



地下建筑工程防水质量的控制措施

侯意文

摘 要： 本文根据我公司施工的鑫溪大厦、韶山路地道等地下建筑工程防水施工的工程实践，对其防水抗渗质量控制，总结了几项施工经验。

关键词： 地下建筑工程 防水 抗渗 措施。

Abstract: This text foundation prosperous small stream mansion, genuine way shaoshan, etc. underground construction work waterproof project practice that constructs who our company construct, To its waterproof impervious quality control, Have summarized the experience of several items of construction.

Keywords: Underground construction work water-proof Impervious measure

地下工程长期受地下水位变化影响或处于水的包围之中，一旦防水措施不当或失效而出现渗漏，不但不易修缮，影响工程正常使用，而且会使主体结构受到腐蚀，严重危及建筑物安全。因此，必须根据地下工程结构的实际特点及所处环境的要求，在防水设计上坚持多道设防、刚柔结合、综合防治的原则，在材料选择及防水施工时也必须严格要求，以保证地下工程的防水质量和可靠性。本文通过长沙市鑫溪大厦地下室及韶山路地道工程防水施工实例，对其所采取的防水技术措施作一介绍，为今后同类地下工程防水施工提供一定的参考经验。

1 工程概况

鑫溪大厦工程：框剪结构 17 层，最大高度 56.25m。建筑面积 14451m²。地下室面积为 1114m²，(长 40.9m × 宽 27.24m × 高 4.2m)，地下室采用人工挖孔桩。用于人防及设备用房；设电梯井两座，水池两个。非人防部分底板厚 350mm，剪力墙 240mm，顶板厚 200mm；人防部分剪力墙 400—500mm，底板 400mm，顶板厚 300mm。砼强度等级：垫层 C15，结构砼为 C45，S8 抗渗自防水砼。地下室剪力墙与土体接触面均须以防水卷材隔离。

韶山路地道工程：为四向八出口地下通道，由地道和地道出口两部分组成，地道总长约 200m。地道设计断面为 5.5m × 2.85m (净宽 × 净高)，板厚 500mm，剪力墙 350mm，顶板厚 500mm。地道为浅埋式，地道顶面距路面 2.1m，基底深达 5-6m。地道部分采用 C30 防水砼，抗渗等级为 S8，采用 WG-HEA 高效抗裂多功能型防水剂，地道与土质接触面均采用三元乙丙防水卷材隔离，沉降缝采用橡胶止水带防水。

鑫溪大厦、韶山路地道等地下建筑工程防水施工总的原则是：以防为主，多道防线，刚柔结合，综合治理，核心是抓住结构自防水。其结构底板、顶板和侧墙均严格按设计要求采用防水抗渗砼 S8，兼具承重、围护、防水三重作用。防水砼的质量控制需设计、施工、质控 3 方面密切配合，共同把好质量关。采用泵送商品砼，要求砼有较好的密实性、抗渗性、抗裂性和和易性。施工时，从砼配合比设计、搅拌、浇筑、振捣和养护等方面确保防水砼的质量。

2 防水技术措施

2.1 混凝土结构自防水方案及应注意的技术关键

所谓结构自防水,其核心就是要最终浇筑成的结构混凝土达到设计强度,满足抗渗、抗侵蚀,结构致密且无有害裂缝。混凝土是多孔材料,仅仅通过石子的连续级配、提高水泥用量和砂率、加入有机硅或减水剂等来减小混凝土的空隙和毛细孔隙,以提高混凝土的抗渗性往往得不到令人满意的效果,这是由于忽视了混凝土的致命弱点——收缩。尽管混凝土很致密,但干缩和冷缩(温差收缩)会使结构产生裂缝,从而破坏结构的整体防水功能。

随着砼外加剂应用技术的发展,砼防水技术又上了一个新台阶,尤其是补偿收缩防水砼的出现,较好地克服了普通砼抗拉强度低,极限拉应变小的缺陷。防水砼是以普通砼调整配合比、掺加减水剂或膨胀剂后的砼,能提高砼自身密实性、憎水性和抗渗性,它既是结构层,又是防水层,属于结构自防水砼。地下结构砼渗漏问题始终是防水工程施工的技术难点,提高地下结构砼自防水能力是防水砼施工过程中必须解决的关键技术问题。结合鑫溪大厦地下室及韶山路地道等工程防水施工实例,从5个方面论述结构自防水的施工技术。

2.2 混凝土外加剂的选择

在混凝土中掺外加剂U型膨胀剂、多功能微膨剂,增加混凝土的密实性,做成补偿收缩混凝土。

补偿收缩混凝土抗裂原理如图1

所示。在养护期间,补偿收缩混凝土可产生 $(2\sim 4)\times 10^{-4}$ 限制膨胀率,在空气中它也会产生收缩,根据混凝土的膨胀大小,最终变形值在 $\pm 1\times 10^{-4}$ 。普通混凝土不具膨胀性能,在空气中产生的总收缩 S_m 一般为 $(4\sim 6)\times 10^{-4}$,而混凝土的极限拉伸值 ρ_p 为 $(1\sim 2)\times 10^{-4}$,当 $S_m>\rho_p$ 时,混凝土结构就会开裂。而补偿收缩混凝土的抗裂条件是: $\rho_p+S_m>0$ 。

