

The logo for SoilWorks Tutorials is a maroon square with a white border, containing the text "SoilWorks" and "Tutorials" in white. The square is slightly offset to the right and has a subtle drop shadow.

SoilWorks Tutorials

1. 边坡例题

•

无加固边坡稳定分析

•

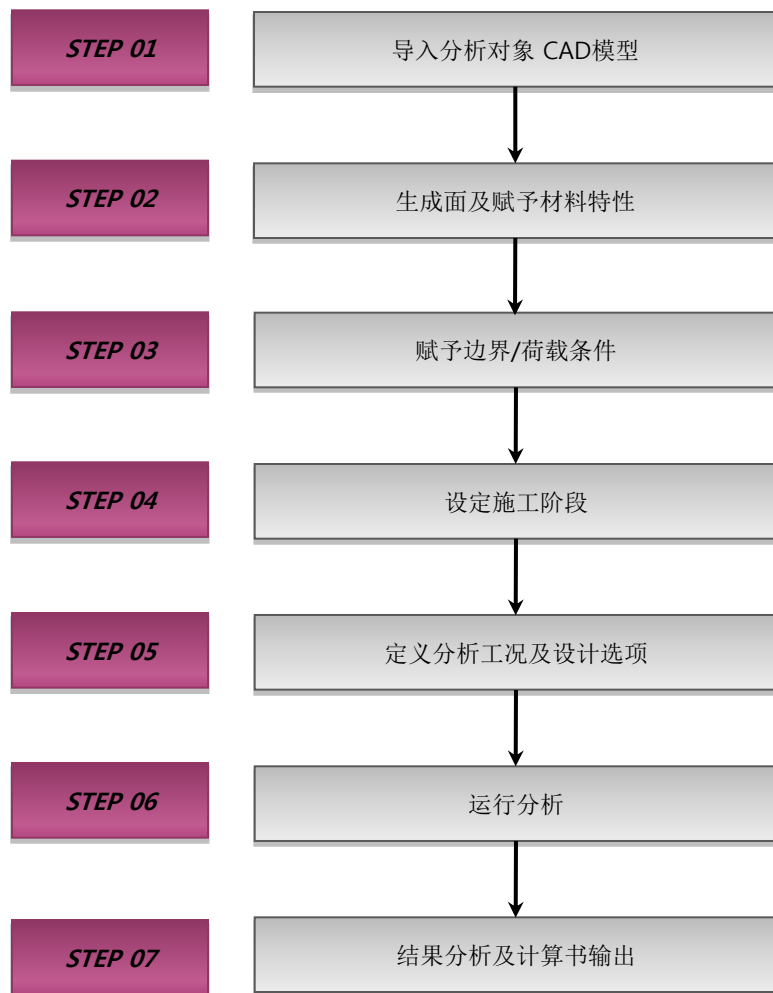
土钉加固边坡稳定性分析

•

01. 学习目标	3
02. 概要	4
1. 边坡稳定分析概要	
2. 注意事项	
3. 安全系数设计标准	
4. 模型构成	
03. 项目设置及材料属性定义	11
1. 开始SoilWorks/导入文件	
2. 定义地基特性	
04. 建模	13
1. 生成面及赋予特性	
2. 生成网格	
3. 赋予摩尔-库伦(LEM)模型特性	
4. 设定边界条件	
05. 分析	19
1. 设定分析工况(LEM)	
2. 设定分析工况(SRM 施工阶段)	
3. 定义设计选项	
4. 分析	
06. 分析及确认结果	25
1. 确认分析结果	
2. 生成计算书	
07. 深化学习的指南	28

本例题里，通过分段验算开挖阶段无加固土坡面的稳定性，熟悉并正确使用SoilWorks程序的计算流程及基本功能。以无加固边坡普遍使用的LEM分析法为基本，同时进行SRM施工阶段分析，可以直接比较各开挖阶段的安全系数。通过比较两个分析法分析更准确的边坡形迹，提出经济的加固施工设计指南。

边坡稳定分析中surface的计算流程如下；



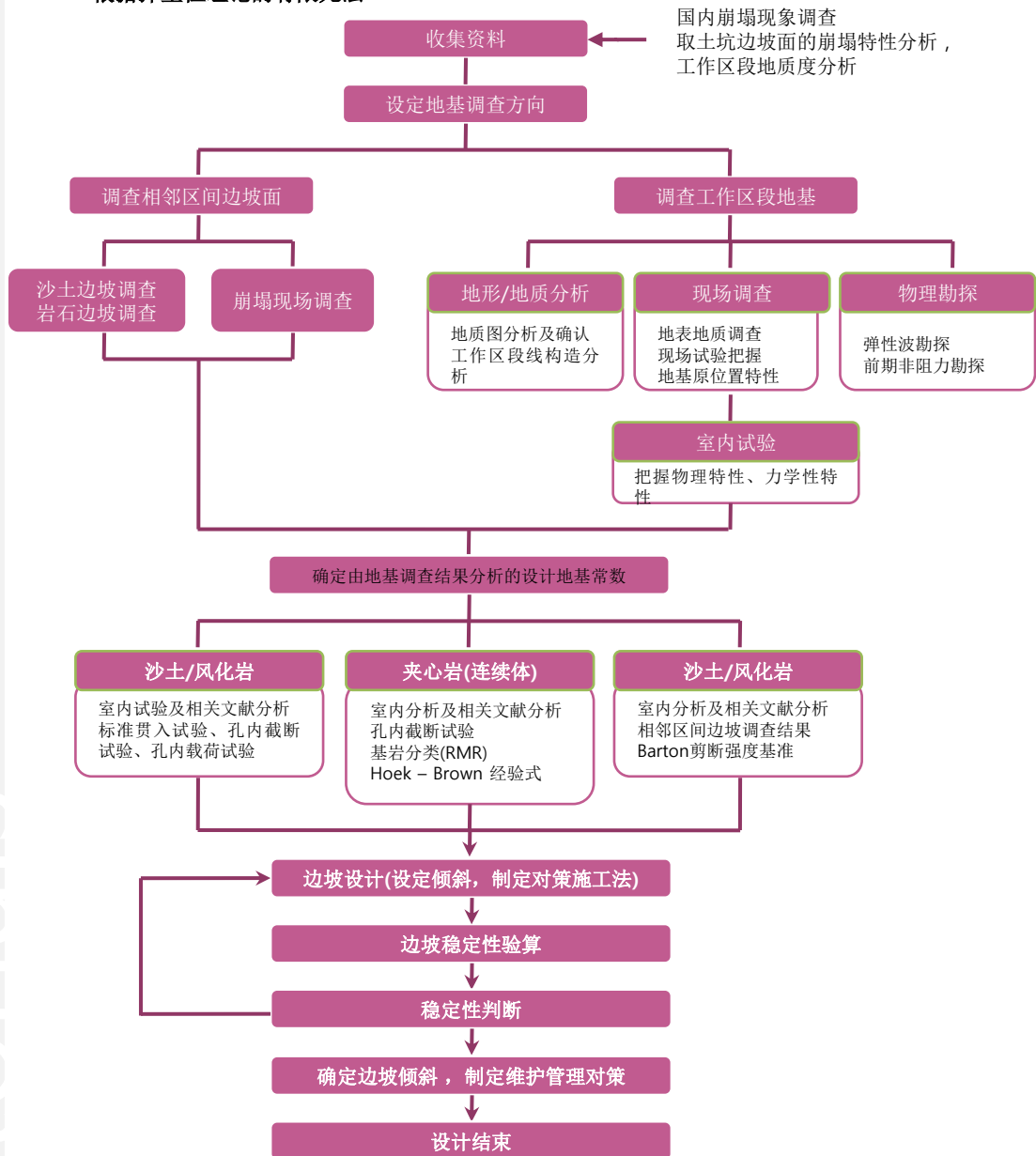
[在SoilWorks中的作业流程]

1. 边坡稳定分析概要

堆土或者开挖生成的边坡，在地下水位、荷载（外力）、地震等作用下就会对其稳定性产生很大的影响。即自重及外力，在边坡内部会发生剪应力，如果它大于地基本身抗剪强度就会发生边坡稳定破坏。因此，为了对其进行合理的加固，通过测量判断出危险的边坡，利用边坡稳定的各数值分析方法进行边坡稳定性计算。

