

地铁主体结构裂缝控制的技术措施

何克文

(铁道部第三勘测设计研究院深圳分院,广东 深圳 518052)

摘要:以深圳地铁一期工程主体结构裂缝控制的主要施工技术措施为例,介绍水泥、砂、石、粉煤灰、减水剂等混凝土原材料的质量控制,胶凝材料及水胶比的确定,混凝土的配制与施工的要求。提出设计防水混凝土的注意事项。

关键词:地铁;裂缝控制;防水;施工

中图分类号:TU94+3

文献标识码:B

文章编号:1001-702X(2004)05-0014-03

裂缝和渗漏水是混凝土的最大质量隐患,是地下工程急需解决的主要问题。根据国内混凝土有关资料统计,由外部荷载引起的裂缝约占15%。而由变形荷载引起的裂缝约占85%,所以说我们工作的重点是研究和解决由变形荷载引起的裂缝。本文介绍深圳地铁一期工程主体结构裂缝控制的主要施工技术,供大家参考。

1 原材料的质量控制

1.1 水泥

(1)水泥品种:水泥应尽可能优先采用水化热低、大厂旋窑生产的优质水泥。

(2)水泥用量:在满足混凝土的强度和抗渗性条件下,尽量减少水泥用量是防止混凝土开裂的一条重要措施。

①深圳地铁一期工程的混凝土水泥用量由280 kg/m³减少为260~265 kg/m³,净浆的化学减缩为1050~1350 ml,可蒸发水减少900 ml,有利于减少混凝土的干缩开裂。

毛细孔中的水逸出将产生毛细引力,使混凝土发生毛细收缩,由此引起水泥浆的干收缩,故易产生干缩开裂。

②水泥水化是一个放热过程,水泥水化热为167~250 J/g,混凝土水化时温度可达50~60℃(有时达65℃),与环境温度出现温差效应。经验表明,混凝土内外温差为10℃时,产生的冷缩值约为0.01%,而当温差达20~40℃时,其冷缩值为0.02%~0.04%,降低水泥用量有利减少混凝土开裂。

世界之窗车站主体结构混凝土配合比中水泥用量由原设计280 kg/m³改为265 kg/m³,其配比见表1。

表1 混凝土配合比

试验编号	W/B	混凝土材料用量/(kg/m ³)						混凝土出机坍落度/mm	混凝土和易性	立方体抗压强度/MPa				渗透试验(逐级加压至0.9 MPa并恒压10 h后的渗透高度/mm)
		W	C	F	S	G	HLD-NP80			3 d	7 d	14 d	28 d	
1006	0.5	158	280	56	852	1042	12.10	45	一般	25	36.2	41.5	43.3	36
1007	0.56	180	280	56	842	1030	12.10	150	粘聚性差	16.5	24.8	31.7	37.3	36
1008	0.52	179	256	109	829	1014	13.14	205	良好	15.9	23.6	28.6	35.1	46

(3)对水泥技术指标的要求

①细度:水泥的细度对混凝土的凝结硬化速度、强度、需

水性、和易性、泌水性、体积收缩和风化等有着直接影响,要求水泥不宜过细,比表面积控制在4000 cm²/g为宜。有些水泥商为了提高水泥标号采用磨细水泥,但磨细水泥极易导致混凝土产生开裂,有极大的危害性。

②为延缓水泥水化时间,不得使用早强水泥。

③体积安定性:影响水泥安定性因素有3方面,游离石灰、三氧化硫和游离氧化镁。

收稿日期:2004-03-20

作者简介:何克文,男,1939年8月生,湖南桃源人,教授级高级工程师。地址:深圳市南山区桃园路老干部活动中心铁三院深圳分院,电话:0755-26661340。

游离石灰硬化较慢,水泥硬化后几天才开始水化,且体积膨胀 2~3 倍,在水泥石内部产生扩张性应力,其后果是降低水泥的抗拉强度和严重影响安定性。

三氧化硫主要来自石膏,如果水泥中含有过剩石膏,将会在已硬化的水泥石中后期生成硫铝酸钙,体积膨胀达 2.2 倍,造成水泥安定性不良。三氧化硫含量不得大于 3%。

氧化镁:水泥中的游离氧化镁水化缓慢,水化后体积膨胀,造成安定性不良。

④严格控制水泥中的硅酸三钙(C_3S)和铝酸三钙(C_3A)含量。 C_3A 含量多,水化速度快,水化热高,需水量大,体积收缩大,抗硫酸盐弱,耐久性差。深圳地铁要求 C_3A 含量不超过 5%(国家规定不超过 8%)。