2.3 混凝土的保温、保湿和养护

在混凝土初凝表面能上人后,对其表面及时进行覆盖。由于气温较高和水泥水化热开始的共同作用,表面水分散发速度很快,为防止表面的干缩裂缝,对其表面在保温的同时进行保湿。在混凝土已浇筑范围内铺设塑料布、麻袋等材料进行保温保湿养护。

2.4 混凝土内部升温控制

根据美国垦务局提出的公式,混凝土内部最高温升,与混凝土的绝热温升有关:

$$T_{\max}=(W\cdot Q_0)/(C\cdot T)$$

T_{\max} ——混凝土的最高绝热温升

Q_0 ——单位水泥28d积累水化热

C ——混凝土比热,993.7J/(kg·K)

T ——混凝土的密度,取2400kg/m³

根据混凝土最高绝热温升 T_{\max} 可求出不同厚度不同龄期混凝土内部的温度变化。

$$T_h=T_t+T_0$$

T_h ——混凝土浇筑后内部最高温度

T_t ——混凝土浇筑后内部实际最高温升

T_0 ——混凝土浇筑时的温度

W——水泥用量

根据试验数据表明:当混凝土内外温差超过250℃后,由此形成的温度收缩应力将导致钢筋混凝土产生裂缝,当缝宽超过0.2—0.3mm时,其渗水量与缝宽的三次方成正比,渗水量随着缝宽的增大而增大,破坏了混凝土结构自防水的完整性。砼浇筑后,在防水混凝土初凝时,即应开始浇水养护。保温、保湿养护不小于14d。混凝土表面应采用覆盖麻袋、塑料薄膜及热水养护等措施,以减少混凝土内外温差。

2.5 混凝土浇筑制度

混凝土按分层分段浇筑,减少由于不必要间隙缝和漏振造成的混凝土不密实。施工缝处续混凝土时,界面处要用与原混凝土相同水灰比的水泥砂浆进行处理,界面处浮碴要清除干净。

砼应采用机械振捣,要振捣充分以保证砼密实性,在边梁、中梁处要从侧面插入振捣,在钢筋密集的地方使用直径35mm的细棒振捣,在梁与板结合部位还应进行二次振捣,防止由于截面变化和砼收缩引起的开裂。

2.6 合理选择混凝土级配

在规范允许的条件下,尽量采用较大粒径级配连续的骨料配制混凝土,实践证明,采用较大粒径的骨料配制同样强度的混凝土,在水灰比相同的条件下,水泥用量可减少40kg-50kg,用水量也会相应减少。

3 节点构造防水措施

地下建筑的自防水混凝土施工缝、变形缝、穿墙构件等易渗点及施工处理,是关系到地下室防水质量的关键,

必须制定周密的施工方案和采取切实有效的施工措施。

3.1 施工缝的处理：地下建筑工程侧墙一般采用现浇混凝土，施工缝通常留在建筑受力较小且便于施工的部位。为了保证施工缝不渗漏且易于施工，宜采用平直缝节点构造，在侧壁中部埋设止水钢板（厚1.5mm）并在施工缝两侧做20mm×20mm（深×宽）的槽，用聚合物水泥防水砂浆嵌槽。

在底板与墙体连接处必须留置施工缝时应做成企口并增设钢板止水带（300×2mm），或BW止水条（如图2、图3所示）。钢板止水带设置，需要在底板混凝土浇注完毕，板墙起（200mm）高时，将已加工定型的钢板焊接连接后，插入榫头。钢板焊接要求满焊，钢板带埋入混凝土上下各一半，施工后起到增加渗水路径作用而达到防渗目的。考虑到操作方便和施工费用问题，仅在底板与墙体连接处采用钢板止水带，其它部位均采用BW止水条。施工时，将混凝土接缝做平。中间用与止水条尺寸相同的木棱压槽，浇注上层混凝土前将止水条压入槽内即可。实践证明，它能有效地解决施工缝的渗漏问题。

3.2 穿墙螺栓止水处理：混凝土墙板结构施工时，需要采用对拉螺栓对模板进行固定，（内外墙模板采用直径14@600×600螺杆对拉，模板拼装整齐、规则）。但在地下室墙板施工中采用时，极易形成渗水点，破坏结构混凝土自防水的效果。在本工程地下室外墙施工中采用加焊止水环片的螺栓，有效克服了这一弊病。混凝土浇注完毕，模板拆除后在对拉螺栓根部剔凿或预留20mm左右缺口，气焊烧断螺栓杆，用防水砂浆封堵抹平缺口。消除漏点达到防水目的。

