

HOUZHANG YUYINGLI
HUNNINGTU LIANGBAN
YUZHJ ANZHUANG

后张预应力混凝土 梁板预制及安装

● 张圣建 王 春 王占营 主编

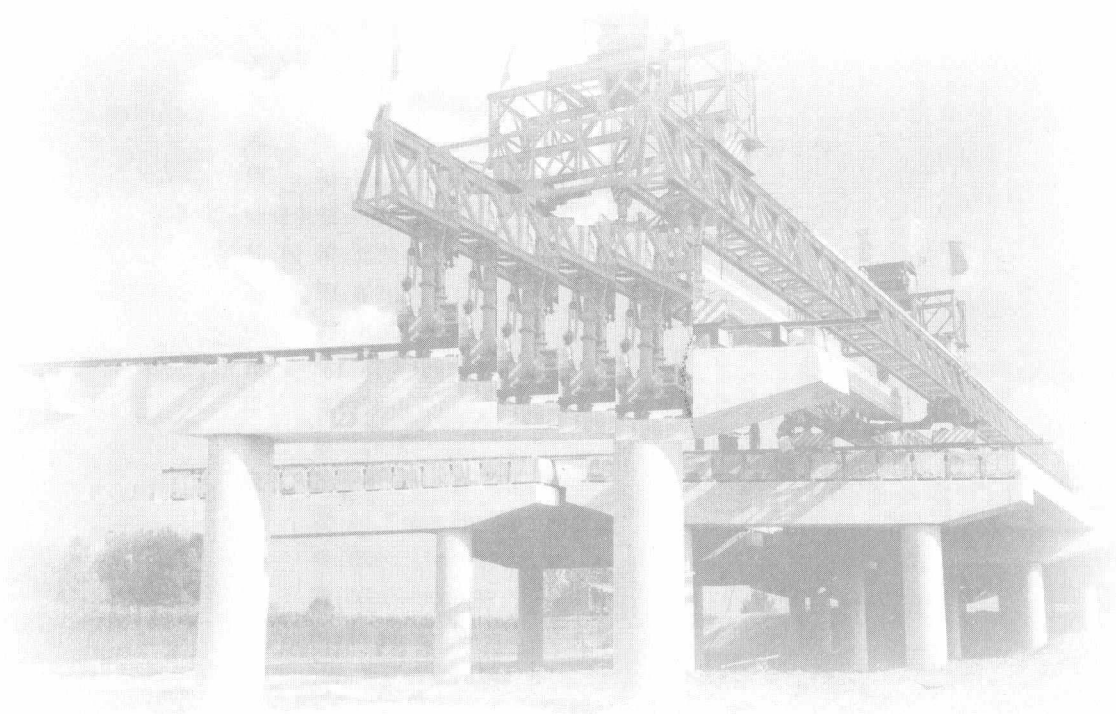


人民交通出版社
China Communications Press

后张预应力混凝土 梁板预制及安装

● 张圣建 王 春 王占营 主编

U468.355-46
1



人民交通出版社

图书在版编目(CIP)数据

后张预应力混凝土梁板预制及安装/张圣建等主编.
北京:人民交通出版社,2007.8
ISBN 978-7-114-06671-9

I. 后… II. 张… III. 后张法预加应力—预应力混凝土—
桥梁架设 IV. U448.355.46

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 100176 号

书 名:后张预应力混凝土梁板预制及安装
著 作 者:张圣建 王 春 王占营
责任编辑:赵瑞琴 苏 杰
出版发行:人民交通出版社
地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号
网 址:<http://www.ccpres.com.cn>
销售电话:(010)85285838,85285995
总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司
经 销:各地新华书店
印 刷:中国人民解放军测绘学院印刷厂
开 本:787×1092 1/16
印 张:17
字 数:424 千
版 次:2007 年 8 月 第 1 版
印 次:2007 年 8 月 第 1 次印刷
书 号:ISBN 978-7-114-06671-9
印 数:0001~3000 册
定 价:38.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

内 容 提 要

本书主要介绍后张预应力混凝土梁板的实用预制和安装方法。书中全面解析了施工中涉及到的每一工序的基本要求,融入了编者几十年的实践理解和体会。书中自始至终贯穿一根主线,那就是“质量”,所以本书围绕如何保证“质量”为前提,以施工“工序”为契机展开论证,科学地总结了我国几十年来后张预应力混凝土梁板施工的经验。书中提供的数据,不仅结合了我国目前该方面最流行的设计图纸,而且在几十年的工作实践中已进行了客观的经济分析和比较,具有很强的实用性。更难能可贵的是,该书附有施工全过程的连续高清晰度照片和文字说明,较为全面地反映了我国该方面的技术水平与最新技术发展状况。

本书可供公路、城市道路、桥梁施工、检测、监理技术人员作为工具书使用,也可供路桥设计、科研人员使用。尤其适合相关专业院校学生教材和刚走出校门参加工作的大中专毕业生,是其应具备的工具书。

