



T/CECS 1289—2023

中国工程建设标准化协会标准

钢肋预应力混凝土叠合板 技术规程

Technical specification for prestressed concrete
composite slab with steel ribs

中国计划出版社

中国工程建设标准化协会标准

钢筋预应力混凝土叠合板
技术规程

Technical specification for prestressed concrete
composite slab with steel ribs

T/CECS 1289—2023

主编单位：山 东 大 学
 荣华建设集团有限公司
批准单位：中国工程建设标准化协会
施行日期：2 0 2 3 年 8 月 1 日

中国计划出版社

2023 北 京

中国工程建设标准化协会标准
钢筋预应力混凝土叠合板
技术规程

T/CECS 1289—2023



中国计划出版社出版发行

网址:www.jhpress.com

地址:北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座3层

邮政编码:100038 电话:(010)63906433(发行部)

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 2.5 印张 62 千字

2023 年 6 月 第 1 版 2023 年 6 月 第 1 次印刷

印数 1—900 册



统一书号:155182·1143

定价:35.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话:(010)63906404

如有印装质量问题,请寄本社出版部调换

中国工程建设标准化协会公告

第 1485 号

关于发布《钢筋预应力混凝土叠合板 技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2021 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2021〕11 号)的要求,由山东大学、荣华建设集团有限公司等单位编制的《钢筋预应力混凝土叠合板技术规程》,经协会预应力工程专业委员会组织审查,现批准发布,编号为 T/CECS 1289—2023,自 2023 年 8 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会

二〇二三年三月十日

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2021 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2021〕11 号)的要求,编制组经深入调查研究,认真总结实践经验,参考国内外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本规程。

本规程共分 9 章和 1 个附录,主要内容包括:总则,术语,材料,基本设计规定,结构计算,构造设计,制作、运输与堆放,施工安装,质量验收等。

本规程某些内容可能涉及“一种钢腹板预应力混凝土叠合板”(ZL201310297726.1)等专利的使用。涉及专利的具体技术问题,使用者可直接与专利持有人(北京清盛建工程技术研究院有限公司)协商处理。除上述专利外,本规程的某些内容仍有可能直接或间接涉及其他专利,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预应力工程专业委员会归口管理,由山东大学负责具体技术内容的解释。执行过程中,如有意见或建议,请反馈给山东大学土建与水利学院(地址:山东省济南市历下区经十路 17922 号山东大学千佛山校区;邮编:250061)。

主 编 单 位: 山东大学

荣华建设集团有限公司

参 编 单 位: 临沂市建设工程施工图审查有限公司

中建八局第二建设有限公司

重庆大学

中国建筑科学研究院有限公司

中冶建筑研究总院有限公司

中建科工集团山东有限公司
厦门尚匠住工股份有限公司
中建科技集团有限公司
荣华智能集成建造科技有限公司
荣华(青岛)建设科技有限公司
荣华(青岛)建筑设计有限公司
青岛九屋建筑安装有限公司
山东高速齐鲁建设集团有限公司
同圆设计集团有限公司
郑州城建集团投资有限公司
青岛鑫光正钢结构股份有限公司
济南城建集团有限公司
郑州大学综合设计研究院有限公司
河南二建集团有限公司
浙江工业大学工程设计集团有限公司
天津大学
山东建筑大学
济南市城乡建设发展服务中心
滨州学院
山东千悦建筑科技有限公司
济南市历下区城市建设发展服务中心
沂蒙建工设计咨询有限公司
北京清盛建工程技术研究院有限公司
山东盈顺建筑科技有限公司

主要起草人：侯和涛 张行良 曾晓真 孙文卓 王晓锋
刘界鹏 李海生 房海波 蒋世林 刘其方
孟祥冲 赵广军 周 健 任全刚 高梦起
熊方明 陈 斌 童公明 陈 骁 牟银林
陈 璐 柳忠东 于秋波 刘春阳 徐江宏

