

地铁施工对广州市旧体育馆的影响及保护措施

林泽龙 蔡楚鑫 谭远振

(广州地区建设工程质量安全监督站, 广州 510030)

摘要 文章介绍了在花岗岩和花岗岩破碎带的地质条件下, 施工地铁车站围护结构对周边建筑物的影响和控制方法, 可供类似工程借鉴。

关键词 地铁施工 建筑物沉降 保护措施

广州地铁二号线越秀公园站北基坑在第一次人工挖孔桩施工过程中就出现了大于“阶段控制值”(挖孔桩阶段控制值为8 mm)的地表沉降, 且在体育馆东侧端墙上出现了局部裂缝。针对上述情况, 及时采取了“部分停止挖孔”和“孔内回灌”等现场应急措施, 同时对出现上述现象的原因及下步施工对策进行了深入细致的分析。

1. 工程概况

1.1 围护结构设计简况

围护结构采用了桩径为 $\phi 1\ 300\text{ mm}$ 的人工挖孔桩, 同时为防止因桩身开挖造成周边建筑物的沉降, 在挖孔桩外侧先施作一圈 $\phi 600$ 的旋喷桩止水帷幕,

旋喷桩桩长按进入强风化层1 m进行设计, 设计桩长分别为15~18.2 m(图1)。

1.2 工程地质及水文地质

挖孔桩所揭示的典型地质状况如图1所示, 地层自上而下依次为:

- ① 杂填土: 主要为粘土与建筑垃圾。层厚1~2 m。
- ② 淤泥质土层: 主要为粘粒与有机质, 黑色、饱和, 自稳性好, 系相对不透水层。层厚4.5~6 m。
- ③ 残积土层: 主要为粘粒及风化残杂的石英砂, 富水, 透水性较强。层厚5~7 m。
- ④ 断裂破碎带: 主要由角砾岩、破裂岩和碎岩组成, 岩石较破裂, 裂隙发育, 富水, 透水性强。

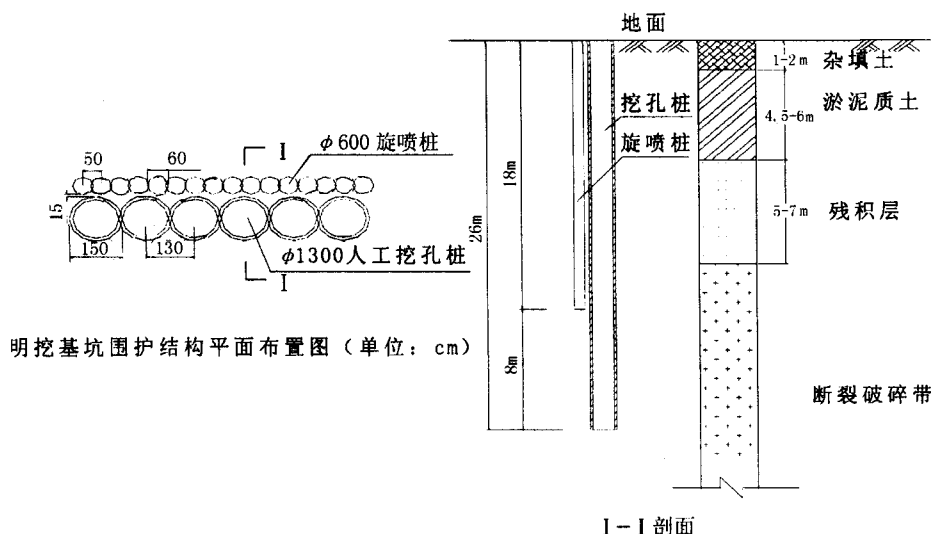


图1 围护结构及地质条件示意图

Fig. 1 Scheme of cofferdam structure and its geological condition

地下水按赋存方式分为第四系孔隙水和基岩裂隙水,水位埋深为1~2.5 m,其中残积层和断裂破碎带为主要含水层,特别是残积土层含水较丰富,且有一定的透水性(原钻孔显示:残积土层含水贫乏,透水性差,属相对不透水层)。

