MIDAS GTS
Geotechnical & Tunnel analysis System

MIDAS/GTS
工程实例

北京迈达斯技术有限公司 www.midasuser.com

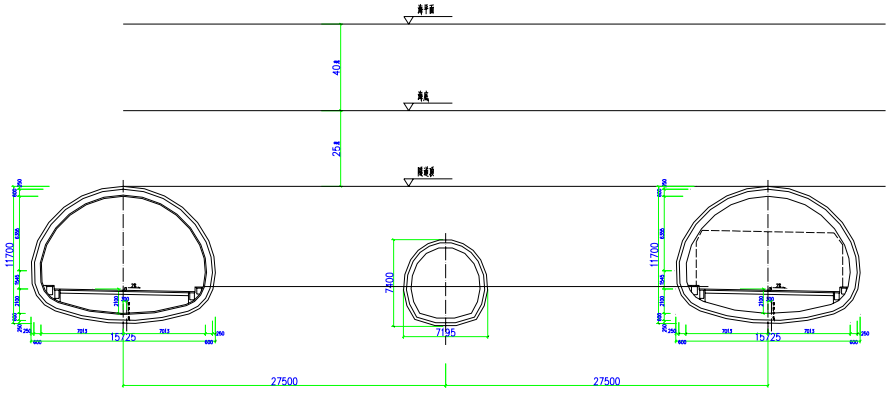
工程实例介绍

某海底隧道分断面开挖 1
某海底隧道分断面开挖渗流分析 4
某斜交隧道施工 7
地铁盖挖法施工过程模拟（原结构） 10
某隧道 CRD 施工 12
上海世博公园地铁 8 号线保护区域内景观覆土方案 14
直径线预埋段二次衬砌施工阶段力学分析报告 16
某土工格栅加筋式挡墙 18
某地下厂房施工阶段分析 20
某方形基坑施工开挖模拟 22
某地铁施工对桩基影响计算 24
某隧道爆破施工分析 27

某海底隧道分断面开挖

1 工程背景

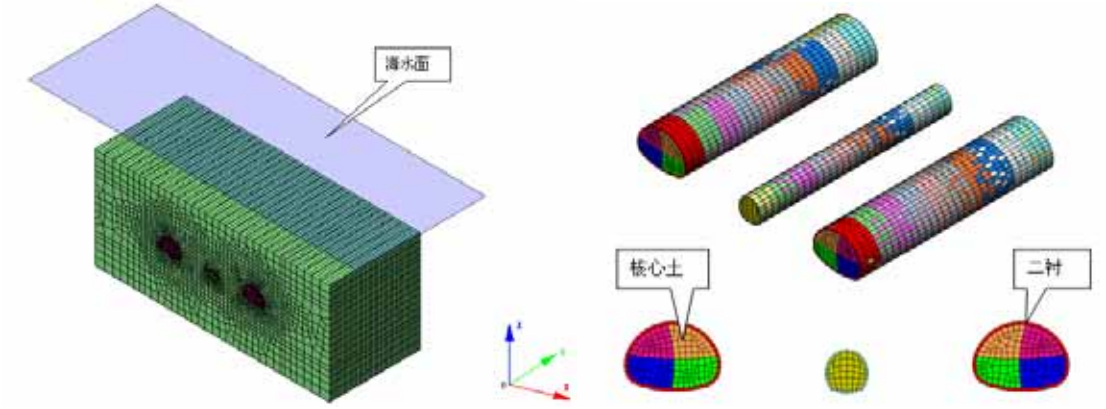
某海底隧道的剖面见下图。中洞采用全断面开挖，左右两洞采用 CRD 法施工。



隧道剖面图

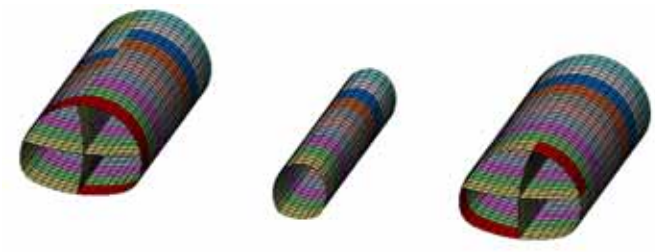
2 模型

模型的总体尺寸 X*Y*Z = 155m×60m×66.2m，水面距模型顶部 30m。



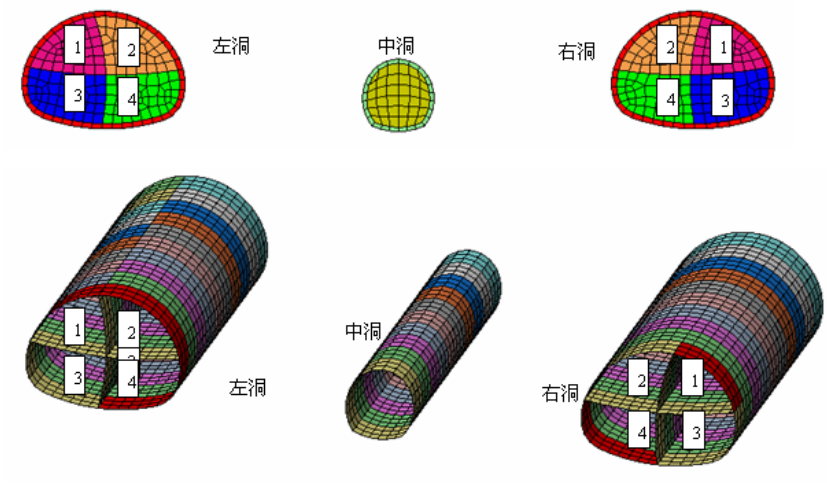
总模型网格

二衬与核心土部分网格



初支网格

施工开挖：先开挖中洞，然后开挖左洞，最后开挖右洞。开挖的进尺为 6m。对于中洞，开挖核心土—初支—二衬；对于左洞，开挖核心土 1—初支 1—核心土 2—初支 2—核心土 3—初支 3—核心土 4—初支 4—拆除部分初支—二衬；对于右洞，开挖核心土 1—初支 1—核心土 2—初支 2—核心土 3—初支 3—核心土 4—初支 4—拆除部分初支—二衬



开挖顺序

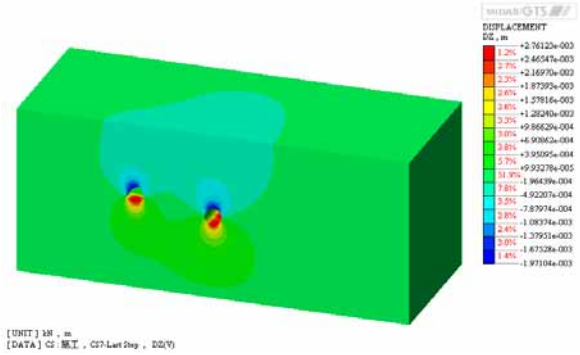
3 材料参数

选取的材料参数见下表：

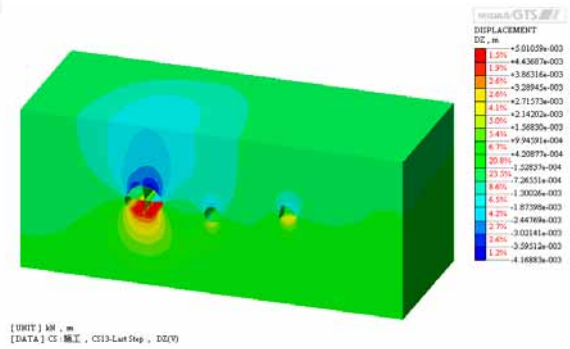
	E（GPa）	v	密度(g/cm3)	c（KPa）	phi	ko
围岩	2	0.25	2.6	500	30	0.8
二衬	30	0.2	2.5	-	-	-
初支	29	0.2	2.4	-	-	-

4 计算结果

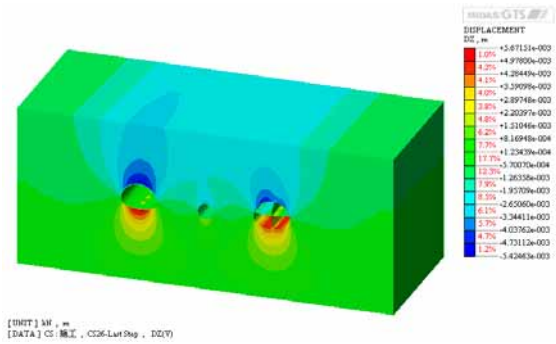
4.1 竖向位移



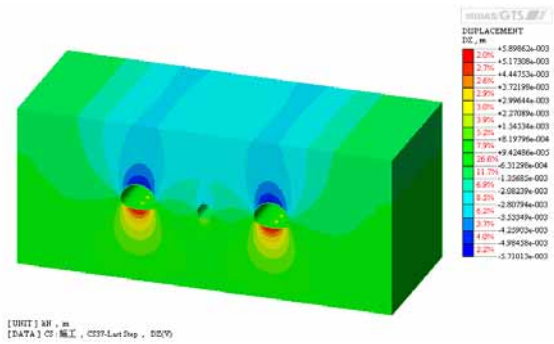
第 7 个施工阶段竖向位移 DZ



第 13 个施工阶段竖向位移 DZ

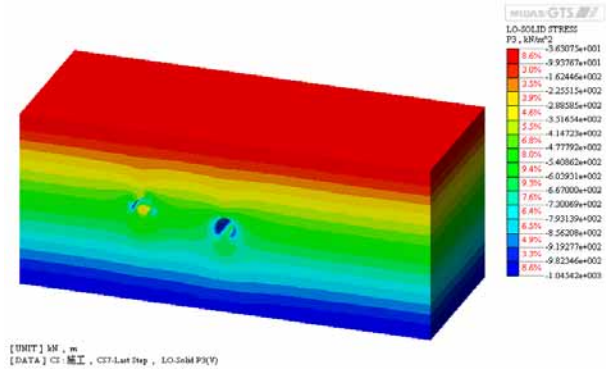


第 26 个施工阶段竖向位移 DZ

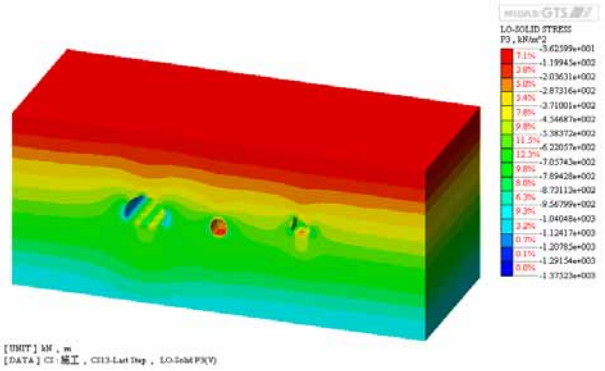


第 37 个施工阶段竖向位移 DZ

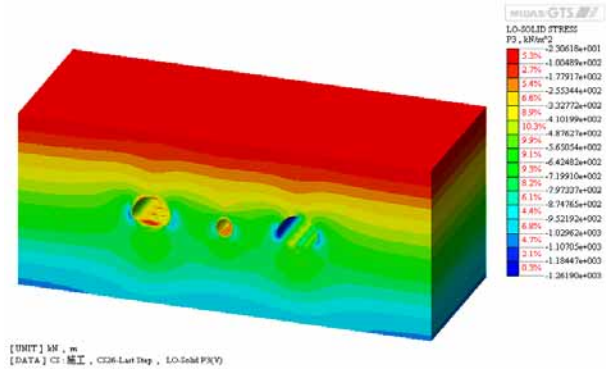
4.2 最大主应力



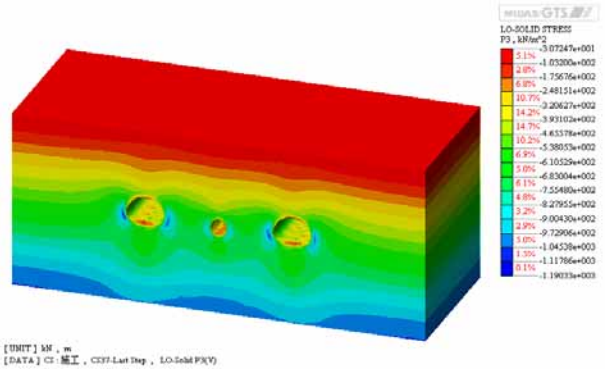
第 7 个施工阶段最大主应力 P3



第 13 个施工阶段最大主应力 P3

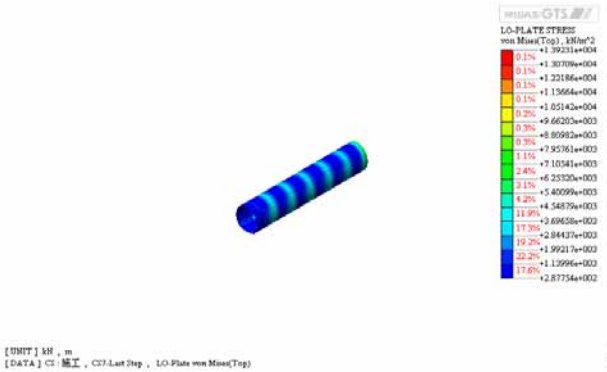


第 26 个施工阶段最大主应力 P3

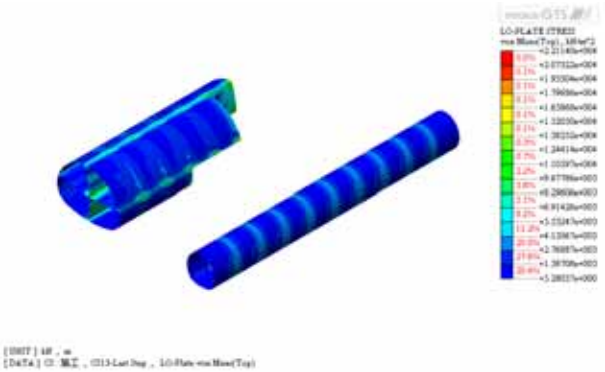


第 37 个施工阶段最大主应力 P3

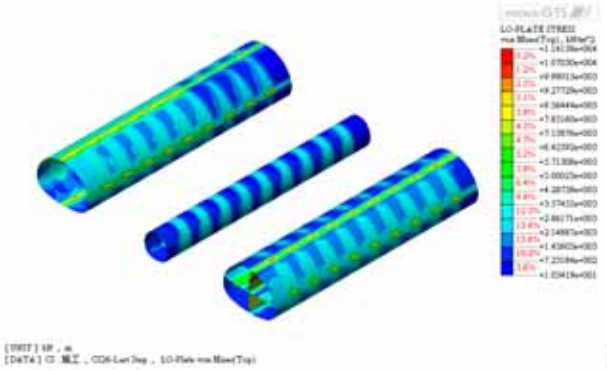
4.3 初支的 Von Mises 应力



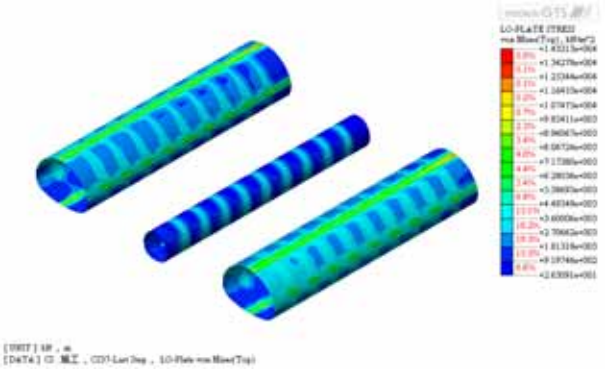
第 7 个施工阶段 Von Mises 应力



第 13 个施工阶段 Von Mises 应力



第 26 个施工阶段 Von Mises 应力

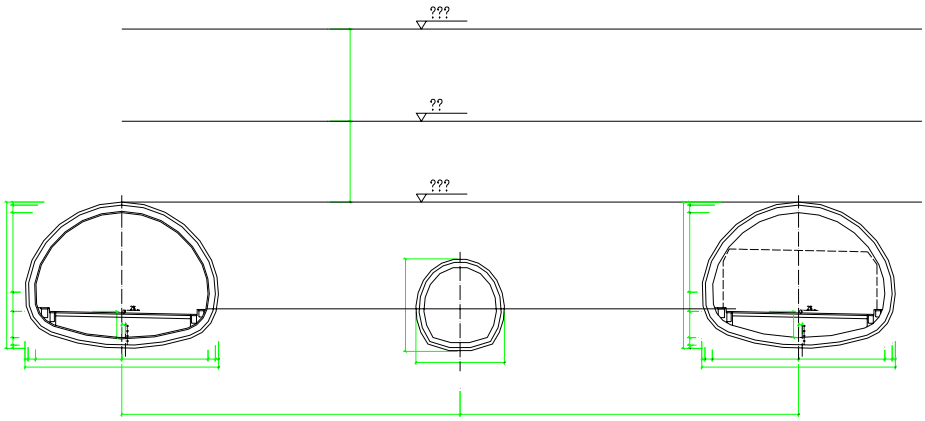


第 37 个施工阶段 Von Mises 应力

某海底隧道分断面开挖渗流分析

1 工程背景

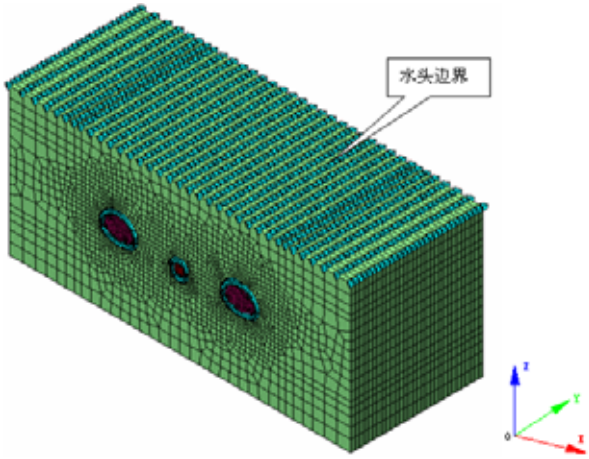
某海底隧道的剖面见下图。中洞采用全断面开挖，左右两洞采用 CRD 法施工。在开挖中，考虑海水的渗流情况。



