

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

# SoilWorks Tutorials

## III. 软弱地基例题

•  
基于排水材料类型的软弱地基固结分析  
•

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| <b>01. 学习目标</b>        | <b>3</b>  |
| <b>02. 概要</b>          | <b>4</b>  |
| 1. 软弱地基设计概要            |           |
| 2. 注意事项                |           |
| 3. 沉降量计算方法             |           |
| 4. 模型构成                |           |
| <b>03. 作业环境设定及特性定义</b> | <b>12</b> |
| 1. 开始SoilWorks /导入文件   |           |
| 2. 定义地基特性              |           |
| 3. 定义排水材料特性            |           |
| <b>04. 建模</b>          | <b>17</b> |
| 1. 生成面及赋予特性            |           |
| 2. 设定排水材料适用边界组         |           |
| 3. 设定沉降计算位置            |           |
| <b>05. 分析</b>          | <b>20</b> |
| 1. 设定分析工况              |           |
| 2. 分析                  |           |
| <b>06. 分析结果</b>        | <b>24</b> |
| 1. 确认分析结果              |           |
| 2. 结果分析                |           |
| <b>07. 生成设计书</b>       | <b>29</b> |
| 1. 设定参数分析计算书           |           |
| 2. 生成参数分析计算书           |           |
| 3. 确认计算书               |           |
| <b>08. 深化学习的指南</b>     | <b>32</b> |

在本例题里，通过使用SoilWorks进行加固的软弱地基固结分析，掌握及熟悉软基模块的功能；同时通过SoilWorks对排水材料进行施工阶段分析，掌握对软弱地基设计的基本流程；此外熟悉分析结果及计算书的生成方法。

在SoilWorks中基于一维固结理论的施工阶段分析中的操作流程如下；

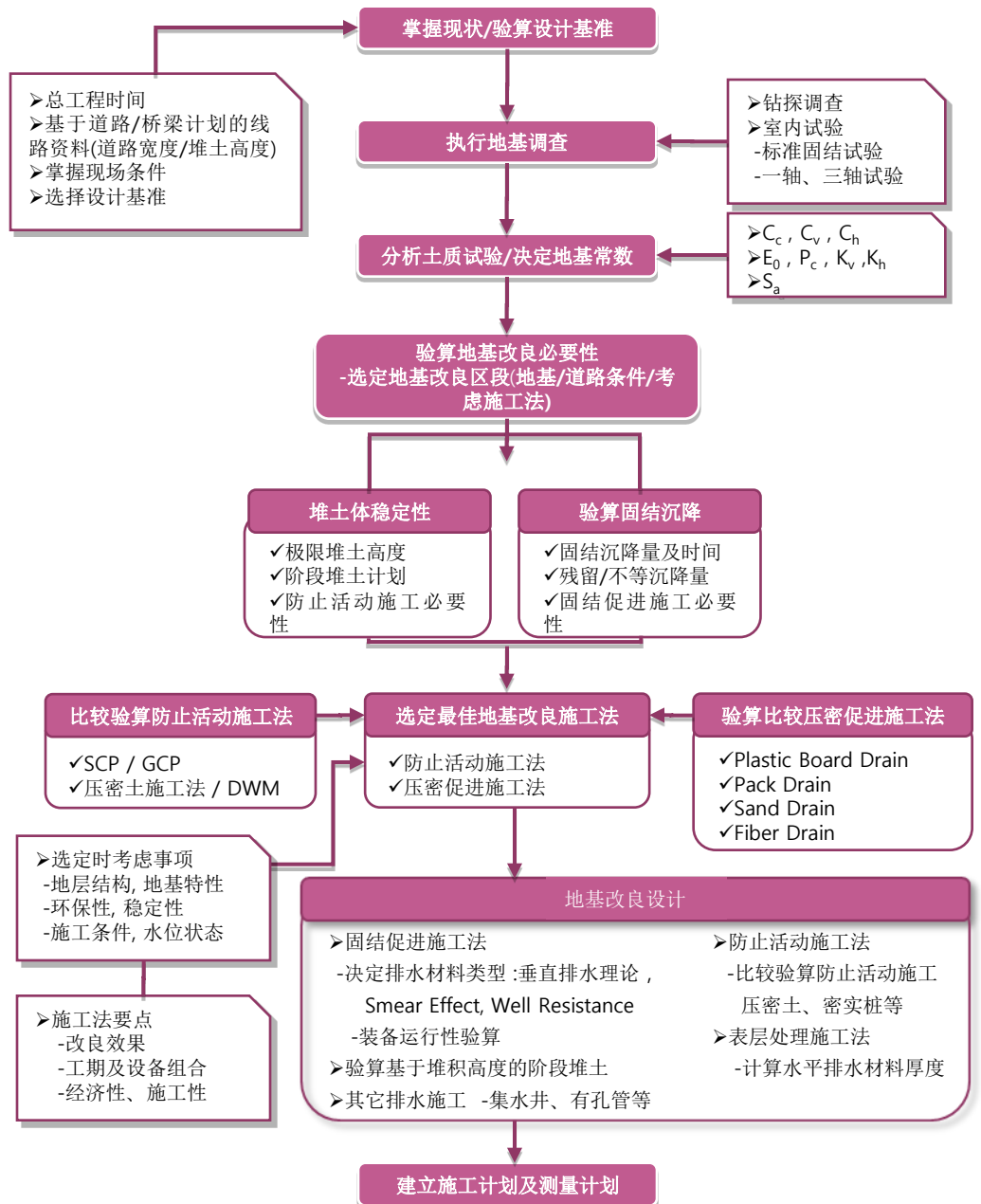


[ 在SoilWorks中的操作流程 ]

## 1. 软弱地基设计概要

软弱地基沉降是由于上部堆土、上部荷载增加或地下水位下降产生的，沉降量及沉降时间作为设计控制因素。通过一维固结分析，能够计算出在堆土下的复杂地层的固结沉降量及固结时间，并结合规范验证其是否满足上部堆土及结构的允许沉降量和工程的工期要求。同时，通过反复计算，为满足软弱地基改良施工法及施工间距的稳定性和经济性提供相应的材料。

### ■ 软弱地基设计流程图



[ 软弱地基设计流程 ]

## 2. 考虑事项

进行一维固结分析时需要考虑的事项如下；

- 在同时进行一维固结分析和堆土材料边坡稳定性的情况下，分析区域应当考虑假设滑动区域的范围。
- 分析时使用的地基特性值，采用相关实验参数。当由于场地等原因无法进行实验，则可以采用相关的经验值。

### 1) 软弱地基判定基准

软弱地基是指用强度薄弱的容易压缩的土，基于结构的规模或者荷载大小决定的相对较弱的地基。因此，考虑按现场试验或者室内试验判定的土质状态，调查建设交通部及韩国道路施工的基准和适用基准事例及文献，确定软弱地基判定标准。

| 类别    | 土质区分及特性 |                | 土质常数                 |           |                       |       |      |
|-------|---------|----------------|----------------------|-----------|-----------------------|-------|------|
|       |         |                | $W_n(\%)$            | $e_o$     | $q_u$<br>( $kN/m^2$ ) | N值    |      |
| 淤泥质地基 | 高有机质土   | Peat           | ·纤维质高压缩土             | 300 以上    | 75 以上                 | 40以下  | 1以下  |
|       |         | 黑泥             | ·分解进程的高有机质土          | 300 ~ 200 | 7.5 ~ 5.0             |       |      |
| 粘土地基  | 细粒土     | 有机质土           | ·塑性度A线以下有机质土         | 200 ~ 100 | 5.0 ~ 2.5             | 100以下 | 4以下  |
|       |         | 火山灰质粘土         | ·塑性度 A线以上火山灰质2次堆积粘性土 |           |                       |       |      |
|       |         | Silt           | ·塑性度 A线以下 Dilatancy带 | 100 ~ 50  | 2.5 ~ 1.2<br>5        |       |      |
|       |         | Clay           | ·塑性土A线位置附近Dilatancy带 |           |                       |       |      |
| 沙质地基  | 沙质土     | SM, SC         | ·#200次通过量 15 ~ 50%   | 50 ~ 30   | 1.25 ~ 0.8            | ≧ 0   | 10以下 |
|       |         | SP-SC<br>SW-SM | ·#200次通过量 15% 以下     | 30以下      | 0.8以下                 |       |      |

[ 基于土质特性的软弱地基判定基准 - 道路设计索引(2001) ]

| 类别   | 粘性土及有机质土                    |         | 沙质土      |
|------|-----------------------------|---------|----------|
|      | 总厚度                         | 在10m 以下 | 在10m 以上  |
|      | N值                          | 4 以下    | 6 以下     |
| 分类基准 | 一轴压缩强度 (kN/m <sup>2</sup> ) | 60 以下   | 100 以下   |
|      | 混凝土指数 (kN/m <sup>2</sup> )  | 800 以下  | 1,200 以下 |

[ 软弱地基判定基准 – 道路设计索引(2001), 道路设计要领(2001) ]

| 结构类型 | 地基状态 |         |      |                                     |                                     |         | 判定        |
|------|------|---------|------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------|-----------|
|      | 土质   | 总厚度 (m) | N值   | q <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> ) | q <sub>c</sub> (kN/m <sup>2</sup> ) | 函数比 (%) |           |
| 道路   | -    | -       | 2以下  | 25以下                                | 125以下                               | -       | 软弱地基(超软弱) |
|      | -    | -       | 2~4  | 25~50                               | 125~250                             | -       | 软弱地基(软弱)  |
|      | -    | -       | 4~8  | 50~100                              | 250~500                             | -       | 软弱地基(普通)  |
| 高速公路 | 淤泥层  | -       | 4以下  | 50以下                                | -                                   | -       | 软弱地基      |
|      | 粘性土  | -       | 4以下  | 50以下                                | -                                   | -       | 软弱地基      |
|      | 沙质土  | -       | 10以下 | -                                   | -                                   | -       | 软弱地基      |

[ 基于结构类型的软弱地基判定基准 – 道路设计索引(2001) ]

| 粘土层类别                  | 超软弱       | 软弱          | 中间     | 坚固    | 非常坚固       | 坚硬   |
|------------------------|-----------|-------------|--------|-------|------------|------|
| Terzaghi & Peck (1967) | Very Soft | Soft        | Medium | Stiff | Very Stiff | Hard |
| Szechy & Varga (1978)  | Very Soft | Soft~Medium |        | Stiff | Very Stiff | Hard |
| SPT(N)                 | < 2       | 2~4         | 4~8    | 8~15  | 15~30      | > 30 |
| qc(tf/m <sup>2</sup> ) | < 5       | 5~15        |        | 15~30 | 30~60      | > 60 |

