

Research on the Application of a Quick Detachable Vertical Support Component Technology for the Reinforcement of Basement Roof Structures

Peijie Zhu

Shanghai Construction Group Co., Ltd., Shanghai, 200080, China

Abstract

During the construction of the main structure, sometimes due to site limitations, it is necessary to set up material transportation channels and material storage yards on the basement roof. To ensure construction safety and protect the basement roof, and avoid structural cracks, vertical reinforcement is usually carried out on the basement roof to meet the load requirements of vehicles and material storage yards. This paper provides a quick detachable vertical support component with a flexible expansion joint, which is used to provide temporary support for the basement roof, reduce the cost of basement roof reinforcement, facilitate support installation and removal, improve construction efficiency, and bring convenience to subsequent construction. Based on engineering practice, explore the reference significance for similar engineering construction.

Keywords

basement roof support; quick detachable vertical support components; application of construction technology

一种用于地下室顶板加固的快拆式竖向支撑构件应用技术研究

朱培杰

上海建工集团股份有限公司, 中国·上海 200080

摘要

主体结构施工时,有时因场地限制,需将材料运输通道及材料堆场设置在地下室顶板上。为保障施工安全和保护地下室顶板,避免出现结构裂缝,通常会对地下室顶板进行竖向加固,来满足行车及材料堆场的荷载要求。论文提供了一种“带有伸缩活络头的快拆式竖向支撑构件”,用于对地下室顶板提供临时支撑,达到减少地下室顶板加固成本,方便支撑安拆,提高施工效率,为后续施工带来便利的目的。结合工程实际,探讨对同类工程施工的借鉴意义。

关键词

地下室顶板支撑;快拆式竖向支撑构件;施工技术应用

1 工程背景

新建闵行区吴泾镇紫竹科学园区 MHP0-1003 单元 23-01 地块租赁住房项目位于上海市闵行区紫竹科学园区,北临规划绿野堂路,南临兰香湖南路,西临规划晚月樱路,东临规划紫日路。

本项目由 1 栋 14 层、4 栋 15 层自持租赁住宅、1~2 层配套商业、1 层配电站和地下车库组成,项目建筑用地面积为 23394.30m²,总建筑面积为 61174.80m²。地上总建筑面积 49359.12m²,地下建筑面积为 11815.68m²。住宅楼结构形式为整体装配式剪力墙结构。

【作者简介】朱培杰(1989-),男,中国江苏扬州人,本科,工程师,从事建筑施工研究。

本工程地下室为钢筋混凝土框架结构。基础底板厚度为 350mm,底板面标高为 -5.550。地下室顶板厚度为 300mm。

本工程上部结构为装配式剪力墙结构,施工阶段材料堆场面积需求很大。由于场地狭小,场地紧张,结构边线距红线在 3.7m 左右,周边无施工道路及作业场地。因此为满足材料运输及堆场要求,需将运输通道及堆场布置在地下室顶板上。

为保障施工安全,避免出现结构裂缝,施工现场通常会对地下室顶板进行加固,从而来满足行车及材料堆场的荷载要求。

2 地下室顶板加固方案设计及比选

根据对各施工阶段工况的分析,项目部首先提出了三种常规地下室顶板加固预案:

①地下室顶板钢筋混凝土结构加固：这是一种传统的加固方式，在现有顶板结构上增加钢筋和混凝土来提高其承载能力。

通过与建设单位沟通，认为本项目工期紧，施工概算有限，采用顶板钢筋混凝土结构加固会增加施工工期及建造成本。

②地下室顶板增加预应力钢束：通过在顶板预留孔道，后期增加预应力钢束，施加预应力筋增强结构的承载力，适用于需要大幅度提高承重能力的场合。

经过与建设单位及设计单位沟通，增加预应力钢束施工工艺的施工过程较为复杂，会增加施工工期，影响项目整体进度。

③地下室顶板钢管排架回撑：采取钢管排架的支撑体系作为顶板加固措施，在顶板结构完成后不马上拆除排架，而是将排架作为地下室顶板回撑加固件。

该做法施工成本高，排架体系竖向钢管间距小，影响地下室通行，对后续墙体砌筑等施工带来不便。

为此，笔者设计了一种用于地下室顶板结构加固的快拆式竖向支撑构件：支撑主体的下端固定设置在地下室顶板下方的地下室底板上，活络头的上端支撑在地下室顶板上。通过伸缩的活络头方便支撑快速安拆，为施工带来便利。