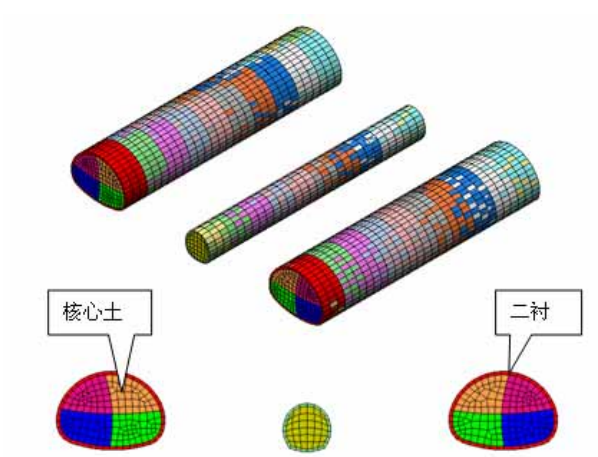
隧道剖面图

2 模型

模型的总体尺寸 X*Y*Z = 155m×60m×66.2m，水面距模型顶部 30m。模型中设置的总水头为 96.2m（模型底部为 0 位置水头）。



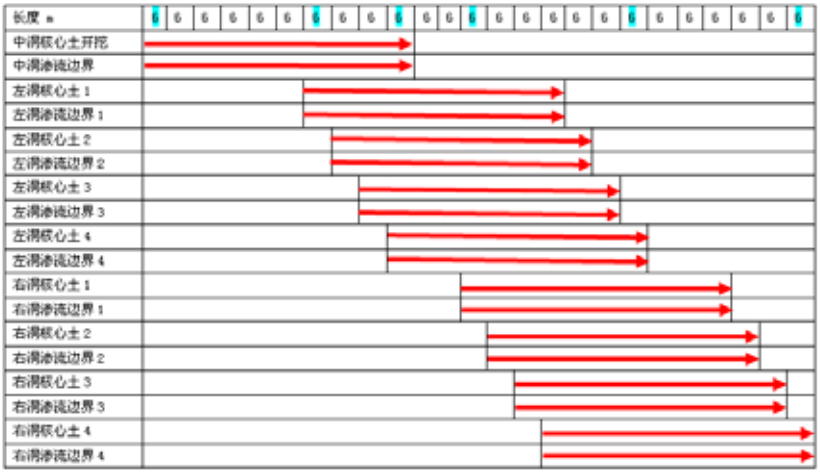
总模型网格



二衬与核心土部分网格

初支网格

先开挖中洞，然后开挖左洞，最后开挖右洞。具体的施工顺序见**下表**，表中共 25 个阶段。渗流分析中用的是稳态流计算。

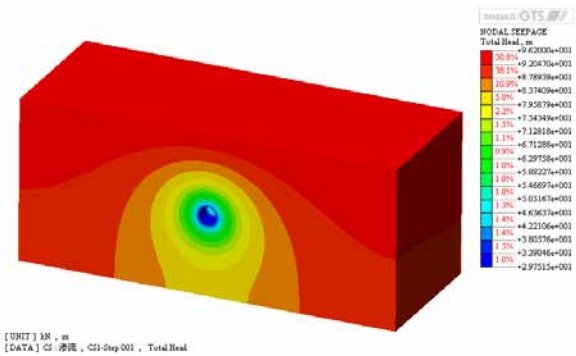


3 材料参数

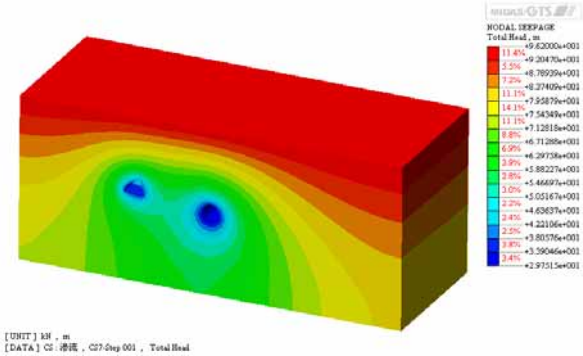
土层渗透系数

4 计算结果

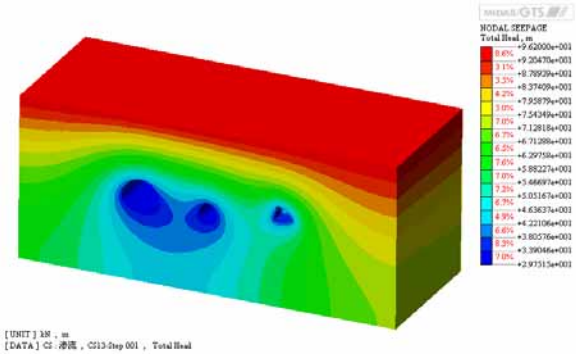
4.1 总水头



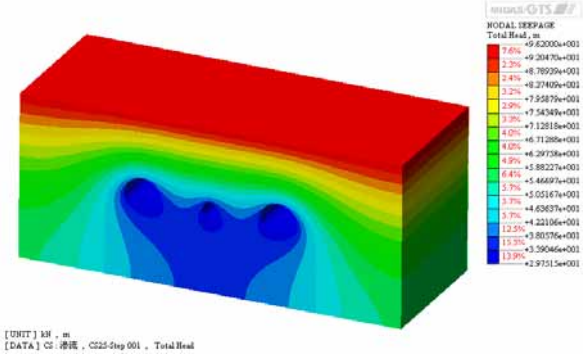
第 1 个施工阶段总水头



第 7 个施工阶段总水头

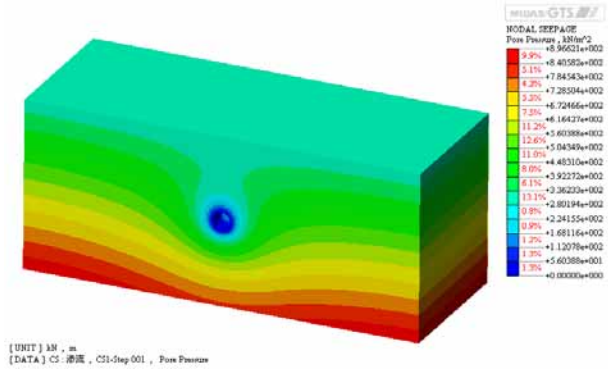


第 13 个施工阶段总水头

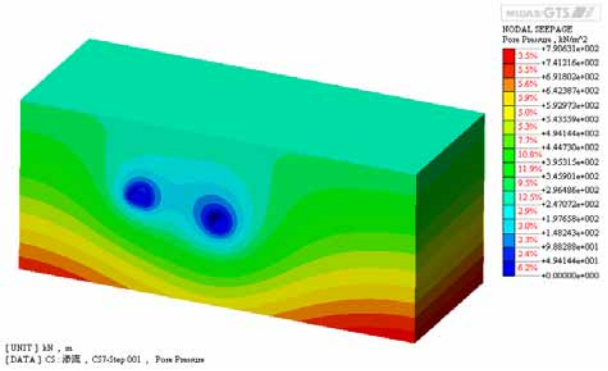


第 25 个施工阶段总水头

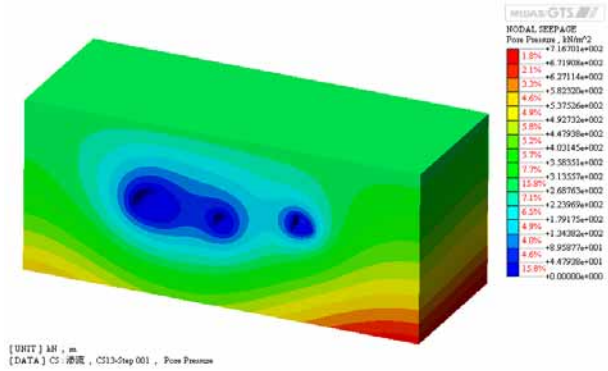
4.2 孔隙水压力



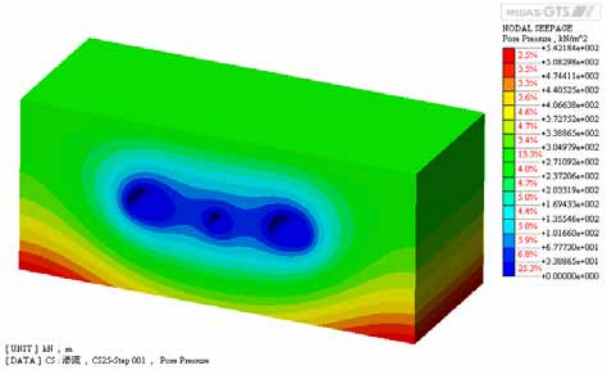
第 1 个施工阶段孔隙水压力



第 7 个施工阶段孔隙水压力

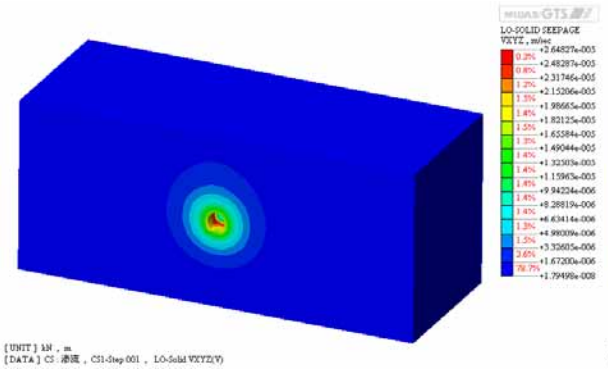


第 13 个施工阶段孔隙水压力

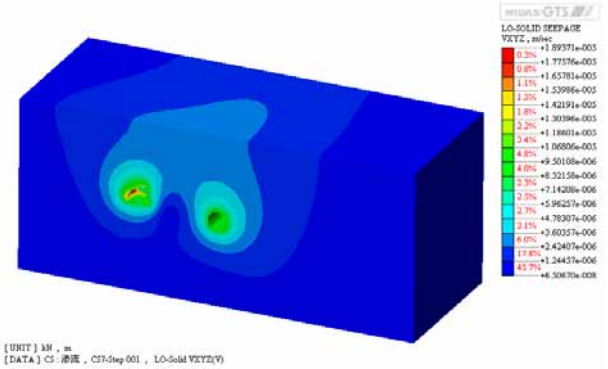


第 25 个施工阶段孔隙水压力

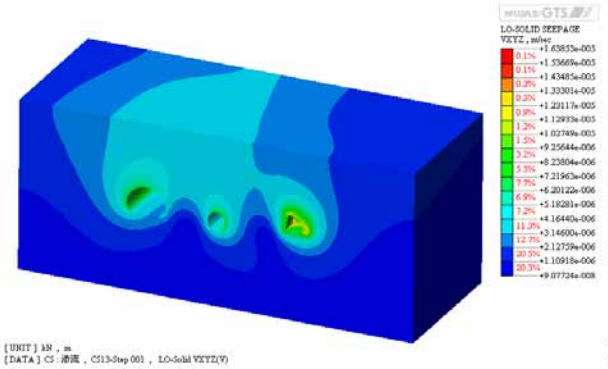
4.3 渗流速度



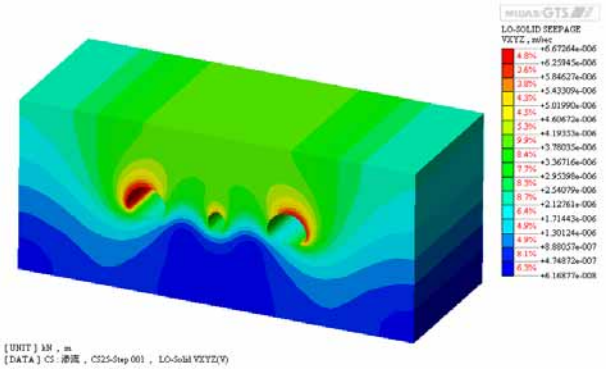
第 1 个施工阶段渗流速度



第 7 个施工阶段渗流速度



第 13 个施工阶段渗流速度

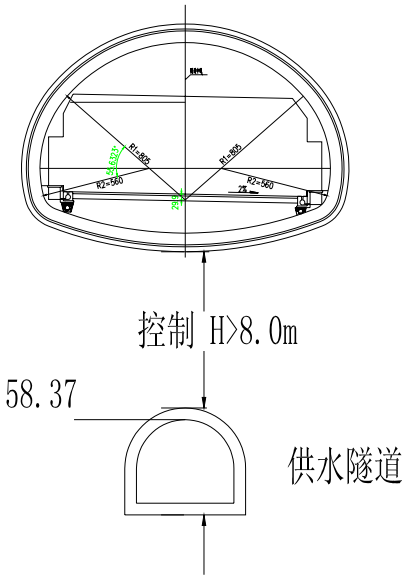


第 25 个施工阶段渗流速度

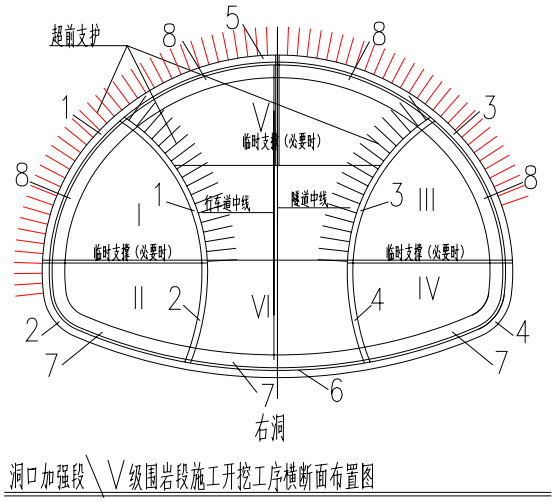
某斜交隧道施工

1 工程背景

某新建区间隧道下部有供水隧道，新建隧道用 CRD 法施工。计算开挖过程中，对下部供水隧道的影响。



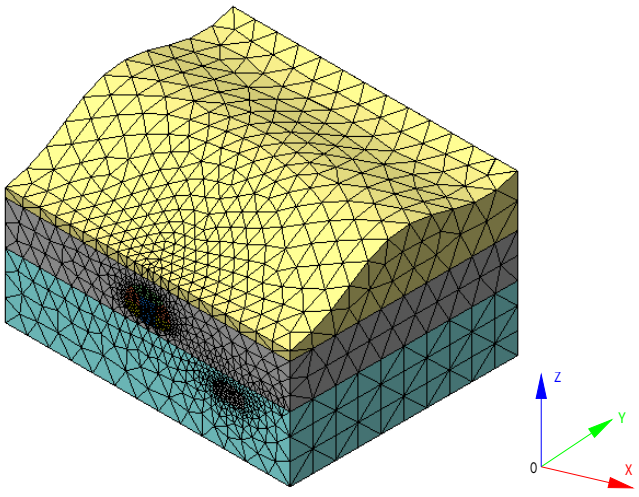
新建隧道与供水隧道剖面



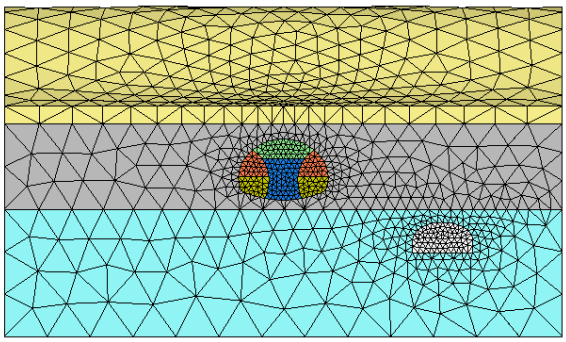
新建隧道开挖步骤

2 模型

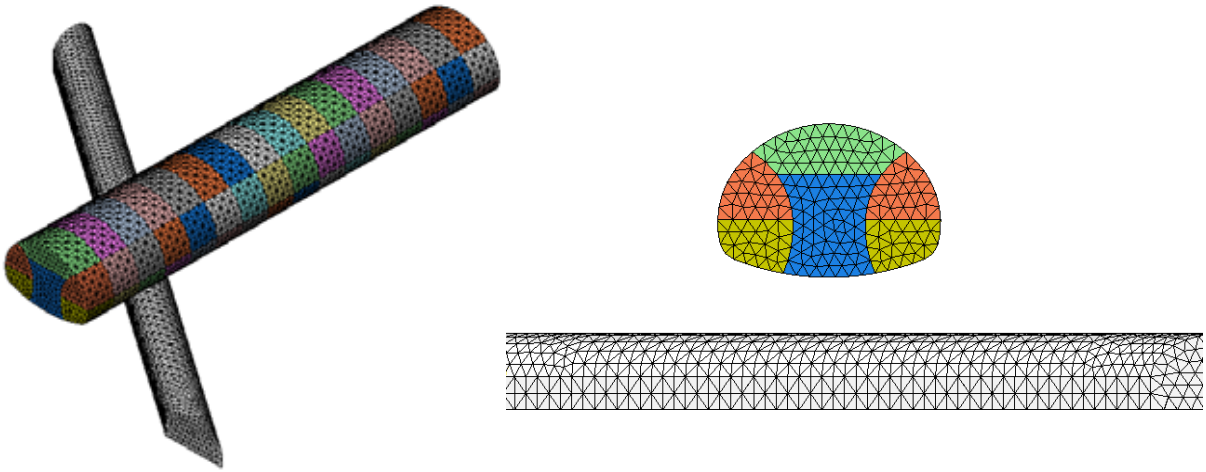
模型的总体尺寸 X*Y*Z = 100m×80m×（42～58）m，隧道开挖进尺为 5m。



总模型网格

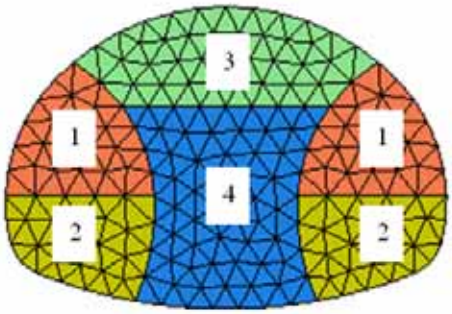


前视图



新建隧道与供水隧道空间关系网格

开挖顺序为 1-2-3-4，每个断面开挖进尺为 5m，每个开挖顺序间隔 10m。



隧道开挖顺序示意图

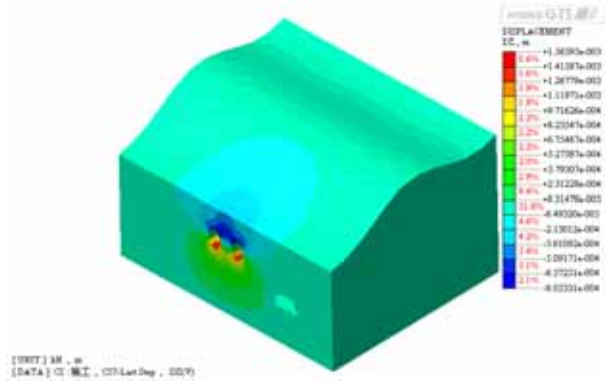