[ 基于文献事例的软弱地基判定基准 – Terzaghi & Peck, Szechy & Varga 提案 ]

## 2. 考虑事项

### 2) 允许残留沉降量

考虑结构的使用目的、重要程度、施工工期、地基特性、经济性等对地基设定了允许残留沉降量。

| 条件                   | 允许残留沉降量 (cm) |
|----------------------|--------------|
| 完成铺路面工程后的路面凹凸        | 10           |
| Box Culvert 施工时回声更大时 | 30           |
| 排水设施                 | 15 ~ 30      |

[ 韩国道路工程道路设计要领(2003) ]

| 条件                        | 允许残留沉降量(cm) |
|---------------------------|-------------|
| 完成铺路工程后对有关路面凹凸的允许值        | 10          |
| Box Culvert 施工时的回声更大相关允许值 | 30          |
| 排水设施                      | 15 ~ 30     |

[ 韩国土地工程园区组成工程设计及装卸基准 ]

| 软弱层厚度 (D)           | 允许残留沉降量 (cm) |
|---------------------|--------------|
| $D \leq 10\text{m}$ | 10           |
| $D \leq 30\text{m}$ | 20           |
| $30\text{m} < D$    | 30           |

[ 日本道路工业区设计要领(基于软弱层厚度的允许残留沉降量设计基准) ]

| 条件                 | 允许残留沉降量(cm) |        |         |
|--------------------|-------------|--------|---------|
|                    | 韩国土地工程      | 韩国道路工程 | 日本道路工业区 |
| 完成铺路工程后关于路面凹凸的允许值  | 10          | 10     | 10      |
| 箱形涵洞施工时的回声更大相关的允许值 | 30          | 30     | 30      |
| 排水设施               | 15~30       | 15~30  | -       |

[ 结构允许残留沉降量 ]

### 3. 计算沉降量方法

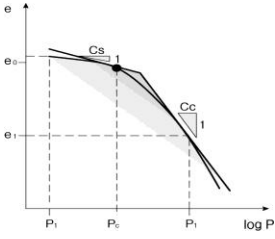
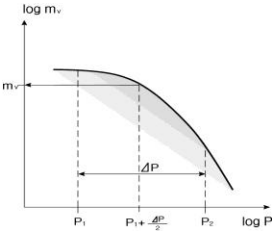
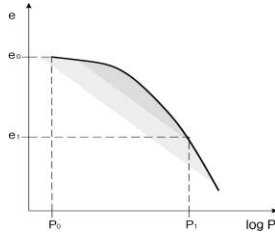
物体在荷载作用下会发生位移及变形，在岩土工程中，地基在上部静止荷载条件下发生的竖向变形量称为沉降（固结）。不同性质的土体其沉降时间也不同，如，粘性土，其渗透系数很小，在荷载作用下将会发生长期性的沉降。因此，根据荷载条件和沉降时间可将沉降分为：

|       |   |
|-------|---|
| 瞬时沉降  | 外荷加上的瞬间，孔隙水尚来不及排除时所发生的沉降，此时土体只发生变形而没有体变。              |
| 主固结沉降 | 当荷载作用在地基上，随着时间的延续，地基中孔隙水不断排除的过程中地基土所发生的沉降，是地基沉降的主要部分。 |
| 次固结沉降 | 地基土中的孔隙水消散后所产生的沉降。                                    |

[ 沉降的类型发生原因 ]

#### 1) 主固结沉降量的计算方法

粘性土的主固结沉降量的计算的方法一般有 $e_0$ 、 $m_v$ 、 $C_c$ 等方法，不同的荷载作用下，粘性土的应力状态不同，所以在计算粘土的固结沉降时，可将其分为固结粘土、欠固结粘土及超固结粘土。

| 类别     | 压缩指数( $C_c$ )法  | 体积压缩指数( $m_v$ )法   | 初期间隙比( $e_0$ )法   |
|--------|---|--|---|
| 概要图    |                                      |  |  |
| 沉降量计算式 | $S_c = \frac{C_c}{1+e_0} H \log \left( \frac{P_o' + \Delta P}{P_o'} \right)$  | $S_c = m_v \times \Delta P \times H$   | $S_c = \frac{e_0 - e_1}{1+e_0} \times H$  |
| 特点     | <p><math>C_c</math> 在<math>e</math>-<math>\log P</math> 关系中，虽然按直线表示，但实际情况是按逆S 形态变化，当<math>C_c</math>分散度高时则算出的沉降量偏大。</p> | <p>在超固结区域中，虽然<math>m_v</math>的分散程度高，误差多，但在正常固结区域程度比较好。</p>                           | <p>因试验数据多，<math>e</math>-<math>\log P</math> 曲线的分散度高时，沉降计算困难，实际上几乎不使用。</p>            |

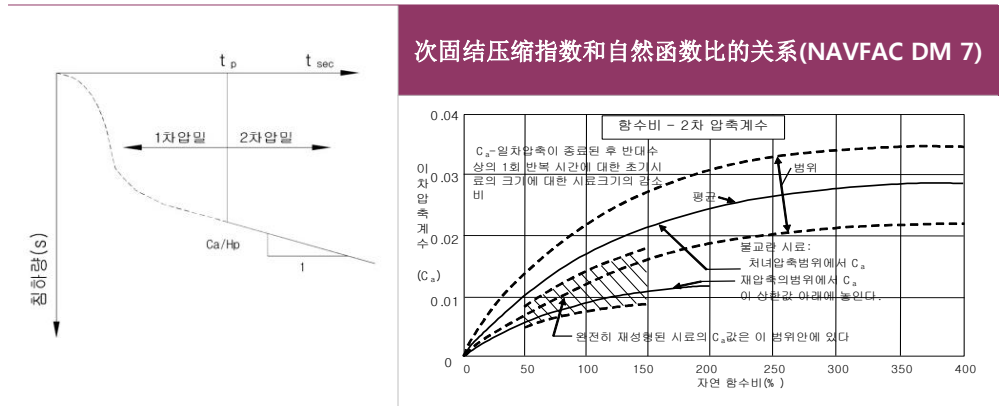
[ 沉降量计算方法 ]



### 3. 沉降量计算方法

#### 2) 次固结沉降

当孔隙水完全消散后，在有效应力不变的条件下，地基土继续发生变形的现象称为次固结沉降。如下图所示，当土体完成主固结后，次固结几乎是直线变化，通过该直线的斜率可以求出次固结的压缩指数 $C_{\alpha}$ 。



[ 2次压缩指数计算 ]

一般次固结压缩系数在NAVFAC DM 7.1中使用相当于自然函数比( $W_n$ )的值，次固结沉降量计算式如下；

$$S_c = \frac{C_{\alpha}}{1 + e_0} H \log \left( \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \right)$$

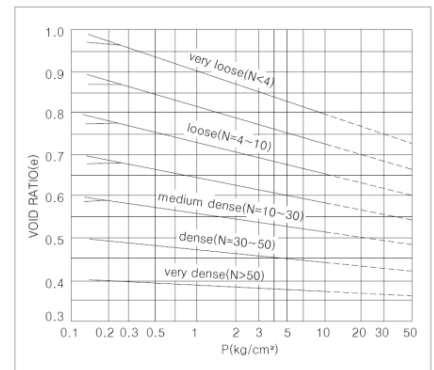
#### 3) 砂土的瞬时沉降

在砂质中发生的沉降是在荷载施加的瞬间发生的瞬时沉降。计算方法有 Schmertmann, Meyerhof, Peck, De Beer, Parry 等方法，按不同的方法计算出的沉降量有差异。由于砂土很难取样、成型、不被扰动，因此很难正确计算其力学性特参数。所以利用标准贯入试验值 ( $N$ )，用De Beer 方法及 B.K.Houng 图标法计算砂土的沉降量。

##### ● De Beer 方法

$$S_i = 0.04 \frac{P_0}{N} H_s \log \left( \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \right)$$

##### ● B.K.Houng 图标法



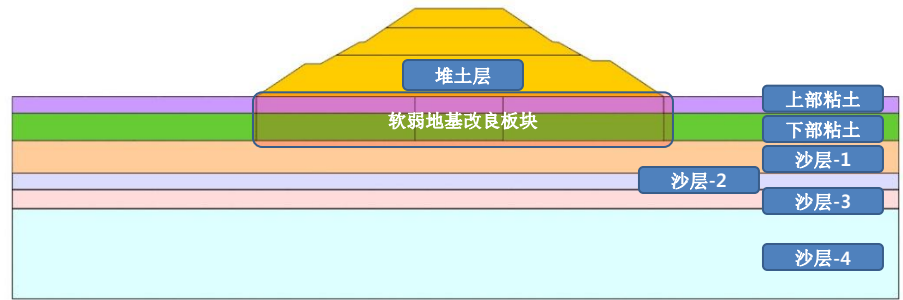
[  $e$ -log $P$  关系曲线(B.K.Houng) ]

## 4. 模型构成

在软弱地基进行道路施工时，会发生固结沉降，当在使用过程中产生的残留沉降量超过了允许沉降量时，则可能对道产生破坏。本例题里，对软弱路基进行施工阶分析，验算其残留沉降量是否超过了允许沉降量。

例题里利用的模型及地基的特性如下；

### 1)模型构成



[ 建模构成 ]

### 2) 材料特性

#### ● 软弱地基固结特性

| 编号 | 名称   | 模型类型 | SPT N值<br>(回) | 压缩指数<br>( $C_c$ ) | 膨胀指数<br>( $C_e$ ) | 线性固结荷载<br>$P_c(\text{tonf/m}^2)$ | 超固结率OCR | 计算方法  |
|----|------|------|---------------|-------------------|-------------------|----------------------------------|---------|-------|
| 1  | 上部粘土 | 粘土   | 2             | 0.22              | 0.022             | -                                | 3.1     | Cc 方法 |
| 2  | 下部粘土 | 粘土   | 2             | 0.21              | 0.021             | -                                | 1       | Cc 方法 |

| 编号 | 名称   | 模型类型 | 次固结系数<br>( $C_s$ ) | 次固结计算时<br>期( $t_s$ )years | 主固结完成时<br>间<br>( $t_p$ )years | 强度增加率<br>M | 卸载系数<br>(RF) | $e_0$ | $C_v$<br>( $\text{m}^2/\text{day}$ ) |
|----|------|------|--------------------|---------------------------|-------------------------------|------------|--------------|-------|--------------------------------------|
| 1  | 上部粘土 | 粘土   | 0.002              | 20                        | 2.4                           | 0.17       | -            | 1.02  | 0.014688                             |
| 2  | 下部粘土 | 粘土   | 0.002              | 20                        | 2.4                           | 0.18       | -            | 1.02  | 0.026352                             |

