

铁路工程试验检测人员培训教材

TIELU GONGCHENG SHIYAN JIANCE RENYUAN PEIXUN JIAOCAI



铁路工程试验与检测

TIELU GONGCHENG SHIYAN YU JIANCE



第四册

桥隧工程试验检测

主编 付兆岗 安文汉



西南交通大学出版社

铁路工程检验检测人员培训教材

铁路工程试验与检测

第四册 桥隧工程检验检测

主编 付兆岗 安文汉

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

铁路工程试验与检测. 4, 桥隧工程试验检测 / 付兆岗, 安文汉主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2016.3

铁路工程试验检测人员培训教材
ISBN 978-7-5643-4607-2

I. ①铁… II. ①付… ②安… III. ①铁路工程—桥梁工程—工程试验—技术培训—教材②铁路工程—桥梁工程—检测—技术培训—教材③铁路工程—隧道工程—工程试验—技术培训—教材④铁路工程—隧道工程—检测—技术培训—教材 IV. ①U21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 054271 号

铁路工程试验检测人员培训教材

铁路工程试验与检测

第四册 桥隧工程试验检测

主编 付兆岗 安文汉

责任编辑 孟苏成 杨勇 曾荣兵 张波 柳堰龙
封面设计 何东琳设计工作室

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)

发行部电话 028-87600564 028-87600533

邮政编码 610031

网址 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 成都勤德印务有限公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm

总印张 75.625

总字数 1 872 千

版次 2016 年 3 月第 1 版

印次 2016 年 3 月第 1 次

书号 ISBN 978-7-5643-4607-2

套价 (1~5 册) 248.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

目 录

第十六章 桥涵检测	897
16.1 水下混凝土	898
16.1.1 概 述	898
16.1.2 基本要求	899
16.1.3 配合比设计	899
16.1.4 施工控制	900
16.1.5 其他施工要点	900
16.1.6 质量检测	901
16.2 大体积混凝土	901
16.2.1 概 述	901
16.2.2 基本要求	902
16.2.3 配合比设计	902
16.2.4 施工控制	903
16.2.5 其他施工要点	906
16.2.6 质量检测	906
16.3 泥浆质量检测	907
16.3.1 泥浆的调制和使用技术要求	907
16.3.2 泥浆性能指标测定方法	908
16.4 基桩质量检测	908
16.4.1 桩基、基桩	908
16.4.2 桩基的功能和特点	908
16.4.3 基桩的分类	909
16.4.4 几种主要基桩的施工质量问题	909
16.4.5 基桩质量检测基本规定	911
16.4.6 低应变反射波法	912
16.4.7 声波透射法	925
16.4.8 钻芯法	949
第十七章 隧道试验检测	955
17.1 喷射混凝土	955
17.1.1 概 述	955
17.1.2 喷射混凝土质量要求	955
17.1.3 喷射混凝土质量检测	956
17.2 隧道衬砌质量检测	957

17.2.1	地质雷达法	957
17.2.2	声波法	964
17.3	超前地质预报	968
17.3.1	概 述	968
17.3.2	隧道超前地质预报设计与实施	968
17.3.3	隧道超前地质预报方法	971
17.4	隧道施工基本知识和质量评定	980
17.4.1	隧道施工基本知识	980
17.4.2	质量评定	992
第十八章 混凝土实体质量检测		995
18.1	钻芯法检测混凝土强度	995
18.1.1	概 述	995
18.1.2	主要仪器设备	996
18.1.3	试验检测	996
18.2	回弹法	1003
18.2.1	概 述	1003
18.2.2	仪器设备	1003
18.2.3	试验检测	1005
18.2.4	回弹值计算	1019
18.2.5	测强曲线的建立	1021
18.2.6	混凝土强度的计算	1024
18.3	结构混凝土缺陷检测	1025
18.3.1	概 述	1025
18.3.2	测试原理和方法	1025
18.3.3	仪器设备	1026
18.3.4	声学参数测量	1028
18.3.5	裂缝深度检测	1030
18.3.6	不密实区和空洞检测	1033
18.3.7	混凝土结合面质量检测	1037
18.3.8	混凝土表面损伤层检测	1038
18.3.9	钢管混凝土缺陷检测	1040
18.4	钢筋保护层厚度检测	1041
18.4.1	概 述	1041
18.4.2	仪器设备	1042
18.4.3	钢筋探测仪检测技术	1043
18.4.4	雷达检测技术	1044
18.4.5	检测数据处理	1044
18.4.6	混凝土保护层的有关要求	1044

