

跳仓法在超大地下混凝土结构施工中的应用研究

李海旭

北京城乡建设集团有限责任公司, 北京 100079

[摘要] 以北京市通州区丁各庄公租房项目实例为依托, 介绍了该项目地下超大体积混凝土结构跳仓法施工方案策划过程以及施工过程中需要注意的关键问题。通过项目实践证明, 跳仓法采取的“抗”与“放”相结合的措施进行超大体积混凝土结构施工大大节约了工期, 并带来良好的社会效益和经济效益。

[关键词] 跳仓法; 超大地下混凝土结构; 大体积混凝土; 抗放结合

DOI: 10.33142/aem.v3i1.3621

中图分类号: TU94

文献标识码: A

Research on the Application of Sequence Construction Method in Construction of Super Large Underground Concrete Structure

LI Haixu

Beijing Urban Rural Construction Group Co., Ltd., Beijing, 100079, China

Abstract: Based on the example of Dinggezhuang public rental housing project in Tongzhou District of Beijing, this paper introduces the planning process of the construction scheme of the underground super large volume concrete structure with sequence construction method and the key problems needing attention in the construction process. Through the project practice, it is proved that the "anti" and "release" measures adopted by sequence construction method for the construction of super large volume concrete structure greatly save the construction period and bring good social and economic benefits.

Keywords: sequence construction method; super large underground concrete structure; mass concrete; anti and release combination

引言

目前阶段, 随着我国社会经济不断发展, 在我国的工程建设中, 超长地下结构、超大体积混凝土结构应用相当广泛。因为混凝土在凝固过程中会产生应力、水化热等, 一旦应力超过抗拉强度或混凝土内外温差过大, 就会裂缝问题, 所以应用超长地下结构、超大体积混凝土结构就必须加强技术方面的研究, 提出高效的技术措施, 经过该项目的应用研究, 验证了跳仓法有利于节约工程造价、有利于工程质量、缩短工期等优势。

1 工程概况

本工程为丁各庄公租房项目, 位于通州区宋庄镇丁各庄村。主要功能由公租房、增配商业、居住公服、幼儿园、地下车库组成。总建筑面积 34.35 万平方米, 其中地上总建筑面积约 20 万平方米, 地下总建筑面积约 14 万平方米, 共 24 栋单体, 其中 15 栋公租房, 9 栋公共建筑。地下为混凝土剪力墙结构, 地上公租房为装配式混凝土结构, 公共建筑其中 6 栋为钢结构、3 栋为混凝土框架结构。



图 1 丁各庄公租房项目

2 跳仓法的原理及优势

2.1 跳仓法的原理

在约束状态下结构首先要求有变形的余地如结构能满足此要求不再产生约束应力。如结构没有条件满足此要求则必然产生约束应力超过混凝土的抗拉强度导致开裂。所以提出了“抗与放”的设计准则应当在工程设计中根据结构所处的具体时空条件加以灵活的应用。从结构形式的选择方面（微动、滑动及设缝措施提供“放”的条件）及材料性能方面（提高抗拉强度、抗拉变形能力及韧性等提供“抗”的条件）采取综合措施如抗放相结合以抗为主或以放为主的措施。^[1]

跳仓法充分利用了混凝土在 5-10d 期间释放混凝土前期大部分温度变形与干燥收缩变形引起的约束应力，后期具有一定强度后能够抵抗收缩变形拉应力的“抗”与“放”相结合的原理，将建筑物地基或大面积混凝土平面结构划分成若干个小区域，按照“分块规划、隔块施工、分层浇筑、整体成形”的原则施工，以取代永久性伸缩缝或后浇带，并解决超长结构裂缝控制问题。跳仓法和后浇带的设计原则是一致的，都是“先放后抗”，只是后浇带改变成为了施工缝，跳仓间隔时间 7-10 天。

以上是利用跳仓法取代温度后浇带的原理，关于沉降后浇带，当主楼与车库间绝对沉降差小于 30mm 或逐渐相对沉降差小于 2/1000 时，可以不设置沉降后浇带（在超过限值时设计单位可以采取基础变刚度调平设计方法控制沉降差），此条件下所有的沉降后浇带都可以视为温度后浇带，采用跳仓法施工。

2.2 跳仓法的优势

有利于提高施工质量。采用跳仓法综合技术取代后浇带，两缝变一缝，并且 7d 封仓减少后浇带长期留置的垃圾积聚与清理困难问题、钢筋锈蚀问题，减小后浇带易形成渗漏的隐患；

有利于加快施工进度和周转材料的利用。采用跳仓法取代后浇带，7d 封仓代替通常要求的“结构封顶后两个月浇筑后浇带”，以及由此带来的后浇带模板占用，地下降水无法停止、肥槽及车库顶板覆土无法及时回填等一系列问题。由于没有了原后浇带处模板和模板支撑，可以提前插入地下二次结构、装修工程施工，有利于加快施工进度。

