

# 住宅项目沉降后浇带提前封闭的探究与应用

刘佳航

北京首开亿信置业股份有限公司, 北京

收稿日期: 2023年5月29日; 录用日期: 2023年6月19日; 发布日期: 2023年6月30日

## 摘要

高层住宅项目主楼与地下车库荷载差异较大, 为应对由此产生的建筑不均匀沉降问题, 设计一般会采用沉降后浇带。传统沉降后浇带封闭时间要求严格, 沉降后浇带长期不能封闭会对现场施工进度与场地排布等方面带来不利影响, 其矛盾已日益凸显。本文以华侨村二期项目为实例, 采用数值模拟的方式模拟建筑沉降变形, 探究提前封闭沉降后浇带的可行性, 为优化沉降后浇带封闭时间提供参考。

## 关键词

沉降后浇带, 提前封闭, 数值模拟, 工期, 高层建筑

# Exploration and Application of Early Closure of Post Settlement Pouring Strips in Residential Projects

Jiahang Liu

Beijing Capital Development Holding (Group) Co., Ltd., Beijing

Received: May 29<sup>th</sup>, 2023; accepted: Jun. 19<sup>th</sup>, 2023; published: Jun. 30<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

There is a significant difference in load between the main building and the underground garage of high-rise residential projects. In order to address the problem of uneven settlement of the building caused by this, the design generally adopts settlement post pouring strips. The sealing time requirements for traditional settlement post pouring strips are strict. The long-term inability to close the settlement post pouring strip will have adverse effects on the construction progress and site layout, and its contradictions have become increasingly prominent. This article takes the Overseas Chinese Village Phase II Project as an example and uses numerical simulation to simu-

late building settlement deformation, exploring the feasibility of early closure of settlement and post pouring strips, and providing reference for optimizing the closure time of settlement and post pouring strips.

## Keywords

Settlement Post-Pouring Belt, Early Closure, Numerical Simulation, Duration, High-Rise Buildings

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

高层住宅建筑在规划设计中一般都设有地下车库,主楼与地下车库因为荷载和刚度差异较大,会造成基础内力和基底反力变化很大,引起不同建筑之间的不均匀沉降[1]。这种沉降差异会引起较大剪力与弯矩,可能导致楼板开裂渗水,甚至给结构造成更大的破坏。为解决这种沉降差异问题,设计常常采用沉降后浇带形式进行处理。传统沉降后浇带一般要求主楼结构封顶,且沉降量达到稳定值后才能浇筑沉降后浇带的混凝土[2],但在实际施工过程中,现场常因沉降后浇带封闭时间周期要求较长,影响现场施工进度、工程造价、工程质量、材料堆放、模板周转等[2] [3] [4]。因此,如何在保障工程安全质量的前提下,优化沉降后浇带封闭时间成为了值得研究的课题。

在工程实践中,已经开始对沉降后浇带提前封闭或取消的可行性开展了研究。赵锡宏[5]提出,建筑沉降后浇带应以现场沉降观测结果校核差异沉降,从而确定沉降后浇带的封闭时间。刘明辉[1]通过实际工程研究,指出沉降后浇带的封闭时间应综合考虑计算值和实测值的关系。马卫生[6]指出,在工程施工中可以综合考虑理论沉降与实际沉降的比值、实际加载量与建筑最终荷载的比值、观测实际沉降量等因素,当后浇带两侧没有明显的沉降突变,可实现在建筑封顶前提前封闭沉降后浇带。刘旭冉[7]以重庆来福士广场为研究对象,模拟计算塔楼沉降值,根据计算的平均每层沉降量确定沉降后浇带封闭时间。尽管已有提前封闭沉降后浇带的实际案例,截至目前,沉降后浇带的封闭时间仍未达到共识,沉降后浇带封闭周期长仍是制约工程进度的重要因素。

本文基于北京市华侨村二期项目(以下简称“项目”),通过数值模拟研究项目建筑结构沉降变形问题,模拟计算项目封闭沉降后浇带后建筑沉降数值,给项目提前封闭沉降后浇带提供理论支撑。同时,可为其他工程项目优化沉降后浇带设计与施工提供依据与参考。

