

房屋建筑工程超长地下结构无缝施工技术分析

安振伟

中国新兴建设开发有限责任公司, 北京 100071

[摘要]近年以来大多城市建筑在设计时都会设计大面积的地下车库来满足城市居民的切实需求,然而一直以来难于解决的混凝土裂缝问题就成了一个重大问题,为了更好地保证建筑质量,延长使用寿命,本文对超长地下结构的无缝施工技术进行了研究,分析了超长地下建筑无缝施工中可能会出现裂缝的原因,并针对各种原因采取相应的措施,为更好地实现住宅超长地下结构无缝施工技术的优化与创新,保障建筑安全,提出了相应的优化建议。

[关键词]膨胀加强带; 地下结构; 无缝施工

DOI: 10.33142/aem.v3i10.5003

中图分类号: TU756

文献标识码: A

Analysis of Seamless Construction Technology of Super Long Underground Structure in Housing Construction Engineering

AN Zhenwei

China Xinxing Construction and Development Co., Ltd., Beijing, 100071, China

Abstract: In recent years, most urban buildings will design a large area of underground garage to meet the practical needs of urban residents. However, the concrete crack problem which has been difficult to solve has become a major problem. In order to better ensure the building quality and prolong the service life, this paper studies the seamless construction technology of ultra long underground structure. This paper analyzes the causes of cracks that may occur in the seamless construction of super long underground buildings, and takes corresponding measures according to various reasons. The corresponding optimization suggestions are put forward, so as to better realize the optimization and innovation of seamless construction technology of residential super long underground structures and ensure building safety.

Keywords: expansion reinforcing band; underground structures; seamless construction

引言

建筑工程地下车库在施工过程中对混凝土结构裂缝的控制,是影响到建筑质量是否合格的一个关键因素。由于地下车库结构复杂,还会涉及到人防结构,一般都是面积较大,其裂缝通常都是由各种因素共同导致,其中混凝土水化热引起的温度变化和收缩作用下的收缩应力是产生裂缝的重要因素^[1]。

1 超长地下室结构无缝施工技术原理

按照传统设计和施工工艺,超长地下室混凝土结构一般每隔 20~40 米会设置一条后浇带,以解决混凝土收缩开裂问题。本文采用设置膨胀加强带取代传统后浇带的方法,以达到结构无缝施工技术目的。即采用补偿收缩混凝土,每隔约 30 米设置一条膨胀加强带与两侧混凝土同时浇筑,在加强带两侧设置密孔铁丝网,防止两侧混凝土进入到加强带。加强带外侧用微膨胀混凝土,内侧采用大膨胀混凝土,可达到连续浇筑超长混凝土结构的目的。一般设置加强带的地方均是应力比较集中的地方,设计时此处要考虑增设抗裂补偿钢筋^[2]。

本工艺的一个关键点是膨胀混凝土,它是一种常见的混凝土防开裂建筑材料,可以通过与水泥的化学反应使混凝土膨胀,通过与水泥的化学反应使混凝土产生 0.2~1.0MPa 的预应力,并一定程度上消除混凝土收缩时产生的拉应力,防止混凝土出现裂缝。结合不同结构形式的混凝土情况,调整掺量,在结构收缩应力最大的位置选择大膨胀混凝土(即膨胀加强带区域),在结构收缩应力较小的部位选用微膨胀混凝土(即膨胀加强带两侧区域),可以有效地调节混凝土的收缩拉应力。选择这种方法,就不必设置后浇带,可以保证混凝土在施工中的连续性,加快施工作业的速度,避免施工中的诸多问题,积极提高建筑结构的安全性,缩短工期、降低成本和施工管理成本^[3]。

2 超长地下室结构无缝施工工艺

按照上述技术原理设置膨胀加强带做法施工,采用加强带两侧内掺膨胀剂 7%的配合比施工,加强带内掺膨胀剂 10%的配合比施工,即可连续施工^[4]。

2.1 地下室混凝土浇筑

2.1.1 浇筑前准备工作

钢筋按图纸要求安装、绑扎，预埋件安装完成并做完隐蔽验收。

检测模板及钢筋间杂物和垃圾是否清理干净。

核实混凝土供应站的材料是否准备充足，原材料是否符合技术要求。

充分考虑气候因素，防止浇筑混凝土过程中突降大雨导致施工中断，对工程结构造成不利影响。

复查加强带两侧密孔铁丝网是否绑扎牢固，防止加强带外侧混凝土进入内侧。

地下室外墙施工前必须要做好防水导墙水平施工缝的处理，首先要将施工缝表面混凝土凿毛，人工凿毛时，已浇筑混凝土强度不低于 2.5Mpa，机械工具凿毛时已浇筑混凝土强度不低于 2.5Mpa。应凿除表面水泥浆和松动石子，凿毛后的混凝土面积不低于 75%，并用清水冲洗干净。