18.5 其他检测技术	1045
第十九章 混凝土预制梁检验	1046
19.1 原材料技术要求和检验	1046
19.1.1 基本要求	1046
19.1.2 水 泥	1046
19.1.3 细骨料	1047
19.1.4 粗骨料	1047
19.1.5 减水剂	1047
19.1.6 引气剂	1048
19.1.7 矿物掺合料	1048
19.1.8 拌和与养护用水	1048
19.1.9 管道压浆料	1048
19.1.10 预应力钢绞线	1049
19.1.11 非预应力筋	1049
19.1.12 预应力张拉用锚具、夹具和连接器	1049
19.1.13 抽拔橡胶管	1050
19.1.14 泄水管及管盖	1050
19.1.15 细石混凝土保护层垫块	1050
19.1.16 膨胀剂	1051
19.1.17 桥面防水层材料	1051
19.1.18 聚丙烯腈纤维、聚丙烯纤维	1051
19.2 混凝土耐久性与配合比	1052
19.2.1 混凝土耐久性	1052
19.2.2 混凝土配合比设计原则	1052
19.3 梁体混凝土生产与检验	1053
19.3.1 混凝土搅拌	1053
19.3.2 混凝土拌和物的运输	1053
19.3.3 混凝土的浇筑	1054
19.3.4 混凝土的振捣	1054
19.3.5 混凝土的养护	1055
19.3.6 梁体拆模	1055
19.3.7 预施应力	1055
19.3.8 管道压浆	1056
19.3.9 封端混凝土	1056
19.3.10 混凝土生产检验	1057
19.4 液压千斤顶校准	1059
19.4.1 一般规定	1059
19.4.2 校准器具、设备和校准条件	1060

19.4.3	校准方法	1060
19.4.4	结果处理	1060
19.4.5	校准结果合格性判定	1061
19.5	预应力混凝土梁静载试验	1061
19.5.1	试验目的	1061
19.5.2	试验仪器设备	1061
19.5.3	试验梁的安装要求	1062
19.5.4	静载试验前的准备工作	1063
19.5.5	主要操作要点	1063
19.5.6	试验成果分析及评定	1064
19.5.7	试验报告编写	1066

■ 第十六章 桥涵检测

引 言

铁路桥涵是铁路运输系统的重要组成部分,在高铁线路中桥涵所占比例非常高,桥涵质量的好坏将直接影响着整条线路的质量和运营安全。铁路桥涵工程试验检测工作,不仅是评价工程质量和鉴定工程事故的手段,也是施工质量管理的重要组成部分。

铁路建设,桥涵占去了大量的建设资金;铁路运营后,桥涵质量的维修必将影响到铁路的正常运行,严重质量的处理必将中断其运营,后果十分严重。而桥涵工程的质量问题,一般出现在施工或使用过程中,其主要质量缺陷大多出现在施工过程中。

新建桥涵施工过程中,借助科学的试验检测手段,可有效地揭示桥涵工程的地基与基础、组成材料、混凝土构件的质量状况,深入了解桥涵结构材料的工作状态及潜在的不利影响,可为施工质量控制提供重要依据。

对桥涵结构的检测,首先可以检验结构的施工质量、实际工艺控制水平、生产工艺的可行性、产品的安全性与可靠性;其次能为工程验收提供依据,为产品的安全性、可靠性和合理性提供证明;再次是能为设计提供依据,验证结构设计的安全性、可靠性,验证桥梁结构的设计理论与计算方法的可行性,确定设计参数的合理性;同时可以充实与完善桥梁结构的计算理论与施工技术、积累科学技术资料、编制规范、开拓新的桥涵结构和施工工艺提供依据。