边坡稳定分析法有如下方法：

- 根据极限平衡理论的极限平衡法
- 根据强塑性理论的应力极限平衡法
- 根据弹塑性理论的有限元法



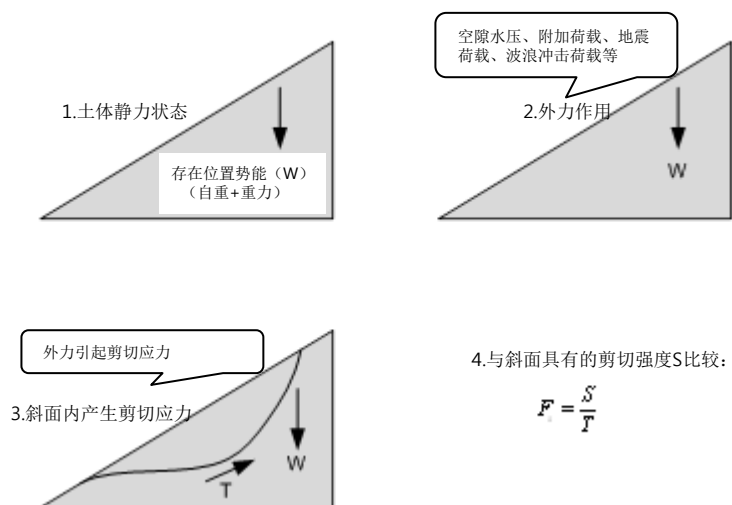
[边坡设计流程图]

2. 注意事项

边坡稳定分析与分析法自身的特性相比，重要的是精确的掌握现场条件，选择最合理的分析法。正确的反映包含地形信息(倾斜度、形状、假想滑动面等)的土质常数和空隙水压，不但要分析边坡的最小安全系数，而且也要对崩塌进行分析。特别时期形成的纹理或者组成地基内薄层的软弱带等会成为决定边坡稳定性破坏的重要因素，因此，要反映通过实验及测量掌握的所有信息并执行分析，应当事先掌握如下事项。

- 1) 可能性大的滑动面的形状选定
- 2) 确认重要的不连续面、现有滑动面、堆层、非均质性、张拉裂缝等的存在，对于均质的土边坡或者完整的岩石边坡优先考虑圆弧滑动面。
- 3) 对于现有滑动面要类别最初滑动和此后滑动，只考虑残留强度。
- 4) 确定怎样相对性的看基于地基强度常数的安全系数，并确认对空隙水压的可靠度分析和地下水存在与否。
- 5) 在总应力分析法和有效应力分析法中选择恰当的方法，掌握这时的土的种类、短期/长期性分析、空隙水位的现场计量等。

分析时使用的地基特性值，使用有关地基的试验结果为依据值。只有当在施工的规模或者现场条件上不能得到试验结果的情况下，才能够允许根据经验丰富的工程人员的判断作为参考性的近似地基特性值。



[边坡稳定破坏示意图]

2. 注意事项

边坡稳定分析方法

1) 极限平衡法

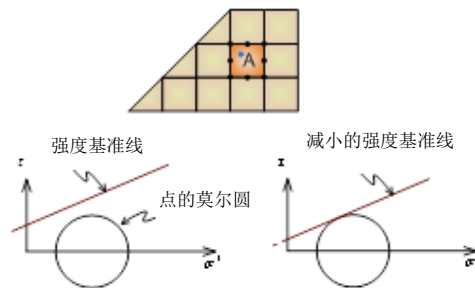
极限平衡分析中求的安全系数虽然有定量表现边坡稳定性的优点，但也有计算安全系数时不考虑像岩石的抗拉强度或弹性模量这样重要的力学性变数的缺陷。同时，只用极限平衡分析不能掌握边坡内部可能发生的局部性破坏现象或位移变形，所以为了掌握边坡总体的力学性形迹最终确认稳定性，需要进行数值分析。

2) 有限元法

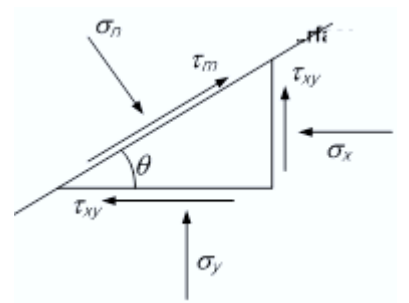
有限元法作为满足边坡各点的受力平衡条件、变形协调条件、边界条件组成方程求解的精确的近似解法，可以体现与实际接近的破坏现象，更准确的反映现场条件，计算边坡最小安全系数和详细分析边坡破坏路径。特别是对没有事前假定的边坡破坏滑动能够自动描述破坏过程的方法。

- 强度折减系数法: 逐通过渐减小剪切强度直到计算不能收敛的时为止，把没有收敛的阶段视为破坏，将那时的最大强度折减率当做边坡的最小安全系数。

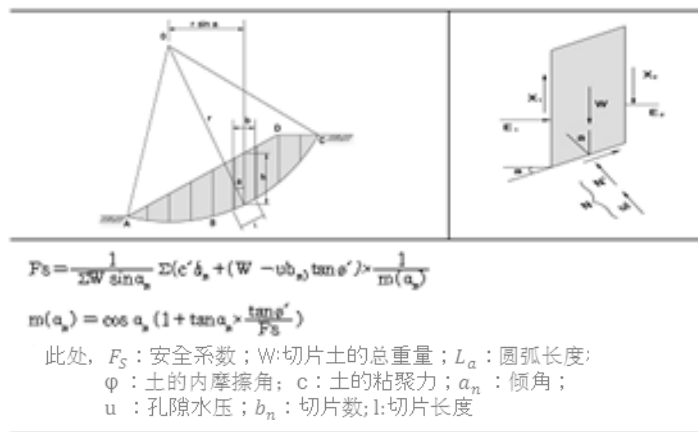
- 应力极限平衡法: 使用有限元法对边坡进行应力分析，利用应力分析计算结果计算极限平衡法的各假想滑动面上的安全系数，从中寻找到最小的安全系数及对应的临界面的方法。



[强度折减法]



[边坡上的各应力]



[极限平衡法, Bishop Method]

3. 安全系数设计标准

1) 砌筑边坡安全系数设计标准

类别	最小安全系数 (Minimum Safety Factor)	
韩国道路工程	道路设计要领	$F_s \geq 1.3$
港湾协会	港湾设施技术上的基准, 动态分析 (日本)	$F_s \geq 1.5$
建设性	标准的计划安全系数 (日本)	$F_s \geq 1.1 \sim 1.3$
建设部	建筑基础设计基准	$F_s \geq 1.3$
日本道路 实务讲座5	道路土方工程, 软弱地基对策施工指南	$F_s \geq 1.2 \sim 1.3$
日本土工学会	临时建筑, 建设中的边坡稳定 (暂时的稳定)	$F_s \geq 1.0 \sim 1.2$
	一般性建筑的情况	$F_s \geq 1.3$
软弱地基的调查 设计施工法	重要建筑的情况	$F_s \geq 1.5$
	共用荷载开始后适用	$F_s \geq 1.25$
	修筑期间一般对稳定的适用	$F_s \geq 1.1$

• 建筑工程边坡设计基准

类别	最小安全系数	内容
旱季	$F_s > 1.5$	. 按没有地下水分析的情况
雨季	$F_s > 1.3$	. 一般性的砌筑边坡面没有其它地下水位条件, 在一侧砌筑, 一侧切削的边坡面中, 利用测定的地下水位或通过渗透分析的地下水位进行分析 . 砌筑表面上发生降雨渗透的情况时, 实施考虑降雨渗透的分析
地震时	$F_s > 1.1$	. 地震惯性力水平方向作用在破坏土体的中心 . 地下水位是实际测定或者是执行渗透分析的地下水位
短期	$F_s > 1.0$	. 未满一年期间的短期边坡的稳定性

