



中国工程建设标准化协会标准

超高性能混凝土肋装配式楼板

应用技术规程

Technical specification for application of ultra high performance concrete
ribbed prefabricated floor

（征求意见稿）

（提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上）

XXX出版社

中国工程建设标准化协会标准

超高性能混凝土肋装配式楼板
应用技术规程

Technical specification for application of ultra high performance concrete
ribbed prefabricated floor

T/CECS ** : 2023

主编单位：南通装配式建筑与智能结构研究院
同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2023年 XX 月 XX 日

中国计划出版社
202X 年 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2022年第二批工程建设协会标准制定、修订计划〉的通知》（建标协字[2022]40号）文件要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制订了本规程。

本规程共分8章和4个附录，主要技术内容包括：总则，术语和符号，材料，叠合板设计，楼承板设计，制作、堆放与运输，施工安装，质量验收。

本规程的某些内容涉及一种超高性能混凝土肋装配式楼板相关专利（ZL 202221636667.7；ZL 202221636668.1；ZL 202320456816.X）的使用。涉及专利的问题，使用者可直接与主编单位及专利权人协商处理。除上述专利，本规程的某些内容仍可能涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理，由南通装配式建筑与智能结构研究院负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送至南通装配式建筑与智能结构研究院（地址：江苏省南通市崇川区崇州大道60号紫琅科技城16号楼8层，邮政编码：226007）。

主编单位：南通装配式建筑与智能结构研究院

同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	5
3 材料	8
3.1 混凝土	8
3.2 钢筋	8
3.3 其他材料	9
4 叠合板设计	10
4.1 一般规定	10
4.2 构件设计	13
4.3 设计计算	17
4.4 板缝设计	22
4.5 节点设计	26
5 楼承板设计	28
5.1 一般规定	28
5.2 构件设计	29
5.3 设计计算	31
5.4 板缝设计	31
5.5 节点设计	38
6 制作、堆放与运输	41
6.1 一般规定	41
6.2 UHPC桁架肋	42
6.3 UHPC肋预制板	46
7 施工安装	52
7.1 一般规定	52
7.2 施工	53
7.3 现场施工	58
8 质量验收	60
8.1 一般规定	60
8.2 UHPC肋预制板验收	61
8.3 现场施工验收	64
附录A 连续板	67
附录B 单元板	73
附录C 拼缝板	76
附录D 型式检验	78
用词说明	81
引用标准名录	82

Contents

1 General Provisions	1
2 Terms and Symbols	2
2.1 Terms	2
2.2 Symbols	5
3 Materials	8
3.1 Concrete	8
3.2 Steel Reinforcement	8
3.3 Other Material	9
4 Composite Slab Design	10
4.1 General Requirements	10
4.2 Component Design	13
4.3 Design Calculation	17
4.4 Slab Seam Design	22
4.5 Node Design	26
5 Deck Design	28
5.1 General Requirements	28
5.2 Component Design	29
5.3 Design Calculation	31
5.4 Slab Seam Design	31
5.5 Node Design	38
6 Manufacture,Storage and Transportation	41
6.1 General Requirements	41
6.2 UHPC Truss Ribs	42
6.3 UHPC Precast Slab	46
7 Construction and Installation	52
7.1 General Requirements	52
7.2 Preparation for Construction	53
7.3 Construction	58
8 Quality Acceptance	60
8.1 General Requirements	60
8.2 Quality Acceptance of UHPC Precast Slab	61
8.3 Quality Acceptance of Site construction	64
Appendix A Continuous Slab	67
Appendix B TD Slab	74
Appendix C TP Slab	77
Appendix D Type Inspection	79
Explanation od wording	82
List of quoted standards	83

1 总则

1.0.1 为规范超高性能混凝土肋装配式楼板的应用，做到安全适用、技术先进、经济合理、质量可靠，制定本规程。

【条文说明】

1.0.1 超高性能混凝土（UHPC）肋装配式楼板是装配式楼板中的一种，具有刚度适中、承载能力适中、自重轻、类型多、生产效率高、支撑少、方便穿插管线等优点。超高性能混凝土肋装配式楼板是采用UHPC肋预制板，并于现场后浇混凝土形成的装配式楼板，UHPC肋预制板分为叠合板和楼承板。超高性能混凝土肋在预制板脱模、堆放、安装及施工阶段可提供必要的承载力和刚度，避免预制板在短暂设计状况下的损坏。为规范超高性能混凝土肋装配式楼板的设计、制作、施工及验收，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于抗震设防烈度为6度、7度和8度地区的工业与民用建筑中超高性能混凝土肋装配式楼板的设计、制作、施工及验收。

【条文说明】

1.0.2 限于目前研究成果局限性，超高性能混凝土肋装配式楼板尚不适用于抗震设防烈度8度以上的地区。当建筑处于特殊使用环境，如板底高温（板底表面温度大于100℃或有生产热源且表面温度经常大于60℃）、板承受动力荷载、腐蚀性环境等，应按国家现行有关标准进行专门设计。

1.0.3 超高性能混凝土肋装配式楼板的设计、制作、施工及验收除应执行本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】

1.0.3 执行的国家现行有关标准包含但不限于：《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB50010、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《装配式混凝土结构应用技术规程》JGJ1 等。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 超高性能混凝土 ultra high performance concrete

由水泥、矿物掺合料、骨料、纤维、外加剂和水等原材料制成的具有超高力学性能、超高抗渗性能的高韧性水泥基复合材料，简称UHPC。

2.1.2 超高性能混凝土桁架肋 ultra high performance concrete truss rib

沿实心底板跨度方向设置的混凝土肋条，与底板可靠连接，采用超高性能混凝土与钢筋桁架整体浇筑而成的组合部件，简称UHPC桁架肋。

【条文说明】

2.1.1~2.1.2 UHPC桁架肋为沿底板跨度方向的混凝土肋条，与底板可靠连接，采用超高性能混凝土（UHPC）与钢筋桁架浇筑成形。混凝土肋条内部布置钢筋，数量为一条或一条以上，钢筋可从肋条两端伸出，作为实心底板板端锚固钢筋或负弯矩钢筋。

2.1.3 超高性能混凝土肋预制板 ultra high performance concrete precast slab

由混凝土实心底板与UHPC桁架肋组成，经预先制作，采用分体式生产工艺，并用于混凝土肋装配式楼板的底板（简称UHPC肋预制板），包括超高性能混凝土肋叠合板及超高性能混凝土肋楼承板，简称UHPC肋预制板。

2.1.4 超高性能混凝土肋叠合板 ultra high performance concrete composite slab

由混凝土实心底板和UHPC桁架肋组成，实心底板内部配置受力钢筋，简称UHPC肋叠合板，包括UHPC肋叠合板（代号TF板）及UHPC肋预应力叠合板（代号TY板）。

2.1.5 超高性能混凝土肋楼承板 ultra high performance concrete deck

由高性能混凝土实心薄板和UHPC桁架肋组成，实心底板内部配置构造钢筋、抗裂网格布或钢丝网片，采用分体式生产工艺，简称UHPC肋楼承板（代号TM板）。

【条文说明】

2.1.4~2.1.5 超高性能混凝土肋预制板是经预先制作并用于装配式楼板的底板，包括超高性能混凝土肋叠合板和超高性能混凝土肋楼承板。预制板在生产、施工过程中独立承载，并作为后浇层的永久模板，现浇混凝土后形成装配式楼板。

2.1.6 超高性能混凝土肋装配式楼板 ultra high performance concrete ribbed prefabricated floor

UHPC肋预制板在现场后浇混凝土形成的装配式楼板。

【条文说明】

2.1.6 超高性能混凝土肋装配式楼板是在UHPC肋预制板上现场浇筑混凝土而形成的整体楼板，在后浇层混凝土达到设计规定的强度值后由UHPC肋预制板和后浇层共同承受设计规定的荷载。

2.1.7 拼缝防裂钢筋 split-proof steel bar

施工阶段布置于UHPC肋预制板拼缝处，用于约束可能产生裂缝的构造钢筋。

【条文说明】

2.1.7 UHPC肋预制板上放置的钢筋，有拼缝防裂钢筋、配置在后浇层上部的受力钢筋等。拼缝防裂钢筋位于UHPC肋预制板拼缝处，可为折线形钢筋或焊接钢筋网片。

2.1.8 后浇带式整体接缝 post-cast strip integral joint

混凝土肋预制板中，相邻预制板间采用后浇带连接，且板底纵向钢筋在后浇带内搭接，能可靠传递弯矩的一种接缝形式。

【条文说明】

2.1.8 后浇带式接缝可设计成为整体接缝。大量试验研究和工程应用表明，带后浇带式整体接缝的桁架叠合板，其结构性能与现浇板相当，可按现浇板设计。后浇带式整体接缝的设计方法和构造措施在《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231-2016和《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014中已有规定，本标准中的规定与其一致。

2.1.9 密拼式分离接缝 Tight split joint

混凝土肋预制板中，相邻预制板间采用密拼形式，能保证位移协调、无弯矩传递需求的一种接缝形式。

【条文说明】

2.1.9 分离接缝通常采用密拼式做法，连接节点构造相对简单，施工便捷。由于在接缝处板底钢筋非连续性布置，使得分离接缝处的弯矩连续性与现浇板有所不同。密拼式分离接缝叠合板在四边支承的条件下，属于高次超静定结构，具备局部减少约束的可能性。合理设计的密拼式分离接缝桁架叠合板在性能指标上可以与现浇板相当。

2.1.10 免涂装梁 unpainted beam

高性能混凝土局部填充钢结构次梁形成的组合梁结构，与UHPC肋预制板共同作用实现多跨连续。

2.1.11 超高性能混凝土肋单元板 ultra high performance concrete unit slab

由UHPC肋叠合板与槽型钢或工字钢，通过焊接及后浇混凝土实现共同作用的梁板一体化单元，（代号TD板）。

2.1.12 拼缝板 splice slab

用于UHPC肋叠合板后浇带式整体接缝底部的免拆底模板，（代号TP板）。

2.2 符号

2.2.1 材料性能

f_y 、 f'_y ——钢筋抗拉、抗压强度设计值；

f_{tk} ——混凝土轴心抗拉强度标准值；

f'_{tk} ——与各施工阶段的混凝土立方体抗压强度相应的轴心抗拉强度标准值；

f'_{ck} ——与各施工阶段的混凝土立方体抗压强度相应的轴心抗压强度标准值；

2.2.2 作用和作用效应

G_k ——施工阶段永久荷载设计值；

G_{k1} ——装配式楼板（包括预制板和后浇层）自重标准值；

G_{k2} ——第二阶段面层、吊顶等自重标准值；

Q_{k1} ——第一阶段可变荷载标准值 Q_{k1}

Q_{k2} ——第二阶段可变荷载标准值 Q_{k2}

Q_k —— Q_{k1} 与 Q_{k2} 两者中的较大值；

q ——均布荷载设计值；

q_1 ——装配式楼板自重设计值；

q_2 ——外加荷载设计值；

M_1 ——预制板弯矩设计值；

M_{1G} ——装配式楼板自重在设计截面产生的弯矩设计值；

M_{1Q} ——第一阶段可变荷载在设计截面产生的弯矩设计值；

M_{2G} ——第二阶段面层、吊顶等自重在设计截面产生的弯矩设计值；

M_{2Q} ——第二阶段可变荷载在设计截面产生的弯矩设计值；

V_1 ——预制板剪力设计值；

V_{1G} ——装配式楼板自重在设计截面产生的剪力设计值；

V_{1Q} ——第一阶段可变荷载在设计截面产生的剪力设计值；

V_{2G} ——第二阶段面层、吊顶等自重在设计截面产生的剪力设计值；

V_{2Q} ——第二阶段可变荷载在设计截面产生的剪力设计值；

M_{2q} ——荷载准永久组合相应的弯矩；

M_{1u} ——预制板正截面受弯承载力设计值；

σ_{sq} ——荷载准永久组合下装配式楼板纵向受拉钢筋的应力；

σ_{s2q} ——在 M_{2q} 作用下，装配式楼板纵向受力钢筋中的应力增量；

M ——弯矩设计值；

M_{1Gk} ——施工阶段按永久荷载标准组合作用下的计算截面弯矩；

M_{2k} ——使用阶段除钢筋桁架楼承板及钢筋、混凝土自重外的荷载标准组合作用下的计算截面弯矩；

N ——杆件轴心压力或拉力设计值；

S ——荷载效应设计值；

S_c ——混凝土自重在计算截面产生的荷载效应标准值；

S_q ——施工阶段可变荷载在计算截面产生的荷载效应标准值；

S_s ——楼承板在计算截面产生的荷载效应标准值；

σ_{sk} ——按荷载标准组合计算的钢筋桁架下弦钢筋拉应力；

σ_{s1k} ——施工阶段按永久荷载标准组合计算的钢筋桁架下弦钢筋的拉应力；

σ_{s2k} ——使用阶段在弯矩 M_{2k} 作用下的钢筋桁架下弦钢筋的拉应力；

Δ_{1Gk} ——施工阶段按永久荷载的标准组合计算的钢筋桁架楼承板挠度值；

Δ'_{1Gk} ——板自重标准值作用下，且考虑荷载长期作用影响的钢筋桁架混凝土板挠度计算值；

Δ_{2Gk} ——除板自重外，其他永久荷载标准值作用下，且考虑荷载长期作用影响的钢筋桁架混凝土板挠度值；

Δ_{q0} ——施工无支撑时板的挠度值；

Δ_{qb} ——施工有支撑时板的挠度值；

Δ_{Qi_k} ——第 i 个可变荷载标准值作用下，且考虑荷载长期作用影响的钢筋桁架混凝土板挠度计算值。

2.2.3 几何参数

B ——板的计算宽度；

l_0 ——板的计算跨度；

h ——装配式楼板截面高度；

h_0 ——装配式楼板截面有效高度；

h_1 ——预制板截面高度；

h_{01} ——预制板截面有效高度。

2.2.4 计算系数

γ_0 ——施工阶段结构重要性系数；

φ ——轴心受压构件的稳定系数；

ψ_{qi} ——第*i*个可变荷载的准永久系数。

3 材料

3.1 混凝土

3.1.1 UHPC肋预制板所用混凝土材料的力学性能指标和耐久性要求等应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010。

3.1.2 UHPC肋叠合板实心底板混凝土强度等级不应低于30MPa，可采用轻骨料混凝土。UHPC肋楼承板实心底板采用高性能混凝土材料，抗压强度不应低于70MPa。

【条文说明】

3.1.1~3.1.2 由于UHPC肋预制板纵向受力钢筋强度很高，故要求UHPC肋预制板的混凝土强度等级应相应的提高，这样才能达到更经济的目的。所以，规定叠合板实心底板混凝土强度等级不应低于30MPa，且宜采用专用自密实细石混凝土，保证强度，提高流动性，提升生产效率。因后浇层中平均压应力一般不高，参考国内的应用经验，故将其混凝土强度等级规定为不宜低于C30。UHPC肋楼承板实心底板较薄，为保证实心底板组合承重性能，要求UHPC肋楼承板实心底板采用抗压强度不低于70MPa的高性能混凝土。

3.1.3 UHPC桁架肋混凝土采用超高性能混凝土（UHPC）材料，抗压强度不应低于100MPa。

【条文说明】

3.1.3 UHPC桁架肋应选用超高性能混凝土（UHPC），应符合《超高性能混凝土（UHPC）技术要求》T/CECS 10107的有关规定，所用UHPC桁架肋属于非结构类构件，强度不应低于100MPa，所用纤维宜为钢纤维、聚丙烯纤维、PE纤维。

3.2 钢筋

3.2.1 UHPC肋预制板的受力钢筋宜采用热轧带肋钢筋及冷轧带肋钢筋。

3.2.2 钢筋的力学性能指标应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95、《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223的有关规定。

3.2.3 UHPC肋预应力叠合板（TY板）实心底板受力的预应力钢筋宜采用预应力钢丝，直径不宜低于5mm，预制底板的构造钢筋，可根据实际情况确定，但其直径不应低于4mm。

3.2.4 钢筋桁架材料与性能应符合《钢筋桁架质量标准》JG 8-1999、《钢筋桁架楼承板》JG/T 368-2012的有关规定。

3.2.5 钢筋桁架尺寸应符合下列要求：钢筋桁架上弦钢筋直径不宜低于8mm，下弦钢筋直径不宜低于6mm，腹杆钢筋不应低于4mm。

【条文说明】

3.2 根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定，本文件受力钢筋按先后顺序依次推荐：热轧带肋钢筋、冷轧带肋钢筋，并提倡应用高强、高性能、带肋钢筋。

3.3 其他材料

3.3.1 密拼式接缝处的填缝材料应具有良好的粘结强度和防水抗渗性能。填缝材料可采用益胶泥或聚合物改性水泥砂浆，表面可粘贴纤维网格布等柔性材料，填充前拼缝内应清理干净。

3.3.2 连接用焊接材料、螺栓、锚栓和铆钉等紧固件的材料应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《钢结构焊接规范》GB 50661、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18等的规定。

【条文说明】

3.3.2 装配式结构预制构件的连接方式，根据建筑物的不同的层高、不同的抗震设防烈度等条件，可以采用各种形式。连接用焊接材料，螺栓、锚栓和铆钉等紧固件，应分别符合国家、行业现行相关标准的规定。

3.3.3 预埋件锚板、锚筋、吊环材料及其他材料应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

4 叠合板设计

4.1 一般规定

4.1.1 UHPC肋叠合板应按短暂设计状况及持久设计状况进行设计，地震设计状况应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011有关抗震构造措施的规定。

4.1.2 在短暂设计状况及持久设计状况下的UHPC肋叠合板及UHPC肋装配式楼板均应按承载能力极限状态进行计算，并应对正常使用极限状态进行验算。

【条文说明】

4.1.1~4.1.2 超高性能混凝土肋装配式楼板设计以现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153和《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068的规定为设计原则，对结构的短暂设计状况、持久设计状况通过计算和构造进行设计，按承载能力极限状态进行计算，并对正常使用极限状态进行验算，对地震和偶然设计状况主要是通过构造措施来满足。在进行结构设计时，宜采用有限元模拟计算的方式进行设计优化。

4.1.3 UHPC肋叠合板应进行短暂设计状况下的抗裂、挠度及承载力验算。

【条文说明】

4.1.3 短暂设计状况包括UHPC肋预制板的制作、脱模、吊运、存放、安装、浇筑后浇层等工况。短暂设计状况应验算预制实心底板的板底抗裂、挠度、板面混凝土受压等。

4.1.4 施工阶段UHPC肋叠合板进行免支撑或少支撑施工时，均应满足抗裂、挠度及承载力要求。

4.1.5 UHPC肋叠合板的设计应满足制作、施工及使用的不同要求：

1 制作阶段：UHPC肋叠合板在堆放、吊装及运输阶段，板底不宜出现受力裂缝；

2 施工阶段：应对UHPC肋叠合板的承载力及裂缝控制分别进行验算；

3 使用阶段：应对UHPC肋装配式楼板的承载力、挠度及裂缝控制分别进行计算。

4.1.6 UHPC肋叠合板在生产、施工过程中应按实际工况的荷载、计算简图、混凝土实体强度进行施工阶段验算。验算时应将构件自重乘以相应的动力系数：对脱模、翻转、吊装、运输时可取1.5，临时固定时取1.2。进行脱模验算时，等效静力荷载标准值应取构件自重标准值乘以动力系数后与脱模吸附力之和，且不宜低于构件自重标准值的1.5倍，动力系数不宜低于1.2，脱模吸附力不宜低于 1.5kN/m^2 。

4.1.7 施工阶段不加支撑的UHPC肋装配式楼板，内力应分别按下列两个阶段计算：

1 第一阶段：后浇层混凝土未达到强度设计值之前的阶段。荷载由UHPC肋叠合板承担，UHPC肋叠合板按施工阶段各工况计算模型计算，荷载包括UHPC肋叠合板自重、后浇层混凝土自重以及本阶段的活荷载。

2 第二阶段：后浇层混凝土达到设计规定的强度值之后的阶段。UHPC肋装配式楼板按整体结构计算；荷载考虑下列两种情况并取较大值：

1) 施工阶段：考虑UHPC肋装配式楼板自重，面层及吊顶等自重以及本阶段的施工活荷载；

2) 使用阶段：考虑UHPC肋装配式楼板自重，面层及吊顶等自重以及使用阶段的可变荷载。

【条文说明】

4.1.7 施工阶段的可变荷载一般指在UHPC肋预制板上作业的施工人员和施工机具等，并考虑施工过程中可能产生的冲击和振动。若有过量的冲击、混凝土堆放以及管线等应考虑附加荷载。由于施工技术和方法的不同，施工阶段的可变荷载不完全相同，合理给定施工阶段的可变荷载十分重要，大量工程实践表明，其值一般可取 1.5kN/m^2 。

4.1.8 UHPC肋叠合板中受力钢筋的布置应符合下列规定：

1 桁架预制板实心底板中受力钢筋优先采用钢筋焊接网；

2 实心底板中外侧受力钢筋中线距板边的距离不宜大于50mm，且不应大于受力钢筋间距的1/2；

3 实心底板保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

4.1.9 UHPC肋叠合板开洞时的构造设计宜符合下列规定：

- 1 洞口周边加强措施应根据洞口大小和位置计算确定；
- 2 UHPC桁架肋宜避开楼板开洞位置。

4.1.10 UHPC肋叠合板与后浇混凝土之间的结合面应符合下列规定：

- 1 UHPC肋叠合板板面应设置粗糙面；
- 2 采用后浇带式整体接缝时，接缝处叠合板板侧与后浇混凝土之间的结合面应设置粗糙面；
- 3 板端支座处叠合板侧面应根据计算确定是否设置粗糙面；
- 4 粗糙面面积不宜低于结合面的80%，凹凸深度不应低于4mm。