⑤严格控制水泥中含碱量(以 Na_2O 计),不应大于 0.6%。

1.2 砂、石

(1) 砂的质量

粒径:宜采用中粗砂,细度模数 2.8~3.0,0.6 mm 筛累计筛余量不小于 65%,0.15 mm 筛累计筛余量不小于 95%。含泥量 $\leq 3\%$,泥块含量 $\leq 1\%$, Cl^- 含量、 SO_4^{2-} 含量 $\leq 0.01\%$ 。

不得使用海砂,应采用坚硬和抗风化性强的砂粒。

细砂和中粗砂相比,当采用中粗砂时,每立方混凝土可减少用砂量约 20~25 kg,相应水泥用量也减少,从而减少混凝土的干缩和水化热量。

当含细粒(0.02 mm)泥为 5%时,其收缩率比不含泥的增加 25.6%;含泥块为 2%时,收缩率比不含泥块的增加 100%。

(2) 石(粗骨料)的质量

粒径:宜选用 5~25 mm 连续级配碎石,石子粒形呈等径状,针片颗粒含量 $\leq 5\%$ 。

含泥量 $\leq 1\%$,吸水率 $< 1\%$,不得含有害物质。

压碎指标值 $\leq 10\%$,选用抗风化、坚硬、强度高的粒状碎石。

粗骨料中的活性二氧化硅含量:不得形成碱—骨料反应。

1.3 粉煤灰

(1)在工程中使用 I 级、II 级粉煤灰,并严格控制粉煤灰的细度、烧失量及二氧化硫的含量。

(2)应积极采用粉煤灰等活性物料,因为粉煤灰中铝硅玻璃体含量大于 70%,有较高的活性。在 $Ca(OH)_2$ 和 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 存在下,配合料中掺加水泥用量 10%~30%的粉煤灰(或火山灰混合材料),可减少水泥用量 50~70 kg/m³,显著地推迟和减少发热量,延缓水泥水化热的释放时间,降低温升值 20%~25%(按水泥用量每增减 10 kg/m³,温度升降 1℃计),

从而减少产生温度裂缝的趋向,并可改善混凝土的和易性、延缓凝胶时间、改善混凝土抗渗性和后期强度,节省水泥降低成本。

(3)科学地使用粉煤灰,粉煤灰中含碳将导致混凝土需水量增大,从而加大混凝土的收缩。因此粉煤灰最大用量应经实验确定,不得随意加大用量。

1.4 减水剂

(1) 要求

选用的高效减水剂必须经有关部门鉴定批准生产的产品,质量符合 GB 8076-87 中一等品要求。使用前应先检测。

(2) 质量保证措施

①混凝土中同时掺入膨胀剂时,要求高效减水剂应与膨胀剂有良好的相容性;

②减水率应控制在 20%~30%,混凝土 1 h 坍落度损失不得大于 10%;

③含固量不大于 2%, Na_2SO_4 含量不大于 5%, Cl^- 含量不大于 0.1%;

④不同品种的减水剂不得混合在一起使用;

⑤减水剂应有缓凝作用,不会使混凝土早期强度过高。

2 混凝土的配制

2.1 胶凝材料和水胶比要求

混凝土胶凝材料由水泥、粉煤灰、矿渣粉组成。深圳地铁一期工程地下工程主体结构采用 C30、P8 的防水钢筋混凝土,每立方混凝土中的胶凝材料总量不宜少于 265 kg,在有地下水对混凝土腐蚀性时胶凝材料总量不得少于 400 kg。

水胶比:在保证混凝土充分水化及和易性良好的前提下,水胶比越小越好,一般为 0.40~0.45。

2.2 混凝土的配制

(1)严格控制原材料的质量和施工温度;

(2)经过试验确定最佳配比后,才能在工程中应用;

(3)混凝土出厂到浇灌时间一般不得大于 1.5 h,且严禁在运输过程中加水。

3 现场混凝土施工的要求

3.1 三严禁

(1)严禁浇灌混凝土带水作业(允许有湿渍,但不得有明水);(2)严禁向混凝土中加水;(3)严禁下雨时在露天浇灌混凝土。

3.2 三避免

(1)避免强阳光下浇灌混凝土和浇灌后暴晒;(2)避免大风天气浇灌混凝土;(3)避免白天高温浇灌混凝土。

3.3 两控制

(1)严格控制混凝土的坍落度损失,不得产生离析现象。用于防水的商品混凝土,入模前坍落度损失应小于 30 mm/h,坍落度总损失值不应大于 60 mm,入模坍落度宜控制在 (120 ± 20) mm。(2)严格控制入模温度不高于 32℃(原材料温度+混凝土搅拌温升+混凝土运输过程中的温度变化)。