#### ● 软弱地基排水特性及一般特性

| 编号 | 名称   | 湿容重<br>$r_t(\text{tonf/m}^3)$ | 饱和容重<br>$r_{\text{sat}}(\text{tonf/m}^3)$ | 粘聚力<br>( $\text{tonf/m}^2$ ) | 内摩擦角<br>(degree) | 水平渗透系数<br>$k_h(\text{m/day})$ | 垂直渗透系数<br>$k_v(\text{m/day})$ | 排水条件 |
|----|------|-------------------------------|---|------------------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|------|
| 1  | 上部粘土 | 1.8                           | 2.0                                       | 3.35                         | 0                | 0.000639                      | 0.000639                      | 两面排水 |
| 2  | 下部粘土 | 1.9                           | 2.0                                       | 3.80                         | 0                | 0.000783                      | 0.000783                      | 两面排水 |

## 4. 建模构成

### 2) 材料特性

#### ● 堆土材料及沙质土特性

| 编号 | 名称   | 模型类型 | 湿容重<br>$r_t(\text{tonf/m}^3)$ | 饱和容重<br>$r_{\text{sat}}(\text{tonf/m}^3)$ | 粘聚力<br>( $\text{tonf/m}^2$ ) | 内摩擦角<br>(degree) | SPT N值<br>(回) | 计算方法   |
|----|------|------|-------------------------------|---|------------------------------|------------------|---------------|--------|
| 1  | 堆土材料 | 堆土材料 | 1.9                           | 1.9                                       | 1.5                          | 25               | -             | -      |
| 2  | 沙层-1 | 沙质土  | 1.85                          | 2.0                                       | 4.0                          | 30               | 9             | DeBeer |
| 3  | 沙层-2 | 沙质土  | 1.9                           | 2.0                                       | 4.0                          | 30               | 9             | DeBeer |
| 4  | 沙层-3 | 沙质土  | 1.9                           | 2.0                                       | 4.0                          | 30               | 9             | DeBeer |
| 5  | 沙层-4 | 沙质土  | 1.9                           | 2.0                                       | 4.0                          | 30               | 9             | DeBeer |


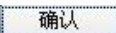
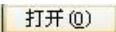
#### ● 垂直排水材料特性

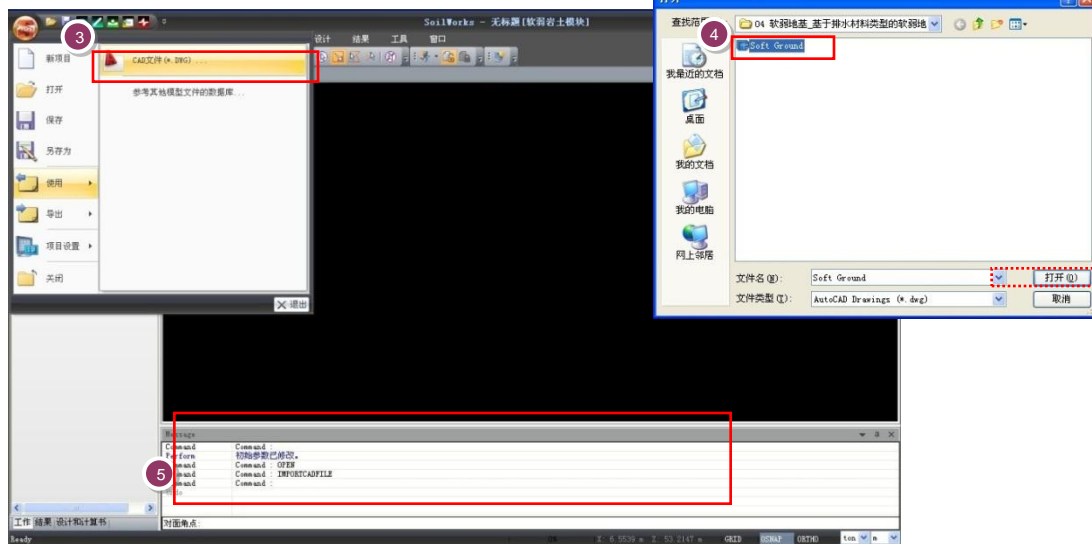
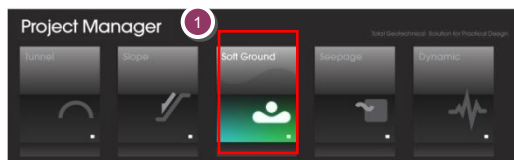
| 类别                           |                             | PBD         | SCP         | Pack        |
|------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 名称                           |                             | PBD_1.3m    | SCP_2.2m    | Pack_1.8m   |
| 种类                           |                             | PBD         | SCP         | SD          |
| 配置                           |                             | 四边形布置       | 四边形布置       | 四边形布置       |
| 中心间距(m)                      |                             | 1.3m        | 2.2m        | 1.8m        |
| 计算选项                         | 方法                          | Hansbo      | Hansbo      | Hansbo      |
|                              | 选项                          | 排水抵抗 / 涂抹效果 | 排水抵抗 / 涂抹效果 | 排水抵抗 / 涂抹效果 |
| 排水材料                         | 排水材料直径(m)                   | 0.05        | 0.7         | 0.5         |
| 特性                           | 排水材料渗流系数<br>(m/day)         | 86.4        | 86.4        | 86.4        |
|                              | 固结系数比<br>( $C_v/C_h$ )      | 1.0         | 1.0         | 1.0         |
| Smear<br>/Well<br>Properties | 涂抹区域直径<br>(m)               | 0.1         | 1.4         | 1.0         |
|                              | 涂抹区域渗流系数比<br>( $K_h/K_s$ )  | 2.0         | 2.0         | 2.0         |
|                              | 应力分配比                       | -           | 3.0         | -           |
| SCP/<br>GCP<br>特性            | 内部摩擦角(Degree)               | -           | 30          | -           |
|                              | 单位重量( $\text{tonf/m}^3$ )   | -           | 1.8         | -           |
|                              | 饱和单位重量( $\text{tonf/m}^3$ ) | -           | 1.9         | -           |
| Pack<br>Drain                | L1 (m)                      | -           | -           | 1.2         |

## 1. 开始SoilWorks /导入文件

导入为了分析提前生成的文件。

在桌面中选择 **SoilWorks程序图标** 

1. 选择Project Manager > **Soft Ground** 
2. 在初期变数定义中点击定义 **用户定义...** 按钮，单位系按 tonf, m, day设定后点击确认 **确认** 按钮 
3. 选择 主按钮 > 导入 > CAD
4. 点击Soft Ground.dwg 文件后，点击打开 **打开(O)** 按钮 
5. 在 命令框中输入 **Z(zoom) > e** 键确认模型数据



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

设定单位系时，力和长度的单位如在建模中变更就会自动的换算。但是，时间单位不能自动的换算，所以有关时间变数必须要确认。

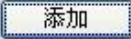





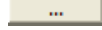
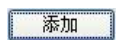
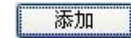



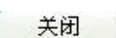
在CAD中，复制 (Ctrl+C) 模型数据后在 SoilWorks 中直接可以粘贴(Ctrl + V)

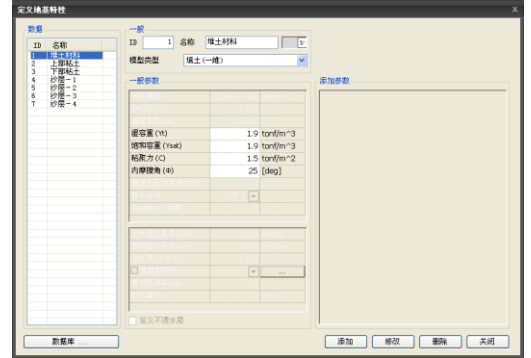
[ Soilworks 开始及导入 ]


## 2. 定义地基特性


主菜单中选择 **一维固结 > 材料特性 > 地基特性**


 (command : gm) 


1. 名称输入栏中输入‘堆土材料’
2. 模型类型选择栏中选择‘填土(一维)’
3. 湿容重输入栏中输入‘1.9’
4. 饱和容重输入栏中输入‘1.9’
5. 粘聚力输入栏中输入‘1.5’
6. 内摩擦角输入栏中输入‘25’
7. 点击添加  按钮
8. 名称输入栏中输入‘上部粘土’
9. 模型类型选择栏中选择‘粘土(一维)’
10. 湿容重输入栏中输入‘1.8’
11. 饱和容重输入栏中输入‘2.0’
12. 粘聚力输入栏中输入‘3.35’
13. 内摩擦角输入栏中输入‘0’
14. 水平渗流系数输入栏中输入‘0.000639’ 
15. 垂直渗流系数输入栏中输入‘0.000639’ 
16. SPT N值输入栏中输入‘2’
17. 计算方法选择栏中选择‘Cc 方法’
18. 压缩指数输入栏中输入‘0.22’
19. 膨胀指数输入栏中输入‘0.022’
20. 先期固结荷载输入栏中输入‘0’ 
21. 超固结率(OCR)输入栏中输入‘3.1’ 
22. 排水条件选择栏中选择‘两面排水’
23. 次固结系数输入栏中输入‘0.002’
24. 次固结计算时间输入栏中输入‘20’
25. 主固结结束时间输入栏中输入‘2.4’
26. 强度增加率输入栏中输入‘0.17’
27. 卸载系数输入栏中输入‘0’ 
28. e-log P 选择栏中点击  按钮
29. 名称输入栏中输入‘上部粘土’
30. e值常量输入栏中输入‘1.02’
31. 点击添加  按钮
32. 名称输入栏中输入‘下部粘土’
33. e 值常量输入栏中输入‘1.02’
34. 点击添加  按钮、点击关闭  按钮
35. e-log P 选择栏中选择‘上部粘土’
36. logCv-log P 选择栏中点击  按钮
37. 名称输入栏中输入‘上部粘土’
38. Cv值常量输入栏中输入‘0.014688’ 
39. 点击  按钮




