

大体积混凝土的裂缝产生的可能与预防措施

魏 萍

(牡丹江联发建筑安装工程有限公司, 黑龙江 牡丹江 157003)

摘 要:大体积混凝土开裂后,其性能与原状混凝土性能相差很大,尤其是对耐久性(渗透性)的影响更大,而混凝土渗透反过来又会加速和促使混凝土的进一步恶化,严重影响结构的长期安全和耐久运行。而裂缝大多又是在早期产生的,因此,探讨裂缝产生的原因和防止裂缝的出现就显得格外重要。通过对大体积混凝土裂缝产生的原因和类型的论述,从各个环节提出了预防裂缝的综合措施。

关键词:大体积混凝土;裂缝;收缩;安定性;裂缝控制

1 大体积混凝土裂缝的可能原因

裂缝的类型和形成原因

大体积混凝土墩台身或基础等结构裂缝的发生是由多种因素引起的。各类裂缝产生的主要影响因素如下:

收缩裂缝:混凝土的收缩引起收缩裂缝。收缩的主要影响因素是混凝土中的用水量和水泥用量,混凝土中的用水量和水泥用量越高,混凝土的收缩就越大。

选用水泥品种的不同,干缩、收缩的量也不同。收缩量较小的水泥为中低热水泥和粉煤灰水泥。

混凝土的逐渐散热和硬化过程引起的收缩,会产生很大的收缩应力,如果产生的收缩应力超过当时的混凝土极限抗拉强度,就会在混凝土中产生收缩裂缝。

自身收缩与干缩一样,是由于水的迁移而引起。但它不是由于水向外蒸发散失,而是因为水泥水化时消耗水分造成凝胶孔的液面下降,形成弯月面,产生所谓的自干燥作用,混凝土体的相对湿度降低,体积减小。水灰比的变化对干燥收缩和自身收缩的影响正相反,即当混凝土的水灰比降低时干燥收缩减小,而自身收缩增大。如当水灰比大于0.5时,其自干燥作用和自身收缩与干缩相比小得可以忽略不计;但是当水灰比小于0.35时,体内相对湿度会很快降低到80%以下,自身收缩与干缩则接近各占一半。

自身收缩中发生于混凝土拌合后的初龄期,因为在这以后,由于体内的自干燥作用,相对湿度降低,水化就基本上终止了。换句话说,在模板拆除之前,混凝土的自身收缩大部分已经产生,甚至已经完成,而不像干燥收缩,除了未覆盖且暴露面很大的地面以外,许多构件的干缩都发生在拆模以后,因此只要覆盖了表面,就认为混凝土不发生干缩。

在大体积混凝土里,即使水灰比并不低,自身收缩量值也不大,但是它与温度收缩叠加到一起,就要使应力增大,所以在水工大坝施工时早就将自身收缩作为一项性能指标进行测定和考虑。现今许多断面尺寸虽不很大,且水灰比也不算小的混凝土,如上所述,已“达到必须解决水化热及随之引起的体积变形问题,以最大限度减少开裂影响”,因而也需要像大坝一样,需要考虑将温度收缩和自身收缩叠加的影响,况且在这些结构里,两者的发展速率均要比大坝混凝土中快得多,因此也激烈得多。

还有塑性收缩,在水泥活性大、混凝土温度较高,或者水灰比较低的条件下也会加剧引起开裂。因为这时混凝土的泌水明显减少,表面蒸发的水分不能及时得到补充,这时混凝土尚处于塑性状态,稍微受到一点拉力,混凝土的表面就会出现分布不规则的裂缝。出现裂缝以后,混凝土体内的水分蒸发进一步加快,于是裂缝迅速扩展。所以在上述情况下混凝土浇注后需要及早覆盖。

温差裂缝:混凝土内部和外部的温差过大会产生裂缝。温差裂缝的主要影响因素是水泥水化热引起的混凝土内部和混凝土表面的温差过大。特别

是大体积混凝土更易发生此类裂缝。

大体积混凝土结构一般要求一次性整体浇筑,浇筑后,水泥因水化引起水化热,由于混凝土体积大,聚集在内部的水泥水化热不容易散发,混凝土内部温度将显著升高,而混凝土表面则散热较快,形成了较大的温度差,使混凝土内部产生压应力,表面产生拉应力,此时,混凝土龄期短,抗拉强度很低。当温差产生的表面抗拉应力超过混凝土极限抗拉强度,则会在混凝土的表面产生裂缝。

大体积混凝土施工,由于混凝土内部与表面散热速率不一样,在其表面形成较大的温度梯度,从而引起较大的表面拉应力。同时,此时混凝土的龄期很短,抗拉强度很低,温差产生的表面拉应力,超过此时的混凝土极限抗拉强度,就会在混凝土表面产生表面裂缝。此种裂缝一般产生在混凝土浇筑后的第3天(升温阶段)。混凝土降温阶段,由于逐渐降温而产生收缩,再加上混凝土硬化过程中,由于混凝土内部拌合水的水化和蒸发以及胶质体的胶凝等作用,促使混凝土硬化时收缩。这两种收缩由于受到基底或结构本身的约束,也会产生很大的拉应力,直至出现收缩裂缝。

