

设置施工道路的地下车库顶板加固措施

陈琳
上海南汇建工建设（集团）有限公司
DOI: 10.12238/ems.v6i11.9978

[摘 要] 以上海地区几个工程为实例，介绍在施工阶段利用地下室顶板设置施工便道的加固方案，对比各方案实施中优点和缺点。可为类似工程施工提供参考和借鉴。
[关键词] 地下车库；施工道路；顶板；荷载；加固措施

Reinforcement measures for the roof of the underground garage with construction roads
Chen Lin

Shanghai Nanhui Construction Engineering (Group) Co., Ltd

[Abstract] Taking several projects in Shanghai as examples, this article introduces the reinforcement scheme of using basement roof to set up construction access roads during the construction phase, and compares the advantages and disadvantages of each scheme in implementation. It can provide reference and inspiration for similar construction projects.
[Keywords] underground garage; Construction roads; Top plate; Load; Reinforcement measures

引言：

随着经济社会发展，新建的高层住宅小区普遍配备地下机动车库，地下车库占建筑用地比例也越来越大。在项目施工阶段，施工便道常需要布置在地库顶板上。按照施工阶段方案编制要求，对道路下方的地库结构需要编制加固方案。本文结合工程实例，分析这几个处理方案，对比各方案的经济指标，供今后类似项目参考。

1. 工程概况

1.1.1 项目一：上海市浦东新区惠南镇东南社区 06-01 地块动迁房项目，位于惠南镇观海路东，沪南公路南。项目部采用沿建筑总图消防通道位置布置施工临时道路。需核算的地库顶板位置：消防通道范围的顶板。

1.1.2 项目二：上海市浦东新区周浦镇 08 单元 10-05 地

块商品房项目，位于周浦镇咸塘港东，六灶港南，东侧规划道路尚未施工，进出场路口设在咸塘港上的施工便桥处。项目部决定避开沉降后浇带设置“Y”型施工道路，需核算的地库顶板位置：非消防通道位置的施工通道。

1.1.3 项目三：浦东新区民乐大型居住社区 L04-02 地块动迁安置房项目，位场地位于上海市浦东新区惠南镇，东至听潭路、南至拱北路、西至城西路、北至拱为路。施工便道沿消防通道设置，基本位于地库范围外，但商业用房 A 的附属地下车库顶板上方有一段施工道路，长 58 米。需核算的地库顶板位置：消防通道位置的施工通道，在商业用房 A 地库顶板上。

1.2 道路概况：

施工便道采用现浇混凝土结构路面，构造见表-1。

表 1 施工道路构造作法表

项目编号	路面到库顶距离（m）	路面厚度（mm）	路面宽度（m）	路面混凝土强度	路面配筋
项目一	1.5	250	6	C30	C12@200 双向
项目二	0.75	250	7	C30	C16@200 双向
项目三	0.50	150	7	C30	C12@150 双向

1.3 地库加固措施对比见表-2

表 2 地库加固措施对比表

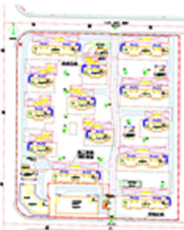
项目编号	结构加固措施		支撑措施	
项目一	☒		☐	消防通道位置不加固
项目二	☒		☒	Φ48×3.0@500×500
项目三	☒	见表-3	☒	Φ48×3.0@500×500
				
项目一道路布置		项目二道路布置		项目三道路布置

表 3 项目三 结构加固措施

加固部位	原设计	加固后	备注
基础、承台	原尺寸	纵横向均放宽 1 米	基础、承台有不同尺寸
承台配筋	C16	C 18	钢筋间距不变
砼外墙配筋	C 18	C 20	钢筋间距不变
砼内墙配筋	C 12、C 14	C 14、C 16	钢筋间距不变
砼墙拉筋	Φ8	Φ10	

柱纵筋	原尺寸	提高一级	钢筋直径增大一个规格
柱箍筋	Φ8	Φ10	
顶板 D~G 轴配筋	C 12、C 14	C 14、C 16	钢筋间距不变
顶板厚	250mm	300mm	
砼标号	C30	C35	

