

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2025.02.007

欢迎按以下格式引用:朱英豪,王莉平,朱才辉,等.第四届大学生岩土工程竞赛全过程分析及探讨[J].高等建筑教育,2025,34(2):52-62.

第四届大学生岩土工程竞赛 全过程分析及探讨

朱英豪^{1,2}, 王莉平¹, 朱才辉¹, 董竹旭¹, 陈晓彤¹

(1.西安理工大学土木建筑工程学院,陕西西安 710048;2.中煤科工生态环境科技有限公司,北京 100010)

摘要:全国大学生岩土工程竞赛旨在激发学生创新意识、提高专业知识学习兴趣、锻炼实践动手能力,以及培养团队协作精神。文章对第四届竞赛准备过程展开了分析和探讨,解读了赛题并确定取胜的关键因素,通过室内试验明确材料物理力学指标,结合理论计算与软件模拟分析得到初步设计方案,在现场试验的基础上对方案进行优化,总结了参赛经验与教训,以期为热爱岩土工程及学科竞赛的学生提供设计思路和参赛经验。

关键词:岩土工程竞赛;基坑开挖;支护结构;方案比选

中图分类号:G642;TU432

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2025)02-0052-11

全国大学生岩土工程竞赛首次举办于2015年,由中国土木工程学会和高校土木工程学科教学指导委员会联合主办,其宗旨是激发青年学生的创新意识,提高学生对岩土工程及相关学科的学习兴趣,锻炼学生的动手实践能力,并培养学生团队协作意识,促进不同高校学生间的沟通交流。岩土工程竞赛每两年举办一次,至2021年已经举办了四届,历届竞赛信息如表1所示。

表1 历届竞赛承办单位及题目

举办时间	承办单位	竞赛题目
2015年	上海交通大学	模型挡土墙建设
2017年	河海大学	基桩建造
2019年	天津大学	城市地下管廊建造
2021年	西安理工大学	支撑条件下的基坑开挖

修回日期:2023-01-15

基金项目:西安理工大学教学改革研究项目(XJY2410)

作者简介:朱英豪(1998—),男,中煤科工生态环境科技有限公司露天(矿山)灾害与生态修复研究中心助理工程师,主要从事岩土工程研究;(通信作者)王莉平(1978—),女,西安理工大学土木建筑工程学院副教授,主要从事岩土工程研究,(E-mail)emmaw1006@126.com。

目前,对岩土工程竞赛的研究主要集中在其对高校人才培养的作用,例如,高磊等^[1]探讨了岩土工程竞赛在人才培养和人才选拔中的作用;曹玲^[2]分析了岩土工程竞赛在创新型人才培养中的发展方向;侯兴民等^[3]以第二届岩土工程竞赛为背景,结合赛题和材料性能对模型的设计与制作进行了分析。现有竞赛研究缺少针对竞赛的全过程解读,文章回顾了西安理工大学代表队的竞赛全过程,以期为热爱岩土工程及参与后续竞赛的学生提供帮助。

一、赛题解读

2021年,第四届全国大学生岩土工程竞赛由中国土木工程学会土力学及岩土工程分会主办,西安理工大学和西安交通大学等单位共同承办。根据参赛要求,共有22个省(市)、自治区的61支高校代表队符合报名条件。经过激烈的竞争,西安理工大学、武汉大学等高校的32支队伍进入决赛。

竞赛以“支撑条件下的基坑开挖”为题。主办方统一提供白卡纸、砂土、透明胶、双面胶和模型箱等材料,要求参赛队在120 min内完成支护结构制作、基坑填埋与开挖和加载测试过程。其中,支护结构由挡土结构和支撑结构组成。加载测试中,初始荷载为5 kg,逐级增加至55 kg后结束,每级荷载10 kg。对支护结构形式无限制,但禁止使用重力式挡土结构,不考虑挡土结构的建造过程,即与砂土一同填埋至模型箱中。填埋过程可用辅助工具固定位置,边开挖边进行支撑,加载测试中禁止偏心加载。各结构和设备布置如图1所示。