 在命令框中可以直接输入命令语调用菜单。基于地基特性选择模型，按各模型输入的参数选择成为了最佳化。在本例题里，分别按推土、粘土、沙质土对特性的输入仔细观察。


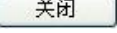
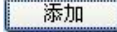
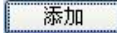
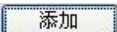
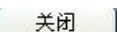
 K 及 Cv值的单位是设定初期变数时定义的单位，一定要确认单位并能够输入。

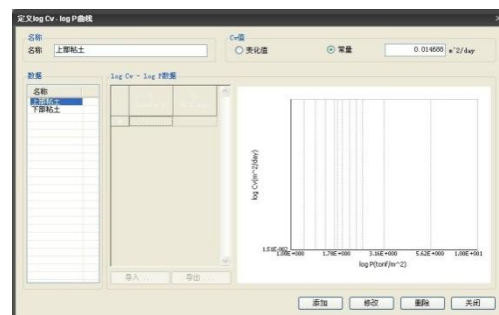
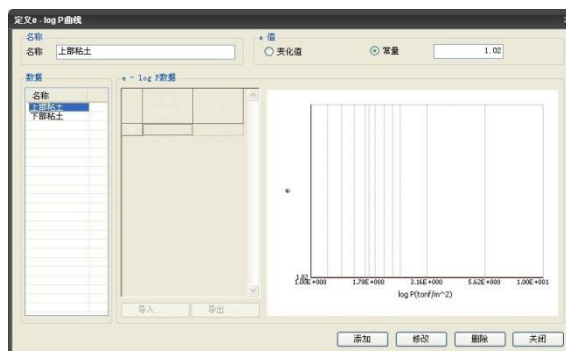
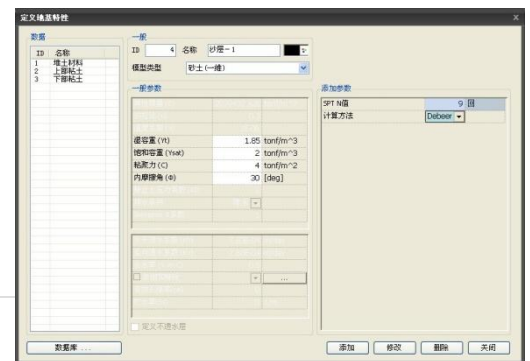
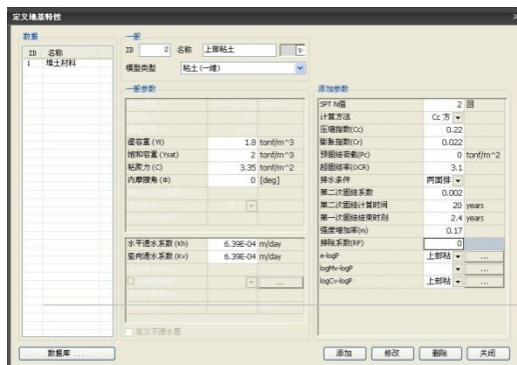
 Pc值为‘0’的情况下，用OCR的值判断规范固结粘土和超固结粘土。

 Pc和 OCR 值一起输入的情况下，用Pc值判断规范固结粘土和超固结粘土。

 卸载系数只是在施工阶段分析时有‘unloading (卸载)’施工阶段的情况下才需要输入。

## 2. 定义地基特性

40. 名称输入栏中输入‘下部粘土’
41. Cv值常量输入栏中输入‘0.026352’
42. 点击添加  按钮
43. 点击关闭  按钮
44. logCv-log P选择栏中选择‘上部粘土’
45. 点击添加  按钮
46. 用 8~41的方法生成‘下部粘土’特性值(使用 <02. 概要> 的材料特性特性值)
47. 名称输入栏中输入‘沙层-1’
48. 模型类型选择栏中选择‘沙土(一维)’
49. 湿容重输入栏中输入‘1.85’
50. 饱和容重输入栏中输入‘2.0’
51. 粘聚力输入栏中输入‘4.0’
52. 内摩擦角输入栏中输入‘30’
53. SPT N值输入栏中输入‘9’
54. 计算方法选择栏中选择‘Debeer 方法’
55. 点击添加  按钮
56. 用43~51的方法生成‘沙层-2, 沙层-3, 沙层-4’特性值
57. 点击添加  按钮
58. 点击关闭  按钮



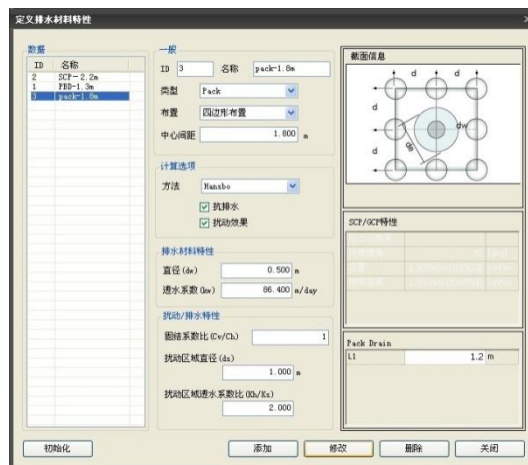
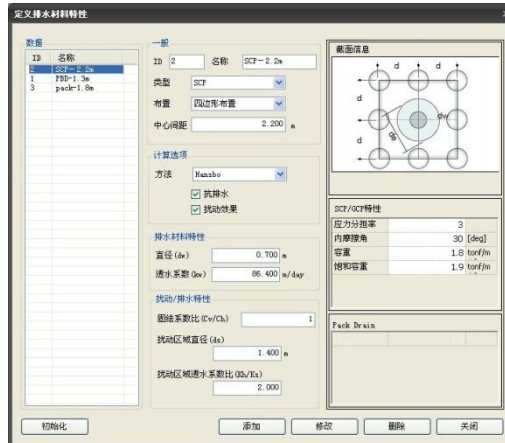
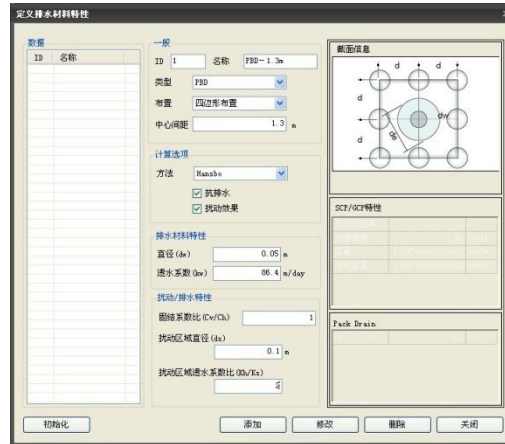
### 3. 定义排水材料特性

在主菜单中选择 **一维固结 > 材料特性 > 排水井特性**



1. 名称输入栏中输入 '**PBD\_1.3m**'
2. 类型选择栏中选择 '**PBD**'
3. 布置选择栏中选择 '**四变形布置**'
4. 中心间距输入栏中输入 '**1.3**'
5. 计算选项 > 方法选择栏中选择 '**Hansbo**'
6. 排水材料特性 > 直径输入栏中输入 '**0.05**'
7. 渗流系数输入栏中输入 '**86.4**'
8. 扰动 / 排水特性 > 固结系数比输入栏中输入 '**1**'
9. 涂抹区直径输入栏中输入 '**0.1**'
10. 涂抹区渗流系数比输入栏中输入 '**2.0**'
11. 点击添加  按钮
12. 名称输入栏中输入 '**SCP\_2.2m**'
13. 类型选择栏中选择 '**SCP**'
14. 布置选择栏中选择 '**四边行布置**'
15. 中心间距输入栏中输入 '**2.2**'
16. 计算选项 > 方法选择栏中选择 '**Hansbo**'
17. 排水材料特性 > 直径输入栏中输入 '**0.7**'
18. 渗流系数输入栏中输入 '**86.4**'
19. 扰动/排水特性 > 固结系数比输入栏中输入 '**1**'
20. 涂抹区直径输入栏中输入 '**1.4**'
21. 涂抹区渗流系数比输入栏中输入 '**2.0**'
22. SCP/GCP 特性 > 应力分担率输入栏中输入 '**3.0**'
23. 内部摩擦角输入栏中输入 '**30**'
24. 容重输入栏中输入 '**1.8**'
25. 饱和容重输入栏中输入 '**1.9**'
26. 点击添加  按钮
27. 名称输入栏中输入 '**Pack\_1.8m**'
28. 类型选择栏中选择 '**Pack**'
29. 布置选择栏中选择 '**四边行布置**'
30. 中心间距输入栏中输入 '**1.8**'
31. 计算选项 > 方法选择栏中选择 '**Hansbo**'
32. 排水材料特性 > 直径输入栏中输入 '**0.5**'
33. 渗流系数输入栏中输入 '**86.4**'
34. 涂抹/排水特性 > 固结系数比输入栏中输入 '**1**'
35. 涂抹区直径输入栏中输入 '**1.0**'
36. 涂抹区渗流系数比输入栏中输入 '**2.0**'
37. Pack Drain > L1输入栏中输入 '**1.2**'
38. 点击添加  按钮, 点击关闭  按钮

## 3. 定义排水材料特性




[ 排水材料特性定义 ]



## 1. 生成面及赋予特性

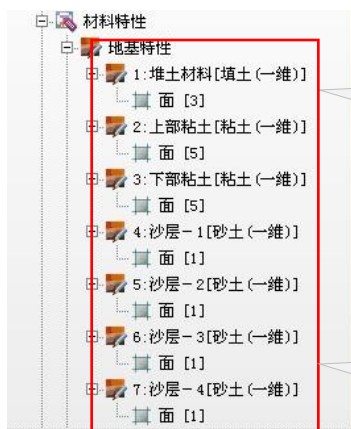
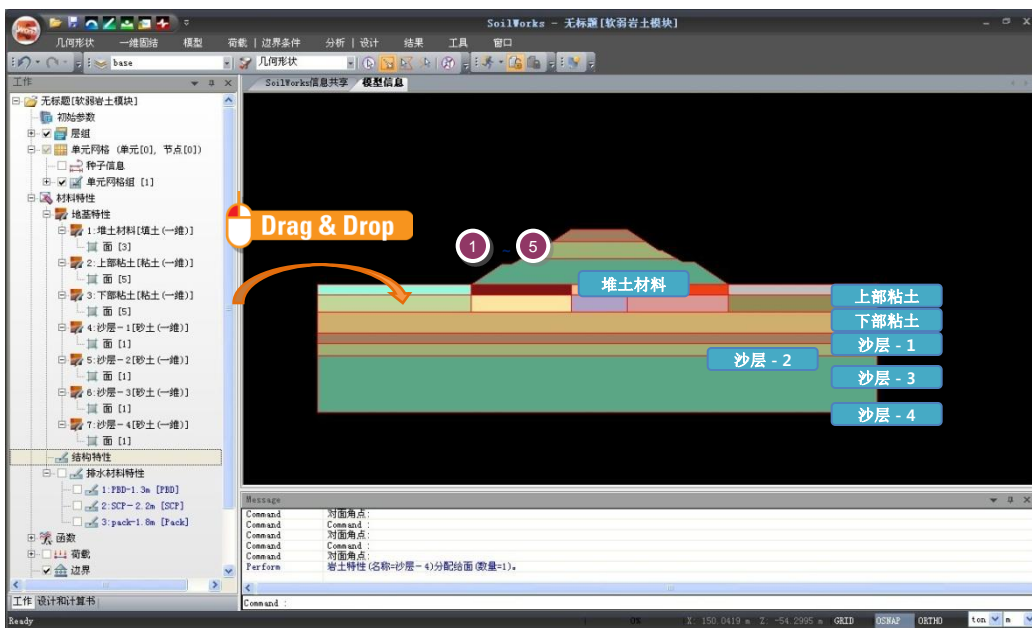
在生成网格之前生成将赋予特性的面