铁路桥涵检测贯穿于桥涵施工、验收和使用全过程,是一项十分复杂且重要的工作,具有涉及面广、难度较高和技术性强等特点,不但要求试验检测人员掌握系统的检测技术理论基础,更需具备丰富的实践经验,适时吸收国内外先进检测技术,才能做好这项工作。

16.1 水下混凝土

16.1.1 概 述

16.1.1.1 水下混凝土

在静水或流速较小的水流条件下浇筑的混凝土。

16.1.1.2 水下混凝土的浇筑方法

水下混凝土的浇筑方法有：混凝土泵浇筑法、导管法、柔性管法、活底吊箱法、袋石法、倾注法和预填骨料压浆法。常用方法：混凝土泵浇筑法和导管法。特点：设备和施工比较简单，质量容易保证。

16.1.1.3 水下灌注混凝土原理

以导管法为例，混凝土拌和物是在一定的落差压力作用下，通过密封连接的导管进入到初期灌注的混凝土下面，顶托着初期灌注的混凝土及其上面的泥浆逐步上升，形成连续密实的混凝土桩身。导管法施工技术要求非常严格，为使水下混凝土灌注桩施工质量得以保证，必须要从施工设备、混凝土配制、灌注等几方面加以控制，以提高水下施工质量。

16.1.1.4 一般钻孔灌注桩的施工工艺流程

测定桩位→埋设护筒→桩机就位→钻孔（设泥浆池制备泥浆、泥浆循环清渣）→清孔→安放钢筋骨架→灌注水下混凝土。

16.1.1.5 钻孔灌注桩水下混凝土施工易出现的问题

（1）导管接口严重漏水，造成断桩。发生这种故障的后果非常严重，进水，使混凝土形成松散层次或囊体，出现浮浆夹层造成断桩，严重影响混凝土质量，导致废桩重做。

（2）导管轻微漏水、导管埋入混凝土太深，混凝土含砂率偏小、和易性欠佳等因素，可能造成导管的堵塞，导致浇注中断，若重新灌注浇注时，则混凝土内存在浮浆夹层，造成断桩。

（3）护筒外壁冒水，引起地基下沉，护筒倾斜和位移，使桩孔偏斜，无法施工。

(4) 孔壁坍塌。施工中发生孔壁坍塌, 往往都有前兆。有时是排出的泥浆中不断出现气泡, 有时护筒内的水位突然下降, 这都是塌孔的迹象。

16.1.2 基本要求

水下浇筑混凝土的基本要求:

必须具有水下不分离性、自密实性、低泌水性和缓凝。保证混凝土有良好的流动性, 以便利用自身重量沉实, 同时保证具有抵抗泌水和离析的稳定性。

16.1.3 配合比设计

16.1.3.1 基本依据

配合比设计应根据工程使用年限、环境条件和施工工艺进行设计, 为保证施工质量, 水下混凝土的配合比选用要比设计强度提高 15%, 坍塌度宜满足 180 ~ 220 mm。

16.1.3.2 基本要求

(1) 水泥: 宜选用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥, 不宜使用早强水泥。C30 以下混凝土, 可采用矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥。