【条文说明】

4.1.10 试验研究表明：由于UHPC桁架肋和实心底板采用凹凸差不低于4mm的粗糙面的存在，增大了新、老混凝土接触面，能保证后浇层混凝土与预制板形成整体协调受力并共同承载，能满足现浇面抗剪要求。

4.1.11 UHPC肋叠合板的吊点数量及布置应根据叠合板的尺寸、重量及起吊方式通过计算确定，并宜符合下列规定：

- 1 吊点宜对称布置且不应少于4个；
- 2 对于异型、大开洞的叠合板，宜采用专用吊具或采取专门的加强措施。

4.1.12 UHPC肋叠合板使用预埋吊环进行起吊，或使用专用吊具将UHPC桁架肋作吊点进行起吊，吊点的承载力应通过试验确定。

- 1 如使用预埋吊环进行吊点起吊时，吊环预埋处需布置至少2根附加钢筋进行加强，附加钢筋直径不宜低于8mm，在吊点两侧的长度不宜低于150mm；
- 2 如将UHPC桁架肋作为吊点进行起吊时，应使用专用吊具，吊点应选择在上弦钢筋焊点所在位置，吊点位置应设置明显标识。

3 起吊时同条件养护的底板混凝土立方体试块抗压强度不应低于混凝土设计强度的75%。

4.2 构件设计

4.2.1 UHPC桁架肋采用超高性能混凝土（UHPC）与钢筋桁架整体浇筑而成，分为无支腿型UHPC桁架肋及支腿型UHPC桁架肋。桁架肋编号规则如图4.2.1-1，编号最后一位代表桁架肋是否带有支腿构造，A代表无支腿型UHPC桁架肋，B代表有支腿型的UHPC桁架肋，UHPC桁架肋见图4.2.1-2。且应符合下列规定：

1 UHPC桁架肋的宽度和高度应满足生产、运输及施工阶段的承载力和刚度要求；

2 UHPC桁架肋总高度 h 、结构板厚根据结构设计确定，UHPC肋高度 h_0 不应低于20mm，UHPC桁架肋的宽度 b 不宜低于100mm；

3 UHPC肋叠合板（TF板，TY板）可使用无支腿UHPC桁架肋，UHPC肋楼承板（TM板）可使用支腿型UHPC桁架肋，根据结构实际情况分别按图4.2.1-2取用。

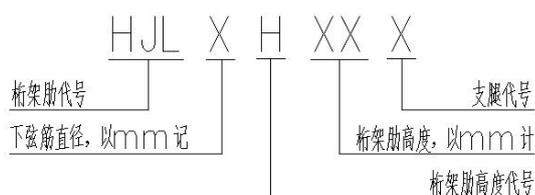
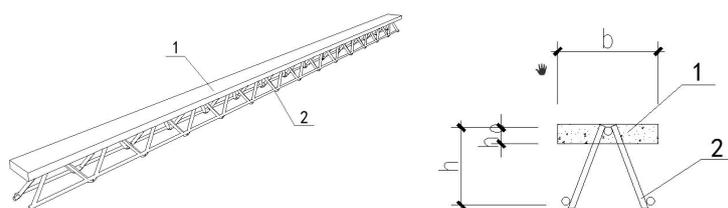


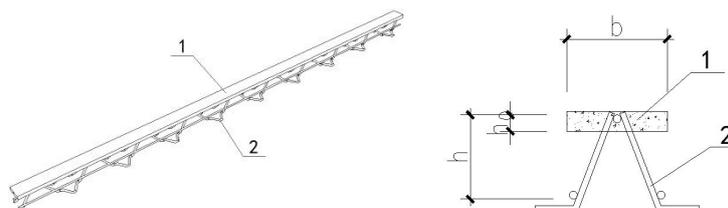
图4.2.1-1 桁架肋编号

例：UHPC桁架肋编号为HJL6H90A，表示采用下弦筋为6mm，总高度为90mm的无支腿型UHPC桁架肋；UHPC桁架肋编号为HJL8H75B，表示采用下弦筋为8mm，总高度为75mm的支腿型UHPC桁架肋。



1-UHPC肋；2-钢筋桁架（无支腿型）

(a) UHPC桁架肋示意图（无支腿型）



1-UHPC肋；2-钢筋桁架（支腿型）

(b) UHPC桁架肋示意图（支腿型）

b-UHPC肋的宽度；h-UHPC桁架肋高度； h_0 -UHPC肋高度；

图4.2.1-2 UHPC桁架肋示意图

4.2.2 UHPC肋预制板应采用分体式生产的生产工艺，UHPC肋预制板编号规则如图4.2.2。

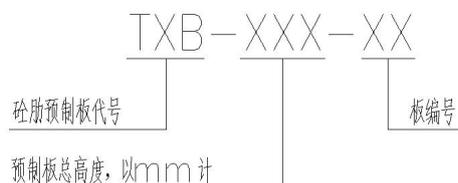


图4.2.2 UHPC肋预制板编号

例：UHPC肋预制板编号为TFB-95-01，表示采用UHPC肋叠合板TF板，TF板总高度为95mm，板编号为01号。

4.2.3 UHPC肋叠合楼板的厚度宜大于等于120mm，TF叠合板板实心底板厚度不应低于50mm，TY预应力叠合板实心底板厚度不应低于35mm。UHPC肋叠合楼板的总厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010设计板厚的规定。

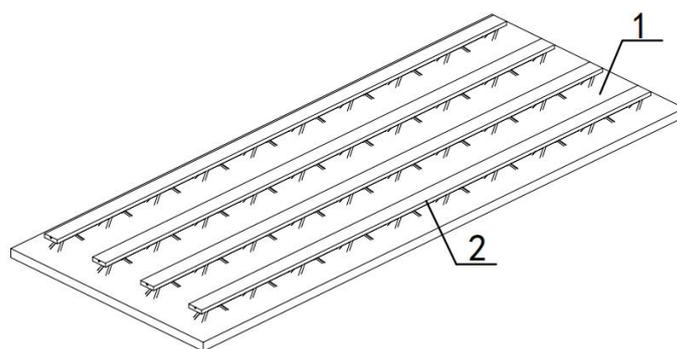
【条文说明】

4.2.3 本条是从构造上提出UHPC肋预制板的最小厚度要求，合理的厚度应在符合承载力极限状态和正常使用极限状态、耐火性能以及混凝土保护层要求等前提下，按经济合理的原则确定。当UHPC肋叠合板跨度大于或等于4.8m时，TF板实心底板内纵向受力钢筋的配筋量较大，为避免实心底板出现纵向劈裂缝，实心底板的厚度不应低于50mm，UHPC肋楼承板与叠合板应做区别，楼承板无纵向受力钢筋，实心底板厚度不应低于15mm。

4.2.4 TF板采用无支腿型UHPC桁架肋与实心底板分体式浇筑，三维视图见图4.2.4-1，截面形式、侧面形式可根据结构实际情况分别按图4.2.4-2取用，且应符合下列规定：

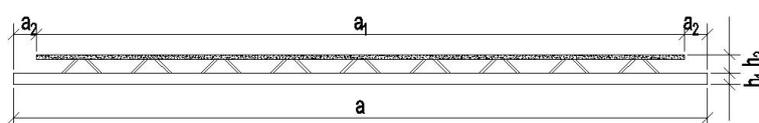
- 1 UHPC桁架肋宜沿叠合板短暂设计状况时的主要受力方向布置；
- 2 UHPC桁架肋间距 b_2 不应大于1000mm；UHPC桁架肋与板侧距离 b_3 不应低于100mm；UHPC桁架肋距板端距离 a_2 不宜大于300mm；钢筋桁架宜均匀布置在桁架预制板上；

3 UHPC桁架肋下表面至桁架预制板上表面的距离不宜低于30mm。

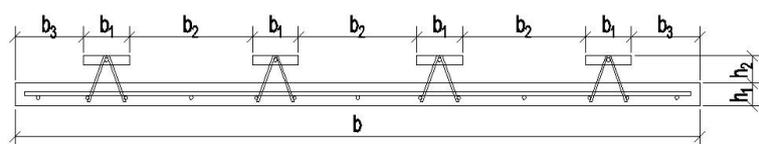


1-实心底板；2-UHPC桁架肋

图4.2.4-1 UHPC肋叠合板三维视图



(a) 正视图

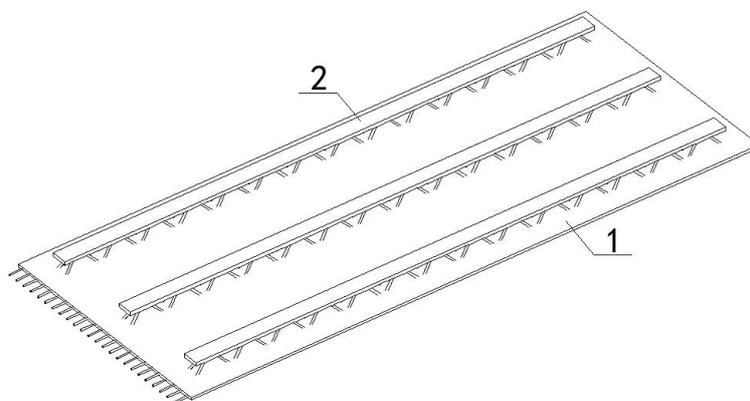


(b) 侧视图

a-实心底板的长度；b-实心底板的宽度； a_1 -UHPC桁架肋的长度； a_2 -UHPC桁架肋距板端距离； b_1 -UHPC桁架肋宽度； b_2 -UHPC桁架肋间距离； b_3 -UHPC桁架肋距板侧的距离； h_1 -实心底板高度； h_2 -UHPC桁架肋板面高度

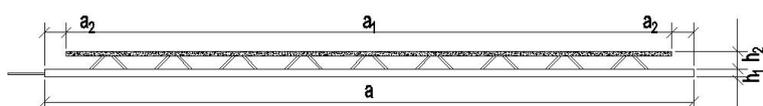
图4.2.4-2 TF板示意图

4.2.5 TY板采用无支腿式UHPC桁架肋与实心底板分体式浇筑，实心底板配置预应力受力钢筋，三维视图见图4.2.5-1，截面形式、侧面形式可根据结构实际情况分别按图4.2.5-2取用，UHPC桁架肋设计布置要求应符合4.2.1及4.2.4的要求。

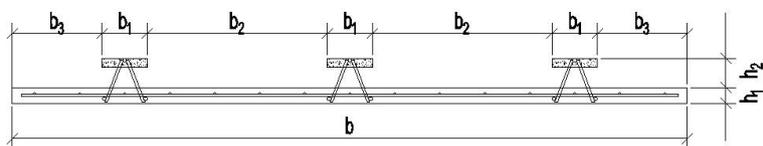


1-实心底板；2-UHPC桁架肋

图4.2.5-1 TY板三维视图



(a) TY板正视图



(b) UHPC肋预应力叠合板侧视图

a-实心底板的长度；b-实心底板的宽度； a_1 -UHPC桁架肋的长度； a_2 -UHPC桁架肋距板端距离； b_1 -UHPC桁架肋宽度； b_2 -UHPC桁架肋间距离； b_3 -UHPC桁架肋距板侧的距离； h_1 -实心底板高度； h_2 -UHPC桁架肋板面高度

图4.2.5-2 TY板示意图

4.2.6 UHPC肋叠合板基于耐久性要求的混凝土保护层厚度，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

4.2.7 当设置现浇板带时，现浇板带的设置及配筋要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

4.2.8 UHPC肋叠合板适用范围，2m~6m宜采用UHPC肋叠合板（TF板），使用简支板构造形式。跨度较大时（大于6m），宜使用UHPC肋预应力叠合板（TY板），TY板可采用连续板的形式实现多跨连续，与免涂装组合次梁搭配使用，连续板栓钉开孔大小根据现场需求确定，连续板生产脱模起吊应使用特制吊具及相应设备，保证其稳定性。

【条文说明】

4.2.8 当UHPC肋叠合板进行6m以上设计时，需进行专门的设计计算和分析，连续板应用模式可按照本规程附录A的要求进行设计。

4.2.9 UHPC肋叠合板TF板可采用单元板应用模式（简称TD板），形成梁板一体化，可取消板下模板与支撑，进一步提高吊装与施工效率。

【条文说明】

4.2.9 TF板可制作成梁板一体化结构，称之为单元板单元，安装完成后浇混凝土形成整体，单元板单元由TF板及相应槽钢组成，单元板应用模式可按照本规程附录B的要求进行设计。

4.3 设计计算

I 承载能力极限状态计算

4.3.1 UHPC肋叠合板进行后浇层施工时，荷载由UHPC肋叠合板承担，荷载包括叠合板自重、后浇混凝土自重以及施工阶段活荷载，活荷载标准值取值不宜低于 1.5kN/m^2 。

4.3.2 UHPC肋装配式楼板施工计算时，UHPC肋叠合板和装配式楼板的正截面受弯承载力应按《混凝土结构设计规范》GB 50010第6.2节计算。其中，弯矩设计值应按下列规定取用：

UHPC肋叠合板

$$M_1 = M_{1G} + M_{1Q} \quad (4.3.2-1)$$

UHPC肋装配式楼板的正弯矩区段

$$M = M_{1G} + M_{2G} + M_2 \quad (4.3.2-2)$$

UHPC肋装配式楼板的负弯矩区段

$$M = M_{2G} + M_{2Q} \quad (4.3.2-3)$$

式中：

M_{1G} ——UHPC肋叠合板自重和后浇层自重在设计截面产生的弯矩设计值（ $\text{N}\cdot\text{mm}$ ）；

M_{2G} ——第二阶段面层、吊顶等自重在设计截面产生的弯矩设计值（ $\text{N}\cdot\text{mm}$ ）；

；

M_{1Q} ——第一阶段施工活荷载在设计截面产生的弯矩设计值（ $\text{N}\cdot\text{mm}$ ）；

M_{2Q} ——第二阶段可变荷载在设计截面产生的弯矩设计值（ $\text{N}\cdot\text{mm}$ ），取本阶段施工活荷载和使用阶段可变荷载在设计截面产生的弯矩设计值中的较大值。

在计算中，正弯矩区段的混凝土强度等级，按后浇层取用；负弯矩区段的混凝土强度等级，按计算截面受压区的实际情况取用。

4.3.3 UHPC肋叠合板和装配式楼板的斜截面受剪承载力，应参照《混凝土结构设计规范》GB 50010第6.3节的有关规定计算。其中，剪力设计值应按下列规定取用：

$$\text{UHPC肋叠合板} \quad V_1 = V_{1G} + V_{1Q} \quad (4.3.3-1)$$

$$\text{UHPC肋装配式楼板} \quad V = V_{1G} + V_{2G} + V_{2Q} \quad (4.3.3-2)$$

式中：

V_{1G} ——UHPC肋叠合板和后浇层自重 在计算截面产生的剪力设计值（N）；

V_{2G} ——第二阶段面层、吊顶等自重 在计算截面产生的剪力设计值（N）；

V_{1Q} ——第一阶段施工活荷载 在计算截面产生的剪力设计值（N）；

V_{2Q} ——第二阶段可变荷载产生的剪力设计值（N），取本阶段施工活荷载和使用阶段可变荷载 在计算截面产生的剪力设计值的较大值。

4.3.4 在均布荷载作用下，不配置箍筋的一般预制板楼板，可不对后浇面进行受剪强度验算，但应符合本文件第4.2.9条的构造规定。

【条文说明】

4.3.4 试验研究表明：由于UHPC桁架肋的存在，增大了新、老混凝土的接触面，与顶部横向钢筋形成抗剪销栓，提供抗剪作用。并在底板形成粗糙面，能够满足叠合面抗剪要求，保证后浇层与预制实心底板形成整体共同承载、协调受力。故在均布荷载作用下，可不对现浇面进行受剪强度验算。

II 正常使用极限状态计算

4.3.5 UHPC肋叠合板在制作、施工、堆放及吊装等阶段的验算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的规定，并宜采取防裂的构造措施。

4.3.6 正常使用极限状态下的UHPC肋装配式楼板应采用荷载准永久组合进行验算。

4.3.7 UHPC肋装配式楼板在荷载准永久组合下，其纵向受拉钢筋的应力 σ_{sq} 应符合下列规定：

$$\sigma_{sq} \leq 0.9f_y \quad (4.3.7-1)$$

$$\sigma_{sq} = \sigma_{s1k} + \sigma_{s2q} \quad (4.3.7-2)$$

在弯矩 M_{1Gk} 作用下，UHPC肋装配式楼板纵向受拉钢筋的应力 σ_{s1k} 可按下列公式计算：

$$\sigma_{s1k} = \frac{M_{1Gk}}{0.87 A_s h_{01}} \quad (4.3.7-3)$$

式中：

f_y ——受力钢筋抗拉强度设计值(N/mm²)；

h_{01} ——UHPC肋叠合板截面有效高度 (mm)；

M_{1Gk} ——UHPC肋叠合板自重和后浇层自重标准值在计算截面产生的弯矩值 (N·mm)；

A_s ——UHPC肋叠合板纵向受拉钢筋截面面积 (mm²)。

在荷载准永久组合相应的弯矩 M_{2q} 作用下，UHPC肋装配式楼板纵向受力钢筋中的应力增量 σ_{s2q} 可按下列公式计算：

$$\sigma_{s2q} = \frac{0.5(1 + \frac{h_1}{h}) M_{2q}}{0.87 A_s h_0} \quad (4.3.7-4)$$

式中：

M_{2q} ——荷载准永久组合相应的弯矩 (N·mm)；

h_0 ——UHPC肋装配式楼板截面有效高度 (mm)；

h ——UHPC肋装配式楼板截面高度 (mm)；

h_1 ——UHPC肋叠合板高度 (mm)。

当 $M_{1Gk} < 0.35M_{1u}$ 时，公式 (4.3.7-4) 中的 $0.5(1 + \frac{h_1}{h})$ 值应取等于1.0；此处， M_{1u} 为UHPC肋叠合板正截面受弯承载力设计值，应按《混凝土结构设计规范》GB 50010中第6.2节的规定进行计算，但式中应取等号，并以 M_{1u} 代替 M 。

【条文说明】

4.3.7 对UHPC肋预制板楼板纵向受拉钢筋应力的限制条件，参考了现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定，由于叠合构件存在“受拉钢筋应力超前”现象，使其与同样截面普通受弯构件相比应力及曲率偏大，并有可能使

受拉钢筋在弯矩准永久值作用下过早达到屈服，所以为了防止这种情况的发生，给出了公式计算的受拉钢筋应力控制条件。该条件属于叠合受弯构件正常使用极限状态的附加验算条件，与裂缝宽度控制条件和变形控制条件不能相互取代。

4.3.8 UHPC肋装配式楼板应验算裂缝宽度，按荷载准永久组合或标准组合并考虑长期作用影响所计算的最大裂缝宽度 ω_{\max} ，不应超过《混凝土结构设计规范》GB50010规定的最大裂缝宽度限值。

按荷载准永久组合或标准组合并长期考虑长期作用影响的最大裂缝宽度 ω_{\max} 可按下列公式计算：

$$\omega_{\max} = 2 \frac{\varphi (\sigma_{s1k} + \sigma_{s2q})}{E_s} (1.9c + 0.08 \frac{d_{eq}}{\rho_{te1}}) \quad (4.3.8-1)$$

$$\varphi = 1.1 - \frac{0.65f_{tk1}}{\rho_{te1}\sigma_{s1k} + \rho_{te}\sigma_{s2q}} \quad (4.3.8-2)$$

式中：

φ ——裂缝间纵向受拉普通钢筋应变不均匀系数；

σ_{s1k} ——在弯矩 M_{1Gk} 作用下，预制板纵向受拉钢筋的应力(N/m²)；

σ_{s2q} ——UHPC肋装配式楼板纵向受力钢筋中的应力增量(N/m²)；

E_s ——钢筋弹性模量 (N/mm²)；

d_{eq} ——受拉区纵向钢筋的等效直径 (mm)；

c ——混凝土保护层厚度 (mm)；

ρ_{te1} 、 ρ_{te} ——按UHPC肋叠合板、UHPC肋装配式楼板的有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率；

f_{tk1} ——UHPC肋叠合板的混凝土抗拉强度标准值(N/mm²)。

4.3.9 UHPC肋装配式楼板应进行正常使用极限状态下的挠度验算。其中，UHPC肋装配式楼板按荷载准永久组合或标准组合并考虑长期作用影响的刚度可按下列公式计算：

$$B = \frac{M_q}{\left(\frac{B_{s2}}{B_{s1}} - 1\right) M_{1Gk} + \theta M_q} B_{s2}$$

(4.3.9-1)

$$M_q = M_{1Gk} + M_{2Gk} + \varphi_q M_{2Qk}$$

(4.3.9-2)

式中:

θ ——考虑荷载长期作用对挠度增大的影响系数;

M_q ——UHPC肋装配式楼板按荷载准永久组合计算的弯矩值 (N·mm);

B_{s1} ——UHPC肋叠合板的短期刚度 (N/m²);

B_{s2} ——UHPC肋装配式楼板第二阶段的短期刚度 (N/m²);

φ_q ——第二阶段可变荷载的准永久值系数;

M_{1Gk} ——UHPC肋叠合板自重和后浇层自重标准值在计算截面产生的弯矩值 (N·mm);

M_{2Gk} ——面层、吊顶等自重标准值在计算截面产生的弯矩值 (N·mm);