在主菜单中点击 **几何形状 > 建立 > 智能曲面**  (command : ss)

在现有的面赋予地基特性。

1. 作业框中选择 **'堆土材料'** 区域
2. 作业目录树 > 材料特性 > 地基特性 > 堆土材料拖拽到 **'堆土材料'** 区域
3. 作业框中选择 **'上部粘土'** 区域
4. 作业目录树 > 材料特性 > 地基特性 > 上部粘土拖拽到 **'上部粘土'** 区域
5. 用3~4的方法 选择 **'下部粘土', '沙层-1', '沙层-2', '沙层-3', '沙层-4'** 区域后, 把相关特性拖拽到相应区域

对于一个面只能赋予一种特性, 变更时用最终赋予的特性来指定。




面或者曲线上赋予的特性可以在工作目录树中确认。

有地基特性分配了面的情况下, 用黑色显示, 表示出分配的面的个数。


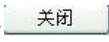
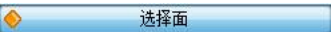



[ 地基及结构材料特性赋予 ]

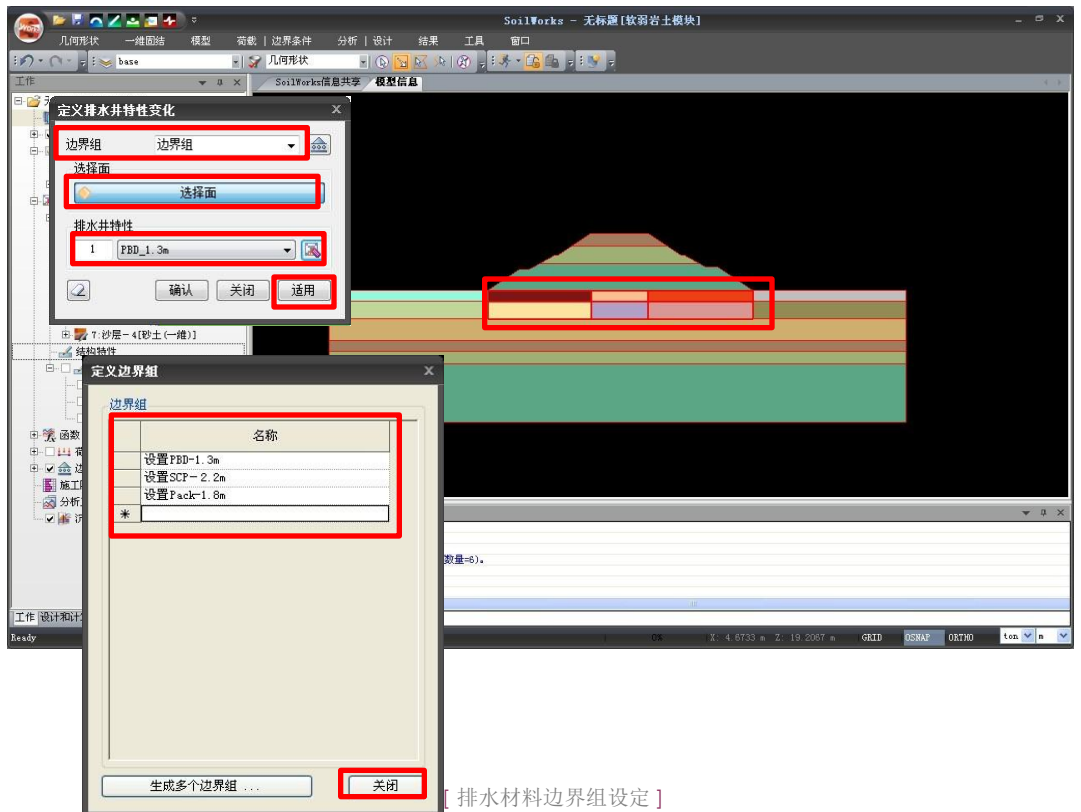
## 2. 排水材料适用边界组设定

在需要适用固结促进施工法的面设定排水材料适用边界条件。

在主菜单中点击 **一维固结 > 边界 > 排水井特性变化** 


在生成成的面中设定为适用排水材料的边界条件

1. 在排水材料特性变更定义框中为了定义排水材料设置边界组点击  按钮
2. 边界组定义框中按边界组名称顺序输入 '设置PBD 1.3m', '设置SCP 2.2m', '设置Pack 1.8m'
3. 点击  按钮
4. 排水材料特性变更定义框中选择边界组 '设置PBD 1.3m'
5. 为了选择排水材料将要设置的面点击  按钮
6. 在作业框中选择软弱地基改良区域 (6个的面) 后, 确认  按钮
7. 排水材料特性选择栏中选择 'PBD\_1.3m'
8. 点击适用  按钮
9. 用4~8的方法设定 'SCP 2.2m 设置', 'Pack 1.8m 设置' 的边界组定义
10. 点击关闭  按钮





### 3. 设定沉降计算位置

执行软弱地基一维固结分析后设定需要计算的位置

在主菜单中点击 **一维固结 > 边界 > 沉降计算位置**  (command : DCP )

在生成的模型中设定计算位置

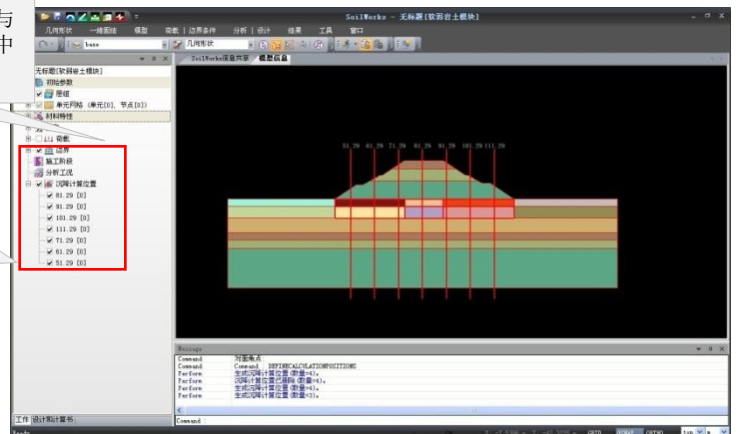
1. 在计算位置定义框中，需要计算的位置的开始位置 (X) 输入栏输入X坐标值 **'81.29'**
2. 增加距离输入栏中输入 **'10'**
3. 计算位置数量输入栏中输入 **'4'**
4. 为了生成指定的4处的计算位置点击  按钮
5. 确认生成的计算位置
6. 在计算位置定义框中，需要计算的位置的开始位置 (X) 输入栏中输入X坐标值 **'71.29'**
7. 增加距离输入栏中输入增加 **'-10'**
8. 计算位置数量输入栏中输入 **'3'**
9. 为了生成指定的3处的计算位置点击  按钮
10. 确认生成的计算位置



[ 设定计算位置 ]

沉降计算位置的设定和计算与否的设定可以在作业目录树中确认



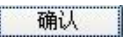
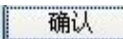
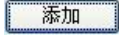

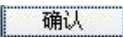
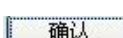
验证位置设定中的计算与否用 'O' 和 '-' 来区分



## 1. 设定分析工况(1)

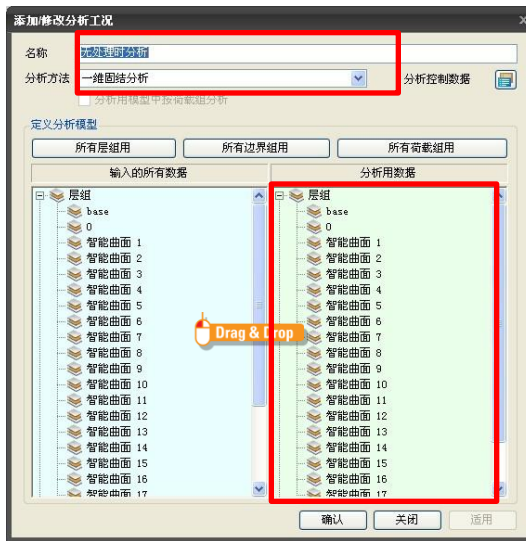
设定在分析中使用的分析工况

在主菜单中选择 **分析/设计 > 分析控制 > 分析工况**  (command : ac)

1. 分析工况框中点击添加  按钮
2. 名称栏中输入 **'无处理时分析'**
3. 分析方法选择栏中选择 **'1-维固结分析'**
4. 选择分析控制数据  按钮
5. 最大计算天数输入栏输入 **'2000'**
6. 选择沉降计算方法的 **'各阶段总荷载法'** 选项
7. 选择取消“同时考虑竖向/水平”选项
8. 选择‘初始水位’，在第一个输入栏中输入 ‘0’ 后，第二个选择栏中选择‘无’
9. 点击确认  按钮
10. 选择整个‘输入的所有数据’的层组，拖拽到‘分析用数据’
11. 点击确认  按钮
12. 在分析工况框中点击添加  按钮
13. 名称栏中输入 **'设置PBD时分析'**
14. 分析方法选择栏中选择 **'1-维固结分析'**
15. 选择分析控制数据  按钮
16. 最大计算天输入栏中输入 **'2000'**
17. 选择沉降计算方法的 **'各阶段总荷载法'** 选项
18. 取消‘同时考虑竖向/水平’ 选项
19. 选择‘初始水位’，在第一个输入栏中输入 ‘0’ 后，在第二个选择栏中选择 ‘无’
20. 点击确认  按钮
21. 选择整个‘输入的所有数据’的组层，拖拽到‘分析用数据’
22. 选择‘边界组’的 **'PBD 1.3m设置'**，拖拽到‘分析用数据’
23. 点击确认  按钮
24. 反复12~23过程，生成 **'设置SCP时分析'**，**'设置Pack时分析'** 的分析工况



