

地下空间工程中的结构托换设计与关键技术研究

千银¹ 王智群²

1 杭州野原结构设计事务所有限公司 2 岩土科技股份有限公司

DOI:10.12238/btr.v3i12.3536

[摘要] 随着城市化进程加快,土地资源变得越来越稀缺。常规建筑领域,柱主要承受轴向压力,是用来支承上部结构并将荷载传至基础的竖向直杆。桩和柱具有两个完全不同的功能设定,一直以来难以改造。然而在已有建筑物下新建地下空间过程中,由于设计和承载力需要,将桩改造成柱,以达到地下空间设计标准。本文着重阐述地下空间桩变柱关键技术,该技术不需要拆桩重新造柱,具有成型快、效果好、节约资源、绿色环保的特点。

[关键词] 地下空间; 结构托换; 设计与研究; 岩土工程

中图分类号: TB21 **文献标识码:** A

前言

随着社会的发展,人们生活水平的体高,私家车数量逐年增多,城市中停车难问题日益严峻,特别是年代较久的小区居民楼和办公室,原地面建筑物下未建地下车库,停车难问题尤为突出。在旧建筑物下建造地下车库及人防、抗震救灾工程中,结构托换技术,保证原有建筑结构稳定,具有施工快速、建造成本低、环保的特点,缓解目前停车难问题。另外,所进行的地下空间开发战时可用于防空,对无桩基础的旧建筑物在开发地下空间时进行基础加固,增强房屋抗震性。

1 结构托换关键技术问题研究

地下结构转换方案:托换技术,在原桩位处采用结构柱托换。两种情况。一种桩位与柱位置不重合,采用设置转换层。另一种桩位与柱位置重合。直接桩外包成框架柱,承担上部结构荷载。

1.1 桩承载力研究

桩承载力由两方面确定:桩侧土体提供桩侧摩阻和桩端阻力以及桩身强度。计算轴心受压混凝土桩正截面受压承载力时,通常不记入桩失稳,取稳定系数1.0。大量试验研究表明,当基桩自由长度较大时,可能发生屈曲破坏,尤其软弱土层中的桩基,更应考虑屈曲分析。《桩基范围》规定:高承台桩或者桩身

穿越可液化土或不排水抗剪强度小于10KPa的软弱土,则考虑压屈影响。

1.2 柱子托换研究

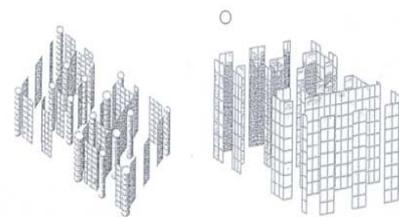
一柱两桩托换,关键在切割钢管桩和桩之前,地下二层柱子上端顶住承台,相应范围内完全依靠承台的素混凝土传递荷载。验算该部分素混凝土受压构件。以轴线处柱为例。地下二层柱顶轴力 $N=1075\text{KN}$,弯矩 $M=46\text{KN}\cdot\text{m}$ 。柱子顶部原承台混凝土强度C40。柱子截面为 $800\text{mm}\times 900\text{mm}$,原地下一层承台厚 2.0m ,柱子净高 $L_0:L_0=10.10-3.30-2.0=4.8\text{m}$, $f_{cc}=0.85f_c*16.7=14.195\text{MPa}$ 。偏心矩:根据 $L_0/b=4800/800=6$ 查表得稳定系数: $\varphi=0.96$ 。满足规范要求。施工时,原承台切割前保留静压钢管桩,待柱顶钢管套箍安装后,再割除。可保证柱托换过程中框架柱受力安全。

1.3 地下室外侧墙托换研究

地下室外侧墙进行托换时,地下二层地下室外侧墙不再设置框架柱,因此在切割原有工程桩之前,先浇筑工程桩两侧剪力墙,待达到设计强度之后,再将原工程桩切除,然后浇筑余下剪力墙部份。验算后浇筑剪力墙部分浇筑之前的强度。柱顶按照桩承载力之和施加集中力,满足要求。

1.4 核心筒托换研究

核心筒承担的竖向荷载较大,在地下二层进行结构托换时,共分4次逐步进行:第一阶段托换验算,第二阶段托换验算,第三阶段托换验算。托换模型见1.1。结果表明,除了少数局部应力较为集中外,其余均满足要求。墙肢轴压比除了个别墙肢达到0.45外,随着托换墙肢的增多,轴压比逐步减少到0.25左右,满足规范要求。



1.1 托换模型

1.5 原工程桩和钢管桩共同问题研究

新建地下室底板承台浇筑前,原工程桩表面抛圆后,通过螺栓将钢管套与桩连接,并在桩和桩套间采用压力注浆。底板承台钢筋植入原工程桩中。静压钢管桩和原工程桩,考虑到新老交界面防水效果较差,增设止水钢板。两桩承台则在桩之间增设水平钢梁,确保二者共同发挥作用。