(2) 粗骨料: 宜采用连续级配的碎石、卵石 (限 C40 以下混凝土), 最大粒径不应大于钢筋净距离和导管内径的 $1/4$, 且不应大于 60 mm。

(3) 宜掺用泵送剂或减水剂; 能明显提高混凝土的工作性和耐久性。

(4) 宜掺用一定比例的粉煤灰、矿粉或其他活性矿物外加剂, 改善混凝土的和易性。

(5) 胶凝材料用量不宜少于 350 kg/m^3 。

(6) 各种原材料的其他性能指标宜满足《铁路混凝土工程施工质量验收标准》(TB 10424—2010) 中 6.2 中相关规定。

(7) 各种原材料带入混凝土中的碱含量和氯离子含量应符合《铁路混凝土结构耐久性设计规范》(TB 10005—2010) 第 5.2 节中相关规定。

16.1.3.3 混凝土耐久性

混凝土耐久性指标要符合《铁路混凝土结构耐久性设计规范》(TB 10005—2010) 第 5.3 节中相关规定。

16.1.4 施工控制

(1) 灌注水下混凝土前, 应检测孔底泥浆沉淀厚度, 如沉淀厚度大于规范规定, 应再次清孔。

(2) 混凝土拌和物运至灌注地点时, 应检查其均匀性和坍落度, 如不符合规范规定的要求, 应进行二次拌和, 二次拌和仍达不到要求, 不得使用。

(3) 混凝土自搅拌机出料至开始浇筑时间不宜超过 30 min, 施工中间每间断 30 min 后, 要上下串动一下导管, 防止混凝土失去流动性, 造成导管提升困难, 增加质量事故发生的可能性。在施工过程中, 中途中断浇筑时间不宜超过 30 min, 整个桩的浇筑时间不宜过长, 尽量在 8 h 内完毕。

(4) 注意浇筑所需混凝土数量, 一般较成孔桩径计算的大, 约为设计桩径体积的 1.2 倍左右。为避免扩孔导致混凝土超灌, 要掌握好各土层的钻孔速度, 在正常钻孔作业时, 中途不要随便停钻。

(5) 灌注水下混凝土的搅拌机能力, 应能满足桩孔在规定时间内灌注完毕。灌注时间不得长于首批混凝土初凝时间。若估计灌注时间长于首批混凝土初凝时间, 则应掺入缓凝剂。

(6) 孔身及孔底沉渣检查得到监理工程师认可、钢筋笼安放后, 应立即开始灌注混凝土, 并应连续进行, 不得中断。当气温低于 0°C 时, 灌注混凝土应采取保温措施。强度未达到设计等级 50% 的桩顶混凝土不得受冻。

(7) 混凝土一般用钢导管灌注。导管管径视桩径大小而定, 由内径 200~350 mm 的管子组成, 用装有垫圈的法兰盘连接管节。导管应进行水密、承压和接头抗拉试验。在灌注混凝土开始时, 导管底部至孔底应有 250~400 mm 的高度。首批灌注混凝土的数量应能满足导管初次埋置深度不得小于 1 m 并不宜大于 3 m 的要求。在整个灌注时间内, 出料口应伸入先前灌注的混凝土内至少 2 m, 以防止泥浆及水冲入管内, 且不得大于 6 m。应经常量测孔内混凝土面层的高程, 及时调整导管出料口与混凝土表面的相应位置。如为泵送混凝土, 泵管应设底阀或其他装置, 以防水和管中混凝土混合。泵管应在桩内混凝土升高时, 慢慢提起。管底在任何时候, 应在混凝土顶面以下 2 m。输送到桩中的混凝土, 应一次连续操作。

(8) 灌注的桩顶标高应比设计高出一定高度, 一般为 0.5~1.0 m, 以保证混凝土强度, 多余部分在接桩前必须凿除, 桩头应无松散层。

16.1.5 其他施工要点

(1) 灌注混凝土时, 溢出的泥浆应引流至适当地点处理, 以防止污染环境或堵塞河道和交通。

(2) 处于地面或桩顶以下的井口整体或刚性护筒, 应在灌注混凝土后立即拔出; 处于地面以上能拆除的护筒部分, 须待混凝土抗压强度达到 5 MPa 后拆除。

(3) 混凝土应连续灌注, 直至灌注的混凝土顶面高出图纸规定或监理工程师确定的高度才可停止浇筑, 以保证截断面以下的全部混凝土均达到要求。

(4) 混凝土灌注过程中, 如发生故障应及时查明原因, 并提出补救措施, 报请监理工程师经研究后, 进行处理。

16.1.6 质量检测

(1) 高速铁路钻孔桩和挖孔桩质量检测应符合《高速铁路桥涵工程施工质量验收标准》(TB10752—2010) 第 5.3.1 条~5.3.19 条的规定(备注: 施工单位每根桩应在混凝土的浇筑地点随机抽样制作混凝土试件不得少于 2 组)。

(2) 设计行车速度为 160 km/h 及以下的旅客列车、客货列车共线运行的新建、改建标准轨距铁路, 钻孔桩和挖孔桩质量检测应符合《铁路桥涵工程施工质量验收标准》(TB10415—2003) 第 6.1.2 条、第 6.5.1 条~6.5.19 条的规定。

