



T/CECS G XXXX: 2026

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路桥梁超高性能混凝土湿接缝技术规程

Technical Specifications for Ultra-High Performance Concrete Wet
Joints in Highway Bridges

(征求意见稿)

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

中国工程建设标准化协会标准

公路桥梁超高性能混凝土湿接缝技术规程

Technical Specifications for Ultra-High Performance Concrete Wet Joints in
Highway Bridges

T/CECS G: xxxxxx

主编单位：湖南大学

中国市政工程中南设计研究总院有限公司

发布机构：中国工程建设标准化协会

实施日期：202X年XX月XX日

人民交通出版社股份有限公司

北京

前言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2020 年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2020]14 号）的要求，由湖南大学、中国市政工程中南设计研究总院有限公司承担《公路桥梁超高性能混凝土湿接缝技术规程》（以下简称“本规程”）的制定工作。

规程编制组经深入调查研究，大量科学实验，并总结实桥应用经验，参考国内外相关先进标准，并在广泛征求意见的基础上，完成了本规程的编写工作。

本规程共分为 7 章，主要内容包括：1 总则、2 术语和符号、3 材料、4 设计基本规定、5 超高性能混凝土湿接缝设计、6 施工、7 质量检验与评定。

请注意本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本规程提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本规程相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。本规程由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由湖南大学负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本标准日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或湖南大学（地址：湖南省长沙市岳麓区湖南大学土木工程学院，邮编：410082，邮箱：caojunhui@hnu.edu.cn），以便修订时研用。

主编单位：湖南大学

中国市政工程中南设计研究总院有限公司

参编单位：

主 编：邵旭东

主要参编人员：

主 审：樊健生

参与审查人员：

目次

前言	I
1. 总则	1
2. 术语	2
3. 材料	3
3.1 湿接缝用超高性能混凝土	3
3.2 钢材	5
4. 设计基本规定	6
4.1 一般规定	6
4.2 作用及作用效应分析	6
5. 超高性能混凝土湿接缝设计	7
5.1 一般规定	7
5.2 桥面板纵向湿接缝	8
5.3 桥面板横向湿接缝	9
5.4 梁体湿接缝	13
5.5 柱体湿接缝	15
5.6 构造规定	17
6. 施工	21
6.1 一般规定	21
6.2 施工前准备	21
6.3 搅拌与运输	23
6.4 浇筑与养护	25
7. 质量检验与评定	29
7.1 一般规定	29
7.2 材料	29
7.3 湿接缝结构	29
本规程用语用词说明	31

1. 总则

- 1.0.1** 为规范和指导公路桥梁超高性能混凝土湿接缝在板体、梁体或柱体等预制节段连接中的安全应用，制定本规程。
- 1.0.2** 本规程适用于公路桥梁超高性能混凝土湿接缝的设计、施工、质量检验与评定。
- 1.0.3** 公路桥梁超高性能混凝土湿接缝的设计、施工应遵循安全可靠、技术先进、经久耐用、经济合理的原则。
- 1.0.4** 公路桥梁超高性能混凝土湿接缝的设计、施工、质量检验与评定除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2. 术语

2.0.1 超高性能混凝土 ultra high performance concrete (UHPC)

由水泥、矿物掺合料、细集料、钢纤维和外加剂等材料或由上述材料制成的干混料加水拌和，经凝结硬化后形成的一种具有超高强度、超高韧性和超高耐久性的水泥基复合材料。

2.0.2 湿接缝 wet joint

板体、梁体或柱体等预制节段间，采用现浇混凝土形成的接缝。

2.0.3 钢-混组合板 steel-concrete composite deck

由钢板与混凝土板通过抗剪连接件组合而成的受弯构件。

2.0.4 钢-混组合梁 steel-concrete composite beam

由钢梁与混凝土梁/板通过抗剪连接件组合而成的受弯构件。

2.0.5 钢-混组合柱 steel-concrete composite column

由钢柱和混凝土柱组成的竖向承压构件。

3. 材料

3.1 湿接缝用超高性能混凝土

3.1.1 超高性能混凝土原材料的要求应符合现行《活性粉末混凝土》（GB/T 31387）和《公路钢-超高性能混凝土组合桥梁技术规程》（T/CECS G: D60-21）的有关规定。

3.1.2 超高性能混凝土拌合物扩展度应符合表 3.1.2 的规定，试验方法应符合现行《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》（GB/T 50080）的规定。

表 3.1.2 超高性能混凝土拌合物扩展度指标及适用范围

等级	扩展度 SF (mm)	适用范围
USF1	SF<550	可根据项目实际需要和工艺进一步细化、选择适合的流动性指标。例如，浇筑面有一定坡度（大于 2%）且无模板覆盖的结构，拌合物需要具备一定的稠度，需要结合浇筑、密实施工方法，测试确定适合的工作性。
USF2	550≤SF<650	拌合物借助机械、刮耙或低频振动等辅助布料可自密实，通常借助表面平板振动器、低频振动等方法确保边角或钢筋密集处密实，适合浇筑面为水平面或坡度很小或顶面用模板覆盖的结构。
USF3	650≤SF<750	
USF4	750≤SF<850	拌合物可自流平、自密实，不进行振动或使用机械助流设备进行浇筑，适合浇筑面（自由面）为水平面或顶面用模板覆盖的结构。

条文说明

与普通混凝土拌合物相比，超高性能混凝土泌水和浆骨离析的趋势较小，钢纤维的离析和沉降趋势较大。为保证超高性能混凝土内纤维的随机分布，一般避免使用高频振动棒进行内部振捣，需要振捣时一般是采用外部振捣。选用超高性能混凝土拌合物工作性等级与浇筑密实方法，重点要考虑对拌合物中纤维分布的影响，特别对关键部位、关键受拉方向纤维分布和取向的影响。

3.1.3 当采用自然养护方式时，湿接缝用超高性能混凝土应具备早期强度高和低收缩的特性，其技术性能指标应符合表 3.1.3 的规定。当采取添加膨胀剂的方式减少收缩时，膨胀剂应符合现行《混凝土膨胀剂》（GB/T 23439）的规定，宜采用氧化钙

类膨胀剂，且满足 II 级的要求。

表 3.1.3 湿接缝用超高性能混凝土技术性能指标

材料性能	测试依据	指标	
		龄期	指标
抗压强度 (MPa)	《活性粉末混凝土》GB/T 31387	2 d	≥40
		7 d	≥80
		28 d	≥120
弹性模量 (GPa)	《活性粉末混凝土》GB/T 31387	2 d	≥16
		7 d	≥28
		28 d	≥40
弯拉强度 (MPa)	《活性粉末混凝土》GB/T 31387	2 d	≥8
		7 d	≥16
		28 d	≥25
抗拉强度 (MPa)	《公路钢-超高性能混凝土组合桥梁技术规程》T/CECS G: D60-21	28 d	≥8
28 天收缩率 (με)	《公路钢-超高性能混凝土组合桥梁技术规程》T/CECS G: D60-21	0~150	
坍落扩展度 (mm)	《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080	≥600	

条文说明

超高性能混凝土构件在工厂预制，运至现场吊装就位后通过湿接缝连接成整体。当采用自然养护方式时，要求湿接缝用超高性能混凝土具有低收缩的特性，避免湿接缝自身或与预制件的结合界面出现收缩裂缝。

国内外有关试验表明，采用氧化钙类膨胀剂并保证早期超高性能混凝土内有足够的水分，膨胀剂可以产生膨胀作用。加有膨胀剂的干混料需进行沸煮安定性试验，不能出现翘曲或开裂等安定性不良和强度降低 30%以上现象。同时，为保证桥梁的快速化施工，要求湿接缝用超高性能混凝土具有较高的早期强度。

3.1.4 当采用热养护方式时，湿接缝用超高性能混凝土的技术性能指标应符合现行《活性粉末混凝土》(GB/T 31387)和《公路钢-超高性能混凝土组合桥梁技术规程》(T/CECS G: D60-21)的有关规定。

3.1.5 湿接缝用超高性能混凝土的抗压强度等级、轴心抗拉强度等级、弯拉强度等级应符合现行《公路钢-超高性能混凝土组合桥梁技术规程》(T/CECS G: D60-21)的有关规定。

条文说明

《公路钢-超高性能混凝土组合桥梁技术规程》(T/CECS G: D60-21)规定，超高性能混凝土的抗压强度根据 100 mm 立方体测定，等级可划分为 UC120、UC140、UC160、UC180、UC200；轴心抗拉强度根据哑铃形试件测定，等级可划分为 UT6、