. 道路, 园区, 铁路等铺装体形成的砌筑边坡的情况中, 需要按雨季验算安全系数, 同时也需要按满足旱季时的安全系数来设计

. 折减系数按不是最大折减的残留强度来分析的情况; 上面基准上减少0.1

. 边坡面上下部破坏范围内有房屋, 建筑等固定设施的情况; 上面基准上增加0.05

. 边坡面上部破坏范围内1,2种设施有基础的情况; 另外验算

. 重复适用上述条件 $F_s < 1.0$ 的情况, 适用最小安全系数1.0

来源 : 建筑工程边坡设计基准, 韩国设施安全技术园区 (2006), P, 111

[砌筑边坡面安全系数基准]

3. 安全系数设计标准

2) 切边坡安全系数管理基准

(1) 韩国基准

- 韩国道路工程

类别	最小安全系数	内容
旱季	$F_s > 1.5$	. 岩石 : 水压不随着张拉裂缝或滑动面作用 . 土层及风化岩: 未考虑地下水位
雨季	$F_s > 1.1 \sim 1.2$	. 岩石 : 随着张拉裂缝面或滑动面作用的水压按 $H_w=1/2H$ 假定适用 . 土层及风化岩 ; 地下水位位于地表面 (地下水的影响可以用合理的方法考虑)

来源 : 道路设计要领第2卷土方工程 , 韩国道路工程 (2000), p. 118

- 建设交通部

类别	最小安全系数	内容
旱季	$F_s > 1.5$	. 岩石 : 水压不随张拉裂缝或滑动面作用 . 土层及风化岩 ; 未考虑地下水位
雨季	$F_s > 1.2$ 或 $F_s > 1.3$	. 岩石边坡使地下水位于张拉裂缝的1/2深度后进行分析, 沙土及风化岩使地下水位于地表面后进行分析(适用 $F_s=1.2$) . 实施考虑降雨渗透分析的情况(适用 $F_s=1.3$) . 以上两种条件中要选择性的满足一种条件
地震时	$F_s > 1.1$	. 使地震惯性力在破坏土体的中心按水平方向作用 . 实际测定地下水位或测定平时的地下水位
短期	$F_s > 1.0$	. 未满1年的短期期间的稳定性验算时

- . 折减系数按不是极限强度的残留强度分析的情况 ; 上面基准上减少0.1
- . 在边坡面上下部破坏范围内有房屋, 建筑等固定设施的情况 ; 上面基准上增加0.05
- . 边坡面上部破坏范围内有1、2种设施基础的情况: 另外验算
- . 重复适用上述条件, $F_s < 1.0$ 时, 适用最小安全系数1.0

来源: 建筑工程边坡设计基准, 韩国设施安全技术园区 (2006), p. 127

[切削边坡面安全系数基准]

3. 安全系数设计标准

(2) 其他国家基准

- 美国-Naval Facilities Engineering 命令框 -Department of the Navy(美国海军工兵团)

类型	最小安全系数	内容
情况1	$F_s > 1.5$	荷载长期作用的情况
情况2	$F_s > 2.0$	建筑物基础的情况
情况3	$F_s > 1.25 \sim 1.30$	临时荷载作用的情况及施工时
情况4	$F_s > 1.15 \sim 1.20$	地震荷载作用的情况

来源: NAVFAC DM 9.1-329

- 英国 - National Coal board(英国国家煤炭委员会, 1970)

区分	最小安全系数	内容
情况1	$1.5 > F_s > 1.25$	包剪切应力(UU Test)
情况2	$1.35 > F_s > 1.15$	残余剪切应力(CD Test)
情况3	$1.35 > F_s > 1.15$	饱和的沙质土的情况 (C=0)
情况4	$1.20 > F_s > 1.10$	情况2, 情况3 孔适用的情况 (C=0, CD Test)

- 香港 - Geotechnical Engineering Office(岩土工程分署, 1997)

经济风险	影响使用寿命程度	适用于抵抗10年内重现期降雨造成使用寿命损失的推荐安全系数		
		可忽略	较小	较大
适用于抵抗10年内重现期降雨造成经济损失的推荐安全系数	可忽略	> 1.0	1.2	1.4
	较小	1.2	1.2	1.4
	较大	1.4	1.4	1.4

注意:

- (1) 除了针对10年重现期降雨的安全系数为1.4外, 对使用寿命程度影响较大的最恶劣的地下水条件下的边坡类型安全系数值为1.1;
- (2) 表格中所给的系数为推荐值。在经济损失的某些情况下, 使用更大或更小的安全系数可能更保险。

3) 适用安全系数

对边坡的基准安全系数在国内**旱季时适用1.5, 雨季时适用 1.1~1.2**。在国外更倾向于考虑荷载条件或现场应力状态使用安全系数的情况。在切削边坡多的香港, 雨季时边坡安全系数**饱和到地表面的情况适用1.1**, 考虑强度时**适用1.1考虑降雨强度时适用 1.2~1.4**。

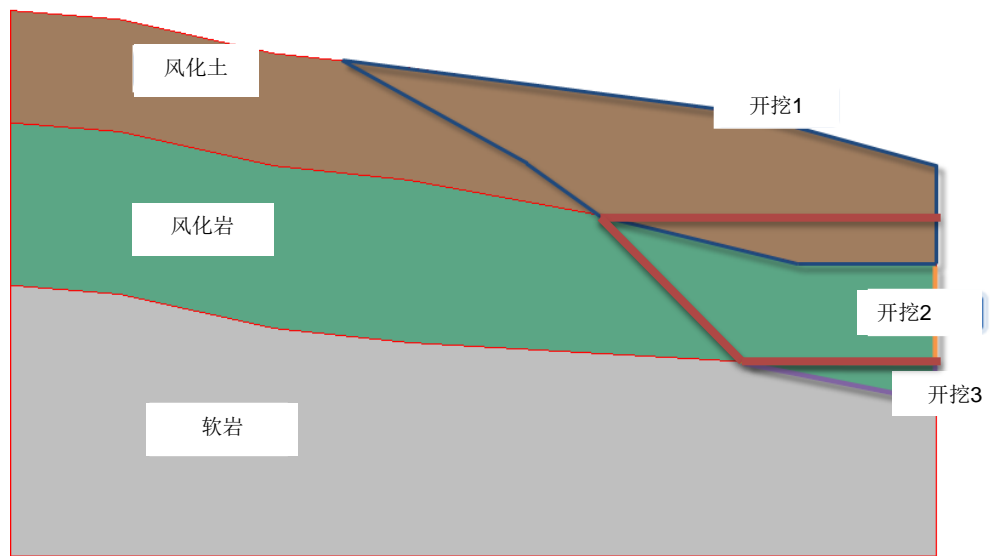
国内雨季时边坡安全系数提示在 1.1~1.2 范围, 是考虑了现场地基的条件(问题性土质、有无破碎带存在)等, 是为了能够合理地决定而提出的安全系数范围。

4. 模型构成

根据自重定义初始应力后，进行开挖施工阶段SRM分析和各开挖阶段分段进行LEM分析，运行边坡稳定分析后比较安全系数。

网格生成时生成高阶节点网格，进行更精密的结果分析，雨季时将安全系数与设计基准比较，可以建立基于此的加固措施。

1) 模型构成



[模型构成]

2) 材料特性

● 地基材料特性

号码	名称	模型类型	弹性模量 (kN/m ²)	天然容重 (kN/m ³)	饱和容重 (kN/m ³)	泊松比	粘聚力 (kN/m ²)	内摩擦角 (°)
1	风化土 (Weather Soil)	摩尔-库伦	36,500	18.5	19.5	0.33	17.5	31
2	风化岩 (Weather Rock)	摩尔-库伦	150,000	21	22	0.30	50	33
3	软岩 (Soft Rock)	摩尔-库伦	1,850,000	24	25	0.28	180	35.5
4	风化土 (Weather Soil)	摩尔-库伦 (LEM)	-	18.5	-	-	17.5	31
5	风化岩 (Weather Rock)	摩尔-库伦 (LEM)	-	21	-	-	50	33
6	软岩 (Soft Rock)	摩尔-库伦 (LEM)	-	24	-	-	180	35.5