16.2 大体积混凝土

16.2.1 概 述

16.2.1.1 大体积混凝土定义

体积较大、可能由胶凝材料水化热引起的温度应力导致有害裂缝的结构混凝土。

16.2.1.2 特 点

结构厚实, 混凝土量大, 工程条件复杂(一般都是地下现浇钢筋混凝土结构), 施工技术要求高, 水泥水化热较大(预计超过 25°C), 易使结构物产生温度变形。

大体积混凝土除了最小断面和内外温度有一定的规定外, 对平面尺寸也有一定限制。因为平面尺寸过大, 约束作用所产生的温度力也愈大, 如采取控制温度措施不当, 温度应力超过混凝土所能承受的拉力极限值时, 则易产生裂缝。

16.2.1.3 大体积混凝土内出现的裂缝分类及危害

裂缝分类: 按深度的不同, 分为贯穿裂缝、深层裂缝及表面裂缝三种。

裂缝危害:

(1) 贯穿裂缝是由混凝土表面裂缝发展为深层裂缝, 最终形成贯穿裂缝。它切断了结构的断面, 可能破坏结构的整体性和稳定性, 其危害性是较严重的。

(2) 而深层裂缝部分地切断了结构断面, 也有一定危害性。

(3) 表面裂缝一般危害性较小。但出现裂缝并不是绝对地影响结构安全,它都有一个最大允许值。处于露天或室内高湿度环境的构件最大裂缝宽度 $\leq 0.2\text{ mm}$ 。

16.2.1.4 产生裂缝的主要原因

(1) 水泥水化热:水泥在水化过程中要释放出一定的热量,而大体积混凝土结构断面较厚,表面系数相对较小,所以水泥发生的热量聚集在结构内部不易散失。这样混凝土内部的水化热无法及时散发出去,以至于越积越高,使内外温差增大。单位时间混凝土释放的水泥水化热,与混凝土单位体积中水泥用量和水泥品种有关,并随混凝土的龄期而增长。由于混凝土结构表面可以自然散热,实际上内部的最高温度,多数发生在浇筑后的最初3~5天。

(2) 外界气温变化:大体积混凝土在施工阶段,它的浇筑温度随着外界气温变化而变化。特别是气温骤降,会大大增加内外层混凝土温差,这对大体积混凝土是极为不利的。温度应力是由于温差引起温度变形造成的;温差愈大,温度应力也愈大。同时,在高温条件下,大体积混凝土不易散热,混凝土内部的最高温度一般可达 $60\sim 65\text{ }^{\circ}\text{C}$,并且有较长的延续时间。因此,应采取温度控制措施,防止混凝土内外温差引起的温度应力。

(3) 混凝土的收缩:混凝土中约20%的水分是水泥硬化所必需的,而约80%的水分要蒸发。多余水分的蒸发会引起混凝土体积的收缩。混凝土收缩的主要原因是内部水蒸发引起混凝土收缩。如果混凝土收缩后,再处于水饱和状态,还可以恢复膨胀并几乎达到原有的体积。干湿交替会引起混凝土体积的交替变化,这对混凝土是很不利的。影响混凝土收缩,主要是水泥品种、混凝土配合比、外加剂和掺合料的品种以及施工工艺(特别是养护条件)等。

16.2.2 基本要求

(1) 水泥应尽量选用水化热低、凝结时间长的水泥,优先采用中、低热硅酸盐水泥,低热矿渣硅酸盐水泥。粗骨料宜采用连续级配,细骨料宜采用中粗砂;外加剂宜采用缓凝剂、减水剂;掺合料宜采用粉煤灰、矿渣粉等。

(2) 大体积混凝土在保证混凝土强度及坍落度要求的前提下,应提高掺合料及骨料的含量,以降低单方混凝土的水泥用量。

16.2.3 配合比设计

16.2.3.1 原材料基本要求

配制大体积混凝土用材料应符合下列规定:水泥应优先选用质量稳定有利于改善混凝土抗裂性能的水泥。细骨料宜使用级配良好的中粗砂。采用非泵送施工时粗骨料的粒径可适当增大。应选用缓凝型的高效减水剂。