竞赛排名由得分决定,得分高者胜。评分标准如表2所示,从表2注释中可以发现,加载沉降量的控制是决胜的关键,其次是材料用量、结构制作耗时量和初赛报告等。

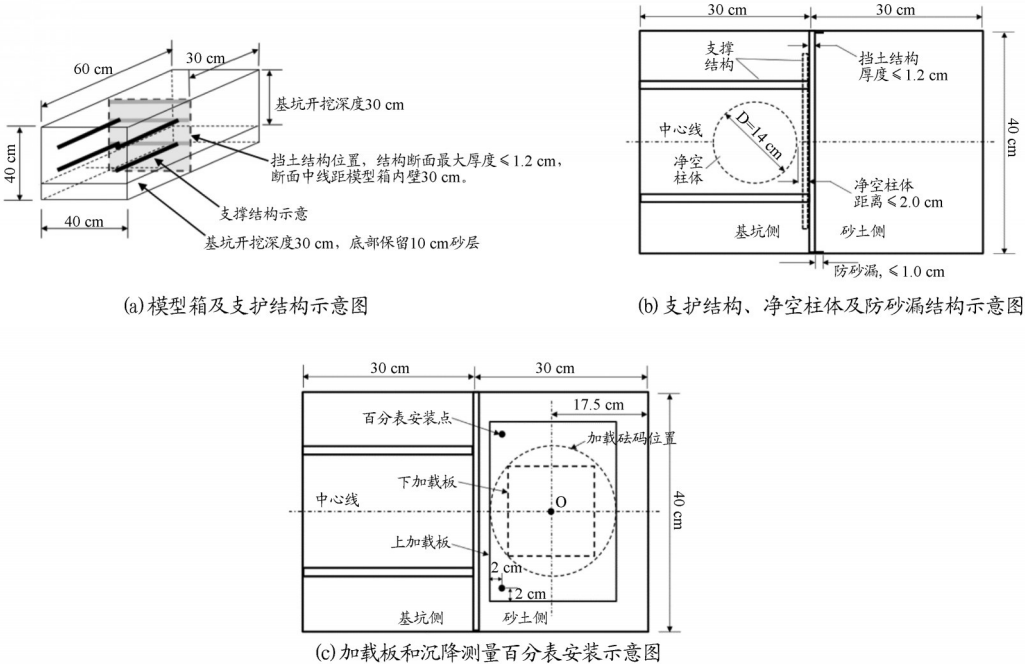


图1 结构和设备布置示意图

二、方案设计及分析

(一) 材料参数的明确

材料的物理力学特性决定用途,材料参数是后续设计工作的基础,极大地影响着理论和模拟计

算的准确性,材料名称及规格如表 3 所示。由于历届竞赛的使用材料不同且试验成果较少,所以有必要进行相关试验明确材料参数。限于篇幅要求,仅给出试验名称、设备及结果,如表 4—表 5 和图 2 所示。

表 2 评分标准

认定档次	认定标准	计分公式及排序
A 挡	满载时, $\delta\leq 15\text{ mm}$	按得分排序,得分
B 挡	$15\text{ mm}<\delta<30\text{ mm}$	公式为: $S=S_1+S_2-S_3-S_4$
C 挡	加载失败	若加载失败,先按加载失败时荷载大小排序 再按同级破坏荷载下,沉降排序
D 挡	基坑开挖失败	按用纸量多少排序

注: S_1 为报告得分,最高 100 分(直接取自初赛报告成绩); S_2 为加载沉降得分, $S_2=300-10\times\delta$, δ 为加载沉降量(单位:mm);基坑开挖失败或加载失败均得 0 分; S_3 为用纸量所扣分数, $S_3=\max[0,(P-400)/2]$, P 为用纸量(包括纸和胶带的用量,单位:g); S_4 为模型制作耗时所扣分数, $S_4=\max[0,10\times(T-90)]$, T 为耗时(单位:min)

表 3 材料名称及规格

材料名称	材料规格
有机玻璃箱	内壁尺寸 600 mm×400 mm×400 mm(长×宽×高)
腾格里沙漠砂(干砂)	
硬纸板	A2(420 mm×594 mm)厚度 1 mm(型号:京圣白卡纸)
牛皮纸	A3(297 mm×420 mm)
双面胶带	宽度 20 mm(型号:得力 30403)
透明胶带	宽度 45 mm(型号:得力 33131)

表 4 硬卡纸参数列表(厚度为 1 mm)

试验名称	试验材料	试验仪器及设备	试验结果
密度试验	比赛用砂	电子秤	$\rho/\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$:0.63
	空心三棱柱		E/MPa:220.8
轴向抗压试验	空心圆形面	WD-30KD 电子式万能实验机	E/MPa:235.6
	含肋方形截面	(最大负荷 30 kN,准确度等级为 1 级)	E/MPa:355.3
横向抗压试验	含肋方形截面		E/MPa:422.4

注:轴向抗压试验中试件长度均为 30 cm;空心三棱柱边长为 1.5 cm;空心圆柱半径为 1.0 cm;含肋方形截面边长为 1.5 cm。

(二) 理论分析及初步方案

采用理论分析方法对局部附加荷载作用下的土压力、支撑力等进行分析计算。比较分析不同挡土结构形式、内支撑不同截面形式、不同水平间距,以及不同支撑层数等的效果差异,初步选出相对合理的内支撑条件下的基坑支护方案。

1. 经典土压力理论计算

竞赛规则中要求挡土结构高度 40 cm,砂土侧设置附加荷载,距离挡土结构边缘 5 cm,作用面积

为 15 cm×15 cm。开挖侧砂层厚度 40 cm,开挖 30 cm,基坑内剩余厚砂土 10 cm。竞赛用砂为干砂,不考虑含水率的影响。

表 5 腾格里沙漠砂参数列表

试验名称	试验仪器及设备	试验结果
密度试验 ^[4]	烧杯 电子秤	$\rho_d/\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$:1.7
粒度分析试验	LS-909 激光粒度分析仪	中砂
固结试验 ^[4]	KTG-GY 全自动固结仪	E_s/MPa :25.67MPa
直剪试验 ^[4]	ZJ 应变控制式直剪仪	$\varphi/^\circ$:27.61 c/kPa :0.25(取0)