QIANYAN

前言

我国交通建设一日千里,以高速公路为主的公路建设发展迅速。随着我国建设步伐的加快,公路建设技术水平也得到了很大的提高,建设标准、规范不断修订并趋完善,日臻成熟的地方标准及实施细则更是如雨后春笋般出现,对国家标准进行了有益的补充。为总结高速公路建设经验,反映公路桥梁技术的新成果和发展状况,全面提升公路桥梁施工与管理的综合水平,编者结合多年的经验和体会,有侧重地编写了本书。

本书特点鲜明,紧紧围绕着一个“精”字,做到了“抓住一点不及其余”,论述过程中进行了大胆的取舍。开宗明义,站在科技发展的前沿,对广大公路桥梁建设者通用的东西,重笔泼墨,寻根问底。而且,书中附有施工全过程的清晰连续照片和文字说明,可谓言简意赅,匠心独运。通读该书,即使初学者也会很快成为该方面的熟练能手,相信对我国高速公路建设必将起到积极的作用。

鉴于编者水平有限,书中难免有不当之处,恳请各位专家、学者及读者批评指正。

编者

2007年6月

第一章 后张预应力混凝土梁板预制安装基本要求	1
第一节 预制场布置与制梁台座	1
第二节 模板	1
第三节 后张预应力混凝土预制	5
第四节 预应力混凝土梁板安装	17
第二章 后张预应力混凝土空心板预制与安装	22
第一节 施工工艺与预制场位置的选定	22
第二节 制梁台座与存梁台座	22
第三节 拌和站的设置与模板	22
第四节 钢筋与预应力钢筋	23
第五节 预应力混凝土浇筑与养生	24
第六节 拆模与张拉	24
第七节 吊运与孔道压浆	25
第八节 封锚与安装	26
第三章 后张预应力混凝土 T 形梁预制与安装	31
第一节 预制场布设与制梁台座布置方案	31
第二节 存梁台座平面布置与 T 梁钢筋场布置方案	32
第三节 混凝土输送方案与梁钢模板设计制作方案	32
第四节 门架轨道及门架制作方案	33
第五节 T 梁预制	34
第六节 T 梁提升与安装方案	45
第七节 T 梁钢模(35m)设计制作说明	48
第四章 后张预应力混凝土组合箱梁预制与安装	99
第一节 箱梁预制场	99
第二节 箱梁钢筋场布置与混凝土输送方案	103
第三节 箱梁钢模板设计制作方案	104
第四节 箱梁预制施工	104
第五节 箱梁安装	114



第六节 整体式钢模板简介	115
第七节 后张预应力混凝土箱梁预制工艺总结	119
第八节 30m 箱梁模板设计说明	123
第五章 后张预应力混凝土梁板预制安装质量通病及预防措施	208
第六章 质量与安全保证体系	230
第一节 质量保证体系及保证措施	230
第二节 安全保证体系及保证措施	235
附录 1 钢筋机械连接接头的设计原则与性能等级	242
附录 2 常用水泥强度等级及抗压强度	243
附录 3 结构混凝土外加剂现场复试检测项目	245
附录 4 混合材料技术条件	246
附录 5 混凝土配制强度计算	247
附录 6 混凝土达到 0.5MPa 及 1.2MPa 强度所需时间	248
附录 7 预应力混凝土用钢丝力学性能及表面质量要求	249
附录 8 预应力混凝土用钢绞线力学性能及表面质量要求	250
附录 9 预应力混凝土用热处理钢筋力学性能及表面质量要求	251
附录 10 预应力混凝土用冷拉钢筋力学性能	252
附录 11 预应力混凝土用冷拔低碳钢丝力学性能及表面质量要求	253
附录 12 预应力混凝土用精轧螺纹钢力学性能及表面质量要求	254
附录 13 预应力混凝土用金属螺旋管取样数量、检验内容及质量要求	255
附录 14 预应力筋平均张拉力的计算	256
附录 15 预应力损失的测定	257
附录 16 水泥浆泌水率和膨胀率试验	258
附录 17 水泥浆稠度试验	259
附录 18 冬期施工热工计算	260
参考文献	263

第一章

后张预应力混凝土梁板预制安装基本要求

第一节 预制场布置与制梁台座

一、预制场布置

(1)选择好的场地,可综合解决梁板安装问题,减少和解决运梁轨道的铺设长度及数量,加快现场制梁速度,减少占地,方便施工。

(2)建立梁的预制、养生、张拉、压浆、封锚、存放、运输及安装形成“一条龙”工厂化流水生产线,既保证了施工质量,又便于施工管理及合理安排人力机具,大大降低了工程造价。

二、制梁台座

台座设置要求,应具有足够的刚度,且必须置于良好的地基上。若为软土地基,则需进行技术处理,保证台座在使用过程中不发生下沉。换一句话说,针对不同地基,可能需要开挖扩大基础和配置一定数量的钢筋,尤其是台座端部 5m 范围内,确保对梁体施加预应力时基础不变形和遭受破坏,从而影响工程质量。

第二节 模 板

预制梁的模板虽是施工过程的临时结构,但十分重要,它不仅控制梁体尺寸的精度,而且对工程质量、施工进度和工程造价有直接影响。为了保证桥梁施工的可靠性,模板应满足下列要求:

①具有必要的强度、刚度和稳定性,能可靠地承受施工过程中可能产生的各项荷载,能保证结构的设计形状、尺寸和模板各部件之间相互位置的准确性。

②尽可能地采用组合钢模板或大模板,以节约木材,提高模板的适应性和周转率。

③模板板面光滑平整,接缝严密,确保混凝土在强烈振动下不漏浆。

④模板应制作便利,装拆容易,施工操作方便,保证安全。

一、模板的构造

钢模板、木模和钢木结合模板,其结构基本相同。一般梁板整套模板由底模、侧模、端模 3 个部分组成。空心板梁由底模、侧模、内模和端模 4 个部分组成。

1. 底模

底模是支撑在底座上面,由紧贴于混凝土表面的底板与支撑板的垫木、横梁以及安装振捣器的固定架等几个主要构件组成,如图 1-1 所示。

钢模底板通常用 12~16mm 的钢板制成。若采用 10mm 的钢板,则必须在钢板两侧加焊角补强。木模底板的厚度一般为 8~12cm。

底板分段长度主要考虑构造需要、制作方便、温度影响、焊接变形等因素。自两端至吊点一段为端底板。梁体吊点处设活动底板,以便脱模吊运。两活动底板之间的中间底板分段长

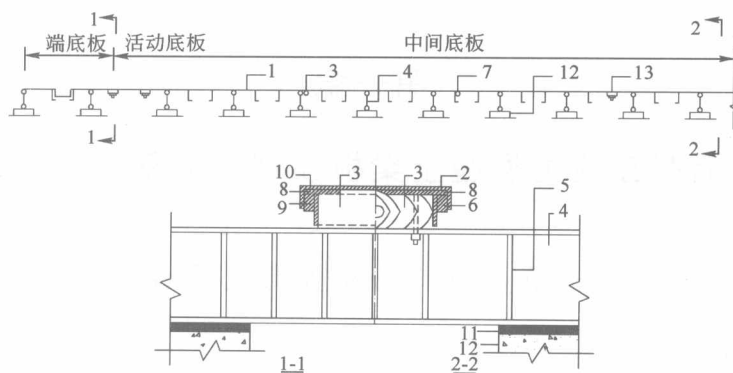


图 1-1 底模构造

度钢模可取 6~8m;木模取 2~4m。底板总长考虑到梁体混凝土在预应力作用下压缩的影响,应按跨度的 1/1000 值加长。

预应力梁张拉以后,梁体中部拱起,在预施应力过程中,整个梁体的质量就由均匀分布于底板上的均布荷载而逐渐转移为支承与两端的集中荷载。因此梁端部的底板、底座均应加强。

底板通过垫木支承在横梁上,横梁置放在底垫块上,在它和底座垫块之间仅放 1~2 层橡皮垫板而不作任何固定连接。但为了控制横梁的位置,可在横梁下方加焊限位块,或在底垫块上预留限位缺口与预埋限位钢筋,如图 1-2 所示。

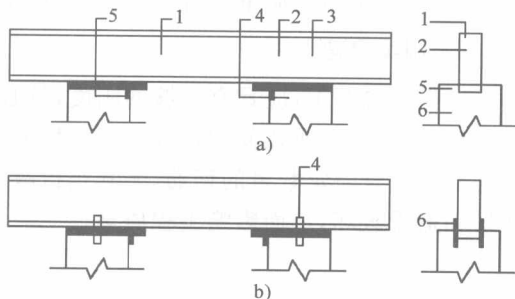


图 1-2 横梁与底座垫块连接

2. 侧模

侧模位于梁体的两侧,沿梁长度方向由若干个具有独立结构的单元模扇组成。单元模扇由紧贴于混凝土表面的侧板,支承侧板的水平肋、竖向肋,支托竖向肋的直撑、斜撑,紧固侧模模扇的拉杆及安装于侧板上的振捣架等构件拼装成一个整体,如图 1-3 所示。

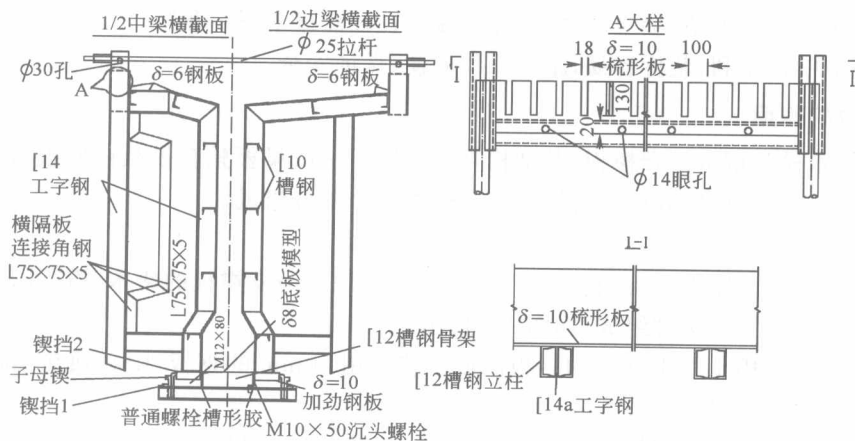


图 1-3 模型拼装截面(尺寸单位:mm)

