

关于预制箱梁水波纹问题的原因分析及改进措施

高晓波 王迎东 丁 冲

中国建筑第七工程局有限公司 河南郑州 450000

摘要: **高速项目预制箱梁共计1233片,均采用C50混凝土。**分离立交桥已预制64片箱梁中6片出现不同程度的水波纹。经统计发现水波纹出现位置均在箱梁中横隔板两侧3、4m处,距离梁底约40cm。由于混凝土泌水,水在局部聚集,水与水泥的水化程度与其它部位不一致而形成。箱梁腹板水波纹的产生在梁底板以上约40cm两侧沿纵向方向产生,波浪形、局部不规则。经从原材料、混凝土性能及施工工艺等方面分析如下:

关键词: 箱梁; 钢筋; 混凝土; 强度

1 1.1 原材料

9.5 ~ 19mm 碎石中19mm以上颗粒偏多,碎石掺配比例不合理。波纹管以下的腹板和底板混凝土振捣采用附着式振动器,19 ~ 26.5mm 粒径之间的粗骨料不能顺利通过波纹管处的骨架筋,造成水泥浆和偏小的骨料集中在波纹管以下的腹板和底板处。

1.2 混凝土性能方面

和易性不好,混凝土浇筑过程中横隔板位置及波纹管集中位置,水泥浆和石子分离。 $\Phi 50$ 型振捣棒插入困难不易振捣,碎石在波纹管上方聚集。拌和站计量设备精准度不高,施工配合比不准确,影响混凝土的性能。搅拌时间过短,外加剂未能充分发挥作用,匀质性差。减水剂保塌性、保水性差。

1.3 施工工艺

波纹管与内、外模板之间间隙较小。混凝土布料及振捣施工工艺不当。

2 现状调查

2.1 经对混凝土涉及的原材料进行抽样检测,情况如下页表1:

经检测,水泥、粉煤灰、砂相关指标符合规范要求。4.75-9.5mm 碎石中9.5mm 筛孔上累计筛余超出要求5.4%,其余指标符合规范要求。9.5-19mm 碎石中19mm 筛孔上累计筛余百分数接近级配要求上限,碎石19mm 以上颗粒偏多。

2.2 混凝土施工和易性分析

1) 保水性。通过混凝土坍落度试验,在提起坍落度筒后,混凝土底部有少量水析出,混凝土保水性不好。

2) 含砂情况。用慢刀抹拌合物表面时,一两次即可使拌合物表面平整,混凝土含砂情况为“多”。

3) 粘聚性。通过用捣棒在已坍落的混凝土锥体侧面轻打,锥体部分崩裂,混凝土粘聚性不好。

4) 棍度。插捣时稍有石子阻滞的感觉,混凝土棍度评价为“中”。

5) 混凝土坍落度出机时190mm,90分钟后120mm,坍落度损失过快。

结论:通过坍落度试验,混凝土保水性不好、粘聚性不好、保塌性差。

2.3 混凝土搅拌均匀性分析

1) 每盘混凝土搅拌时间为100s,到达现场放入料斗后混凝土表面冒泡。混凝土搅拌时间偏短,拌和站距离梁场较近,混凝土达到现场后减水剂反应尚不充分。

2) 经过对混凝土拌和站计量设备校准,计量设备精准度符合规范要求。

2.4 波纹管定位

箱梁预应力管道水平段至起弯点处,预应力管道上下层间距较小,混凝土浇筑过程中因波纹管密集极易堵塞走浆。该位置距离顶板达1.2米,有波纹管阻挡不易振捣。波纹管位置对下料和振捣影响较大。

2.5 施工工艺分析

1) 浇筑顺序。混凝土由小桩号向大桩号推进式浇筑底板和腹板,最后整体浇筑顶板。在放料的过程中,开始第一斗料(每斗2方)平均分配到两侧,放料长度约2米。在放料的同时开启高频振动器(振动时间约20s)辅助下料,以保证混凝土能够充满底板。放料结束使用 $\Phi 50$ 振动棒进行振捣。第二斗布料开始时,首先把开始浇筑2米范围内腹板混凝土填满。然后按照第一斗与第二斗的顺序交替进行,直至箱梁底板和腹板浇筑完成。上述方法俗称“探头法”。

作者简介: 高晓波、男、汉、1985、籍贯:河北石家庄、学历:本科、职称:中级工程师、毕业院校:长沙理工大学、研究方向:道路桥梁。

表 1

P. II 52.5 水泥	比表面积 (m^2/kg)	标准稠度 (%)	初凝时间 (min)	终凝时间 (%)	3d抗折 (Mpa)	3d抗压 (Mpa)	28d抗折 (Mpa)	28d抗压 (Mpa)	
	355	26.5	202	315	5.6	28.0	9.0	54.2	
粉煤灰	烧失量 (%)			细度 (%)			需水量比 (%)		
	1.8			11.4			98		
砂	含泥量 (%)	堆积密度 (kg/m^3)		表观密度 (kg/m^3)		孔隙率 (%)	细度模数		
	0.5	1490		2646		43.7	2.6		
		累计筛余百分数 (%)							
	筛孔	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15		
	级配要求	0-10	0-25	10-50	41-70	70-92	90-100		
	实测	6.6	15.8	32.8	47.2	84.0	94.9		
碎石	含泥量 (%)	针片状 (%)	吸水率 (%)	堆积密度 (kg/m^3)	表观密度 (kg/m^3)	表干密度 (kg/m^3)	孔隙率 (%)	备注	
	0.8	4.4	0.31	1530	2742	2727	44.3	4.75-9.5mm	
		累计筛余百分数 (%)							
	筛孔	16	9.5	4.75	2.36	/	/		
	级配要求	0	0-15	80-100	95-100	/	/		
	实测值	0	20.4	91.2	99.2	/	/	9.5-19mm	
	0.4	3.4	0.28	1520	2740	2726	44.6		
		累计筛余百分数 (%)							
	筛孔	26.5	19	16	9.5	4.75	/		
	级配要求	0	0-15	-	85-100	95-100	/		
实测值	0	12.8	35	80.0	2.2	/			