M_{2Qk} ——使用阶段可变荷载标准值在计算截面产生的弯矩值 (N·mm)。

4.3.10 荷载准永久组合或标准组合下UHPC肋装配式楼板正弯矩区段内的短期刚度,可按下列规定计算:

1 UHPC肋叠合板的短期刚度 B_{s1} 的短期刚度

$$B_{s1} = \frac{E_s A_s h_0^2}{1.15\varphi + 0.2 + \frac{6\alpha_E \rho}{1 + 3.5\gamma_f}}$$

(4.3.10-1)

式中:

α_E ——钢筋弹性模量与预制板弹性模量的比值: $\alpha_E = E_s / E_{c1}$;

E_s ——钢筋弹性模量 (N/mm²);

A_s ——UHPC肋叠合板纵向受拉钢筋截面面积 (mm²);

h_0 ——UHPC肋装配式楼板截面有效高度 (mm);

φ ——裂缝间纵向受拉普通钢筋应变不均匀系数;

ρ ——纵向受拉钢筋配筋率;

γ_f ——受拉翼缘截面面积与腹板有效截面面积的比值。

2 UHPC肋装配式楼板第二阶段的短期刚度 B_{s2} 的短期刚度

$$B_{s2} = \frac{E_s A_s h_0^2}{0.7 + 0.6 \frac{h_1}{h} + \frac{45 \alpha_E \rho}{1 + 3.5 \gamma_f'}} \quad (4.3.10-2)$$

式中：

α_E ——钢筋弹性模量与后浇层混凝土弹性模量的比值： $\alpha_E = E_s / E_{c2}$ ；

E_s ——钢筋弹性模量（N/mm²）；

A_s ——UHPC肋叠合板纵向受拉钢筋截面面积（mm²）；

h_0 ——UHPC肋装配式楼板截面有效高度（mm）；

φ ——裂缝间纵向受拉普通钢筋应变不均匀系数；

ρ ——纵向受拉钢筋配筋率；

γ_f' ——受压翼缘截面面积与腹板有效截面面积的比值；

h ——UHPC肋装配式楼板截面高度（mm）；

h_1 ——UHPC肋叠合板高度（mm）。

4.3.11 荷载准永久组合或标准组合下UHPC肋装配式楼板负弯矩区段内第二阶段的短期刚度 B_{s2} 可按公式（4.3.10-1）计算，其中，弹性模量的比值 $\alpha_E = E_s / E_{c1}$ 。

4.4 板缝设计

4.4.1 超高性能混凝土肋叠合板拼缝可根据板型进行构造选用，应符合下表4.4.1的规定：

表4.4.1 UHPC肋叠合板拼缝构造

名称	板型	接缝类型
UHPC肋叠合板（TF板）	单向板	密拼式分离接缝
	双向板	后浇带式整体接缝、密拼式整体接缝
UHPC肋预应力叠合板（TY板）	单向板	密拼式整体接缝
	双向板	
UHPC肋单元板（TD）	单向板	密拼式整体接缝
	双向板	

4.4.2 超高性能混凝土肋预制板之间采用后浇带式整体接缝连接时，后浇带宽度不宜低于200mm，接缝处顺缝板底纵筋配筋率要求等应符合现行《装配式混凝土

土建筑技术标准》GB/T 51231和《混凝土结构设计规范》GB 50010的相关规定并应符合下列规定：

1 后浇带两侧板底纵向受力钢筋可在后浇带中焊接或搭接连接；

2 后浇带两侧板底纵向受力钢筋在后浇带中焊接连接时，应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ18的有关规定；

3 后浇带两侧板底纵向受力钢筋在后浇带中搭接连接时（图4.4.2），应符合下列规定：

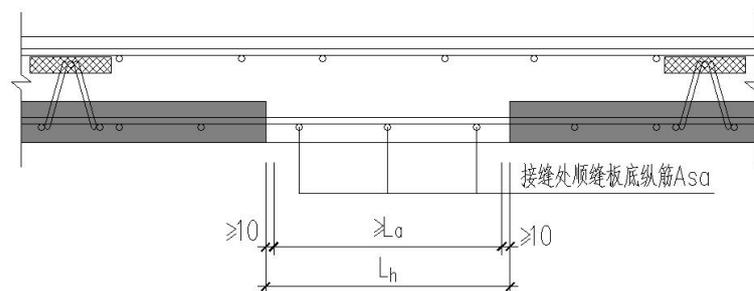
（1）接缝处板底外伸钢筋的锚固长度 l_a 、搭接长度 l_l 和端部弯钩构造应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

（2）预制板板底外伸钢筋可为直线形（图4.4.2a），也可采用端部带90°或135°弯钩的锚固形式（图4.4.2b、图4.4.2c）；当外伸钢筋端部带弯钩时，接缝处的直线段钢筋搭接长度可取为钢筋的锚固长度 l_a ，且在确定 l_a 时，锚固长度修正系数不应低于1.0。

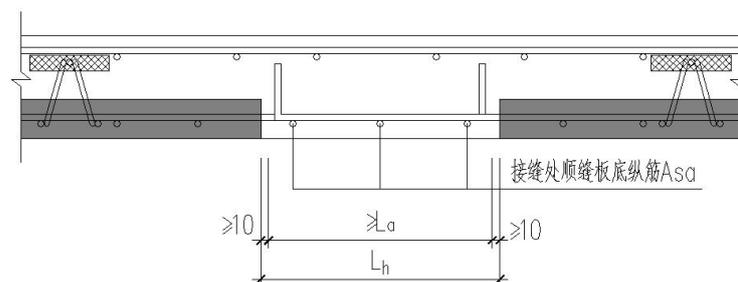
（3）设计后浇带宽度 l_h 时，应计入钢筋下料长度、构件安装位置等施工偏差的影响，每侧预留的施工偏差不应低于10mm。

4 接缝处顺缝板底纵筋 A_{sa} 的配筋率不应低于板缝两侧预制板板底配筋率的较大值。

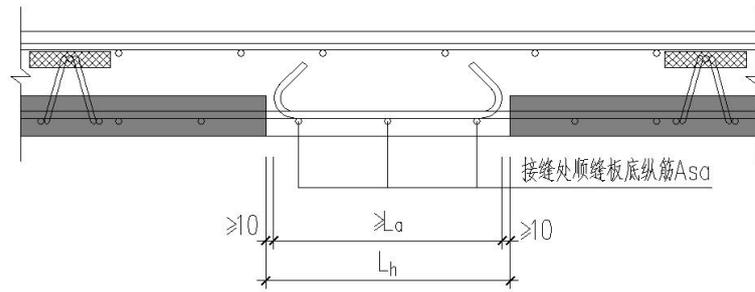
5 叠合板板侧飞起钢筋伸出板面，后浇带宜使用拼缝板（TP板）与两块叠合板进行密拼处理，见图4.4.2d，TP板构造及应用详情见附录C。



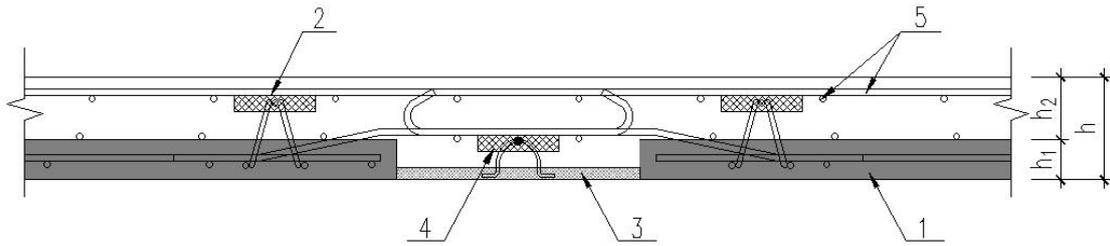
（a）板底纵筋直线搭接



(b) 板底纵筋端部带90度弯钩搭接



(c) 板底纵筋端部带135度弯钩搭接



1-实心底板；2-UHPC桁架肋；3-高性能混凝土底板；4-格构肋；5-后浇层钢筋

(d) TP板应用拼缝构造示意图

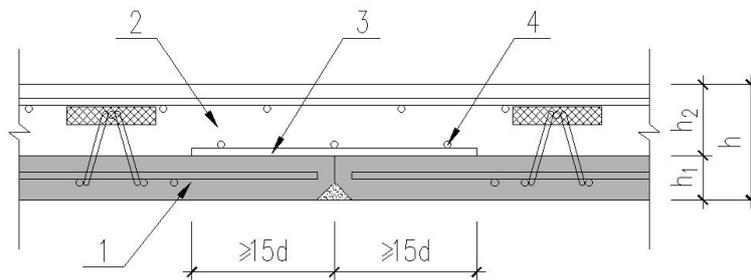
4.4.2 后浇带接缝构造示意

4.4.3 叠合板之间采用密拼式分离接缝连接时（图4.4.3），应符合下列规定：

1 接缝处紧贴预制板顶面宜设置垂直于接缝的附加钢筋，附加钢筋锚入后浇叠合层内，其锚固长度不应低于 $15d$ ；

2 附加钢筋截面面积不宜低于预制底板中同方向钢筋截面面积，附加钢筋直径不应低于 6mm ，间距不宜大于 250mm ；

3 垂直于附加钢筋的方向应布置横向分布钢筋，在搭接范围内不宜少于3根，横向分布钢筋直径不应低于 6mm ，间距不宜大于 250mm 。



1-实心底板；2-后浇叠合层；3-附加钢筋；4-横向分布钢筋

图4.4.3 密拼式分离接缝构造示意

【条文说明】

4.4.3 密拼式分离接缝的构造做法与现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1相同。

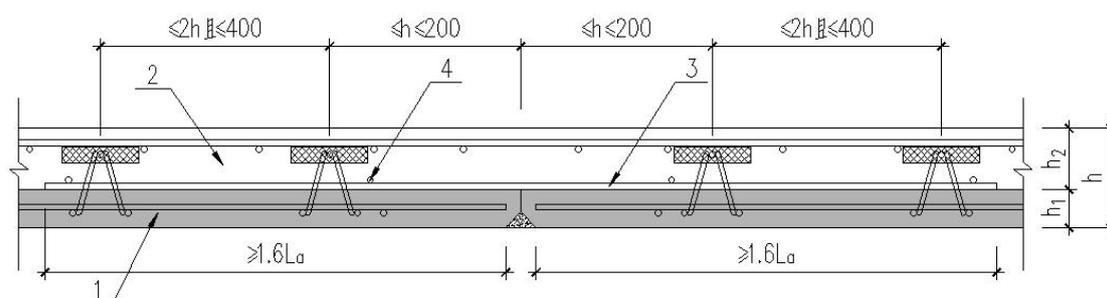
4.4.4 UHPC肋叠合板之间采用密拼式整体接缝连接时(图4.4.4)，应符合下列规定：

1 后浇混凝土叠合层厚度不宜小于UHPC肋叠合板厚度的1.3倍，且不应小于75mm。

2 接缝处应设置垂直于接缝的搭接钢筋，搭接钢筋总受拉承载力设计值不应小于UHPC肋叠合板底纵向钢筋总受拉承载力设计值，直径不应小于8mm，且不应大于14mm；接缝处搭接钢筋与UHPC肋叠合板底板纵向钢筋对应布置，搭接长度不应小于 $1.6l_a$ （ l_a 为按较小直径钢筋计算的受拉钢筋锚固长度），且搭接长度应从距离接缝最近一道UHPC桁架肋的腹杆钢筋与下弦钢筋交点起算。

3 垂直于搭接钢筋的方向应布置横向分布钢筋，在搭接范围内不宜少于2根，且钢筋直径不宜小于6mm，间距不宜大于250mm。

4 接缝处的UHPC桁架肋应平行于接缝布置，在一侧纵向钢筋的搭接范围内，应设置不少于2道UHPC桁架肋，UHPC桁架肋的间距不宜大于UHPC肋叠合板板厚的2倍，且不宜大于400mm；靠近接缝的UHPC桁架肋顶面到UHPC肋叠合板接缝边的距离不宜大于UHPC肋叠合板板厚，且不宜大于200mm。



1-实心底板；2-后浇叠合层；3-接缝处搭接钢筋；4-横向分布钢筋

图4.4.4 密拼式整体接缝构造示意

4.4.5 UHPC肋叠合板的密拼式接缝，可采用底面设倒角、平缝的做法，并应符合下列规定：

1 采用底面倒角的做法时，底面倒角尺寸不宜低于20mm×20mm；

2 接缝填塞橡胶泡棉条，防止后浇层漏浆。泡棉条下方采用填缝材料封闭；

处理流程：基层处理→弹性材料填缝→第一道腻子施工并粘贴玻纤网格布→后续腻子施工刮平。

3 其他接缝构造需经论证，确定性能可满足相关要求后采用。

4.5 节点设计

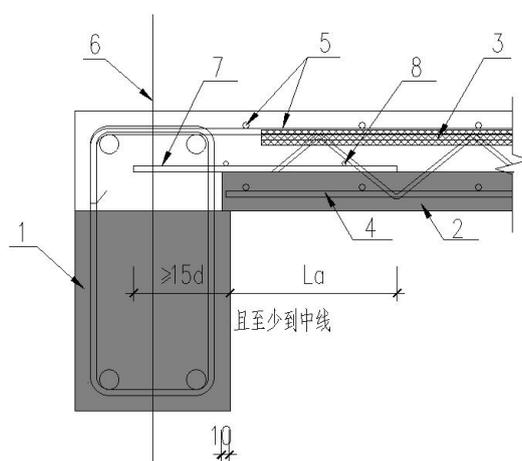
4.5.1 UHPC肋叠合板两端部均可采用端部不出筋的构造形式，使用附加钢筋加强节点锚固。UHPC肋叠合板支座处的纵向钢筋配置应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1的有关规定。当后浇叠合层厚度不低于预制层厚度的1.5倍时，支承端预制板内纵向受力钢筋可采用间接搭接方式锚入支承梁或墙的现浇层内，并应符合下列规定：

1 附加钢筋的面积应通过计算确定，且不应少于受力方向跨中板底钢筋面积的1/3；

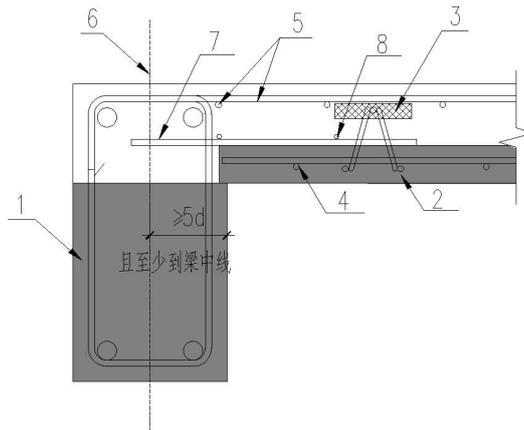
2 附加钢筋直径不宜低于8mm，间距不宜大于250mm；

3 当附加钢筋为构造钢筋时，伸入后浇叠合层的长度不应低于与板底钢筋的受压搭接长度，伸入支座的长度不应低于 $15d$ （ d 为附加钢筋直径）且宜伸过支座中心线；当附加钢筋承受拉力时，伸入支座的长度不应低于受拉钢筋锚固长度，伸入楼板的长度不应低于与板底钢筋的受拉搭接长度；

4 垂直于附加钢筋的方向宜布置横向分布钢筋，在搭接范围内不宜少于3根，且钢筋直径不宜低于6mm，间距不宜大于250mm。



(a) UHPC肋叠合板端节点构造示意图



(b) UHPC肋叠合板侧节点构造示意图

1-支承梁或墙；2-实心底板；3-UHPC肋；4-底板钢筋；5-后浇层钢筋；6-中心线；7-附加钢筋；8-横向分布钢筋

图4.5.1 UHPC肋叠合板节点示意图

【条文说明】

4.5.1 当后浇混凝土叠合层厚度不低于预制层厚度的1.5倍时，预制板板底钢筋可采用分离式搭接锚固，预制板板底钢筋伸到预制板板端，在后浇层内设置附加钢筋伸入支座锚固。板底钢筋采用分离式搭接锚固有利于预制板加工及方便施工。当叠合板板底钢筋采用其他锚固形式时，应满足现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1的有关规定。

UHPC肋叠合板板侧出筋，使用后浇带式整体接缝的构造形式应符合《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》T/CECS 715的相关规定。

5 楼承板设计

5.1 一般规定

5.1.1 施工阶段设计时，应对超高性能混凝土肋楼承板（TM板）进行短暂设计状况下的承载能力极限状态设计；使用阶段设计时，应对TM板进行持久状况下的承载能力极限状态和正常使用极限状态设计，并应符合现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068的有关规定。

5.1.2 TM板按连续板设计时，支座处配筋应计算确定，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定；按简支板设计时，支座截面应按本规程第5.2.4节的规定配置构造钢筋。

5.1.3 TM板可按普通现浇混凝土板的设计原则进行使用阶段设计，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定，并应符合下列规定：

1 TM板底板宜采用高性能混凝土，应考虑底板与后浇混凝土的共同受力，其他形式的不应考虑；

2 计算弯矩时应采用计算跨度，计算跨度宜取支座中心线距离；

3 计算剪力时可采用净跨度；

4 应根据支座构造及结构设计要求，支座按简支、固接或连续计算。

5.1.4 TM板在施工阶段如设置临时支撑时，临时支撑的设计及施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

5.1.5 TM板长边与短边长度之比不大于2时，应按双向板设计；当长边与短边之比大于2.0，但不大于3.0时，宜按双向板设计。与UHPC桁架肋垂直方向的配筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定。

5.1.6 多跨连续TM板采用弹性分析计算内力时，可考虑塑性内力重分布，但支座弯矩调幅不宜大于20%。

5.1.7 TM板的防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016对楼板的有关规定。

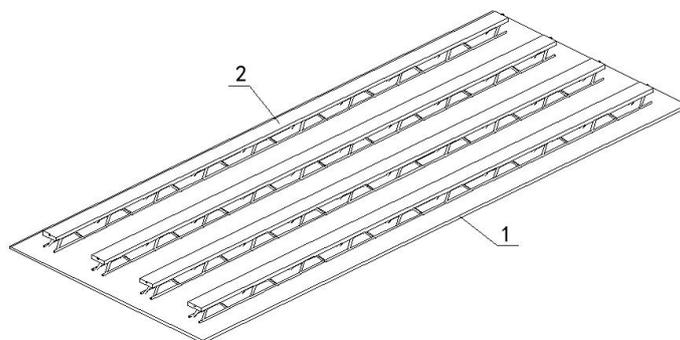
5.2 构件设计

5.2.1 TM板采用支腿式UHPC桁架肋，与底板分体式浇筑，支腿与底板可靠锚固，底板为高性能混凝土薄板，高度不应低于15mm。三维视图见图5.2.1-1，截面形式、侧面形式可根据结构实际情况分别按图5.2.1-2取用，且应符合下列规定：

1 底板宽度不宜大于1800mm，采用300mm模数标准板，宜使用宽度900mm及1200mm；

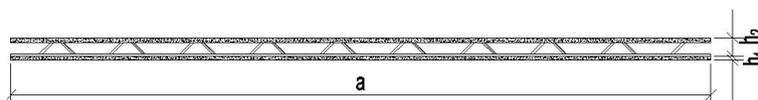
2 UHPC桁架肋的构造设计应符合4.2.1要求；

3 UHPC桁架肋间距 b_2 不宜大于200mm；UHPC桁架肋与板侧间距 b_3 不宜低于100mm；

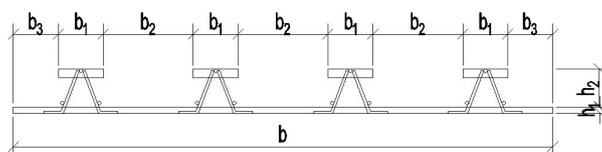


1-高性能混凝土实心薄板；2-UHPC桁架肋（支腿型）

图5.2.1-1 TM板三维视图



(a) TM板正视图



(b) TM板侧视图

a-实心底板的长度；b-实心底板的宽度； b_1 -UHPC桁架肋宽度； b_2 -UHPC桁架肋间距； b_3 -UHPC桁架肋距板侧的距离； h_1 -实心底板高度； h_2 -UHPC桁架肋板面高度

图5.2.1-2 TM板示意图

5.2.2 TM板应采用分体式生产的生产工艺，TM板编号规则参照本规程4.2.2的有关规定。

5.2.3 TM板施工阶段最大免支撑跨度可结合产品及工程实际情况经计算确定。

5.2.4 TM板纵向连接处，上、下弦部位应布置连接钢筋，连接钢筋应跨过支座并向板内延伸，且应满足下列规定：

1 当TM板在该支座设计成连续板时，支座附加上筋应按计算确定，并应符合下列规定：

(1) 当支座附加上筋与钢筋桁架上弦钢筋搭接连接时，搭接长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定；

(2) 当支座附加上筋不与钢筋桁架上弦钢筋搭接连接时，从支座边伸入板内的长度应覆盖负弯矩包络图并符合钢筋锚固要求，且不应低于计算跨度的1/4。

2 当TM板在该支座处设计成简支板时，支座处应配置支座附加上筋和支座附加下筋，并应符合下列规定：

(1) 支座附加上筋直径不宜低于8mm，间距不宜大于200mm。支座附加上筋由钢筋桁架端部向板内延伸长度 l 不应低于 $1.6l_a$ ，且不应低于300mm。

(2) 支座附加下筋直径不宜低于8mm，间距不宜大于200mm。支座附加上筋由钢筋桁架端部向板内延伸长度 l 不应低于 $1.2l_a$ ，且不应低于300mm。