UT7、UT8、UT9；弯拉强度根据 400 mm×100 mm×100 mm 棱柱体测定等级可划分为 UF19、UF22、UF25、UF28。

3.2 钢材

3.2.1 型钢的型号及尺寸应按现行《热轧 H 型钢和剖分 T 型钢》（GB/T 11263）的规定取用。

3.2.2 钢材相关设计指标应按现行《公路钢结构桥梁设计规范》（JTG D64）的规定取用。

3.2.3 焊钉连接件的材料应符合现行《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》（GB/T 10433）的规定。

3.2.4 普通钢筋的相关设计指标应按现行《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362）的规定取用。

4. 设计基本规定

4.1 一般规定

4.1.1 设计应根据建设条件、结构受力特征、耐久性、施工、工期、经济性、运营管理、养护等因素，合理确定桥梁湿接缝的构造及施工方案，并应根据湿接缝形成过程对应的各工况及结构体系进行分析计算。

条文说明

桥梁湿接缝的施工方式，很大程度上决定了桥梁结构的内力状态，在设计和计算时，需要考虑施工方法和顺序的影响。

4.1.2 超高性能混凝土湿接缝的尺寸和构造应有足够的强度和抗裂能力，且应满足耐久性设计要求。

4.1.3 超高性能混凝土湿接缝按桥向方位可分为纵向湿接缝和横向湿接缝，按结构类型可分为桥面板湿接缝、梁体湿接缝和柱体湿接缝，按连接类型可分为桥面连续湿接缝、整体结构连续湿接缝和部分结构连续湿接缝。

4.2 作用及作用效应分析

4.2.1 公路桥梁超高性能混凝土湿接缝结构设计应考虑结构上可能同时出现的作用，按承载能力极限状态、正常使用极限状态进行作用组合，作用类型及其代表值按现行《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60）的规定确定。

4.2.2 作用效应计算宜采用弹性理论，相关设计指标应按现行《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362）的规定取用。

4.2.3 超高性能混凝土湿接缝进行持久状况设计和短暂状况设计时，应符合现行《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362）的规定。

5. 超高性能混凝土湿接缝设计

5.1 一般规定

5.1.1 超高性能混凝土湿接缝的结构形式应根据桥型、跨径、梁体或柱体结构、施工方法、与受力特点等因素确定。

5.1.2 超高性能混凝土板或梁的纵、横向湿接缝构造宜进行必要的强化处理。湿接缝预埋钢筋直径不应小于 12 mm，间距不应大于 200 mm。钢筋的保护层厚度和锚固长度应分别符合本规程第 5.6.1 和 5.6.2 条的规定。

条文说明

超高性能混凝土预制构件与现浇湿接缝之间，因为钢纤维不连续，抗裂强度被削弱，需要通过增大截面、设置加强钢筋等措施强化处理现浇接缝构造。

5.1.3 对于纵向湿接缝的平面形式，可采用矩形企口接缝、燕尾榫接缝或平口接缝，构造示意如图 5.1.1 所示，其构造要点宜符合下列规定：

- 1 矩形企口和燕尾榫接缝的根部宽度 b 不宜小于 400mm。
- 2 矩形企口和燕尾榫接缝宜设置倒角，倒角半径 r 不宜小于 30mm。
- 3 矩形企口和燕尾榫接缝的槽口深度 h 不宜小于 250mm，且应满足连接钢筋锚固长度的要求。
- 4 预制构件之间平口接缝的宽度应满足连接钢筋锚固长度的要求。

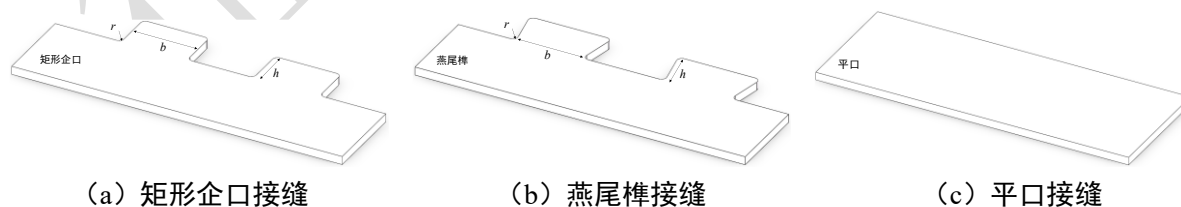


图 5.1.1 常见湿接缝方案的平面形式

条文说明

经调研统计，各类接缝形式在已建工程中的应用示例如下：（1）采用矩形企口接缝的工程包括丹江口水库特大桥、观音寺长江大桥和百里洲长江大桥等；（2）采用燕

尾榫接缝的工程包括富龙西江特大桥、南京长江第五大桥和湘潭下摄司大桥等；(3) 采用平口接缝的工程包括贵州朵花特大桥、湖北双柳长江大桥和广州鹤洞大桥等。

5.2 桥面板纵向湿接缝

5.2.1 对于普通混凝土桥面板的纵向湿接缝，可采用平齐式湿接缝，构造示意如图 5.2.1 所示，其构造要点宜符合下列规定：

- 1 接缝高度与预制混凝土桥面板高度 h_b 一致。
- 2 接缝宽度 b_f 不宜小于 300mm，且应满足连接钢筋锚固长度的要求。

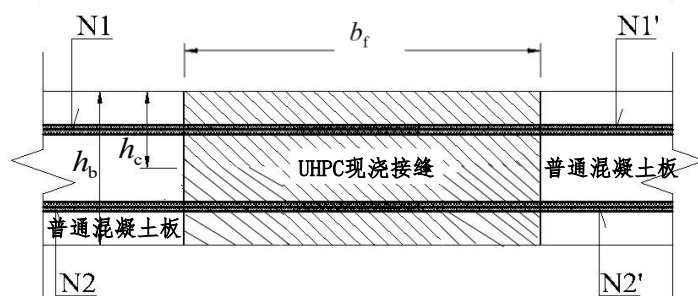


图 5.2.1 平齐式湿接缝

条文说明

当预制件采用普通混凝土，湿接缝采用超高性能混凝土时，湿接缝的强度将高于预制件，湿接缝可采用平齐式湿接缝，湿接缝高度和桥面板高度保持一致。

5.2.2 对于超高性能混凝土桥面板的纵向湿接缝，宜采用加高式 T 形湿接缝，构造示意如图 5.2.2 所示，其构造宜符合下列规定：

1 预制混凝土桥面板宜通过倒角过渡形成局部加高构造。其中，加高区高度 h_g 不宜小于 0.5 倍预制板厚 h_b ，加高过渡区宽度 b_g 与高度 h_g 之比不宜小于 2，加高区底部宽度 b_1 不宜小于 150mm。

2 槽口深度 h_c 不宜小于 50mm，且不宜大于 0.5 倍板厚 h_b ；槽口宽度 b_c 不宜小于 150mm。

3 接缝顶部宽度 b_f 不宜小于 500mm，接缝底部宽度 b_j 不宜小于 200mm，且应满足连接钢筋锚固长度的要求。

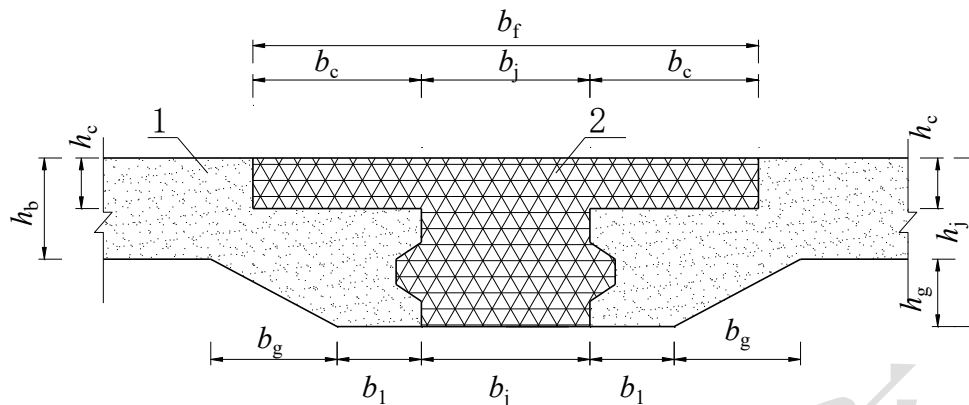


图 5.2.2 加高式 T 形湿接缝方案

1-预制超高性能混凝土桥面板；2-超高性能混凝土现浇接缝

条文说明

当预制件和湿接缝均采用超高性能混凝土时，因预制件与湿接缝间纤维不连续，结合面强度较低，须采取措施降低结合面拉应力，因此一方面将接缝断面加高，另一方面将接缝设计成呈上宽下窄的 T 形，负弯矩作用时，将上表结合面置于低应力区，同时，台阶状水平面有助于增加界面摩阻力，以约束超高性能混凝土的收缩，降低接缝收缩开裂风险。