本例题把提供的开始文件开放，能够在地基特性和几何形状输入的状态下开始。

SoilWorks由设计过程中直接可以使用的隧道/边坡/软弱地基/基础/渗透/动态分析参数的6个模块组成。

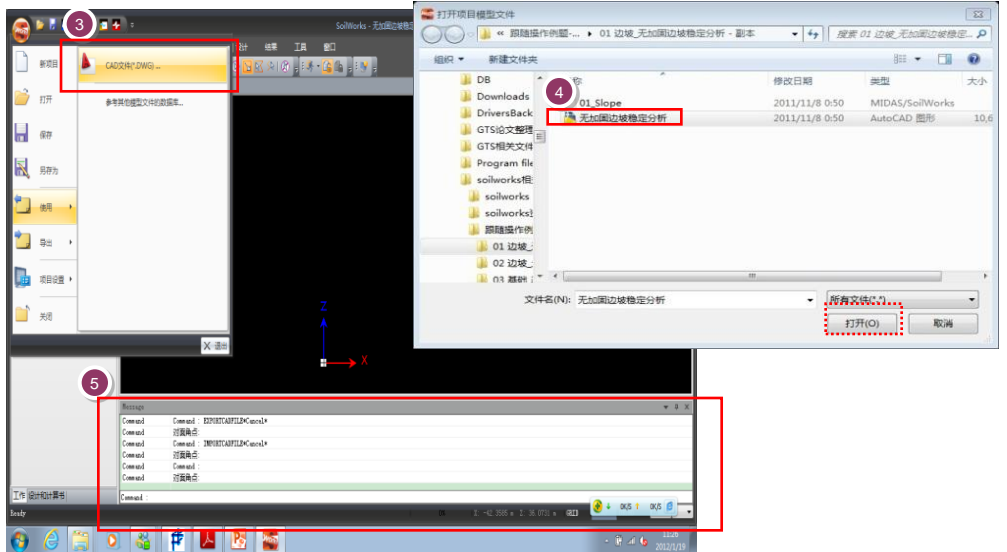
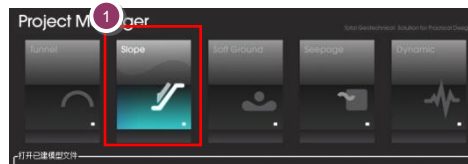
在CAD上把模型数据复制(Ctrl+C)后，在 SoilWorks中直接可以粘贴(Ctrl+V)

1.开始 SoilWorks /导入文件

导入为了分析事先制作完成的文件

在桌面上选择 **SoilWorks 程序图标** 

1. 选择Project Manager > **Slope**
2. 在“定义初始参数”中，单位系按KN, m, sec设定后，点击确认 **确认** 按钮
3. 选择主图标 > 导入 > **CAD文件**
4. 点击 **无加固边坡稳定分析.dwg**文件后，点击打开 **打开(O)** 按钮
5. 在命令框窗口输入 **Z(zoom) > E(Extents)**键确认模型数据



[开始 SoilWorks及导入文件]

2. 定义地基特性

在命令框框中直接输入命令也可以调用菜单。

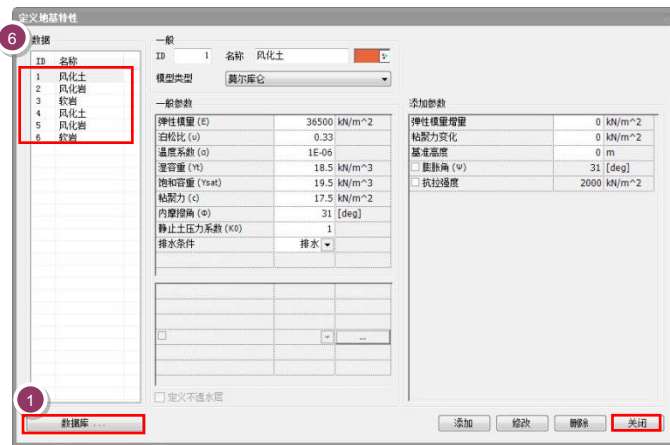
在SoilWorks中，为了方便，把适用于工程的地基特性形成数据库。地基特性可以通过在设置文件夹内 Soil Works/Dbas e 里的 gdb文件编辑来制作。

在主菜单中，选择 **模型 > 材料属性 > 地基特性** (命令框：gm)

1. 点击数据库 按钮
2. 在地基常数数据库选择栏中，地基常数数据按 '1.1SCHIST#1' 设定。
3. 在土质类型的选择项中勾选 '风化土-软岩'
4. 在模型类型中选择 '摩尔-库伦'
5. 点击 按钮

为了LEM(Limit Equilibrium Method, 极限平衡分析法) 分析，填加不同分析种类的模型的地基材料。

6.将上面生成的风化土、风化岩、软岩模型变为 '摩尔-库伦(LEM)' 后填加。




[定义地基特性]

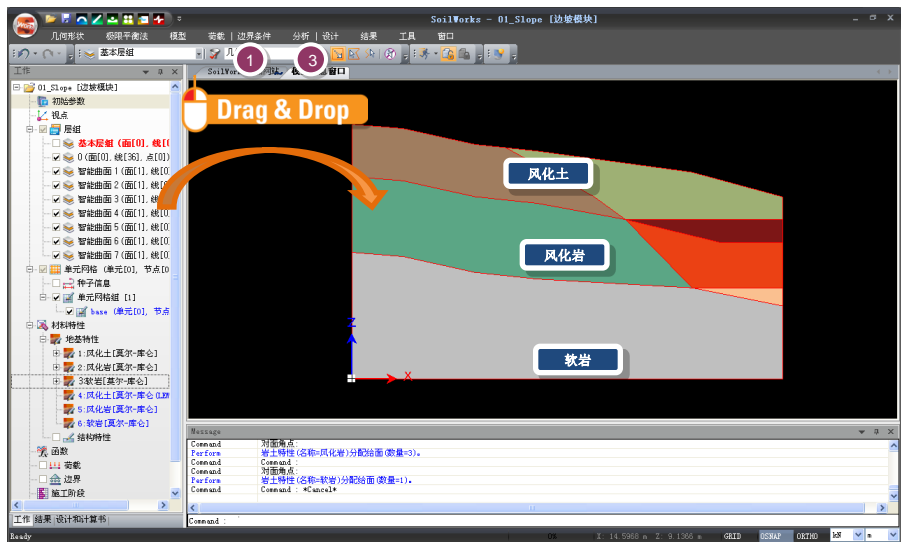
1.生成面及赋予特性

在生成网格前，生成赋予材料特性的面

在主菜单中，点击 **几何形状 > 建立 > 智能曲面**  (命令框：ss)

在对生成的面赋予地基特性时，只分配为了进行强度折减系数法分析的 摩尔-库伦 材料模型。)

1. 在工作窗口中选择 **'风化土'** 区域
2. 选择工作目录树 > 材料特性 > 地基特性 > 风化土，拖拽到 **'风化土'** 区域 
3. 按1~2的方法选择 **'风化岩'**、**'软岩'** 区域后把有关特性拖拽到该区域。



[地基及结构材质特性赋予]

一个面只能赋予一个特性，赋予特性的面生成网格时自动的指定。因此，首先指定为摩尔-库伦模型后生成网格，此后为了LEM分析，重新在各面赋予LEM模型特性。

在 SoilWorks 中，利用 **智能曲面** 功能能够自动的设定闭合的面。已生成的面能够利用 **拖拽 (Drag|Drop)** 在生成网格之前预先赋予地基特性。


为了运行强度折减系数法分析，首先将已定义的摩尔-库伦材料模型地基特性拖拽 (Drag | Drop) 到'风化土'、'风化岩'、'软岩'土体。

2. 生成网格

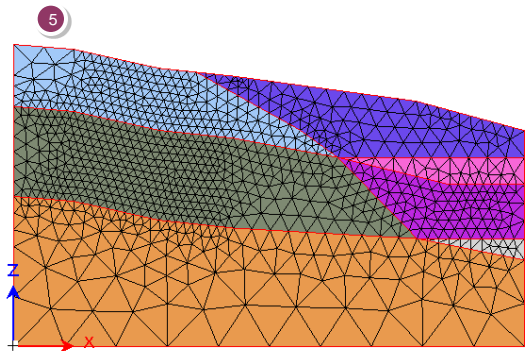
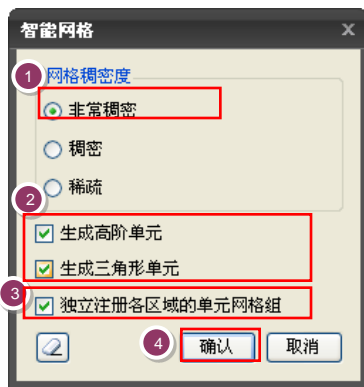
利用已特性赋予面生成网格