3.4 三项注意

(1)注意灌注混凝土的高度,防止产生离析或粗骨料沉降。混凝土自高处倾落的自由高度,不应超过 2 m。(2)注意灌注混凝土时,两泵之间的距离不应大于 2 m。(3)注意灌注混凝土厚度,每次灌注混凝土分层厚度不宜大于 30~40 cm。

3.5 三防止

(1)防止模板变形和模缝漏浆:模板应有足够的强度和刚度,且不得移位;模缝应严密、平整,浆液不得从模缝漏出;(2)防止漏振、欠振、过振。应振捣密实,但又不得使混凝土表面出现浮浆,底板与顶板混凝土浇筑完毕收水、刮平后,立即严密覆盖。(3)防止内外温差过大(控制在 25℃)和降温过快(降温控制在 2℃/d)。

3.6 模具选择与拆模时间

应优先采用钢模。夏天拆模时间控制在浇筑后 (72 ± 5) h、避开气温高、阳光强的时间段。冬天脱模时间控制在 (100 ± 10) h,并避开气温最低的时间段。

3.7 混凝土养护要求

混凝土初凝后,第 2 天开始保湿养护 14 d。

4 设计需要考虑的问题

国内在混凝土防水设计方面还存在综合考虑不足,技术措施不强等缺陷。目前绝大多数地铁工程采用防水混凝土,在设计防水混凝土时,要考虑以下几方面的问题。

(1)配置的混凝土在满足结构强度和抗渗的条件下,强度不宜过高,有利抗裂。车站主体结构宜采用 C30 混凝土,区间隧道宜采用 C25。

(2)混凝土的抗渗指标要满足地下水的抗渗要求,但不宜定得过高,深圳地铁采用 P8 即可,不需要设计成 P10、P12。

(3)水泥标号不宜过高,水泥用量不宜过多。

(4)应设置混凝土施工缝,但从防水角度考虑,混凝土施工缝设置越少,防水效果好,两者矛盾,应综合考虑缝间间距。原则上车站底板与顶板不设纵向施工缝,横向施工缝间距不宜大于 12 m。侧墙竖向施工缝间距不宜大于 12 m,水平施工缝间距不宜大于 4 m。

(5)应避免应力集中和减少约束程度。

(6)减轻主体结构与维护结构的约束,一般采用隔离法。即设置隔离层(如防水板或薄膜)。其优点:减少约束、防水、防腐、保湿、保水。



超薄型石材大板

浙江温州麦克辛石业有限公司攻克了超薄型石材复合板的核心技术,建成了目前国际领先的大型超薄石材蜂窝复合板生产流水线与超薄型石材大板后续整理生产线,主要生产超薄型石材大板、石材蜂窝复合板和超薄石材透光板 3 大系列产品,年生产能力达 20 万 m²。这些产品通过众多重大工程的应用,得到良好的赞誉。

超薄型石材大板以铝蜂窝和塑料蜂窝为基料,以 1.0~3.5 mm 厚的天然石材与 6~50 mm 厚的蜂窝材料复合而成,每平方米仅 10~11 kg,是传统干挂石材(75 kg)的 1/7。产品抗压强度为传统干挂石材的 3~5 倍,具有平整度高、抗震性强、防火、隔音和隔热效果好等特点。采用普通粘合剂就可方便地将其固定在墙壁上,安装简便,辅助材料少,省时省力,安装成本低。这种产品适用于高级大型建筑物的室内外装修、楼层地板和天花板吊顶等。

超薄石材透光板是将 1 mm 超薄天然石材与透明基料复合,将天然石材的自然绚丽纹理借助灯光效果淋漓尽致地再现出来。这种产品适用于天花板、电视机背景、大型会议室屏风、各种台面和公共设施的装修等。

联系电话:0577-86637776

(蔡)

微孔结构型塑料制品通过鉴定

由江苏工业学院开发的“塑料微孔结构发泡技术及其应用研究”项目,日前通过了中国石油化工股份有限公司的成果鉴定,有关专家认为,该项目在解决厚壁塑料制品的收缩缺陷的实际问题上具有创新性,该工艺技术属国内首创。

这项技术是将其研制成功的具有微孔结构发泡功能的塑料专用母料与其它聚合物按比例混合,采用挤出或注射成型技术,在设定的温度与压力下,通过熔融剪切混合形成聚合物微孔结构体系,以此生产微孔结构型塑料制品。

塑料微孔结构发泡专用料经多家厂家试用,能采用普通注射或挤出成型技术生产微孔结构塑料制品,不会造成新的环境污染,具有良好的应用前景。

此项研究成果着重解决了采用注射成型生产微孔结构型塑料制品的难题,是生产成型微孔结构塑料材料的一种新方法和新工艺,产品经江苏省塑料质量监督检测站检测,各项技术指标达到项目合同规定的指标。

(张)