3 钢筋桁架伸入支座时，钢筋桁架支座竖筋外侧至支座边缘的距离不宜低于50mm；钢筋桁架不伸入支座时，宜搁置在支承件或临时支撑上，搁置长度不宜低于50mm，且搁置长度内钢筋桁架与底板应有可靠连接。

5.2.5 TM板在有较大集中荷载或线荷载部位应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010设置加强钢筋。

5.2.6 当TM板跨度小于6m时，宜使用简支板构造形式。当TM板跨度大于6m时，宜采用连续板构造形式，与免涂装组合次梁配套使用，实现多跨连续。TM连续板栓钉开孔大小根据现场需求确定，连续板生产脱模起吊应使用特制吊具及相应设备，确保平稳起吊。

【条文说明】

5.2.6 当TM板板进行6m以上设计时，需进行专门的设计计算和分析，连续板应用模式可按照本规程附录A的要求进行设计。

5.3 设计计算

I 施工阶段承载力及变形计算

5.3.1 TM板施工阶段的荷载标准值应按下列规定采用：

- 1 永久荷载：TM板、钢筋和混凝土自重。
- 2 可变荷载：施工荷载，应以施工实际荷载为依据，施工可变荷载不宜低于1.5kN/m²。
- 3 集中荷载：可取1.0kN。

【条文说明】

5.3.1 施工荷载指施工人员和施工设备产生的荷载，应考虑施工过程中可能产生的冲击和振动作用。若有过量的冲击、混凝土堆载以及管线等尚应考虑附加荷载。由于施工习惯和方法的不同，施工阶段的可变荷载也不完全相同，因此测量施工时的施工荷载是十分重要的。UHPC肋楼承板施工阶段的承载力和挠度，应按实际施工荷载计算，可参考现行国家行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162规定的施工荷载取值。《组合楼板设计与施工规范》CECS 273给出“当能测量施工实际可变荷载或实测施工可变荷载低于1.0kN/m²时，施工可变荷载可取1.0kN/m²”，本规程进一步控制免支撑情况下UHPC肋楼承板的挠度，将可变荷载提高至1.5kN/m²。

5.3.2 TM板进行施工阶段承载力计算时，荷载效应组合的设计值应按下式确定：

$$S=1.3S_s+1.5S_c+1.5S_q \quad (5.3.2)$$

2)

式中：

S——荷载效应设计值；

S_s——TM板和钢筋自重计算截面产生的荷载效应标准值；

S_c——混凝土自重计算截面产生的荷载效应标准值；

S_q——施工阶段可变荷载计算截面产生的荷载效应标准值。

【条文说明】

5.3.2 现行国家标准《建筑结构可靠性统一标准》GB 50068给出了荷载基本组合的效应设计值，但在TM板混凝土浇筑过程中，混凝土处于非均匀的流动状态，可能造成单块楼承板受力较大。为保证安全，参考现行国家标准《建筑结构可靠性统一标准》GB 50068的有关规定，在现行协会标准《组合楼板设计与施工规范》CECS 273的基础上适当提高混凝土在湿状态下的荷载分项系数。

5.3.3 TM板应根据施工时楼板临时支撑情况，按单跨、两跨或多跨计算。计算时可取一榀UHPC桁架肋并向两侧外延半个间距的范围为一个计算单元，并应符合下列规定：

1 钢筋桁架各杆件承载力应满足下式的要求：

$$\frac{\gamma_0 N}{A_s} \leq 0.9 f_y \quad (5.3.3-1)$$

式中：

N ——杆件轴心压力或拉力设计值(N)；

f_y ——钢筋抗拉强度设计值(N/mm²)；

A_s ——计算单元宽度范围内钢筋截面面积(mm²)；

γ_0 ——施工阶段结构重要性系数，可取0.9。

2 钢筋桁架各受压杆件稳定性应满足下式的要求：

$$\frac{\gamma_0 N}{\phi A'_s} \leq f'_y \quad (5.3.3-2)$$

式中：

N ——杆件轴心压力设计值(N)，可按桁架模型或梁模型计算；

f'_y ——钢筋抗压强度设计值(N/mm²)；

ϕ ——轴心受压构件的稳定系数，按国家标准《钢结构设计标准》GB 50017中b类截面计算确定；

A'_s ——计算单元宽度范围内受压钢筋截面面积(mm²)。

【条文说明】

5.3.3 本条参照现行协会标准《组合楼板设计与施工规程》CECS 273给出了楼承板施工阶段的承载力及变形计算内容。钢筋桁架的杆件一般为轴心受力构件，当存在

杆件弯矩较大且不可忽略等特殊情况下，应根据杆件实际受力情况进行承载力及变形计算。

5.3.4 施工阶段TM板挠度计算应符合下列规定：

1 跨内不设置临时支撑时，应按永久荷载和可变荷载的标准组合计算楼承板的挠度，挠度限值不应大于楼承板计算跨度的1/180和20mm的较小值；

2 跨内设置临时支撑时，应按永久荷载标准值计算楼承板的挠度，挠度限值宜取为计算跨度的1/400，计算跨度应按楼承板支承情况取相邻临时支撑间距或临时支撑与楼承板端部支座的距离；

3 挠度值应符合设计要求。

【条文说明】

5.3.4 本条规定了施工阶段楼承板的挠度验算要求。跨内不设置临时支撑的工况主要在钢结构和短跨的混凝土结构中，《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018规定，施工阶段不考虑可变荷载，其挠度限值为跨度L的1/200。原冶金工业部标准《钢-混凝土组合楼盖设计与施工技术规范》YB 9238和《高层民用建筑钢结构技术规范》JGJ 99均考虑了施工可变荷载，其挠度限值 $[v]=\min\{L/180, 20\text{mm}\}$ ，长期以来我国工程实践均按此规定执行，取得了较好的工程经验，因此没有采用《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018的规定。

当跨内设置临时支撑时，楼承板底模在混凝土浇筑完成后即作为楼板底的装饰板，为了避免装配式楼板使用阶段总挠度变形过大，施工阶段应相对严格控制楼承板的挠度变形。《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 中第4章对模板工程的条款，明确了施工阶段楼承板变形限值的规定，其在永久荷载标准值下的挠度限值宜取为模板构件计算跨度的1/400，本条按照该规定执行。

5.3.5 施工阶段，在荷载标准组合作用下按照弹性方法计算的实心底板正截面边缘的材料法向拉应力，不应超过实心底板材料抗折强度标准值乘以折减系数0.8。在荷载标准组合值作用下，底板不应出现裂缝。

【条文说明】

5.3.5 TM板应按本规程的要求进行型式检验，重点检验TM板在施工阶段的力学性能，在永久荷载和可变荷载的标准组合值荷载作用下，实心底板不应出现裂缝。

II 使用阶段承载能力极限状态设计

5.3.6 使用阶段，TM板承载能力极限状态设计应符合下列规定：

1 不设置临时支撑时：

(1) 正弯矩区段：

$$M=M_{1G}+M_{2G}+M_{2Q} \quad (5.3.6-1)$$

(2) TM板在支座处不连续时，楼板连接钢筋处负弯矩区段：

$$M=M_{2G}+M_{2Q} \quad (5.3.6-2)$$

(3) TM板在支座处连续时，钢筋桁架连续处负弯矩区段：

$$M=M_{1G}+M_{2G}+M_{2Q} \quad (5.3.6-3)$$

2 设置临时支撑时，TM板正负弯矩区段：

$$M=M_{1G}+M_{2G}+M_{2Q} \quad (5.3.6-4)$$

式中：

M ——TM板弯矩设计值(N·mm)；

M_{1G} ——UHPC肋装配式楼板自重在设计截面产生的弯矩设计值(N·mm)；

M_{2G} ——除UHPC肋装配式楼板自重以外，其他永久荷载在设计截面产生的弯矩设计值(N·mm)；

M_{2Q} ——可变荷载在设计截面产生的弯矩设计值(N·mm)。

【条文说明】

5.3.6 使用阶段，TM板内力计算不仅与支座条件有关，同时也与其加载时、施工时临时支撑条件有关。本条参考现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中叠合构件设计的有关规定给出了荷载组合。

1 不设置临时支撑，TM板正弯矩截面始终承受着施工阶段(也称第一阶段)的混凝土自重荷载，两阶段荷载组合后，计算TM板正弯矩区正截面极限承载力时，认为钢筋桁架下弦杆全部屈服，见式(5.3.6-1)；TM板在支座不连续时，断开处的附加连接钢筋负弯矩区正截面，在混凝土硬结前，负弯矩钢筋与混凝土没有粘结，负弯矩区钢筋不承受荷载，负弯矩区钢筋承受的是混凝土硬结后，除TM板和混凝土自重以外的荷载，因此本规程给出了式(5.3.6-2)；TM板钢筋桁架连续处，由于钢筋桁架上弦已承受施工阶段的永久荷载，因此本规程给出了式(5.3.6-3)；

2 设置临时支撑时，由于拆除临时支撑时，混凝土已经硬结，虽然加载时对结构受力有一些影响，但影响较小。因此本规程规定按普通钢筋混凝土现浇板组合计

算弯矩设计值。实际设计时，大多按一次加载计算弯矩设计值，即按式(5.3.6-4)计算，这样是偏于安全的。

5.3.7 使用阶段TM板正截面受弯承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

5.3.8 使用阶段TM板斜截面承载力计算时可不考虑UHPC桁架肋中腹杆的作用，受剪承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

5.3.9 TM板在局部荷载作用下，受冲切承载力应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

III 正常使用极限状态设计

5.3.10 使用阶段，TM板的挠度计算应符合下列规定。

1 最大挠度限值应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

2 施工无支撑时，应按下式计算：

$$\Delta_{q0} = \Delta_{1Gk} + \Delta_{2Gk} + \sum_{i \geq 1} \psi_{qi} \Delta_{Qik} \quad (5.3.10-1)$$

3 施工有支撑时，应按下式计算：

$$\Delta_{qb} = \Delta_{1Gk} + \Delta_{2Gk} + \sum_{i \geq 1} \psi_{qi} \Delta_{Qik} \quad (5.3.10-2)$$

式中：

Δ_{q0} ——施工无支撑时板的挠度值(mm)；

Δ_{qb} ——施工有支撑时板的挠度值(mm)；

Δ_{1Gk} ——施工阶段按永久荷载标准组合计算的UHPC肋楼承板挠度值(mm)；

Δ_{2Gk} ——除板自重外，其他永久荷载标准值作用下，且考虑荷载长期作用影响的UHPC肋楼承板挠度值(mm)；

Δ_{Qik} ——第*i*个可变荷载标准值作用下，且考虑荷载长期作用影响的UHPC肋楼承板板挠度计算值(mm)；

ψ_{qi} ——第*i*个可变荷载的准永久值系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009采用；

Δ'_{1Gk} ——板自重标准值作用下，且考虑荷载长期作用影响的UHPC肋楼承板挠度计算值。

【条文说明】

5.3.10当施工阶段无支撑时，TM板中的UHPC桁架肋下弦钢筋出现“应力超前”现象，本条参照现行协会标准《组合楼板设计与施工规程》CECS 273给出了钢筋桁架下弦钢筋拉应力计算要求。当施工阶段有支撑时，可按整体现浇钢筋混凝土板一次加载进行挠度计算。

5.3.11TM板中UHPC桁架肋弦杆钢筋拉应力，在施工阶段跨内不设置临时支撑时，应按下列公式验算：

$$\sigma_{sk} = \sigma_{s1k} + \sigma_{s2k} \leq 0.9f_y \quad (5.3.11-1)$$

$$\sigma_{s1k} = \frac{M_{1Gk}}{h_{t0}A_s} \quad (5.3.11-2)$$

$$\sigma_{s2k} = \frac{M_{2k}}{0.87A_s h_0} \quad (5.3.11-3)$$

式中：

A_s ——计算单元宽度范围内UHPC桁架肋下弦钢筋截面面积(mm²)；

f_y ——钢筋抗拉强度设计值(N/mm²)；

h_0 ——UHPC桁架肋下弦钢筋中心到受压区混凝土边缘的距离(mm)；

h_{t0} ——UHPC桁架肋顶部混凝土翼缘中心线与下弦钢筋中心线的距离(mm)；

M_{1Gk} ——施工阶段按永久荷载标准组合作用下的计算截面弯矩(N·mm)；

M_{2k} ——使用阶段除TM板及钢筋、混凝土自重外的荷载标准组合作用下的计算截面弯矩(N·mm)；

σ_{s1k} ——施工阶段按永久荷载标准组合计算的UHPC桁架肋下弦钢筋的拉应力(N/mm²)；

σ_{s2k} ——使用阶段在弯矩 M_{2k} 作用下的UHPC桁架肋下弦钢筋的拉应力(N/mm²)；

σ_{sk} ——按荷载标准组合计算的UHPC桁架肋下弦钢筋的拉应力(N/mm²)。

【条文说明】

5.3.11 当施工阶段无支撑时，TM板中的UHPC桁架肋下弦钢筋出现“应力超前”现象，本条参照现行协会标准《组合楼板设计与施工规程》CECS 273给出了钢筋桁架下弦钢筋拉应力计算要求。

5.3.12 使用阶段，TM板最大裂缝宽度计算应符合下列规定：

1 最大裂缝宽度限值应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定；

2 可按普通现浇混凝土受弯构件按荷载准永久组合并考虑长期作用影响的最大裂缝宽度计算公式计算；

3 施工阶段无支撑时，计算最大裂缝宽度时钢筋应力可仅考虑使用阶段除TM板及钢筋、混凝土自重外的荷载准永久组合作用下的结果。

【条文说明】

5.3.12 施工阶段有支撑时，TM板的最大裂缝宽度计算方法与普通钢筋混凝土受弯构件完全相同；施工无支撑时，由于施工阶段永久荷载(包括TM板及钢筋、混凝土自重)在混凝土凝固前已传递，使得混凝土开裂滞后，计算最大裂缝宽度时可不考虑施工阶段永久荷载。

5.3.13 使用阶段，采用TM板的楼盖竖向自振频率和振动峰值加速度应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3等的有关规定。

5.4 板缝设计

5.4.1 TM板宜采用密拼式接缝节点，拼缝连接处可使用自粘式防水密封胶做防漏浆处理。

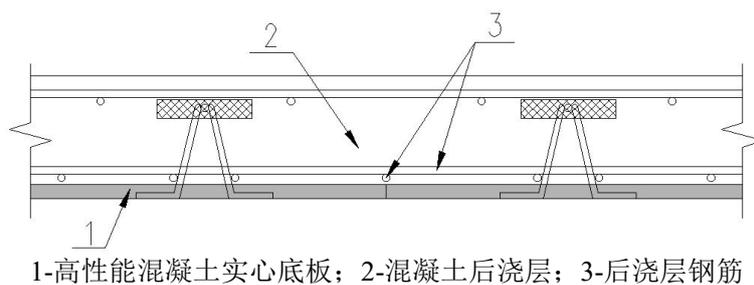


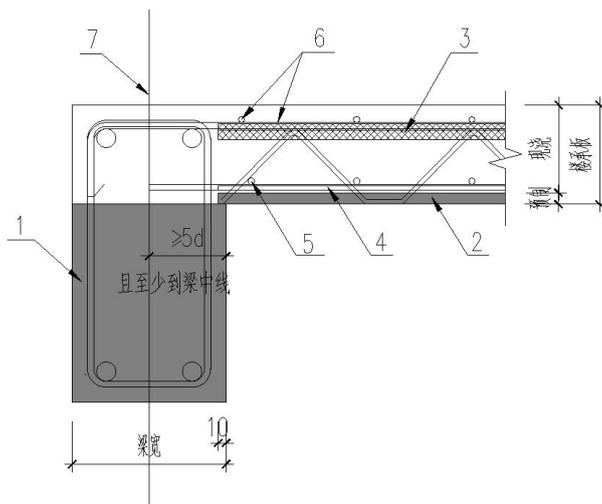
图5.4.1 TM板拼缝构造形式

5.4.2 TM板应采用平缝密拼的构造形式，主要工艺如下：基层处理→弹性材料填缝→第一道腻子施工并粘贴玻纤网格布→后续腻子施工刮平，宜使用水泥基防水黏结材料和以玻纤网格布为代表的加劲材料进行拼缝处理。

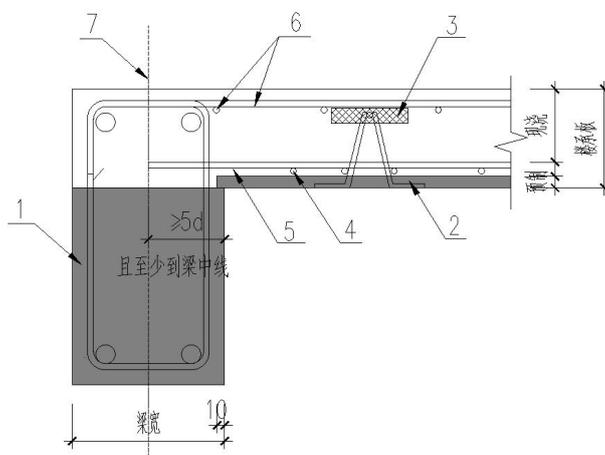
5.4.3 TM板进行施工图设计时，楼板面边缘补空处，根据TM板模数布置后可使用拼缝板（TP板）进行补空设计，TP板构造及应用详情见附录C。

5.5 节点设计

5.5.1 TM板搁置在预制混凝土梁、预制剪力墙支座时宜进行端部支撑施工，板端搁置长度不宜低于10mm，板侧搁置长度不宜低于10mm。UHPC桁架肋两端部各设置附加钢筋外伸于预制板外侧，作为支座钢筋使用。构造要求应符合下图规定（图5.5.1-1，图5.5.1-2）。



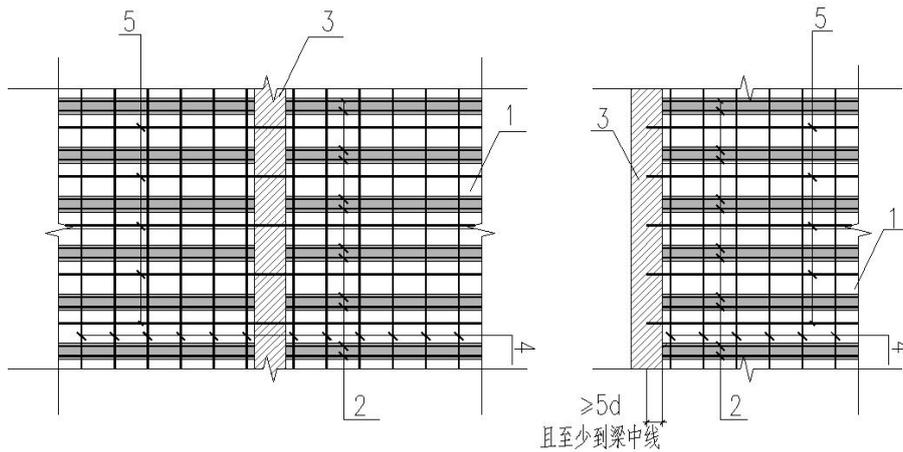
(1) 预制梁、预制剪力墙边支座、平行UHPC桁架肋方向



(2) 预制梁、预制剪力墙边支座、垂直UHPC桁架肋方向、出筋

1-预制梁、预制剪力墙；2-高性能混凝土实心薄板；3-UHPC桁架肋；4-附加钢筋；5-横向分布钢筋；6-后浇层钢筋；7-梁、墙中心线

图5.5.1-1 TM板预制梁节点构造示意图

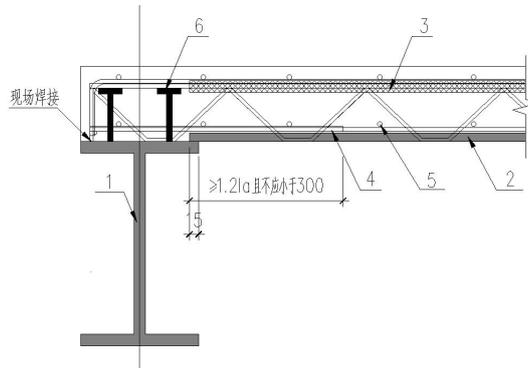


1-TM板；2-UHPC桁架肋下弦筋；3-支座；4-支座附加筋；5-横向钢筋

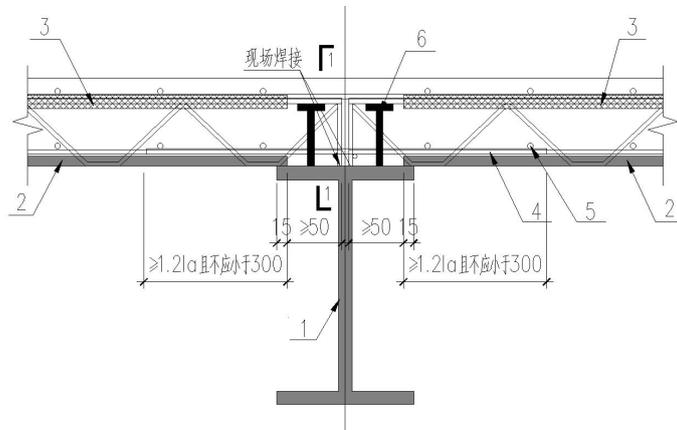
图5.5.1-2 TM板支座俯视图

5.5.2 TM板与钢梁之间应设置抗剪连接件。可采用栓钉焊接，并应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661的有关规定。

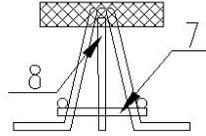
5.5.3 TM板与钢梁或钢-混凝土组合梁支座连接时，支座配筋连接构造如图所示（图5.5.3），且应符合本规程第5.2.3条、第5.2.4条的有关规定。