3 快拆式竖向支撑的初步设计

伸缩式竖向支撑柱包括支撑主体及设置在支撑主体上的活络头，支撑主体的下端固定设置在地下室顶板下方的楼板上，活络头的上端支撑在地下室顶板上。活络头（包括第二钢管及上部端板）通过顶丝支撑在支撑主体的顶座上。

本工程通过布置 $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$ 的伸缩式竖向支撑柱作为地下室顶板加固措施（见图1）。

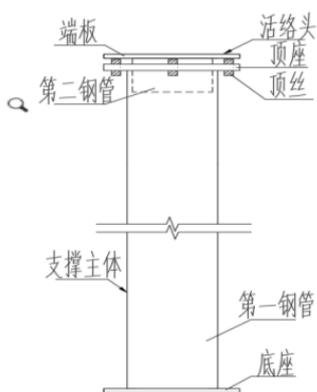


图1 伸缩式竖向支撑柱

4 快拆式竖向支撑安拆流程

步骤1：在地下室底板上搭设钢管排架，在钢管排架上布置顶板模板，顶板结构施工前根据支撑布置位置对底模开洞，将竖向支撑移至模板开洞位置，支撑构件可与排架做临时拉结（见图2）。

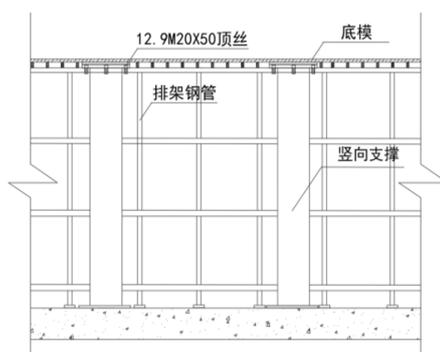


图2 顶板加固工况（一）

步骤2：旋转顶座上的顶丝将活络头沿支撑主体向上伸长使活络头的端板深入至模板洞口内，使端板伸出于底模板的上表面，在活络头的端板上覆盖模板洞口铺设钢丝网片，使活络头的端板接触支撑在钢丝网片上，绑扎地下室顶板的钢筋并浇筑混凝土形成钢筋混凝土结构的地下室顶板（见图3）。

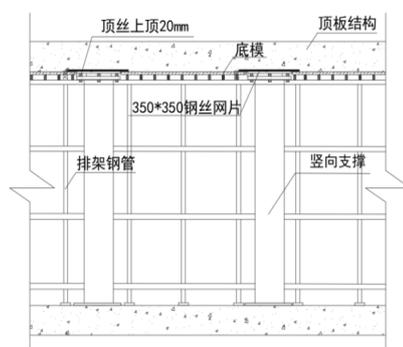


图3 顶板加固工况（二）

步骤3：在地下室顶板达到设计强度后拆除模板排架，使各伸缩式竖向支撑柱支撑设置在地下室顶板及其下方的楼板之间，通过各根伸缩式竖向支撑柱对地下室顶板进行荷载承载（见图4）。