张兴海	王 宁	李 辉	葛承琳	章雪峰
王庆伟	赵致俊	刘宅柯	徐浩博	姜海涛
卢保玲	赵锦设	李宏林	徐淑建	陈 晗
主要审查人：曾 滨	张维汇	张锡治	张守峰	任 彧
李伟兴	贾壮普	张明亮	韩良君	

qejc.cn, jcvba.cn, 微信qejc21

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	材 料	(3)
3.1	混凝土	(3)
3.2	钢筋	(3)
3.3	钢材及其他	(4)
4	基本设计规定	(5)
5	结构计算	(10)
5.1	一般规定	(10)
5.2	承载能力极限状态计算	(10)
5.3	正常使用极限状态计算	(11)
6	构造设计	(16)
6.1	一般规定	(16)
6.2	钢筋、钢肋布置	(16)
6.3	拼缝构造	(18)
6.4	支座构造	(19)
7	制作、运输与堆放	(23)
7.1	一般规定	(23)
7.2	构件制作	(23)
7.3	构件检验	(26)
7.4	构件运输与堆放	(29)
8	施工安装	(31)
8.1	一般规定	(31)
8.2	安装	(31)

8.3 叠合层混凝土施工	(33)
9 质量验收	(34)
9.1 一般规定	(34)
9.2 进场验收	(35)
9.3 安装验收	(35)
附录 A 钢肋叠合板免附加支撑技术参数	(37)
用词说明	(38)
引用标准名录	(39)
附:条文说明	(41)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Materials	(3)
3.1	Concrete	(3)
3.2	Steel reinforcement	(3)
3.3	Steel and others	(4)
4	Basic requirements for design	(5)
5	Structural calculation	(10)
5.1	General requirements	(10)
5.2	Ultimate limit states	(10)
5.3	Serviceability limit states	(11)
6	Structural design	(16)
6.1	General requirements	(16)
6.2	Arrangement of reinforcements and steel ribs	(16)
6.3	Detailing requirements of joints	(18)
6.4	Detailing requirements of supports	(19)
7	Manufacture, transportation and storage	(23)
7.1	General requirements	(23)
7.2	Manufacture	(23)
7.3	Precast component testing	(26)
7.4	Transportation and storage	(29)
8	Construction	(31)
8.1	General requirements	(31)
8.2	Installation	(31)

8.3	Concrete topping construction	(33)
9	Construction quality acceptance	(34)
9.1	General requirements	(34)
9.2	Site acceptance	(35)
9.3	Installation acceptance	(35)
Appendix A	Technical parameters of composite slabs without additional supports	(37)
	Explanation of wording	(38)
	List of quoted standards	(39)
	Addition: Explanation of provisions	(41)

1 总 则

1.0.1 为规范钢肋预应力混凝土叠合板的应用,提高工程质量,做到安全适用、技术先进、经济合理,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于抗震设防烈度为 8 度及以下地区工业与民用建筑中钢肋预应力混凝土叠合板的设计、制作、施工及验收。

1.0.3 钢肋预应力混凝土叠合板的设计、制作、施工及验收除应符合本规程规定外,尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 钢肋预应力混凝土叠合板 prestressed concrete composite slab with steel ribs

在预制钢肋预应力混凝土底板上布设钢筋,浇筑混凝土后形成的整体受力叠合板,简称钢肋叠合板。

2.0.2 预制钢肋预应力混凝土底板 precast prestressed concrete slab with steel ribs

由预应力混凝土薄板、钢肋和预制混凝土上翼缘组成的预制板,简称预制底板。

2.0.3 钢肋 steel rib

连接混凝土上翼缘与预应力混凝土薄板成为一体的薄壁型钢。

3 材 料

3.1 混 凝 土

3.1.1 混凝土材料的力学性能指标、耐久性要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《混凝土结构通用规范》GB 55008 的有关规定。

3.1.2 预制底板混凝土的强度等级不应低于 C40，叠合层混凝土强度等级不应低于 C30。

3.1.3 预制底板宜采用细石混凝土。细骨料宜采用中砂，粗骨料宜采用公称粒径为 5mm~16mm 连续粒级碎石。骨料含泥量应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 的有关规定。