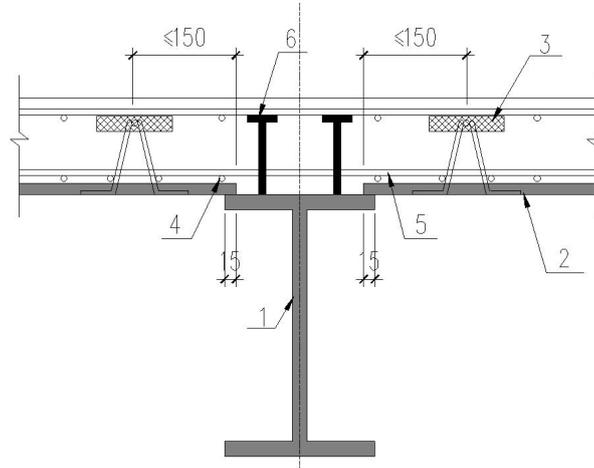
(a) 边支座节点



(b) 中间支座节点



(c) 1-1剖面图



(d)

1-钢梁；2-高性能混凝土实心薄板；3-UHPC桁架肋；4-支座附加钢筋；5-横向分布钢筋；6-栓钉；7-支座横筋；8-支座竖筋

图5.5.3 TM板钢梁节点构造示意图

6 制作、堆放与运输

6.1 一般规定

6.1.1 UHPC肋预制板生产企业应建立完整的质量、职业健康安全和环境管理体系。

【条文说明】

6.1.1 完善的质量管理体系和制度是质量管理的前提条件和企业质量管理水平的体现。质量管理体系中应建立并保持与质量管理有关的文件形成和控制工作程序，该程序应包括文件的编制、审核、批准、发放、变更和保存等。

6.1.2 UHPC肋预制板生产企业应具有固定的生产场所、相应的生产和养护设备设施、堆放场地和设备设施，具有必要的原材料、半成品和成品的试验及检验能力，并建立完善的技术资料统计和质量保障管理体系。

6.1.3 UHPC肋预制板生产前，宜采用BIM技术校核深化设计图，并应组织图纸会审，对其设计要求和质量标准进行技术交底，制定生产方案。生产方案应包括生产工艺、模具方案、生产计划、质量控制措施、成品保护、堆放及运输等内容。

【条文说明】

6.1.3 技术交底包括制定生产工艺方案、生产计划、操作程序、质量控制措施、成品保护、运输与堆放要求等内容。

6.1.4 应根据UHPC肋预制板深化设计要求选择合适的粗糙面生产工艺及材料。

6.1.5 UHPC肋预制板的制作除应符合本文件规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

6.1.6 UHPC肋预制板宜在工厂制作，也可在施工现场制作。

【条文说明】

6.1.6 有条件的地区，UHPC肋预制板宜在工厂制作；无条件的地区，也可在施工现场制作。

6.1.7 UHPC肋预制板的制作场地和施工现场应满足起吊、堆放、运输等要求，防止构件破损、丧失稳定等情况的发生。

【条文说明】

6.1.7 UHPC肋预制板的产品质量和安装质量对结构受力和安全有重大影响，在出厂和安装施工前应严格控制制作和安装的质量以保证UHPC肋预制板的正常使用功能。

6.2 UHPC桁架肋

6.2.1 生产 UHPC桁架肋原材料主要有水泥、骨料、矿物掺和料、外加剂、拌合用水、纤维以及钢筋，UHPC桁架肋生产所用原材料应符合下列规定：

1 水泥

水泥应符合GB175-2007的规定，水泥标号为52.5及以上。

2 骨料

细骨料应符合GB/T 14684-2022的规定，宜选用粒径为0.25mm-0.5mm的天然砂，含泥量不应大于0.5%，泥块含量应为0%。

粗骨料应符合GB/T 14685-2022的规定，粒径不宜大于10mm。

3 矿物掺合料

硅灰应符合GB/T 27690-2011的规定，SiO₂含量宜大于90%。

粉煤灰应符合GB/T 1596-2017的规定，宜使用I级粉煤灰。

4 外加剂

外加剂应符合GB 8076-2008和GB 50119-2013的规定，宜选用减水率不小于30%的高性能减水剂。

5 拌合用水

拌合用水应符合JGJ 63-2006的规定。

6 纤维

超高性能混凝土中掺加的合成纤维应符合GB/T 21120-2018的规定。

超高性能混凝土中掺加的玻璃纤维应符合JC/T 572-2012的规定。

超高性能混凝土中掺加的钢纤维宜采用长度为6mm-25mm、直径为0.10mm-0.25mm、抗拉强度不低于2000MPa的微细钢纤维。

以上纤维且应通过试验验证，满足超高性能混凝土设计性能要求时方可使用。

6.2.2 UHPC桁架肋生产模具应具有足够的承载力、刚度、强度和平整度，且应符合预制板的精度要求。模具设计应便于模具拼拆、钢筋桁架的放置、混凝土浇筑、振捣和脱模，对跨度较大的UHPC肋的模具应根据设计要求预设反拱。

6.2.3 UHPC桁架肋生产设备应配套齐全，主要包括UHPC粉料存储设备、浇筑模具、搅拌设备、振捣设备、养护设备。

1 粉料存储设备

粉料存储设备应能保证粉料在3个月存储期内不出现受潮、结团等现象。

2 浇筑模具

浇筑模具在结构上应保证整体性，不得出现边侧漏浆的现象；在材料选用上，应选用低温钢或超高分子量聚氯乙烯作为浇筑模具材料，其表面平均粗糙度（Ra）不宜超过3.2um。

3 搅拌设备

搅拌设备宜采用立轴行星搅拌机，行星轴数量不宜少于2个。

4 振捣设备

振捣设备应符合GB/T15149-2018中的规定，振捣设备振动频率宜80Hz-150Hz，振幅不宜大于1.5mm。

5 养护设备

养护设备所提供的养护环境应符合JGJ 63-2019。

6.2.4 UHPC桁架肋中钢筋桁架的钢筋材质与性能应符合下列规定：钢筋桁架的钢筋公称直径，上弦钢筋不应低于6mm，下弦钢筋不应低于6mm，腹杆钢筋不应低于4mm。钢筋桁架的尺寸允许偏差应符合表6.2.4的规定：

表6.2.4 钢筋桁架的尺寸允许偏差

项目	允许偏差（mm）	检验方法
长度	0~10	尺量上弦和下弦钢筋长度
设计高度	-3	尺量钢筋桁架两端，取平均值
设计宽度	±2	尺量钢筋桁架两端，取平均值

相邻焊点中心距	±3	丈量上弦钢筋连续5个中心距，取平均值
钢筋平直度	±5	按压钢筋桁架一端，丈量另一端翘起高度

6.2.5 UHPC桁架肋成品检验

1 UHPC桁架肋的外观质量要求应符合表6.2.5-1的规定。

表6.2.5-1 外观质量

检验项目	现象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	桁架上弦筋未被UHPC包裹而外露	跨中1/3部位出现露筋	其他部位出现少量露筋，且长度不大于100mm
破损	因外部冲击或强度不足UHPC出现缺损	UHPC桁架肋主要受力部位破损	其他部位有少量破损
不垂直	UHPC桁架肋上翼缘肋板出现歪斜	UHPC桁架肋出现歪斜，歪斜大于15°	UHPC桁架肋出现歪斜，歪斜低于15°
裂缝	裂缝从UHPC表面延伸至内部	UHPC桁架肋主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
检测方法	GB50204		

UHPC桁架肋验收外观质量为一般缺陷时，进行修补达标后可验收通过，达到严重缺陷视为不符合质量验收标准，不得作为合格成品存放。

2 尺寸要求

UHPC桁架肋的尺寸偏差应符合表6.2.5-2的规定。

表6.2.5-2 UHPC桁架肋尺寸偏差

序号	检验项目	允许偏差 (mm)
1	长度	±5
2	宽度	±2
3	高度	±5
4	垂直度	15°
5	侧向弯曲	L/750且≤20
6	翘曲	L/750

7	UHPC桁架肋平整度	顶2；底3
检测方法	GB/T 51231	
备注	L为构件长度，单位为mm	

3 UHPC桁架肋性能要求

UHPC桁架肋的性能要求指标应符合表6.2.5-3的规定。

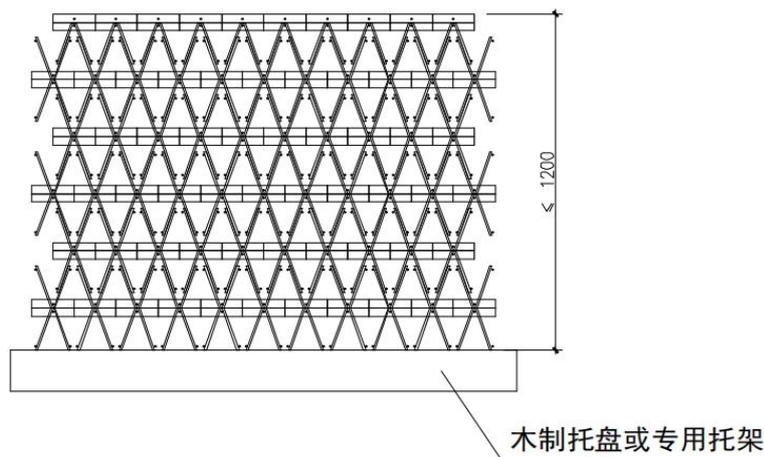
表6.2.5-3 UHPC桁架肋性能要求

项目	指标	试验方法
混凝土抗压强度 (MPa)	不应低于100	GB/T 50081-2019
混凝土弹性模量 (GPa)	不应低于40	GB/T 50081-2019

6.2.6 UHPC 桁架肋堆放应按水平受力依次码放，应采用叠放的方式进行堆放，且底部应放置托盘或托架，放置和数量按设计要求，堆放不宜超过12层。宜采用高强尼龙带或钢带打包的形式，同时桁架肋打包时应按照规格长度进行分类打包，每一托规格宜一致。

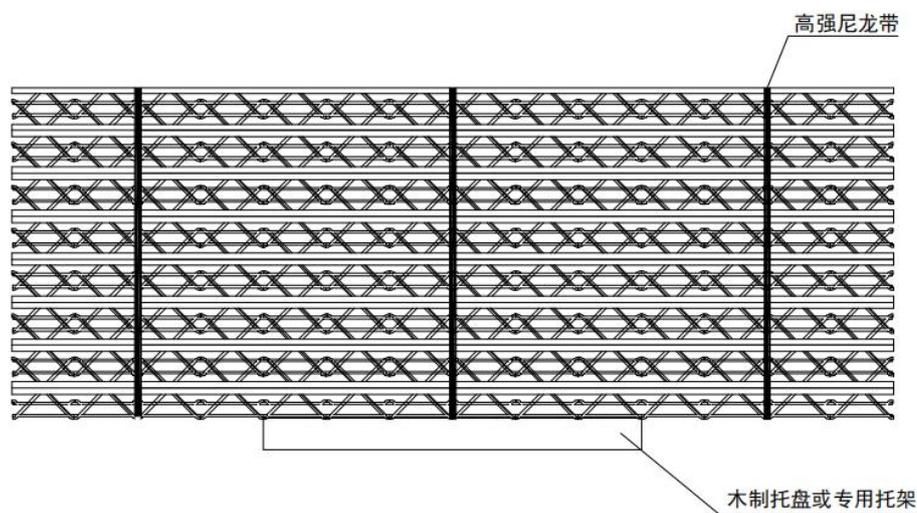
【条文说明】

6.2.6 桁架肋侧面贴紧放置，堆放宽度不宜超过1000mm，钢筋桁架上下交叉放置为一层，一层为11根（5+6）UHPC桁架肋，且不宜超过12层，最下面一层钢筋桁架应朝下放置，见图6.2.6-1。

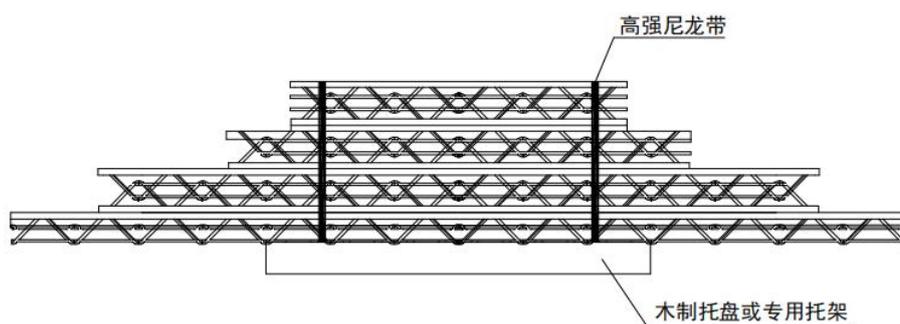


6.2.6-1 UHPC桁架肋堆放打包示意图

UHPC 桁架肋打包时，当长度大于3000mm时，打包不应少于三道，桁架肋端部从托盘悬挑长度不宜大于2000mm。每托标识牌上应体现桁架肋的规格、数量、对应楼栋号以及供货层号。具体打包方式见图6.2.6-2。



(a) 规格一致



(b) 规格不同

6.2.6-2 UHPC桁架肋打包堆放示意图

6.2.7 每批产品上应标明产品代号、编号及项目名称，包括规格型号、强度等级、产品等级、生产日期和检验章。

6.2.8 UHPC桁架肋成品运输过程应有专门的固定装置，运输过程中应避免磕碰，运输车辆应满足构件尺寸和载重要求。

6.3 UHPC肋预制板

6.3.1 UHPC肋预制板生产模具应具有足够的承载力、刚度、强度和平整度，且应满足预制板预埋吊件及其他预埋件的定位要求，符合预制板精度要求。模具

设计应便于模具拼拆、钢筋安装与定位、预留预埋件定位、混凝土浇筑与振捣和预制板脱模，对跨度较大的预制板的模具应根据设计要求预设反拱。

【条文说明】

6.3.1 模具是决定预制构件制作质量的关键，按设计要求及国家现行有关标准验收合格的模具方可用于UHPC肋预制板的制作，改制模具在使用前的检查验收同新模具使用。对于重复使用的模具，每次浇筑混凝土前也应核对模具的关键尺寸进行检查，并应针对模具的磨损进行及时、有效的修补。UHPC肋预制板预留孔设施、插筋、预埋吊件及其他预埋件应可靠地固定在模具上，并避免在浇筑混凝土过程中产生移位。

6.3.2 制作UHPC肋预制板的场地应平整、坚实，并应有排水措施。台座表面应光滑平整，2m长度内的表面平整度不应大于2mm，在气温变化较大的地区应设置伸缩缝。

6.3.3 UHPC肋预制板模具拼装应连接牢固、缝隙严密。与混凝土的接触面不应有划痕、锈渍和氧化层脱落等现象；模具拼装前应进行表面清理，脱模剂宜采用水溶性隔离剂，脱模剂不得污染钢筋表面。预制板模具拼装完成后，其尺寸偏差应符合《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231中9.3的规定。

6.3.4 UHPC肋预制板生产用钢筋应符合《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231中9.4的规定：

【条文说明】

6.3.4 钢筋对混凝土结构的承重能力至关重要，对其质量应从严要求。钢筋进厂时，应检查质量证明文件，并按有关标准的规定进行抽样检验。由于生产量、运输条件和各种钢筋的用量等差异，很难对钢筋进厂的批量大小做出统一规定，进厂检验的检验批应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的规定执行。

6.3.5 UHPC肋 预制板制作时，宜使用成品钢筋网片。钢筋、钢筋网片尺寸应准确，吊装时应采用多吊点的专用吊架，防止钢筋骨架变形。钢筋网片应轻放入模，入模时应平直、无损伤，表面不得有油污或者锈蚀。

6.3.6 混凝土保护层垫块宜采用塑料类垫块，且应与钢筋骨架绑扎牢固；垫块应按梅花状布置，间距应满足钢筋限位及变形控制要求。

6.3.7 UHPC肋预制板混凝土浇筑前，应对预制构件钢筋以及各种预埋部件进行隐蔽工程检查。

6.3.8 UHPC肋预制板混凝土浇筑应符合下列要求：

- 1 混凝土应均匀连续浇筑，铺摊均匀，投料高度不宜大于500mm；
- 2 应采取措施保证模具、预埋件、连接件不发生变形或移位，如有变形或移位应及时纠正；应注意对外伸钢筋、预留件及预埋件进行保护；
- 3 宜在投料完成后，采用低噪声振动平台一次振捣，可采用振捣棒、平板振动器作辅助振捣，避免漏振、过振；振捣完成后应当至少进行一次初抹压并及时量测混凝土浇筑厚度；
- 4 混凝土浇筑厚度应严格控制，并应使用专用的工具测量；
- 5 混凝土从出机到浇筑完成时间不宜超过40min。

【条文说明】

6.3.8 混凝土浇筑宜采用机械化数控布料。由于实心底板较薄，数控布料可有效保证底板厚度。振捣时随时检查，侧模不得有松动漏浆、端模不得有跑位，混凝土振捣过程中不应碰触钢筋。

6.3.9 UHPC肋预制板可根据需要选择自然养护、蒸汽养护、电加热养护或其他养护方式，并且应严格落实养护制度，严格控制升降温度速度和最高温度，并做好温度记录。

【条文说明】

6.3.9 自然养护的要求与现浇混凝土一致。蒸汽养护、电加热养护或其他养护方式应由构件生产企业根据具体情况确定养护制度，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的规定。

加热养护制度应通过试验确定，宜采用加热养护温度自动控制装置。宜在常温下预养护2h-6h，升、降温速度不宜超过20°C/h，最高养护温度不宜超过70°C。预制构件脱模时的表面温度与环境温度的差值不宜超过25°C。加热养护可加速混凝土凝结硬化，缩短脱模时间，加快模具的周转，提高生产效率。

6.3.10 UHPC肋预制板脱模宜先从侧模开始，先拆除固定预埋件的夹具，再打开其它模板。拆侧模时，不应损伤预制构件，不得使用震动方式拆模。确认螺栓、夹具全部拆卸后，将边模平行向外移除，防止边模变形。起吊前，应确认构件与模具间的连接部分已完全拆除，并宜使用专用吊具。

6.3.11 UHPC肋预制板起吊时，同条件养护混凝土试件抗压强度不应低于混凝土设计强度的75%；当强度不足时，应根据本文件第4.1.6条进行起吊验算并进行实物起吊验证，满足要求后方可起吊。

【条文说明】

6.3.11 预制构件脱模强度要根据构件的类型和设计要求决定，为防止过早脱模造成构件出现过大大变形或开裂，本规定提出构件脱模的最低要求。

6.3.12 UHPC肋预制板脱模后，存在不影响结构性能的局部破损或表面非受力细微裂缝时，可用修补浆料进行修补后使用。

6.3.13 UHPC肋预制板脱模后，应及时在构件上设置产品标识。

【条文说明】

6.3.13 产品标识内容应包括工程名称、构件编号、制作日期、合格状态、生产单位、构件规格、重量、质检员等信息。

6.3.14 UHPC肋预制板的制作、运输、堆放应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的有关规定。

6.3.15 制作UHPC肋预制板所用的混凝土、钢筋、线盒、预埋件等应按进厂批次进行检验，其质量应符合国家现行相关标准的规定。

【条文说明】

6.3.15 应进行进厂检验，经检测合格后方可使用。

6.3.16 UHPC肋预制板在混凝土浇筑前，应对纵筋、横筋、钢筋桁架等进行隐蔽工程验收；对于单位工程应执行首件检验制度，首件检验应该有业主、施工、监理、设计等共同参加。

6.3.17 UHPC肋 预制板的隐蔽工程检查与验收应包含下列内容：

- 1 钢筋的规格、数量、位置、间距、长度等；
- 2 预埋件、吊钩、插筋的规格、数量、位置等；
- 3 钢筋的混凝土保护层厚度；
- 4 预埋管线、线盒的规格、数量、位置及固定措施。

6.3.18 UHPC肋预制板构件在出厂前应进行成品质量检查与验收，其内容包括：

- 1 产品标识；
- 2 外观质量和尺寸偏差；
- 3 粗糙面质量；
- 4 预埋件、吊钩、插筋的规格、数量、位置；
- 5 预埋管线、线盒的规格、数量、位置。

6.3.19 UHPC肋预制板成品外观质量缺陷及缺陷处理应符合《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231中9.7的相关规定。

6.3.20 UHPC肋预制板成品外形尺寸允许偏差及检验方法应符合《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231中9.7的相关规定。

6.3.21 UHPC肋预制板强度达到设计值的100%，方可进行出厂运输。UHPC肋预制板可使用预埋吊环进行起吊，也可使用UHPC桁架肋兼作吊点进行起吊，缓起慢落，避免与其他物体碰撞，并应保证起重设备的吊钩位置与构件重心在垂直方向上重合。

【条文说明】

6.3.21 UHPC桁架肋兼做吊点起吊时，需采用专用吊具，吊具应具有足够的承载力和刚度，并保证每个吊点均匀受力。

6.3.22 UHPC肋预制板的吊点位置应合理设置，起吊就位应垂直平稳，两点起吊或多点起吊时吊索与板水平面所成夹角不宜低于60°，不应低于45°。

【条文说明】

6.3.22 吊索与板水平面所成夹角过小容易造成吊索受力过大而断裂。

6.3.23 应制定UHPC肋预制板的堆放与运输方案，其内容应包括运输时间、运输次序、堆放场地、运输线路、固定要求、堆放支垫及成品保护措施等。

【条文说明】

6.3.23 UHPC肋预制板的堆放和运输涉及质量和安全要求，应按工程或产品特点制定运输堆放方案，策划重点控制环节，对于特殊板型还要制定专门质量安全保证措施。

6.3.24 UHPC肋叠合板堆放时UHPC肋位置应上下对齐并且使用垫木垫实，堆放层数不应超过12层；UHPC肋楼承板堆放时可不设置垫木，直接堆叠于UHPC桁架肋上，但UHPC桁架肋位置应上下对齐，堆放层数不应超过12层；UHPC肋预制板堆放应有防止倾覆的措施，不同型号应分别堆放，并严禁混放。