单元模扇长度常取 4~5m,可在横隔梁处分隔,当横隔梁间距较大时,可在中间再划分。同底板一样,考虑到混凝土的压缩,其组拼后的总长度应比梁的实际长度增加 1/1000 梁长。

钢模模扇的侧板,一般采用 4~8mm 厚的钢板;木模一般采用 30~50mm 厚的木板。

钢模水平肋的断面大小需通过计算选定,通常用 50~100mm 的角钢。木模的侧板是水平设置的,可直接设竖肋木支承侧板,断面尺寸一般不小于 80mm×100mm。

模扇的拉杆起紧固梁体两侧模扇的作用,可设在梁的顶部和腹部,一般用直径 20mm 以上的圆钢制作。为便于拆模还需设置拆卸模扇的设施。

3. 端模

端模位于梁体的端头,安装时连接在侧模上。后张法预应力混凝土 T 梁需要用两套端模。第一套是与梁体模板同时支立的端模,其形状按张拉用锚固板的位置做成阶梯状;第二套是封端用端模。第二套端模在预应力、管道压浆之后支立,目的是封闭锚头和保证梁体外形符合设计要求。

4. 内模

内模是空心截面梁、板的预制关键,对内模要考虑立模和拆模方便,又不易损坏,周转率高。

采用四合式活动模板,每根使用两节内模,以便于搬运装拆,沿纵向又分成两部分,其构造如图 1-4 所示。内模可采用 30mm 厚木板,侧面装置铰链,使壳板可以转动。内模的骨架和活动撑板,每隔 0.7m 设置一道,撑板下端的半边朝梁端一侧用铰链与壳板连接,另半边及上端均做成榫头,顶紧壳板纵面上、下斜接缝,并在撑板上方设置直径 20mm 的圆钢拉杆,撑板将内壳板撑实后,在模壳外用铅丝捆扎,即成形的整体内模。脱模时抽动拉杆和扁铁拉杆,即可拆除内模。

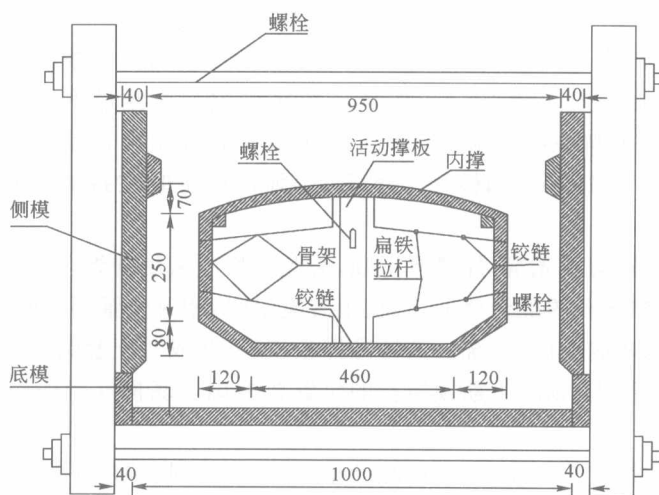


图 1-4 空心板梁内模构造示例(尺寸单位:mm)

空心板以前常采用充气胶囊内模施工法,该法使用方便,容易拆装。但随着近年来高速公路要求的进一步提高和该法暴露出的不足,除小跨径(16m 以下)和非关键工程部位外,已禁



止使用。具体内容可参考相应施工规范。

二、振动器的选型和布置

混凝土拌和物的质量合格,并不意味着就能生产出优质的梁板。如何保证优质的混凝土拌和物,生产出的 T 梁外表不出现蜂窝、麻面、水纹,而达到令人满意的光洁度,混凝土捣固就尤为重要,显得特别关键。俗话说得好“巧妇难为无米之炊”,捣固人员水平再高,经验再丰富,如果没有合适的振动器,也不能制成优质的梁板。现就所使用的振动器的性能及优缺点介绍如下。

1. 普通附着式振动器

普通附着式振动器振动频率低(2800~3000r/min),振幅大,振动时动力矩能量大部分消耗在钢模板的变形上,因此,钢模板的变形大、损坏快、漏浆多,传递到混凝土拌和物的激振能量小、效率低,且重量大(38~60kg/台),另外安装辅助时间长,但对大颗粒集料效果显著,粗糙振动效果好。

2. ZF150-250KZ 高频附着式振动器与 BPB150-250KVA 配套电源

(1) 激振频率高(9000r/min),激振力大(11.5kV),振动时混凝土拌和料流动性大,构件密度成型性好。

(2) 重量轻(21kg/台),使用方便,效率高。装卸 1 台仅需 30s。

(3) 振幅小,对钢模板的损坏小、寿命长,其使用寿命为普通振动器的 8 倍以上。

高频率振动对振实拌和物中的小颗粒集料效果显著,但对大粒径的集料则效果较差。为充分发挥捣动器的优点,捣动出优质的梁板,在混凝土捣动中通常采用高频率和中频率相结合的复合振动。