3.2 钢 筋

3.2.1 钢筋的力学性能指标应符合国家现行标准《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95 的有关规定。

3.2.2 预应力筋可采用预应力钢丝和钢绞线，并应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223 和《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 的有关规定。

3.2.3 普通受力钢筋和分布钢筋尚应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2、《钢筋混凝土用钢 第 1 部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1 和《冷轧带肋钢筋》GB/T 13788 的有关规定。

3.2.4 当采用吊环时，吊环锚筋应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定采用。

3.3 钢材及其他

3.3.1 钢材的力学性能指标应符合现行国家标准《钢结构通用规范》GB 55006、《钢结构设计标准》GB 50017 和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定。

3.3.2 钢肋材料宜采用 Q235B 级钢及以上钢材。

3.3.3 预埋件、锚板材料应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

3.3.4 采用波纹形钢肋时,连接用焊接材料应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017、《钢结构焊接规范》GB 50661 和《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

3.3.5 采用超高分子量聚乙烯绳索作吊具时,超高分子量聚乙烯绳索的力学性能和工艺性能应符合现行国家标准《超高分子量聚乙烯纤维 8 股、12 股编绳和复编绳索》GB/T 30668 的有关规定。

3.3.6 采用碳纤维布作吊具时,碳纤维布及胶材的力学性能和工艺性能应符合现行国家标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728 的有关规定。

4 基本设计规定

4.0.1 钢肋叠合板应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010,采用极限状态设计方法和分项系数的设计表达进行设计。

4.0.2 钢肋叠合板的设计应满足下列四个阶段的不同要求:

1 制作阶段:预制底板在脱模、放张、堆放阶段,板底不应出现裂缝;

2 运输阶段:预制底板在吊装、运输阶段,板底不应出现裂缝;

3 施工阶段:应对预制底板和钢肋叠合板的承载力、挠度、裂缝控制分别进行计算或验算;

4 使用阶段:应对钢肋叠合板的承载力、挠度及裂缝控制分别进行计算或验算。

4.0.3 预制底板和钢肋叠合板在设计时,应根据施工阶段的支撑布置情况分别采用下列不同的计算方法:

1 施工阶段跨中不设附加支撑时,预制底板应按一般简支受弯构件进行受力分析,钢肋叠合板应按整体受弯构件进行受力分析;

2 施工阶段跨中设置附加支撑时,预制底板应在附加支撑处进行验算,钢肋叠合板应按整体受弯构件进行受力分析。

4.0.4 预制底板和钢肋叠合板应分别根据支座构造、长宽比按单向板或双向板设计,并应符合下列规定:

1 当两对边支承、另两对边自由时,应按两对边支承的单向板设计。

2 当三边或四边支承、长边与短边的长度之比大于 2 时,应按单向板设计。

3 当长边与短边的长度之比不大于 2 时,应符合下列规定:

1) 两长边与一短边支承、一短边自由时,宜按单向板设计;

- 2) 两短边与一长边支承、一长边自由时,宜按双向板设计;
- 3) 四边支承时,宜按双向板设计;当有可靠经验时,也可按预应力筋方向的单向板设计。

4 钢筋叠合板按双向板设计时,预制底板的密拼接缝不宜布置在跨中最大弯矩截面处。

4.0.5 钢筋叠合板的预应力筋宜沿施工阶段主要受力方向布置。

4.0.6 短暂设计状况应包括混凝土脱模、预应力筋放张、预制底板吊装、堆放、运输和安装。短暂设计状况下的预制底板验算应采用荷载基本组合,施工阶段预制底板验算应采用荷载标准组合。

4.0.7 钢筋叠合板应进行持久设计状况下的承载能力极限状态和正常使用极限状态验算。

4.0.8 正常使用极限状态下的钢筋叠合板验算应采用荷载标准组合。

4.0.9 施工阶段不设附加支撑的钢筋叠合板,内力应按下列阶段分别计算:

1 第一阶段:叠合层混凝土未达到强度设计值之前的阶段。预制底板承担全部荷载,按简支构件计算;荷载包括预制底板自重、叠合层混凝土自重以及第一阶段的可变荷载。

2 第二阶段:叠合层混凝土达到强度设计值之后的阶段。钢筋叠合板承担全部荷载,按实际支承条件计算;荷载取下列两个阶段荷载中的较大值:

1) 施工后半阶段荷载:钢筋叠合板自重,面层、吊顶等自重以及施工可变荷载;

2) 使用阶段荷载:钢筋叠合板自重,面层、吊顶等自重以及使用阶段的可变荷载。

4.0.10 在制作、施工和使用阶段,荷载取值应符合下列规定:

1 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,且不宜小于构件自重标准值的1.5倍。动力系数不宜小于1.2,脱模吸附力应根据模具的实际状

况取用,且不宜小于 1.5kN/m^2 。

2 运输、吊运、安装时,等效静力荷载标准值应取预制底板自重标准值乘以动力系数。构件运输、吊运时,动力系数宜取 1.5;构件翻转及安装过程中就位、临时固定时,动力系数宜取 1.2。

3 第一阶段的施工可变荷载和第二阶段的施工可变荷载可根据实际情况分别确定,第一阶段的施工可变荷载不应小于 1.5kN/m^2 。

4 使用阶段的可变荷载可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定取用,也可根据实际情况确定,但不应小于现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定的取值。

4.0.11 进行承载能力极限状态验算时,弹性分析或塑性内力重分布分析的弯矩设计值和剪力设计值应按下列规定取用:

1 第一阶段:

弯矩设计值:

$$M_1 = M_{1G} + M_{2G} + M_{1Q} \quad (4.0.11-1)$$

剪力设计值:

$$V_1 = V_{1G} + V_{2G} + V_{1Q} \quad (4.0.11-2)$$

2 第二阶段:

正弯矩区段:

$$M_2 = M_{1G} + M_{2G} + M_{3G} + M_{2Q} \quad (4.0.11-3)$$

负弯矩区段:

$$M_{2支} = M_{3G支} + M_{2Q支} \quad (4.0.11-4)$$

剪力设计值:

$$V_2 = V_{1G} + V_{2G} + V_{3G} + V_{2Q} \quad (4.0.11-5)$$

式中: M_1 ——第一阶段荷载在正弯矩区段控制截面产生的弯矩设计值($\text{N}\cdot\text{mm}$);

M_2 ——第二阶段荷载在正弯矩区段控制截面产生的弯矩设计值($\text{N}\cdot\text{mm}$);

$M_{2支}$ ——第二阶段荷载在负弯矩区段控制截面产生的弯矩设计值($\text{N}\cdot\text{mm}$);

- 计值($N \cdot mm$);
- M_{1G} ——预制底板自重为正弯矩区段控制截面产生的弯矩设计值,当考虑内力重分布时,应取调幅后的弯矩设计值($N \cdot mm$);
- M_{2G} ——叠合层混凝土自重为正弯矩区段控制截面产生的弯矩设计值,当考虑内力重分布时,应取调幅后的弯矩设计值($N \cdot mm$);
- M_{3G} ——面层、吊顶等自重为正弯矩区段控制截面产生的弯矩设计值,当考虑内力重分布时,应取调幅后的弯矩设计值($N \cdot mm$);
- $M_{3G支}$ ——面层、吊顶等自重为负弯矩区段控制截面产生的弯矩设计值,当考虑内力重分布时,应取调幅后的弯矩设计值($N \cdot mm$);
- M_{1Q} ——第一阶段可变荷载为正弯矩区段控制截面产生的弯矩设计值,当考虑内力重分布时,应取调幅后的弯矩设计值($N \cdot mm$);
- M_{2Q} ——第二阶段可变荷载为正弯矩区段控制截面产生的弯矩设计值,当考虑内力重分布时,应取调幅后的弯矩设计值($N \cdot mm$);
- $M_{2Q支}$ ——第二阶段可变荷载为负弯矩区段控制截面产生的弯矩设计值,当考虑内力重分布时,应取调幅后的弯矩设计值($N \cdot mm$);
- V_1 ——第一阶段荷载在控制截面产生的剪力设计值(N);
- V_2 ——第二阶段荷载在控制截面产生的剪力设计值(N);
- V_{1G} ——预制底板自重为控制截面产生的剪力设计值(N);
- V_{2G} ——叠合层混凝土自重为控制截面产生的剪力设计值(N);
- V_{3G} ——面层、吊顶等自重为控制截面产生的剪力设计值(N);
- V_{1Q} ——第一阶段可变荷载在控制截面产生的剪力设计值(N);
- V_{2Q} ——第二阶段可变荷载在控制截面产生的剪力设计值(N)。