3 材料参数

选取的材料参数见下表：

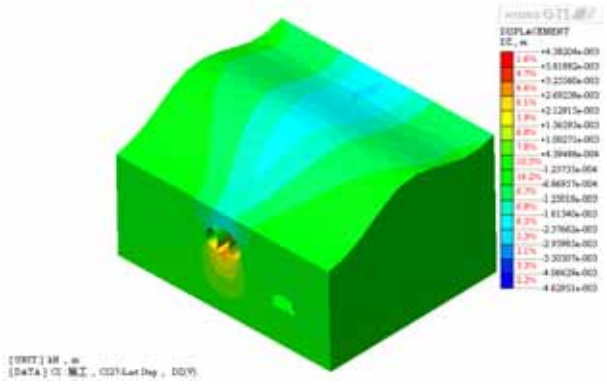
	E（MPa）	v	密度 (g/cm3)	c（KPa）	phi	ko
围岩 1	800	0.35	1.7	50	20	0.7
围岩 2	900	0.36	1.8	100	24	0.8
围岩 3	1000	0.45	2.0	150	27	1
新初支	30000	0.2	2.4	-	-	-
既有初支	30000	0.2	2.4	-	-	-

4 计算结果

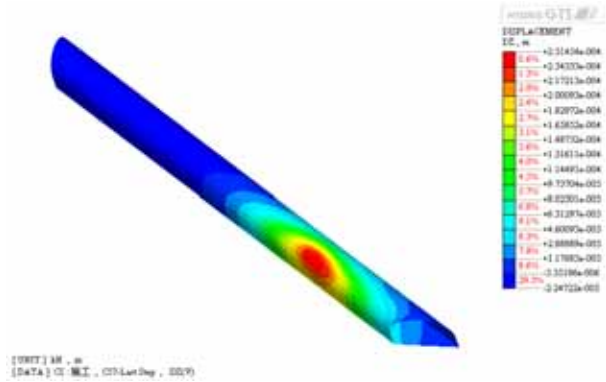
4.1 竖向位移



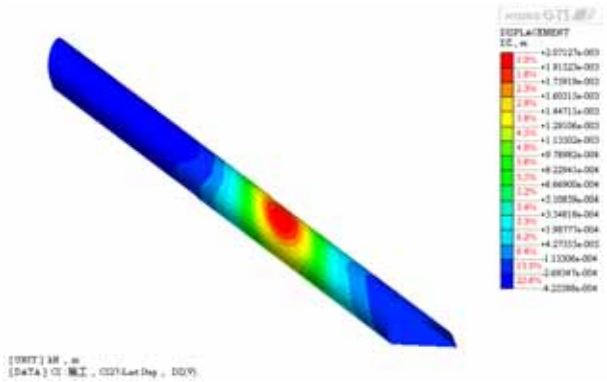
第 7 个施工阶段模型竖向位移 DZ



第 27 个施工阶模型段竖向位移 DZ

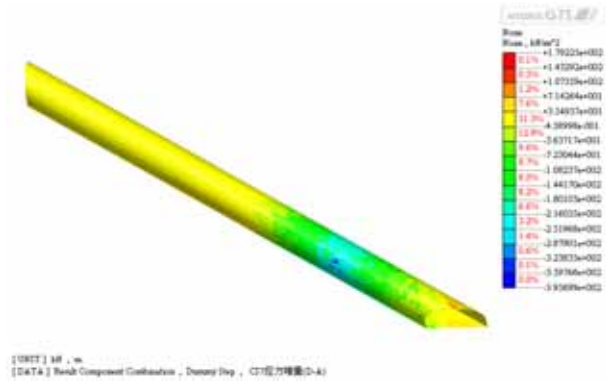


第 7 个施工阶段供水隧道竖向位移 DZ

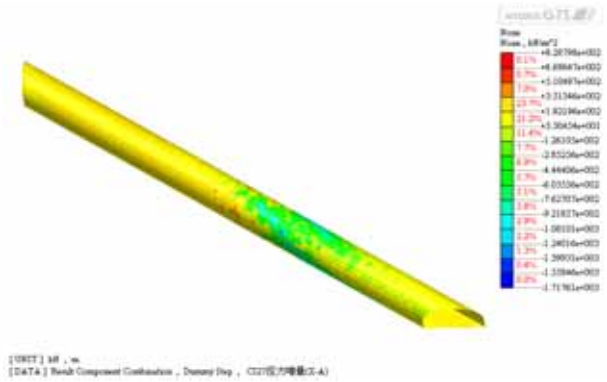


第 27 个施工阶段供水隧道竖向位移 DZ

4.2 供水隧道主应力增量



第 7 个施工阶段



第 27 个施工阶段

地铁盖挖法施工过程模拟（原结构）

1 工程背景

某地铁盖挖法施工过程模拟。

2 模型

有限元计算模型尺寸为:150m×39m×80m,计算荷载:土体自重和车载．预应力锚索一桩一锚布置形式，锚索在桩间施作，架设在钢围檩上。锚索采用 f=1860 的预应力钢绞线；锚索长均为 24m，其中自由段长 5m，锚固段长 19m，锚固段直径 0.15m。具体的施工过程为:1、打桩；2、顶板上部土体开挖；3、顶板；4、顶板上部土体回填；5、上中板上部土体开挖；6、顶层建筑；7、下中板上部土体开挖；8、二层建筑；9、钢支撑上部土体开挖及钢支撑架设；10、底板上部土体开挖；11、底层建筑。

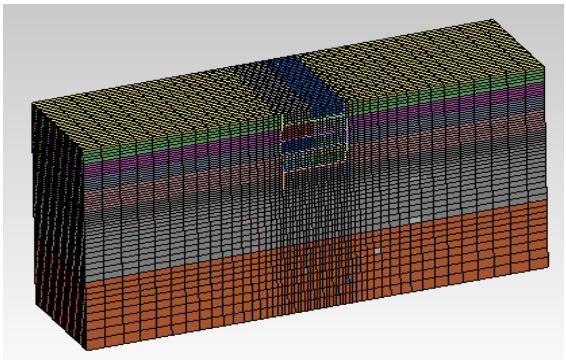


图 2.1 开挖前网格模型

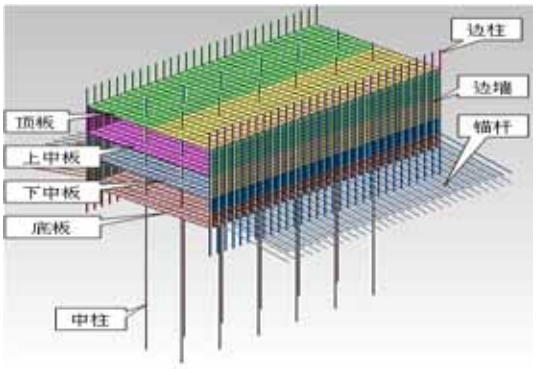


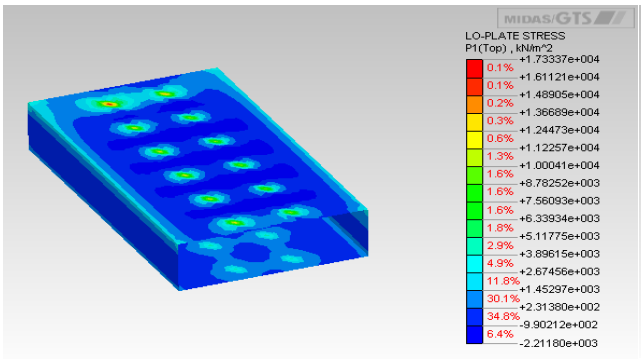
图 2.2 板、柱、桩模型图

3 材料参数

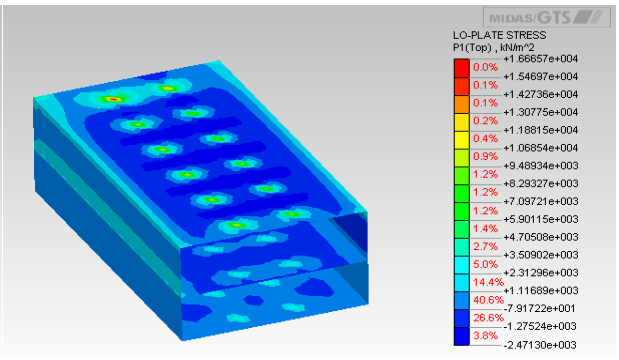
选取的材料参数见下表

材料名	弹性模量/Mpa	泊松比	面积/m^2	比重/KN/m^3	C/kPa	φ/^{O}
1-杂填土	10.55	0.30		17.5	0.0250	20.5
2-粉土夹粘土	16.25	0.29		19.0	0.0241	30.7
3-粉细砂	15.00	0.29	0.00038	20.2	0.0010	35.0
4-粉质粘土	15.00	0.30		21.3	0.0368	35.0
5-粉细砂	15.00	0.29	0.26	20.2	0.0010	35.0
6-卵石圆砾夹粘土	60.00	0.29	0.45	21.0	0.0060	40.0
7-卵石圆砾夹粘土	60.00	0.29	0.45	21.0	0.0060	40.0
中柱	50000	0.20		29.0	0.0250	20.5
边桩、中桩	31000	0.20		25.0	0.0241	30.7
钢支撑	钢支撑采用直径 800mm，壁厚 14mm 钢管					
楼板	顶板、底板 0.9m，中间板 0.35m，边墙 0.6m					