三、模板的制作安装与拆除

1. 模板制作的要求

(1) 截面尺寸与长度(分扇长度和组拼后总长度)要准确。钢模的放样、拼装及整体拼焊,应在工作平台上或台具上进行。工作平台的底梁应具有足够的刚度和稳定性,台面必须平整。钢模放线与下料务必准确,考虑到焊缝的收缩对模扇长度的影响,模扇的下斜长度应较设计长度增大 1/1000。如模板长度不足,则在组拼时在拼缝处稍加调整,若模板过长则不易处理。

(2) 模面要平直,转角要光滑,焊缝要平顺,为此模板应采用满焊,焊缝应打光磨平。

(3) 模扇间连接螺栓孔的配合要准确,在组装模扇时,相对位置要准确,焊缝要平顺。侧模模扇端头的连接角钢弯成形成后,用统一的标准样板校验,并成对配套钻孔。

(4) 端模、底模要平正,预应力筋预留孔的位置要准确。底模在制作时需考虑预制梁板的预拱度。

(5) 木模板的木材,应选择质地优良、脆性小、无严重病损,湿度不大于 25%。木模的接缝可做成平缝、搭接缝或企口缝。当采用平缝时,应采取措施防止漏浆,木模的转角处应加嵌条或做成斜角。木模与混凝土接触的表面应平整、光滑,多次重复使用的木模应在内侧钉薄铁皮。木模的拉杆常使用螺栓,当拉杆需抽出时,可用塑料管、混凝土管或竹管加套,拆除后用水泥砂浆堵孔。

2. 模板的安装

模板的安装应与钢筋工作配合进行,妨碍绑扎钢筋的模板应待钢筋安装完毕后安设。一般是在底板平整、钢筋骨架安装后安装侧模和端模,也可先安装端模后安装侧模,模板不应与脚手架发生联系,以免脚手架上运存材料和人工操作引起模板变形。

模板安装的精度要高于预制梁的精度要求。每次模板安装完成后,需通过验收合格后,方可进入下一工序。模板的精度要求,可参照施工规范的有关规定。

为了保护模板方便拆模,模板与混凝土接触面、整体拆卸芯模及塞子与混凝土接触面,在使用前要涂抹隔离剂或用其他措施处理。

3. 模板的拆除

拆模好坏涉及到预制梁的质量和模板的周转使用。非承重侧模板应在混凝土强度能保证其表面及棱角不致因拆模而损坏时,方可拆除,一般应在混凝土抗压强度达到 2.5MPa 时,方可拆除侧模板。芯模和预留孔道内模,应在混凝土强度能保证其表面不发生塌陷和裂缝现象时,方可拔除,拔除时间可按照施工规范的有关规定办理。承重模板应在混凝土强度能承受自重和其他可能的外荷载时,方能拆除,不同结构对强度的要求,可按照施工规范或设计规定执行。

侧模拆卸是用外力作用于模板上使整个模扇绕梁体的顶部或底部某点旋转而脱离梁体。在梁体顶部施力,使模扇绕下轴点旋转脱模较省力,这是由于模扇自重引起的倾覆力矩有利于脱模。但是在梁体顶部施力不易找到施工作用点,同时操作位置设在梁顶也很不方便,所以一般常选择在梁底部施力使模扇绕上轴点旋转而脱模。

无论采用哪种脱模装置和方法,其基本操作程序大致相同,现介绍如下:

①拆除拉杆。包括待拆模扇的拉杆和紧固侧板、底板的腹板拉杆和底板下拉杆等。

②拆除与待拆模扇相邻的接缝。应清除渗进缝内的水泥浆,以消除或减少模扇间的黏结力。

③安装施力装置并施力脱模。当采用脱模拉钩装置时,可将钢丝绳扣套在拉钩上,启动千斤顶,施力使模扇旋转脱离梁体。当采用拆模活门装置时,要先拆除活门,再横置千斤顶于门内,使千斤顶底座抵住梁体混凝土,千斤顶另一端则抵在脱模顶梁上,启动千斤顶使模扇旋转而脱离梁体。

④吊移存放。模扇离开梁体后,仍需多移出一定的空隙再起吊,以免起吊时梁体和模扇碰撞。然后吊运到存放处,清洗、维修、涂油保养供下次使用。

第三节 后张预应力混凝土预制

一、钢筋制作加工

按照施工设计图,首先在加工间将钢筋调直、除锈;然后下料、弯制及焊接成半成品,并将其按不同部位进行分类堆码整齐,挂牌标识,弯制尺寸要求准确,必须是经过验收合格方可领用。

二、底板模型放线及钢筋绑扎

绑扎钢筋前在台座底模上用经纬仪配合钢尺准确标出梁轴线、主筋位置、箍筋中心线位置、变截面位置、横隔板及梁端位置线,将底模清扫干净,涂上脱模剂,并在底模板两边缘安装



止水胶带,然后在底板上每隔一定距离放置与预制梁同强度等级的混凝土砂浆垫块或塑料垫块,确保梁体底板钢筋的混凝土保护层厚度符合设计要求。

根据需要预制的梁形,从加工间内领出经检验合格的各种不同规格的钢筋,按照施工设计图纸摆放腹板及底板钢筋并绑扎成形,然后将预留孔道所用的根据梁形设计需要而卷制的波纹管按图纸所给坐标尺寸安放于骨架内,每隔 50cm 加设 1 道直径 $\phi 8\text{mm}$ 定位钢筋将波纹管牢固地定位于钢筋骨架内部。经检验人员、监理工程师检查合格后,进行侧模安装。为保证梁体内钢筋的混凝土保护层厚度,在钢筋骨架外侧绑扎混凝土砂浆垫块或塑料垫块。