3 计算时,正弯矩区段的混凝土强度等级应按叠合层取用;负弯矩区段的混凝土强度等级应按计算截面受压区的实际情况取用。

4.0.12 承受均布荷载的单向多跨连续钢筋叠合板,当相邻两跨的长跨与短跨之比小于 1.1、各跨荷载值相差不大于 10%时,可按弹性分析方法计算内力设计值,并可对施工后半阶段和使用阶段荷载产生的支座弯矩设计值进行适度调幅,调幅幅度不宜大于 20%。

4.0.13 承受均布荷载的双向钢筋叠合板,可采用弹性分析方法或有限元分析方法计算内力设计值。采用弹性分析方法时,可对第二阶段荷载产生的支座弯矩设计值进行适度调幅,调幅幅度不宜大于 20%。

4.0.14 承受均布荷载的双向钢筋叠合板的内力值可按正交各向异性板并选择符合实际的方法计算。采用弹性分析方法时,应根据两个方向的刚度比确定修正后的弹性计算系数。

4.0.15 承受均布荷载的多跨连续叠合板,验算正常使用极限状态内力时,跨中刚度可按荷载标准组合下不出现裂缝的截面进行计算,支座刚度可按出现裂缝的截面进行计算。

5 结构计算

5.1 一般规定

5.1.1 在进行结构整体分析时,可假定钢肋叠合板在自身平面内为无限刚性。

5.1.2 在结构内力与位移计算中,楼面梁的刚度可计入翼缘作用予以增大。混凝土梁的刚度增大系数应符合现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的有关规定;可忽略钢梁与楼板的共同作用。弹塑性分析时,可忽略梁与楼板的共同作用。

5.1.3 预制底板应采用先张法,并应按先张法进行有关计算。

5.1.4 预应力筋的张拉控制应力 σ_{con} 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。

5.1.5 预应力筋放张时,混凝土强度应符合设计文件的规定;当设计文件未规定时,不应小于设计采用混凝土强度等级的 75%。

5.2 承载能力极限状态计算

5.2.1 预制底板和钢肋叠合板的正截面受弯承载力、斜截面受剪承载力计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。

5.2.2 钢肋叠合板正截面受弯承载力计算时,正弯矩区段的混凝土强度等级应按叠合层混凝土取用。

5.2.3 预制底板的受剪承载力应按最薄弱位置计算,应计算钢肋腹板及预应力混凝土薄板组合截面的抗剪承载力。

5.2.4 双向钢肋叠合板应分别计算预应力方向和非预应力方向的正截面受弯承载力,并应对拼缝截面补充计算。

5.2.5 均布荷载作用下的钢肋叠合板,预制薄板上表面粗糙度符合构造要求时,可不对叠合面进行受剪强度验算。

5.3 正常使用极限状态计算

5.3.1 计算截面边缘混凝土法向应力时,应同时计入相应工况下的预应力与外荷载作用,截面边缘法向应力应小于相应工况下法向应力的限值。

5.3.2 预压前,扣除第一批预应力损失后,预制底板板底不应出现裂缝。对预制底板控制截面进行抗裂验算时,控制截面边缘的混凝土法向应力应按下列公式验算:

$$\sigma_{pt1} \leq 2.0 f'_{tk} \quad (5.3.2-1)$$

$$\sigma_{pb1} \leq 0.8 f'_{ck} \quad (5.3.2-2)$$

式中: σ_{pt1} ——扣除第一批预应力损失后,预制底板换算截面上边缘混凝土法向应力,为拉应力(N/mm^2);