2) 振捣工艺。用 $\Phi 50$ 振动棒振捣完之后用 $\Phi 30$ 补振, 振捣过程中经常出现 $\Phi 50$ 插入不到位的现象, 需高频振动器二次补振。

由于布料距离太短, 在 $\Phi 50$ 振动棒振捣后会造成水泥浆与石子分离, 水泥浆沿模板向前流动, 增大了混凝土泌水风险。高频振动器在同一位置反复开关引起混凝土、波纹管、模板产生共振, 造成混凝土泌水, 导致水波纹的出现。

3 解决措施

3.1 碎石掺配比例调整。

通过图解法对碎石掺配比例进行调整, 使碎石合成级配尽量接近级配范围中值。

3.2 改善混凝土和易性。

1) 针对混凝土保塌性能差, 调整聚羧酸高性能减水剂配方。经试验, 保塌剂每t用100kg, 保水剂每t用13kg, 混凝土试拌效果状态良好。

2) 针对混凝土保水性不好、粘聚性不好, 坍落度满足设计要求, 没有明显泌水现象, 但存在部分粗骨料无浆体包裹。采取以下措施: 一是增加细骨料用量, 降低

粗骨料用量; 另二是保持水胶比不变适当增加浆体用量, 相应减水砂石用量, 采用提高粉煤灰用量来调整保水性。

3.3 混凝土配合比优化。

水胶比0.32不变, 每方混凝土提高20kg粉煤灰, 碎石掺配比例调整为(9.5 ~ 19mm):(4.75 ~ 9.5mm)=74%: 26%。

3.4 改善混凝土匀质性, 选用合适的搅拌时间。

混凝土生产搅拌时间的长短与混凝土的强度和匀质性有关, 搅拌时间太短会对匀质性产生极大影响, 太长会产生泌水和离析现象, 同时浪费能源。通过观察搅拌时间120s时混凝土出机状态较为理想。

3.5 在规范允许范围内适当调整波纹管位置。

受波纹管、腹板钢筋、侧模等空间制约, 混凝土中粒径大于19mm碎石在波纹管上方聚集。规范要求波纹管水平方向允许偏差 $\pm 10\text{mm}$, 在施工过程中定位时沿水平方向向腹板内侧偏移5mm, 以利于混凝土中粒径大于19mm碎石的通过, 保证混凝土的匀质性。

3.6 改进施工工艺。

1) 每次施工后, 仔细打磨台座与模板, 保证底腹板

模板干净、无错台，保证混凝土下料顺利不粘模。

2) 浇筑顺序。浇筑时从箱梁小桩号向大桩号推进，两侧对称。浇筑混凝土采用水平分层纵向分段的连续浇筑方式。分段长度2-3米，分层下料厚度不超过30cm。下料时防止因振捣而造成的混凝土流动改用“压头法”。实施振捣前，在该段混凝土的前进方向1-1.5米进行压头，避免振捣造成混凝土浆体流失。压头段做为下段混凝土的一部分重新递进布料。

3) 混凝土振捣采用附着式和插入式振捣器相结合的方式。附着式振捣器间距1.5米，振捣时每四个为一组施振25秒；插入振捣器在水波纹出现位置振捣施工时，纵向振捣间距不得超过30cm；在腹板外模侧和内模侧振捣时观察波纹管处是否有石子堵塞，及时疏通和补振。

4 结束语

经过调整碎石掺配比例、混凝土配合的优化、混凝土搅拌时间调整、波纹管适当调整以及施工工艺的改进，箱梁腹板水波纹基本解决，箱梁的外观质量有了较大的提升。



图5-1 整改前照片



图5-2 整改后照片

为保证后续预制箱梁施工中不再重复出现水波纹的质量问题，我部进行总结：

1、加大原材料进场检测频率，尤其是碎石级配不良的情况。与碎石生产厂家沟通调整筛孔，对掺配比例进行调整。

2、加强配合比动态控制，改善施工和易性。随原材料、季节、温度等条件的改变进行优化。

3、缩短混凝土拌和站计量设备校准周期，保证计量准确。

4、选取合理的混搅拌时间，使减水剂能够充分发挥作用，保证混凝土的匀质性。

5、在规范允许范围内，加强波纹管定位控制，保证混凝土能够顺利通过，避免混凝土在波纹管密集处浆石分离，产生水波纹。

6、优化施工工艺。一是加强对布料距离的控制，以满足振捣时不向低处流动为宜。二是优化附着式振动器的间距，方便混凝土顺利通过波纹管密集区域。三是根据混凝土状态选取合理的振捣时间。

参考文献：

[1]金明鹏.预应力梁预制中设置反拱的建议.中国市政工程.2002, 98(8): 46-47.

[2]李珂, 陆光间.预应力混凝土桥梁长期变形的计算分析.上海铁道大学学报.2000, 8(8): 12-16.

[3]陆耀忠, 于群立.大跨径预应力混凝土T梁上拱度数值模拟与分析.浙江交通职业技术学院学报.2001, 1(3): 1-9.