【条文说明】

6.3.24 应按照产品品种、规格型号、检验状态分类存放，产品标识应明确、耐久，预埋吊件应朝上，标识应向外。构件清理标准为埋件内无残余混凝土、粗糙面分明、光面上无污渍。不允许倒置堆放，会导致底板破坏。因UHPC桁架肋刚度较大形状规整，且楼承板较轻，各层UHPC肋楼承板堆放可不设置垫木，但UHPC桁架肋位置应上下对齐，不得脱空，堆放层数不应大于12层，底板堆积过高，会由于自重过大使底板产生受压变形，且堆放层数应根据构件、垫块的承载能力及堆垛的稳定性确定，必要时应设置防倾覆措施。

6.3.25 装车时，应将UHPC肋预制板绑扎牢固，防止构件松动脱落。

6.3.26 运输时，UHPC肋预制板从支点处挑出的长度应经过验算。

【条文说明】

6.3.26 UHPC肋预制板从支点处挑出的长度过大，在运输车辆颠簸时易产生横向裂纹。

6.3.27 UHPC肋预制板成品的运输宜选用低平板车，运输前应制定运输方案和应急预案，宜提前选择至少2条的可行路线进行运输。在运输过程中应做好安全和成品防护，垫木设置应符合6.3.24条规定；应设置柔性垫片避免构件边角部位或链索接触处的混凝土损伤。

6.3.28 UHPC肋预制板成品堆放位置和次序，装车位置和次序，应与工程施工进度及次序相衔接。

7 施工安装

7.1 一般规定

7.1.1 UHPC肋预制板工程吊装施工前应编制施工组织设计或专项施工方案，并对施工人员进行技术交底。

【条文说明】

7.1.1 专项施工方案应按规定程序审批，包含施工现场平面布置、UHPC肋预制板排版布置，场内转运路线、道路条件及吊装方案等；对涉及结构安全和人身安全的内容，应有明确的规定和相应的措施。

7.1.2 UHPC肋预制板入场应按本文件6.3.19与6.3.20进行验收。

7.1.3 施工现场的UHPC肋预制板运输道路和存放场地应平整、坚实，并应有排水措施；UHPC肋预制板运送到施工现场后需要存放时，应按规格、所用部位及吊装顺序分别存放，并采取可靠的稳定措施。存放场地应设置在吊装设备的有效起重范围内。

【条文说明】

7.1.3 UHPC肋预制板运输到施工现场后，可根据场地平面布置，分单元合理安排堆放，便于现场吊装施工。UHPC肋预制板临时堆放场地可合理布置在吊装机械覆盖范围内，宜从运输车辆上直接吊装，避免二次搬运。UHPC肋预制板应水平堆放，以避免其产生变形、开裂。

7.1.4 UHPC肋预制板卸放、吊装工作范围内不得有障碍物。UHPC肋预制板卸放与吊装不应影响运输道路正常使用。

7.1.5 安装过程中，应避免在UHPC肋预制板上集中堆放施工材料，施工材料自重及施工荷载不应超过施工荷载允许值。

7.1.6 UHPC肋预制板的安装施工除应符合本文件的规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666和国家有关劳保安全技术的规定。

7.1.7 UHPC肋预制板工程施工前应编制施工组织设计或专项施工方案，对施工现场平面布置、UHPC肋预制板制作、转运路线、道路条件及吊装方案等作出规定，并应经审查批准后方可施工。

【条文说明】

7.1.7 施工组织设计和专项施工方案应按程序审批，对涉及结构安全和人身安全的内容，应有明确的规定和相应的措施。UHPC肋预制板制作、转运路线、道路条件宜选择平直的运输路线，道路应平整坚实。

7.2 施工

7.2.1 吊装施工前，应进行测量放线，设置构件安装定位标识。楼层纵、横控制线和标高控制点应由底层原始点向上引测，以此放出UHPC肋预制板控制线，并根据预制板编号对安装部位进行编号。测量放线应符合现行国家标准《工程测量标准》GB 50026的有关规定。

7.2.2 吊装施工前，核对UHPC肋预制板的型号及长度，应按照施工方案中的吊装顺序对UHPC肋预制板提前编号，并宜在待铺设部位注明型号及长度。

7.2.3 吊具应根据UHPC肋预制板形状、尺寸及重量等参数进行设计和配置。吊具设计应符合下列规定：

- 1 吊点位置的合力点应与UHPC肋预制板构件的重心点重合；
- 2 当仅设有4个吊点时，应按照仅3个吊点工作的最不利情况对吊具进行验算；
- 3 计算UHPC肋预制板构件重量时，动力系数不应低于1.5；
- 4 吊索水平夹角不宜低于 60° ，且不应低于 45° ；
- 5 对尺寸较大、形状复杂或厚度较小的UHPC肋预制板构件，宜采用分配梁或分配桁架等工具式吊具。
- 6 对于连续板及单元板应用形式，应经计算后使用专用吊具进行吊装。

【条文说明】

7.2.3 UHPC肋预制板连续板模式时，跨度较大，脱模起吊运输应采用专用吊点吊具及平衡梁组进行设计验算，多点平衡起吊，缓慢起吊，如图7.2.3。

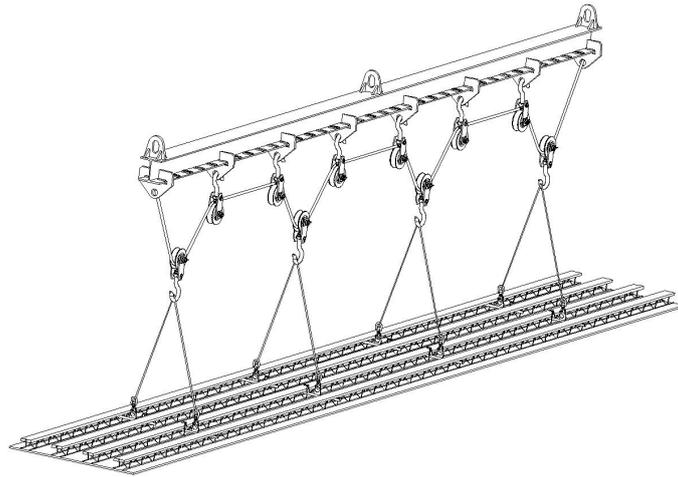
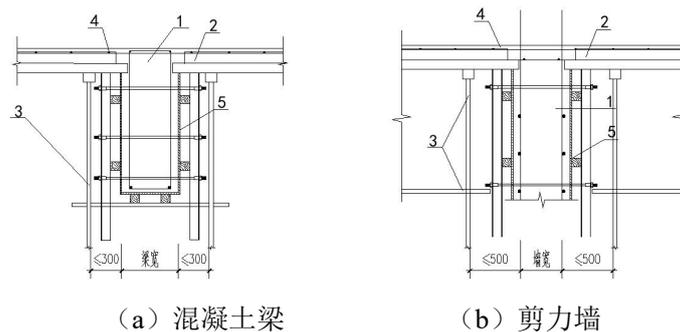


图7.2.3 UHPC肋连续板吊装示意图

7.2.4 UHPC肋预制板的安装可进行支撑设计，就位前应设置好支撑。

1 板端支撑：对于混凝土梁，在UHPC肋预制板两端距离支座300mm范围各内设置一道，对于剪力墙，在UHPC肋预制板两端距离支座500mm范围各内设置一道，对于与钢梁可不设支撑；如图7.2.4所示。



(a) 混凝土梁

(b) 剪力墙

1-混凝土梁或剪力墙；2-UHPC肋预制板；3-支撑；4-上部钢筋；5-模板体系

图7.2.4 板端支座处支撑布置示意图

2 跨内支撑布置应按计算确定；

3 板端外挑不大于0.5m；

4 全部支撑应进行承载力与稳定性计算；

5 支撑顶面应可靠抄平，以保证底板底面平整；支撑横梁要有足够的刚度并保证平直；应优先选用工字木、工字铝、工字钢、铝矩形管、钢矩形管，严禁使用圆钢管；

【条文说明】

7.2.4 支撑系统应具有足够的强度、刚度和整体稳定性，应能承受结构自重、施工荷载、风荷载、吊装就位产生的冲击荷载等的作用，不得使结构构件产生永久变形。

应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定进行检查与验收。

为防止后浇层混凝土浇筑工作时造成的混凝土不均匀堆积及泵送冲击荷载，宜对装配式楼板进行施工安全措施，当板长大于等于2.5m时宜进行一道安全防护支撑，防止预制板错缝及安全事故的发生。

7.2.5 UHPC肋预制板安装的临时支撑应根据设计方案设置，并应符合下列规定。

- 1 宜采用工具式支架和定型模板；
- 2 首层支架的地基应平整坚实，宜采取硬化措施；支撑架体立杆下宜设置垫块；竖向连续支撑层数不宜少于2层且上下层支撑应对准在一条垂直线上；
- 3 UHPC肋预制板边缘，应增设竖向支撑杆件，对泵管与布料机部位的UHPC肋预制板底部应进行支撑加固；
- 4 支架的高宽比不宜大于3，当高宽比大于3时，应加强整体稳固性措施。支架的轴向压缩变形或侧向挠度，不应大于计算高度或计算跨度的1/1000；
- 5 临时支撑架体搭设完成后应对其标高及垂直度进行校核；
- 6 临时支撑架体不得与外防护架相连接。

【条文说明】

7.2.5 UHPC肋预制板安装采用的临时支撑系统应具有足够的强度、刚度和整体稳定性，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定进行检查与验收。支撑架体标高校核时，应考虑支撑架体自身的变形，支架的轴向压缩变形或侧向挠度应经计算确定。

7.2.6 当UHPC肋预制板与预制梁等预制构件连接时，可免支撑施工；当与现浇梁等现浇构件连接时可进行少支撑施工。对施工阶段设有可靠支撑设计的叠合板，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的规定对模板与支撑进行设计，并应提出支撑的布置图。

7.2.7 当进行有支撑施工时，支撑拆除时的后浇层混凝土强度应符合下列规定：

- 1 当UHPC肋预制板跨度不大于2m时，同条件养护的混凝土立方体抗压强度不应低于设计混凝土强度等级值的50%；

2 当UHPC肋预制板跨度大于2m且不大于8m时，同条件养护的混凝土立方体抗压强度不应低于设计混凝土强度等级值的75%；

3 当UHPC肋预制板跨度大于8m时，同条件养护的混凝土立方体抗压强度不应低于设计混凝土强度等级值的100%。

【条文说明】

7.2.7 当UHPC肋预制板跨度较大时，若施工阶段承载力或变形不满足要求，应通过设置临时支撑解决。临时支撑位置与叠合板计算有关，应按设计图纸要求设置。临时支撑可采用托梁或从下层楼面及底层地面支顶的方式。托梁可以周转使用。当采用从下层楼面或从底层地面支顶的临时支撑时，采用孤立的点支撑可能造成UHPC肋预制板局部损坏，应将支撑柱顶紧木材或钢板等具有一定宽度的水平支撑，如果支撑柱下层着力点是楼面板，下支撑点亦应设置水平支撑。

7.2.8 施工荷载应符合设计要求和现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的规定，并应避免单个UHPC肋预制板承受较大的集中荷载；未经设计允许，施工单位不得擅自对UHPC肋预制板进行切割、开洞。

7.2.9 当按设计要求需设置现浇板带时，现浇板带的施工应符合下列要求：板带宽度低于200mm，可采用吊模现浇；板带宽度不低于200mm，应采用下部支模现浇。

7.2.10 UHPC肋预制板的吊装施工前应该进行以下准备工作：

1 应按国家现行有关标准的规定和设计方案的的要求对吊具与索具进行验收，核实现场环境、天气及道路状况等，确认满足吊装施工要求；

2 应核对UHPC肋预制板的规格和编号，吊装过程应严格按编号顺序进行；

3 吊装施工前，施工单位应根据工程特点和吊装计划安排施工作业人员，并配备劳动防护用品；

4 吊装作业区应实施隔离封闭管理，并设置警戒线和警戒标识；对无法隔离封闭的，应采取专项防护措施；

5 现场堆放应符合本文件第7.3.29条的规定，并优先采用从运输车辆上直接吊装，以避免二次倒运。

【条文说明】

7.2.10 吊装施工前，应复核吊装设备和吊具的吊装能力。对焊接类吊具，应进行验算并经验收合格后方可使用，预制构件安装顺序、校准定位及临时固定措施是装配式结构施工的关键工序，应在施工方案中明确规定并遵照执行。吊装作业应符合国家相关规范。

7.2.11 UHPC肋预制板的吊运应符合下列规定：

- 1 安装作业前，应根据当天的作业内容进行班前质量安全技术交底；
- 2 UHPC肋预制板起吊、移动、就位的全过程中，信号指挥、司索工、起重机械司机应保持通讯畅通并协调一致，信号不明时不得吊运和安装；
- 3 在吊运过程中应保持稳定，采用慢起、稳升、缓放的操作方式；UHPC肋预制板吊装就位后，应及时对安装位置、安装标高、相邻构件平整度、高低差、接缝尺寸进行校核与调整，并采取临时固定措施；当不满足设计要求时，应将UHPC肋预制板构件重新吊起，并通过可调节托座进行调节；
- 4 每班作业时宜先试吊一次，测试吊具与起重设备是否正常。每次起吊脱离运输车辆或存放点时，应适当停顿，确认起吊系统安全可靠后方可继续提升；
- 5 UHPC肋预制板宜采用垂直吊运，严禁斜拉与斜吊。吊装的UHPC肋预制板应及时安装就位，严禁长时间悬停在空中。宜在UHPC肋预制板构件两端绑扎溜绳，在吊装过程中，由操作人员控制构件的平衡和稳定，不得偏斜、摇摆和扭转；
- 6 UHPC肋预制板与吊具的分离应在定位校核和临时支撑安装完成后进行；
- 7 应在吊装前设置安全区域并派专人值守，禁止无关人员和车辆通行。

【条文说明】

7.2.11 UHPC肋预制板正式吊装时，应至少安排两个信号指挥员与起重机械司机沟通。起吊时以下方信号指挥员的发令为准，安装时以上方信号指挥员的发令为准。司索工是指吊装作业中主要从事地面吊具准备、捆绑挂钩、摘钩卸载等工作的工人，多数情况还担任指挥任务。司索工的工作质量与整个吊装作业安全关系极大。根据《建筑施工安全检查标准》JGJ59规定，起重机作业应设专职信号指挥员和司索工，一人不得同时承担信号指挥和司索作业。

7.3 现场施工

7.3.1 现场后浇层混凝土浇筑前应进行下列工作：

- 1 模板与UHPC肋预制板接缝处应采取防止漏浆的措施；
- 2 现场浇筑混凝土前，布设电气管、盒；并在浇筑混凝土前进行隐蔽验收，做好隐蔽工程施工记录；
- 3 应剔除并清理干净UHPC肋预制板上表面疏松的混凝土；清理干净后，应在混凝土浇筑前24h对节点及叠合面充分浇水润湿，浇筑前1h吸干积水；当气温低于5°C时，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666有关冬期施工的规定。
- 4 浇筑混凝土前，应按照设计要求铺设各类钢筋，宜采用成品钢筋网片。

【条文说明】

7.3.1 后浇层混凝土浇筑前，顶部受力钢筋、横向分布钢筋、拼缝防裂钢筋及后浇层内其他钢筋宜采用成品钢筋网片进行布置。并对钢筋布置进行逐项检查，合格后方可浇筑混凝土。已铺设好的钢筋应进行成品保护，禁止在UHPC肋预制板上行走或踩踏，禁止随意搬动、切断钢筋。UHPC肋预制板铺设完成后，在底板上还要继续各种施工作业，难免留下各种杂物，浇筑混凝土前必须清理干净，避免对现浇面的粘结性能造成不利影响。

7.3.2 后浇层的混凝土浇筑应符合下列规定：

- 1 混凝土浇筑应布料均衡，布料的堆积高度严格按后浇层厚度加施工活荷载1.5kN/m²控制，并应该采用振动器振捣密实，以保证与底板结合成一个整体；
- 2 浇筑和振捣时，应对模板及支架进行观察和维护，发生异常情况应及时处理；
- 3 UHPC肋预制板接缝处混凝土浇筑和振捣，应采取措施防止模板、相连接构件、钢筋、预埋件及其定位件移位；
- 4 现浇混凝土浇筑完成后，应及时对其表面标高进行校核；
- 5 后浇带应按施工技术方案进行留设和处理，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666的规定；

6 同一配合比的混凝土，试件留置应满足现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50024的有关要求。

【条文说明】

7.3.2 为保证人员安全，严禁在UHPC肋预制板跨中（临时支撑作为支座）部位倾倒混凝土。应严格控制布料堆积高度，防止因为集中荷载过大而造成UHPC肋预制板破坏、施工人员受伤。

免涂装梁施工应满足《部分包覆钢-混凝土组合结构技术规程》CECS 719的有关要求。

7.3.3 采用泵送混凝土浇筑时，应采取措施避免泵送设备超重或冲击力对UHPC肋预制板及支架造成影响。

【条文说明】

7.3.3 后浇层采用泵送混凝土浇筑时，应采取措施避免泵送设备的重量及水平冲击力对安装构件及临时支撑体系造成的损害。

7.3.4 后浇层混凝土浇筑完毕后12h内应进行覆盖浇水养护。当日平均气温低于5℃时，宜采用薄膜养护，养护时间不低于7d。

【条文说明】

7.3.4 冬期施工时，应按《混凝土结构工程施工规范》GB 50666及《建筑工程冬期施工规程》JGJ104等规范中有关冬期施工的要求采取相应措施。

7.3.5 当UHPC肋预应力混凝土叠合板采用连续板构造形式时，在整板吊装就位后，进栓钉固定，并使用灌浆料堵孔后进行整体浇筑，防止现场浇筑混凝土时漏浆。

7.3.6 单元板施工应满足《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205的相关要求，后浇层施工应满足7.3.1-7.3.4的相关要求。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.1 根据工程量和施工方法，可将叠合楼盖、柱或墙等组成的混凝土结构划分为一个或若干个子分部工程。每个子分部工程可划分为支撑、钢筋、混凝土、UHPC肋预制板、后浇层浇筑等分项工程。各分项工程可按工作班、楼层或施工段划分为若干检验批。

8.1.2 UHPC肋预制板分项工程的质量控制，应由预制构件企业或施工单位负责，并应符合本文件和现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的规定。预制构件由企业生产时，应提供产品合格证（合格证明文件、规格及性能检测报告等）、型式检验报告、出厂检验报告、进场复检报告和现场验收记录，型式检验和出厂检验应符合本规程附录B的规定，在施工现场生产时，应按批进行检验。

【条文说明】

8.1.2 当装配式混凝土结构工程存在现浇混凝土施工段时，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定进行其他分项工程和检验批的验收。

8.1.3 UHPC肋预制板施工用的原材料、部品、构配件均应按检验批进行进场验收。

8.1.4 浇筑混凝土前，应进行 UHPC肋预制板混凝土隐蔽工程验收。隐蔽工程验收应包括下列主要内容：

- 1 板面钢筋、附加钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距；
- 2 预埋件、预留管线的规格、数量、位置；
- 3 其他隐蔽项目。

【条文说明】

8.1.4 在后浇混凝土之前进行隐蔽工程验收是为了确保现浇混凝土与构件连接构造性能满足设计要求。

8.1.5 混凝土结构子分部工程施工质量验收时，应提供下列文件和记录：

- 1 工程设计文件、UHPC肋预制板安装施工图和加工制作详图；
- 2 UHPC肋预制板的主要材料及配件的质量证明文件、进场验收记录和抽样复验报告；
- 3 UHPC肋预制板吊装施工记录；
- 4 隐蔽工程验收文件；
- 5 后浇混凝土强度检测报告；
- 6 装配式结构分项工程质量验收文件；
- 7 其他相关文件和记录。

8.1.6 UHPC肋预制板子分部工程施工质量验收应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204执行，并提供相关的文件和记录。

8.1.7 UHPC肋预制板子分部工程施工质量验收合格应符合下列规定：

- 1 有关分项工程施工质量验收合格；
- 2 应有完整的质量控制资料；
- 3 观感质量验收合格；

【条文说明】

8.1.7 根据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的规定，给出了子分部工程质量的合格条件。其中，观感质量验收应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 有关混凝土结构外观质量的规定检查。

8.1.8 当UHPC肋预制板施工质量不符合要求时，应进行专门的技术处理，然后通过技术处理方案和协商文件进行验收。

【条文说明】

8.1.8 当施工质量不符合要求时，可根据国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300给出的处理方法进行处理。

8.2 UHPC肋预制板验收

8.2.1 型式检验

- 1 有下列情况之一时应进行型式检验：

- (1) UHPC肋预制板产品定型时；
- (2) UHPC肋预制板材料、工艺、结构等有较大改变，可能影响产品性能时；
- (3) 正常生产时，每三年进行一次检验；
- (4) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

2 检验规则

- (1) 型式检验样本尺寸规格见条文说明，数量为1件；
- (2) UHPC肋预制板的型式检验项目应包括外观质量、尺寸允许偏差、相关性能等。外观质量及尺寸允许偏差应符合本文件6.3的所有内容。UHPC肋预制板的性能应符合表8.2.1的规定。
- (3) UHPC肋预制板进行结构性能检测时，需对同样规格的一块板进行同等环境下检测。对预制板模拟现场安装时的施工阶段荷载试验，设置跨中一道支撑，进行混凝土浇筑时施工荷载试验，并且将预制板进行现浇混凝土形成整体楼板，养护完成后进行使用阶段试验，检验要求及规则见附录D。
- (4) UHPC肋预制板应对UHPC肋条进行抗冲击性能检验，应符合设计要求，检验要求及规则见附录D。

表8.2.1 UHPC肋预制板相关性能判定方法

项目		指标	试验方法
混凝土抗压强度 (MPa)		不应低于设计要求	GB/T 50081
钢筋保护层厚度 (mm)		+5, -3	JGJ/T 152
钢筋间距 (mm)		±10	
钢筋直径 (mm)		符合设计要求	JGJ/T 152
主受力钢筋数量			
结构性能检测	承载力	符合设计要求	GB 50204
	挠度		
	裂缝宽度		
UHPC桁架肋抗冲击			详见附录D

8.2.2 出厂检验

I 主控项目

- 1 UHPC肋预制板进场时，应检查质量证明文件和标识。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件或质量验收记录。

2 质量证明文件应包括：出厂合格证、混凝土强度检验报告、合同要求的其他质量证明文件。

3 UHPC肋预制板的混凝土外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能、安装和使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量；检查处理记录。

4 UHPC肋预制板应在明显部位标明生产单位、构件型号、生产日期和质量验收标志。若设置胡子筋，其规格、位置和数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

II 一般项目

5 UHPC肋预制板外观质量不宜有一般缺陷，对出现的一般缺陷应要求构件生产单位按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查技术处理方案和处理记录。

6 UHPC肋预制板的尺寸允许偏差和检验方法应符合本规程6.3的规定。

检查数量：按批检查，同一规格构件抽检数量不应少于该规格构件数量的5%且不少于3件。

【条文说明】

8.2.2.