利用“抗放结合、先放后抗”的原理，经本方案合理的划分仓格、材料选择、混凝土配合比设计、混凝土养护等环节采取综合措施在不设后浇带的情况下能解决超长、超宽、超厚的混凝土早期裂缝问题，能有效的控制混凝土裂缝。

3 跳仓法在该项目的可行性分析

该工程属于超长混凝土结构（273.74×196.80m），单层施工面积约 40000 平方米，有足够的作业流水段。

公租房采用 CFG 桩地基，车库采用天然地基，通过设计地基沉降差分析验算各建筑物长期平均沉降不大于 50mm，公租房与纯地下车库之间的差异沉降小于 0.1%。满足取消沉降后浇带条件；

材料供应：60d 强度评定的混凝土配置成果已完成。

有多年施工经验的试验员负责混凝土检测工作，检测工具采用电子测温仪和大体积混凝土温度监测仪。

有类似工程施工经验，满足本项目跳仓法施工的人力、技术方法等各项储备。并邀请“跳仓法”施工论证专家团队作为技术支持，保证该施工方法在本项目顺利实施。

4 仓格划分及浇筑顺序

4.1 仓格划分

地下室外墙采用跳仓法施工时，其仓格长度不宜大于 40m，底板分仓在特殊情况下仓格长度可放宽或缩小，墙体分仓的仓格长度则应严格控制在 30-40m。如在 50-60m 范围时，采用设置后浇带，后浇带两侧混凝土同时浇筑，后浇带在 7d 后即可浇筑。^[2]

本工程对基础底板、地下室外墙分别进行跳仓方案设计，底板每个仓段边长为 40-50m，外墙为 30-40m。明确了每一部分的仓格划分形式、施工缝留设位置并根据施工分区确定施工顺序。

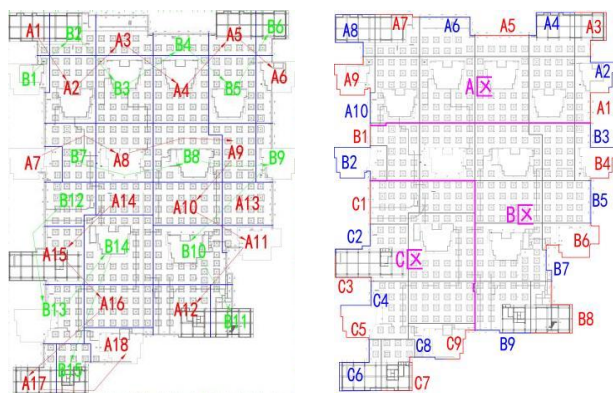


图2 底板、顶板及地下外墙仓格划分图

4.2 浇筑顺序

按照实际情况组织安排两个作业队分别按 A、B 两个浇筑方向同步施工，施工分区共分为 3 个，(A、B、C 区) 浇筑过程中确保两个仓格浇筑时间间隔 7 天以上，两个方向的浇筑顺序分别为：

底板、顶板浇筑顺序：

A 区：

跳仓：A1 段→A2 段→A3 段→A4 段→A5 段→A6 段

封仓：B-1 段→B-2 段→B-3 段→B-4 段→B-6 段

B 区：

跳仓：A7 段→A8 段→A9 段→A10 段→A11 段→A12 段→A13 段

封仓：B-7 段→B-8 段→B-9 段→B-10 段→B-11 段

C 区：

跳仓：A14 段→A15 段→A16 段→A17 段→A18 段

封仓：B-12 段→B-13 段→B-14 段→B-15 段

5 施工组织与施工方法

5.1 施工组织

施工顺序：墙体与梁板采取分开浇筑方式，从墙体至梁板分别支模浇筑。

为了浇筑及下料的一致，组建立体指挥体系，即坑下负责布料的人员指挥停料或下料，坑上负责人员则综合坑下传来的信息指挥罐车的走向。同时，在现场设指挥中心，配备手持对讲机，作为相互联络的工具，对全场全过程进行统一调度，并管理、监督控制大体积混凝土的施工过程、施工顺序、养护情况、施工质量。

施工人员每个区分两大班组，要明确分工、职责，将各项工作落实到人。每班交接班工作提前半小时完成，人不岗不准换班，并明确接班注意事项。

施工时现场工长要对混凝土的下料时间、速度、浇筑顺序、振捣、找平、养护等道工序严格按技术交底控制执行。

在进行混凝土浇筑时务必确保：各自队伍所负责区域内相邻流水段混凝土浇筑时间间隔 7 天以上，不同队伍混凝土浇筑相邻区域（例如 A-8 段与 B-3 段、A-4 段与 B-8 段）浇筑时间间隔 7 天以上，项目负责人做好相应协调工作。