16.2.3.2 大体积混凝土配合比设计基本要求

(1) 大体积混凝土配合比的设计除应符合设计强度等级、耐久性、抗渗性、体积稳定性等要求外,尚应符合大体积混凝土施工工艺特性的要求以及合理使用材料、降低混凝土绝热温升值的原则。

(2) 混凝土拌和物在浇筑工作面的坍落度不宜大于 160 mm。

(3) 拌和水用量不宜大于 170 kg/m^3 , 水胶比不宜大于 0.55。

(4) 粉煤灰掺量应适当增加,但不宜超过水泥用量的 40%;矿渣粉的掺量不宜超过水泥用量的 50%,两种掺和料的总量不宜大于混凝土中水泥重量的 50%。

(5) 当设计有要求时,可在混凝土中填放片石(包括经破碎的大漂石)。

填放片石应符合下列规定:

(1) 可埋放厚度不小于 15 cm 的石块,埋放石块的数量不宜超过混凝土结构体积的 20%。

(2) 应选用无裂纹、无水锈、无铁锈、无夹层且未被烧过的、抗冻性能符合设计要求的石块,并应清洗干净。

(3) 石块的抗压强度不低于混凝土的强度等级的 1.5 倍。

(4) 石块应分布均匀,净距不小于 150 mm,距结构侧面和顶面的净距不小于 250 mm,石块不得接触钢筋和预埋件。

(5) 受拉区混凝土或当气温低于 0°C 时,不得埋放石块。

16.2.4 施工控制

1. 大体积混凝土养护时的温度控制方法

(1) 降温法,即在混凝土浇筑成型后,通过循环冷却水降温,从结构物的内部进行温度控制。

(2) 保温法,即混凝土浇筑成型后,通过保温材料、碘钨灯或定时喷浇热水、蓄存热水等办法,提高混凝土表面及四周散热面的温度,从结构物的外部进行温度控制。保温法基本原理是利用混凝土的初始温度加上水泥水化热的温升,在缓慢的散热过程中(通过人为控制),使混凝土获得必要的强度。

2. 保温养护作用

减少混凝土表面的热扩散,减小混凝土表面的温度梯度,防止产生表面裂缝。延长散热时间,充分发挥混凝土的潜力和材料的松弛特性,使混凝土的平均总温差所产生的拉应力小于混凝土抗拉强度,防止产生贯穿裂缝。

3. 保湿养护的作用

刚浇筑不久的混凝土,尚处于凝固硬化阶段,水化的速度较快,适宜的潮湿条件可防止

混凝土表面脱水而产生干缩裂缝。混凝土在潮湿条件下,可使水泥的水化作用顺利进行,提高混凝土的极限拉伸强度。

4. 大体积混凝土的浇筑应符合下列规定

(1) 混凝土的人模温度不宜高于 30°C 。冬期施工时,混凝土的出机温度不宜低于 10°C ,入模温度不应低于 5°C 。

(2) 大体积混凝土工程的施工宜采用分层连续浇筑施工或推移式连续浇筑施工。应依据设计尺寸进行均匀分段、分层浇筑。当横截面面积在 200 m 以内时,分段不宜大于 2 段;当横截面面积在 300 m 以内时,分段不宜大于 3 段,且每段面积不得小于 50 m 。每段混凝土厚度应为 $1.5\sim 2.0\text{ m}$ 。段与段间的竖向施工缝应平行于结构较小截面尺寸方向。当采用分段浇筑时,竖向施工缝应设置模板。上、下两邻层中的竖向施工缝应互相错开。

(3) 当采用泵送混凝土时,混凝土浇筑层厚度不宜大于 500 mm ;当采用非泵送混凝土时,混凝土浇筑层厚度不宜大于 300 mm 。

(4) 大体积混凝土施工采取分层间歇浇筑混凝土时,水平施工缝设置除应符合设计要求外,尚应根据混凝土浇筑过程中温度裂缝控制的要求、混凝土的供应能力、钢筋工程的施工、预埋管件安装等因素确定。