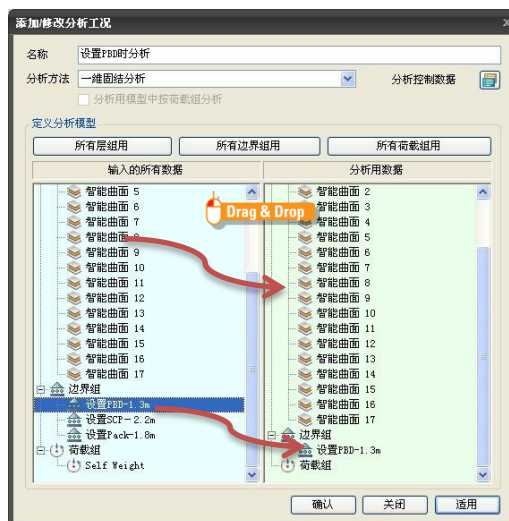
[ 添加设定分析工况 ]



[ 设定分析工况 ]



[ 定义设计选项 ]




[ 设定分析工况 ]





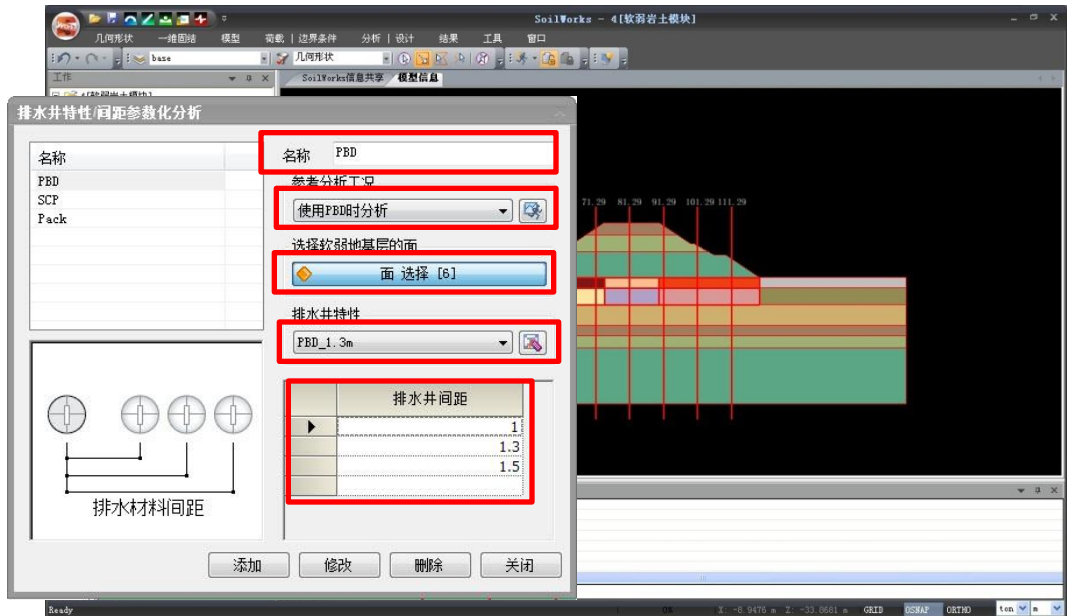
[ 定义设计选项 ]

## 1. 设定分析工况(2)

设定基于排水材料特性/间距的参数分析工况 

在主菜单中选择 **一维固结 > 参数化分析 > 排水井间距** 


1. 名称中输入 PBD
2. 在要参照的分析工况上设置PBD时分析选择
3. 点击  按钮，选择软弱地基改良区域6个的面
4. 排水材料特性中输入 PBD 1.3m
5. 排水材料间距中按 1,1.3,1.5m 顺序输入
6. 点击  按钮
7. 重复1~6过程，设定SCP基于2,2.2,2.5m的、Pack是基于 1.5,1.8,2.2m 间距的，参数分析工况
8. 确认在作业目录树中自动生成的分析工况




[ 添加设定参数分析工况 ]

## 2. 分析

利用现有的分析工况执行分析

在主菜单中选择 **分析/设计 > 运行 > 分析和计算书**  (command : ra)

1. 确认勾选‘无处理时分析’、‘设置PBD时分析’、设置‘SCP时分析’、‘设置Pack时分析’
2. 点击运行分析  按钮 

 分析过程中发生的信息在执行分析及报告书的管理者下端部表示。特别值得注意的是发生 Warning 的情况下，分析结果有可能不正常。

对于分析的信息用 Text 文件 格式化，在与 Save 文件统一的文件夹 .OUT 文件中存储。



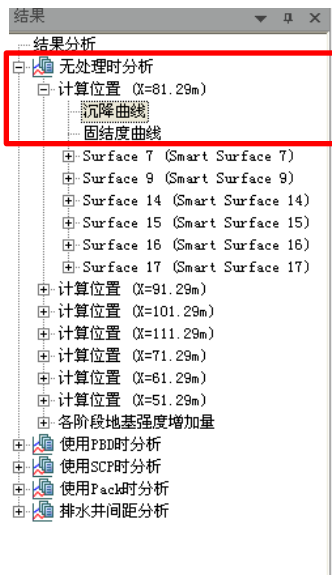
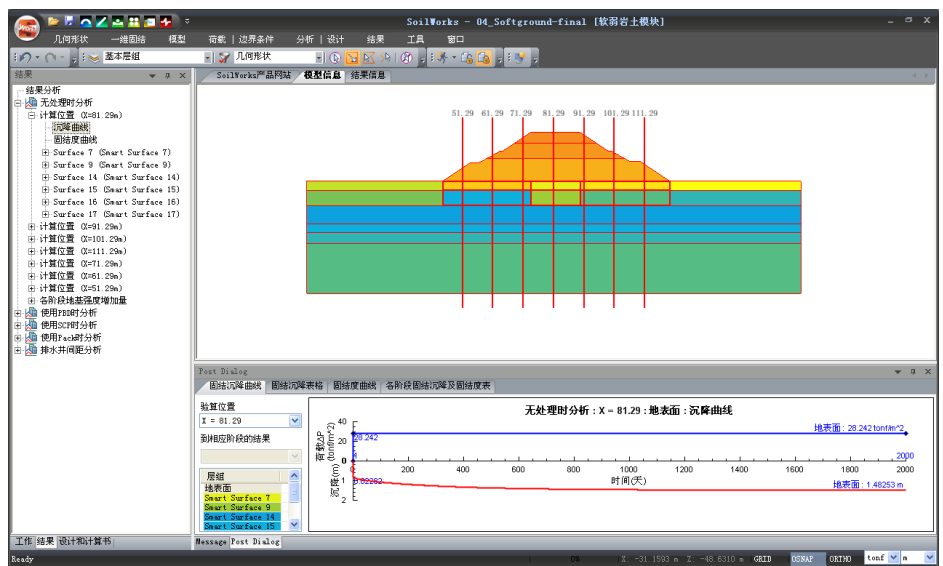


## 1. 确认分析结果(1)

确认基于分析工况的一维固结分析结果。

在结果标记中，选择 **无处理时分析** > **计算位置(X=81.29m)** > **沉降量曲线**

1. 确认地表面中的时间-沉降量曲线
2. 确认地表面中的时间-固结度曲线
3. 确认对各地层时间的沉降量曲线和固结度曲线
4. 确认施工阶段分析时增加的地中应力结果
5. 确认软弱层的强度增加结果
6. 确认施工阶段的强度增加计算过程
7. 确认各分析工况 1~7的结果





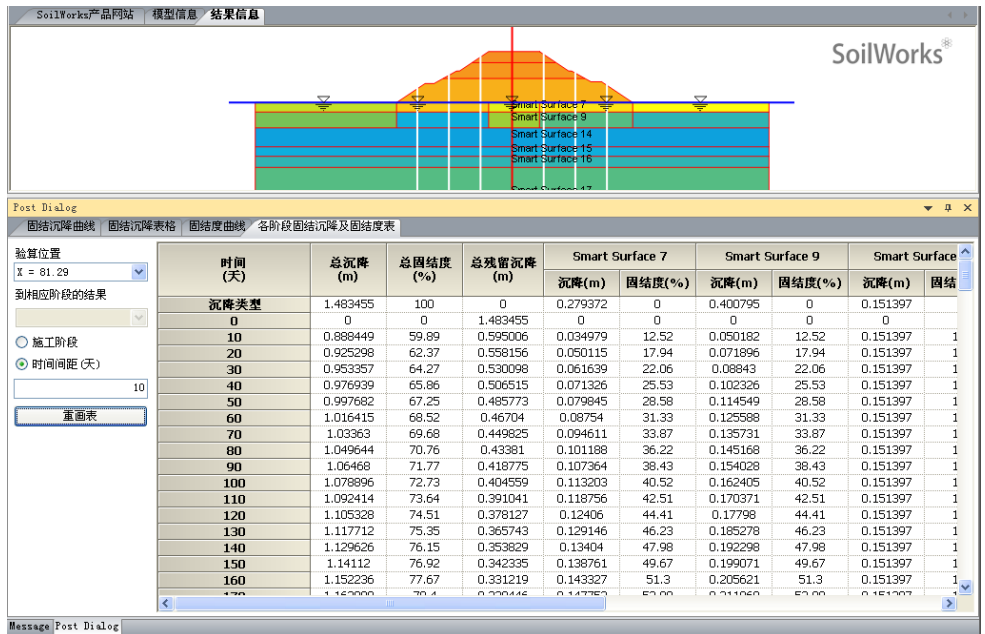
## 1. 确认分析结果(2)

在设定的验算位置上确认整个沉降量和阶段地基强度的增加，以无处理时为基准按设置排水材料时的间距来比较结果。

在结果信息中 选择 **无处理时分析** > **计算位置X=81.29m** > **整个沉降量曲线**

1. 确认对各地层时间的，时间-沉降量曲线
2. 确认计算位置的地表面及有关地层的固结沉降量和次固结沉降量
3. 确认对各地层时间的，时间-固结度曲线
4. 确认阶段固结沉降量及固结度表
5. 选择验算位置
6. 选择时间间距选项
7. 点击 **重画表** 按钮，确认结果
8. 在结果信息的阶段地基强度增加中，确认地中应力的初期应力和增加的地中应力
9. 确认强度增加结果
10. 详细确认阶段