3.3 穿墙管道处理：地下建筑工程一层侧墙穿墙安装管道较多，且多位于地下水位以下，施工中均需要进行防水处理。在混凝土结构浇筑前，于穿墙管道处留置套管，套管焊止水环，浇筑时套管周围混凝土要振捣密实。同时注意套管选用，内径要求与穿墙安装时管道间有10-20mm缝隙，管道安装后用聚氨脂灌缝密封，并在管道根部做防腐、防水等处理。

3.4 外防水材料施工及成品保护措施

3.4.1 防水层施工：a、材料标准：经实际比较，选用天津生产的环保型聚氨脂复合防水材料。该产品是一种新型防水材料，性能居于国内同类产品领先水平。可以大幅度地调节其适用性能。这种材料具有如下特点：

产品为液态、自固化材料，固化后无毒，施工安全、方便，与基层的粘结力强、防水层整体性好，更利于复杂形状的施工。材料富有弹性，适应变形性自然。耐寒、耐热、耐老化、防水、防腐性能好。维修容易。

省时、省力、节约费用。b、措施：混凝土结构表面清理修补，保证墙面清洁、平整。用1:2.5水泥砂对混凝土表面缺陷修补，外墙转角、管根处做成小圆角，将墙面模板隔离剂等污染清理干净，保证粘结良好，注意基层含水率12%。保证涂膜厚不小于1.5mm。根据基面平整情况，控制每一层平米用量，控制涂膜厚度。同一层中涂刷方向应一致，不同层的涂刷方向应相互垂直，并且注意用力均匀，保证涂膜厚度一致。必须保证每涂一层的时间间隔。涂刷下一层时，上一层必须结膜干燥，禁止上一层涂膜未干状态下进行下一层涂膜施工，完工后注意保护。

3.4.2 外砌保护墙的保护：在施工完的地下建筑工程外墙防水层外，砌筑120mm厚砖保护墙，紧贴防水层，保护墙要求必须砌

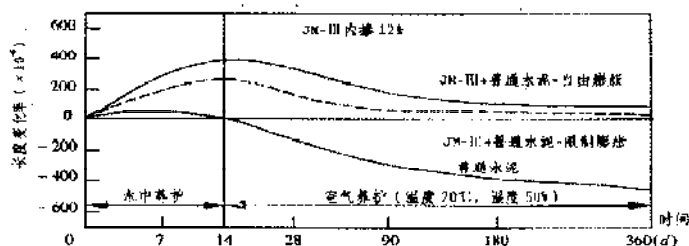


图1 补偿收缩混凝土的抗裂原理



图2 外墙 底板施工缝

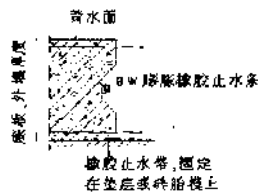


图3 底板 外墙垂直施工缝

在底板的悬挑板之上,防止结构下沉时,外墙下沉不同步,拉裂破坏防水层。

4 几点体会

鑫溪大厦、韶山路地道等地下建筑工程经一年多两个雨季的考验无渗透现象,说明该工程的防渗处理是成功的。实践证明,在地下建筑结构设计及施工中,只要采取严格的质量控制措施对有效防止地下结构渗漏是可行的。

4.1 砼升温的热源是水泥水化热,设计中建议应选用中低热的水泥品种,可减少水泥水化热,降低混凝土温升。

4.2 为了控制砼温升,降低温度应力,减少产生温度裂缝的可能性,可根据结构实际受荷情况,采用 f45, f60 替代 f28 作为砼设计强度,这样可使 每 m³ 砼的水泥用量减 40-50 kg,混凝土的水化热温升相应降低 4-50 °C。

4.3 在砼中掺粉煤灰外掺料,代替部分水泥,不仅可改善砼可泵性,保证砼浇筑质量,还能降低混凝土水化热。

4.4 为确保砼自防水,在防水砼中参加 5% 多功能防水剂或掺水泥量的 11% 左右 UEA 补偿收缩砼浇筑地下工程围护结构,可有效防止因混凝土收缩产生的裂缝。

4.5 在结构应力集中部位增加抗裂钢筋,做局部加强处理,以防止裂缝。

4.6 加强施工中各个环节的技术措施与健全质保体系。

作者单位:长沙市建筑安装工程公司

参考文献:

- [1] 朱伯芳. 大体积混凝土温度应力与温度控制. 中国电力出版社. 1999 年
- [2] 王铁梦. 工程结构裂缝控制. 中国建筑工业出版社. 1997 年.
- [3] 李东、潘育耕. 混凝土水化热瞬态温度场数值计算过程中的水化放热规律及水化速率问题. 西安建筑科技大学学报. 1999, (3).
- [4] 刘海卿、严瑞平等. 大体积混凝土温度场计算与测试分析. 辽宁工程技术大学学报. 1999, (2).