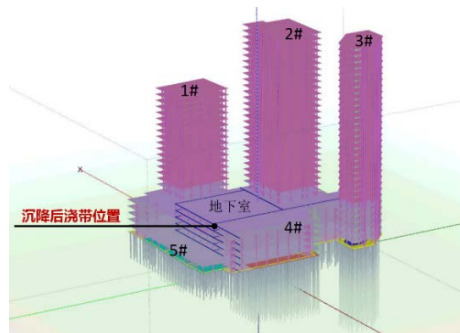
## 2. 工程概况

华侨村二期项目位于北京市朝阳区建外大街,建筑内容包含住宅、办公、商业等。项目共6栋地上建筑与1个地下车库,总用地面积22,522.313 m<sup>2</sup>,总建筑面积为94,060 m<sup>2</sup>,其中地上建筑面积为54,970 m<sup>2</sup>,地下建筑面积为39,090 m<sup>2</sup>,如图1所示。住宅楼为混凝土框架核心筒结构,建筑高至88 m,地下车库共5层。

本项目原结构设计图纸要求“沉降后浇带应在主体结构封顶且地下室顶板覆土完成90天后,提供沉降观测数据,建筑物基本完成沉降后进行,经设计同意后浇筑。”此沉降后浇带设计要求施工周期较长,是制约项目工程进度、场地布置的重要因素。沉降后浇带位置如图2所示。



**Figure 1.** Effect drawing of project  
**图 1.** 华侨村项目效果图



**Figure 2.** Position of settlement post-pouring belt  
**图 2.** 沉降后浇带位置

本项目基坑深度达 23 m，基坑支护采用地下连续墙 + 预应力锚索、护坡桩 + 预应力锚索、咬合桩 + 预应力锚索三种形式，基础形式为桩基础。截至 2023 年 4 月，涉及沉降后浇带的 1#、2#、3#楼已主体结构封顶，4#楼已完成地下 2 层结构施工，5#楼已完成基础筏板施工，地下车库已完成地下 2 层结构施工，如表 1 所示。

**Table 1.** Project construction progress as of April 2023  
**表 1.** 截至 2023 年 4 月项目施工进度

楼号	层数	施工进度
1#	16F/B5	结构封顶
2#	26F/B5	结构封顶
3#	26F/B5	结构封顶
4#	13F/B5	B2 层完成
5#	3F/B5	基础筏板完成
地下车库	B5	B2 层完成

### 3. 沉降后浇带提前封闭论证与结果分析

#### 3.1. 研究提前封闭沉降后浇带可行性思路

首先根据项目场地地质条件、地基基础方案、上部结构荷载分布，采用岩土工程专业有限元软件 PLAXIS 3D 对工程进行建模，进行项目地基基础协同计算分析，分析地基变形沉降量、差异沉降是否满

足规范要求。若数值满足规范要求，则可提前封闭项目沉降后浇带；若数值不满足规范要求，则需进一步分析，择时封闭沉降后浇带。同时，需针对模拟分析结果组织召开专家论证会，进一步分析讨论项目提前封闭沉降后浇带的可行性，最终得出结论与建议。

### 3.2. 项目三维建模分析

本项目沉降计算采用数值分析法，地基 - 基础 - 上部结构的协同计算分析采用 PLAXIS 3D 有限元软件。PLAXIS 3D 是世界领先的岩土专业有限元软件，在中国尊、北京大兴机场、银河 SOHO、丽泽 SOHO 都有其应用。该软件能够充分考虑工程桩、基础底板、梁柱板等因素影响，建模精细、分析结果精准度高、且能有效的预测建筑实际受力变形。

模型建立：PLAXIS 3D 中几何模型的建立主要包括土层的输入及地下室结构各构件的输入两部分。土层的输入可以精确反映项目勘察报告中各地质钻孔特性；考虑到地下结构刚度对地基沉降变形的影响，应用 PLAXIS 3D 提供的板、墙、梁和柱单元来模拟本工程的地下结构。主要步骤：1) 读取结构图中各个单元的具体位置，通过输入点、线、面，将 AUTOCAD 结构图转化为 PLAXIS 3D 中的格式；2) 对线和面，根据结构模板图赋予不同的属性；3) 对地下室外墙与土体基础部分进行面位移指定处理，以保证地基基础沉降计算更加准确。项目模型范围为  $300\text{ m} \times 300\text{ m} \times 82\text{ m}$ ，模型共设置 8 group，共计 347,013 个单元、516,943 个节点和 1,388,052 个应力点。项目岩土 - 结构有限元模型如图 3 所示，桩筏基础及上部结构模型如图 4 所示。