注:根据粒度分析试验结果查找文献[5],该砂泊松比范围:0.2~0.3。

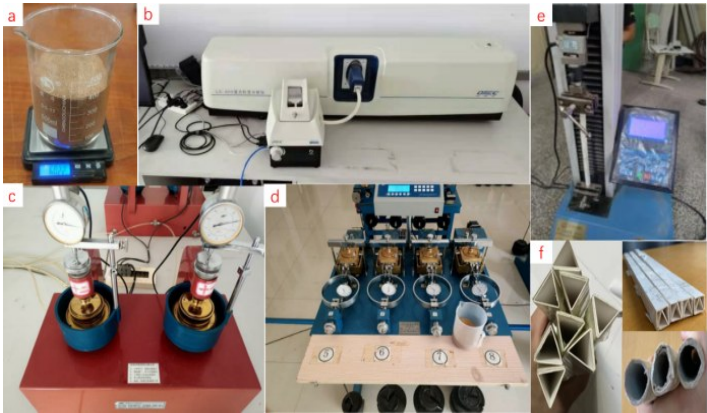


图 2 a.密度试验, b.粒度分析试验, c.固结试验, d.直剪试验, e.抗压试验, f.杆件截面形状

采用土力学^[6]中近似方法计算局部附加荷载,如图 3a 所示,该方法认为,地面局部荷载产生的土压力是沿平行于滑动面的方向传递至墙背上。在图 3a(1)条件下,荷载 q 仅在墙背 c、d 范围内引起附加土压力 p_{aq} ,认为 c 点以上和 d 点以下不受 q 的影响,c、d 两点分别为自局部荷载 q 的两个端点 a、b 作与水平面成“ $45^\circ+\varphi/2$ ”的斜线至墙背的交点,如图 3a(2)所示。在 JGJ 120—2012《建筑基坑支护技术规程》^[7]中,将附加荷载等效为作用在地面的矩形附加荷载,如图 3(b)所示。

土压力计算采用朗肯土压力理论。由于竞赛所用材料均为柔性材料,未开挖侧的土压力及基坑开挖完成后,在未开挖侧填土表面施加局部附加荷载,挡土结构势必会产生趋向未开挖侧的位移,从而形成主动土压力,相反则会在开挖侧未开挖区形成被动土压力。其中,物理力学指标取自表 4—表 5,计算结果如表 6 所示,土压力分布如图 3(c)、图 3(d)所示,分别为土力学、JGJ120—2012《建筑基坑支护技术规程》的计算结果。对比图 3(c)和图 3(d)可以发现,使用后者计算附加土压力时,其影响区域上移 3.5 cm,附加荷载引起的土压力减小 0.29 kPa。

2. 围檩及内支撑间距设计

通过经典土力学理论计算砂土在附加荷载满载条件下的土压力分布,根据分布图进行围檩和内支撑的合理间距计算,利用结构力学求解器进行受力分析,确定最大弯矩和最大剪力。

(1)横向间距的确定

赛题要求:当基坑开挖完成且支撑结构全部支撑到位后,在基坑中应留有足够的净空;基坑纵

向中心线紧邻挡土结构侧的区域能从上向下通过直径 $D=14.0\text{ cm}$ 的圆柱体,净空柱体距离挡土结构基坑侧表面的距离应 $\leq 2.0\text{ cm}$,如图 1(b)所示。因此,在进行横向受力分析时将中间的支撑设置为 17.0 cm ,防止在加载过程中内支撑变形过大导致无法满足净空要求。

表 6 土压力计算表

计算项目	土力学中近似方法计算	建筑基础支护技术规程中方法计算
局部附加荷载	$q/\text{kPa}:25.24$	$q/\text{kPa}:25.24$
破坏面与水平面的夹角	$\theta/^{\circ}:59$	$\theta/^{\circ}:45$
影响范围上边界至填土表面的距离	$H_c/\text{cm}:8.3$	$H_c/\text{cm}:5.0$
影响范围下边界至填土表面的距离	$H_d/\text{cm}:33.2$	$H_d/\text{cm}:30.0$
主动土压力系数	$K_a:0.367$	$K_a=0.367$
被动土压力系数	$K_p:2.728$	$K_p=2.728$
附加荷载引起的土压力	$\sigma_{aq}/\text{kPa}:9.36$	$\Delta\sigma_a/\text{kPa}:9.09$
主动土压力合力值	$E_a/\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}:2.87$	$E_a/\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}:2.77$
被动土压力合力值	$E_p/\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}:0.23$	$E_p/\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}:0.23$
主动土压力合力至模型箱底部距离	$H_a/\text{cm}:18.0$	$H_a/\text{cm}:20.8$
被动土压力合力至模型箱底部距离	$H_p/\text{cm}:3.3$	$H_p/\text{cm}:3.3$