5.3 桥面板横向湿接缝

5.3.1 对于钢-混凝土组合小箱梁墩顶负弯矩区的桥面横向湿接缝，构造示意如图 5.3.1 所示，预制桥面板采用普通混凝土，其 T 形湿接缝构造要点宜符合下列规定：

- 1 槽口深度 h_c 不宜小于 50mm，且不宜大于 0.5 倍板厚 h_b ；槽口宽度 b_c 不宜小于 150mm。
- 2 接缝顶部宽度 b_f 不宜小于 500mm，且不宜小于左右梁跨径之和的 0.15 倍，接缝底部宽度 b_j 不宜小于 200mm。
- 3 相邻钢槽梁在支座上方设置钢横隔板并采用焊接形成连续结构。

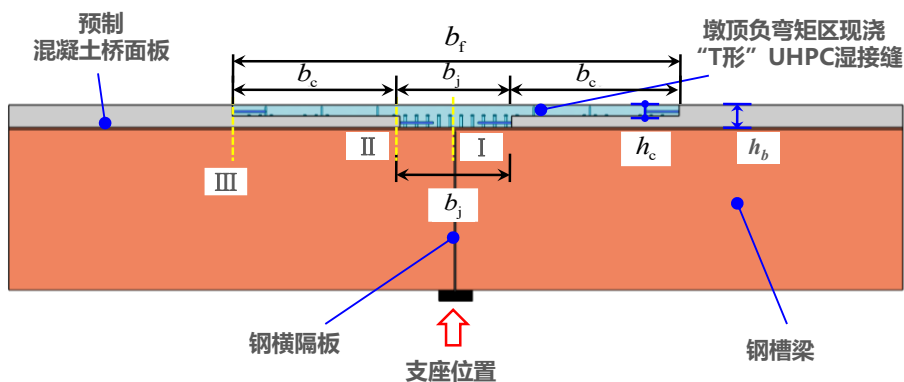


图 5.3.1 钢-混凝土组合小箱梁横向湿接缝方案

5.3.2 对于钢板-混凝土组合梁墩顶负弯矩区的桥面横向湿接缝，构造示意如图 5.3.2 所示，预制桥面板采用普通混凝土，其 T 形湿接缝构造要点应符合下列规定：

- 1 槽口深度 h_c 、槽口宽度 b_c 、接缝顶部宽度 b_f 和接缝底部宽度 b_j 应按本规程第 5.3.1 条的有关规定执行。
- 2 相邻工字钢梁在支座上方切割形成向上的槽口，并采用焊接形成连续结构。
- 3 T 形接缝的底部位置可采用微膨胀混凝土填充，接缝的顶部位置应现浇超高性能混凝土。

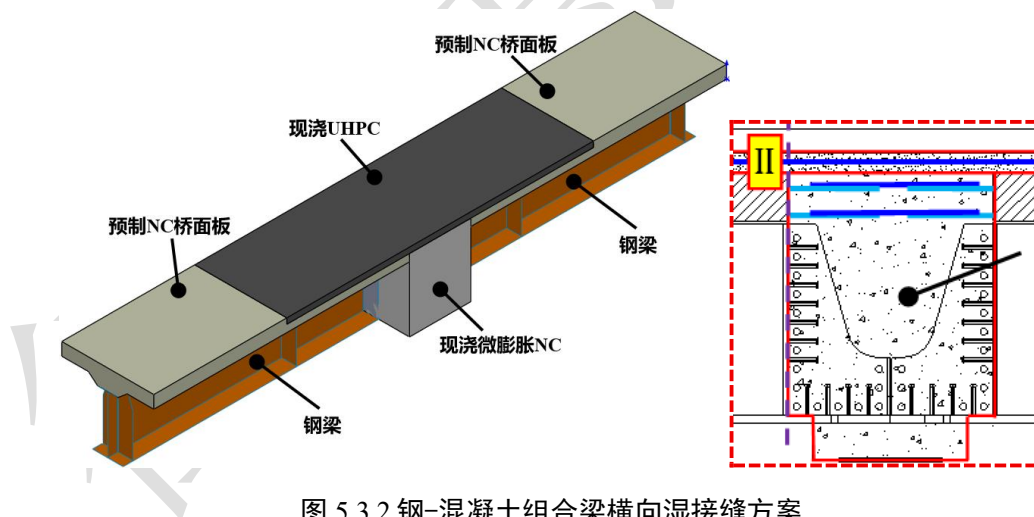


图 5.3.2 钢-混凝土组合梁横向湿接缝方案

5.3.3 对于钢板-超高性能混凝土组合梁墩顶负弯矩区的桥面横向湿接缝，构造示意如图 5.3.3 所示，预制桥面板采用超高性能混凝土，其 T 形湿接缝构造要点应符合下列规定：

- 1 槽口处的预制面板厚度 h_u 不宜小于 20mm，可设置加厚过渡；槽口深度 h_c 不

宜小于 35mm；槽口宽度 b_c 不宜小于 150mm。

2 接缝顶部宽度 b_f 不宜小于 500mm，接缝底部宽度 b_j 不宜小于 200mm。

3 相邻工字钢梁端部设置钢制横隔板作为端模板，在横隔板上焊接交错式的钢制加劲肋；

4 T形接缝的顶部和底部位置应一次性现浇超高性能混凝土，避免形成冷缝。

条文说明

当组合梁的桥面板采用超高性能混凝土时，其面板厚度相对普通混凝土面板要小，因此在桥面板预留的阶梯型槽口在高度方向的尺寸也发生相应改变，槽口处的预制面板厚度 h_u 应满足最小保护层厚度要求，不宜小于 20mm，且可往支座方向加厚过渡。

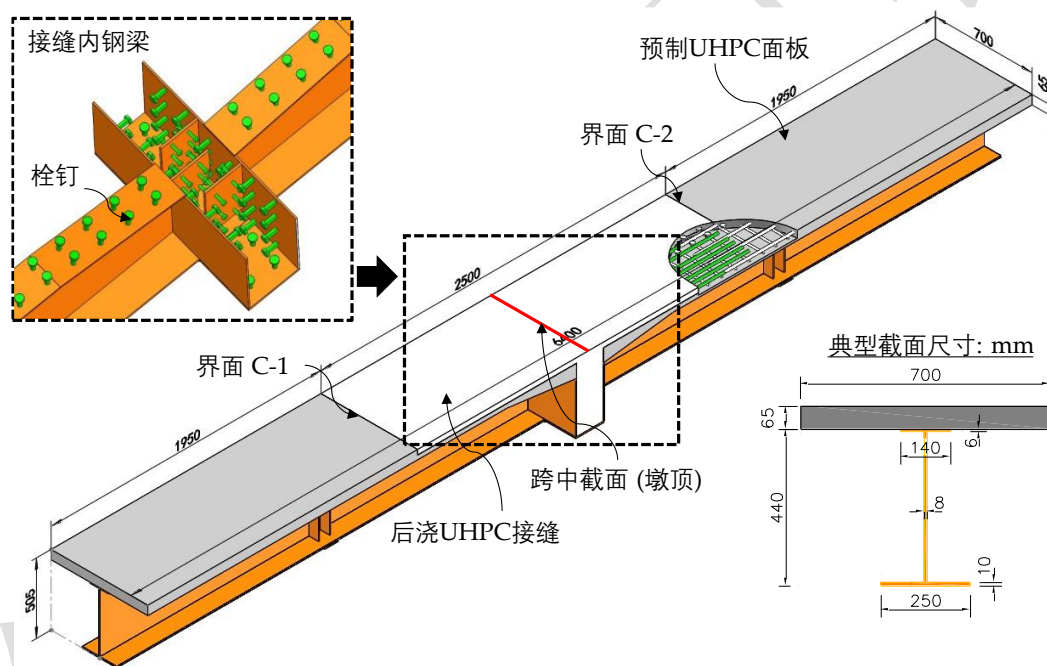


图 5.3.3 钢-超高性能混凝土组合梁横向湿接缝方案

5.3.4 对于型钢-超高性能混凝土组合板墩顶负弯矩区的桥面横向湿接缝，构造示意如图 5.3.4 所示，预制桥面板采用超高性能混凝土，其 T 形湿接缝构造要点宜符合下列规定：