(5) 大体积混凝土在浇筑过程中,应采取措施防止受力钢筋、定位筋、预埋件等移位和变形。

(6) 大体积混凝土浇筑面应及时进行二次抹压处理。

5. 大体积混凝土在每次混凝土浇筑完毕后,除按普通混凝土进行常规养护外,还应及时按温控技术措施的要求进行保温养护,并应符合下列规定

(1) 养护时间应符合《铁路混凝土工程施工质量验收标准》中表 6.4.9 的规定。保温覆盖层的拆除应分层逐步进行,当混凝土的表层温度与环境最大温差小于 20°C 时,可全部拆除。

(2) 保湿养护过程中,应经常检查塑料薄膜或养护剂涂层的完整情况,保持混凝土表面湿润。

(3) 在大体积混凝土保温养护中,应对混凝土浇筑体的芯部与表层温差和降温速率进行检测,养护期间,混凝土芯部温度不宜高于 60°C ,最高不大于 65°C 。当实测结果不满足温控指标的要求时,应及时调整保温养护措施。

(4) 大体积混凝土拆模后应采取预防寒流袭击、突然降温和剧烈干燥等养护措施。

6. 大体积混凝土宜适当延迟拆模时间,当模板作为保温养护措施的一部分时,其拆模时间应根据温控要求确定

7. 大体积混凝土施工遇炎热、冬期、大风或者雨雪天气等特殊气候条件时,应采取有效措施,保证混凝土浇筑和养护质量,并应符合下列规定

(1) 在炎热季节浇筑大体积混凝土时,宜将混凝土原材料进行遮盖,避免日光曝晒,并

用冷却水搅拌混凝土,或采用冷却骨料、搅拌时加冰屑等方法降低入仓温度,必要时也可采取在混凝土内埋设冷却管通水冷却。混凝土浇筑后应及时保湿保温养护,避免模板和混凝土受阳光直射。条件许可时应避开高温时段浇筑混凝土。

(2) 冬期浇筑混凝土,宜采用热水拌和、加热骨料等措施提高混凝土原材料温度,混凝土入模温度不应低于 5°C 。混凝土浇筑后应及时进行保温保湿养护。

(3) 大风天气浇筑混凝土,在作业面应采取挡风措施,降低混凝土表面风速,并增加混凝土表面的抹压次数,及时覆盖塑料薄膜和保温材料,保持混凝土表面湿润,防止风干。

(4) 雨雪天不宜露天浇筑混凝土,当需施工时,应采取有效措施,确保混凝土质量。浇筑过程中突遇大雨或大雪天气时,应及时在结构合理部位留置施工缝,尽快中止混凝土浇筑;对已浇筑还未硬化的混凝土立即进行覆盖,严禁雨水直接冲刷新浇筑的混凝土。

8. 大体积混凝土施工现场温控监测应符合下列规定

(1) 大体积混凝土浇筑体内监测点的布置,应以能真实反映出混凝土浇筑体内最高温升、芯部与表层温差、降温速率及环境温度为原则。

(2) 监测点的布置范围以所选混凝土浇筑体平面图对称轴线的半条轴线为测试区,在测试区内监测点的布置应考虑其代表性按平面分层布置;在基础平面对称轴线上,监测点不宜少于 4 处,布置应充分考虑结构的几何尺寸。