3 对于出现的外观质量严重缺陷、影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差等，有不符设计要求的情形应作退场处理。如经设计同意可以进行修理使用，则应制定处理方案并获得监理确认后，预制构件生产单位应按技术处理方案处理，修理后应重新验收。

4 UHPC肋预制板应在明显部位标明生产单位，以利于确定质量负责单位；标明构件型号以利于现场安装时能准确快速就位；标明生产日期以利于辨认构件是否达到强度要求；质量验收标志表示该构件各项质量指标到达规定要求。

本规程中，凡规定全数检查的项目，通常均采用观察检查的方法，但对观察难以判定的部位，应辅以量测观测或其他辅助观测。

5 外观质量的一般缺陷通常不会影响到结构性能、使用功能，但有碍观瞻。故对已经出现的一般缺陷，也应及时处理，并重新检查验收。

6 为了保证UHPC肋预制板可靠地搭设在梁或墙上，实心底板的长度允许正偏差稍大，允许负偏差稍小。本文件中，尺寸偏差的检验除可采用条文中给出的方法外，也可采用其他方法和相应的检测工具。

8.2.3 抽样检验

1 组批和抽样

组批：以相同原材料、相同配合比、相同生产工艺和相同结构形式连续生产的产品为一批，一批的最大数量为1000件。

抽样：抽样样本应从出厂检验合格的每批产品中随机抽取1件进行外观质量、尺寸允许偏差及性能检验。

2 检验规则

外观质量：应全部合格。

尺寸允许偏差：符合要求时，判定批量合格；否则应加倍抽查复检，复检若有1项不合格时，则判定该批量产品不合格。

性能：符合要求时，判定批量合格；否则应再抽取2件样品进行复检，复检结果全部项符合要求时，判定该批次型式检验合格，若有1项不合格，则判定该批量产品不合格。

8.3 现场施工验收

I 主控项目

8.3.1 UHPC肋预制板安装的临时支撑措施应符合设计、专项施工方案要求及国家现行有关标准的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；检查施工方案、施工记录或设计文件。

【条文说明】

8.3.1 临时固定措施是装配式混凝土结构安装过程中承受施工荷载、保证构件定位、确保施工安全的有效措施。临时支撑是常用的临时固定措施，包括板下的临时竖向支撑、两端支撑构件上设置的临时牛腿等。

8.3.2 在浇筑后浇层混凝土之前，应进行钢筋隐蔽工程验收，其内容包括钢筋品种、规格、数量、位置和连接接头位置以及预埋件数量、位置等。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，钢尺检查。

8.3.3 后浇层混凝土的强度等级必须符合设计要求。

检查数量：按批检查。

检验方法：检查施工记录及试件强度试验报告。

【条文说明】

8.3.3 装配整体式混凝土结构的现浇混凝土质量控制非常重要，不但要求其与其与预制构件的结合面紧密结合，还要求其自身浇筑密实，更重要的是要控制混凝土强度指标。当现浇混凝土和现浇结构采用相同强度等级混凝土浇筑时，此时可以采用现浇结构的混凝土试块强度按照《混凝土强度检验评定标准》GB 50107相关规定进行评定。

8.3.4 混凝土运输、浇筑及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

II 一般项目

8.3.5 UHPC肋预制板安装的尺寸允许偏差及检验方法应符合设计要求，当设计无具体要求时，应符合表8.3.5的规定。

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。同一检验批内，应按有代表性的自然间抽查10%，且不低于3间；对大空间结构，可按纵、横轴线划分检查面，抽查10%，且不少于3面。

表8.3.5 UHPC肋预制板安装允许偏差及检验方法

序号	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
----	----	-----------	------

1	板下表面标高	±5	水准仪或拉线、钢尺检查
2	搁置长度	±10	钢尺检查
3	相邻板面高低差	3	钢尺检查
4	下表面平整度	5	2m靠尺检查

【条文说明】

8.3.5 本条规定了UHPC肋预制板安装后尺寸的允许偏差和检验方法。实际应用时，尺寸偏差除应符合本条规定外，尚应满足设计要求。

8.3.6 UHPC肋预制板实心底板厚度允许偏差应符合设计要求；当设计无具体要求时，应为±5mm。

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。同一检验批内，应按有代表性的自然间抽查10%，且不低于3间；对大空间结构，可按纵、横轴线划分检查面，抽查10%，且不少于3面。

8.3.7 UHPC肋预制板若设置胡子筋，胡子筋伸出长度应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

【条文说明】

8.3.7 UHPC肋预制板胡子筋的伸出长度，关系到UHPC肋预制板与现浇梁或墙的可靠连接，应细致检查。

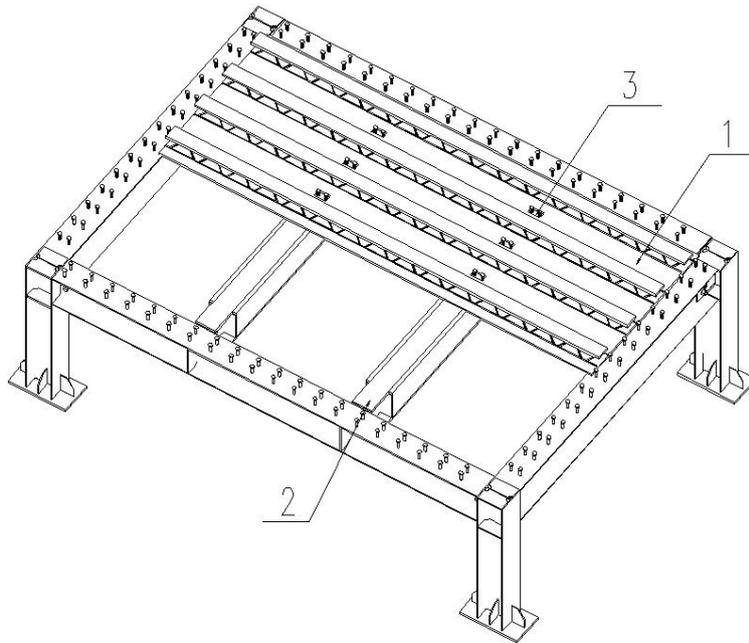
8.3.8 施工缝和后浇带的位置应按设计要求和施工方案确定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

附录A 连续板

A.0.1 UHPC肋预应力叠合板（TY板）或UHPC肋楼承板（TM板）与免涂装梁组合次梁共同作用实现多跨连续，连续板应用见图A.0.1所示。



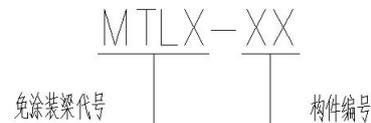
1-TM/TY连续板；2-免涂装梁；3-栓钉

图A.0.1 连续板应用

A.0.2 免涂装梁

1 免涂装梁为高性能混凝土局部填充，高性能混凝土代号为H，分为防火型及普通型，防火型为钢梁下翼缘采用耐火钢，无需现场防火涂装。

2 免涂装梁有产品名称、构件编号组成。



示例1：

MTL-01 表示为高性能混凝土填充、编号为01号的免涂装梁。

示例2：

MTLF-02 表示为高性能混凝土填充、编号为02号的防火型免涂装梁。

A.0.3 免涂装梁设计计算

1 施工阶段计算

组合梁施工过程中对主体结构的受力和变形有较大影响时，应进行施工阶段验算。组合梁的受力状态与施工条件有关，主要体现在两个方面：

第一，混凝土未达到强度前，需要对钢梁进行施工阶段验算；

第二，正常使用极限状态验算需要考虑施工方法和顺序的影响，包括变形和裂缝宽度验算。

对于不直接承受动力荷载以及板件宽厚比满足塑性调幅设计法要求的组合梁，由于采用塑性调幅设计法，组合梁的承载力极限状态验算不必考虑施工方法和顺序的影响。而对于其他采用弹性设计方法的组合梁，其承载力极限状态验算也需考虑施工方法和顺序的影响。

2 组合梁的正截面受弯承载力应按《钢结构设计标准》GB50017的规定计算，其中，施工阶段的弯矩设计值应按下列规定取用：

$$M_1 = M_{1G} + M_{1Q} \quad (\text{A.0.3-1})$$

式中： M_{1G} ——组合梁自重、预制楼板自重和叠合层自重在计算截面产生的弯矩设计值；

M_{1Q} ——施工阶段施工活荷载在计算截面产生的弯矩设计值；

在计算中，负弯矩区段的混凝土强度等级，按计算截面受压区的实际情况取用。

3 组合梁的施工阶段受弯承载力应符合下列规定：

(1) 正弯矩作用区段：

1) 塑性中和轴在高性能混凝土内，即 $(A - A_c) f \leq b_{\text{hpc}} h_{\text{hpc}} f_c + A_c f$ 时：

$$\begin{aligned} M_1 &\leq b_{\text{hpc}} x f_c y_1 + A_c f y_2 \\ x &= (A - A_c) f / (b_{\text{hpc}} f_c + A_c f) \end{aligned} \quad (\text{A.0.3-2})$$

式中： M_1 ——施工阶段的弯矩设计值 (N·mm)；

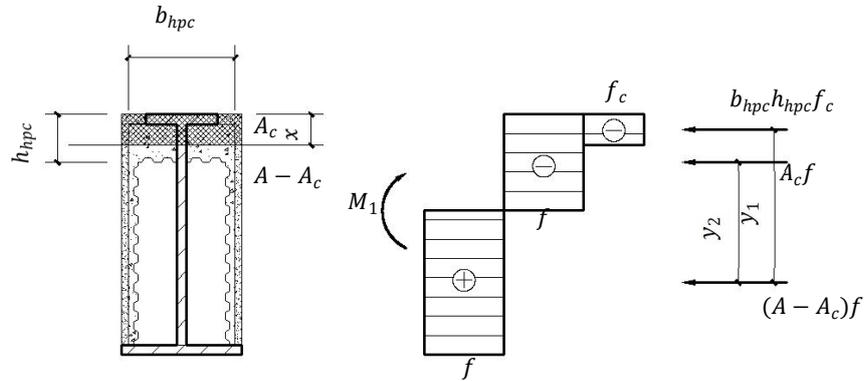
A ——钢梁的截面面积 (mm²)；

x ——高性能混凝土受压区高度 (mm)；

y_1 ——钢梁受拉区截面形心至混凝土翼板受压区截面形心的距离 (m);

y_2 ——钢梁受拉区截面形心至钢梁受压区截面形心的距离 (mm)。

f_c ——混凝土抗压强度设计值 (N/mm^2)。



图A.0.3-1 塑性中和轴在高性能混凝土内时的
组合梁截面及应力图形

2) 塑性中和轴在高性能混凝土外, 即 $(A - A_c) f > b_{hpc} h_{hpc} f_c + A_c f$ 时:

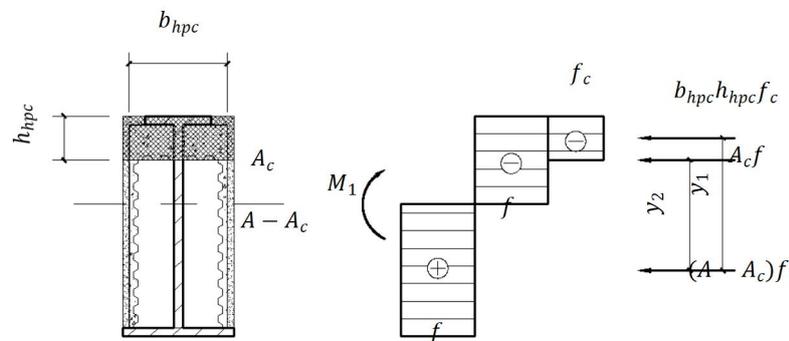
$$M_1 \leq b_{hpc} x f_c y_1 + A_c f y_2$$

$$A_c = 0.5(A - b_{hpc} h_{hpc} f_c / f) \quad (\text{A.0.3-3})$$

式中: A_c ——钢梁受压区截面面积 (mm^2);

y_1 ——钢梁受拉区截面形心至混凝土翼板受压区截面形心的距离 (m);

y_2 ——钢梁受拉区截面形心至钢梁受压区截面形心的距离 (mm)。



图A.0.3-2 塑性中和轴在高性能混凝土外时的

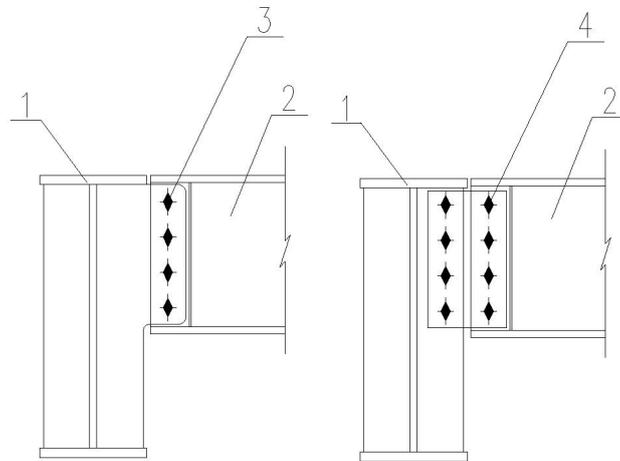
组合梁截面及应力图形

(2) 负弯矩作用区段，不考虑高性能混凝土影响，按《钢结构设计标准》GB50017的规定计算。

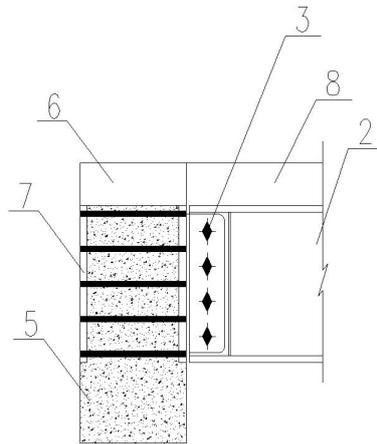
4 在进行组合梁截面承载能力验算时，跨中及中间支座处混凝土翼板的有效宽度应按《钢结构设计标准》GB50017的规定进行计算：

5 免涂装组合梁使用阶段设计验算应符合《钢结构设计标准》GB50017的规定计算。

A.0.4 免涂装组合梁应用节点示意图如下所示。



(a) 免涂装梁钢结构连接节点



(b) 免涂装梁混凝土结构连接节点

1-钢结构主梁；2-免涂装梁；3-高强螺栓连接（单剪）；4-高强螺栓连接（双剪）；5-钢筋混凝土主梁；6-钢筋混凝土主梁现浇部分；7-预埋件；8-楼板

图A.0.4 免涂装组合梁应用节点示意图

1 免涂装梁生产模具应具有足够的承载力、刚度、强度和平整度，且应满足预埋吊件及其他预埋件的定位要求。模具设计应便于模具拼拆、预留预埋件定位、混凝土浇筑、振捣及脱模。

2 免涂装梁钢材应符合GB/T700中低合金钢要求，其中填充高性能混凝土强度不低于C70。

3 免涂装梁耐腐蚀性能要求应满足除与楼板的其它结合面无锈蚀。

4 免涂装梁阻燃性能应与钢结构一级防火要求等同。

5 免涂装梁成品外观应平整，无毛刺，且标记清晰；

6 在免涂装梁的部位应有清晰永久的标志并包含下列内容：

(1) 产品名称、型号；

(2) 商标

(3) 出厂编号

(4) 出厂日期

(5) 制造厂家

(6) 执行标准

(7) 检验合格印鉴

7 每件免涂装梁按合同要求进行包装，发货时应具备下列文件：

(1) 产品合格证

(2) 产品出厂检验报告

(3) 产品型式检验报告复印件并加盖制造厂家公章

8.产品应贮存在干燥、通风、无腐蚀性气，并远离热源场所。

9 免涂装梁运输过程中应防雨、防潮，严禁与有腐蚀性的化学品混装接触。

10 免涂装梁运输和堆放可参照UHPC肋预制板的运输堆放的要求规定。

A.0.5 免涂装梁验收

1 型式检验

(1) 型式检验项目应对外观、材料、耐久性及耐火性进行检验。

(2) 有下列情况之一时应做型式检验：

1) 新产品的试制定型鉴定；

2) 当原料、结构、工艺等有较大改变，有可能对产品质量影响较大时；

3) 正常生产时，每五年检验一次；

- 4) 停产一年以上恢复生产时；
- 5) 国家质量监督机构提出型式检验要求时；
- 6) 因特殊需要而必须进行型式检验时。

(3) 型式检验试件抽样数目不应少于3件

(4) 防火型免涂装梁进行防火性能试验应符合《建筑钢结构防火技术规范》

GB 51249的有关规定。

2 出厂检验

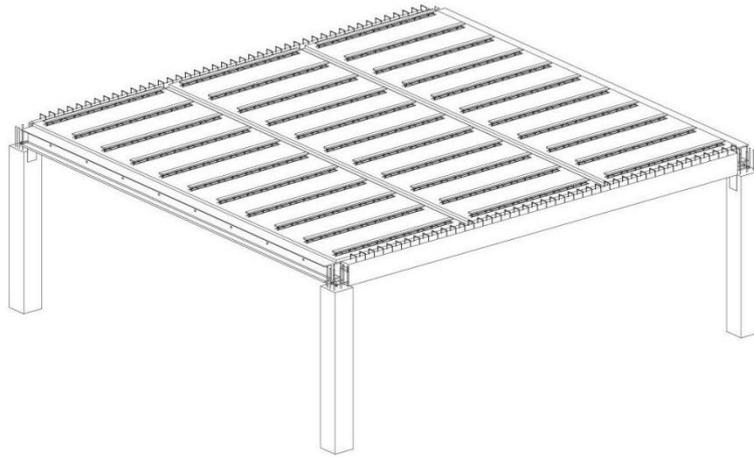
免涂装梁产品的外观质量检验按表A.0.5进行，要求每根必检，免涂装梁尺寸偏差应满足下表规定

表A.0.5免涂装梁尺寸偏差

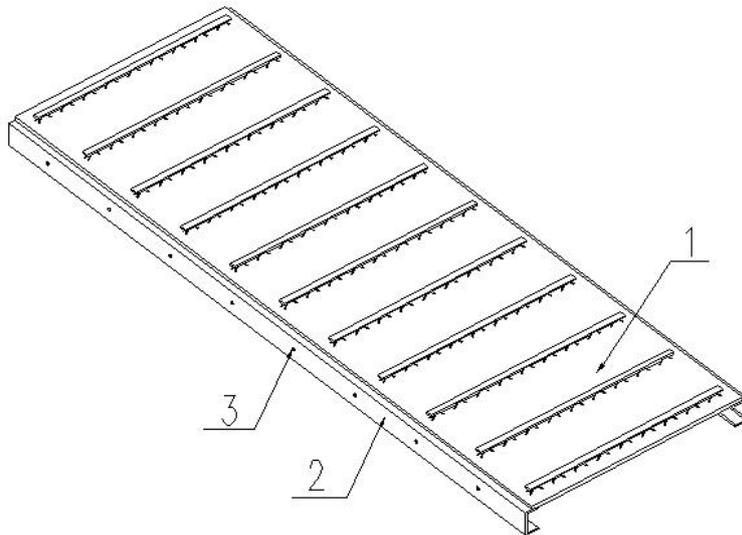
项目	梁长度	宽	高
偏差要求	不超过产品设计值 ±3mm	不超过产品设计值 ±2mm	不超过产品设计值± 2mm

附录B 单元板

B.0.1 UHPC肋预制板梁板一体化结构，为预制梁板单元板（TD板），安装完成后浇混凝土形成整体。预制梁板单元板由UHPC肋叠合板与槽型钢或工字钢组成，结构形式见图B.0.1-1及B.0.1-2所示。