三、混凝土配合比

梁板质量的好坏,除要选用质量合格的组成材料外,配合比的选择是否合理也非常关键。在水泥品种、粗细集料已定的情况下,混凝土的强度(密实度)主要取决于胶空比。从胶空比的计算式可以看出:混凝土的强度 R 与水灰比 W/C 成反比关系,水灰比愈大,水泥浆内的孔隙愈大,强度愈低;水灰比愈小,则混凝土愈密实。但水灰比过小,混凝土捣固愈困难,愈易出现蜂窝、麻面。

混凝土的强度与胶空比计算公式如下:

$$R = AXn$$

$$X = C \cdot V_c \cdot \alpha \cdot B / (C \cdot V_c \cdot \alpha + W) = V_c \cdot \alpha \cdot B / (V_c \cdot \alpha + W/C)$$

式中: B ——水泥水化后的体积与干水泥体积之比值;

C ——已水化部分的水泥重量;

V_c ——水泥的比容;

W ——水的体积;

α ——水泥的水化程度;

R ——水泥的抗压强度;

A ——水泥凝胶体的固有强度;

n ——与水泥性质有关的系数;

X ——胶空比。

四、配制混凝土用的材料

1. 水泥

(1)选用水泥时,应注意其特性对混凝土结构强度、耐久性和使用条件是否有不利影响。

(2)选用水泥时,应以能使所配制的混凝土强度达到要求、收缩小、和易性好和节约水泥为原则,常用水泥的强度等级及软练胶砂抗压强度见附录 2。

(3)水泥应符合现行国家标准,并附有制造厂的水泥品质试验报告等合格证明文件。水泥进场后,应按其品种、强度、证明文件以及出厂时间等情况分批进行检查验收。对所用水泥应进行复查试验。为快速鉴定水泥的现有强度,也可用促凝压蒸法进行复验。

(4)袋装水泥在运输和储存时应防止受潮,堆垛高度不宜超过 10 袋。不同强度等级、品种和出厂日期的水泥应分别堆放。

(5)散装水泥的储存,应尽可能地采用水泥罐或散装水泥仓库。

(6)水泥如受潮或存放时间超过 3 个月,应重新取样检验,并按其复验结果使用。

2. 细集料

(1)桥涵混凝土的细集料,应采用级配良好、质地坚硬、颗粒洁净、粒径小于 5mm 的河砂,河砂不易得到时,也可用山砂或用硬质岩石加工的机制砂。细集料不宜采用海砂,不得不采用海砂时,其氯离子的含量对于钢筋混凝土应符合规范的规定。细集料的试验可按现行《公路工程集料试验规程》(JTJ 058)执行^①。

(2)砂的筛分应符合下列规定:

①砂的分类见表 1-1 所列。

砂 的 分 类 表 1-1

砂 组	粗 砂	中 砂	细 砂
细度模数	3.7~3.1	3.0~2.3	2.2~1.6

注:细度模数主要反映全部颗粒的粗细程度,不完全反映颗粒的级配情况,混凝土配制时应同时考虑砂的细度模数和级配情况。

②砂的级配应符合表 1-2 中任何一个级配区所规定的级配范围。

砂的分区及级配范围 表 1-2

标准筛 筛孔尺寸 (mm)	级 配 区			标准筛 筛孔尺寸 (mm)	级 配 区		
	I 区	II 区	III 区		I 区	II 区	III 区
	累计筛余(%)				累计筛余(%)		
10.00	0	0	0	0.63	85~74	70~41	40~16
5.00	10~0	10~0	10~0	0.315	95~80	92~70	85~55
2.50	35~5	25~0	15~0	0.16	100~90	100~90	100~90
1.25	65~35	50~10	25~0				

注:①表中除 5mm、0.63mm、0.16mm 筛孔外,其余各筛孔累计筛余允许超出分界线,但其总量不得大于 5%;

②I 区砂宜提高砂率以配低流动性混凝土,II 区砂宜优先选用以配不同等级的混凝土,III 区砂宜适当降低砂率以保证混凝土的强度;

③对于高强泵送混凝土用砂宜选用中砂,细度模数为 2.9~2.6。2.5mm 筛孔的累计筛余量不得大于 15%,0.315mm 筛孔的累计筛余量宜在 85%~92% 范围内。

③当对河砂、海砂或机制砂的坚固性有怀疑时,应用硫酸钠进行坚固性试验,试验时循环 5 次,砂的总质量损失应符合表 1-3 的规定。

砂的坚固性指标 表 1-3

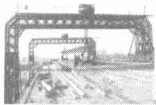
混凝土所处的环境条件	循环后的质量损失
在寒冷地区室外使用,并经常处于潮湿或干燥交替状态下的混凝土	≤8
在其他条件下使用的混凝土	≤12