1.3 基坑与旧体育馆的相对关系

基坑与旧体育馆的相对关系如图2所示。

1.4 监控量测点布置

监控量测点布置参见图2。

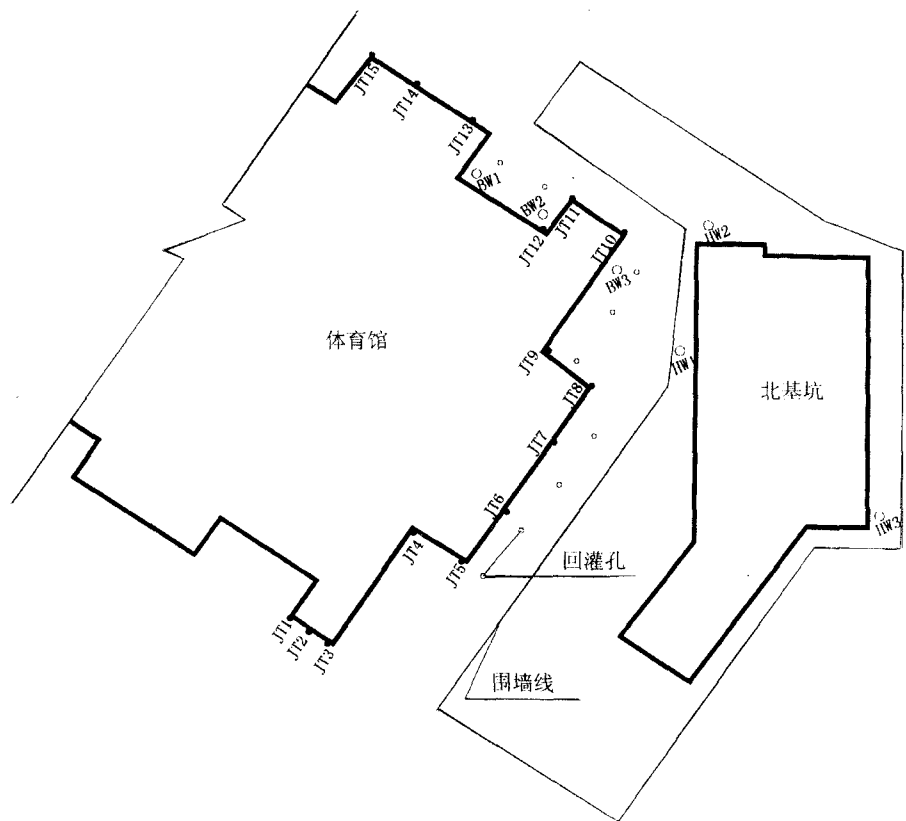


图2 周边环境情况示意图
Fig. 2 Scheme of surrounding environment

1.5 施工情况

北基坑3月25日进场,4月28日开始旋喷桩施工,5月8日开始试挖桩,并逐渐增加孔桩开挖数量至第一批桩全部开挖。

第一批桩不同时间的开挖深度统计汇总于表1。

1.6 监测情况

地下水位监测结果分别汇总于表2、图3和图4。

2.1 开裂原因分析

通过分析认为,体育馆东端墙出现裂缝的根本原因是由于地层失水引起地表沉降,导致墙体产生不均匀沉降,且该段墙体抵抗不均匀变形的能力较差。

从现场和建筑物沉降结果可知,JT11~JT13出现裂缝的墙体区段也是地面沉降坡度最大的区段(沉降坡度为0.8‰)。

2.2 沉降原因分析

2 体育馆开裂、沉降的原因分析

表1 第一批桩开挖深度统计表
Table 1 Excavation depth of piles in the first batch

时间	05-28	05-29	05-30	05-31	06-01	06-02	06-03	06-04	06-05	06-06	06-07
平均深度/m	8.21	9.56	10.4	11.7	12.7	14.2	15.5	16.6	17.1	17.6	18.2