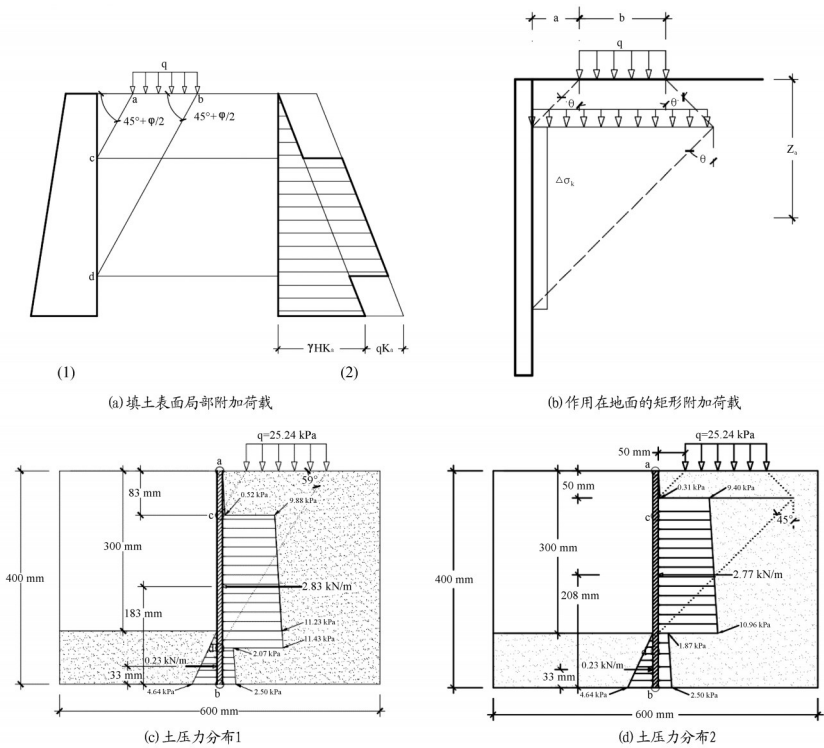


图 3 土压力计算简图及分布图

施加的均布力为 11.43 kPa (土压力的最大值),换算成线荷载为 4.57 kN/m 。设置于中间的内支撑,简化为固定支座,设置于两侧的内支撑仅靠摩擦力,为弹性支座。双内支撑横向间距从左向右分别为 11.5 cm 、 17.0 cm 、 11.5 cm ,其受力情况如图 4a 所示,结果表明,最大弯矩和最大剪力在中间两个支座位置产生,分别为 $0.03\text{ kN}\cdot\text{m}$ 和 0.53 kN ;四根内支撑横向间距从左向右分别为 5.5 cm 、 6.0 cm 、 17.0 cm 、 6.0 cm 、 5.5 cm ,其受力情况如图 4b 所示。结果表明,最大弯

矩和最大剪力在外侧两个支座位置产生,分别为0.01 kN·m和0.39 kN。

比较两种支撑设置方案发现,四道支撑的弯矩和剪力要小于两道支撑,在实际制作过程中增大了挡土结构的强度,围檩的变形相对较小。同时,为降低制作难度、缩短制作时长,以及减小基坑开挖难度,最终选用横向双支撑方式。

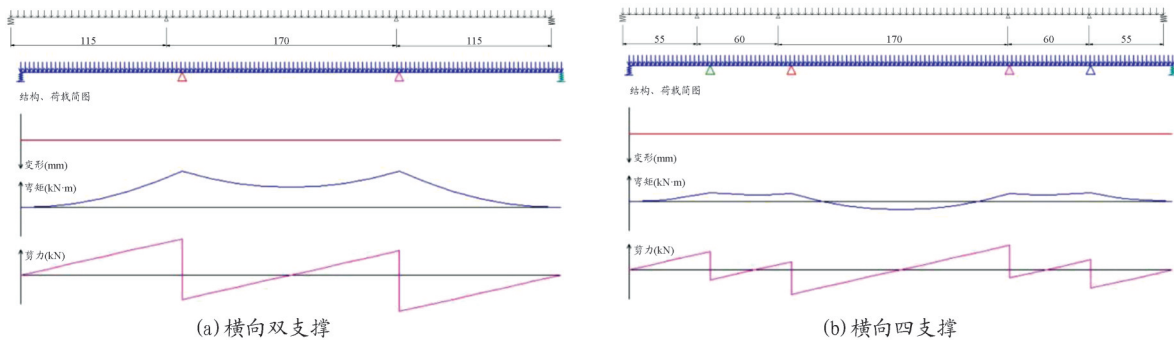


图4 结构横向受力图

(2) 竖向间距的确定

设置于中间的内支撑,简化为固定支座;底侧未设置支撑,而是仅靠摩擦力和土压力,所以设置为弹性支座。四支撑竖向间距从上向下分别为7.5 cm、7.0 cm、7.0 cm、18.5 cm,受力情况如图5c所示。结果表明,最大弯矩和最大剪力在最底部支座位置产生,分别为0.02 kN·m和0.21 kN。五支撑竖向间距从上向下分别为5.0 cm、8.0 cm、8.0 cm、8.0 cm、11.0 cm,受力情况如图5d所示,结果表明,最大弯矩和最大剪力在最底部支座位置产生,分别为0.01 kN·m,和0.13 kN。