注:①寒冷地区系指最寒冷月份的月平均温度为 0~-10℃且日平均温度≤5℃的天数不超过 145d 的地区;

②对同一产源的砂,在类似的气候条件下使用已有可靠经验时,可不作坚固性检验;

③对于有抗疲劳、耐磨、抗冲击要求的混凝土用砂,或有腐蚀介质作用或经常处于水位变化区的地下结构混凝土用砂,其循环后的质量损失率应小于 8%。

① 《公路工程集料试验规程》(JTJ 058),已有新规程(JTG E42—2005)原圆孔筛均改为方孔筛,因而粗细集料分类均有改动,请读者在使用中参考有关规范。



④砂中杂质的含量应通过试验测定,其最大含量不宜超过表 1-4 的规定。

砂中杂质的最大含量

表 1-4

项 目	≥C30 的混凝土	<C30 的混凝土
含泥量(%)	≤3	≤5
其中泥块含量(%)	≤1.0	≤2.0
云母含量(%)	<2	
轻物质含量(%)	<1	
硫化物及硫酸盐折算为 S_q (%)	<1	
有机质含量(用比色法试验)	颜色不应深于标准色,如深于标准色,应以水泥砂浆进行抗压强度对比试验,加以复核	

注:①对有抗冻、抗渗或其他特殊要求的混凝土用砂,总含泥量应不大于 3%,其中泥块含量应不大于 1.0%,云母含量不应超过 1%;

②对有机质含量进行复核时,用原状砂配制的水泥砂浆抗压强度不低于用洗除有机质的砂所配制的砂浆的 95%时为合格;

③砂中如含有颗粒状的硫酸盐或硫化物,则要进行混凝土耐久性试验,满足要求时方能使用;

④杂质含量均按质量计。

3. 粗集料

(1)桥涵混凝土的粗集料,应采用坚硬的卵石或碎石,应按产地、类别、加工方法和规格等不同情况,分批进行检验。机械集中生产时,每批不宜超过 400m³;人工分散生产时,每批不宜超过 200m³。粗集料的试验可按现行《公路工程集料试验规程》(JTJ 058)执行。

(2)粗集料的颗粒级配,可采用连续级配或连续级配与单粒级配合使用。在特殊情况下,通过试验证明混凝土无离析现象时,也可采用单粒级。粗集料的级配范围应符合表 1-5 的要求。

碎石或卵石的颗粒级配规格

表 1-5

级配情况	公称粒级 (mm)	累计筛余(按质量百分率计)											
		圆孔筛筛孔尺寸(mm)											
		2.5	5	10	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100
连续级配	5~10	95~100	80~100	0~15	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	5~16	95~100	90~100	30~60	0~10	0	—	—	—	—	—	—	—
	5~20	95~100	90~100	40~70	—	0~10	0	—	—	—	—	—	—
	5~25	95~100	90~100	—	30~70	—	0~5	0	—	—	—	—	—
	5~31.5	95~100	90~100	70~90	—	15~40	—	0~5	0	—	—	—	—
	5~40	—	95~100	75~90	—	30~60	—	—	0~5	0	—	—	—
单粒级	10~20	—	95~100	85~100	—	0~15	0	—	—	—	—	—	—
	16~31.5	—	95~100	—	85~100	—	—	0~10	0	—	—	—	—
	20~40	—	—	95~100	—	80~100	—	—	0~10	0	—	—	—
	3.15~63	—	—	—	95~100	—	—	75~100	45~75	—	0~10	0	—
	40~80	—	—	—	—	95~100	—	—	70~100	—	30~60	0~10	0

(3)粗集料最大粒径应按混凝土结构情况及施工方法选取,但最大粒径不得超过结构最小边尺寸的 1/4 和钢筋最小净距的 3/4;在两层或多层密布钢筋结构中,不得超过钢筋最小净距

的 1/2,同时最大粒径不得超过 100mm。用混凝土泵运送混凝土时的粗集料最大粒径,除应符合上述规定外,对碎石不宜超过输送管径的 1/3;对于卵石不宜超过输送管径的 1/2.5,同时应符合混凝土泵制造厂的规定。

(4)粗集料的技术要求及有害物质含量的规定见表 1-6 及表 1-7 所列。

粗集料的技术要求 表 1-6

项 目	混凝土强度等级			
	C55~C40	≤C35	≥C30	<C30
石料压碎指标值(%)	≤12	≤16	—	—
针片状颗粒含量(%)	—	—	≤15	≤25
含泥量(按质量计)(%)	—	—	≤1.0	≤2.0
泥块含量(按质量计)(%)	—	—	≤0.5	≤0.7
小于 2.5m 的颗粒含量(按质量计)(%)	≤5	≤5	≤5	≤5

注:①混凝土强度等级为 C60 及以上时应进行岩石抗压强度检验,其他情况下,如有必要时也可进行岩石的抗压强度检验。岩石的抗压强度与混凝土强度等级之比对于大于或等于 C30 的混凝土,不应小于 2,其他不应小于 1.5,且火成岩强度不宜低于 80MPa,变质岩不宜低于 60MPa,水成岩不宜低于 30MPa。岩石的抗压强度试验可按现行《公路工程石料试验规程》(JTJ 054)①执行;