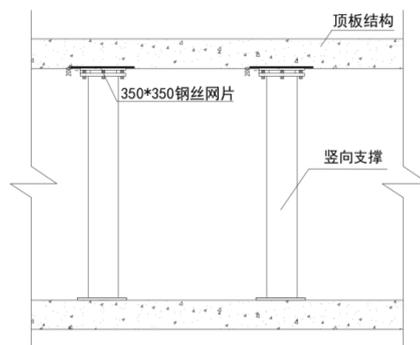


图4 顶板加固工况（三）

加固期结束后，支撑拆除方法如下：

步骤1：反方向旋转顶座上的顶丝使活络头远离地下室顶板回缩至支撑主体上，使各伸缩式竖向支撑柱与地下室顶板相分离。

步骤 2: 拆除各伸缩式竖向支撑柱。

步骤 3: 在钢丝网片下方通过水泥砂浆抹平, 使地下室顶板的下表面平整 (见图 5)。

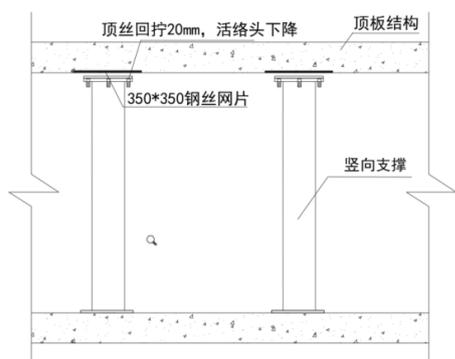


图 5 顶板加固工况 (四)

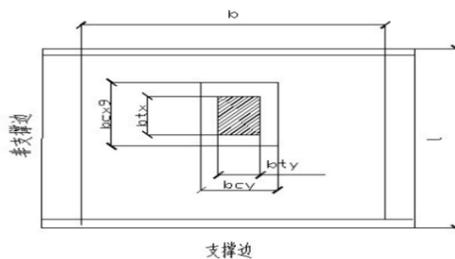


图 6 支撑边

$M_{\max} = 700\text{kN} \times 8\text{m} / 4 = 1400\text{kN/m}$ (偏安全考虑取 $L=8\text{m}$)。

按《建筑结构荷载规范》GB50009—2012 附录 C.0.5:

b_{cx} 、 b_{cy} 取值为:

$$b_{cx} = 1.4 + 1.6 = 2\text{m}, \quad b_{cy} = 1.8 + 0.2 = 2\text{m}$$

当 $b_{cx} \geq b_{cy}$, $b_{cy} < 0.6L$, $b_{cx} < L$ 时:

$$b = b_{cy} + 0.7L \quad (\text{偏安全考虑取 } L=8\text{m})$$

$$b = 2 + 0.7 \times 8.0 = 7.6$$

$$q_e = \frac{8M_{\max}}{bl^2} = \frac{8 \times 1400}{7.6 \times 8 \times 8} = 23\text{kN/m}^2$$

为了偏安全考虑, 对顶板临时道路不计算梁板的承载能力, 只考虑支撑的承载能力, 按 23kN/m^2 核算支撑的承载能力。

支撑钢管参数见表 1。

表 1 支撑钢管参数表

支撑截面类型	大钢管	支撑型钢型号	$\Phi 219 \times 8$
单根支腿支撑型钢个数 n	2	钢材等级	Q235
支撑立柱抗压强度设计值 f (N/mm ²)	205	支撑立柱截面面积 (mm ²)	5303

支撑横向间距为 2.5m, 纵向间距为 3m, 按最不利计算:

单根型钢所承受荷载最大面积为:

$$2.5\text{m} \times 2.5\text{m} = 6.25\text{m}^2$$

$$\frac{N}{\phi A} = \frac{23 \times 10^3 \times 6.25}{0.272 \times 30.7 \times 10^{-4}} = 179\text{MPa} < 205\text{MPa}。$$

经计算, 该竖向支撑满足要求, 材料堆场最重荷载为 PC 材料堆场, 每平方米为 2.21t, 小于地库顶板临时道路受力值 23kN/m^2 。

6 快拆式竖向支撑的持续改进

为了进一步提高活络头向支撑主体的传力和锁紧效果, 增加了竖向设置在第一钢管上的腰形孔, 锁紧螺栓可以通过垫片穿过腰形孔。腰形孔能够适应于活络头的第二钢管在支撑主体的第一钢管的不同位置上, 垫片能够使锁紧螺栓可靠地固定设置在第一钢管上, 此时垫片的内表面可以为与第一钢管的外轮廓相匹配的弧形面, 且垫片的外表面为平面, 以使锁紧螺栓能够可靠地固定设置在第一钢管上, 锁紧螺栓为四个 (见图 7)。