2.1.2 地下室底板混凝土浇筑

浇筑采用一个坡度、薄层浇筑、循序推进、一次到顶的连续浇筑方式，阶梯型逐渐向前推进，振动密实，混凝土自然流淌成一个斜面，既能适应泵送工艺，且避免形成冷缝^[5]。

混凝土振捣时，遵循快插慢拔，振点布置均匀的原则，做到不能过振、漏振、欠振，振捣时间以不再冒泡，表面泛浆为准。

在浇筑混凝土时配备两根振捣棒，泵管出料口布置一根将上面混凝土振实，且起到引流作用，第二根振捣棒布置在混凝土流动前段，保证底部混凝土振捣密实。为避免混凝土过分集中，骨料分离，应现振捣出料口混凝土，形成自然坡度后再全面振捣，严格控制振捣时间和振捣深度。

混凝土浇筑要连续进行，如遇特殊情况无法保证连续浇筑，则要保证能与下次浇筑进行“软接茬”，即提前在最后一要浇筑的混凝土内加入缓凝剂，使混凝土可以晚几个小时凝固，防止出现冷缝。在浇筑底板混凝土与外墙交接处时，一定要保证接茬，尽可能的在底板混凝土初凝前浇筑外墙导墙内混凝土，预埋钢板、预埋件等处要加强振捣，防止出现混凝土不密实，形成渗水通道。

混凝土浇筑完成后，要在终凝前用木抹子搓压表面，抹压至少三遍，避免产生表面裂纹，收完面后及时覆膜，待终凝两小时后开始洒水养护，底板混凝土一般为抗渗混凝土，养护时间不小于 14 天。

2.1.3 地下室外墙混凝土浇筑

地下室外墙混凝土浇筑前必须先水平施工缝处浇筑 2-3 公分后微膨胀同配比的水泥砂浆，浇筑时施工缝处要充分振捣密实，防止形成渗水通道^[6]。

由于地下室外墙受底板和防水导墙约束，容易出现纵向裂缝，因此外墙混凝土要适当提高膨胀剂的掺量，膨胀带外侧宜为 7%，膨胀带内侧宜为 10%，或者采用间歇式超长施工。

地下室外墙应按加强带为界分段施工，墙体施工缝用密孔铁丝网绑扎牢固，并留置企口缝，待浇筑外墙施工缝处混凝土时，将施工缝处理到位后方可浇筑。外墙混凝土浇筑时应采取连续分层浇筑，每次浇筑厚度宜为 500mm，以保证振捣密实到位。地下室外墙一般高度较高，每浇筑两米高度时可适当暂停浇筑，待混凝土自由沉降后再次进行浇筑，但必须保证要在已浇筑混凝土初凝前浇筑，并振捣密实。

当外墙有穿墙管或穿墙盒等预埋件时，应焊止水环，且止水环要满焊，保证焊接质量，可在外墙外侧增加抗裂钢筋网片，避免出现裂缝形成渗水通道。混凝土浇筑时，在有穿墙管或穿墙盒等预埋件位置要加强振捣，并保证振捣密实。

地下室外墙是立面结构，暴露在外面的面积较大，一定程度上养护会出现养护不良的现象，是导致裂缝产生的一个重要原因。外墙开裂的原因是多方面的，一般是由于过早拆模，水分蒸发快，立面养护困难，受日光直射、气候变化及风吹等因素的影响，易因聚冷聚热或急剧干燥而产生的开裂现象，因此外墙必须要采取有效的养护措施。

2.2 地下室大体积混凝土浇筑

(1) 由于大体积混凝土更容易出现温度应力裂缝，大体积混凝土施工时，不仅要原材料、施工过程、养护等方面加强控制，还要采取一定的温控措施和温度监测手段。依据大体积混凝土施工规范规定，混凝土入模温度基础上温升值不宜大于 50 度，混凝土浇筑体的里表温差不宜大于 25 度，混凝土浇筑体表面与大气温差不宜大于 20 度。当超过规范允许值时混凝土就极易产生温度应力裂缝，故现场要通过温度监测时刻控制混凝土里表和表外温差^[7]。