在SoilWorks中根据网格的稠密度提供了**非常稠密**的单元网格/**稠密**单元网格/**稀疏**的单元网格

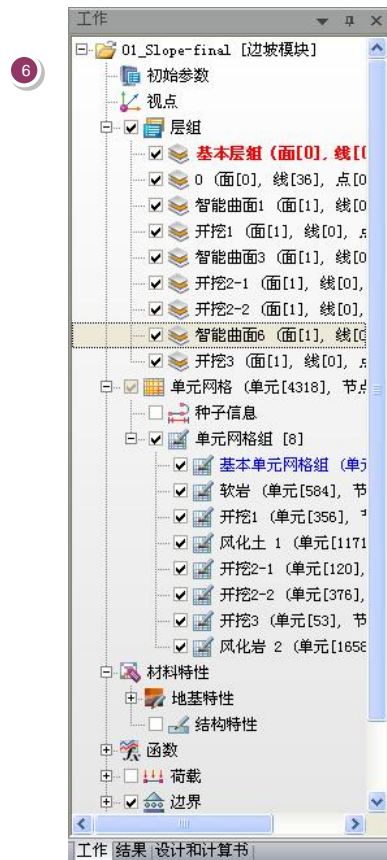
在用强度折减法分析边坡稳定时，体现与实际接近的破坏形状，为了得到更精确的结果，生成高阶单元。网格的大小和形状对结果有很大的影响。因此尽可能的生成非常细的、形状好的网格，才能计算出更精确的最小安全系数。

在主菜单里，选择**模型 > 网格 > 智能网格**  (命令框：sm)

1. 在网格稠密度里选择‘非常稠密’
2. 勾选‘生成高阶单元’，‘生成三角形单元’
3. 确认勾选‘独立注册各区域的单元网格组’
4. 点击确认 **确认** 按钮
5. 确认已生成的网格
6. 重新定义网格的名称



[生成的网格]



赋予了特性的面生成网格时在单元信息中自动赋予材质属性并表示出它的个数。

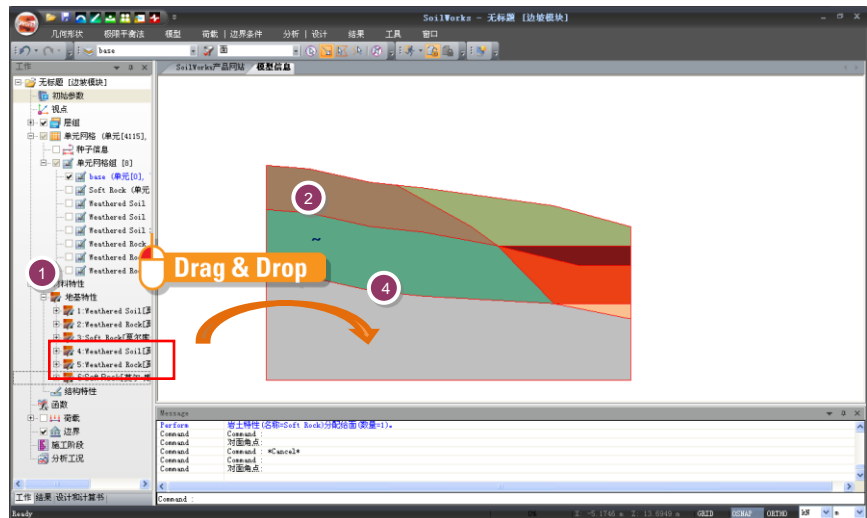
网格的名称也与材料特性中各个的类别和定义一致，按F2键重新定义名称。

[单元名称定义]

3. 赋予摩尔-库伦 (LEM)模型特性

在为极限平衡法(LEM)分析生成的面中，赋予按摩尔-库伦(LEM) 模型定义的特性。通过这个过程，使网格中定义摩尔-库伦模型, 面中定义摩尔-库伦(LEM)模型，可以同时执行这两种分析。

1. 确认已生成的网格后，通过取消勾选隐藏单元网格
2. 在作业框中选择“风化土”区域
3. 把作业目录树 > 材料特性 > 地基特性 > 风化土(LEM)拖拽到‘风化土’区域
4. 用2~3的方法 选择‘风化岩(LEM)’;‘软岩(LEM)’ 区域后把有关特性用拖拽到相应区域。
5. 重新定义特性分配的层的名称。




5

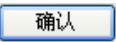
为了按施工阶段分段执行LEM分析，定义用智能曲面的名称。设定分析状况时，可以只把按开挖阶段分段需要的面激活。

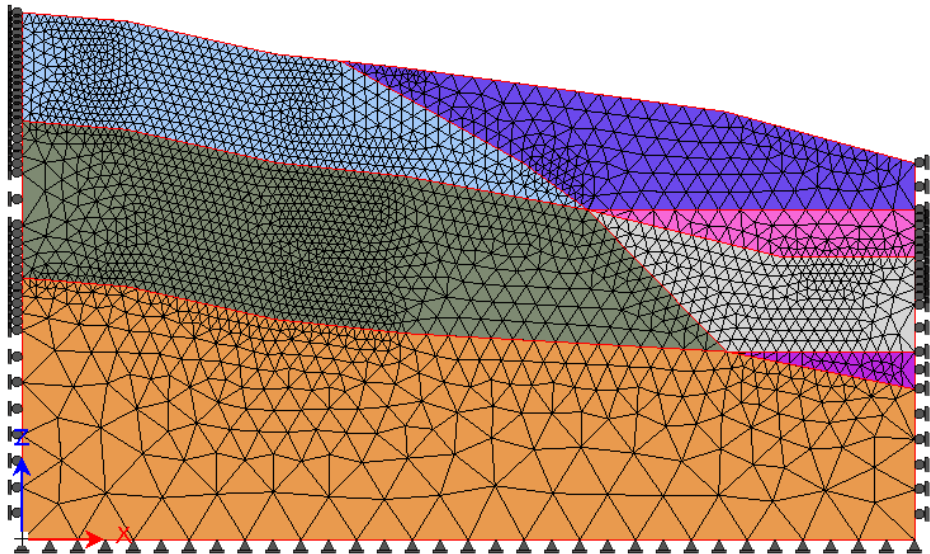
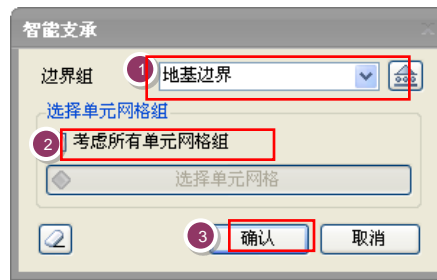


4. 设定边界条件

设定已生成的网格的边界条件

在主菜单中，选择 **荷载 / 边界条件 > 边界 > 智能支撑**  (命令框: as)


1. 在边界组中输入 **‘地基边界’**
2. 勾选 **‘考虑所有单元网格组’** 选项
3. 点击确认  按钮

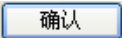


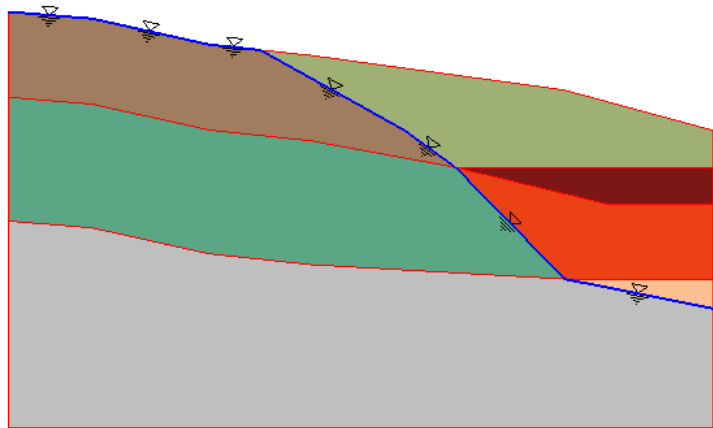
[已生成的边界条件]