安定性裂缝:安定性裂缝表现为龟裂,主要是因水泥安定性不合格而引起的。

2 裂缝的防治措施

2.1 设计措施

精心设计混凝土配合比。混凝土配合比设计时,在保证混凝土具有良好工作性的情况下,应尽可能的降低混凝土的单位用水量,采用“三低(低砂率、低坍落度、低水胶比)二掺(掺高效减水剂和高性能引气剂)一高(高粉煤灰掺量)”的设计准则,生产出“高强、高韧性、中弹、低热和高极拉值”的抗裂混凝土。

增配构造筋提高抗裂性能,配筋应采用小直径、小间距。全截面的配筋率应在0.3%-0.5%之间。

避免结构突变产生应力集中,在易产生应力集中的薄弱环节采取加强措施。

在易裂的边缘部位设置暗梁,提高该部位的配筋率,提高混凝土的极限拉伸。

在结构设计中应充分考虑施工时的气候特征,合理设置后浇缝,在正常施工条件下,后浇缝间距20~30m,保留时间一般不小于60天。如不能预测施工时的具体条件,也可临时根据具体情况作设计变更。

2.2 施工措施

严格控制混凝土原材料的质量和标准,选用低水化热水泥,粗细骨料的含泥量应尽量减少(1~1.5%以下)。

优选混凝土各种原材料?在选择大体积混凝土用水泥时,在条件许可的情况下,应优先选用收缩性小的或具有微膨胀性的水泥。因为这种水泥在水化膨胀期(1~5 d)可产生一定的预压应力,而在水化后期预压应力可部分抵消温度徐变应力,减少混凝土内的拉应力,提高混凝土的抗裂能力。为此,水泥熟料中的碱含量应低且适宜,熟料中MgO含

量在3.0%-5.0%,石膏与C3A的比值尽量大些,C3A、C3S和C2S含量应分别控制在5.0%以内、50.0%左右和20.0%左右,这种熟料比例的水泥具有长期稳定的微膨胀抗裂性能。

骨料在大体积混凝土中所占比例一般为混凝土绝对体积的80%~83%,因此,在选择骨料时,应选择线膨胀系数小、岩石弹模较低、表面清洁无弱包裹层、级配良好的骨料。

砂除满足骨料规范要求外,应适当放宽石粉或细粉含量,这样不仅有利于提高混凝土的工作性,而且可提高混凝土的密实性、耐久性和抗裂性。有研究表明,砂子中石粉比例一般在15%~18%之间为宜。

粉煤灰只要细度与水泥颗粒相当,烧失量小,含硫量和含碱量低,需水量比小,均可掺用在混凝土中使用。混凝土中掺用粉煤灰后,可提高混凝土的抗渗性、耐久性,减少收缩,降低胶凝材料体系的水化热,提高混凝土的抗拉强度,抑制碱骨料反应,减少新拌混凝土的泌水等。这些诸多好处均将有利于提高混凝土的抗裂性能。

高效减水剂和引气剂复合使用对减少大体积混凝土单位用水量和胶凝材料用量,改善新拌混凝土的工作度,提高硬化混凝土的力学、热学、变形、耐久性等性能起着极为重要的作用,也是混凝土向高性能化发展的不可或缺的重要组分。

细致分析混凝土集料的配比,控制混凝土的水灰比,减少混凝土的坍落度,合理掺加塑化剂和减少剂。采用综合措施,控制混凝土初始温度

混凝土温度和温度变化对混凝土裂缝是极其敏感的。当混凝土从零应力温度 T_2 降低到混凝土开裂的温度 T_1 时, t 时刻的混凝土拉应力 σ_t 超过了 t 时刻的混凝土极限拉应力 σ_{tu} 。因此,通过降低混凝土内的水化热温度(主要通过掺用高效减水剂减少用水,减少胶凝材料,多掺粉煤灰和矿物掺和料)和混凝土初始温度(通过骨料水冷和风冷降温、加冰和加冷却水拌和、各生产环节加强保温以免冷量损失等措施,降低混凝土初始温度),减少和避免裂缝风险。

浇筑时间尽量安排在夜间,最大限度降低混凝土的初凝温度。白天施工时要求在沙、石堆场搭设简易遮阳装置,或用湿麻袋覆盖,必要时向骨料喷冷水。混凝土泵送时,在水平及垂直泵管上加盖草袋,并喷冷水。

根据工程特点,可以利用混凝土后期强度,这样可以减少用水量,减少水化热和收缩。加强混凝土的浇灌振捣,提高密实度。混凝土尽可能晚拆模,拆模后混凝土表面温度不应下降 15°C 以上,混凝土的现场试块强度不低于C5。采用两次振捣技术,改善混凝土强度,提高抗裂性。根据具体工程特点,采用UEA补偿收缩混凝土技术。

对于高强混凝土,应尽量使用中热微膨胀水泥,掺超细矿粉和膨胀剂,使用高效减水剂。通过试验掺入粉煤灰,掺量15%~50%。