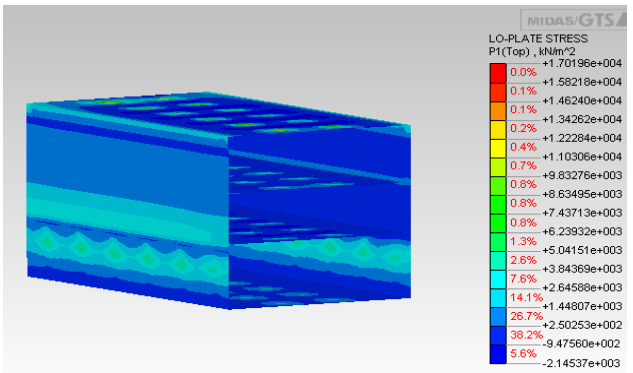
4 计算结果



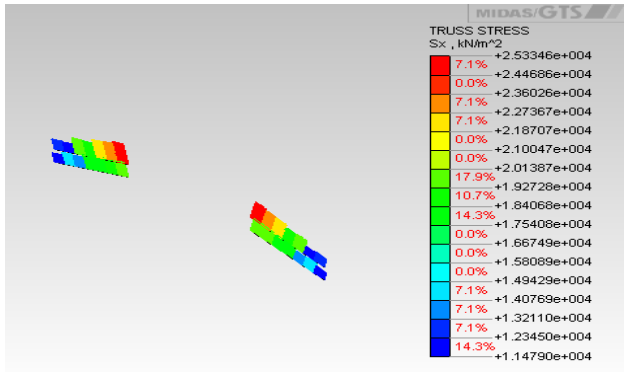
4.1 顶层建筑完成后楼板、边墙 P1(TOP)应力云图



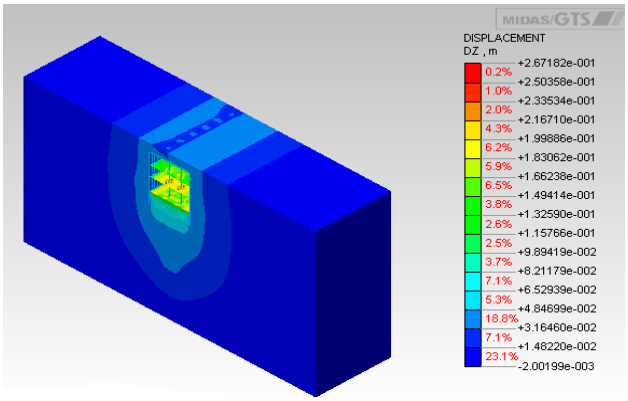
4.2 二层建筑完成后楼板、边墙 P1(TOP)应力云图



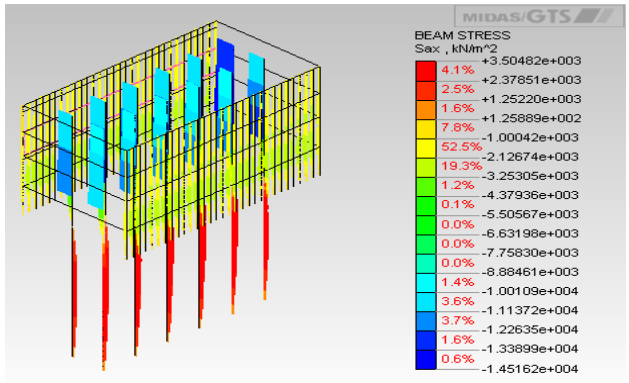
4.3 底层建筑完成后楼板、边墙 P1(TOP)应力云图



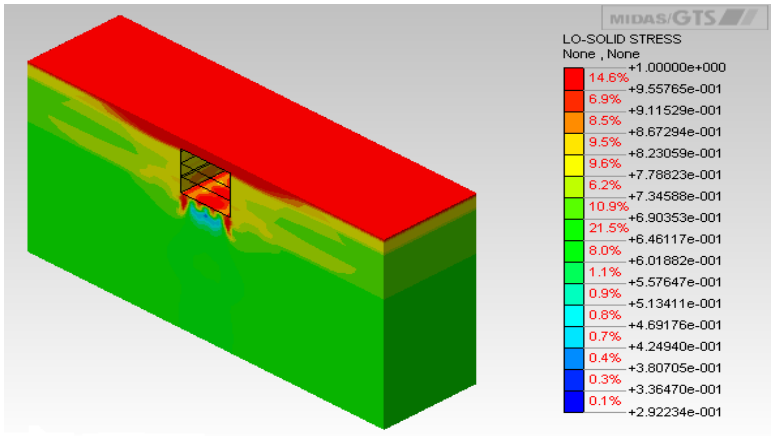
4.4 底层建筑完成后锚杆应力图



4.5 底层建筑完成后 Z 方向位移云图



4.6 底层建筑完成后边柱,中柱,桩,钢支撑应力云图

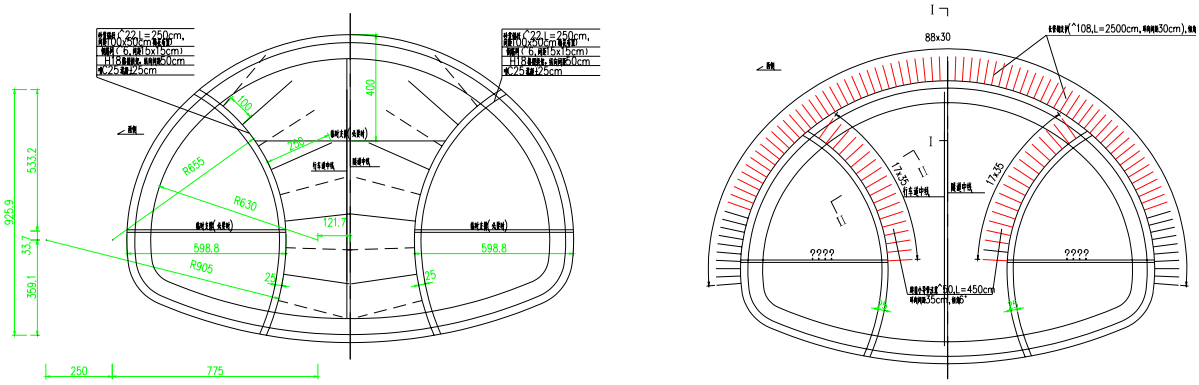


4.7 底层建筑完成后土体屈服比率云图

某隧道 CRD 施工

1 工程背景

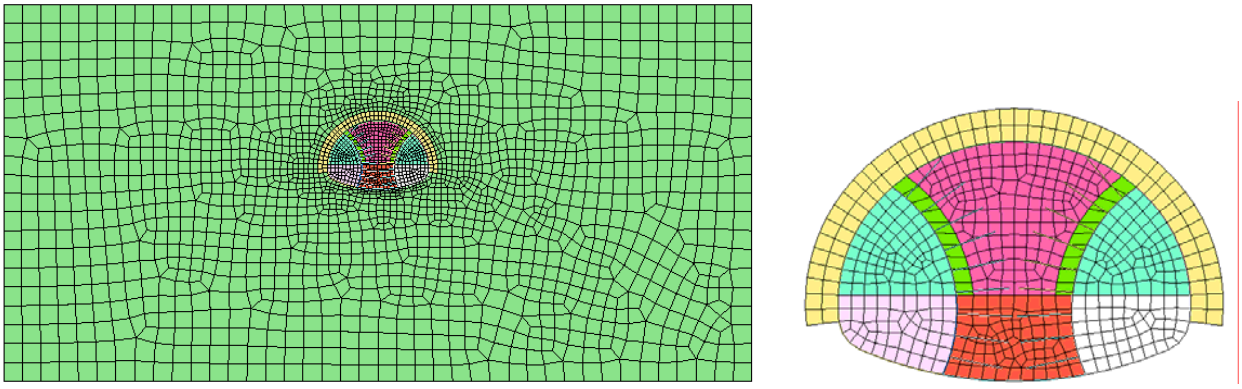
隧道东线起点里程桩号为 K17+800，终点里程桩号为 K18+240；道路路面设计高程 99.987—92.595m，道路纵坡为 1.68%，净宽 12.5m，净高 5.00m，隧道全长 440m。采用 CRD 施工。



隧道剖断面

2 模型

模型尺寸为 120m×60m，隧道埋深为 18.4m。本模型中，只计算左线隧道，大管棚支护和超前小导管注浆，采用平面应变单元，等效为注浆加固。



模型网格

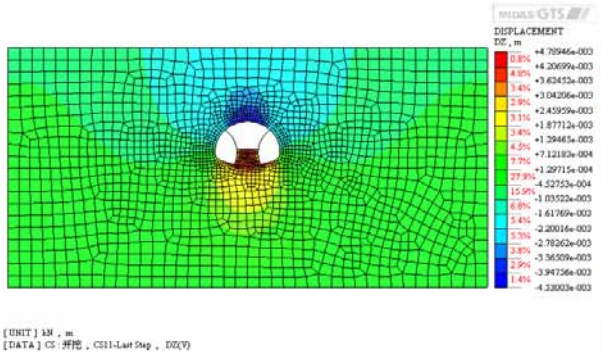
3 材料参数

选取的材料参数见下表：

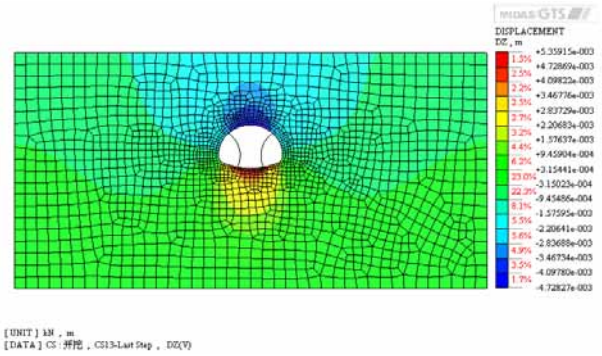
	E (MPa)	v	密度 (g/cm3)	c (KPa)	phi	ko
围岩	800	0.4	1.5	150	20	1
注浆加固	1000	0.35	2.15	300	25	-
初支	30000	0.2	2.4	-	-	-
锚杆	210000	0.2	7.8	-	-	-

4 计算结果

4.1 竖向位移

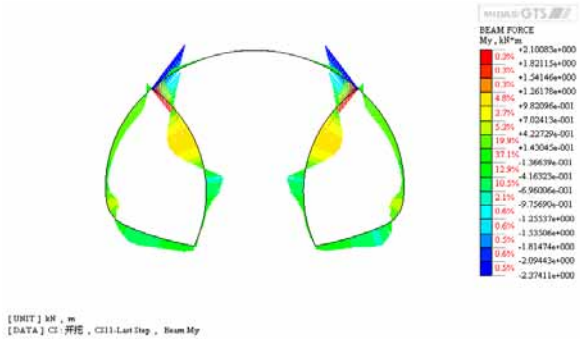


第 5 步开挖（初支和锚杆）

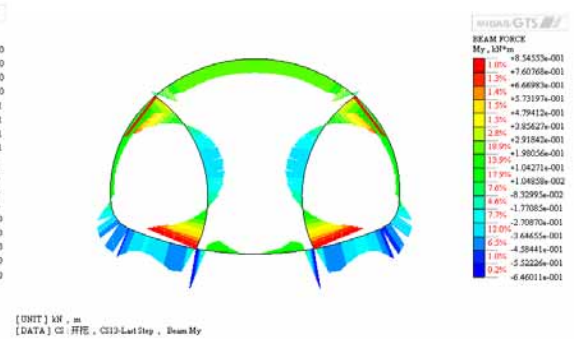


第 6 步开挖（初支和锚杆）

4.2 初支弯矩

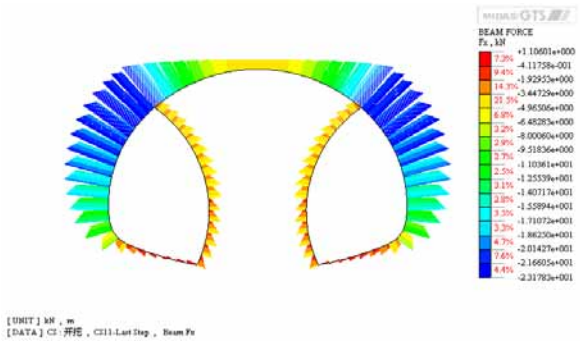


第 5 步开挖（初支和锚杆）

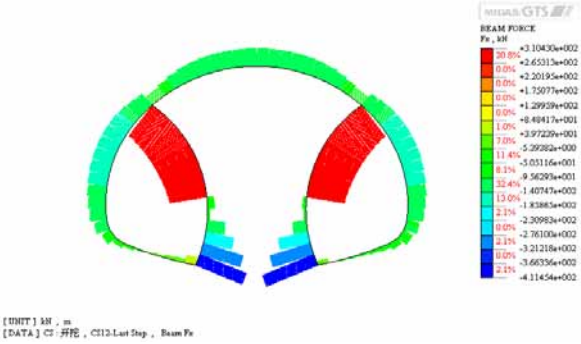


第 6 步开挖（初支和锚杆）

4.3 初支轴力

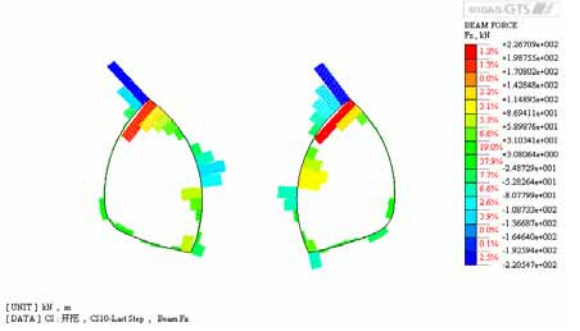


第 5 步开挖（初支和锚杆）

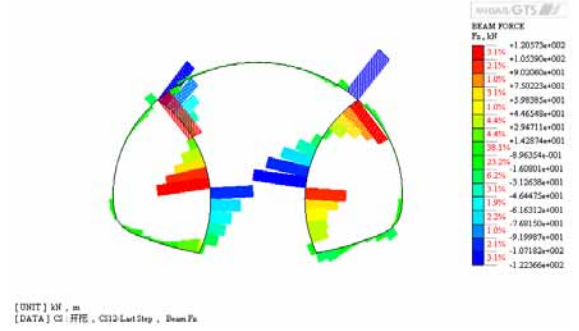


第 6 步开挖（初支和锚杆）

4.4 初支剪力



第 5 步开挖（初支和锚杆）



第 6 步开挖（初支和锚杆）

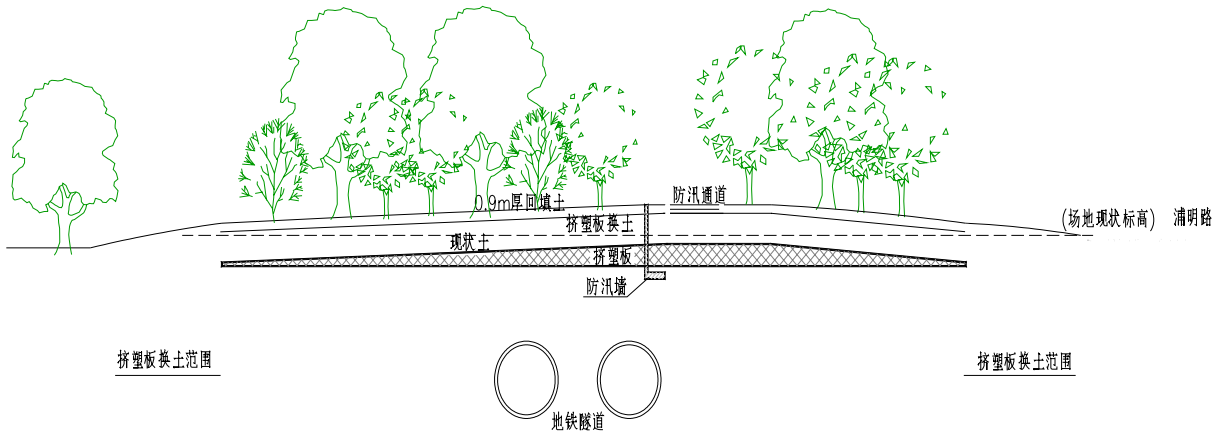
上海世博公园地铁 8 号线保护区域内景观覆土方案

1 工程背景

世博会园区中心绿地位于演艺中心和水门广场之间的公园用地，处于地铁 8 号线上方。根据地铁相关规定，在地铁隧道两侧外各 50 米范围内新增荷载不得大于 2 吨。在此段范围内的设计须考虑对地铁的保护，以下为世博公园工程跨越地铁 8 号线部分专项设计方案。

世博公园位于演艺中心和水门广场之间的公园用地为 30307m^2，须进行保护的范围为 16942 m^2。在保护范围内新增荷载大于 2 吨的范围为 7500 m^2。（即原地面标高为 4.5 米，设计标高在 5.5-7.0 之间的范围）故在这范围内使用挤塑板换土的方法，达到降低荷载的目的，满足地铁保护的需要。

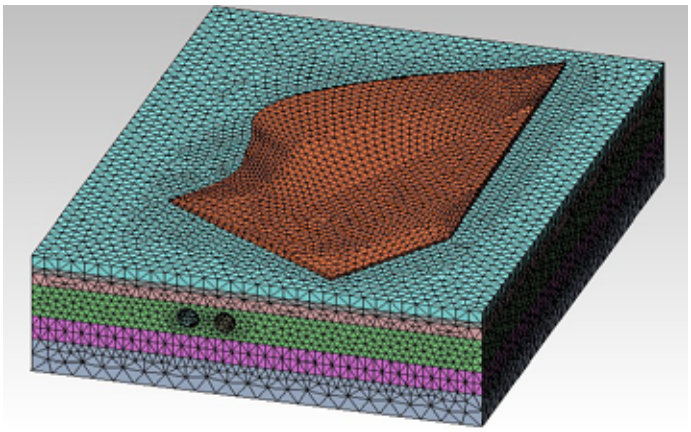
为了满足地铁保护需要，又满足挤塑板抗浮要求。在场地现状标高（4.5m）基础上往下挖 2.3m，其中 1.6m 为挤塑板，0.7m 为现状土。在场地现状标高基础上往上堆 2.5m，达到 7m 标高，其中，1.6m 为挤塑板置换的土，0.9m 为新增加的土。用挤塑板换土的方法达到保护地铁的要求。简图如下