表 1 基础底板混凝土浇筑时长统计表

仓格序号	工程量(m ³)	浇筑时长(小时)	仓格序号	工程量(m ³)	浇筑时长(小时)
A1	525.39	17.5	A18	1098.56	36.6
A2	1493.17	49.8	B1	920.64	30.7
A3	798.23	26.6	B2	728.83	24.3
A4	1725.36	57.5	B3	1761.76	58.7
A5	714.83	23.8	B4	448.08	14.9

仓格序号	工程量(m ³)	浇筑时长(小时)	仓格序号	工程量(m ³)	浇筑时长(小时)
A6	1052.23	35.1	B5	1529.44	51.0
A7	1048.48	34.9	B6	424.43	14.1
A8	1639.56	54.7	B7	836.88	27.9
A9	764.38	25.5	B8	833.36	27.8
A10	1049.05	35.0	B9	1025.19	34.2
A11	1079.1	36.0	B10	1981.39	66.0
A12	1087.95	36.3	B11	643.58	21.5
A13	767.77	25.6	B12	751.0	25.0
A14	656.20	21.9	B13	1561.39	52.0
A15	1287.84	42.9	B14	2147.05	71.6
A16	1033.32	34.4	B15	603.96	20.1
A17	571.45	19			



图3 该项目跳仓施工实景图

5.2 混凝土浇筑

混凝土到达施工现场后采用汽车泵送至浇筑部位，浇筑前对混凝土输送管进行检查，合格后开始浇筑，浇筑前首先对管道进行润滑，润泵砂浆应卸入专用料斗另行分散处理。采用插入式振捣棒振捣施工，一定要二次振捣，确保混凝土振捣密实。

混凝土结构跳仓施工的浇筑工艺应符合下列规定：

混凝土采用“一个坡度、分层浇筑、循序推进、一次到顶”的浇灌工艺，分层厚度不超过500mm，坡度为1:6~1:7。混凝土浇筑法为分层布料、分层振捣、斜坡推进法施工。

由于采用一次推进大斜坡浇筑法施工，泌水沿斜面流到坑底，再机械或人工清出，且要求混凝土表面的水泥浆应分散开，在初凝前用木抹子二次抹压。

每步错开3m，振捣时布设三道振捣点，分别设在混凝土的坡脚、坡中和表面。振捣必须充分，每个点振捣在10S左右并及时排除泌水。

浇筑过程中，应采取措施防止受力钢筋、定位筋、预埋件等位移和变形，并及时清除混凝土表面的泌水。

底板和楼板混凝土表面抹压不少于3遍。浇筑面应及时进行二次抹压处理，楼板表面严禁掸水扫毛处理。

5.3 混凝土的养护

跳仓施工的大体积混凝土结构，在混凝土浇筑完毕初凝前，立即喷雾养护，混凝土在浇筑完毕后的12小时以内对混凝土加以塑料薄膜并保湿养护，并且按温控技术措施的要求进行保温养护，并应符合下列规定：