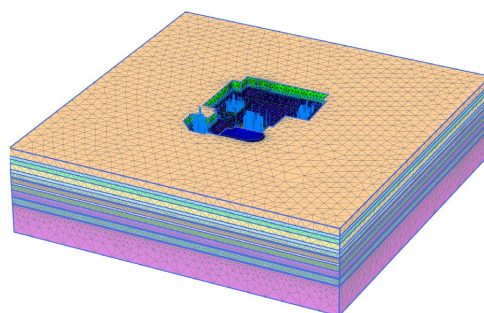


Figure 3. Geotechnical-Structure finite element mesh model  
图 3. 岩土 - 结构有限元网格模型

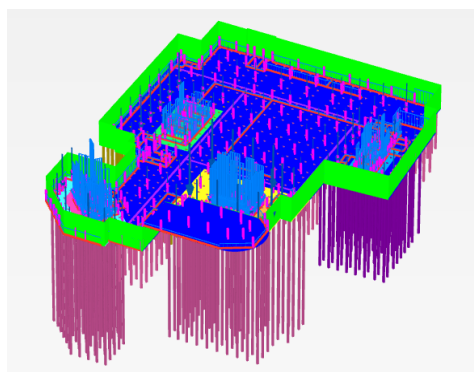


Figure 4. Integrated model of pile raft foundation and upper structure (equivalent to load)  
图 4. 桩筏基础及上部结构(等效为荷载)整体模型

边界条件：在 PLAXIS 3D 输入程序中创建工程模型时，不需要显式的定义模型的边界条件，在进入

计算模式(如分步施工模式)之后,程序会按照默认值自动创建模型的所有边界条件。

计算阶段:建筑沉降模拟现场实际施工过程,分为两个阶段进行逐级加载计算。第一阶段施加沉降后浇带封闭前的施工阶段上部荷载;第二阶段施加沉降后浇带封闭后的施工阶段上部荷载。两阶段共同作用下得到最终沉降结果。项目沉降后浇带封闭后数值模拟如图5所示。

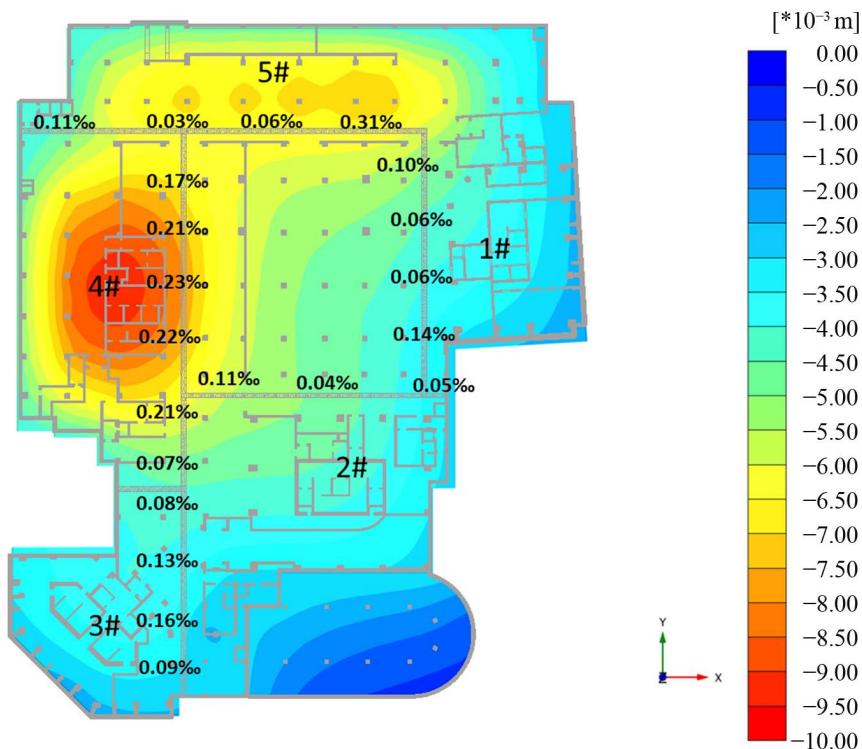


Figure 5. Numerical simulation of closed settlement post-pouring belt  
图5. 沉降后浇带封闭后数值模拟

Table 2. Numerical simulation of closed settlement post-pouring belt  
表2. 沉降后浇带封闭后沉降模拟数值