(2) 大体积混凝土养护温度控制一般有两种方法：一种是降温法，即在混凝土内预埋循环水管，混凝土成型后，通过循环冷却水降温，从结构内部进行温度控制，以达到控制结构里表温差的目的。另一种是保温法，即混凝土浇筑成型后，通过保温材料提高混凝土表面温度，从混凝土结构外部进行温度控制，以达到控制混凝土结构里表温差的目的^[8]。

2.3 其他注意事项

(1) 应尽量避免在高温和雨天施工，如无法避开，则需要采取相应的防晒和防雨措施，新浇筑的混凝土如被雨冲刷，需及时用同配比砂浆补强。

(2) 混凝土质量控制，施工现场要设专人负责混凝土质量检查，每班检查混凝土塌落度不少于 2 次，发现问题后及时与混凝土供应站试验室联系，有问题混凝土不允许浇筑，做退场处理，并及时解决问题。

3 地下室结构裂缝产生的原因分析

地下室无缝施工技术主要是为了达到地下结构防水的目的，要实现这一目的，混凝土必须符合两个要求：第一，混凝土的配合比科学合理，容易振捣密实，并且保证混凝土达到设计规定的抗渗等级。第二，不能出现裂缝，尤其是贯穿裂缝，否则即便是抗渗标准达到要求，裂缝一旦出现，整个地下室的防水能力就直接为零。然而想要混凝土不出现收缩开裂的问题，就需要从结构设计、混凝土配合比及原材料的选用、混凝土的浇筑养护等多方面综合考虑。

3.1 混凝土原材料

混凝土浇筑一般采用泵送混凝土，混凝土需达到泵送要求，对混凝土质量的影响是多方面的，首先是组成混凝土的主要原材料，如砂、石、水泥、水、外加剂，砂石含泥量大直接影响到混凝土质量，是混凝土开裂的一个重要原因，其次混凝土配合比，搅拌添加骨料要严格按照配合比经过计量后才能投入搅拌机：搅拌时间对搅拌混凝土的质量有着重要的影响，用自落实搅拌机搅拌混凝土要比强制式延长 20 秒以上，确保混凝土搅拌均匀。

3.2 混凝土输送

混凝土从搅拌机卸出后应尽快运至浇筑现场，当出现特殊情况导致运至现场后混凝土塌落度下降时严禁现场加水，根据多年的施工经验，往往现场发现塌落度小时，搅拌机司机或者现场工人会私自加水，会严重影响混凝土质量，不仅会影响混凝土强度，而且也是导致裂缝产生的一个原因。

3.3 混凝土施工

混凝土浇筑过程中，不按照浇筑方案执行，浇筑顺序混乱，浇筑振捣不到位，不密实，振捣时间段或者过振都会影响混凝土结构质量，将会给结构以后渗水留下很大的隐患。

3.4 混凝土养护

混凝土浇筑后如果养护不及时，会在混凝土表面产生细微裂缝，并可能逐步发展为贯穿裂缝。施工时经常会因为各种原因存在养护不良的现象。

3.5 结构设计

根据“混凝土结构设计标准”，地下室钢筋混凝土墙的最大间距为 150mm，某些建筑设计违反规范将钢筋间距放大，地下室墙的水平钢筋由结构布置，这是导致墙体开裂的因素之一。

4 针对裂缝产生的各种原因的应对措施

针对地下室裂缝的现状，采取以下措施，以尽可能减少有害裂缝的发生。

4.1 原材料

- (1) 水泥：宜使用低铝酸三钙含量、细粒度、无矿渣含量的水泥。
- (2) 砂、石：首选中粗砂，含泥量不大于 2%；最好使用高粒度和连续级配的碎石或油石。
- (3) 加入减水剂以减少混凝土水量，配制自身收缩较小的混凝土。
- (4) 添加膨胀剂以补偿混凝土收缩，膨胀剂在水化过程中适度膨胀，在钢筋及临位的约束下，在混凝土中建立 0.2-1Mpa 的预压应力，这一应力能大致抵消混凝土的收缩应力。
- (5) 由专人负责严格按照配合比计量下料，并严控搅拌时间。