1 槽口处的预制面板厚度 h_u 、槽口深度 h_c 、槽口宽度 b_c 、接缝顶部宽度 b_f 和接缝底部宽度 b_j 应按本规程第 5.3.3 条的有关规定执行。

2 靠近型钢腹板端部设置厚度 t_m 的超高性能混凝土端模板， t_m 不宜小于 50mm，

端模板与厚度 h_0 的面板一体浇筑；

3 型钢两端宜分别设置切割头，两侧的切割头应相互伸入彼此的空隙处，形成相互咬合的构造形式；

4 端模板中心处的型钢腹板沿高度宜开若干圆孔，以便横向贯通钢筋穿过所有型钢端部的腹板。

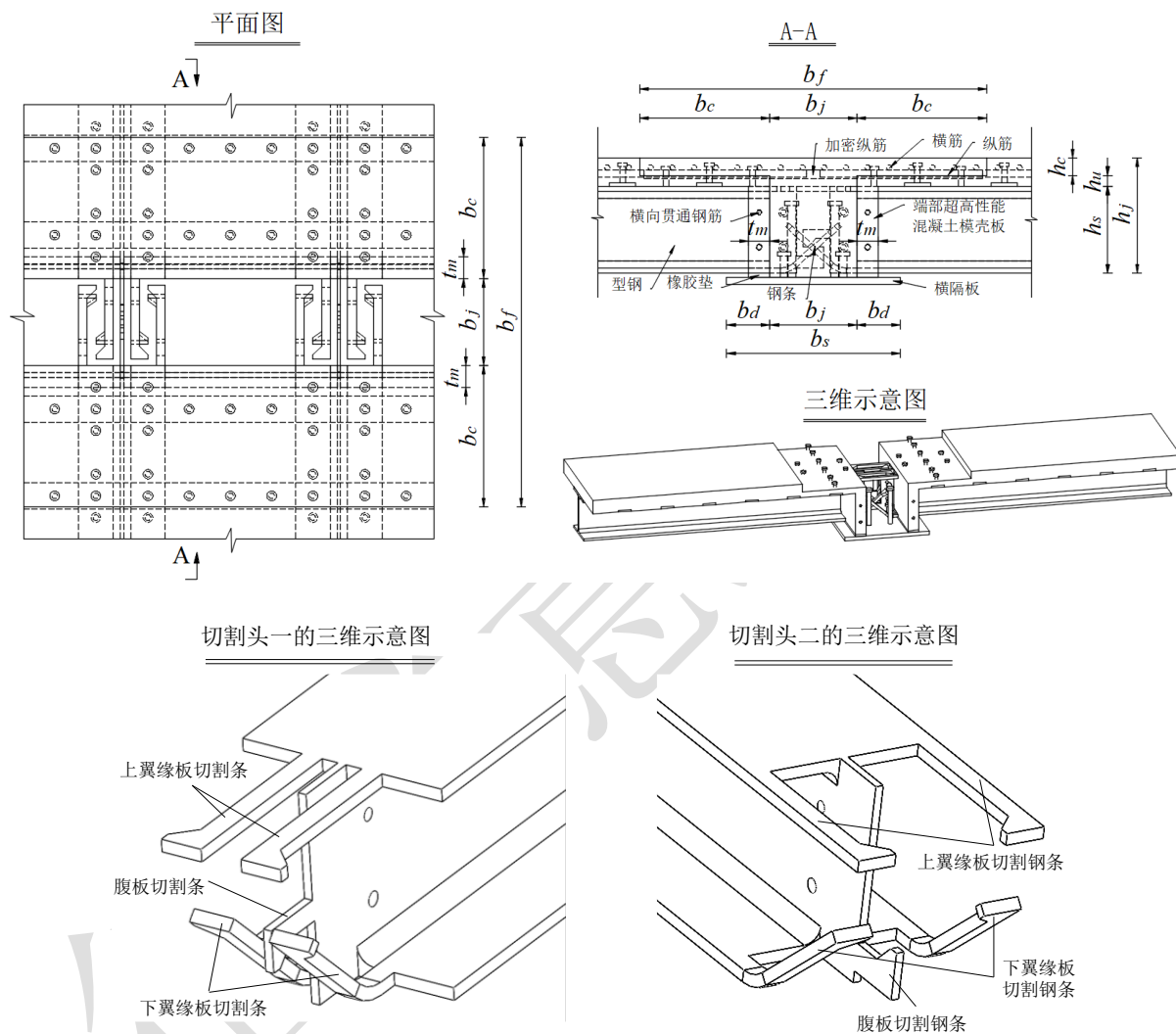


图 5.3.4 型钢-超高性能混凝土组合板横向湿接缝方案

条文说明

本条文沿用《公路钢-超高性能混凝土组合桥梁技术规程》(T/CECS G: D60-21)的有关规定。

5.3.5 对于装配式预应力混凝土小箱梁墩顶负弯矩区的桥面横向湿接缝，构造示意如图 5.3.5 所示，桥面板采用普通混凝土，宜现浇超高性能混凝土实现桥面连续，其

构造要点宜符合下列规定：

- 1 当跨径小于或等于 30m 时，桥梁上部结构宜采用先简支后桥面连续结构，宜在非伸缩装置桥墩处设置桥面连续。
- 2 接缝高度应与桥面板高度一致，接缝宽度 b_f 不宜小于 500mm。
- 3 桥面连续钢筋构造仅适用于地震动峰值加速度为 0.05g 及 0.05g 以下情况；当地震动峰值加速度大于或等于 0.1 g 时，应根据抗震需要另行设计。

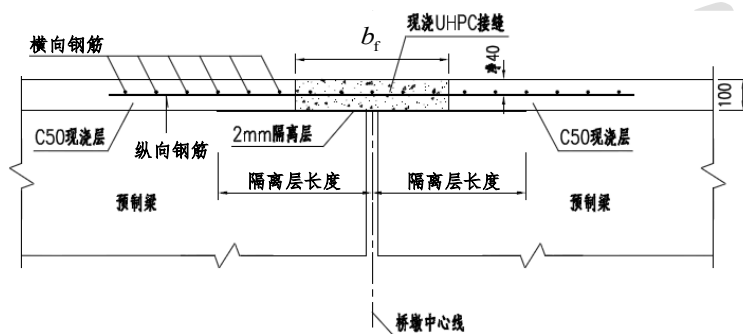


图 5.3.5 超高性能混凝土桥面连续方案

5.4 梁体湿接缝

5.4.1 对于型钢-超高性能混凝土组合梁在墩顶处采用的整体结构连续湿接缝，构造示意如图 5.4.1 所示，其 T 形湿接缝构造要点宜符合下列规定：

- 1 槽口处的预制面板厚度 h_u 、槽口深度 h_c 、槽口宽度 b_c 、接缝顶部宽度 b_f 和接缝底部宽度 b_j 应按本规程第 5.3.3 条的有关规定执行。
- 2 组合梁端部设置厚度 t_m 的超高性能混凝土端模板， t_m 不宜小于 50mm，端模板与厚度 h_u 的面板一体浇筑。
- 3 超高性能混凝土梁体的端部设置预埋钢筋，相邻组合梁之间端部的预埋钢筋在接缝位置交错分布或搭接。
- 4 T 形接缝的高度与组合梁高度一致，浇筑超高性能混凝土后形成整体结构连续。

条文说明

本条文的型钢-超高性能混凝土组合梁、本规程第 5.3.3 条的钢-超高性能混凝土组

合梁、本规程第 5.3.4 条的型钢-超高性能混凝土组合板是三种受力机理不同的结构。

(1) 本条文的型钢-超高性能混凝土组合梁由型钢和超高性能混凝土 T 梁组成, 型钢承担拉应力、而超高性能混凝土梁承担压应力; (2) 本规程第 5.3.3 条的钢-超高性能混凝土组合梁由工字钢和超高性能混凝土板组成, 工字钢承担绝大部分拉应力和小部分压应力、而超高性能混凝土板承担压应力; (3) 本规程第 5.3.4 条的型钢-超高性能混凝土组合板由型钢和超高性能混凝土板组成, 两者在结构受力时共同承担压应力。

