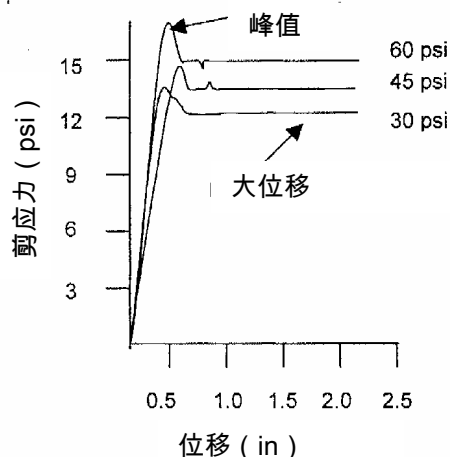


### 用直接剪切试验测量GSE土工膜的摩擦角

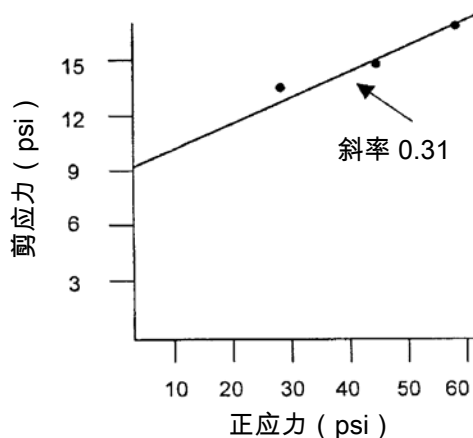
有土工合成材料衬垫的边坡的破坏的潜在根源在于土工合成材料间的界面、或土工合成材料与覆盖土或基层土间的界面。直接剪切试验经常被用来测定所能承受的荷载与合适的边坡角这两个关键参数。最常用直接剪切试验方法是 ASTM D 5321。为了完成这一试验并且确保试验结果有意义，试验应在现场荷载条件和现场的界面条件（土工合成材料和土）下进行。而且，土必须符合如下条件：不仅要相同的类型的土，土的压密度和含水量也要和实际现场情况相同。最后必须确定的是剪切速率。ASTM D 5321规定，对于土工合成材料/土工合成材料界面，默认速率为5mm/min；对于土工合成材料/土界面，默认速率为1mm/min。然而剪切速率越慢，峰值曲线越好，并且能更好地模拟实际的现场情况。另一方面，剪切速率越慢，完成实验花费的时间越长，因而操作起来更昂贵。设计者必须把边坡稳定的重要性与剪切速率越慢可能试验越精确但成本较高结合起来衡量。通过确定这些现场特定的条件，这个试验变成了一个更有意义的性能试验，而不仅仅是一个标准的指示试验<sup>1</sup>。

一般直接剪切试验应由至少三个试验组成，它们分别在三个不同正压力作用下，如下例所示：

第一个图是剪应力与位移关系图(1.0 psi = 6.89 kPa; 1.0 in = 25.4mm)。线条在最初的上升和下降之后开始变得平直。线条变得平直的这一区域，所需要的剪切界面的应力是不变的，也就是大位移强度（残余强度）。最大应力对应于最大摩擦角。



第二个图是最大剪应力与正应力的关系图(1.0 psi = 6.89 kPa)。摩擦角是这一线条的斜率。在前面的例子中，斜率是0.31。因而摩擦角是 $\tan^{-1}(0.31) = 17^\circ$ 。类似地可绘出大位移应力与正应力的关系图，并确定相应的大位移摩擦角。



此外，对于各种不同的界面、在不同的正应力作用下和要求不同的预置时间等，都可进行摩擦性能试验。材料可在干燥条件下进行试验，或者在最坏的情况下，在水饱和条件下进行试验。对于特定的工程条件，制造商不能保证提供一个具体的摩擦角。必须进行试验以确保特定的界面满足特定的应用要求。这就是说，本页背面的表格列出的在这些材料上测得的具有代表性的结果，仅供参考，而不是保证。

表1. 土工合成材料与土工合成材料，正应力50、400、800 psf (1.0psf = 48Pa)

界面	峰值		大位移	
	角度 ( 度 )	粘聚力 ( psf )	角度 ( 度 )	粘聚力 ( psf )
光面土工膜/复合土工网	12	10	10	10
共挤出毛面土工膜/复合土工网	26	60	21	40
编织GCL/复合土工网	25	15	22	5

表2. 土工合成材料与土工合成材料，正应力4000、8000、15000 psf (1.0psf = 48Pa)

界面	峰值		大位移	
	角度 ( 度 )	粘聚力 ( psf )	角度 ( 度 )	粘聚力 ( psf )
光面土工膜/复合土工网	12	80	10	25
共挤出毛面土工膜/复合土工网	24	520	19	20
编织GCL/复合土工网	21	365	19	50

参考文献：  
<sup>1</sup> GSE技术短文TN017 - 指示试验与性能试验