- (1) 应专人负责保温养护工作，严格按照规程操作，做好测试记录；
- (2) 保湿养护的持续时间不得少于14d；

(3) 保湿覆盖层的去除应分层逐步进行, 当混凝土的表面温度与环境最大温差小于 20°C 时, 可全部去除。

混凝土在养护过程中, 如发现遮盖不全或局部浇水养护不足, 以致表面泛白或出现细小干缩裂缝时, 立即仔细覆盖, 充分浇水, 加强养护, 并延长浇水日期加以补救。

5.4 施工缝的构造

底板与外墙、底板与底板施工缝采用钢板防水措施, 施工缝处采用 $8@80$ 双向方格骨架, 用 20 目钢丝网封堵混凝土, 严禁使用快易收口网留置施工缝。

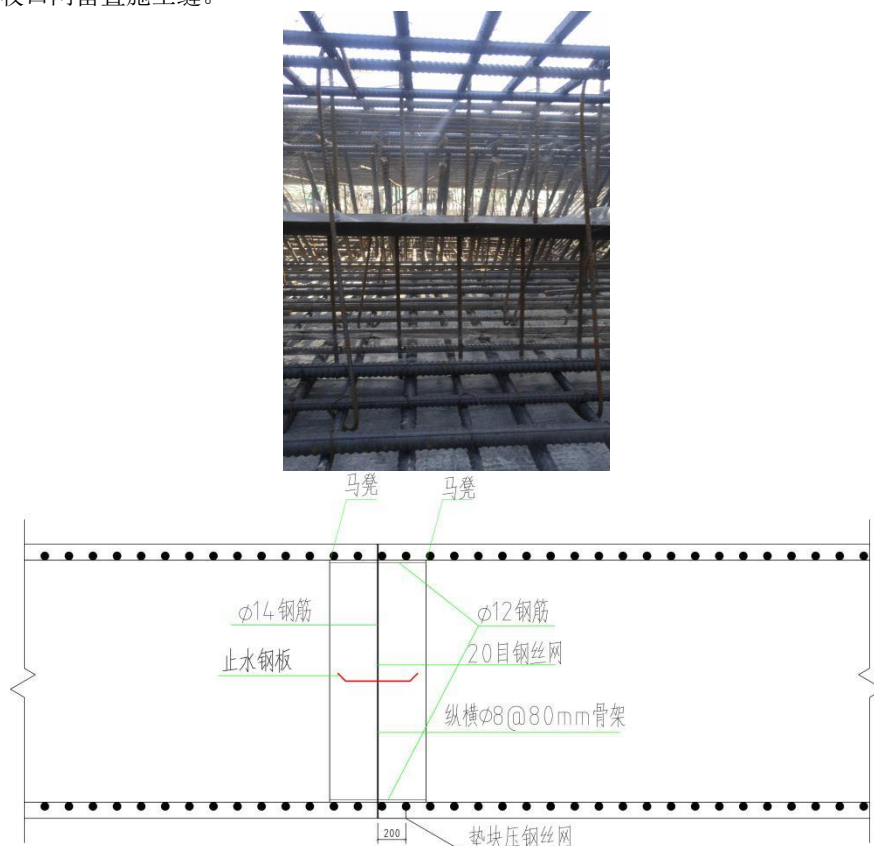


图4 施工缝构造设计图及实拍图

6 需要注意的十个关键问题

(1) 关于仓格划分: 仓格划分时考虑躲避集水坑、蓄水池、坡道、人防门以及一些建筑上不宜分开浇筑的房间; 底板、顶板与墙体之间的划分线可不考虑垂直对应关系。

(2) 跳仓法施工超长大体积混凝土结构, 不应掺加膨胀剂和膨胀剂类外加剂。

(3) 由于工人老龄化严重并且用工短缺, 建议有此类问题的类似工程项目将仓格划分小于 30m, 减小用工压力, 避免窝工影响工期。

(4) 如平行相邻的两个仓格进行跳仓浇筑, 须提前考虑中间未浇筑仓格的钢筋连接形式及位置。

(5) 地下室外墙及地下车库顶板在完成防水施工后及时回填和覆盖是非常重要的防控裂缝措施。

(6) 地下室外墙模板宜采用保温性能和保水性较好的 18mm 厚胶合板模, 模板应拼缝严实, 加固可靠、定位准确, 混凝土浇灌前浇水润湿。

(7) 对于底板混凝土采用二次压光技术, 在混凝土浇筑完成 4h 后进行二次压光技术。有效消除表面早期塑性裂缝, 底板混凝土一定要二次振捣, 养护时间不小于 14 天。

(8) 如车库外墙设计扶壁柱的项目建议取消, 如保留则按照规程在扶壁柱部位增加水平附加抗裂钢筋。

(9) 为了防止突然性停电而影响混凝土施工形成冷缝, 混凝土应严格按照施工段进行分段浇筑, 且混凝土浇筑前

和本地的供电部门取得联系以确定施工期间无停电,最好现场配备箱式发电机一台,以备不时之需。

(10) 为了防止停水影响施工,现场需配置 5~6 个空汽油桶。如一旦停水,便可利用水桶中储备水进行混凝土养护、泵管湿润等,并根据现场浇筑部位再确定混凝土施工缝留设位置。

7 结束语

综上所述,在超大地地下混凝土结构施工中的应用跳仓法技术,存在着相当明显的优势,不仅可以有效解决后浇带长期留置的垃圾积聚与清理困难问题、钢筋锈蚀问题,减小后浇带易形成渗漏的隐患,而且还解决了后浇带模板占用,地下降水无法停止、肥槽及顶板覆土无法及时回填等问题。在该项目实际工程应用中按照跳仓法工艺要求,严格进行分仓浇筑,并做好材料、构造的节点过程控制,将跳仓法中“抗”与“放”的理论核心把握,为项目取得了不错的社会效益和经济效益,同时,也为类似工程采用跳仓法施工技术提供参考。

[参考文献]

- [1]王铁梦.钢筋混凝土结构的裂缝控制[J].全国建筑科学核心期刊,2000(127).
- [2]DB11/T 1200-2015.超长大体积混凝土结构跳仓法技术规程[S].化学工业出版社,2004.
- [3]王国卿,陆参.超长大体积混凝土结构跳仓法技术应用指南[J].中国建筑工业出版社,2018(1).

作者简介:李海旭(1985-)男,毕业于中央广播电视大学,专科,建筑施工与管理专业,北京城乡建设集团有限责任公司,中级工程师。