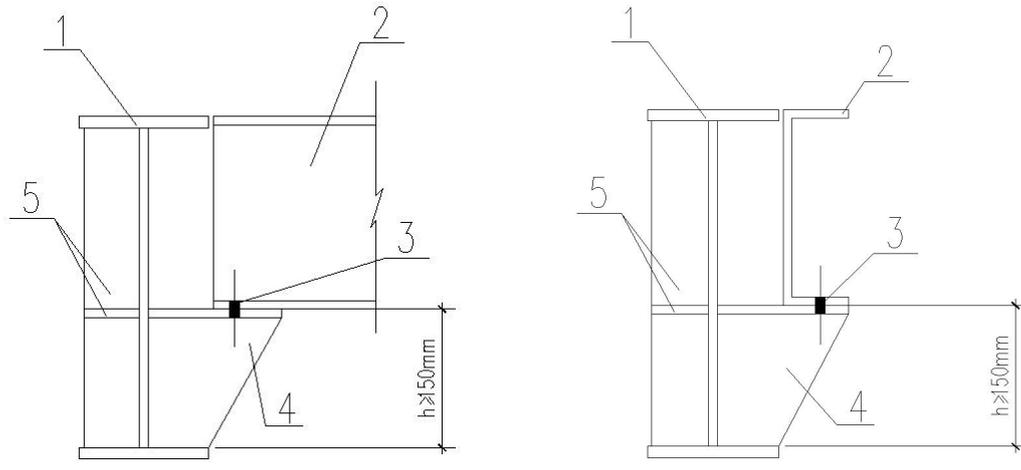
图B.0.1-1 TD板整体结构示意图



1-TF板；2-槽型钢；3-螺栓孔

图B.0.1-2 TD板构件示意图

B.0.2 TD板应用节点示意图如下所示。

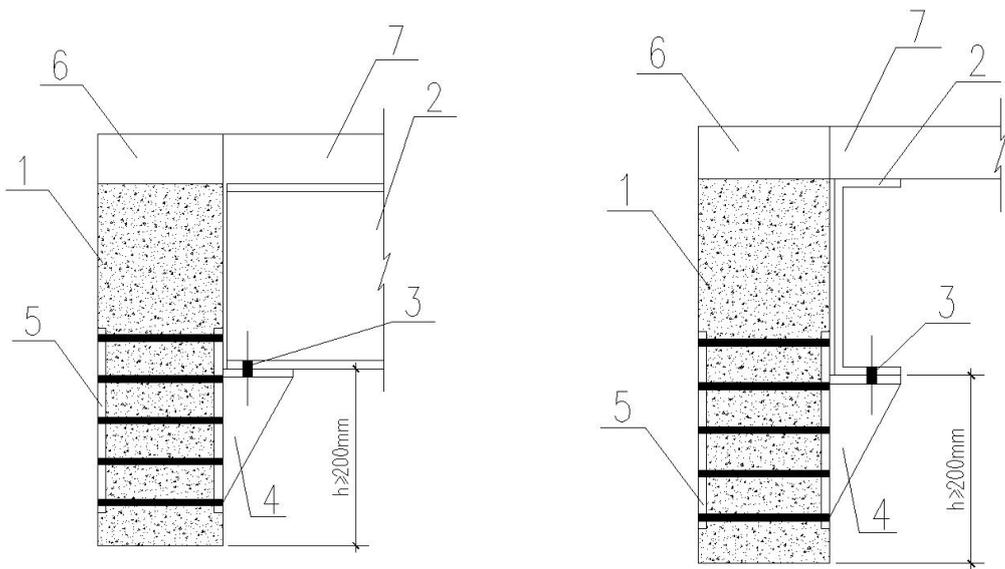


(a) 槽型钢两端连接

(b) 槽型钢侧接

1-钢结构主梁；2-槽型钢；3-高强螺栓连接；4-钢牛腿；5-加肋筋

图B.0.2-1 钢结构梁梁连接节点图

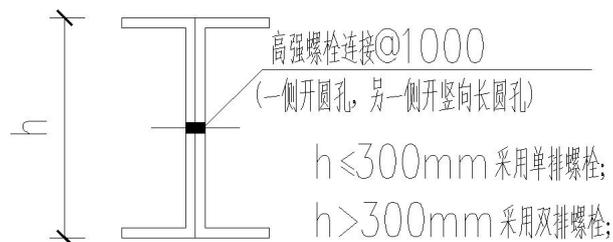


(a) 槽型钢两端连接

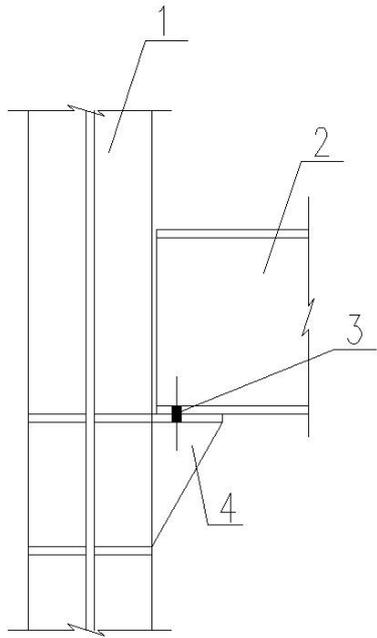
(b) 槽型钢侧接

1-钢筋混凝土主梁；2-槽型钢；3-高强螺栓连接；4-钢牛腿；5-预埋件；6-钢筋混凝土主梁现浇部分；7-楼板

图B.0.2-2 钢筋混凝土结构梁梁连接节点图

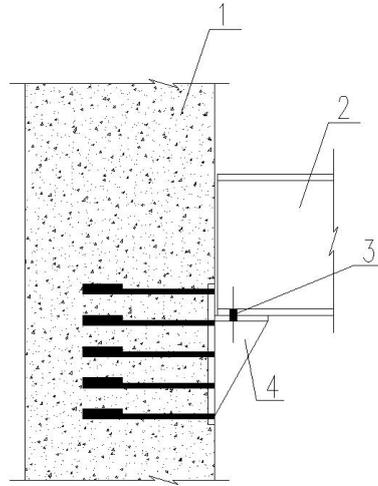


图B.0.2-3 楼板槽型钢对拼图



1-钢柱；2-槽型钢；3-高强螺栓连接；
4-钢牛腿

图B.0.2-4 钢结构梁柱连接节点图



1-钢筋混凝土柱；2-槽型钢；
3-高强螺栓连接；4-钢牛腿

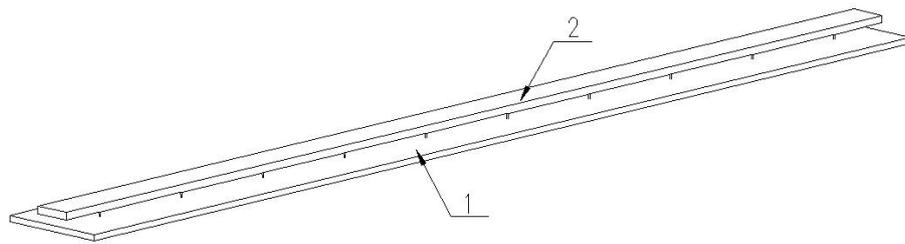
图B.0.2-5 钢筋混凝土结构梁柱连接节点图

B.0.3 TD板的制作、运输、堆放应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231的有关规定。

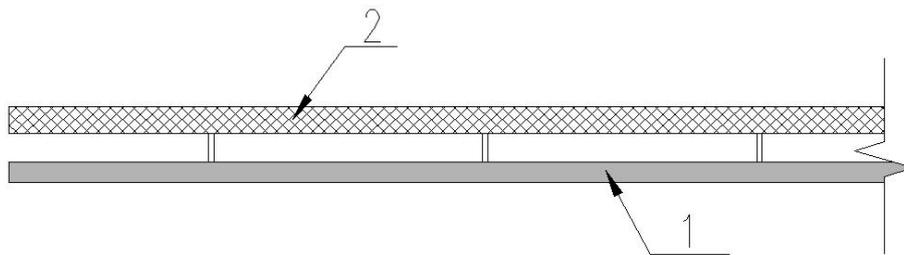
B.0.4 TD板成品检验应符合本规程6.2关于UHPC肋及6.3节关于UHPC肋预制板成品质量检验的有关规定。

附录C 拼缝板

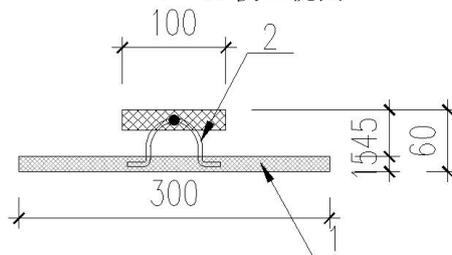
C.0.1 拼缝板（TP板）用于UHPC肋叠合板后浇带式整体接缝底部免拆底模板，由高性能混凝土实心薄板和UHPC格构肋进行分体式浇筑组成。TP板实心薄板材料同UHPC楼承板（TM板）实心薄板材料，为高性能混凝土，薄板厚度为15mm，宽度为200~400mm，TP板构造应符合图C.0.1的要求。



(a) TP板三维视图



(b) TP板正视图



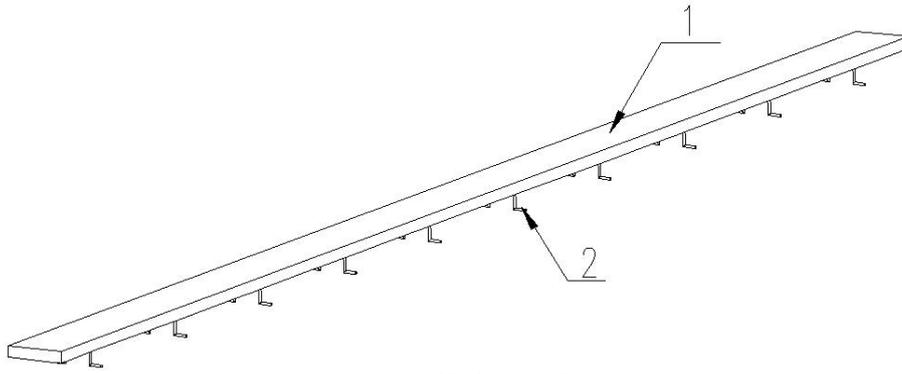
(c) TP板侧视图

1-高性能混凝土实心薄板；2-UHPC格构肋

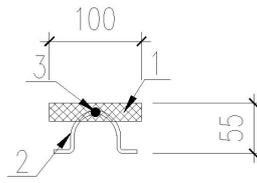
C.0.1 TP板构造示意图

C.0.2 TP板可用于TM楼承板施工图设计中，TM板面边缘补空处，根据TM板模数布置后可使用拼缝板（TP板）进行补空设计

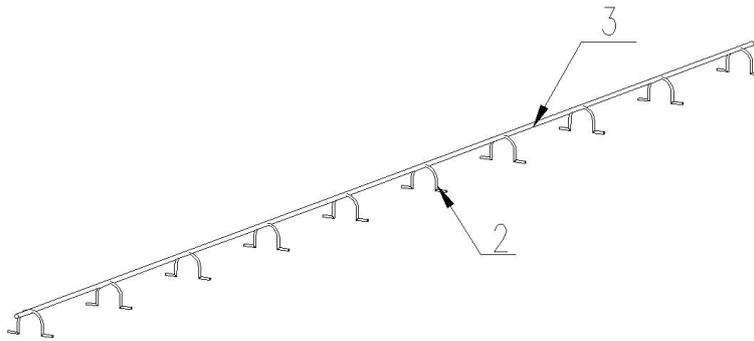
C.0.3 UHPC格构肋由马镫组合筋与UHPC肋组成，UHPC格构肋总高度55mm，UHPC肋宽度100mm，马镫组合筋上弦筋直径不宜低于8mm，马镫筋直径不应低于4mm，马镫组合筋构造应符合图C.0.3的要求。



(a) UHPC格构肋三维视图



(b) UHPC格构肋侧视图



(c) 马凳组合筋三维视图

1-UHPC肋；2-马凳筋；3-上弦筋

C.0.3 UHPC格构肋构造示意图

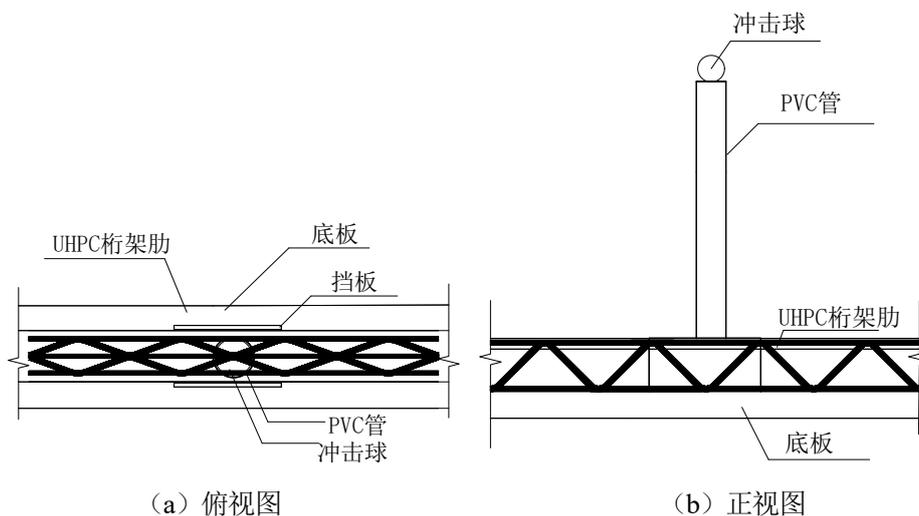
附录D 型式检验

D.0.1 UHPC肋预制板应进行UHPC肋条抗冲击试验检验，检验要求如下：

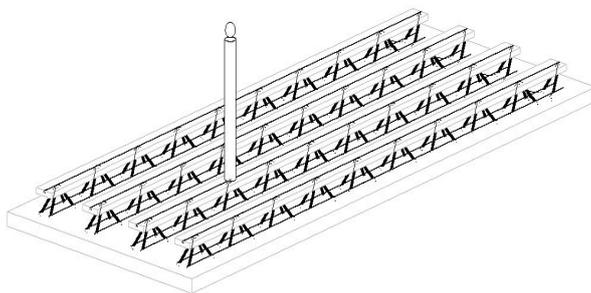
检验材料：2.5kg冲击铁球，铁球配套直径大小的PVC管，长度1m。冲击架底盘上包含四块挡板，挡板与试件表面距离为5mm。实验装置见图D.0.1-1和图D.0.1-2。

冲击试验检验规则：

- 1 试验前一天取出试件，晾干表面。将晾干后的试件放在冲击架底盘中央；
- 2 每根UHPC肋随机抽取1个不同的点位进行试验；
- 3 将冲击铁球自1000mm高度自由落下，每完成一次冲击即为一个循环；
- 4 每个点位连续砸落三次，如肋条砸落点位均未发现裂缝，则产品合格。



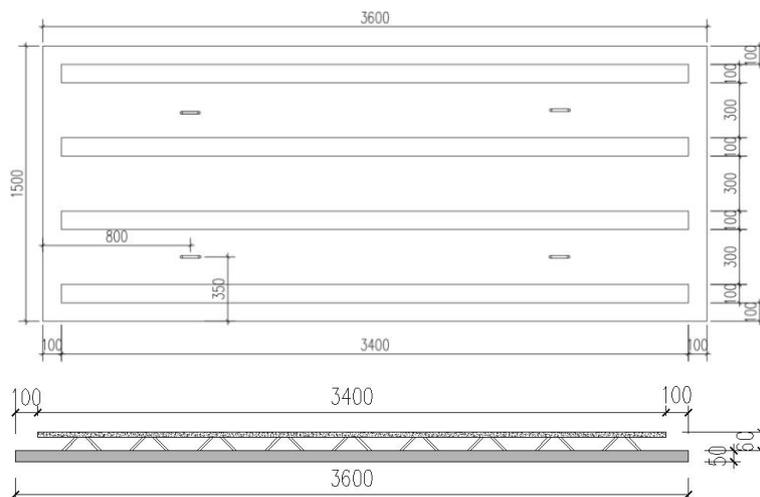
图D.0.1-1 冲击试验装置



图D.0.1-2 抗冲击试验效果图

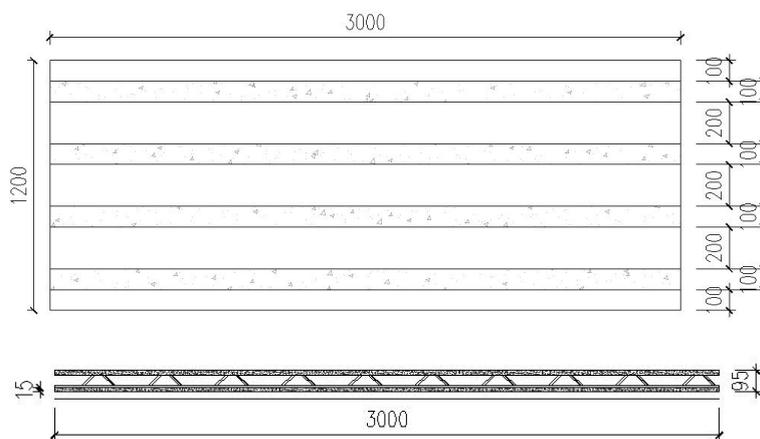
D.0.2 UHPC肋叠合板型式检验板型要求如下：UHPC桁架肋钢筋桁架上弦筋直径8mm，下弦筋直径6mm，腹杆筋直径4.5mm，UHPC肋混凝土强度为100MPa，TF叠合板尺寸为3600mm*1500mm，TF板底板混凝土强度为30MPa，底板厚度为50mm，

所用钢筋等级为HRB400，实心底板受力钢筋设置为8@150、分布钢筋设置为8@150；TY叠合板底板厚度为40mm，底板内部配置预应力钢绞线。UHPC肋叠合板的尺寸示例如图D.2所示。



图D.0.2 叠合板型式检验板型尺寸要求

D.0.3 UHPC肋楼承板型式检验板型要求如下：TM板尺寸为3000mm*1200mm，总高度为95mm，高性能混凝土实心薄板厚度为15mm，薄板混凝土强度为70MPa，支撑跨度为2.4m；所用钢筋等级为HRB400，垂直于UHPC桁架肋方向布置若干构造钢筋，UHPC肋楼承板的尺寸示例如图D.0.3所示。



图D.0.3 楼承板型式检验板型尺寸要求

D.0.4 UHPC肋预应力叠合板（TY板）及楼承板（TM板）连续板型时，型式检验板型要求如下：板型尺寸为9000mm*1200mm，总高度为95mm，TY板实心底板厚度为40mm，底板混凝土强度为40MPa；TM实心薄板厚度为15mm，底板混凝土强度70MPa。型式检验采用三连跨支撑方式，两端距离300mm进行支撑，板中距2800mm进行两道支撑。

D.0.5 UHPC肋单元板（TD板）应进行型式检验，要求如下：板型尺寸为9000mm*3000mm，板下无模板及支撑，模拟现场安装时的施工阶段荷载试验。

用词说明

为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1 表示很严格，非这样做不可的：

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：

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：

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，采用“可”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用于本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

- 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 《工程测量标准》 GB 50026
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 《混凝土强度检验评定标准》 GB50107
- 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 《装配式混凝土建筑技术标准》 GB/T 51231
- 《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ 1
- 《钢筋焊接及验收规程》 JGJ 18
- 《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55
- 《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》 JGJ 95
- 《建筑工程冬期施工规程》 JGJ 104
- 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》 JGJ 114
- 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》 JGJ/T 70
- 《预制带肋底板混凝土叠合楼板技术规程》 JGJ/T 258
- 《工厂预制混凝土构件质量管理标准》 JGT565
- 《钢筋桁架混凝土叠合板应用技术规程》 T/CECS 715
- 《钢筋桁架楼承板应用技术规程》 T/CECS 1069
- 《部分包覆钢—混凝土组合结构技术规程》 T/CECS 719
- 《超高性能混凝土（UHPC）技术要求》 T/CECS 10107

中国工程建设标准化协会标准

超高性能混凝土肋装配式楼板应用技术规程

T/CECS xxx—2023

条文说明

制定说明

本规程《超高性能混凝土肋装配式楼板应用技术规程》制定过程中，编制组进行了超高性能混凝土材料及超高性能混凝土装配式楼板应用的项目研究，总结了我国在装配式建筑上的实践经验，同时参考了装配式建筑叠合板、预应力叠合板、楼承板等先进技术，通过超高性能混凝土桁架肋与混凝土预制底板分体式组合取得了装配式楼板结构技术成果。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程《超高性能混凝土肋装配式楼板应用技术规程》时能正确理解和执行条款规定，编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与规程正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目次

1 总则	
2 术语和符号	
2.1 术语	
3 材料	
3.1 混凝土	
3.2 钢筋	
3.3 其他材料	
4 叠合板设计	
4.1 一般规定	
4.2 构件设计	
4.3 设计计算	
4.4 板缝设计	
4.5 节点设计	
5 楼承板设计	
5.2 构件设计	
5.3 设计计算	
6 制作、堆放与运输	
6.1 一般规定	
6.2 UHPC桁架肋	
6.3 UHPC肋预制板	
7 施工安装	
7.1 一般规定	
7.2 施工	
7.3 现场施工	
8 质量验收	
8.1 一般规定	
8.2 UHPC肋预制板验收	
8.3 现场施工验收	