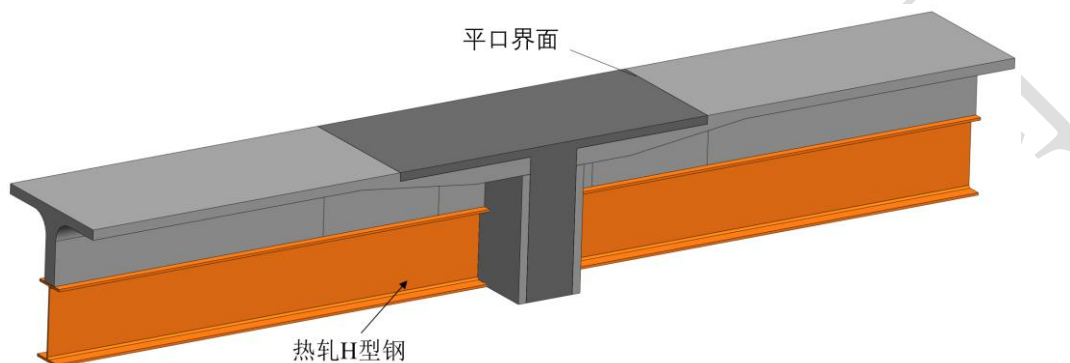


图 5.4.1 型钢-超高性能混凝土组合梁整体结构连续湿接缝方案

5.4.2 对于型钢-超高性能混凝土组合梁在墩顶处采用的部分结构连续湿接缝, 构造示意如图 5.4.2 所示, 宜采用带企口界面的 T 形湿接缝构造, 其构造要点宜符合下列规定:

1 槽口处的预制面板厚度 h_u 、槽口深度 h_c 、槽口宽度 b_c 、接缝顶部宽度 b_f 和接缝底部宽度 b_j 应按本规程第 5.3.3 条的有关规定执行。

2 组合梁端部设置厚度 t_m 的超高性能混凝土端模板, t_m 不宜小于 50mm, 底部设置马蹄, 端模板与厚度 h_u 的面板一体浇筑。

3 超高性能混凝土梁体的端部设置预埋钢筋, 相邻组合梁之间端部的预埋钢筋在接缝位置交错分布或搭接。

4 T 形接缝的高度与超高性能混凝土梁体的高度一致, 浇筑超高性能混凝土后形成部分结构连续。

5 T 形接缝顶部的企口界面可采用平口形、宽口形或燕尾形。

条文说明

2 相较于整体结构连续湿接缝, 采用部分结构连续湿接缝的超高性能混凝土端模

板的厚度有所增加，且端模板底部需要设置马蹄加宽，增加受力面积、降低应力集中和提高稳定性。

4 T形接缝的高度与超高性能混凝土梁体的高度一致，型钢对应高度的位置并未浇筑超高性能混凝土连接，形成部分结构连续湿接缝。

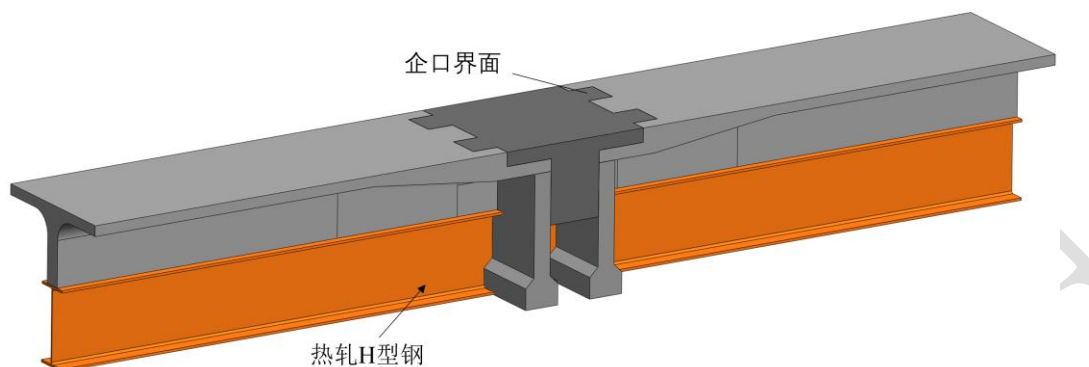


图 5.4.2 型钢-超高性能混凝土组合梁部分结构连续湿接缝方案

5.5 柱体湿接缝

5.5.1 对于钢立柱与混凝土立柱之间的钢混结合段，宜采用无格室接缝构造形式，现浇超高性能混凝土实现钢混结合段的连接，构造示意如图 5.5.1 所示，其构造要点宜符合下列规定：

- 1 结合段的接缝高度 h_f 应不低于 800mm。
- 2 采用栓钉与 PBL 混合剪力连接件，等间距焊接在钢立柱四面的钢板内侧。

条文说明

本条文规定了适用于大悬臂钢盖梁的钢立柱与混凝土立柱之间的钢混结合段 UHPC 接缝构造。考虑到：（1）PBL 键可以起到钢立柱的加劲肋的作用，增强结构刚性；（2）布置 PBL 键数量过多将导致 UHPC 中纤维不连续；故界面采用栓钉与 PBL 混合剪力连接件。现有研究表明，相较钢-普通混凝土结合段，利用 UHPC 优良特性可将结合段高度从 2m 降至 0.8m，将有格室构造简化为无格室构造，同时取消 PBL 键内的贯穿钢筋。

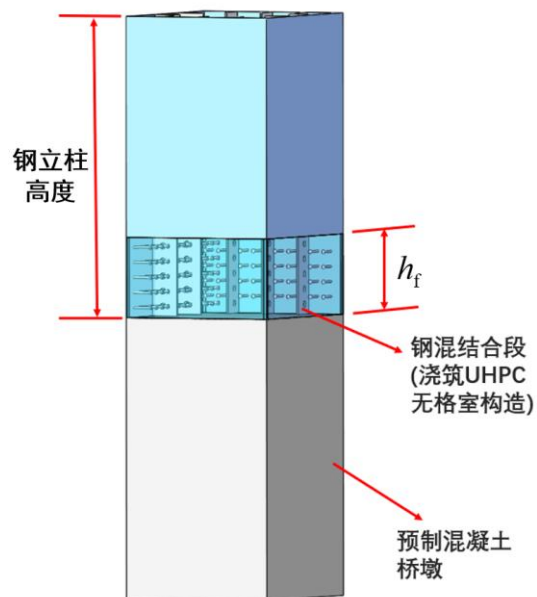


图 5.5.1 钢-混凝土组合柱湿接缝连接方案

5.6 构造规定

5.6.1 钢筋的超高性能混凝土保护层厚度同时应满足下列要求：

- 1 钢筋保护层厚度应取钢筋外缘至构件表面的距离，不应小于钢筋公称直径。
- 2 钢筋的保护层厚度不宜小于 1.5 倍纤维长度。经工艺试验验证后，保护层厚度不应小于 1.0 倍纤维长度。当掺入长度不等的混杂纤维时，应取掺入纤维的长度最大值计算保护层厚度。
- 3 梁、板的最外侧钢筋保护层最小厚度还不应小于表 5.6.1 的规定值。

表 5.6.1 梁、板的保护层最小厚度

环境类别	梁、板的保护层最小厚度 (mm)
I类-一般环境	15
II类-冻融环境	20
III类-近海或海洋氯化物环境	25
IV类-除冰盐等氯化物环境	20
V类-盐结晶环境	20
VI类-化学腐蚀环境	25
VII类-磨蚀环境	25

注：1 表中数值是针对各环境类别的最低作用等级、钢筋和超高性能混凝土无特殊防腐措施规定的。

2 对钢筋和超高性能混凝土有特殊防腐措施处理的，保护层最小厚度可将表中相应数值减小 5 mm，但不得小于 15 mm。

3 对工厂预制的超高性能混凝土构件，其保护层最小厚度可将表中相应数值减小 5 mm，但不得小于 15 mm。

条文说明

由于超高性能混凝土具有致密的微观结构，因而具有良好的耐久性。对比《法国超高性能混凝土结构设计规范 NF P 18-710 2016》、《瑞士超高性能纤维增强水泥基复合材料 (UHPC) —材料、设计和应用指南 SIA 2052 2016》、《美国超高性能混凝土华夫板设计指南 FHWA 2013》中关于最小保护层厚度的规定，并综合考虑粘结力的可靠传递、钢筋抗腐蚀等因素，制定本条文所规定的保护层厚度的要求。