表 2 水位观测统计表

Table 2 Statistic of water level observed

日期	05-28	05-29	05-30	05-31	06-01	06-02	06-03	06-04	06-05	06-06	06-07	06-08
Bw1 /m	-2.44	-3.10	—	-5.90	-8.01	—	-10.18	-11.81	-12.29 -9.44	-10.54 -10.76	-11.64	-11.2
Bw2 /m	-0.83	-1.18	—	-1.78	-3.60	—	-5.81	-8.09	-9.78 -7.48	-7.51 -8.51	-9.49	-9.64
备注			未测			未测			两次	两次		

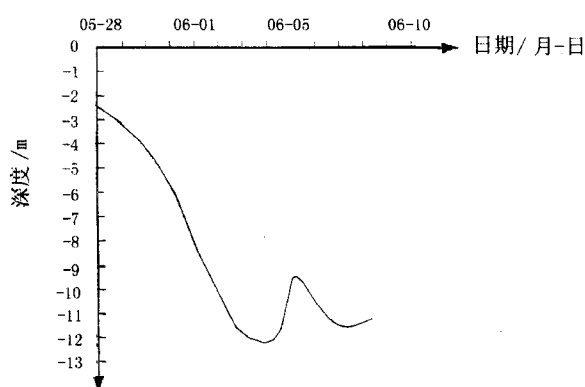


图 3 BW1 水位观测孔水位变化曲线
Fig. 3 Curve of water level variation at BW1 observation point

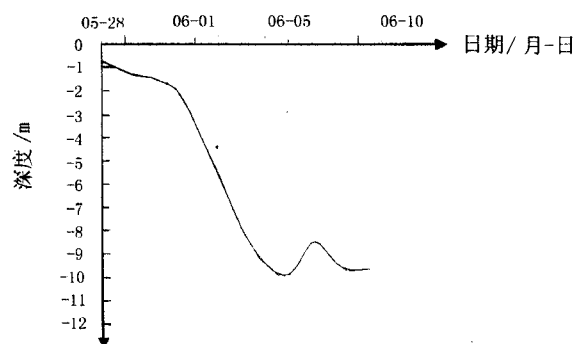


图 4 BW2 水位观测孔水位变化曲线
Fig. 4 Curve of water level variation at BW2 observation point

产生沉降的根本原因可归纳孔桩开挖和失水固结两个方面。

(1) 孔桩开挖产生的地表沉降

孔桩开挖产生的地表沉降如图 5 所示。

基本可以认为孔桩开挖产生的地表沉降主要出现在 5 月 28 日之后(5 月 28 日的孔桩开挖平均深度 8.21 m,水位 2.44 m)。

(2) 失水固结

图 3 和图 4 即可基本认为是因失水固结而产生的地表沉降。建筑物部分测点的“沉降-时间”曲线如图 6 所示。

失水固结引起的地表沉降基本上可以分为以下

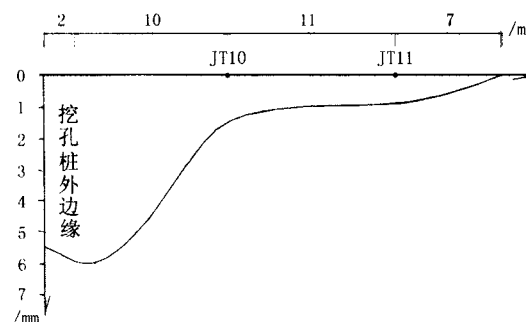


图 5 孔桩开挖产生的地表沉降曲线图
Fig. 5 Curve of ground settlement induced by pile excavation

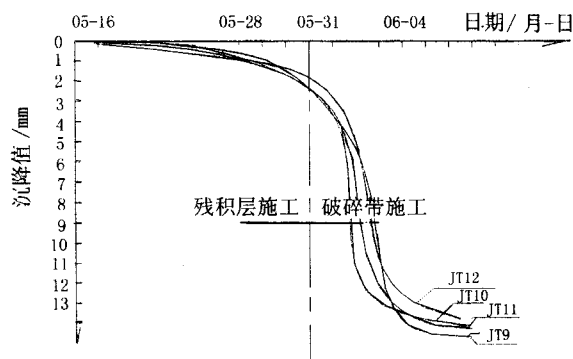


图 6 部分测点的沉降-时间曲线
Fig. 6 Settlement-time curve at certain test points

三个阶段:

① 残积土层开挖过程的缓慢沉降阶段

进入残积土层施工即开始出现沿开挖周边的渗水现象,但渗水面较小(仅在孔周边存在渗水面),故失水固结引起的沉降发展缓慢。

② 进入破碎带开挖过程中的加速沉降阶段

从 5 月 31 日前后开始进入破碎带施工,沉降也随之出现加速发展的迹象(参见图 6)。出现这种情况的主要原因是破碎带的失水迅速,加大了残积层的底部渗水面积。

③ 后续沉降阶段

后续沉降阶段是指残积层经过 3 天左右的失水固结以后而存在的变形缓慢、稳定及因水力坡度变化而导致的局部的沉降变化阶段。

从以上的分析可知,失水固结(主要是残积土层)是产生地表沉降的主要原因。

3 针对沉降原因采取的施工措施

根据上述情况分析,施工中采取以下施工措施:

(1) 回灌补水

回灌孔的布置如图2所示。进行回灌水的目的在于维持房屋基础下的水位状况,调整因人工挖孔桩而产生的水位损失。

(2) 调整挖孔桩的施工程序

挖孔桩的施工程序拟按图7所示施作。

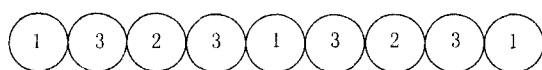


图7 挖孔桩施工程序图

Fig. 7 Construction procedure of dug Piles

调整挖孔桩的施工程序以有效地减少挖孔桩施工过程中的水头损失。

(3) 实施孔内回灌

对靠近体育馆一侧已开挖的第一批桩再分成两批施作,并在后序孔内实施孔内回灌(图8)。进行孔内回灌旨在就近补充挖孔的水头损失。

(4) 实施壁后止水注浆

对目前已完成护壁、但仍存在渗漏水的施工区段采用壁后注浆止水的施工措施。

(5) 破碎带部位施工深孔注浆止水帷幕

若在综合采取了上述施工措施后,地表沉降仍未能得到较有效的控制,则采用挖孔桩外侧深孔注浆止水帷幕的施工方案,具体做法如图9所示。

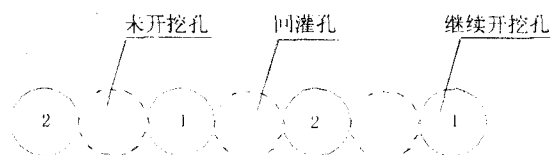


图8 已开挖桩的分批示意图

Fig. 8 Scheme of completed pile

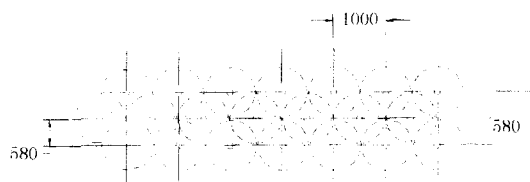


图9 深孔注浆止水帷幕示意图(单位:cm)

Fig. 9 Scheme of water stop curtain by deep hole grouting

(6) 建立完善的监控量测体系,实行地表沉降的阶段控制。

4 采取措施后达到的效果

通过以上措施后,体育馆的地下水位有了很大的回升,且在后期的孔桩开挖过程中保持相对稳定。后期水位孔水位观测见表4。同时,体育馆的沉降得到了明显的控制,从2000年6月20日到2000年7月30日这一段时间的监测结果看,其建筑物最大沉降测点JY6、JY7、JY9分别从-27.3 mm、-29.6 mm、-29.8 mm降至-14.3 mm、-16.7 mm、-13.1 mm,回升速率最大为0.6 mm/d。随后进行的孔桩开挖对建筑物产生了轻微的沉降,其最大累计沉降为JY11点的18.6 mm,控制在允许的范围,最大沉降率为-0.3 mm/d。