根据上述结果可得到如下结论:底端支座的受力最大,最容易产生变形,易引起沉降,因此,在进行杆件设计时,应着重加强底端杆件的强度。五道支撑的受力明显优于四道支撑,因此,布置五道支撑。从剪力图和弯矩图中可以看出,第一道支撑基本不受力,无论是从材料用量还是受力情况考虑,均可以取消第一道支撑,最终确定为四支撑,竖向间距分别为5.0 cm、8.0 cm、8.0 cm、8.0 cm、11.0 cm。

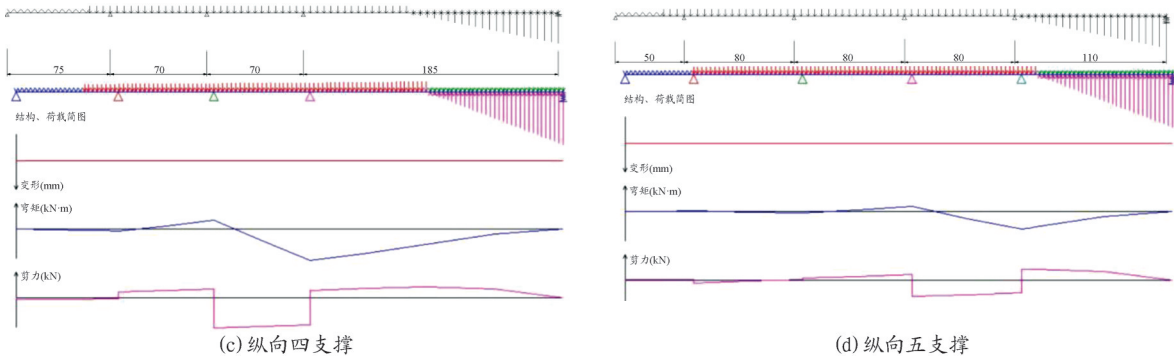


图5 结构纵向支撑受力图

3. 初步支护方案设计

综合考虑构件的物理力学指标、土压力分布和支撑布置间距等,初步设计挡土结构和支撑结构如图6所示,共6种支护方案,如表7所示。

(1) 挡土结构设计

片状横撑加固挡土结构如图6(a)所示。结构由卡纸(42 cm×40 cm)与四道围檩或横撑(宽度≤1.2 cm,满足竞赛要求)紧密粘结而成,内支撑直接支撑于横撑上,多次制作后的平均质量为248.8 g。

结构制作用时长、工序复杂、质量重,后期试验发现其变形严重且不美观。

瓦楞挡土结构如图 6(b)所示。结构由卡纸(42 cm×10 cm)与三道瓦楞紧密粘结而成,与围檩和内支撑联合使用,多次制作后的平均质量为 172.4 g。结构制作用时短、工序简单、质量较轻,后期试验发现其上梁内支撑之间有凸向开挖侧的变形,较为美观。

表 7 支护方案

方案编号	结构组成
方案一	片状横撑加固挡土结构+空心三棱柱
方案二	瓦楞挡土结构+含肋方形柱围檩(横撑)+空心三棱柱内支撑
方案三	棱柱加固挡土结构+含肋方形柱围檩(横撑)+空心三棱柱内支撑
方案四	片状横撑加固挡土结构+空心圆柱内支撑
方案五	瓦楞挡土结构+含肋方形柱围檩(横撑)+空心圆柱内支撑
方案六	棱柱加固挡土结构+含肋方形柱围檩(横撑)+空心圆柱内支撑

棱柱加固挡土结构如图 6(c)所示。结构由卡纸(42 cm×40 cm)与长、短纵横向三棱柱(边长为 1 cm,棱柱高度≤1.2 cm)紧密粘结而成,与围檩和内支撑联合使用,多次制作后的平均质量为 189.7 g。结构制作用时较短、工序简单、质量较轻,后期试验未发现明显变形,较美观。

(2)支撑结构设计

含肋方形柱如图 6(d)所示。结构外部方形边长为 1.5 cm,内部肋边长 1.6 cm,肋与外边的内表面双面胶紧密粘结,方形外表面使用透明胶缠绕,可以端承压与横向受压,多次制作平均质量为 25.3 g。结构制作用时较长、工序较复杂、质量较重,后期试验未发生破坏与明显变形,鉴于其质量大、强度高、刚度大的特点,常作为围檩,为内支撑提供支撑位置。

空心三棱柱如图 6(e)所示。结构边长为 1.5 cm,内表面使用双面胶粘结,外表面使用透明胶缠绕,仅用于端承压,多次制作后平均质量为 12.4 g。结构制作用时较短、工序简单、质量较轻,后期试验较少出现破坏,若破坏则是外表面向内凹陷从而失稳,与制作精细相关。

