

32 m 超低高度梁高强混凝土泵送施工工艺

李全堂

(中铁十二局集团公司胶新铁路指挥部 山东五莲 262300)

摘 要: 32 m 后张法超低高度预应力混凝土曲线梁的制造位列路内各梁型生产难度之最, C65 高强混凝土弹性模量高, 该混凝土与钢纤维混凝土交叉浇筑, 成功实现了 200 m 远距离泵送。

关键词: 胶新铁路; 超低高度梁; 高强混凝土; 钢纤维混凝土; 泵送混凝土; 施工工艺

中图分类号: TU528.3 文献标识码: B 文章编号: 1004-2954(2004)02-0069-02

1 概述

铁路跨线地段以及平原河网地区需要建筑高度最低、施工简便、造价经济的超低高度梁, 该梁型可大大降低路堤高度, 经济效益显著。

32 m 超低高度曲线梁, 混凝土设计强度等级 C65, 其水泥用量大、初凝时间短, 要求必须加快浇筑进度, 缩短施工周期。通过泵送流态混凝土, 使钢筋密集, 下料困难的问题得到很好的解决。

超低高度梁张拉时, 为抵抗传力锚固阶段预应力对上缘混凝土产生过大的拉应力, 而掺入少量钢纤维, 增加了混凝土的抗裂能力。高强混凝土与钢纤维混凝土交叉施工, 增加了浇筑难度。

配制高强混凝土, 原材料选择是重中之重, 其次是配合比设计, 施工控制, 这 3 点相互关联, 互为制约, 只有精心设计, 精心组织, 才能生产出优质梁。

2 原材料选择

(1) 水泥选择

高强混凝土的配制, 宜使用高强度等级水泥, 以便合理地控制水泥用量, 避免水泥用量过大带来的弊端。经比选, 用 52.5 级的水泥配制 C65 混凝土, 完全满足规范要求。

具体是, 前 2 片梁采用葛州坝水泥厂生产的三峡低热 52.5 级大坝水泥。该水泥特点: 水化热小, 温度上升慢, 早期强度低, 后期强度高, 终张拉所需时间长, 但因其水泥运距长, 供应困难, 强度发展太慢, 影响台座周转。从多种因素分析后, 改用山东水泥厂产“五岳”牌 52.5 级水泥。该水泥早期强度高, 水化热较大,

凝结时间快, 初凝 1.5 h。因此在浇筑时, 应采取措施, 使混凝土初凝时间在 3 h 以上。

(2) 掺和料

因《预制后张法预应力混凝土铁路桥简支梁》(GB7418-87) 中未列明允许掺用掺和料, 且相关技术文件中也未说明, 因比, 在选用材料时不作考虑。

(3) 细骨料

配制高强混凝土用砂, 主要满足以下技术指标: 砂必须是非碱活性材料; 砂细度模数 3.0~3.2, 砂硬度高, 级配曲线合理; 含泥量小于 1%, 不含泥块; 砂坚固性符合规范要求。经检测大沽河前朱毛砂, 满足上述关键要求。

(4) 粗骨料

在胶州梁场方圆 120 km 范围内, 有 3 个产地的碎石适宜配制高强度混凝土, 经考察, 选用距梁场 120 km 的孟瞳碎石, 母岩为石灰岩, 抗压强度 142 MPa, 与混凝土强度比大于 2.0 倍, 符合规范要求。生产工艺为锤击式破碎, 滚筛分级, 5~20 mm 级配良好, 针片状, 压碎指标值均满足规范要求, 配制 C65 混凝土用碎石。配制前, 全部用强制式搅拌机搅拌、冲洗, 以彻底去除泥块和石粉。

(5) 水

拌和、养护用水均采用饮用水。

(6) 高效减水剂

配制高强混凝土, 高效减水剂的选择是技术关键。经多家知名厂家筛选、分析, 淄博 NOF-1A 价格适中, 泌水性小, 被选为制梁用减水剂。

3 配合比设计

(1) 32 m 超低高度曲线梁梁体混凝土配合比设计

混凝土强度等级 C65, 弹性模量 3.70×10^4 MPa, 坍落度要求 160 mm 左右。

收稿日期: 2003-12-10

作者简介: 李全堂 (1963—), 男, 工程师, 1982 年毕业于石家庄铁道学院。

混凝土试配强度必须按《铁路混凝土与砌体工程施工规范》(TB10210 - 2001)表 5.8.4 的规定。因是新建梁场,尚未统计资料,混凝土强度标准差 值在混凝土强度等级大于 C40 时为 5.0 MPa,经计算混凝土施工配制强度为 73.2 MPa。

水泥活性按强度保证值 52.5 MPa 计算,确保保证率。利用水灰比与强度的线性关系式计算出水灰比为 0.322。由于混凝土中集料总用量的变化范围很小,高强混凝土、高弹性模量混凝土石子用量范围更受限制,一般为 1 100 ~ 1 180 kg/ m³,直接定出每 m³ 混凝土的粗骨料用量,然后调整砂率。该配合比碎石用量取1 140 kg/ m³。