4. 设定边界条件 (设定水位线)

设定各分析法最终开挖阶段为雨季的水位线

在主菜单中，选择 **荷载 / 边界条件 > 函数 > 水位线**  (命令框：wl)


1. 在**函数名称**中输入‘水位’
2. 线选择中如图选择7个的线
3. 点击确认  按钮

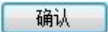


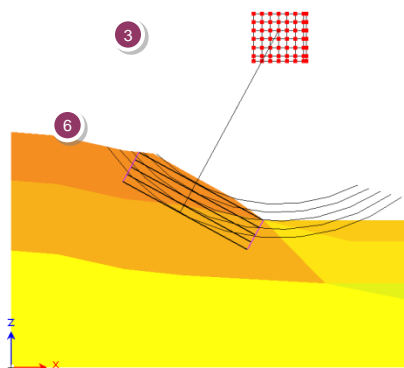
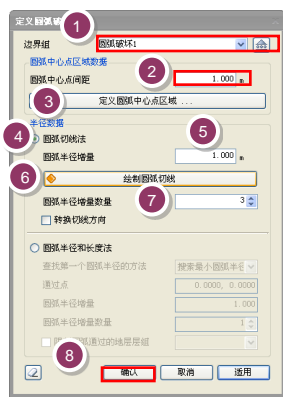
[设定雨季时水位线]

4. 设定边界条件 (设定圆弧破坏面)

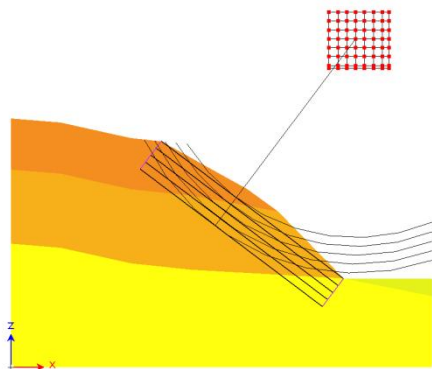
设定开挖阶段分段运行LEM分析的圆弧破坏面。在地基内存在纹理、软弱带的情况下，可以对此此层设定圆弧破坏面。

在主菜单中选择 **极限平衡法 > 边界 > 圆弧破坏面** 

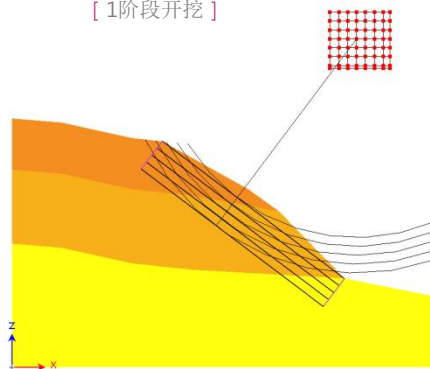
1. 在边界组中输入 '圆弧破坏 1'
2. 在圆弧中心点间距中输入 '1'
3. 在 '定义圆弧中心点区域' 状态下，画1阶段开挖以后网格范围
4. 确认勾选 '圆弧切线法'
5. 在 '圆弧半径增量' 中输入 '1'
6. 在 '绘制圆弧切线' 状态下，画1阶段开挖以后预想滑动面范围
7. 在 '圆弧半径增加数量' 中输入 '5'
8. 点击确认  按钮
9. 重复1~8项过程，设定 '圆弧破坏 2'



[1阶段开挖]



[2阶段开挖]



[3阶段开挖(雨季)]

[开挖阶段圆弧破坏面]

一个模型中施工阶段分析只能设定一个类型。LEM分析法也可以设定施工阶段，在本例题中对SRM分析法因设定了施工阶段，所以，为了与开挖阶段LEM分析法比较，按阶段设定LEM分析工况，生成圆弧破坏面。

考虑到边坡坡度、地基材料特性等将预想破坏面作图。网格成为圆的中心点，按指定的个数生成假想破坏面，对各破坏面计算安全系数。绘制成使能够接近相当于最小安全系数破坏面中心点画成的网格中央位置。本例题的层面中，预先制作了圆弧破坏准则。

运行分析后，越接近输出最小安全系数的圆弧破坏面的中心点作图的网格中央越会成为有可靠度的结果，执行分析后破坏面的中心点在网格的外围形成的情况下，要重新设定使其在网格的执行位置上。

1. 分析工况设定(LEM)

按各开挖阶段设定施工阶段和LEM分析工况。

在本例题中利用 Bishop (1954 : 首次发表对圆弧滑动面的一般分割法) 方法执行LEM分析。

在主菜单中, 选择 **分析 > 添加... > 分析及计算书控制 > 分析工况** (命令框: ac)

1. 在分析工况框中点添加 **添加...** 按钮
2. 在名称栏输入 'LEM1'
3. 在分析方法选择栏中选择 '边坡稳定(分析LEM)'
4. 将开挖1层以外的所有层和圆弧破坏1边界组, 从输入的所有数据列表拖拽到分析用数据
5. 点击适用 **适用** 按钮
6. 重复1~5的过程, 设定开挖阶段2和雨季时的分析工况
7. 雨季分析工况时, 点击分析控制数据 **分析控制数据** 图标; 分析方法中选择Bishop 方法
8. 勾选“初始水位”后输入 '1', 雨季时设定 '水位' 函数
9. 点击确认 **确认** 按钮
10. 重复5~11项过程, 生成 'LEM(开挖 2)', 'LEM(雨季)' 工况。



[分析工况设定]

2. 分析工况设定(SRM施工阶段)


如果基于地基特性条件或开挖范围，地基摆脱弹性形迹范围，就可以确认因开挖影响的反映的边坡安全系数。





本例题中，施工阶段由开挖1,2阶段和在最终开挖阶段中模拟雨季的总共3个阶段组成。

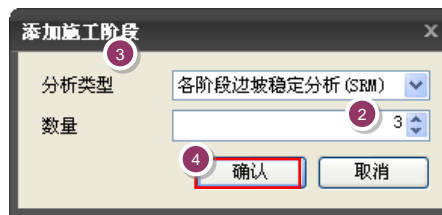
在数值中输入1m就会与生成的水位函数坐标相乘自动生成相关水位。固定水平的水平水位线生成的情况下，不用函数设定可以直接输入高度。

设定施工阶段可以执行边坡稳定分析。

在本例题中定义SRM施工阶段，按开挖阶段分段执行分析，最终开挖时输入水位函数模拟雨季。

在主菜单中选择 **分析/设计 > 施工阶段 > 施工阶段**  (命令框: cs)

1. 选择‘添加施工阶段’ 
2. 在‘数量’中输入‘3’
3. 在分析类型中设定‘各阶段边坡稳定分析 (SRM)’
4. 点击确认  按钮
5. 生成的3个施工阶段的名称分别变更为‘开挖1’、‘开挖2’、‘雨季’。
6. ‘雨季’施工阶段中勾选水位线，输入1m后选择生成的水位
7. 点击修改  按钮
8. 点击关闭  按钮




[施工阶段设定]

2. 设定分析工况(SRM施工阶段)

定义分析中使用的施工阶段的网格及边界条件。

在SoilWorks中为了方便施工阶段的输入，提供了‘树目录方式’和‘表格’2种形式。

雨季阶段只有水位线是变更、边界组是固定的不作另外设定。


在主菜单中选择 **分析/设计 > 施工阶段 > 各阶段模型**  (命令框: csm)



1. 输入种类用‘目录树方式’选择
2. 在步骤中选择 **开挖1**，把 **开挖1单元** 以外的所有单元以及边界组中的地基边界、荷载组中的自重拖拽到‘当前阶段要添加的数据’栏中
3. 点击适用 按钮
4. 在步骤中选择 **开挖2**，通过拖拽将 **开挖2-1,开挖2-2** 单元放到‘当前阶段要删除的数据’栏中。
5. 在步骤中选择 **雨季**，开挖3的单元拖拽拖放到‘当前阶段要删除的数据’栏中。
6. 点击关闭 按钮