②混凝土强度在 C10 及以下时,针片状颗粒最大含量可为 40%。

碎石或卵石中的有害物质含量 表 1-7

项 目	品 质 指 标
硫化物及硫酸盐折算为 SO ₃ (按质量计)不大于(%)	1
卵石中有机质含量(用比色法试验)	颜色不应深于标准色,如深于标准色,则应配制混凝土进行强度试验,抗压强度应不低于 95%

注:如含有颗粒硫酸盐或硫化物,则要进行混凝土耐久性试验,确认能满足要求时方能用。

(5)混凝土结构物处于表 1-8 所列条件下时,应对碎石或卵石进行坚固性试验,试验结果应符合表内的规定。

碎石或卵石的坚固性试验 表 1-8

混凝土所处环境条件	在溶液中循环次数	试验后质量损失不宜大于(%)
寒冷地区,经常处于干湿交替状态	5	5
严寒地区,经常处于干湿交替状态	5	3
混凝土处于干燥条件,但粗集料风化或软弱颗粒过多时	5	12
混凝土处于干燥条件,但有抗疲劳、耐磨、抗冲击要求高或强度大于 C40	5	5

注:有抗冻、抗渗要求的混凝土用硫酸钠法进行坚固性试验不合格时,可再进行直接冻融试验。

(6)施工前应对所用的碎石或卵石进行碱活性检验,在条件许可时尽量避免采用有碱活性反应的集料,或采取必要的措施。具体试验方法可参照现行《公路工程集料试验规程》(JTJ 058)进行。

① 《公路工程石料试验规程》(JTJ 054)已有新规程《公路工程岩石试验规程》(JTG E41—2005),请读者使用时对照新规程。



(7)集料在生产、采集、运输与储存过程中,严禁混入影响混凝土性能的有害物质。集料应按品种规格分别堆放,不得混杂。在装卸及存储时,应采取措施,使集料颗粒级配均匀,并保持洁净。

4. 拌和用水

拌制混凝土用的水,应符合下列要求:

(1)水中不应含有影响水泥正常凝结与硬化的有害杂质或油脂、糖类及游离酸类等。

(2)污水、pH 值小于 5 的酸性水及含硫酸盐量按 SO 计超过水的质量 $0.27\text{mg}/\text{cm}^3$ 水不得使用。

(3)不得用海水拌制混凝土。

(4)供饮用的水,一般能满足上述条件,使用时可不经试验。

5. 外加剂

(1)应根据外加剂的特点,结合使用目的,通过技术、经济比较来确定外加剂的使用品种。如果使用一种以上的外加剂,必须经过配合比设计,并按要求加入到混凝土拌和物中。在外加剂的品种确定后,掺量应根据使用要求、施工条件、混凝土原材料的变化进行调整。

(2)所采用的外加剂,必须是经过有关部门检验并附有检验合格证明的产品,其质量应符合现行《混凝土外加剂》(GB 8076)的规定。使用前应复验其效果,使用时应符合产品说明及本规范关于混凝土配合比、拌制、浇筑等各项规定以及外加剂标准中的有关规定。有关混凝土外加剂现场复试检测项目及标准见附录 3。不同品种的外加剂应分别存储,做好标记,在运输与存储时不得混入杂物和遭受污染。

(3)在钢筋混凝土中不得掺用氯化钙、氯化钠等氯盐。

(4)位于温暖或严寒地区、无侵蚀性物质影响及与土直接接触的钢筋混凝土构件,混凝土中的氯离子含量不宜超过水泥用量的 0.30% ;位于严寒和海水区域、受侵蚀环境和使用除冰盐的桥涵,氯离子含量不宜超过水泥用量的 0.5% 。从各种组成材料引入的氯离子含量(折合氯盐含量)如大于上述数值时,应采取有效的防锈措施(如掺入阻锈剂、增加保护层厚度、提高混凝土密实性等)。当采用洁净水和无氯集料时,氯离子含量可主要以外加剂或混合材料的氯离子含量控制。

(5)掺入加气剂的混凝土的含气量宜为 $3.5\%\sim 5.5\%$ 。

(6)对由外加剂带入混凝土的碱含量应进行控制。每立方米混凝土的总含碱量,对一般桥涵不宜大于 $3.0\text{kg}/\text{m}^3$,对特殊大桥、大桥和重要桥梁不宜大于 $1.8\text{kg}/\text{m}^3$;当处于受严重侵蚀的环境,不得使用有碱活性反应的集料。

五、混凝土的和易性

当混凝土的配合比选定后,要制成质量优良的混凝土,除要选用质量合格的组成材料外,还要混凝土拌和物具有适于施工的和易性,以期硬化后,能够得到均匀密实的混凝土,混凝土拌和物的和易性包括流动性、黏聚性、保水性三个方面的性能。

1. 流动性

流动性是指混凝土拌和物在本身自重作用下能够自己流动的性能。流动性的大小,主要取决于用水量或水泥浆量的多少。水泥浆愈多,流动性愈大,拌和物在机械振动作用下愈容易流动,灌注时容易填满模型,捣固密实。反之,易出现气泡、蜂窝、麻面。