设计剖面图

2 模型

模型采用 135m×181m×50m(X×Y×Z)区域模拟地层，上方黄色区域为卸载和堆载的区域，总面积约为 16942 m^2。施工步骤如下（1）施工Φ700 双轴搅拌桩，采用轻型井点降水，并在 9270m^2 区域内开挖 2.3m 深的土体；(2）回填 1.6m 厚挤塑板；(3）回填 0.7m 厚回填土与原地面平；(4）在地面填筑 1.6m 厚挤塑板换土和 0.9m 厚回填土。



整体模型图

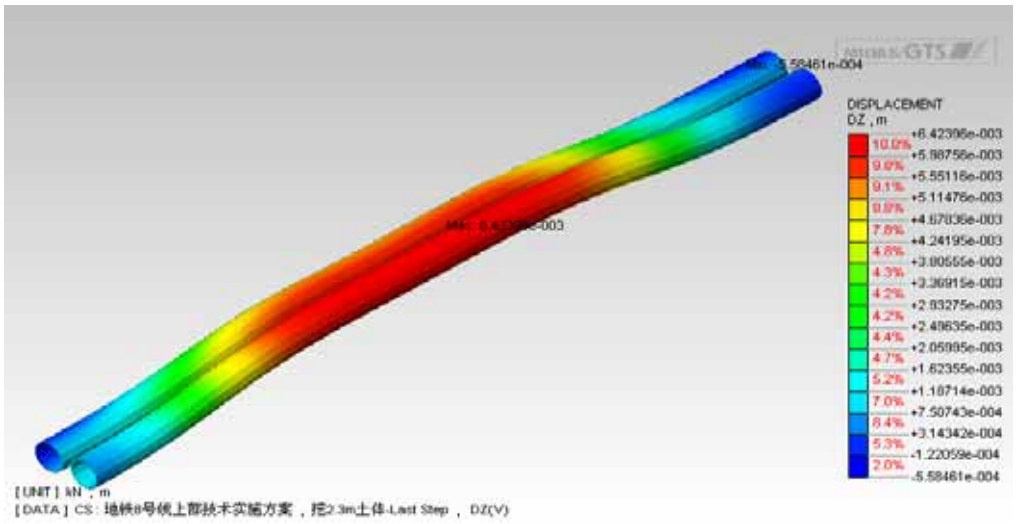
3 材料参数

选取的材料参数见下表：

材料名称	E/kPa	c/kPa	φ /^{0}	γ	单元类型
②粉质粘土	4200	20	19	0.3	实体
③淤泥质粘土	3100	22	20	0.3	实体
④粘土	6500	24	11	0.3	实体
⑤粉质粘土	80000	27	24	0.3	实体
⑥砂土	100000	17	28	0.3	实体
上部回填土	80000	20	20	0.3	实体
挤塑板	100000	—	—	0.25	实体(弹性)
混凝土	30000000	—	—	0.25	实体(弹性)

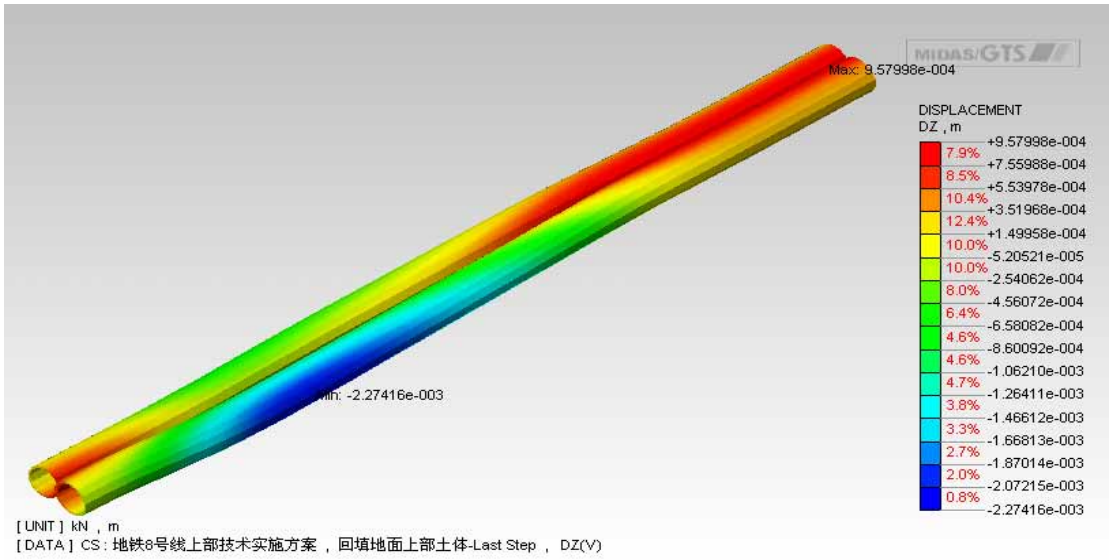
4 计算结果

4.1 开挖 2.3m 深的土体



开挖 2.3m 深衬砌的隆起变形图

4.2 在地面填筑 1.6m 厚挤塑板换土和 0.9m 厚回填土



回填 2.5m 土后的衬砌沉降变形图

直径线预埋段二次衬砌施工阶段力学分析报告

1 工程背景

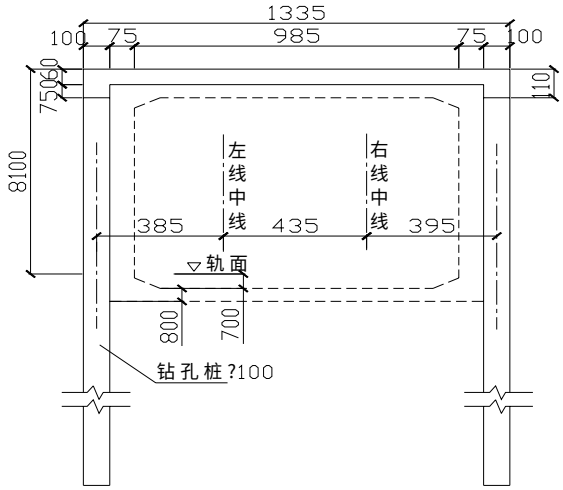


图 1 DK7+400～DK7+458 典型断面图

2 模型

模型的总体尺寸为 50m×18m×30m,模型示意图如图 2.1 所示，图中不同的颜色代表不同的地层；边桩和临时支撑、顶板的示意图如图 2.2 所示

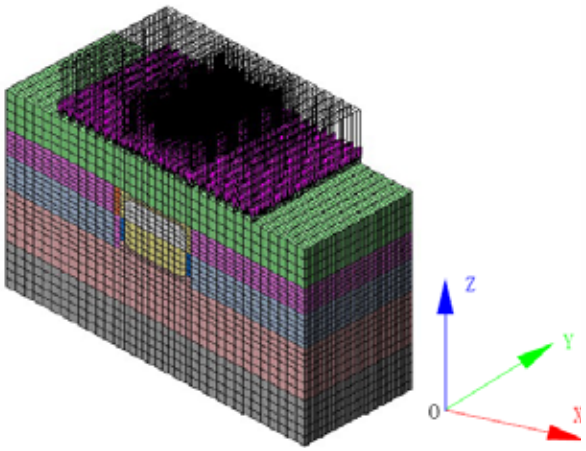
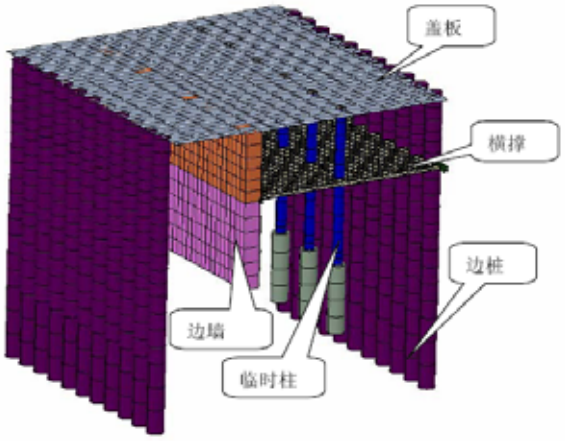


图 2.1 计算模型图



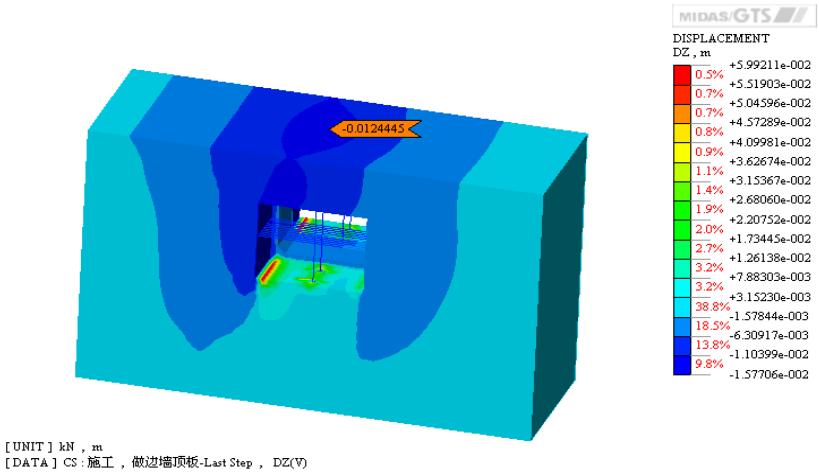
2.2 临时结构计算模型图(DK7+400～DK7+458 段)

3 材料参数

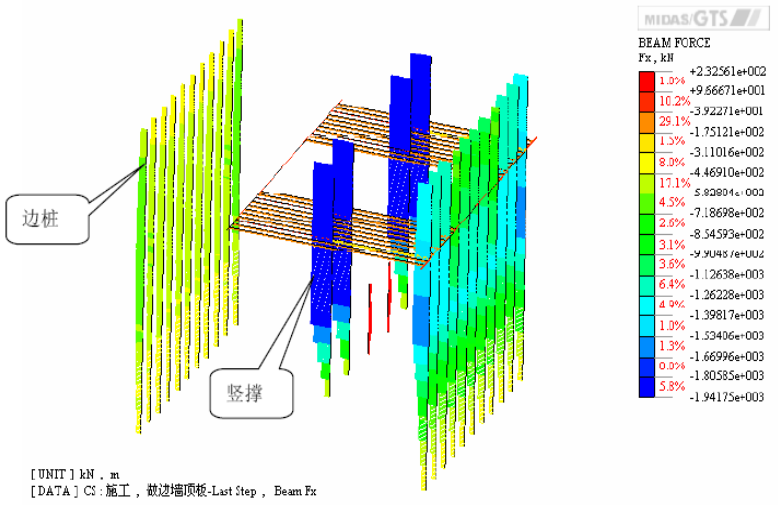
选取土层参数如下表

土层	材料属性	弹性模量/Mpa	泊松比	比重/KN/m^3	C/kPa	φ/^{O}
土 1	M-C	8	0.32	17	10	12
土 2	M-C	10	0.30	19	25	20
土 3	M-C	12	0.28	20	30	20
土 4	M-C	15	0.27	20	30	24
土 5	M-C	60	0.25	21.5	3.5	36

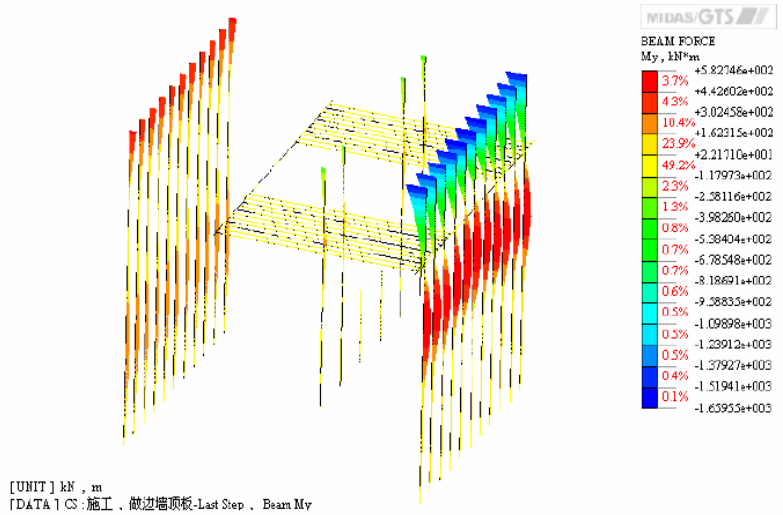
4 计算结果



4.1 DK7+400～DK7+458 段施做边墙和顶板时 Z 方向位



4.2 DK7+400～DK7+458 段施做边墙和顶板时边桩和支撑的轴力

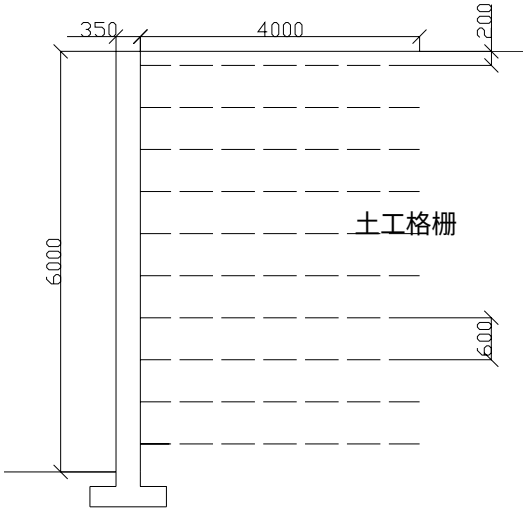


4.3 DK7+400～DK7+458 段施做边墙和顶板时边桩和支撑的弯矩

某土工格栅加筋式挡墙

1 工程背景

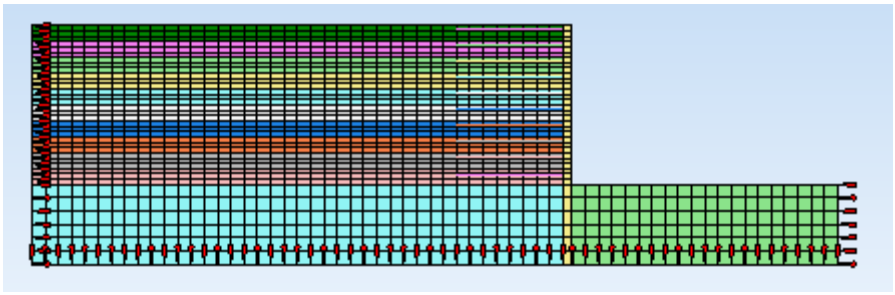
某地区修建一座土工格栅加筋式挡墙（如图 1 所示），土墙墙高 H=6m，无浸水情况，墙后填土为砂性土；挡墙面板为 C20 砼板，板厚 35cm；土工格栅间距为 0.6m，共 10 层，容许拉应力[Ta]＝50kN/m，设计长度 4m，与墙面牢固连接；地基为碎石土地基，地基承载力高，压缩性小。



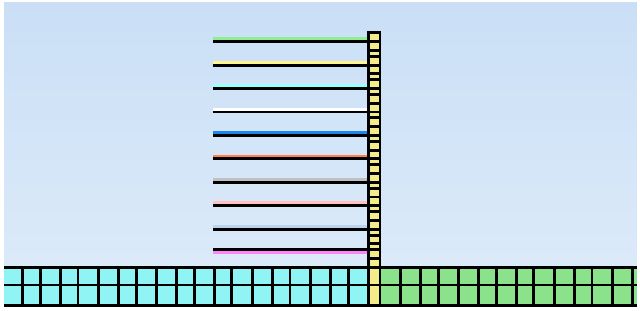
计算结构示意图

2 有限元模型

土墙墙高 H=6m，分十步堆载。



整体网格图



土工格栅布置图

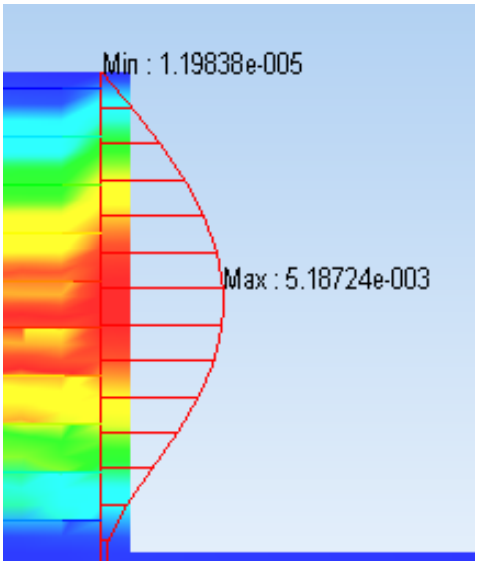
3 材料参数

选取材料参数见下表

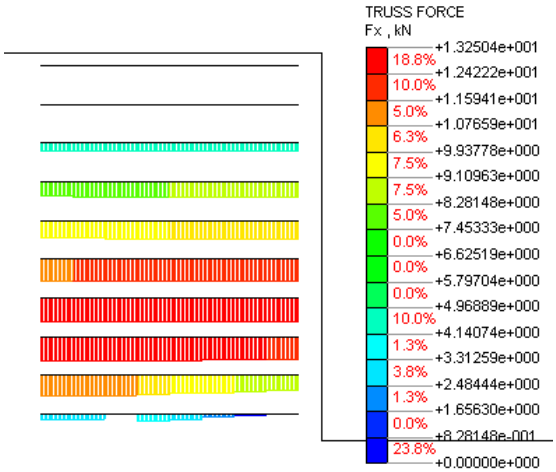
土体单元计算参数				
密度（kN/m3）	变形模量 E（MPa）	泊松比(v)	内摩擦角（φ0）	粘聚力（kPa）
1.8	30	0.35	30	1