2. 设定分析工况设定(SRM施工阶段)

设定基于已设定的施工阶段的施工阶段工况。

在主菜单中选择 分析/设计 > 设计与计算书控制 > 分析工况  (命令框 : ac)


1. 在分析工况框中点击添加  按钮
2. 在名称栏中输入 **SRM(设施工阶段)**
3. 在分析方法选择栏中选择 **‘施工阶段分析’**
4. 点击确认  按钮

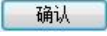


[分析工况设定]

3. 定义设计选项

定义计算书中要使用的设计选项

在主菜单中，选择 **分析/设计 > 设计及计算书控制 > 设计选项** 


1. 在边坡栏中选择边坡安全系数 > ‘切边坡’
2. 在边坡安全系数的 **切边坡 (干燥期时)** 输入1.5
3. 在边坡安全系数的切边坡 **(降雨期时)** 输入1.2
4. 点击确认  按钮

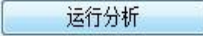


[设计选项定义]

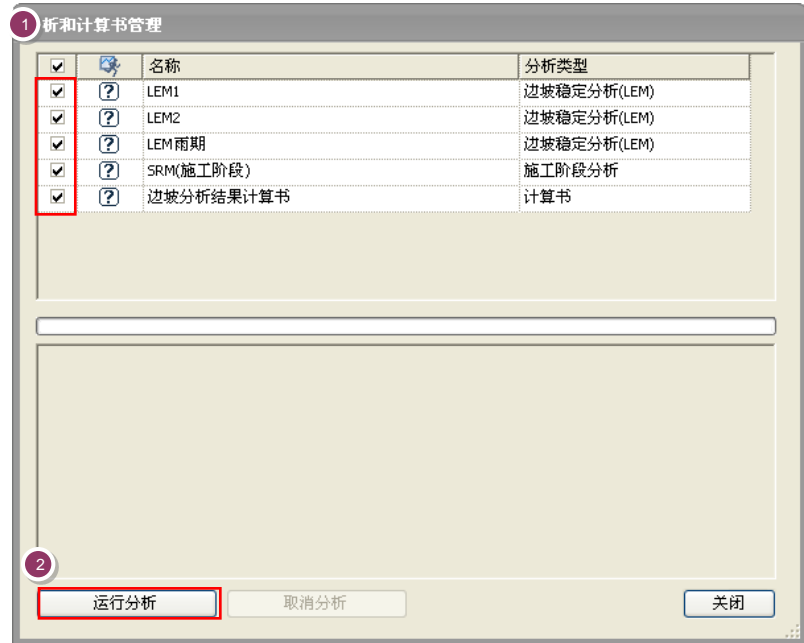
4. 分析

利用定义的分析工况，运行分析及生成计算。

在主菜单中，选择 **分析/设计 > 执行 > 分析和计算书**  (命令框：ra)

- 勾选整个分析工况。
- 点击分析执行  按钮 

分析过程中发生的信息在 **执行分析** 下端部表示。特别值得注意的是发生Warning 的情况下，分析结果也有可能不正常。对于分析的信息，按Text 文件格式与Save文件存储在 同一文件夹 .OUT文件中。



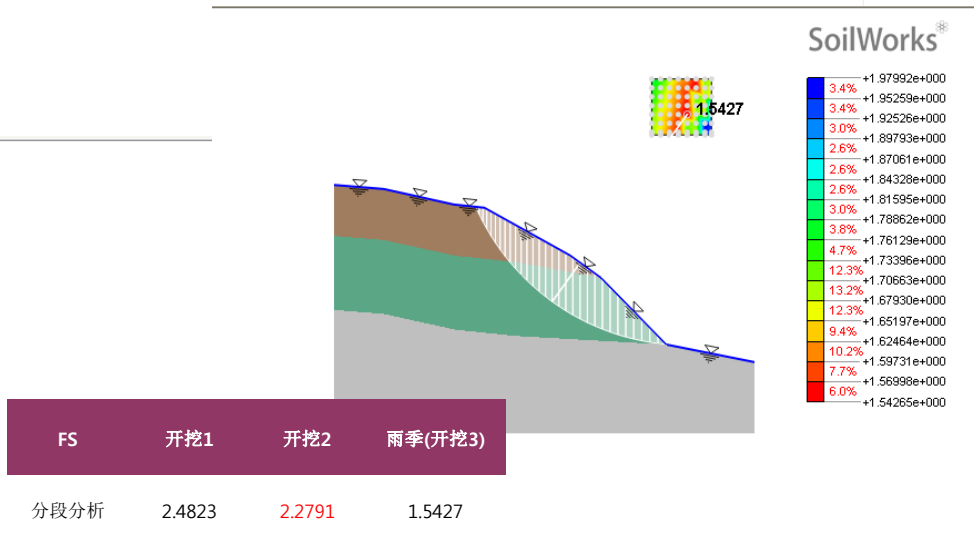
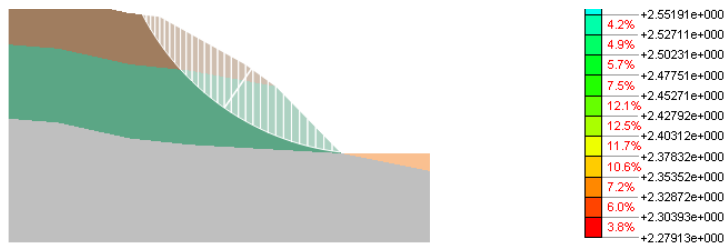
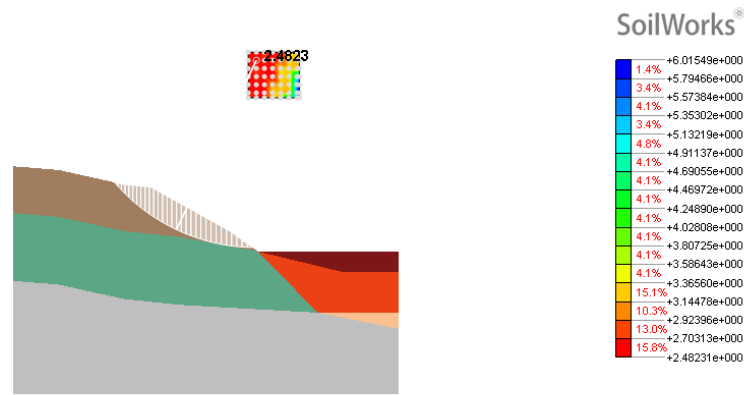
[分析 | 计算书]

1. 确认分析结果

基于LEM(极限平衡法)分析确认阶段破坏面和最小安全系数。如果在结果目录树中选择圆弧破坏面，就可以在根据1阶段开挖以后LEM分析的最小安全系数和设定的网格范围内确认相当于各中心点的安全系数。如在网格内选择中心点，就能直观地确认破坏面的形状。

在破坏面中心点的网格外圈存在的情况下，要重新设定，使有关中心点能够位于网格的中央之后反复运行分析。

1. 在结果目录树中**选择 LEM1 > 圆弧破坏面**
2. 在目录树中确认**最小安全系数和破坏面**
3. 在结果目录树中 LEM2, LEM(雨季)时确认破坏面和最小安全系数。