5.6.2 当计算中充分利用钢筋的强度时，其最小锚固长度应符合表 5.6.2 的规定，现浇接缝区域的锚固长度应增加 25%。

表 5.6.2 钢筋最小锚固长度

钢筋种类	HPB300	HRB400、HRBF400、RRB400	HRB500
受压钢筋（直端）	14d	8d	11d

受拉钢筋	直端	16d	10d	13d
	弯钩端	14d	8d	11d

注：1 d 为钢筋公称直径（mm）。

2 当超高性能混凝土在凝固过程中易受扰动时，锚固长度应增加 25%。

3 当带肋钢筋的公称直径大于 25 mm 时，锚固长度应增加 25%。

4 当受拉钢筋末端采用弯钩时，锚固长度为包括弯钩顶点在内的投影长度 l_p ，如图 5.6.2 所示。

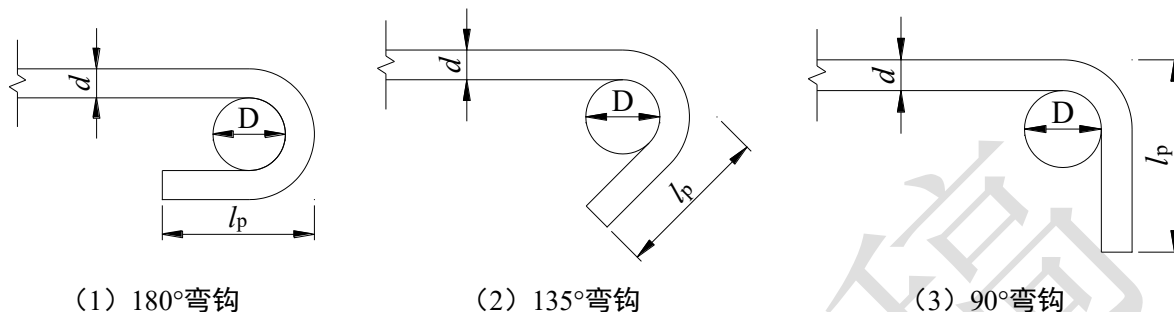


图 5.6.2 末端弯钩的锚固投影长度示意图

条文说明

超高性能混凝土与钢筋之间的粘结性能很大程度上决定了应力传递过程和传递长度。鉴于超高性能混凝土材料的力学性能与普通混凝土有明显区别，使用目前混凝土设计规范中的粘结性能及应力传递长度(钢筋最小锚固长度)对超高性能混凝土将显得过于保守。根据《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362-2018）第 9.1.4 条的条文说明，钢筋最小锚固长度 l_a 按下列公式计算得出：

$$l_a = f_{sk} \frac{\pi d^2}{4} \times \frac{1}{\pi d \tau} = \frac{f_{sk} d}{4\tau} \quad (5.6.2-1)$$

$$\tau = \eta \delta f_{tk} / \gamma_c \quad (5.6.5-2)$$

式中： f_{sk} ——钢筋抗拉强度标准值；

f_{tk} ——混凝土轴心抗拉强度标准值；

τ ——钢筋与混凝土粘结强度，按《法国超高性能混凝土结构设计规范 NF P 18-710 2016》取用；

η ——粘结系数，对于普通钢筋取 2.25，对于光圆钢筋取 1.0；

δ ——保护层中钢纤维对钢筋和混凝土粘结强度增强系数；

γ_c ——混凝土材料分项系数，取 1.45。

根据计算，不同强度等级超高性能混凝土中钢筋锚固长度为 5~15d，与普通混凝土

土的 $30\sim 40d$ 相比大幅减小。为简化设计锚固长度的要求，本条规定锚固长度偏安全地按 UT6 计算确定。与此同时，考虑到制作和安装偏差，本条规定的钢筋最小锚固长度在计算锚固长度的基础上，考虑 $1.5d$ 的制作和安装偏差作为锚固长度储备。受压钢筋锚固长度在受拉钢筋锚固长度基础上减去 $2d$ 。

需要注意的是，当超高性能混凝土在凝固过程中易受扰动、带肋钢筋的公称直径过大（如大于 25mm ）、钢筋位于现浇接缝区域时，会对超高性能混凝土与钢筋之间的粘结锚固性能产生不利影响，此时钢筋的锚固长度需适当增加。

5.6.3 钢筋净距不应小于 1.5 倍钢筋公称直径，不应小于 1.5 倍纤维长度，且不应小于 20mm 。

条文说明

对比《法国超高性能混凝土结构设计规范 NF P 18-710 2016》、《瑞士超高性能纤维增强水泥基复合材料（UHPFRC）—材料、设计和应用指南 SIA 2052 2016》、《美国超高性能混凝土华夫板设计指南 FHWA 2013》中关于最小钢筋净距的规定，并综合考虑粘结力的可靠传递、可施工性等因素，制定本条文所规定的最小钢筋净距的要求。

5.6.4 钢筋连接宜设置在受力较小的区段，接头可采用焊接接头、绑扎接头或交错布置，并应符合下列规定：

- 1 钢筋焊接接头应符合现行《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362）的有关规定。
- 2 受拉钢筋绑扎接头的搭接长度应不小于表 5.6.4 的规定；受压钢筋绑扎接头的搭接长度应不小于表 5.6.4 规定的受拉钢筋绑扎接头搭接长度的 0.7 倍。

表 5.4.4 受拉钢筋绑扎接头搭接长度

钢筋种类	HPB300	HRB400、HRBF400、RRB400	HRB500
搭接长度	$26d$	$16d$	$21d$

注：1 当带肋钢筋直径 d 大于 25mm 时，其受拉钢筋的搭接长度应按表值增加 $3d$ 采用。

2 当超高性能混凝土在凝固过程中易受扰动时，搭接长度应增加 $3d$ 。

3 在任何情况下，受拉钢筋的搭接长度不应小于 160mm 。

4 当钢筋位于现浇接缝区域时，搭接长度应增加 $3d$ 。

5 当受拉钢筋末端采用弯钩时，锚固长度为包括弯钩顶点在内的投影长度，如图 5.6.2 所示。

- 3 钢筋呈交错布置时，应符合下列规定，布置接头见图 5.6.4：

- 1) 交错布置钢筋的锚固长度 l_a 应符合本规程 5.6.2 条规定。
- 2) 交错布置钢筋的重叠长度 l_{os} 不应小于 0.8 倍的钢筋锚固长度 l_a 。
- 3) 交错布置钢筋的净距 l_d 不应小于 1.5 倍纤维长度和 2 倍钢筋公称直径，且不宜大于钢筋重叠长度 l_{os} 和 100mm。
- 4) 交错布置钢筋的保护层厚度不宜小于 2 倍钢筋公称直径，且不宜大于 3 倍钢筋公称直径。若交错布置钢筋的保护层厚度小于 2 倍钢筋公称直径时，钢筋的锚固长度和重叠长度应在第 1 款和第 2 款规定值基础上增加 3d。

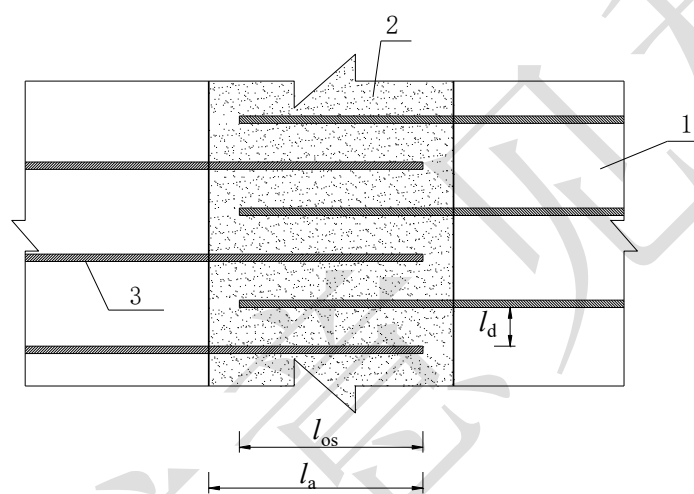


图 5.6.4 受力钢筋交错布置接头

1-预制超高性能混凝土梁或板；2-超高性能混凝土现浇接缝；3-预埋钢筋

条文说明

2 参考《法国超高性能混凝土结构设计规范 NF P 18-710 2016》和现行《混凝土结构设计规范》(GB 50010) 关于钢筋搭接长度修正系数的规定，考虑粘结力的可靠传递，同时结合国内已有试验资料，制定本条文所规定的钢筋搭接长度的要求。