空心圆柱,如图 6(f)所示。结构半径为 1 cm,搭接长度为 5 cm,搭接处使用双面胶粘结,外表面使用透明胶缠绕,仅用于端承压,多次制作后平均质量为 19.4 g。结构制作用时较长,需要辅助工具,工序较复杂、质量较重,后期试验布置支撑时极易被捏扁。

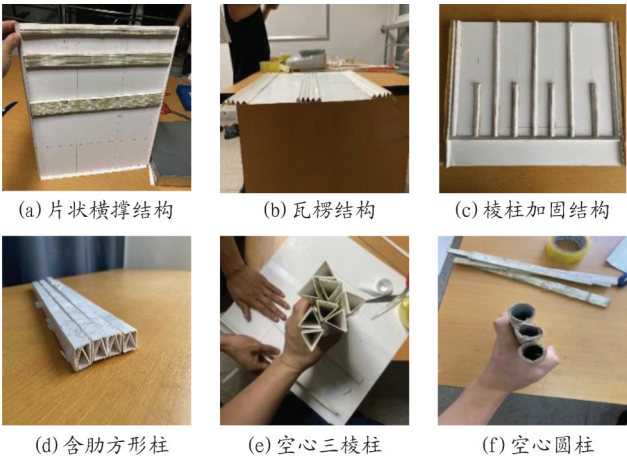


图 6 支护结构示意图

(三) 软件模拟分析

对挡土结构和支撑结构进行组合,由于空心三棱柱内支撑和空心圆柱内支撑的弹性模量相近,在材料赋值时取两者中的较小值作为参数对方案一、二和三进行模拟。

使用FLAC^{3D}软件进行数值模拟,首先生成网格单元,其次定义材料参数,设置边界条件和初始条件,平衡初始应力后,进行模型分级开挖支撑,最后进行分级加载,得出数值模拟应变图。每级施加10 kg砝码作用在15 cm×15 cm的方形区域内,则模型每级施加的荷载为4.36 kPa。在百分表安置处添加监测点,实时监测模型加载过程中的竖向沉降,得到位移云图,如图7所示。

由图7(d)可知,基坑外侧竖向位移最大处位于加载板的正下方,其竖向位移量为3.14 mm,两个百分表监测点处竖向最大位移为1.92 mm;由图7(e)可知,竖向最大位移为2.57 mm,两个百分表监测点处竖向最大位移为1.56 mm;由图7(f)可知,竖向最大位移为1.45 mm,在两个百分表监测点处竖向最大位移为0.86 mm。总体上的变化为:顶部荷载随加载中心向四周产生应力扩散,土体四周最大沉降与距离加载中心距离呈负相关,即距离加载中心越远,沉降越小,云图大致呈“漏斗形”。

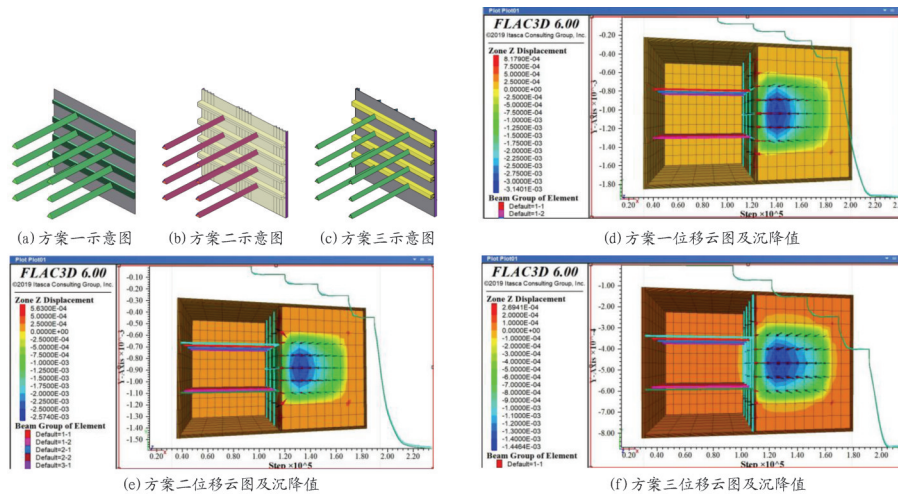


图7 方案示意图和模拟结果

(四) 现场试验及问题的发现与解决

经过前期理论计算和软件模拟分析,认定初步设计方案具有较强的竞争力,对这些方案进行大量现场试验,试验过程严格遵守大赛要求。竞赛规则规定,比赛不考虑挡土结构在砂土地基中的建造过程,也即挡土结构需要随模型箱中砂子一起填埋到砂土中,在进行基坑开挖时,随开挖的进程逐步设置支撑结构,加载沉降单独计算,不计入基坑开挖时的沉降,基坑开挖完成后,读取并记录2个百分表读数,其中沉降最大值作为地面开挖沉降变形。