4.2 混凝土输送及施工

混凝土出罐后及时运送至施工现场，发现问题后，由技术部门及时与混凝土供应站技术沟通联系，严禁私自处理。混凝土施工时，严格按照混凝土浇筑方案施工。底板混凝土浇筑采用一个坡度、薄层浇筑、循序推进、一次到顶的连续浇筑方式，阶梯型逐渐向前推进，振动密实，混凝土自然流淌成一个斜面，避免形成冷缝。混凝土振捣由专人负责，并培训上岗，严格做到振捣时快插慢拔，振捣时间以混凝土表面泛浆，不再冒泡下沉为标准。混凝土终凝前用木抹子搓压表面，以防止表面出现龟裂纹，抹压不少于 3 遍。外墙混凝土施工时重点控制水平施工缝，应凿除表面水泥浆和

松动石子, 凿毛后的混凝土面积不低于 75%, 并用清水冲洗干净。浇筑混凝土前, 在施工缝表面浇筑 2-3 公分厚微膨胀同配比水泥砂浆, 并控制好浇筑砂浆的时间, 避免砂浆初凝前混凝土仍无法浇筑的情况出现。

4.3 混凝土养护

混凝土浇筑后及时进行养护, 一般为初凝两小时开始进行, 底板及顶板混凝土收面后覆盖塑料薄膜, 墙体混凝土延长拆模时间以保证不过早丢失水分并给混凝土适当的约束以利于混凝土密实性, 拆模后及时对墙体进行养护, 并保持长期湿润, 以保持混凝土强度和减少混凝土的收缩, 养护时间不少于 14 天。由于墙体养护有一定困难, 及时做外墙防水, 并进行土方回填, 减小混凝土内外温差, 较小由温度和湿度引起的收缩应力。

4.4 设计方面

为保证钢筋的设计配筋率, 调整钢筋直径和间距, 优先采用螺纹钢。钢筋直径减小, 钢筋密度增大, 间距一般减小至 15cm。粘合强度越大, 握裹力越大。另一方面, 由于粘结强度与混凝土的表面积、表面形状和强度等因素有关, 因此当钢筋薄且致密时, 粘结表面的面积增加, 粘结力增加。此外, 在纵向钢筋的外侧设置水平分布的钢筋, 并且在水平横截面发生较大变化的位置设置防裂钢筋, 将有效的减少裂纹的产生。

5 结束语

综上所述, 通过使用膨胀加强带代替传统后浇带, 可以保证地下室超长结构的连续浇筑, 并保证整个结构的防水效果, 有效缩短施工工期, 节约施工成本。当然无缝施工技术也不是绝对意义上的无缝, 施工过程中还要加强过程控制和管理, 以达到尽可能的保证地下室超长结构的渗水情况更少的出现。

[参考文献]

- [1] 辛德根, 金慧, 罗杰贤. 房屋建筑工程超长地下结构无缝施工技术[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(18): 2.
- [2] 戚英杰. 住宅小区地下车库超长混凝土结构无缝施工技术[J]. 科学与财富, 2020(11): 221.
- [3] 刘传磊. 住宅小区地下车库超长混凝土结构无缝施工技术[J]. 科学与财富, 2019(1): 1.
- [4] 张洪才, 严世军, 段佑强, 等. 超长结构无缝施工技术在建筑垃圾资源再生循环经济园区项目中的应用[J]. 中国建材科技, 2019, 28(5): 2.
- [5] 唐苏滇, 王德民, 钱晋玉, 等. 补偿收缩混凝土在某地下工程超长无缝施工技术中的应用[J]. 新型建筑材料, 2019, 46(5): 5.
- [6] 宋艳东. 小议超长钢筋混凝土结构无缝施工技术的应用[J]. 中国科技投资, 2019(16): 42.
- [7] 蔡魁. 房建施工中大体积混凝土无缝技术分析[J]. 石油石化物资采购, 2019(22): 1.
- [8] 赵福生. 钢筋混凝土地下室结构无缝施工技术[J]. 科学与财富, 2019(1): 1.

作者简介: 安振伟(1986.1-)男, 河北工业大学, 工程管理, 中国新兴建设开发有限责任公司, 生产经理, 中级职称, 一级建筑/市政建造师。