**混凝土置换法加固某高层建筑**

**柱的工程实例**

张锦涛1

（1四川省建筑科学研究院有限公司，成都 610081）

摘要：由于竖向内力大，柱的混凝土置换是目前结构加固的一大难点。本文根据成都某高层建筑的柱混凝土强度实测值远小于设计值的工程事故，提供了一种柱混凝土置换的方法。该方法在原柱旁新增托换柱，将原柱的内力转由托换柱承担，从而为混凝土置换提供条件。该方法可靠性高，不影响建筑的后续使用，可作为同类工程加固设计与施工的参考。

关键词：高层建筑；柱；混凝土置换；加固

中图分类号：TU37文献标志码：A文章编号：

**An engineering example of strengthening column by concrete replacement methodin a high-rise building**

Zhang Jintao1

(1Sichuan Institute of Building Reserch,Chengdu 610036,China)

**Abstract :** Because of the large vertical internal force, the concrete replacement of column is a difficult point in structural reinforcement.In this paper, a method of concrete replacement of column is proposed according to an engineering accident in Chengdu.In this method, a new column is added beside the original column, and the internal force of the original column is transferred to the column, thus providing the condition for concrete replacement.This method has high reliability and does not affect the follow-up use of the building. It can be used as a reference for the design and construction of similar projects.

**Keywords:**high-rise building;column;concrete replacement;Reinforcement

0 引 言

由于良好的物理力学性能、低廉的建造成本等优点，混凝土已广泛运用于工业与民用建筑、道路桥梁、市政设施建设等各个领域。然而，由于施工质量不高、使用不合理、自然灾害等因素，混凝土构件常常出现混凝土疏松、混凝土强度偏低、混凝土开裂等现象，混凝土的物理力学性能达不到相关规范及设计的要求。

目前，针对混凝土出现的质量问题，常

收稿日期：2019-11-16

作者简介：1.张锦涛（1988.09－），男，硕士，工程师，主要从事建筑结构检测鉴定及加固改造设计工作。

Email:330131126@qq.com

用的加固方法有增大截面加固法、外包型钢加固法、置换法等方法。对于混凝土强度过低或有严重缺陷的构件，置换法为最为有效的加固方法，可以从根本上解决混凝土的质量问题。某些不得影响建筑后续使用的工程（如不得减少使用面积、层高等），也可采用置换法进行加固。

由于竖向内力大的特点，柱的混凝土置换往往成为难点（特别是柱的全截面混凝土置换），本文通过某工程实例，提出了一种柱混凝土置换加固的方法。

1 工程概况

该工程位于四川省成都市，为一栋地上29层、地下3层的钢筋混凝土框架-剪力墙结构住宅，总高度为99.8m，抗震设防烈度为7度（0.1g，第三组），建筑场地类别为II类。竖向构件混凝土设计强度等级为C30~C60。

该工程于2013年9月开工建设，2014年10月主体竣工。2016年6月，相关单位在检查过程中发现该建筑第19层2-11交2-C轴钢筋混凝土柱（以下称“该柱”）混凝土抗压强度偏低（该柱在第19层的设计混凝土强度等级为C40），建设单位随即委托具有资质的第三方鉴定机构对该柱进行了鉴定。根据鉴定报告可知，该柱在第19层的实测混凝土抗压强度值为24.5MPa，远小于设计值。该建筑第19层结构平面布置图如图1所示。



**图119层结构平面布置图**

**Fig.1 Structureplanof the 19th floor**

根据该柱第19层的实测混凝土抗压强度值对其进行承载能力验算，验算结果表明该柱在第19层的承载能力不满足现行规范要求，需进行加固处理。

2 柱混凝土置换设计

为了不减少该建筑使用面积，不影响该建筑的后续使用，提高建筑后期使用的可靠性，本工程采用混凝土置换法对该柱进行加固。

2.1 荷载取值

对该建筑进行混凝土置换加固时，该建筑未交付使用、未安装设备、未进行内部装修，混凝土置换设计时不考虑使用荷载、设备荷载及装修荷载。经估算，该工程的加固施工时间为2个月，施工时间短，混凝土置换设计时不考虑地震作用下的水平荷载。混凝土置换设计时仅考虑主体结构的实际自重。