(3) 沿混凝土浇筑体厚度方向,应布置外表、底面和中心温度测点,其余测点布设间距不宜大于 600 mm。

(4) 大体积混凝土浇筑体芯部与表层温差、降温速率、环境温度及应变的测量,在混凝土浇筑后,每昼夜应不少于 4 次;入模温度的测量,每台班不少于 2 次。

(5) 混凝土浇筑体的表层温度,宜以混凝土表面以内 50 mm 处的温度为准。

(6) 测量混凝土温度时,测温计不应受外界气温的影响,并应在测温孔内至少留置 3mm。根据工地条件,可采用热电偶、热敏电阻等预埋式温度计检测混凝土的温度。

(7) 测温过程中宜及时描绘出各点的温度变化曲线和断面的温度分布曲线。

9. 混凝土测温点的布置、测温时间频率、测温工具的选用

为了掌握大体积混凝土的温升和降温的变化规律,以及各种材料在各种条件下的温度影响,需要对混凝土进行温度监测控制。

(1) 测温点的布置:必须具有代表性和可比性。沿浇筑的高度,应布置在底部、中部和表面,垂直测点间距一般为 500 ~ 800 mm;平面则应布置在边缘与中间,平面测点间距一般为 2.5 ~ 5 m。当使用热电偶温度计时,其插入深度可按实际需要和具体情况而定,一般应不小于热电偶外径的 6 ~ 10 倍,测温点的布置,距边角和表面应大于 50 mm。采用预留测温孔洞方法测温时,一个测温孔只能反映一个点的数据。不应采取通过沿孔洞高度变动温度计的方法来测竖孔中不同高度位置的温度。

(2) 测温制度:在混凝土温度上升阶段每 2 ~ 4 h 测一次,温度下降阶段每 8 h 测一次,同时应测大气温度。所有测温孔均应编号,进行混凝土内部不同深度和表面温度的测量。测

温工作应由经过培训、责任心强的专人进行。

(3) 测温工具的选用: 为了及时控制混凝土内外温差, 以及校验计算值与实测值的差别, 随时掌握混凝土温度动态, 宜采用热电偶或半导体液晶显示温度计。采用热偶测温时, 还应配合普通温度计, 以便进行校验。在测温过程中, 当发现温度差超过 25°C 时, 应及时加强保温或延缓拆除保温材料, 以防止混凝土产生温差应力和裂缝。

16.2.5 其他施工要点

(1) 有关措施: 大体积混凝土施工时, 一是要尽量减少水泥水化热, 推迟放热高峰出现的时间, 以降低水泥用量; 掺粉煤灰可替代部分水泥, 既可降低水泥用量, 且由于粉煤灰的水化反应较慢, 可推迟放热高峰的出现时间; 掺外加剂也可达到减少水泥、水的用量, 推迟放热高峰的出现时间; 夏季施工时采用冰水拌和、砂石料场遮阳、混凝土输送管道全程覆盖洒冷水等措施可降低混凝土的出机和入模温度。以上这些措施可减少混凝土硬化过程中的温度应力值。二是进行保温保湿养护, 使混凝土硬化过程中产生的温差应力小于混凝土本身的抗拉强度, 从而可避免混凝土产生贯穿性的有害裂缝。三是采用分层分段法浇筑混凝土, 分层振捣密实以使混凝土的水化热能尽快散失。还可采用二次振捣的方法, 增加混凝土的密实度, 提高抗裂能力, 使上下两层混凝土在初凝前结合良好。四是做好测温工作, 随时控制混凝土内的温度变化, 及时调整保温及养护措施, 使混凝土芯部温度与表面温度的差值、混凝土表面与大气温度差值均不超过 20°C 。

(2) 基础底板测温孔测完温度后如何处理: 基础底板测温孔测完温度后, 每一孔都是一个薄弱部位, 处理不好就很容易从孔处渗漏, 因此每一个孔都必须采用堵漏灵或防水宝之类防水材料仔细填实。拆除保温层条件和测温结束时间: 以混凝土温度下降, 混凝土中芯部温度与表面温度差小于 20°C , 且表面温度与大气温度差小于 20°C 为控制依据, 逐层拆除。

(3) 测温的延续时间与结构的厚度及重要程度有关, 对厚度较大 (2 m 以上) 和重要工程, 测温延续时间不宜小于 15 d , 最好积累 28 d 的温度记录, 以便与试块强度一起, 作为温度应力分析时参考; 对厚度较小和一般工程, 测温延续时间可为 $9\sim 12\text{ d}$, 测温时间过短, 达不到温度控制和监测的目的。

(4) 关于测温记录整理与分析: 混凝土测温记录必须及时整理, 根据测温结果, 绘制混凝土时间-温度变化曲线, 提出分析意见或结论, 供今后类似工程参考。

16.2.6 质量检测

1. 高速铁路

(1) 明挖基础混凝土应符合《高速铁路桥涵工程施工质量验收标准》(TB10752—2010) 第 4.4.5 条~4.4.7 条的规定。

(2) 承台混凝土应符合《高速铁路桥涵工程施工质量验收标准》(TB10752—2010) 第