5 快拆式竖向支撑的承载力计算

5.1 车库顶板材料堆场荷载分析

①叠合楼板: 叠合楼板厚为 60mm, 每平方米重为 $2.5 \times 0.060 \times 1 \times 1 = 0.15\text{t}$, 按 6 层堆放总计 0.9t 考虑。

②墙板: 最重墙板为 PCTC2 为 5.04t, 尺寸为 $3.80\text{m} \times 0.6\text{m} = 2.28\text{m}^2$ 。每平方米荷载为 $5.04 / 2.28 = 2.21\text{t}$ 。

③楼梯: 楼梯板每块重为 2.28t, 尺寸为 $3.4 \times 1.3 = 4.42\text{m}^2$ 。每平方米荷载 $2.28 / 4.42 = 0.52\text{t}$ 。按 4 层堆放总计 2.08t 考虑。

综上所述, PC 堆场最重荷载为每平方米为 2.21t。

5.2 车库顶板行车荷载分析

①混凝土罐车及泵车: 按装 15m^3 车考虑, 混凝土罐车自重约 20t, 15m^3 混凝土按 35t 计, 合计取值按 $55 \times 1.1 = 60.5\text{t}$, 总计 61t 考虑。

②PC 货车: 根据 PC 工厂提供的数据, 一辆车最多装载总重量 40t, 半挂车按 20t 计, 考虑到动荷载, 整车总重量取 70t。

因 PC 货车最重, 以下按 PC 货车作用下验算楼面等效均布活荷载。

单向板上局部荷载 (包括集中荷载) 的等效均布活荷载:

$$q_e = 8M_{\max} / bL^2$$

式中: L ——板的跨度, 取最大轴线间距 8000mm;

B ——板上荷载的有效分布宽度, 按本附录 C.0.5 确定;

M_{\max} ——简支单向板的绝对最大弯矩, 按最不利布置确定。

按 PC 货车后车轮作用在跨中考虑, 后轮均作用在一个共同的平面上, 轮胎着地尺寸为 $0.6\text{m} \times 0.2\text{m}$, 后车轮作用荷载取 70t, 偏安全性考虑, 前车轮作用荷载不计。

支撑边如图 6 所示。

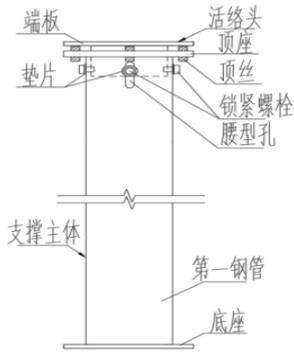


图7 快拆式竖向支撑的改进措施

地下室顶板承载荷载时，荷载力通过活络头的端板、顶丝或者螺杆依次传递给支撑主体的顶座、第一钢管和底座，然后传递至楼板上。同时，由于锁紧螺栓的杆体部分横切于第一钢管和第二钢管，第二钢管的受力通过锁紧螺栓传递至第一钢管上。锁紧螺栓保证了活络头与支撑主体伸缩调节后的稳定性，防止活络头被荷载下压后向下滑落。

7 结语

通过本工程快拆式竖向支撑构件的策划、设计、安拆等施工过程，我们可以发现，与传统地下室顶板加固措施相比，快拆式竖向支撑构件具有搭设方便、可靠性强；用钢量小；承载能力较大；施工效率高的特点。大大减少了施工过程中人、材、机的各项成本，节约了施工工期，为后续工序作业带来极大的方便。

参考文献

- [1] 段凯元.汽车式起重机支点作用下的地下室顶板加固方案设计与分析[J].建筑术,2018(8):887-889.
- [2] 胡长明,王娟,梅源,等.扣件式钢管高大模板支架抗连续倒塌分析[J].建筑钢结构进展,2019(3).
- [3] 郭伟华,彭成,钱嘉琛.地下室顶板行车加固方案-荷载参数分析[J].江苏建筑,2020(3).
- [4] 席亚杰.施工区域受限环境下地下室顶板吊装区加固施工方法研究[J].住宅与房地产,2023(11):92-94.