仅考虑主体结构的实际自重，并对荷载进行基本组合计算后可知，该柱第19层的轴力设计值为：6885 kN。

2.2 混凝土置换方式

由于该柱第19层的设计轴力值较大，为保证方案的可靠性，设计采用在原柱侧新增钢筋混凝土托换柱，一次性置换原柱混凝土的方法。

该方法将原柱分为置换区、搭接区及保留区。置换区为原柱混凝土强度值不满足设计要求的区域，搭接区为原柱与托柱搭接的区域（置换区以上及以下均设搭接区），保留区为原柱无需置换处理的区域。

该方法的基本施工顺序为：（1）施工钢筋混凝土托换柱，托换柱上下端与原柱无需置换的区域搭接；（2）待托换柱混凝土强度达到设计要求后拆除原柱置换区混凝土；（3）然后重新浇注混凝土；（4）待重新浇筑的混凝土强度达到设计要求后拆除托换柱，置换完成。

该工程托换柱设置在原柱置换区的两侧及搭接区的四周，如图2~图5所示，原柱置换区未设置托换柱的两侧为混凝土置换施工操作面。为保证混凝土置换时留有足够施工空间，该工程的置换区向第19层楼面以上延伸500mm，如图2所及图3示。



**图2托换柱立面示意图1**

**Fig.2Schematic diagram 1 of column**



**图3托换柱立面示意图1**

**Fig.3Schematic diagram 1 of column**



**图41-1 图52-2**

**Fig.4 1-1 Fig.5 2-2**

2.3 托换柱设计

1）该工程托换柱混凝土强度等级为C 45，托换柱与原柱新旧混凝土结合面的高度（搭接区高度）按JGJ/T239-2011《建（构）筑物移位工程技术规程》 [1] 5.4.3第4款确定。



取hj=2.3m。

2）托换柱与原有柱的结合面为新旧混凝土结合面，必须采取有效措施，保证剪力在结合面上能够有效传递。重庆大学全学友教授在新旧混凝土结合方面的研究成果[6] 表明，在新旧混凝土结合面上垂直设置界面筋能够有效地提高新旧混凝土的抗剪性能，故该工程选择此方法对新旧混凝土结合面进行加强处理。该工程新旧混凝土结合面的界面筋设置如图6所示，界面筋直径为14mm，植入旧混凝土深度为 120mm，新混凝土内锚固长度为 450mm。



**图6界面筋设置立面示意图**

**Fig.6Schematic diagram of Additional reinforcement**

3）GB50367-2013《混凝土结构加固设计规范》[3] 6.3.1条规定：“置换用混凝土的强度等级应比原构件混凝土提高一级，且不应低于C25。”本工程原柱混凝土设计强度等级为C40，故置换用混凝土的强度等级为C45。

4）拆除原柱置换区后，托换柱与原柱将在搭接区形成深受弯构件，故需在搭接区的上下两端设置附加钢筋，附加钢筋根据GB 50010-2010《混凝土结构设计规范》（2015年版）[2]附录G 进行计算。 

采用最小配筋率配置钢筋6D20（1884mm2）

托换柱配筋按GB50010-2010《混凝土结构设计规范》（2015年版）[2]进行计算，本文不再赘述。

3 梁的支撑设计

托换柱在第19层及第20层与原柱周边梁重合，原柱周边梁混凝土强度等级为C30，小于托换柱设计混凝土强度等级（C45），在施工托换柱前应清除原柱周边梁与托换柱重叠部分的混凝土。清除原柱周边梁与托换柱重叠部分的混凝土前，需在周边梁下设置可靠支撑。本工程采用在周边梁下设置型钢柱的支撑方式，型钢柱采用A140×8钢柱，竖向设置范围为17层~19层，如图7及图8所示。