6. 施工

6.1 一般规定

- 6.1.1 施工前，应制定详细的专项施工方案或作业指导书，建立质量控制体系，确定施工质量的有效控制方法。
- 6.1.2 每道工序完工后并检验合格后方可进入下一道工序的施工。
- 6.1.3 超高性能混凝土施工环境温度宜为 0~40℃，风力不宜大于 7 级，且超高性能混凝土拌合物入模温度宜为 5~30℃。
- 6.1.4 在超高性能混凝土拌合物的运输及浇筑过程中，严禁往拌合物中加水。

条文说明

超高性能混凝土水胶比低，其性能受用水量的变化敏感。因此在运输和浇筑过程中往超高性能混凝土拌合物中加水会明显影响强度，同时对其耐久性和其他力学性能产生不利影响，具有较大危害。

- 6.1.5 根据设计要求，应通过工艺试验，确定布料点和布料方式。
- 6.1.6 超高性能混凝土拌合物从搅拌机出料到入模的时限应根据设计及施工要求通过试验确定。
- 6.1.7 湿接缝施工分为厂内湿接缝和现场湿接缝两种，厂内湿接缝为预制超高性能混凝土构件在厂内组装时的接缝，现场湿接缝为超高性能混凝土构件架设到现场后的节段间接缝。

6.2 施工前准备

- 6.2.1 施工前宜对接缝表面进行糙化处理，凿毛施工应符合下列规定：
- 1 超高性能混凝土构件的凿毛施工应符合下列规定：

- 1) 应在预制超高性能混凝土构件的抗压强度达到 20MPa 以上时, 再进行凿毛。
- 2) 凿毛应垂直于接缝面进行, 糙化深度宜为 8~10mm。
- 3) 凿毛后, 接缝断面应有大量钢纤维裸露, 并无松弱层。
- 4) 凿毛后, 应及时浇筑超高性能混凝土; 如需延期, 应对外露钢纤维采取防锈措施。

2 普通混凝土构件的凿毛施工应符合下列规定:

- 1) 对施工缝处混凝土的强度, 当采用水冲洗凿毛时, 应达到 0.5MPa; 人工凿除时, 应达到 2.5MPa; 采用风动机凿毛时, 应达到 10MPa。
- 2) 凿毛应垂直于接缝面进行, 凿毛的最小深度应不小于 8mm。
- 3) 凿毛后, 接缝断面应有大量粗骨料裸露, 并无松弱层。
- 4) 凿毛后, 应及时浇筑超高性能混凝土。

条文说明

1 超高性能混凝土凿毛是为了清除超高性能混凝土表面浮浆, 确保接缝界面具有一定粗糙度, 提高先后浇筑超高性能混凝土间的有效结合; 且凿毛后需裸露钢纤维, 使得在界面处新旧超高性能混凝土的钢纤维连续。

2 普通混凝土凿毛是为了破除表面浮浆和松弱层, 使得粗骨料暴露在界面处, 增加粗糙度和提高机械咬合力。在《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650) 的基础上, 结合超高性能混凝土湿接缝的应用需求确定本规程对普通混凝土构件的凿毛要求。

6.2.2 湿接缝施工除应符合现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650) 的相关规定之外, 尚应符合下列规定:

- 1 浇筑前, 接缝表面应清洗干净, 保持湿润, 不得有积水。
- 2 湿接缝处的模板与梁(板)体的接触面应密贴并具有一定的搭接长度, 各接缝应严密不漏浆。

6.2.3 超高性能混凝土浇筑的模板设计除应符合现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650) 的相关规定之外, 尚应符合下列规定:

- 1 现浇超高性能混凝土的模板宜采用钢模或木模, 应保证足够的密封性。
- 2 超高性能混凝土构件采用带模热养护时, 模板应能适应热养护条件, 采用钢模

板时表面尚应进行防腐防锈处理。

- 3 新浇筑超高性能混凝土对模板的最大侧压力应按下式计算：

$$F = \gamma H \quad (6.2.3)$$

式中： F ——新浇筑超高性能混凝土对模板的最大侧压力（ kN/m^2 ）；

γ ——超高性能混凝土的重力密度，取值为 24 （ kN/m^3 ）；

H ——超高性能混凝土侧压力计算位置处至新浇超高性能混凝土顶面的总高度（ m ）。

4 模板的制作与安装除应符合现行《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650）的相关规定之外，尚应满足防渗漏、易成型密实、方便振捣等要求。

条文说明

3 超高性能混凝土工作性可以达到自密实混凝土的要求，超高性能混凝土对模板侧压力按液体压力予以计算。

4 超高性能混凝土流动性大，模板间的微小缝隙会造成跑浆、漏浆等现象，影响超高性能混凝土均匀性和强度发展，因此要求模板能够满足防渗漏的要求。

6.3 搅拌与运输

6.3.1 超高性能混凝土应就近生产，并应符合下列规定：

1 搅和前，应检查搅拌设备状态，并应严格按施工配合比或干混料使用说明书进行拌和。

2 应使用强制式搅拌设备，宜优选超高性能混凝土专用搅拌设备，搅拌设备的生产能力应保证超高性能混凝土的连续浇筑。

3 采用干混料供应方式时，应根据产品使用说明书的要求进行搅拌。若无规定，投入干混料、加水和液体外加剂后的搅拌时间不得少于 4min ，且同一包装的干混料应一次搅拌完成，不得分盘搅拌。

4 采用原材料供应方式时，应确保固态原材料干拌均匀，宜通过试验确定投料顺序、数量及分段搅拌时间等工艺参数。

5 搅拌应保证拌合物质量均匀。钢纤维单独掺加时，混凝土搅拌机的下料装置上

应有防止钢纤维结团的装置，出机拌合物中钢纤维不得结团。超高性能混凝土的均质性除应符合现行《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650）的规定之外，尚应对每一工作班或单元结构物的超高性能混凝土中钢纤维含量随机进行检测，检测次数不应少于两次，且连续两次测值的相对误差不应大于 5%，检测方法应符合现行《纤维混凝土应用技术规程》（JGJ/T 221）的规定。

6 搅拌结束后，应及时清洗搅拌设备。

7 超高性能混凝土搅拌完毕后，应检测超高性能混凝土的坍落扩展度，取样地点和频次应符合现行《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650）的规定。

条文说明

一般情况下，超高性能混凝土优先采用具有自动计量系统的搅拌设备生产。在野外现场搅拌生产少量超高性能混凝土时，需要严格控制原材料的计量精度。

2 超高性能混凝土的原材料种类多、用量相差较大，用水量小，对搅拌要求较高，使用强制式搅拌设备。钢纤维随机连续分布对超高性能混凝土受力性能十分重要，需要实现现场连续浇筑，因此要求搅拌设备的生产能力能确保现场连续浇筑。

3 干混料生产过程中，同一包装的原材料都是单独计量、生产并包装；如分盘搅拌，可能会因为干混料内原材料分布不均影响配合比。

5 通过控制连续两次随机检测钢纤维含量的相对误差，以控制超高性能混凝土中纤维搅拌均匀。构件厚度或高度较大时，可以对构件不同厚度或高度处的超高性能混凝土拌合物的钢纤维含量的相对误差进行检测，以了解钢纤维下沉情况。