2. 经济指标对比

表 4 加固措施经济指标

对比参数	项目编号	项目一	项目二	项目三
一、总造价（元/延米）		1370.5	2528.1	5834.3
		分项造价 分项占比	分项造价 分项占比	分项造价 分项占比
（一）临时道路造价（元/延米）		1370.5 100%	1850.8 73.20%	1219.5 20.90%
（二）库顶支撑造价（元/延米）		0	677.3 26.80%	677.3 11.60%
（三）结构加固造价（元/延米）		0	0	3937.5 67.50%
经济指标相对指数		1	1.84	4.26

通过表-4 对比，项目一利用了消防通道，不对顶板进行支撑加固和顶板结构加固，只产生临时道路造价，单位综合造价最低。项目三采用顶板结构加固，又采用支撑加固，导致造价大大上升，其中顶板结构加固的费用占总造价的 67.5%。

3. 方案分析

3.1 项目一：在消防通道位置设置临时道路。道路上载重汽车重 73 吨，通过配筋路面将集中荷载分散，再由路面与顶板之间的 1.2m 回填土层使荷载进一步均布在顶板上。施工道路设置成单向行驶，车长约 12 米，轴距约 7 米。轮压荷载向外扩散范围近似取 6 倍路面厚度，折算均布面积：

$$S = (2 + 0.25 \times 6 \times 2) \times (7 + 0.25 \times 6 \times 2) = 50 \text{ m}^2$$

折算路面荷载 $q = 710 \text{ KN} / 50 \text{ m}^2 = 14.2 \text{ KN/m}^2$ ，小于消防通道设计荷载 22 KN/m^2 。

路面配筋按 C12@200，实际配筋率 $0.2\% > 0.15\%$ ，满足最小配筋率要求。

至本工程主体施工结束，道路使用状况正常，下方地库顶板无损坏迹象。

3.2 项目二：施工道路设置在非消防通道处，施工道路折算荷载 13.6 KN/m^2 ，大于使用允许荷载值 5 KN/m^2 ，地库顶板需设置支撑。施工道路 7 米宽，而实际使用情况不允许满载车辆双向同时行驶，宽度可以减小；且采用 C16@200 配筋，实际配筋率 0.4% ，配筋偏大。这些因素都造成路面成本偏高。该项目已竣工，道路使用过程无异常，顶板结构无损坏迹象。

3.3 项目三：经设计单位确定，对原结构进行加强处理，处理措施：加大承台尺寸、加大柱内配筋、加大顶板配筋、加大顶板厚度，并提高混凝土强度等级。这部分改动造成施工道路系统造价大大提高。因施工道路距顶板只有 0.5 米，隔振效果较差，基于此原因，路面厚度 150mm，配筋 C12@150，实际配筋率 0.5% ，配筋率偏高。提高混凝土路面厚度和减小路面配筋率更为合理，可以增强路面刚度更好扩散轮压，提高对下方地库顶板的保护效果。该工程已竣工，在施工阶段道路使用正常，地库顶板无损坏迹象。

4. 支撑方式对比

在项目一的汽车吊行驶路线下方的地库顶板的处理办法汽车吊行驶质量 71 吨，起吊作业时四支撑腿处荷载：

$$\frac{(\text{起重荷载} + \text{汽车吊自重} + \text{配重}) \times 9.81}{4} + \frac{(\text{起重荷载} + \text{吊钩}) \times 9.81 \times \text{工作半径}}{\text{最小支腿距离}}$$
$$= \frac{(10 + 71 + 42) \times 9.81}{4} + \frac{(10 + 0.3) \times 9.81 \times 16}{8.3}$$
$$= 496 \text{ KN}$$

行驶路线范围做型钢支撑加固结构梁，在梁跨中位置架设型钢支撑。本工程地库轴网 7.9m×7.9m，与汽车吊支腿间距 8.3m 接近，采用精确施工测量，选择柱顶位置作为起吊时支腿位置。并在与柱相交的框架梁下，靠近柱 0.5~1 米处设置型钢支撑。

型钢支撑采用双 20#工字钢组合截面，肢尖相对。路面采用 20mm 厚钢板铺设，支腿处采用荷载扩散箱，防止行驶中车轮及起吊时支腿下陷。汽车吊仅进退场时使用临时道路，