**图7钢柱支撑平面布置图**

**Fig.7 Floor planofSteel column**



**图8钢柱支撑立面布置图**

**Fig.8ElevationofSteel column**

型钢柱下端支承于下部梁上，上端采用钢楔子与上部梁顶紧，以保证清除原柱周边梁混凝土后，梁不产生明显变形便能将荷载传至型钢柱。第18层型钢柱承担第19层及第20层梁的梁端荷载，竖向内力最大，经验算，型钢柱承载能力满足规范要求。型钢柱承载能力验算按GB50017-2017《钢结构设计标准》[4] 进行，本文不再赘述。

第17层及第18层梁共同承担第18层型钢柱的柱底荷载，经验算，梁承载能力满足规范要求。第17层及第18层梁载能力验算按GB50010-2010《混凝土结构设计规范》（2015年版）[2]进行，本文不再赘述。

第19层及第20层梁的支承形式由两端固接变为一端固接一端铰接，经验算，支承形式改变后梁承载能力满足规范要求。第19层及第20层梁载能力验算按GB50010-2010《混凝土结构设计规范》 （2015年版）[2] 进行，本文不再赘述。

4 施工注意事项

1）型钢支撑柱下部支承点应找平，上部支承点应四周采用钢楔与上部梁顶紧，然后焊接牢固。

2）型钢支撑柱应上下对齐，不得出现上层型钢支撑柱与下层型钢支撑柱错位的现象。

3）托柱与原柱的新旧混凝土结合面是原柱内力能否顺利传至托柱的关键，因此应严格按照GB 50550-2010《建筑结构加固工程施工质量验收规范》 [5] 中的相关要求进行新旧混凝土结合面的处理。

4）原柱混凝土的剔除过程中应注意对钢筋进行保护，如纵筋弯曲现象，应及时进行调直处理；如钢筋出现损伤，应采用未损伤的钢筋进行替换。新浇筑混凝土前应对钢筋进行复验。

5）施工应严格按照顺序进行，新浇筑混凝土的强度未达到设计要求时，不得进行下一道工序。

6）拆除托柱应时不得损伤原柱截面范围内的混凝土。

7）施工过程中应对相关构件的内力、变形和裂缝进行监测。

5 结语

本文采用新增托柱的方法对柱进行置换，可靠性高、不影响建筑的后续使用，可作为同类工程加固设计及施工的参考。本工程加固完成后已交付使用，使用情况良好。

参考文献：

[1] 建（构）筑物移位工程技术规程 ：JGJ/T239-2011[S].北京：中国建筑工业出版社，2011.

[2] 混凝土结构设计规范（2015年版）：GB 50010-2010[S].北京：中国建筑工业出版社，2015.

[3] 混凝土结构加固设计规范：GB 50367-2013[S].北京：中国建筑工业出版社，2013.

[4] GB 50017-2017钢结构设计标准[S].北京：中国建筑工业出版社，2017.

[5] GB 50550-2010建筑结构加固工程施工质量验收规范[S].北京：中国建筑工业出版社，2010.

[6] 叶果.新老混凝土界面抗剪性能研究[D].重庆：重庆大学,2011.

[7] 陈雪莲，肖承波，凌程建. 置换混凝土加固钢筋混凝土柱的工程应用[J].四川建筑，2015，35（6）：196-201.

[8] 卜良桃，李易越，刘雄. 分期置换混凝土框架柱工程应用[J].工业建筑，2011，41（10）：119-122.

[9] 金国芳，李思明，陆浩亮. 在建高层结构钢筋砼柱的加固[J].四川建筑科学研究，1999，4：11-12.

**附：信息统计表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 张锦涛 | 性别 | 男 | 出生年月 | 1988.09 |
| 籍贯 | 四川 | 职称 | 工程师 | 研究方向 | 检测鉴定及加固改造设计 |
| 邮寄地址 | 成都市一环路北三段55号 | 联系电话 | 15908118280 | E-mail | 330131126@qq.com |