加砂方式:使用承办方提供的大铲子盛满砂土,运移至模型箱上部20 cm处(为竞赛规定加砂最大高度)后向下倾倒,使砂土在重力作用下更加密实。开挖方式:采用预留核心土法分层开挖及支撑,超挖深度约2 cm,直至开挖完成。加载方式:由于所使用的砝码有缺口,其重心不在几何中心,所以计算其重心并在上加载板上表面标记出砝码放置外边线,施加砝码时缺口对称布置,对齐外边线后缓慢、平稳地放下,避免偏心加载。

(1)现场试验测得的沉降与数值软件计算沉降存在明显差异,这是由于结构制作过程、仪器设备、加载方式和参数赋值等因素的影响,使得测试结果差异巨大。

(2)在开挖过程中,使用承办方提供的工具不慎触碰到挡土结构、已布置的支撑结构或模型箱,均会引起沉降突增,所以直接徒手开挖,有效规避外界因素引起的沉降。

(3)从方案三的另一组加载沉降数据中可以看到明显的沉降差,为 3.96 mm。在保证中心加载的情况下反而出现了沉降差,经过分析,把这种沉降差归结于砂土密实度不同,加砂过程中部分空间的砂土在合理冲击下更密实但未受冲击的部分相对松散,所以在中心加载的情况下仍然出现沉降差,即使反方向偏心加载砝码也无法阻止沉降差的发展。

(4)方案一和方案四中的挡土结构出现大幅变形以至于两侧出现漏砂现象,从而增大沉降。目前认为产生这种现象的原因是挡土结构上的片状横撑刚度过低,如图 8(a)、图 8(b)所示,方案五和方案六不仅材料用量多,而且用时较长。

(5)在内支撑布置过程中,无论是使用空心圆柱还是三棱柱,内支撑均会发生裂变的情况,并且前侧破坏几率远远大于后者,因此对后者结构上进行改进,即在其支撑于模型箱一侧“开花”,如图 8c 所示,布置过程中按压“花瓣”,对其进行移动。同时改进布置方式,即同一水平两根内支撑由两人同时布置,布置时两手分别放在两端,先让近挡土结构一端就位,然后主动向未开挖侧发力,同时将另一端缓慢向下移动,直至整根内支撑就位。

通过比较各方案材料用量、试验用时、制作难易程度、开挖及加载过程难度和沉降大小,最终选取方案三作为决赛方案,现场试验记录如表 8 所示。

表 8 现场试验原始数据

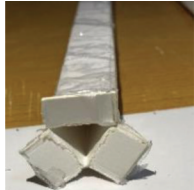
方案名称	材料用量/g	试验用时/min	开挖沉降/mm		加载沉降/mm	
			左侧	右侧	左侧	右侧
方案一	346.8	85	4.02	4.21	10.24	11.02
方案二	368.2	76	2.55	2.45	4.02	4.32
方案三	386.5	74	1.08	0.93	0.95	1.08
方案四	410.3	91	4.52	4.76	9.87	9.56
方案五	432.6	80	3.11	3.50	5.45	3.21
方案六	450.1	82	2.01	1.56	2.42	1.96



(a) 方案一挡土结构变形



(b) 方案四挡土结构变形



(c) 内支撑改进后实物图

图 8 试验过程图片

三、竞赛过程及结果

线上竞赛要求参赛队在相对安静、空旷的房间进行,裁判组一对一监控各参赛队。同时,每个参赛队除了三名参赛队员外,还需要一名裁判助手协助裁判组远程监控现场。房间中设置两个高清摄像头,一个固定放置且能观察房间全局,另一个为裁判助手手持,协助裁判组观察竞赛细节。决赛分为三部分,首先,赛前准备,由裁判一对一监督各队决赛材料检查、称量及机位调试。其次,线上决赛过程,由一对一裁判全程监督记录数据,如图 9 所示。结束后,裁判助手提交沉降量、用纸量(预备材料质量-余料质量)及比赛时长。最后,上传决赛视频至指定邮箱,要求提供不间断试验

全过程完整视频,有剪辑现象的视为无效视频,取消决赛成绩。

2021年11月20日,第四届大学生岩土工程竞赛决赛通过线上方式进行,竞赛设置一等奖4名,二等奖6名,三等奖9名,最佳创意奖及最佳组织奖各1名。西安理工大学代表队在竞赛中发挥稳定并取得优异成绩,最终获得一等奖,决赛的数据记录如表9所示。