格栅单元计算参数			接触单元计算参数		
厚度（mm）	弹性模量 E（MPa）	泊松比(v)	横向刚度（MPa/m）	内摩擦角（φ0）	粘聚力（kPa）
5	26	0.33	2.3	27	9

4 计算结果



墙面水平位移图（m）

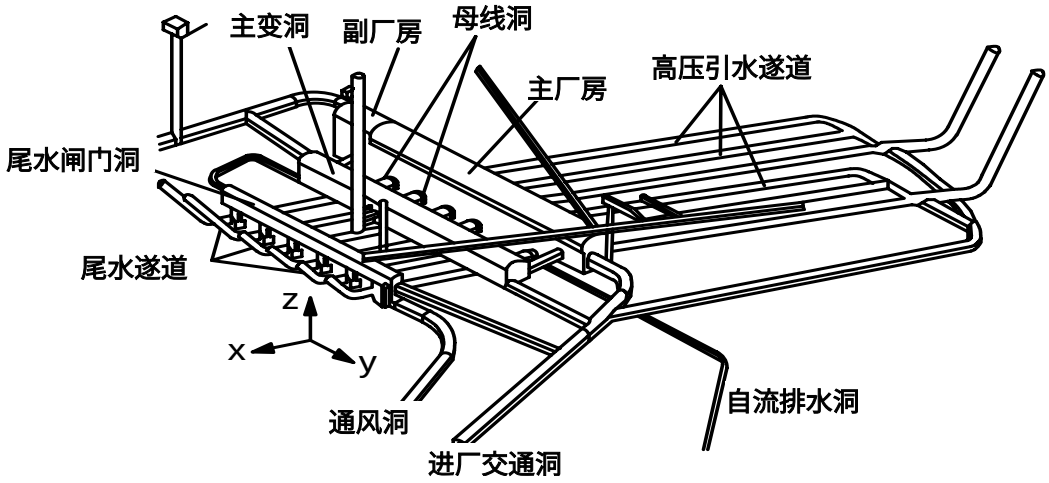


筋材拉力图(kN)

某地下厂房施工阶段分析

1 工程背景

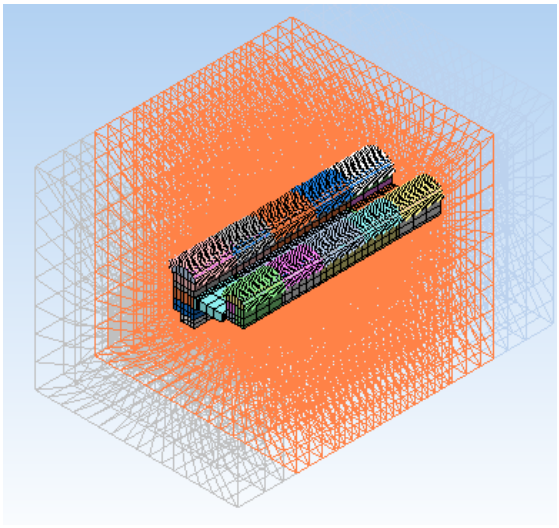
地下厂房采用尾部布置方式，由主副厂房、主变洞、尾水事故闸门洞 3 个平行排列的主要洞室，以及用于电缆、交通、通风、排水的洞室与竖井组成 (图 1)。整个洞室群位于雄厚的山体中，地下埋深为 160m～200m。主副厂房长 200.7m，宽 21.0m～22.4m，高 47.53m，纵轴线方位 N30 ° W，与压力钢管进厂方向成 64 ° 交角；主变洞长 180.9m，宽 18.0m，高 27.73m，与厂房净间距 33.5m，与厂房之间用 6 条母线洞和 1 条主变运输洞相连；尾水事故闸门洞与厂房净间距 78.4m。



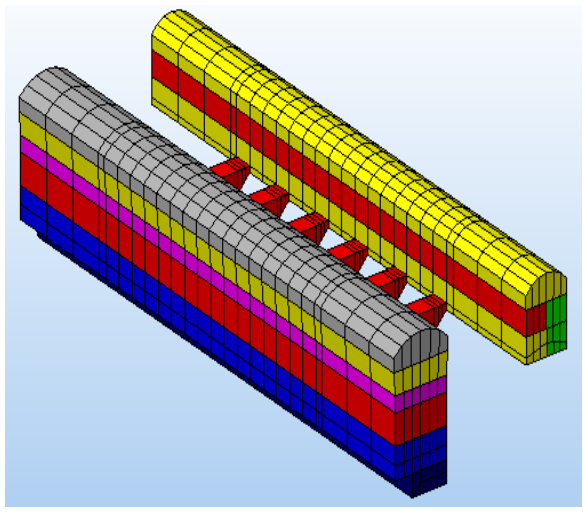
地下电站地下厂房洞室群布置图

2 有限元模型

模型尺寸为 X×Y×Z=205m×320m×195 m，分步开挖，每次进尺 39m，边挖边做支护结构。



整体模型图

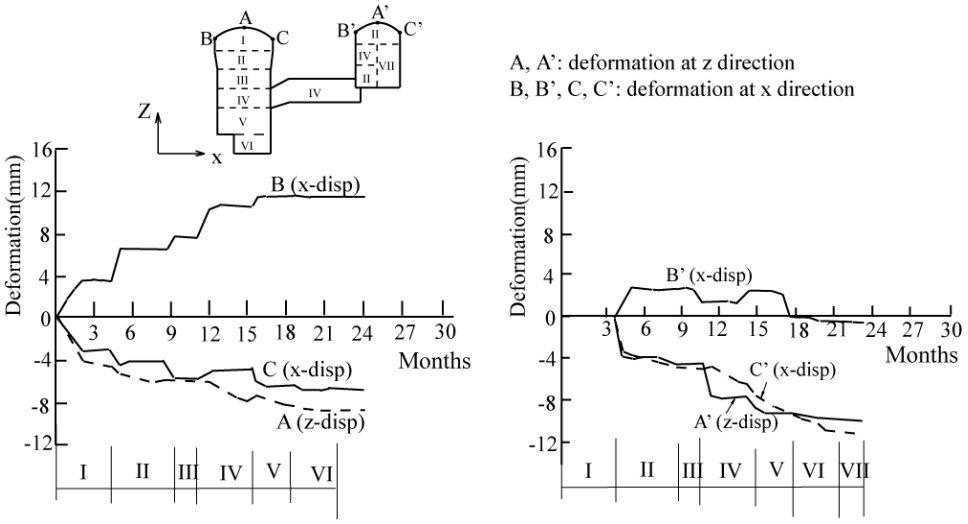


洞室群分期开挖图

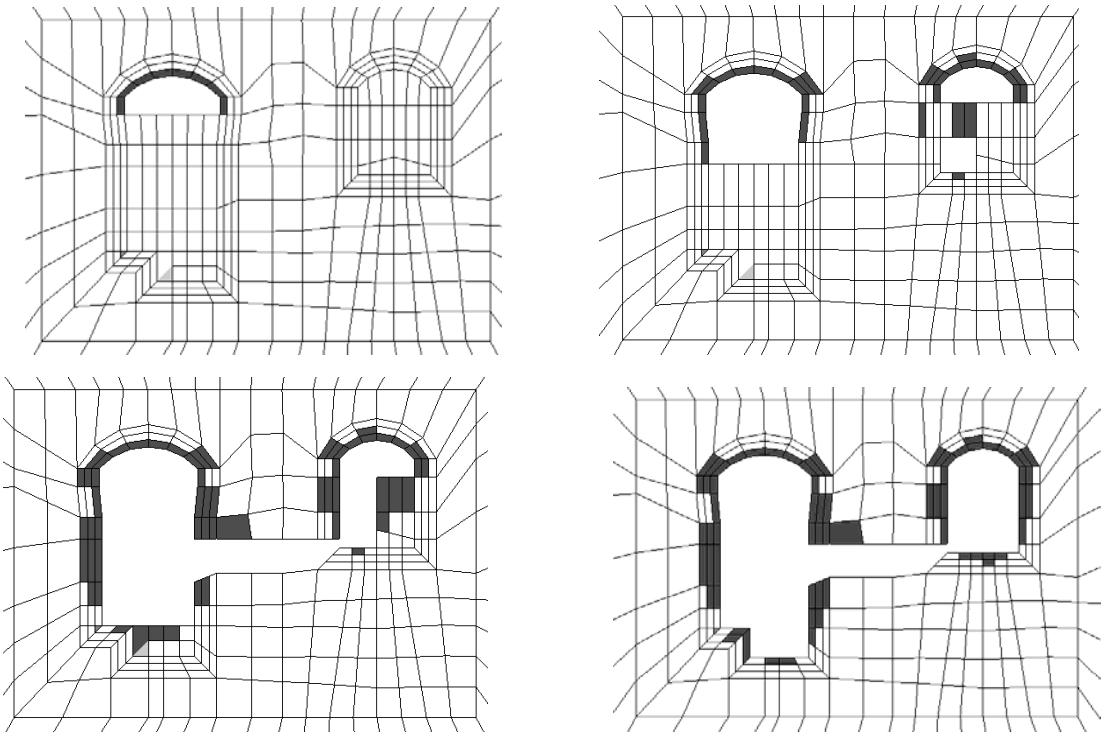
3 材料参数

计算采用常用的 Drucker-Prager 弹塑性模型。因为地下抽水蓄能电站地下厂房洞室群区域内无III级以上的大结构面，所以将整个计算范围内的围岩视为均质材料。根据岩石试验结果，取围岩的计算参数为：容重γ=26.1kN/m3,弹性模量 E=6.8×104MPa,泊松比ν=0.22,内摩擦角φ=50°,凝聚力 c=0.3MPa,屈服应力σs=2.0MPa。

4 计算结果



洞室顶点和角点的 z 或 x 方向位移图



各开挖阶段的塑性区图

某方形基坑施工开挖模拟

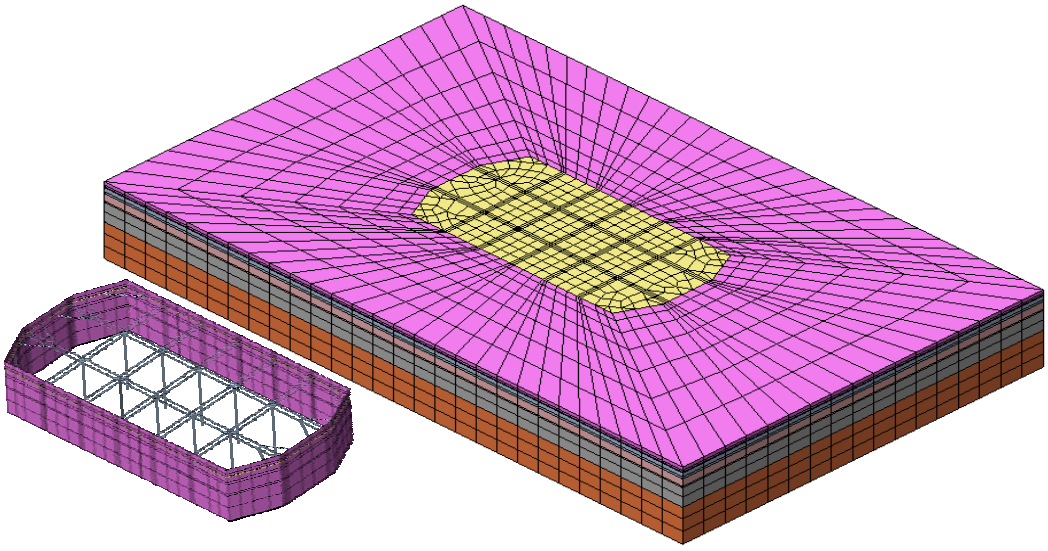
1 工程背景

某深基坑工程开挖深度为 7.5m，平面尺寸为 88.2 m×45.1m ;；计算深度以内以粉质粘土及淤泥质粉质粘土为主。

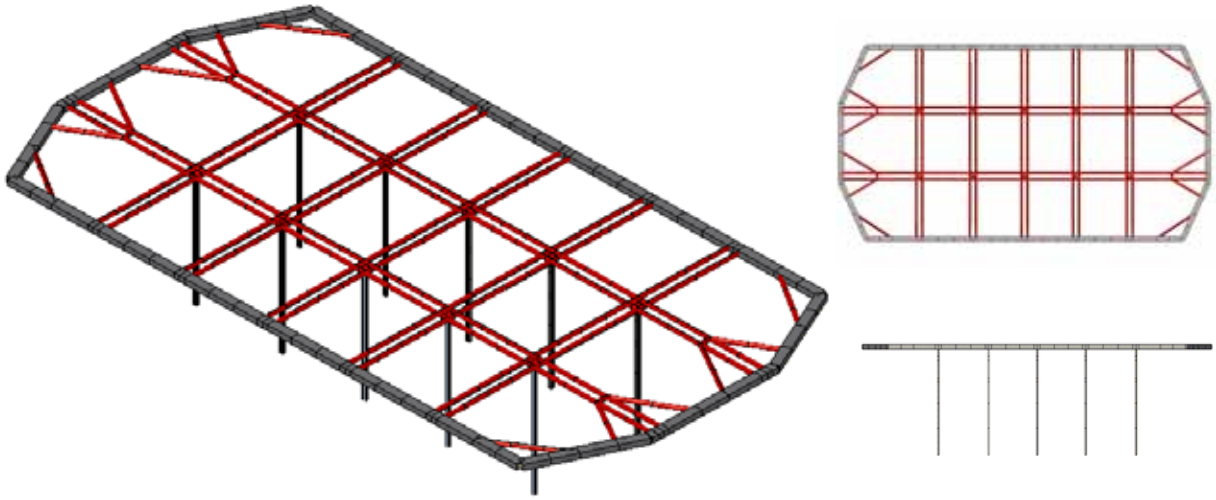
根据场地的地质情况和基坑开挖深度，支护体系采用：850mm 厚 SMW 地下连续墙，墙深 15.6m;圈梁截面尺寸为 1200mm×800mm ;设一道钢管支撑，支撑截面尺寸为 609mm ×12 mm；工字钢立柱，截面尺寸为：400 mm×400 mm×13 mm×21 mm。