按照分析工况、排水材料类型及间距，比较/验算有关结果，可以作为适合地基特性的，最佳的排水材料的选择指南来使用。



[ 为确认结果的 Post Dialog ]

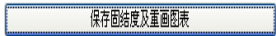
| 层组               | 地基特性 | 处理方法 | 施工阶段                     |   |                          |   |                          |   |
|------------------|------|------|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|
|                  |      |      | 原地基                      |   | 浇筑后                      |   | 临时堆土                     |   |
|                  |      |      | C (tonf/m <sup>2</sup> ) | φ | C (tonf/m <sup>2</sup> ) | φ | C (tonf/m <sup>2</sup> ) | φ |
| Smart Surface 8  | 上部粘土 | 无    | 3.35                     | 0 | 3.35                     | 0 | 3.35                     | 0 |
| Smart Surface 7  | 上部粘土 | 无    | 3.35                     | 0 | 3.35                     | 0 | 3.35                     | 0 |
| Smart Surface 6  | 上部粘土 | 无    | 3.35                     | 0 | 3.35                     | 0 | 3.35                     | 0 |
| Smart Surface 5  | 上部粘土 | 无    | 3.35                     | 0 | 3.35                     | 0 | 3.35                     | 0 |
| Smart Surface 4  | 上部粘土 | 无    | 3.35                     | 0 | 3.35                     | 0 | 3.35                     | 0 |
| Smart Surface 13 | 下部粘土 | 无    | 3.8                      | 0 | 3.8                      | 0 | 3.8                      | 0 |
| Smart Surface 12 | 下部粘土 | 无    | 3.8                      | 0 | 3.8                      | 0 | 3.8                      | 0 |
| Smart Surface 11 | 下部粘土 | 无    | 3.8                      | 0 | 3.8                      | 0 | 3.8                      | 0 |

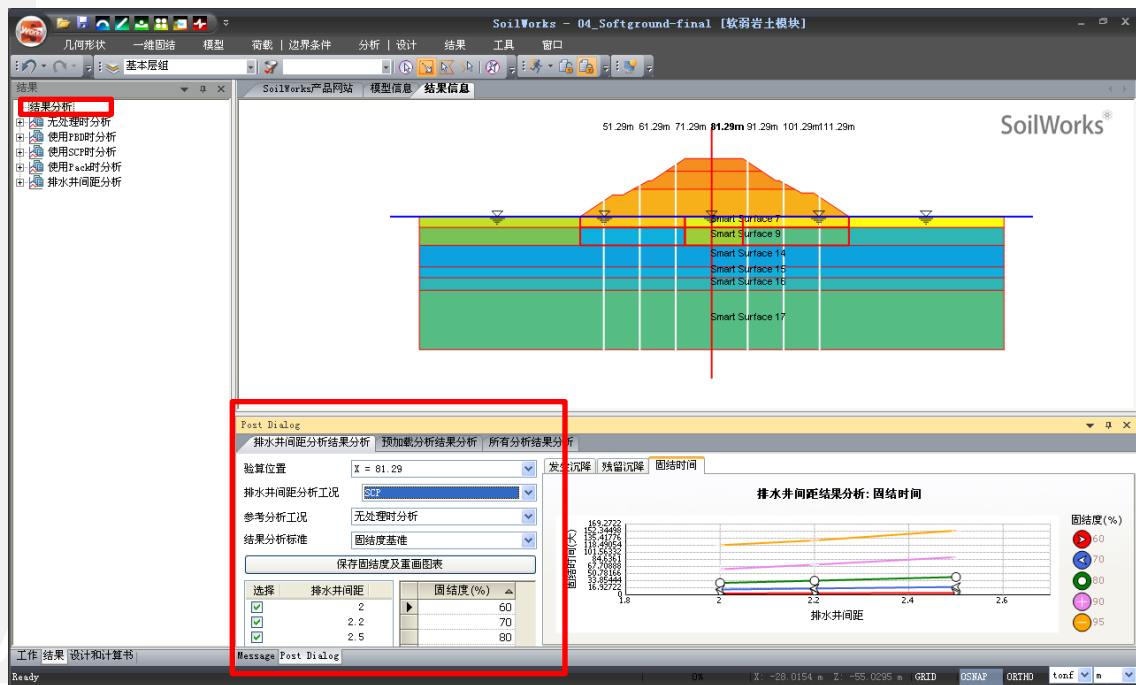
[ 分析结果 ]

## 2. 分析结果(1)-排水材料参数分析结果

对各种分析工况，综合分析解释结果。

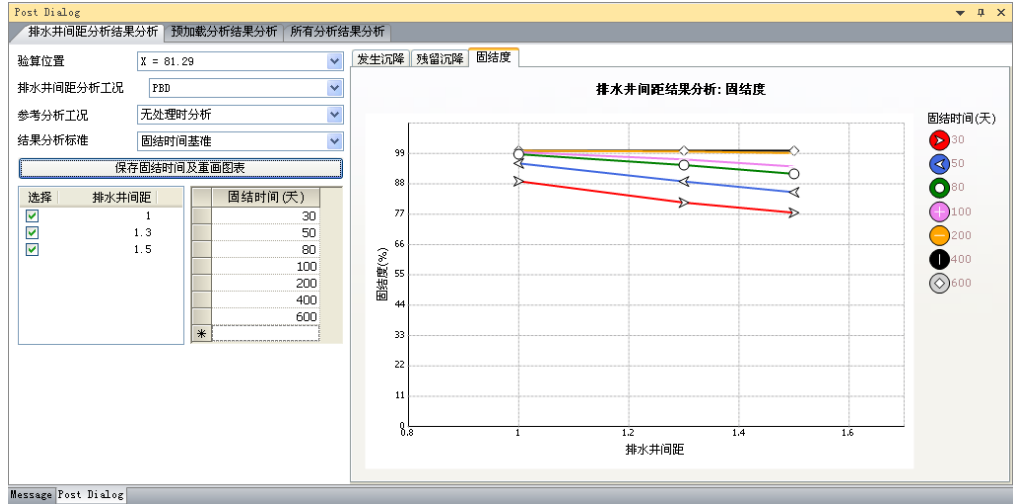
对排水材料参数分析工况的结果分析按固结度基准确认

1. 在结果标记中选择 **结果分析**
2. 选择**排水井间距分析结果分析**
3. 图表上端结果分析完成中选择 **'固结期间'**
4. 确认比较验算计算位置
5. 确认比较验算排水材料间距分析工况
6. 确认选择结果分析基准 **'固结度基准'**
7. 确认验算排水材料间距
8. 选择  按钮



对排水材料参数分析工况的结果分析，按固结期间基准确认。

9. 结果分析基准选择 **‘固结时间基准’**
10. 确认验算排水材料间距
11. 在固结时间表中输入 **30, 50, 80, 100, 200, 400, 600**
12. 选择 保存固结时间及重画图表 按钮

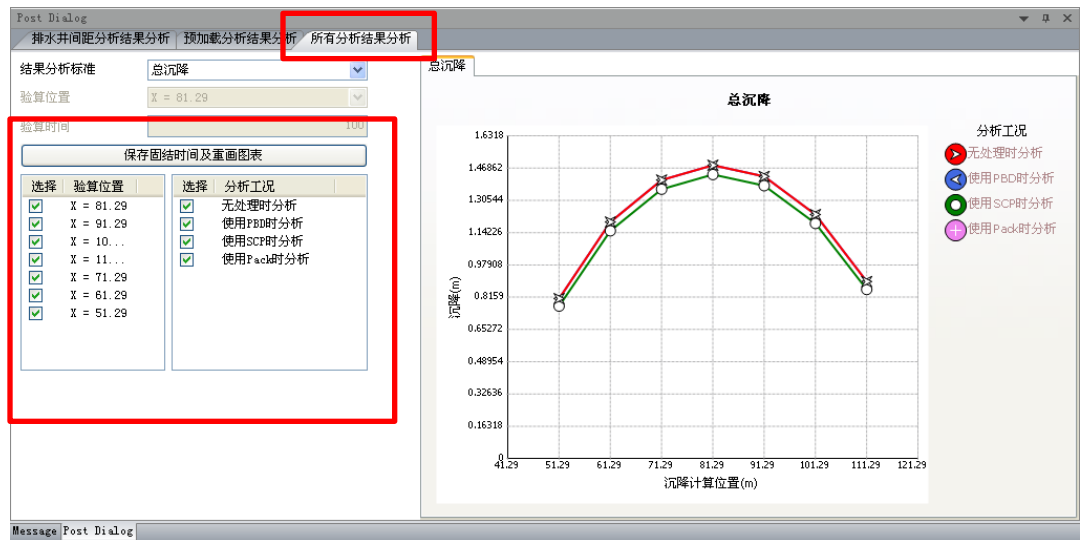


## 2. 分析结果(2)-一般分析工况综合分析

对各种分析工况，综合分析结果

在结果标记中选择**结果分析**

1. 选择**所有分析 结果分析**标记
2. 选择结果分析标准 '**总沉降**'
3. 选择比较验算计算位置
4. 选择比较验算分析工况
5. 选择 保存固结时间及重画图表 按钮



