流量的计算

水流量的定义是在单位时间内通过单位面积的流量。通过一个透水层的稳定水流量 ( $v$ ) 可按达西定律确定:

$$V = \frac{KH + T}{T} \text{ 式中, } \begin{array}{l} K = \text{材料的渗透系数} \\ H = \text{衬垫上的液体深度} \\ T = \text{衬垫的厚度} \end{array}$$

上式也适用于GundSeal中的膨润土。由于GundSeal包含土工膜, 因此水流量就取决于透过土工膜背衬的水汽扩散量。然而, 在进行相对于压密粘土的等效性分析和水流量的计算时, 设计工程师应考虑土工膜背衬的作用。进行这一分析的最简单方法是调整GundSeal的渗透系数以包含土工膜的贡献。由于水经由扩散流过土工膜, 而达西定律不适用于扩散, 所以这一简化不能表示实际的流量。但是, 通过进行这一简化的假定, 工程师能够获得GundSeal水流量的估计值。

适用于GundSeal或压密粘土衬垫的水流量计算式，并不适用于包括一层或多层土工膜的复合衬垫。

对于GundSeal，一个H = 1'(30.48 cm)的现场水流量应计算如下：

$$K = 4 \times 10^{-12} \text{ cm/sec}, T = 1/6" = 0.4233 \text{ cm}$$

$$V_{GCL} = \frac{(4 \times 10^{-12} \text{ cm/sec}) \times 30.48 \text{ cm} + 0.4233 \text{ cm}}{0.4233 \text{ cm}}$$

$$V_{GCL} = 2.92 \times 10^{-10} \text{ cm/sec}$$

对于两英尺 ( 60.96 cm ) 厚的压密粘土 ( CCL ) ，则

$$K = 1 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$$

$$V_{CCL} = \frac{(1 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}) \times 30.48 \text{ cm} + 60.96 \text{ cm}}{60.96 \text{ cm}}$$

$$V_{CCL} = 1.5 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$$

(CCL )

$$F_W = \frac{V_{GCL}}{V_{CCL}} = \frac{2.92 \times 10^{-10} \text{ cm/sec}}{1.5 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}} = 1.95 \times 10^{-3}$$

由于流量比 $\leq 1$  ( $1.95 \times 10^{-3} < 1$ )，因此就稳定的水流量来说，GundSeal远远超过等效于CCL。

或者，工程师可以假定通过CCL与GundSeal的水流量 ( V ) 是等同的。

$$V_{GCL} = V_{CCL}$$

并用下式计算GundSeal所需的渗透系数：

$$(K_{GCL})_{req} = \frac{K_{CCL} \times T_{GCL} \times H + T_{CCL}}{T_{CCL} \times H + T_{GCL}}$$

就前面的例子

$$(K_{GCL})_{req} = \frac{(1 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}) \times 0.4233 \text{ cm} \times 30.48 \text{ cm} + 60.96 \text{ cm}}{60.96 \text{ cm} \times 30.48 \text{ cm} + 0.4233 \text{ cm}}$$

$$= 2.05 \times 10^{-9} \text{ cm/sec}$$

$$K_{GundSeal} = 4.2 \times 10^{-12} \text{ cm/sec} \leq 2.05 \times 10^{-9}$$

因此，使用任一方法，当考虑通过CCL的水流量时，GundSeal远远超过等效于600毫米 ( 两英尺 ) 的压密粘土。

表1<sup>A</sup> - 土工合成粘土衬垫 ( GCLs ) 与压密粘土衬垫可能等效的项目

类别	评估标准	可能衬垫	与封场相关
水力学方面	稳定的水流量	X	X
	稳定的溶质流量	X	
	化学吸附能力	X	
	破坏时间：		
	- 水	X	X
	- 溶质	X	
	固结水的产生 对气体的渗透性	X X	X X
物理/力学方面	冻/融	X <sup>1</sup>	X
	湿/干		X
	总沉降量	X <sup>2</sup>	X
	不均匀沉降	X <sup>2</sup>	X
	边坡稳定性	X <sup>3</sup>	X
	腐蚀		X
	承载能力	X	X
施工方面	抗穿刺能力	X	X
	地基条件	X	X
	安装简易	X	X
	施工速度	X	X
	材料的可获得性	X	X
	对水的要求	X	X
	空气污染的影响	X	X
	天气限制	X	X
	质量保证	X	X

1 只有在衬垫被充分覆盖能够防止冰冻的情况下才相关。  
 2 衬垫的沉降通常只有在某种特定的环境下才会考虑，例如垂直膨胀。  
 3 如果没有永久的坡面，衬垫的稳定性在填埋之后可能不相关。  
 A Daniel (1993), “在垃圾填埋场封场中的土工合成粘土衬垫 ( GCLs )”，发表在第三十一届年度固体废弃物展览会上，北美的固体废弃物协会，圣何塞市，加利福尼亚州，1993年8月2-5日。

表II\* - 安装在垃圾填埋场和地面水池中土工膜下的GundSeal在技术上的等效性评估

类别	评估标准	GundSeal 较优	GundSeal 等效	GundSeal 很可能不等效
水力学方面	稳定的水流量 稳定的溶质流量 化学吸附能力 破坏时间 - 水 - 溶质 水平流 - 在接缝处 - 隆起 土工膜之下的水平流 固结水的产生	X    X X  X  X	X X   X       X	X
物理/力学方面	冻/融 总沉降量 不均匀沉降 边坡稳定性 承载能力	X X    X	X X <sup>1</sup> X <sup>1</sup>	
施工方面	抗穿刺能力 地基条件 安装简易 施工速度 材料的可获得性 对水的要求 空气污染的影响 天气限制 质量保证	X  X X X X X  X	X         X	X

<sup>1</sup> 当土工膜背衬面朝下被安装在基层土之上且被另一层土工膜覆盖时是等效的。  
\* 表格摘自“GCLs与CCLs在技术方面的等效性评估；Koerner and Daniel (1993)；第七次GRI研讨会论文集，土工合成衬垫系统：创新、关注与设计，Drexel University, Philadelphia, PA, pp 255-275.

TN001CN R08/24/05

This information is provided for reference purposes only and is not intended as a warranty or guarantee. GSE assumes no liability in connection with the use of this information. Please check with GSE for current, standard minimum quality assurance procedures and specifications.

GSE and other marks used in this document are trademarks and service marks of GSE Lining Technology, Inc; certain of which are registered in the U.S.A. and other countries.

<b>Americas</b>	GSE Lining Technology, Inc.	Houston, Texas	800-435-2008	281-443-8564	Fax: 281-230-8650
<b>Asia/Pacific</b>	GSE Lining Technology Company Ltd.	Bangkok, Thailand		66-2-937-0091	Fax: 66-2-937-0097
<b>Europe/Middle East/Africa</b>	GSE Lining Technology GmbH	Hamburg, Germany		49-40-767420	Fax: 49-40-7674233

[www.gseworld.com](http://www.gseworld.com)