2 有限元模型

CS1：初始应力场
CS2：第一次开挖
CS3：加 SMW
CS4：第二次开挖
CS5：加顶圈梁、支撑及立柱
CS6：第三次开挖



有限元整体模型



围护结构图

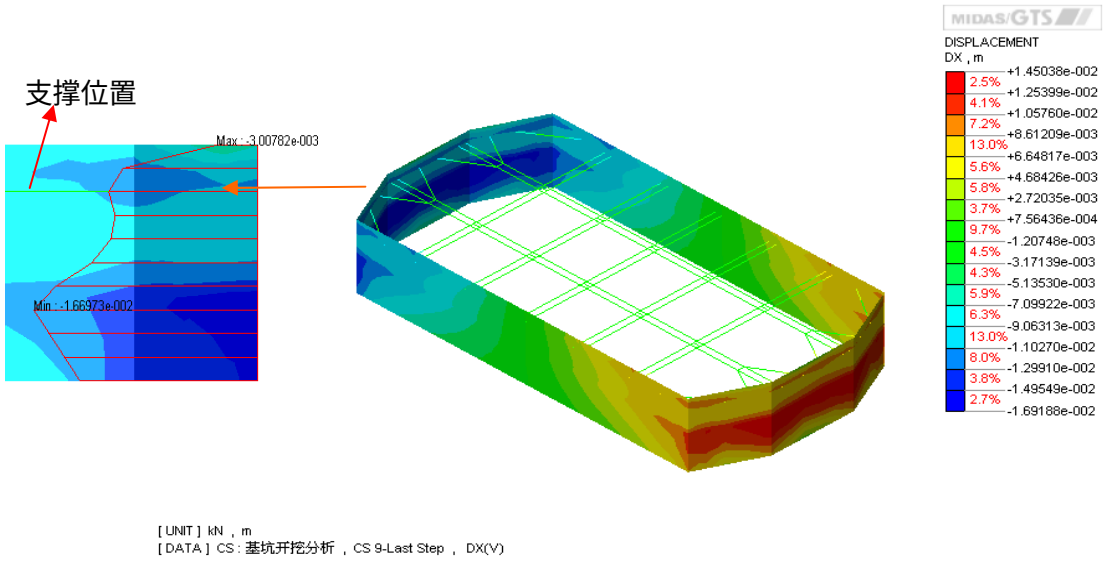
3 材料参数

选取材料参数见下表：

层号	层名	γ	C	Φ	E	K0
		KN/m^3	KPa	度	kN/ m^2	
1	素填土	18	2	2	5000	0.67
2	粉质粘土	18.6	21	15.5	8000	0.65
3	淤泥质粉质粘土	17.5	20	20	8000	0.65
4	淤泥质粘土	16.7	11	11.3	8000	0.6
5	粉质粘土	17.6	13	14.6	14000	0.6

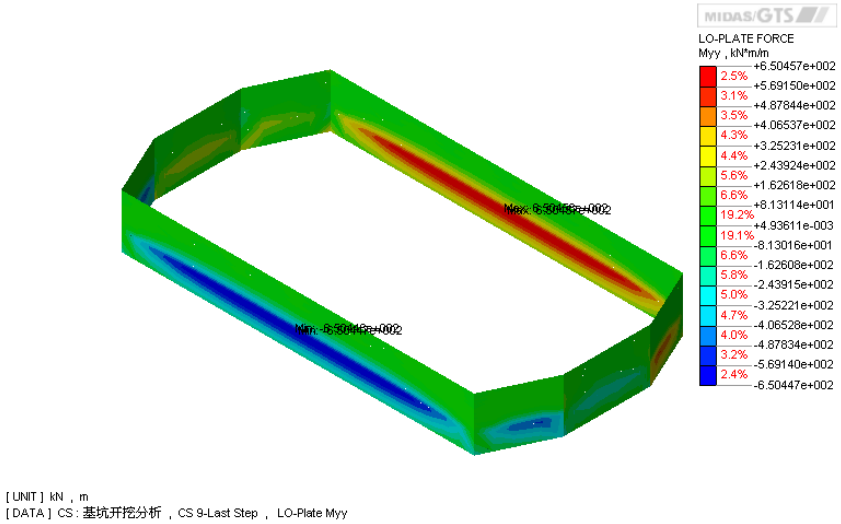
4 计算结果

4．1 位移图



CS 6 连续墙 DX 方向位移图（m）

4．2 弯距图

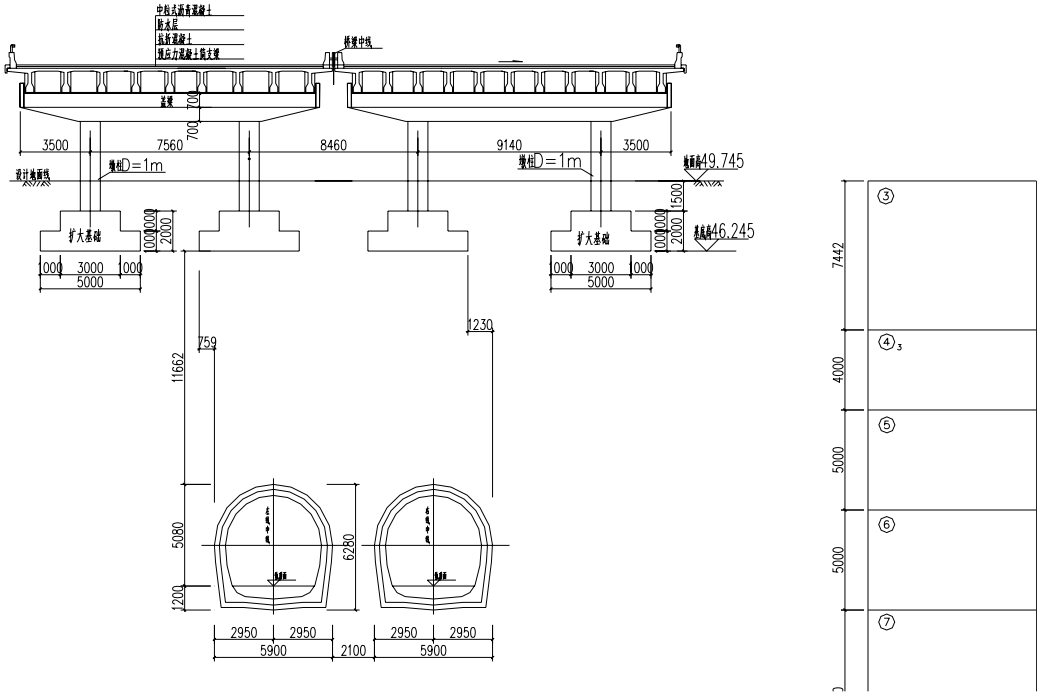


CS 6 连续墙 Myy 图(kN*m)

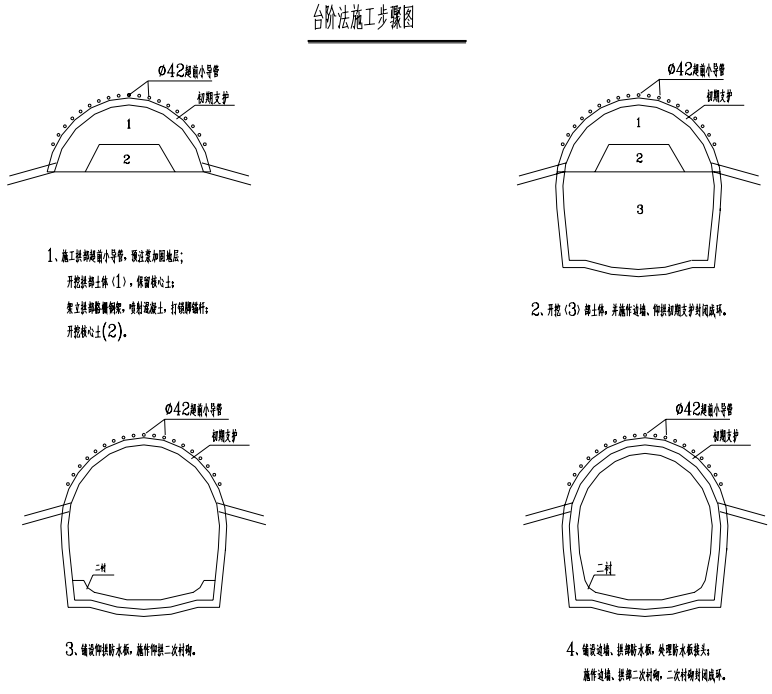
某地铁施工对桩基影响计算

1 工程背景

某地铁区间隧道上部有市政桥梁，桩基为扩大独立基础。地铁施工开挖采用台阶法，左右隧道开挖在纵向错开 10m。计算开挖过程中，对桩基的影响。



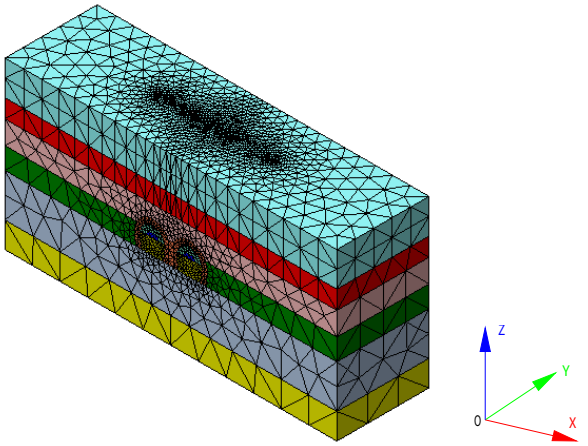
地铁与桥梁位置剖面图



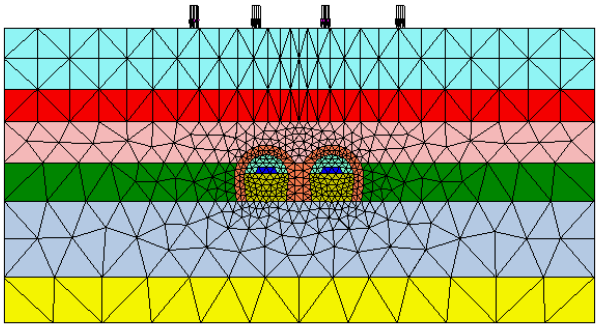
地铁施工开挖步骤

2 模型

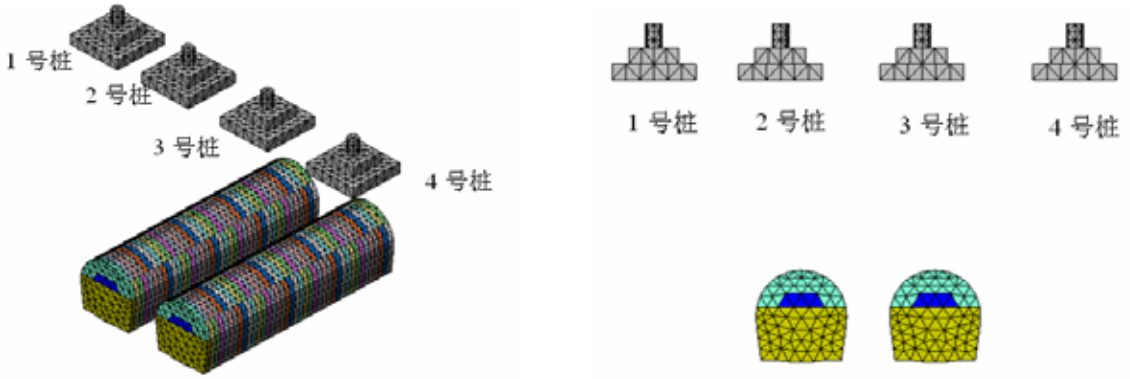
模型的总体尺寸 X*Y*Z = 72m×20m×36m，隧道开挖进尺为 0.5m。



总模型网格



前视图



隧道与桩基位置关系网格图

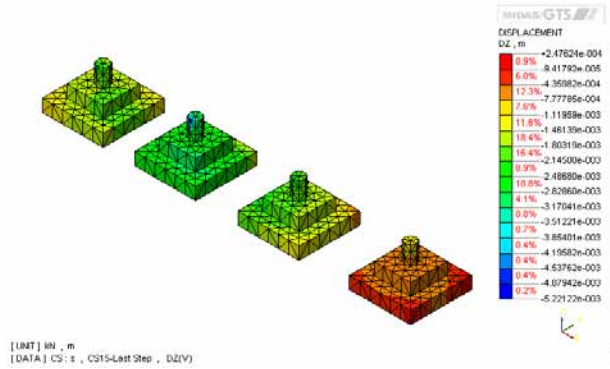
3 材料参数

选取的材料参数见下表：

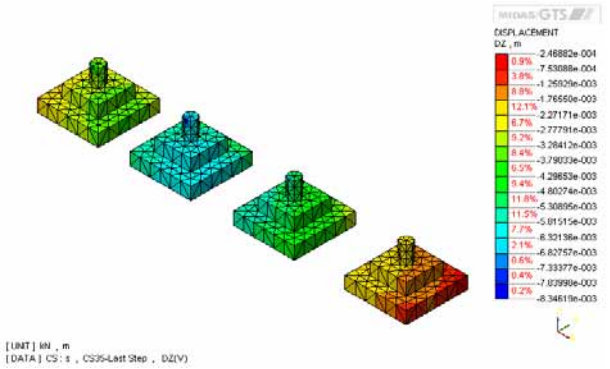
	E（MPa）	v	密度 (g/cm3)	c（KPa）	phi	ko
土 1	10	0.29	1.9	25	20	0.43
土 2	12	0.3	2.0	30	30	0.43
土 3	15	0.3	2.0	30	30	0.43
土 4	40	0.31	2.1	35	30	0.45
土 5	50	0.28	2.1	20	36	0.39
土 6	60	0.25	2.15	20	36	0.39
注浆加固	60	0.3	2.15	50	40	-
桩基	31000	0.2	2.5	-	-	-
二衬	31000	0.2	2.5	-	-	-
初支	20000	0.2	2.3	-	-	-