根据《普通混凝土配合比设计规程》(JJ G55 - 2000),高强混凝土最大水泥用量不应大于 550 kg 的要求,求出最大用水量为 550 ×0.322 = 177 kg。外加剂用量在 0.8 % ~ 1.0 %时为推荐最佳掺量,外加剂用量取中间值 0.9 %,按假定容重法,计算初步配合比。假定容重为 2 465 kg/ m³,C65 混凝土每 m³ 用料配合比为:水泥 砂 石子 水 外加剂 = 550 593 1 140 177 4.95。

试拌结果:当用水量为 172 kg 时,坍落度达到 175 mm,按坍落度递减 10 mm,用水量增减 2.5 kg 计算,实际用水量应为 169 kg/ m³,水泥用量应为 169 ÷ 0.322 = 525 kg,采用固定用水量法。分别选取水泥用量 520、530、540、550 相对应水灰比:0.325、0.319、0.313、0.307,分别计算配合比,并进行试拌调整,用绝对体积法计算单方材料用量,7 d 及 28 d 强度 (R) 与弹性模量 (E) 见表 1。

表 1 混凝土强度及弹性模量

序号	水泥 / kg	砂 / kg	石子 / kg	水 / kg	减水剂 / kg	灰水比	水灰比	R ₇ / MPa	E ₇ / MPa	R ₂₈ / MPa	E ₂₈ / MPa
1	520	640	1 140	169	4.68	3.077	0.325	54.6	3.45 ×10 ⁴	65.8	3.65 ×10 ⁴
2	530	630	1 140	169	4.77	3.136	0.319	56.4	3.50 ×10 ⁴	68.7	3.74 ×10 ⁴
3	540	621	1 140	169	4.86	3.195	0.313	58.8	3.61 ×10 ⁴	74.2	3.98 ×10 ⁴
4	550	611	1 140	169	4.95	3.254	0.307	59.6	3.60 ×10 ⁴	74.8	3.91 ×10 ⁴

由表 1 可知,当水泥用量达 550 kg/ m³ 后,强度与弹性模量不再成比例增长;序号 3 配制 C65 梁体混凝土经济合理。

(2) C65 桥面板钢纤维混凝土配合比设计

钢纤维混凝土设计强度等级 C65,设计弹性模量 3.70 ×10⁴ MPa,其主要目的是抵抗张拉时桥面受到的拉应力。

钢纤维混凝土的配制强度同梁体混凝土,在同水

灰比条件下,钢纤维混凝土抗压强度比普通混凝土高 10 %,但其水泥多用 10 %。因此,水泥用量与梁体混凝土减水剂仍按 0.9 %掺加。

钢纤维在混凝土中的掺量占混凝土体积的 1.3 % ~ 2.0 %,掺入目的是增加抗裂性。要保证弹性模量满足设计要求,就要减小砂率,砂率减小后,钢纤维掺加量要小,结合拌和实际,每盘水泥用量 200 kg,钢纤维每袋 20 kg,当加入 40 kg 钢纤维,每 m³ 混凝土中钢纤维用量在 108 kg,每盘正好 2 袋,方便施工,钢纤维占体积比 1.4 %,在规定范围之内。

计算钢纤维混凝土配合比水泥用量同梁体混凝土,钢纤维混凝土在同水泥用量下抗压强度比普通混凝土高 10 %,因此,水灰比允许增大 5 %。用水量可在 169 ~ 177 kg 内调整(表 2)。

表 2 钢纤维混凝土配合比设计按砂率递减法试拌调整结果

序号	砂率 / %	水泥 / kg	砂 / kg	石子 / kg	水 / kg	钢纤维 / kg	外加剂 / kg	坍落度 / mm	和易性	R ₂₈ / MPa	E ₂₈ / MPa
1	36	540	621	1 100	169	108	4.86	120	泌水	68.8	3.81 ×10 ⁴
2	41	540	706	1 015	172	108	4.86	140	粘聚性差	76.3	3.86 ×10 ⁴
3	46	540	792	929	172	108	4.86	160	粘聚性好	74.1	3.87 ×10 ⁴
4	51	540	878	843	172	108	4.86	170	粘聚性好	69.5	3.67 ×10 ⁴

经分析测试结果,采用 3 号配合比,混凝土强度、弹性模量、坍落度均满足设计要求。

4 施工控制

(1) 制定施工细则 要保证梁体混凝土的施工质量,试配合合理的理论配合比是前提,合格的原材料是关键,施工控制也是至关重要的,这一点对高强混凝土更显得重要。按照全面质量管理方法,分析原因,寻找对策,针对原材料加强检查,混凝土的搅拌、浇筑、振捣、养护、拆模等工序,均按照规范作了严格的规定,并在施工前对工人进行了岗前培训。