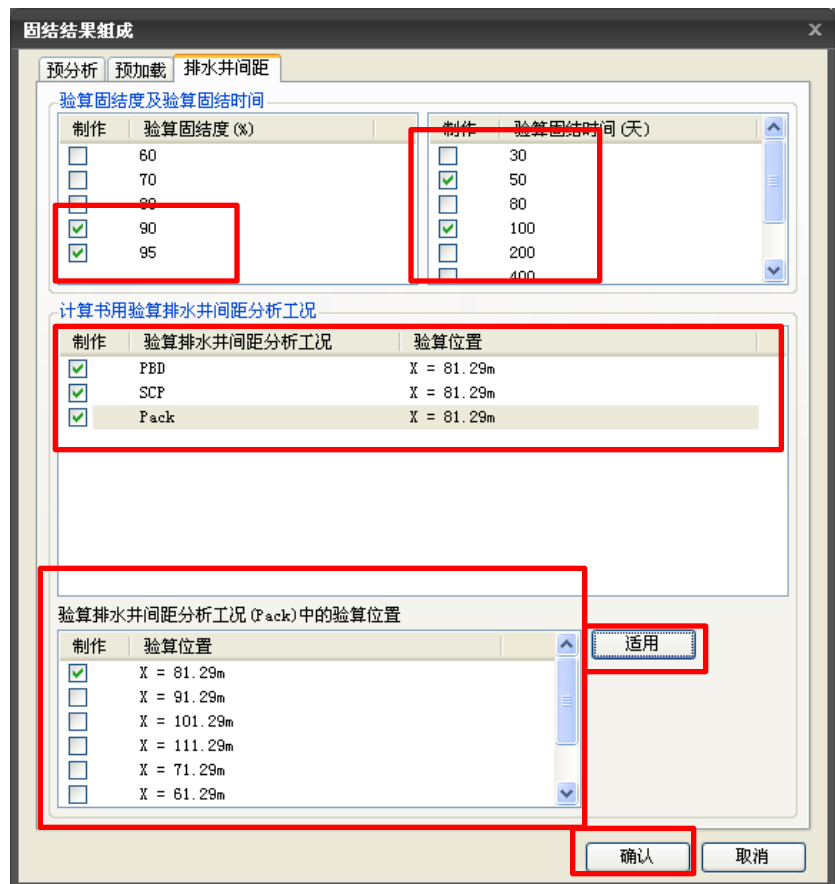
## 1. 设定分析报告书参数

设定对排水材料间距验算的参数分析的报告书。

在主菜单中选择 **一维固结 > 计算书 > 固结结果组成**


1. 在表单中选择 **排水井间距**
2. 在验算固结度清单中勾选 **90%, 95%**
3. 在验算固结期间清单中勾选 **50日, 100日**
4. 在要生成报告书的排水材料间距分析工况的清单中 **PBD 选择** 后
5. 把将在报告书验算输出的计算位置，在清单中选择 **X=81.29m选择** 后
6. 点击适用  按钮
7. 在排水材料间距分析工况的清单中勾选 **SCP**
8. 把要输出的计算位置在清单中勾选 **X=81.29m**
9. 点击适用  按钮
10. 在排水材料间距分析工况的清单中勾选 **Pack**
11. 把要输出的计算位置在清单中勾选 **X=81.29m**
12. 点击适用  按钮
13. 点击确认  按钮

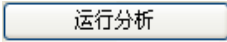
验算固结度期间的表示清单值在排水材料间距结果分析中，在固结期间基准验算中输入的值的清单会自动的输出收录在内的值。

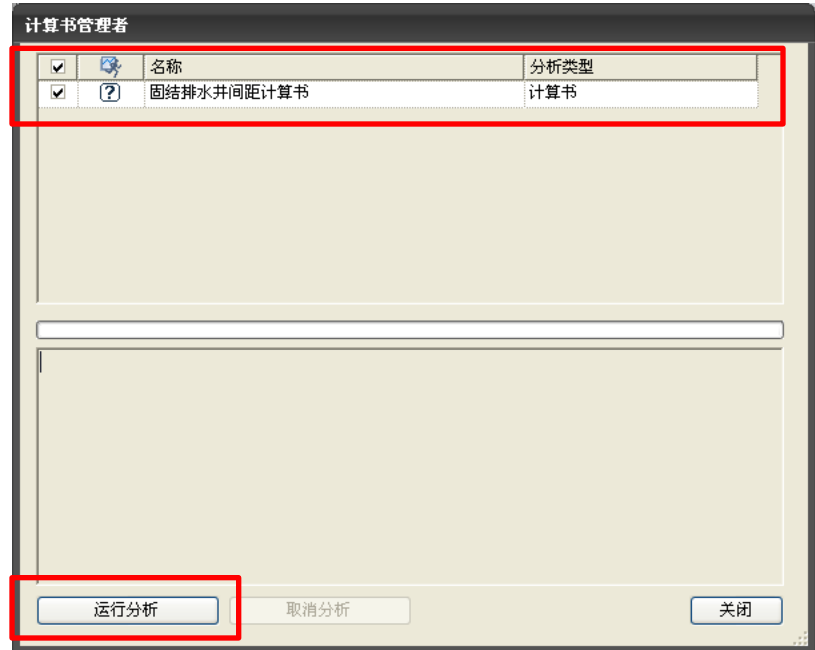


## 2. 生成分析报告书

生成对排水材料间距验算设定的报告书

在主菜单中选择 **分析&设计 > 运行 > 计算书**  (Command : rr)

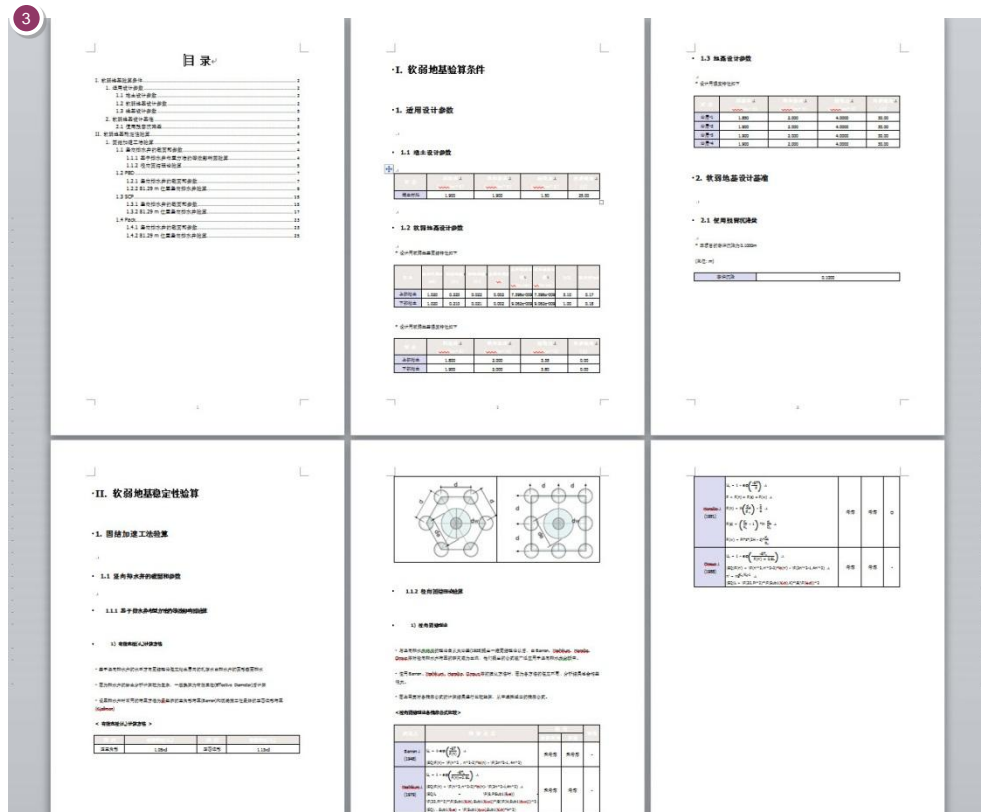
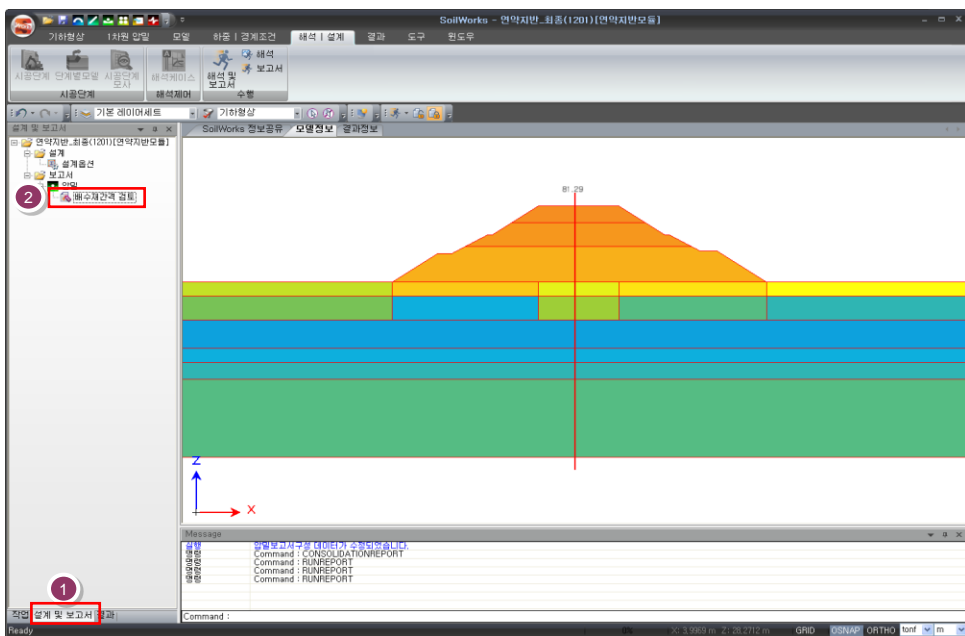
1. 勾选'固结排水材料间距计算书'
2. 点击执行分析  按钮



## 3. 确认计算书

确认对排水材料间距验算的计算书

1. 选择‘设计及计算书’
2. 在报告书目录树中选择‘排水材料间距验算’后 双击
3. 确认输出计算书



在本例题里，为了选择软弱地基加固的施工工法，对垂直排水施工法中PBD施工法、SCP施工法及Pack Drain施工法适用情况的固结沉降进行了分析计算。

在做一维固结分析时，正如例题介绍，可以同时不同的加固施工工法及无加固时的地基进行分析，从而可以比较不同工法的结果。通过改变排水材料参数及布置间距，反复计算，得出最佳的施工设计方案。

通过SoilWorks的固结模块，在实际工程中可作如下分析：

- 1) 通过考虑了施工阶段的一维固结分析和考虑了各施工阶段的软弱地基强度增加的堆土边坡极限平衡分析的耦合分析，从而同时验算边坡的稳定性。
- 2) 通过对原始软弱地基的固结分析，得出其产生的沉降量。
- 3) 通过对采用不同的加固方法及排水材料的选择及布置进行分析，可得出最合适的施工工法及排水材料以及材料之间的布置间距。
- 4) 按一定间距自动生成自由加载高度，提供最佳的自由加载高度验算资料。

通过包括施工阶段分析的固结模块相关的练习，为了能够熟悉一维固结分析的大体流程，提供如下深化学习的指南；

- 1) 利用预备分析的沉降量倾向分析
- 2) 极限堆土高度计算
- 3) Pre-loading 计算高度
- 4) 利用极限平衡法的堆土边坡稳定性耦合分析

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