4 计算结果

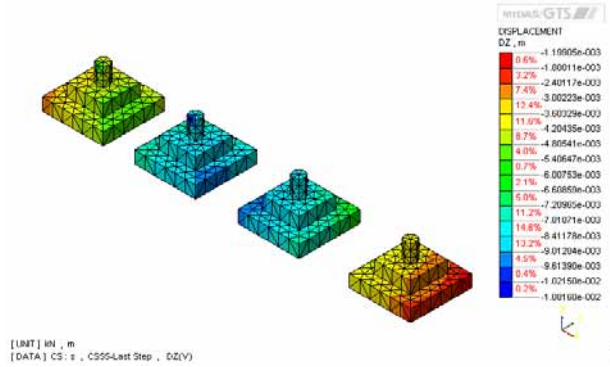
4.1 竖向位移



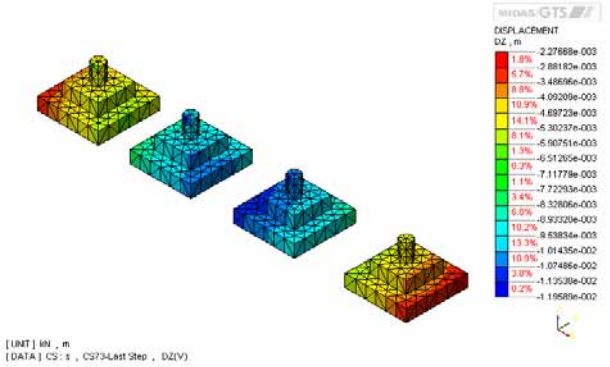
第 15 个施工阶段竖向位移 DZ



第 35 个施工阶段竖向位移 DZ

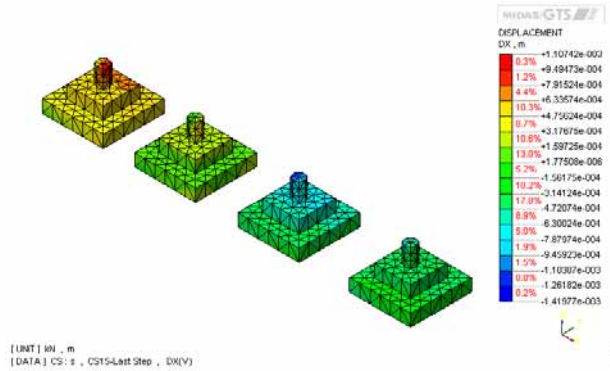


第 55 个施工阶段竖向位移 DZ

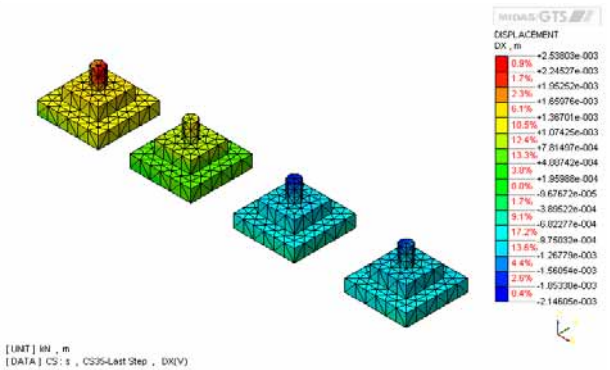


第 73 个施工阶段竖向位移 DZ

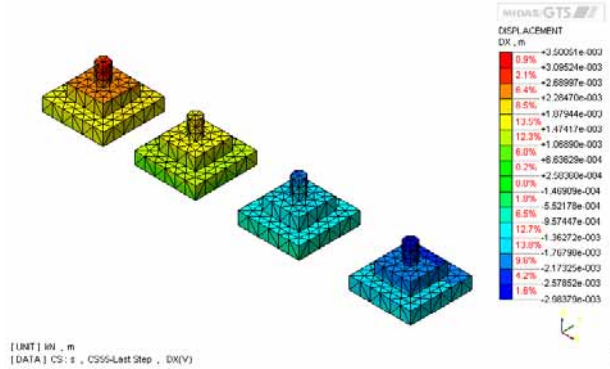
4.2 水平位移



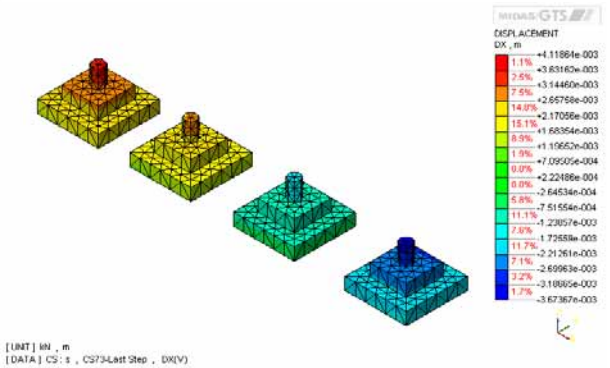
第 15 个施工阶段竖向位移 DX



第 35 个施工阶段竖向位移 DX



第 55 个施工阶段竖向位移 DX

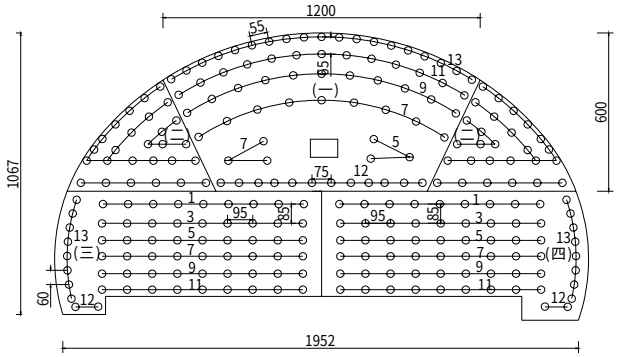


第 73 个施工阶段竖向位移 DX

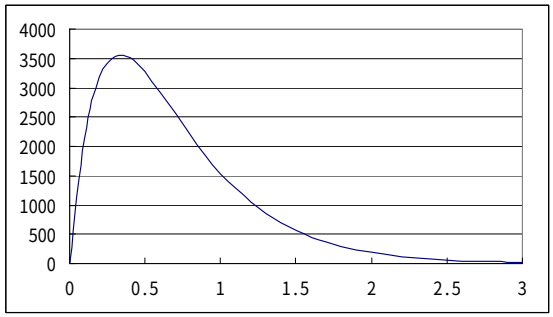
某隧道爆破施工分析

1 工程背景

某隧道左右线进口最小净距 23m，洞身左右线最大净距 51m，出口最小净距 20.8m。隧道采用光面爆破开挖，根据不同围岩类别采用不同的炮眼布置和不同的装药量。

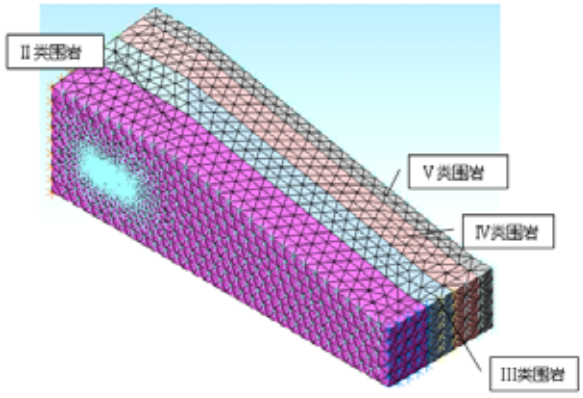


开挖炮眼布置图

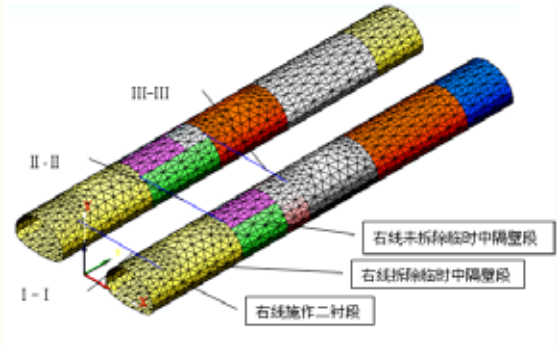


爆破荷载时程

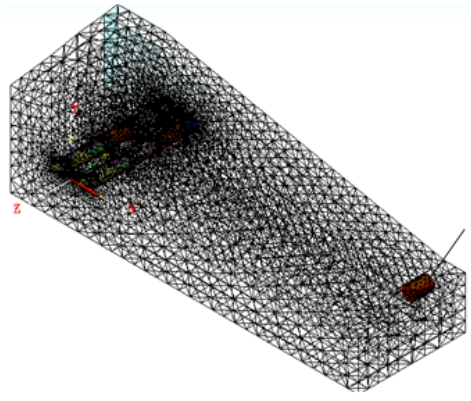
2 模型



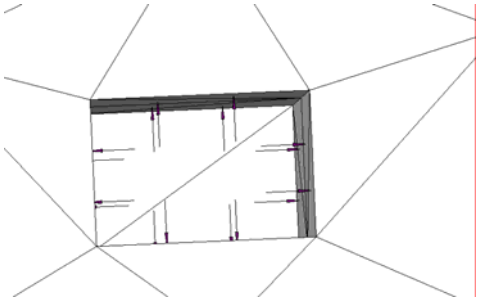
爆破计算模型



隧道网格图



油库位置图



掏槽眼孔壁面上面压力示意图

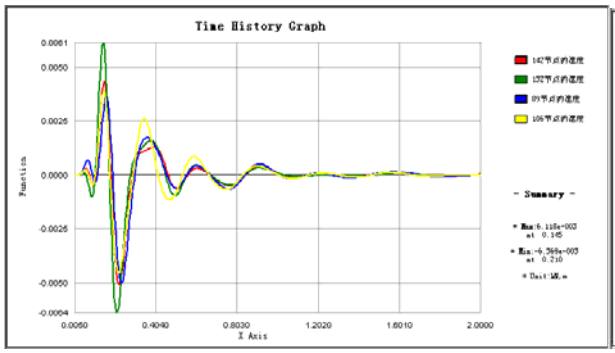
3 材料参数

选取的材料参数见下表：

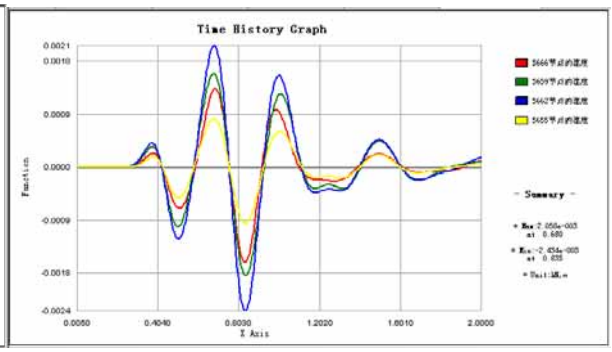
	E (GPa)	v	密度 (g/cm3)	c (KPa)	phi	ko
II 类围岩	1.0	0.34	16.3	21	24.58	—
III类围岩	1.3	0.3	20	150	39	-
IV类围岩	6.0	0.3	23	700	39	-
V 类围岩	20	0.24	25	1500	50	

4 计算结果

4.1 时程曲线图



右线二衬段测点速度时程曲线图

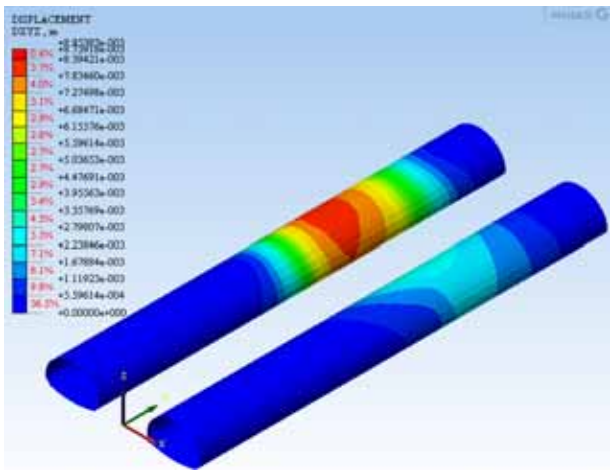


油库测点速度时程曲线图

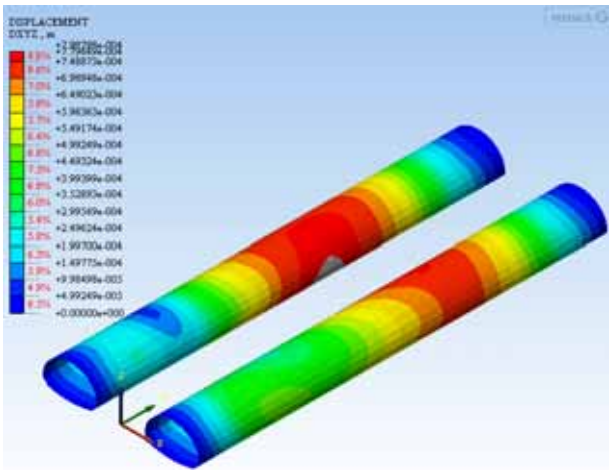
第 13 个施工阶段竖向位移 DZ

第 30 个施工阶段竖向位移 DZ

4.2 隧道外轮廓位移

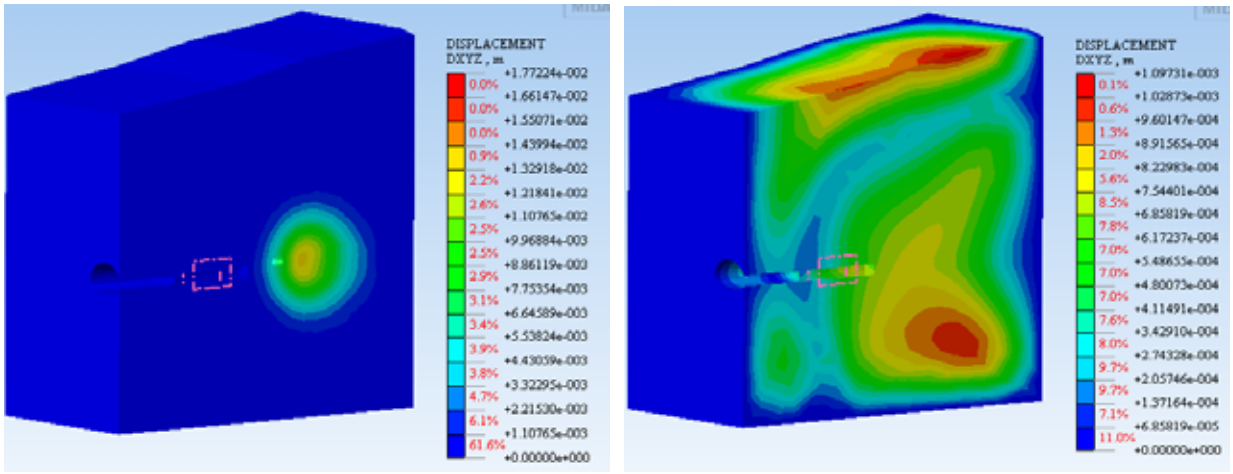


0.04s

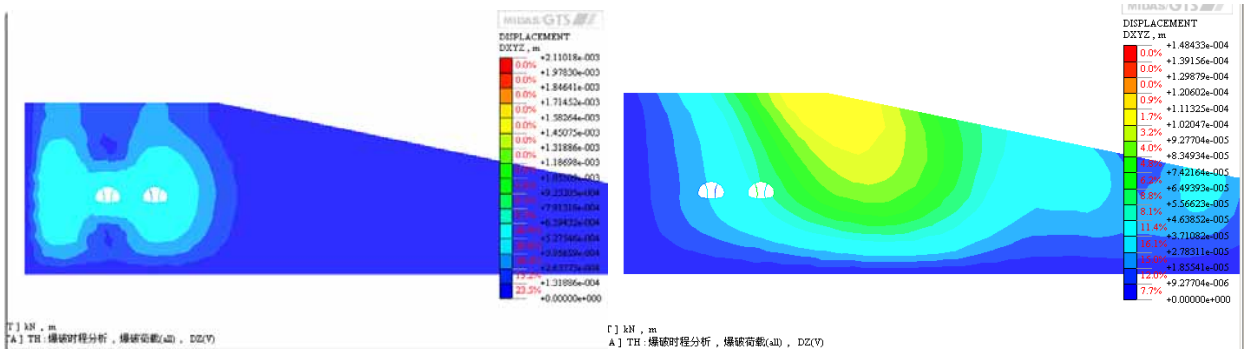


0.2s

4.3 模型位移

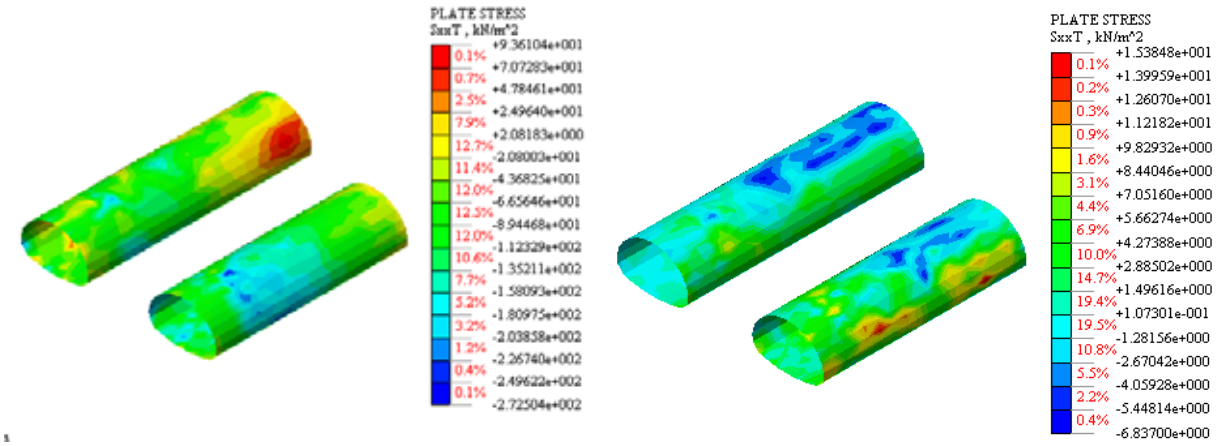


0.03s 隧道左线纵剖面方向位移 0.2s



0.1s 爆破位置横剖面位移 1.5s

4.4 已施工完成结构应力



0.3s 2s

MIDAS GTS

Geotechnical & Tunnel analysis System

MIDAS 北京迈达斯技术有限公司

MIDAS Information Technology Co.,Ltd.

北京总公司

地址：北京市海淀区中关村南大街乙56号方圆大厦1307室

电话：010-51659908 传真：010-51659909 邮编：100044

Email: beijing@midasuser.com

广州分公司

地址：广州市越秀区东风中路445号越秀城市广场北塔1403室

电话：020-61133618 传真：020-61133628 邮编：510030

Email: guangzhou@midasuser.com

上海分公司

地址：上海市徐汇区肇家浜路1065号飞雕国际大厦2704室

电话：021-51697500 传真：021-51697510 邮编：200030

Email: shanghai@midasuser.com

成都分公司

地址：成都市骡马市青龙街钱江铂金时代1号楼6楼206室

电话：028-86283122 传真：028-86283123 邮编：610014

Email: chengdu@midasuser.com