表4 水位观测统计表

Table 4 Statistic of water level observed

日期	07-01	07-10	07-20	07-30	08-10	08-20	08-30
Bw1/m	-2.44	-3.10	—	-5.90	-5.95	—	-6.04
Bw2/m	-0.83	-1.18	—	-1.78	-3.60	—	-5.81
备注			未测			未测	

5 结束语

广州市体育馆因种种原因目前已进行了拆除,但通过施工引起的旧体育馆沉降和裂缝的原因分析和处理措施的实施,使体育馆的变形得到了控制,证明分析的变形原因是正确的,采取的措施是得力的,其成功经验可供类似工程借鉴。目前,随着地下工程空

间的不断拓宽,使对周边环境,尤其是旧建筑物和标志性建筑物的保护变得尤为重要。这些建筑物由于年代久、结构薄弱、承受变形的能力差,对施工的扰动异常敏感,应在施工前通过研究分析可能产生变形的原因,并采用合理的施工方案,做到未雨绸缪。

(收稿日期:2001年8月30日)

〈作者简介〉

林泽龙 男 工程师 政府安全监督员

钢纤维喷混凝土应用之我见

朱 丹

(铁道第四勘察设计院, 武昌 430063)

摘 要 软弱围岩隧道中的初期支护采用网喷混凝土已成定式。文章在论述钢纤维喷混凝土的作用机理、设计计算方法、耐久性以及与网喷混凝土经济比较的基础上,提出了全新的隧道初期支护的设计思路。

关键词 钢纤维喷混凝土 计算方法 经济比较 耐久性

在现有的铁路隧道喷混凝土支护设计中,当喷层承受较大的围岩压力时,为了克服素喷混凝土抗弯能力较弱的不足,通常采用网喷混凝土,这是沿袭普遍混凝土及钢筋混凝土的设计思路。从结构受力考虑,这也是无可非议的,但是网喷混凝土作为隧道支护存在以下问题。

(1) 挂钢筋网费工、费时,而且具有较大的施工危险性。

(2) 一般钢筋网是在初喷3~4 cm后即施作,因此钢筋并不完全在受拉区,不能充分发挥钢筋的作用。

(3) 由于隧道开挖面通常凹凸不平,钢筋网铺设困难,且钢筋受力不明确(由于钢筋在喷层中的相对位置不明确)。

(4) 铺设钢筋网增大喷混凝土的回弹量,且容易在钢筋网背后形成空洞(特别是超挖较多部位)。

正因为网喷混凝土存在上述种种弊端,笔者认为,对铁路隧道的支护设计应寻求一种全新的设计理念。如前所述,网喷混凝土的出现是沿袭了钢筋混凝土的设计思路,其目的是为了克服素喷混凝土抗拉能力的不足。如果能有一种建筑材料,它既具有素混凝土抗压强度较高的特性,又能具有较好的抗弯能力,则就可取代传统的网喷混凝土而成为隧道支护的主要手段。以笔者的浅陋见识,钢纤维喷混凝土完全可担当此任。以下就钢纤维喷混凝土的作用机理、设计计算方法、经济性和耐久性作一初步探讨。

1 钢纤维喷混凝土的作用机理

钢纤维喷混凝土是在普通喷混凝土中掺入分布均匀且分散的钢纤维,依靠压缩空气高速喷射在结构表面的一种新型复合材料。普通素喷混凝土

Influence of metro construction on an existing gymnasium and the countermeasure

Lin Zelong Cai Chuxin Tan Yuanzhen

(Quality Safety Supervision Station of Guangzhou Construction, Guangzhou 510030)

Abstract In this paper the influence of construction of a metro station located in fractured granite ground on existing buildings and the corresponding countermeasure are presented, which can be taken as a reference for the similar projects in the future.

Key words Metro construction; Building settlement; countermeasures