1.6 开挖后结构整体稳定性研究

建立横向单框框架模型,考察上部

结构开挖稳定性。所加荷载1.0恒+1.0活, 桩侧土体侧限通过弹簧单元模拟。以第1阶屈曲模态为初始缺陷分布, 初始缺陷幅值取5cm, 进行竖向荷载下几何非线性分析, 所得荷载一位移曲线, 荷载系数接近70, 满足稳定要求。

2 结构托换设计

2.1 总体思路

地下二层开挖后, 土体受到扰动、桩侧摩阻力减小、桩身强度考虑压屈, 因此原有工程桩承载力不满足要求, 必须增补静压钢管桩。原地下一层底板下为深厚淤质土, 性质较差, 底板下施工钢管桩, 场地受限, 因此钢管桩全部在基础底板上方静压施工。限于地下一层现有建筑功能, 基础底板不宜开洞, 相应范围内增加钢管桩均设置在水池周围。同时设置2道桩间临时支撑将原工程桩、新增钢管桩互相拉结, 第二道临时支撑将同混凝土水平内支撑相连, 增强开挖时整体稳定性。浇筑完地下二层基础底板后, 按顺作法施工新扩地下室部分。原地下室范围内需进行竖向构件托换。柱子托换时不能全部展开, 必须逐个进行, 必要时可增设临时钢立柱。结构方案的实施要点可划分为五个阶段: ①地下一层底板上施工静压钢管桩; ②分段开挖至水平钢筋混凝土支撑底, 施工支撑; ③开挖至基础底板底, 浇筑地下二层基础底板和承台, 以及地下二层外侧墙; ④进行墙柱托换, 必要时增设临时钢立柱; ⑤下二层新增墙柱达到设计强度后, 凿除地下二层范围内多余原工程桩、钢管桩, 撤出临时钢立柱, 并根据建筑功能需要部分凿除原地下一层承台。

2.2 一柱一桩、一柱两桩

一柱一桩时直接利用原工程桩外包成地下二层的框架柱。

一柱两桩托换时, 由于地下层作为停车场, 净高有要求, 因此必须对原地下一层承台在原基础梁底下一部分切除。托换时, 先利用四周静压钢管桩和原工程桩共同承担上部荷载, 必要时增设临时钢立柱, 安装好地下二层柱子的内插型钢后, 再浇筑钢筋混凝土, 接着切除地下二层范围内的钢管桩、工程桩以及部分承台, 最后安装柱顶钢套箍, 对柱顶上部节点进行加强。

2.3 地下室外侧墙托换

地下室外墙一周设有工程桩, 大部分两桩, 少数单桩。新扩地下二层后, 原地下室外墙延伸至地下二层; 框架柱下设置单根工程桩时, 工程桩中心位于侧墙内。对这部分外侧墙进行托换, 先将工程桩范围外的外侧墙浇筑, 先浇筑区域剪力墙达设计强度后, 割除原工程桩, 浇筑其余剪力墙; 框架柱下设置2根工程桩时, 将工程桩范围以外的外侧墙浇筑, 待先浇筑区域剪力墙达设计强度后, 再割除位于地下二层室内工程桩, 安装内插型钢, 然后浇筑其余剪力墙和框架柱。

2.4 室内剪力墙托换

地下层在轴线上的原地室外墙, 由于该范围地下层外扩, 地下二层正好在这个范围内设有立体车库, 因此变成了室内部分后, 这部分相应在地下二层应进行托换。地下一层设有框架柱的位置, 在地下二层浇筑新的框架柱, 然后将原地下一层外侧墙下的地梁, 截面适当增大, 形成梁抬墙的转换结构。新浇框架

柱类同一柱两桩托换, 内插型钢。

2.5 核心筒剪力墙托换

核心筒范围内基础底板厚、电梯筒深与基础底板厚满足消防要求, 局部凿500mm厚底板; 消防疏散楼梯调整至核心筒以外, 避免在2m厚基础地板上凿洞。核心筒剪力墙全部向上延伸一层, 同时该范围内工程桩凿至地下二层基础底板。进行核心筒剪力墙托换时, 综合考虑工程桩和墙共同承担上部结构荷载, 托换先托换掉核心筒外围工程桩, 然后托换内部工程桩。

3 结束语

利用新开发的地下空间桩变柱技术, 解决桩和柱具有两个完全不同的功能设定, 一直以来难以变更和改造的问题。经过改造加固, 将承受轴向压力的柱变为靠摩擦阻力和端阻力来承担桩顶荷载, 并将所承受的荷载传递到地基土(或基岩)中的桩, 能够在建筑物下建造地下空间时, 就地取材, 将原本就具有一定承载力的桩改造成柱, 减少了新建柱的数量, 保证了地下空间不发生坍塌, 并且地下空间承载力符合要求。

[参考文献]

- [1]赵斌, 漆俊, 王一欧. 微型钢管桩在狭小场地复合土钉墙支护体系中的应用[J]. 建筑技术开发, 2017, 44(23): 53-54.
- [2]朱旭荣. 锚杆静压钢管桩在高层建筑桩基加固中的运用[J]. 建材与装饰, 2018, (39): 91-92.
- [3]李湛清. 锚杆静压钢管桩在高层建筑桩基事故处理中的应用[J]. 科技情报开发与经济, 2005, (19): 283-284.