表 9 西安理工大学决赛数据记录

竞赛时长/min	开挖沉降/mm	加载沉降/mm	材料用量/g
67	0.2	1.41	396.8

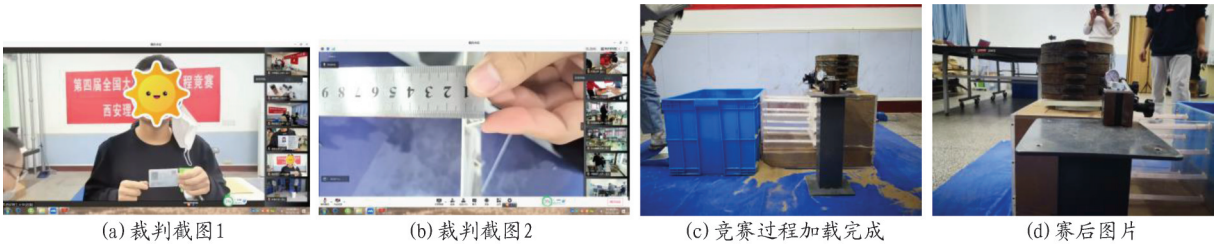


图 9 竞赛过程图片

四、经验与讨论

通过竞赛的锤炼,参赛队员的专业知识水平和软件熟练度均有大幅提高,在竞赛准备过程中发现问题、解决问题,试验过程中队员分工明确,默契配合,在试验中不断改进,最终在决赛中取得优异成绩。

(1) 填埋过程中挡土结构的固定方法。原基坑面积为 60 cm×40 cm,放入挡土结构后将原基坑划分为两个基坑。传统的固定方法是在两基坑中布置辅助对撑,达到固定的目的,但是该方法极大地影响后续填埋工作并且控制的精度不高(规则要求结构中心线与原基坑中心线偏差≤3 mm)。因此,提出用强磁力磁铁进行固定,其在使用过程中不会影响填埋过程,对精度控制极高。

(2) 充分利用规则,如时间、结构质量等。部分代表队过分强调制作进度,以至于时间未充分使用,在观摩其他参赛队的决赛过程中发现,多支队伍在加砂环节用时较长,最长可达 30 min。加砂方法有薄层撒砂法、筛子均匀慢速筛砂法等,这些方法在一定程度上使得砂土更密实,有效降低了沉降量。

(3) 学生调整竞赛心态。无论是结构的制作、布置,还是加载过程,都需要有良好的心态。常见行为有卡纸划分尺寸错误、划痕太深、结构布置时用力不当及加载力度控制失误等,这些行为均可能让前期的努力功亏一篑,因此,在竞赛中保持心态平和、精神集中十分重要。

与土木工程专业其他竞赛如大学生结构设计大赛相比,全国大学生岩土工程竞赛处于萌芽阶段,仍需持续改进。未来主办方若能建立竞赛相关网站,并鼓励各届参赛队伍主动分享设计方案,则可以提高全员竞赛水平,吸引更多土木学子在大赛舞台上大放异彩。

五、结语

大学生岩土工程竞赛具有较强的综合性,不仅需要参赛队员掌握专业理论知识,而且需要其具备较高的创新能力、实践动手能力和团队协作能力。回顾参赛队竞赛准备流程,把沉降控制作为主要目标,从材料物理力学指标的测定出发,以附加荷载作用下土压力的分布为条件,进行支撑位置

的选择、初步结构设计和方案拟选,结合FLAC^{3D}数值分析和现场试验结果,对结构进行优化,最终选出最佳方案。实践证明,一个优秀的结构设计不仅需要理论知识作为依据,还需要反复地现场试验,在试验过程中发现问题、解决问题,接受脑力和体力的双重考验,从而得到满意的作品。

参考文献:

- [1] 高磊,沈扬,龚云皓.岩土工程专业竞赛在创新型与实践型人才培养中的作用[J].高等建筑教育,2017,26(2):17-21.
- [2] 曹玲.岩土工程竞赛在创新型人才培养中的发展方向[J].教育教学论坛,2018(31):111-112.
- [3] 侯兴民,厉立兵,孙蒙.全国大学生岩土工程竞赛灌注桩模型设计与制作[J].教育现代化,2019,6(82):197-198.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部.土工试验方法标准:GB/T 50123—2019[S].北京:中国计划出版社,2019.
- [5] 《工程地质手册》编委会.工程地质手册[M].4版.北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [6] 李广信,张丙印,于玉贞.土力学(第二版)[M].北京:清华大学出版社,2013.
- [7] 中华人民共和国住房和城乡建设部.建筑基坑支护技术规程:JGJ 120—2012[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.

Analysis and discussion on the whole process of the fourth National Geotechnical Engineering Competition for College Students

ZHU Yinghao^{1,2}, WANG Liping¹, ZHU Caihui¹, DONG Zhuxu¹, CHEN Xiaotong¹

(1. School of Civil Engineering and Architecture, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, P. R. China;

2. CCTEG Ecological Environment Technology Co., Ltd., Beijing 100010, P. R. China)

Abstract: The National Geotechnical Engineering Competition for College Students aims to foster innovative thinking, enhance professional knowledge acquisition, develop hands-on skills, and strengthen teamwork capabilities. This paper analyzes the preparatory process for the fourth edition of the competition, beginning with task interpretation and identification of critical success factors. Through laboratory testing, we determine material properties and mechanical parameters. An initial design solution is developed by integrating theoretical calculations with software simulations, which is subsequently optimized through field testing. We summarize key lessons learned and successful strategies, providing valuable references for students interested in geotechnical engineering and academic competitions.

Key words: geotechnical engineering competition; foundation pit excavation; supporting structure; scheme comparison

(责任编辑 邓 云)