6.3.2 超高性能混凝土拌合物的运输应符合下列规定：

1 超高性能混凝土采用搅拌运输车运输时，应符合下列规定：

1) 混凝土搅拌车的运输能力应与搅拌设备生产能力、现场浇筑能力相匹配。

2) 接料前应确保混凝土搅拌车罐已清洗干净，并排净罐内的积水，接料后严禁向搅拌车罐内的超高性能混凝土加水。

3) 在运输途中及等候卸料时，应保持混凝土搅拌车罐体正常转动，速度应控制在 2~4r/min，不得停转。

4) 卸料前，混凝土搅拌车罐体宜快速旋转搅拌 20s 以上后再卸料；卸料后，应

及时清洗干净。

5) 超高性能混凝土拌合物在混凝土搅拌运输车内的时间不宜超过 90min。

6) 对于寒冷、严寒或炎热的气候情况，混凝土搅拌运输车应有保温或隔热措施。

2 采用吊斗或其他方式运输时，应保证超高性能混凝土的连续浇筑。

条文说明

1 超高性能混凝土的运输能力需要与其凝结速度和浇筑速度相匹配，使浇筑工作不间断且混凝土运到浇筑地点时仍能保持其均匀性及适宜浇筑的坍落度。

1) 搅拌车运输能力需要确保现场超高性能混凝土浇筑的连续性。

2) 超高性能混凝土水胶比低，其性能受用水量的变化敏感。搅拌车罐内积水或接料后加水均会改变超高性能混凝土配比，影响其力学性能。

5) 运输时间过长，超高性能混凝土拌合物的流动性降低过多，会影响浇筑的工作性。

6.4 浇筑与养护

6.4.1 超高性能混凝土的浇筑应符合下列规定：

1 超高性能混凝土构件宜一次性连续浇筑完成。

2 超高性能混凝土应由构件的一端开始均匀连续浇筑，自由流淌的水平距离不宜超过 3m。

3 浇筑前应检查模板、钢筋以及保护层厚度、预埋件位置、尺寸，确认无误后，方可进行浇筑。

4 超高性能混凝土拌合物浇筑应保证纤维分布的均匀性和结构整体性。

5 超高性能混凝土拌合物宜采用平板振捣或模外振捣器振捣成型。

6 超高性能混凝土拌合物的自由下落高度不应超过 1.5m。当倾落高度大于 1.5m 时，应加串筒、斜槽、溜管等辅助工具。

7 湿接缝浇筑完毕后，应及时覆盖保湿养生。

条文说明

1 钢纤维对超高性能混凝土力学性能至关重要。超高性能混凝土的表面易快速结皮，需要避免因超高性能混凝土结皮而产生施工冷缝，影响钢纤维连续性和构件整体性。另外一方面，设置施工缝会在接缝界面阻断钢纤维在超高性能混凝土的连续分布，影响其抗拉性能。因此，超高性能混凝土构件一次性连续浇筑完成是十分必要的。若因特殊情况（如突降暴雨）需要设置施工缝时，需要对施工缝进行专项设计，并进行必要试验验证。

2 自由流淌的水平距离过大会影响钢纤维的均匀分布。

5 所采用的振捣机械和振捣方法除保证密实外，尚需避免过振、拌合物离析、分层以及纤维露出构件表面。机械振捣易使超高性能混凝土均匀和密实，但振动时间过长易使超高性能混凝土产生离析和分层。

6 由于钢纤维材质密度大，超高性能混凝土拌合物浇筑倾落时自由高度过高易导致离析或纤维结团。

6.4.2 超高性能混凝土构件的脱模强度应符合设计要求。设计未规定时，脱模强度不应低于 40MPa；拆模后，应及时去除构件表面和棱角处露出的钢纤维。

条文说明

构件表面和棱角处裸露的钢纤维容易锈蚀影响美观，且易扎刺相关人员，需及时进行处理。

6.4.3 在湿接缝超高性能混凝土达到 85%设计强度前，不应进行吊机移动、大构件吊装等作业。

6.4.4 超高性能混凝土湿接缝的养护方式应根据设计要求、结构特点和施工现场条件确定。若设计未规定且施工条件允许的情况下，宜优先采用热养护。

条文说明

超高性能混凝土的养护与普通混凝土不同。养护方式是否合理对于超高性能混凝土的性能发展具有明显影响。热养护可以促进胶凝材料的水化硬化过程，获得较高的强度发展速率，使最终强度较高，热养后构件的收缩徐变很小。对于一些非标准的结构，也可以使用现场浇筑超高性能混凝土，此时养护条件较差，其性能低于热养超

性能混凝土构件。如采用自然养护或其他养护方式，建议通过材料适应性和工艺适应性试验确定养护条件。

6.4.5 采用常温养护时，宜通过材料适应性和工艺适应性试验确定养护条件，且应符合下列规定：

1 超高性能混凝土浇筑完成后，应及时覆盖适宜的材料进行保湿养护，养护时间不得少于 7d。

2 养护时环境平均温度宜高于 10℃，当环境平均气温连续 5d 低于 5℃时，应按冬期施工过程处理，采取必要的保温措施。

条文说明

超高性能混凝土现场浇筑完成后，保湿养护 7d 以上，以尽量提高超高性能混凝土的胶凝材料水化程度。

6.4.6 采用热养护时，超高性能混凝土浇筑后应及时进行保湿养护，保湿养护结束后可拆除构件模板，并应及时进行热养护，且应符合下列规定：

1 保湿养护应符合下列规定：

- 1) 宜采用适宜的材料进行覆盖、保湿养护。
- 2) 保湿养护时间不宜少于 24h。
- 3) 应控制养护水温与构件表面的温差不大于 15℃。

2 热养护应符合下列规定：

1) 保湿养护与热养护时间间隔不宜大于 3d，间隔期间应做好构件的防晒、防雨措施。

2) 热养护过程宜分为升温、恒温 and 降温 3 个阶段，宜采用温度自动控制系统对热养护环境温度进行控制，环境相对湿度不宜低于 95%。

3) 热养护恒温阶段，养护温度在 80℃及以上、且低于 90℃时，恒温时间不应少于 72h；养护温度在 90℃及以上时，恒温时间不应少于 48h。若采用其他养护温度时，应开展工艺试验确定养护时间。

4) 热养护升温阶段的升温速度不应大于 12℃/h，降温阶段应以不大于 15℃/h 的降温速度将养护温度逐渐降至环境气温。

条文说明

超高性能混凝土热养护一般包括浇筑超高性能混凝土后的保湿养护与超高性能混凝土终凝后的热养护。

1 保湿养护过程中，需要加强巡查力度，发现有缺水部位时，及时补水养护；发现养护膜有被风掀起或吹破的情况，重新洒水，并恢复覆盖。

2 实现热养护方式包括蒸汽锅炉、蒸汽管道和热养护棚等。热养护过程一般分为升温、恒温、降温三个阶段。

7. 质量检验与评定

7.1 一般规定

7.1.1 超高性能混凝土湿接缝结构应按分项工程进行质量检验与验收，并应符合现行《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG F80/1）的有关规定。

7.1.2 分项工程应按基本要求、实测项目、外观质量和质量保证资料等检验项目分别检查。

7.1.3 分项工程基本要求检查、实测项目检验、检查项目合格判定、外观质量检验和质量保证资料要求应符合现行《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG F80/1）的相关规定。

7.1.4 分项工程、分部工程、单位工程质量评定应符合现行《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG F80/1）的相关规定。

7.2 材料

7.2.1 钢筋的质量检验应符合现行《公路钢-超高性能混凝土组合桥梁技术规程》（T/CECS G: D60-21）的有关规定。

7.2.2 超高性能混凝土的质量检验应符合现行《公路钢-超高性能混凝土组合桥梁技术规程》（T/CECS G: D60-21）的有关规定。

7.3 湿接缝结构

7.3.1 浇筑前，预制段结构凿毛处理后的外观质量应符合下列规定：

1 预制段采用超高性能混凝土时，其构件侧面凿毛处理后，表面粗糙，断面上有大量钢纤维裸露在外。

2 预制段采用普通混凝土时，其构件侧面凿毛处理后，表面粗糙，断面上有大量粗骨料裸露在外。

7.3.2 浇筑后，超高性能混凝土湿接缝结构的外观质量应符合下列规定：

1 养护结束后，超高性能混凝土应均匀完好，且目视观测超高性能混凝土表面无收缩裂缝。

2 混凝土层边角处、不同浇筑时期接缝处等位置应衔接良好，无脱空、台阶现象。

本规程用语用词说明

1 本规程执行严格程度的用词，采用下列写法：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的用词，正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

- 1) 在标准总则中表述与相关标准的关系时，采用“除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定”。
- 2) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准和行业标准时，表述为“应符合《××××××》(×××)的有关规定”。
- 3) 当引用本标准中的其他规定时，表述为“应符合本规程第×章的有关规定”、“应符合本规程第×.×节的有关规定”、“应符合本规程第×.×.×条的有关规定”或“应按本规程第×.×.×条的有关规定执行”。