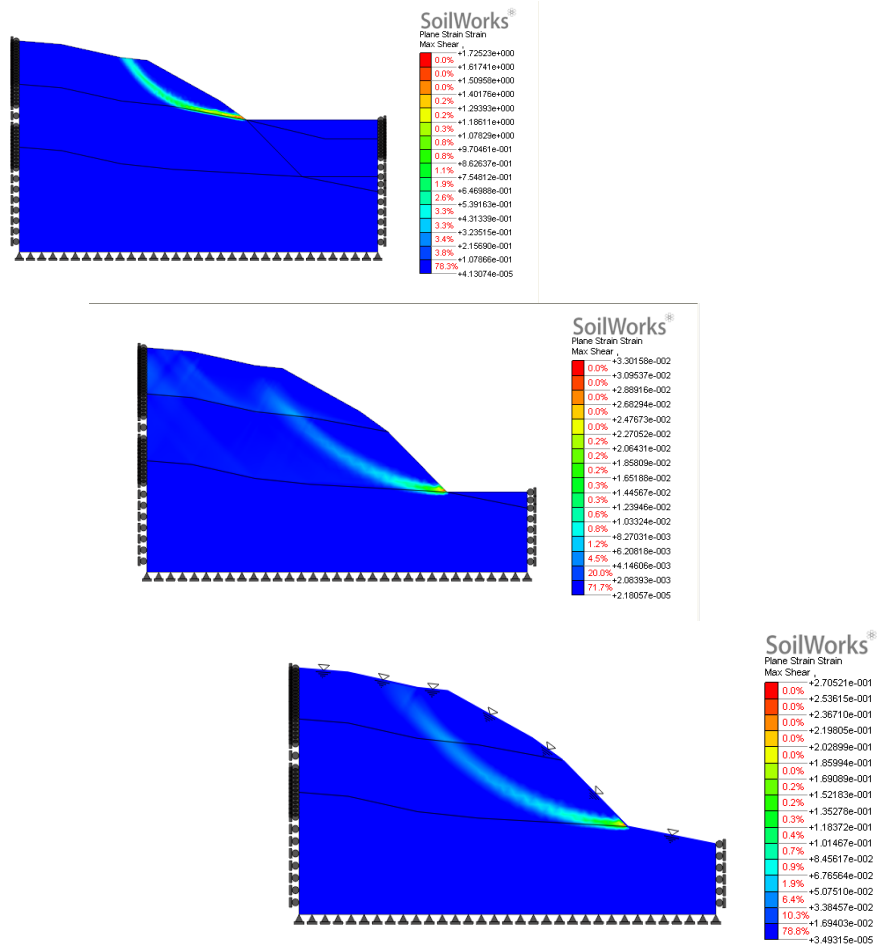
[开挖阶段基于极限平衡法的最小安全系数]

1. 确认分析结果 (2)

通过各施工阶段(SRM)最小安全系数和最大抗剪变形系数,可以确认与实际接近的破坏现象。同时可以按各阶段分别比较其它分析运行结果的情况,预测开挖的影响。

开挖后地基应力状态还在弹性范围内的情况下,也能计算与分阶段分析结果同一的安全系数。

1. 在结果目录树中选择 **SRM 施工阶段**
2. 在1阶段开挖中选择 **岩土单元应变 > 最大剪切应变**
3. 确认最小安全系数和破坏形状
4. 重复1~3过程,确认2阶段开挖时及雨季时的最小安全系数和破坏形状。
5. SRM2 和施工2阶段结果比较



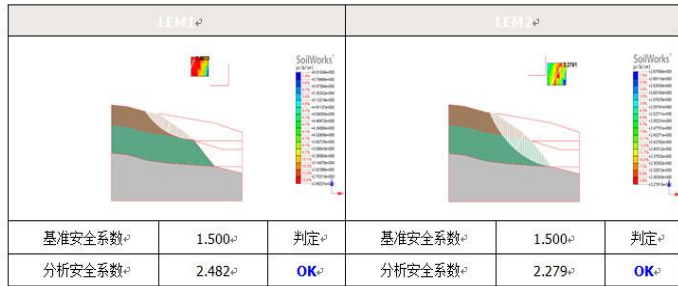
FS	开挖1	开挖2	雨季(开挖3)
施工阶段分析	2.5625	2.2875	1.5125

[开挖阶段边坡最小安全系数]

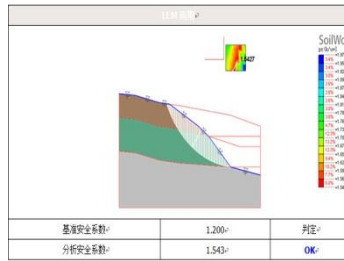
2. 生成计算书

安全系数结果

旱季时



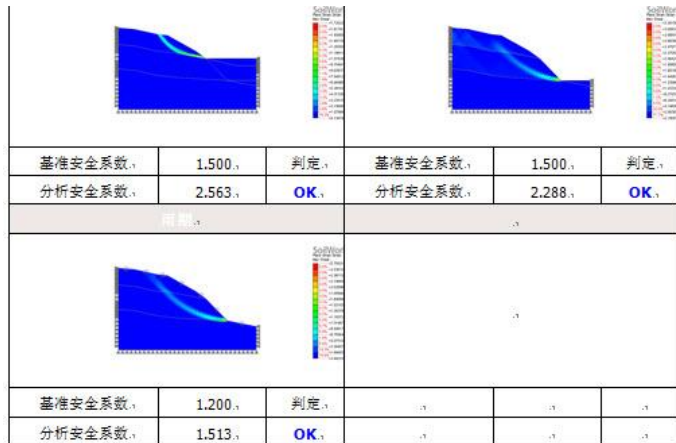
在设计选项中将设定的基准安全系数和分析结果进行比较并自动整理后，按计算书的形式输出。



施工阶段分析

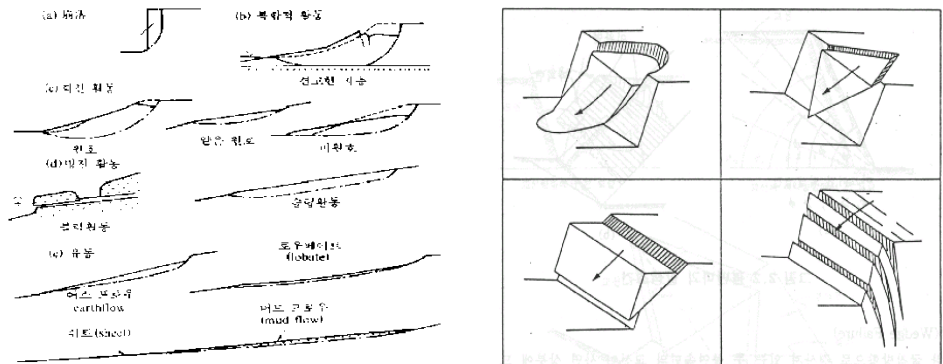
3 施工阶段分析

3.1 SRM (施工阶段)



- 干燥时截面的切削区域边坡稳定验算结果挖掘 1, 挖掘 2, 满足容许安全系数 1.5 的要求, 判定为安全。
- 雨期时截面的切削区域边坡稳定分析结果雨期满足容许安全系数 1.2, 可以判定为安全。

在本例题中，无加固开挖边坡的稳定性按开挖阶段分段计算。将用极限平衡理论的 (LEM 分析法) 各阶段安全系数与利用有限元法 (SRM 分析法) 的施工阶段分析结果直接比较，分析设想破坏轨迹，按分析结果，对边坡加固进行指导。极限平衡分析法是假定滑动面，用简单的计算法计算边坡的安全系数，但不能考虑地基的初应力状态、应力反应及应变反应，与根据设想破坏面形状计算的安全系数发生很大的差异。因此，结合与实际接近的更好地反应实际地形条件及破坏现象的有限元分析法，要仔细的分析边坡最小安全系数的计算和进行性破坏路径。



[沙土/岩石边坡的破坏形迹例]

大分类	边坡稳定化施工法
滑动荷载减轻施工法	剪切, 面定理, 排除松弛岩, 倒角等
滑动抑制施工法	地锚, 锚杆, 土钉方法, 打桩工程, 扶壁(支撑式, 阶梯式保护墙), 搭钢丝绳等
滚石控制施工法	滚石防止网, 功能型滚石防止网, 滚石防止围墙 (包括高强度), 沟渠(Ditch) 滚石防护围墙, 滚石防止保护墙, 金属筐
表面保护施工法	植被孔, 网格区, 深打桩, 沙土防护施工, 喷混等
水利控制施工法	山梁测区(排水道), 小段排水道, 排水孔等
其它特殊施工法	避岩隧道, 灌浆等

[边坡稳定化对策施工法的分类]

为了帮助通过利用边坡模块的实物例题学习，熟悉边坡稳定分析的流程，有关例题组成如下。

- 1) Soil Nail 加固边坡稳定性分析
- 2) 渗透 - 边坡连接分析

利用SoilWorks的各模块例题，通过 (<http://MidasUser.com>) 网站提供，相关技术资料今后也准备更新。