对结构长期效应作用小。地库顶板厚度 250mm，混凝土强度等级 C35，基本配筋 C12@150 双层双向，实际配筋 $753 \text{ mm}^2/\text{m}$ 。按板弯矩作用计算配筋面积，支座 $As' = 611 \text{ mm}^2/\text{m}$ ，跨中 $As = 205 \text{ mm}^2/\text{m}$ ，实际配筋满足要求。

道路下方库顶次梁上部钢筋最小 4C22， $As' = 1519 \text{ mm}^2$ ；底部配筋最小 7C22， $As = 2659 \text{ mm}^2$ ；截面为 400×800 。框架梁截面更大（ 550×900 ），配筋也更大。故以次梁截面复核。

在主梁跨中增加支撑后，次梁增加一个简支支座，梁跨度由 7900mm 变为 3950mm。汽车吊荷载大致可以简化为三跨连续均布荷载。折算均布荷载 $17.5 \times 4 \times 1.4 = 98 \text{ KN/m}$ ， $qL^2 = 4022 \text{ KN} \cdot \text{m}$ 会产生主次梁交点处以及次梁交点处负弯矩增加，次梁跨中正弯矩增加。而主梁节点处负弯矩钢筋配筋很大（7C22~9C22），次梁（或主梁）底部纵筋也很大（6C25），且通长设置，因此不利截面会出现在柱支座处。以最不利布置，即行驶路线位于次梁正上方，则次梁分摊荷载为 $1.2 \times 3 \times 4 = 158.4 \text{ KN/m}$ ， $qL^2 = 2471$ 。以 1.2 恒+1.4 活的基本组合弯矩复核 400×800 次梁截面，混凝土强度 C35，HRB 400 钢筋 $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$ ，计算配筋 $As' = 726 \text{ mm}^2$ ，实际最小配筋 4C22， $As' = 1519 \text{ mm}^2$ ，配筋满足要求。

采用型钢支撑在梁跨中设置，4 米一排，每排 3 根，平均用料 100Kg/延米，型钢采购造价约 520 元/延米。因搭设方便，人工费用大大降低，搭设速度提高。实际施工时，配备一套支撑型钢，循环使用了四次，采购成本再次摊薄，只有 140 元/延米。相对于项目二的支撑成本 677.3 元/延米，减少了 79%。且支撑间距大，方便同期施工内容开展。

通过计算，发现地库顶板的受防水要求和最小配筋率限制，实际结构承载力有较大潜力，而顶板梁通过加设支撑减小跨度后，承载力也会大大提高。在顶板上设置施工便道时，存在使用周期长（约 200 天）的特点，而型钢支撑存在连接不可靠的隐患。可以利用原结构设计，将临时型钢支撑改为截面相对较小的现浇钢筋混凝土柱。或者通过预埋连接钢板，再将型钢支撑进行焊接，使型钢支撑与梁及地库底板可靠连接，也是较为有效的一种支撑方式。

5. 结语

随着城市建设标准的提高，项目配套建设地下车库的情况已经很普遍了，施工便道设置在地库顶板上的情况也越发多见。而随着装配式建筑的推广，施工车辆载重日渐加大，对库顶道路的要求也随之提高。通过施工组织设计阶段对道路布置方案的评选，可以做到安全、合理、经济。对结构进行简单的受力分析，利用原设计结构承载力，采用不同的支撑方式，库顶道路可以减少支撑投入又能确保安全，减少资源消耗。

【参考文献】

[1] 李胜. 某住宅地下室顶板上部设置施工道路的方案验算[J]. 门窗, 2016, (09): 197.
[2] 赵建飞. 某住宅项目地下室顶板上部设置施工道路与场地的技术方案[J]. 工程质量, 2014, 32 (S2): 378-381.
[3] 朱旭东, 蔡浩良. 地库顶板临时支撑受力简便计算方法[C]//天津大学, 天津市钢结构学会. 第二十三届全国现代结构工程学术研讨会论文集. 中建建设集团有限公司; 中国建筑第八工程局有限公司; , 2023: 5.