(2) 混凝土拌制 准确计量是保证混凝土拌和质量的根本,为此,制定了严格的质量管理制度。前几盘,逐盘检查计量器具示值,使之保持精确。投料全部自动化,精度控制在规范允许范围之内。

(3) 浇筑 浇筑用泵送施工,先浇筑完梁体,然后浇筑桥面钢纤维混凝土,2 种混凝土浇筑间隔约 3.5 h。首先选择夜间低温施工,其次掺适量缓凝剂,将初凝时间延长至 4 h 以上。进料口坍落度 160 mm,输送 200 m 距离,入仓坍落度达 130 ~ 140 mm,泵压在 28 MPa 以下,可泵性较好。

(4) 蒸养要求 混凝土浇筑完毕后,静停 6 h,升温速度 5 / h,升至 45 后恒温,恒温 24 h,试压,当
 铁道标准设计 RAILWAY STANDARD DESIGN 2004(2)

现场预制预应力混凝土简支梁裂缝分析及研究

闫立忠¹, 刘占伟², 吕剑锋²

(1. 济南铁路局建设项目管理中心 山东济南 250001; 2. 中铁十二局集团公司胶新铁路指挥部 山东五莲 262300)

摘要:结合施工实践,针对预应力混凝土简支梁预制过程中常见的一些裂缝形式,重点从施工操作中剖析裂缝的成因,并探讨具体的防治措施。

关键词:胶新铁路; 预应力梁; 裂缝; 成因; 防治

中图分类号: U445.57 文献标识码: B 文章编号: 1004-2954(2004)02-0071-03

目前,预应力混凝土简支梁的生产逐步由工厂化预制向现场预制过渡,由于受现场环境、设施、技术水平等影响,难免会出现这样或那样的裂缝,有的甚至在还未承受活载之前就出现了裂缝。裂缝的出现和一定限度的开展并不意味着梁体的破坏,但裂缝宽度如果开展过大,不仅导致梁体的强度降低,而且影响梁体的使用寿命。

梁体常见的裂缝有腹板竖向裂缝、斜裂缝、纵向裂缝、水平裂缝及表面龟裂等,分述如下。

1 腹板竖向裂缝

腹板竖向裂缝是一种常见也是较为严重的裂缝,通常发生在薄腹部分,裂缝方向垂直于梁的轴线,间距和宽度较大,多为中间大两头小,大体是由梁的半高线向上、向下延伸,一般缝宽在 0.15 ~ 0.3 mm; 有时亦发生在腹板与横隔板相连接处。

收稿日期: 2003-12-10

第一作者简介: 闫立忠(1966—),男,高级工程师,1991年毕业于石家庄铁道学院。

强度达 53.5 MPa 时,停汽、降温,降温速度 5 /h,约需 6 h。

(5) 初张拉和终张拉 混凝土强度达 53.5 MPa 即可初张拉,拆完模就可施行初张拉,在 15 ~ 20 d 龄期对混凝土抗压强度和弹性模量进行检测,当强度达 68.5 MPa 以上,弹性模量达 3.70×10^4 MPa 以上时,进行终张拉。

5 体会

(1) 为保证梁体高强混凝土抗压强度和弹性模量满足设计要求,采用最大石子用量法设计梁体混凝土配合比办法是可行的。

(2) 钢纤维混凝土为保证强度和弹性模量满足设

1.1 原因分析

(1) 设计不当 当前设计也讲究“最优化”,而有些设计人员为减轻梁体自重,不断压缩腹板尺寸,且纵向水平钢筋既细又少,仅考虑了设计符合要求,却忽视了施工过程中的合理误差。

(2) 预应力不足 为加快制梁台座周转次数,现大多数梁均在制梁台座进行初张拉以承受梁体自重,初张拉时台座与梁体底面出现摩阻力,而这一项预应力损失在设计中是未予考虑的。由于预应力损失增大而使初始张拉力不足以承受自重,从而导致下翼缘所受的拉应力超过混凝土抗拉强度,截面开裂,裂缝方向垂直于拉应力,故产生竖向裂缝。

(3) 配比不适 混凝土中减水剂与水泥不相容,砂子级配不良,含泥量超标,砂率过大等因素均会引起梁体收缩裂缝。

(4) 温差过大 大体积混凝土常因水泥水化热导致内外温差过大,所引起的温度应力超过混凝土早期抗拉强度时即产生收缩裂缝。蒸养时升、降温过快,拆

计要求,突破了钢纤维混凝土常规砂率在 50% ~ 60% 的限制,砂率降到了 46%,保证了钢纤维混凝土的强度和弹性模量,拓宽了钢纤维混凝土的应用领域。

(3) 钢纤维混凝土在低砂率状态下,成功进行了 200 m 远距离泵送,查阅资料,未见先例,实现了技术突破。

参考文献:

- [1] 朱清江主编. 高强高性能混凝土研制及应用. 北京: 中国建材工业出版社, 1999.
- [2] 雍 本编著. 特种混凝土设计与施工. 北京: 中国建筑工业出版社, 1993.