楼号	平均沉降/mm	最大沉降/mm	差异沉降/‰
1#	3.3	4.7	0.14
2#	3.9	5.5	0.11
3#	3.3	4.0	0.16
4#	7.3	9.2	0.23
5#	5.9	7.2	0.31
地下车库	4.1	/	/

通过数值模拟,提取沉降后浇带两侧结构柱沉降值,计算沉降差,得到差异沉降值。由表2沉降后浇带封闭后沉降模拟数值可知,本项目差异沉降最大0.31‰ L,最小0.11‰ L,项目提前封闭沉降后浇带满足规范要求的主裙楼差异沉降变形控制设计要求,即满足差异沉降 < 1.0‰ L。因本项目1、2、3#楼均已主体结构封顶,现场观测沉降数据可作为提前封闭沉降后浇带的数值支撑。由表3可知,建筑观测平均沉降数值小于数值计算平均沉降数值,且观测沉降数值与建筑数值模拟沉降趋势相符,印证了本



项目的数值模拟计算分析是合理可靠的。

**Table 3.** Summary table of settlement observation data  
**表 3.** 沉降观测数据汇总表

楼号	层数	观测平均沉降(mm)	数值计算平均沉降(mm)
1#	16F/B5	6.42	13
2#	26F/B5	12.72	18.1
3#	26F/B5	10.21	15.1

### 3.3. 计算分析结果

模拟计算结果显示,提前封闭沉降后浇带后,后期建筑沉降变形控制指标可满足规范要求,住宅楼与地下车库过渡处并无沉降突变,且现场实测与数值模拟趋势相吻合。综上所述,得出本项目提前封闭沉降后浇带结论:1、2、3#楼结构封顶,4#楼完成地下2层结构施工,5#楼完成地下5层结构施工,地下车库完成结构施工后可提前封闭沉降后浇带。

提前封闭沉降后浇带后的建议:一、沉降后浇带封闭后,施工现场开展全面、系统、完整的沉降观测工作,可在原有基础上增加沉降观测点、加密观测频次;二、同步准备沉降异常处理方案与应急预案;三、沉降后浇带封闭后,应采取有效的肥槽回填措施,确保回填土的质量满足设计规范要求。四、沉降后浇带施工严格按照施工组织方案实施。

## 4. 结语

传统沉降后浇带设计封闭要求给现场施工带来了诸多不便,本文以华侨村二期项目为例,通过项目数值模拟计算实例,梳理总结了论证华侨村二期项目提前封闭沉降后浇带可行性的实践经验。

一、沉降后浇带的封闭时间应综合考虑模拟计算数值与实测沉降数值,从而优化沉降后浇带封闭时间。二、应用 PLAXIS 3D 建模计算建筑沉降值符合工程实际情况,可为提前封闭沉降后浇带提供理论支持。三、当前新建的住宅小区基本全部采用整体地下车库形式,沉降后浇带提前封闭技术的应用具有较高的价值和广阔的前景。本项目提前封闭沉降后浇带的实践经验对今后类似工程具有一定的借鉴价值。

## 参考文献

- [1] 刘朋辉. 沉降后浇带的设计与施工探讨[J]. 施工技术, 2012, 41(S1): 131-133.
- [2] 李帼昌, 赵昱, 张万庆, 等. 高层建筑沉降后浇带的研究现状与分析[C]//中国力学学会结构工程专业委员会, 中国力学学会《工程力学》编委会, 新疆大学. 第 22 届全国结构工程学术会议论文集第 II 册. 2013: 71-75.
- [3] 李灿, 谭浩, 陈备斌, 李宫觅. 沉降后浇带独立支撑施工优化与实践[J]. 建筑安全, 2022, 37(5): 18-21.
- [4] 田金成, 郑鹏斌, 赵余江. 地下室顶板沉降后浇带提前封闭施工技术[J]. 施工技术, 2009, 38(12): 54-57.
- [5] 赵锡宏. 带裙房的高层建筑与地基基础共同作用的设计理论与实践[M]. 上海: 同济大学出版社, 1999.
- [6] 马卫生, 梁凤岭. 沉降后浇带封闭时间分析[J]. 施工技术, 2009, 38(6): 94-95.
- [7] 刘旭冉, 伊达, 侯春明, 武雄飞, 赵长江. 重庆来福士广场沉降后浇带提前封闭关键技术[J]. 施工技术, 2019, 48(24): 110-112.