σ_{pb1} ——扣除第一批预应力损失后,预制底板换算截面下边缘混凝土法向应力,为压应力(N/mm^2);

f'_{tk} 、 f'_{ck} ——与各工况或各阶段对应龄期的预制底板混凝土立方体抗压强度相应的混凝土轴心抗拉强度标准值、轴心抗压强度标准值(N/mm^2)。

5.3.3 脱模、起吊时,预制底板板底不应出现裂缝。对预制底板控制截面进行抗裂验算时,应符合下列规定:

1 两点起吊时,预制底板控制截面的边缘混凝土法向应力应按下列公式验算:

$$\sigma_{pt} \leq 0.8 f'_{ck} \quad (5.3.3-1)$$

$$\sigma_{pb} \leq f'_{tk} \quad (5.3.3-2)$$

$$\sigma_{pt} = \frac{M_{1k}}{W_{01t}} - \sigma_{pt1} \quad (5.3.3-3)$$

$$\sigma_{pb} = \frac{M_{1k}}{W_{01b}} - \sigma_{pb1} \quad (5.3.3-4)$$

2 多点起吊时,中间吊点处控制截面的边缘混凝土法向应力应按下列公式验算:

$$\sigma_{pt} \leq 2.0 f'_{tk} \quad (5.3.3-5)$$

$$\sigma_{pb} \leq 0.8 f'_{ck} \quad (5.3.3-6)$$

$$\sigma_{pt} = \frac{M_{1k}}{W_{01t}} + \sigma_{pt1} \quad (5.3.3-7)$$

$$\sigma_{pb} = \frac{M_{1k}}{W_{01b}} + \sigma_{pb1} \quad (5.3.3-8)$$

式中: σ_{pt} ——脱模或起吊工况下,预制底板换算截面上边缘混凝土法向应力(N/mm^2);

σ_{pb} ——脱模或起吊工况下,预制底板换算截面下边缘混凝土法向应力(N/mm^2);

M_{1k} ——脱模或起吊工况荷载标准组合下,预制底板控制截面的弯矩值($N \cdot mm$);

W_{01t} ——预制底板换算截面上边缘的弹性抵抗矩(mm^3);

W_{01b} ——预制底板换算截面下边缘的弹性抵抗矩(mm^3)。

5.3.4 在第一阶段,预制底板板底不应出现裂缝。对预制底板控制截面进行抗裂验算时,控制截面边缘混凝土的法向应力应按下列公式验算:

$$\sigma_{pt} \leq 0.8 f'_{ck} \quad (5.3.4-1)$$

$$\sigma_{pb} \leq f'_{tk} \quad (5.3.4-2)$$

$$\sigma_{pt} = \frac{M_{2k}}{W_{01t}} - \sigma_{pt0} \quad (5.3.4-3)$$

$$\sigma_{pb} = \frac{M_{2k}}{W_{01b}} - \sigma_{pb0} \quad (5.3.4-4)$$

式中: σ_{pt0} ——扣除第一、二批预应力损失后,预制底板换算截面上边缘混凝土法向应力,为拉应力(N/mm^2);

σ_{pb0} ——扣除第一、二批预应力损失后,预制底板换算截面下边缘混凝土法向应力,为压应力(N/mm^2);

M_{2k} ——第一阶段荷载标准组合下,预制底板控制截面的弯矩值($N \cdot mm$)。

5.3.5 在第二阶段,预应力方向的钢筋叠合板板底不应出现裂缝。对钢筋叠合板的预应力方向控制截面进行抗裂验算时,应符合下列规定:

1 预应力方向正弯矩区段,控制截面边缘混凝土的法向应力应按下列公式验算:

$$\sigma_{pt} \leq 0.8f_{ck} \quad (5.3.5-1)$$

$$\sigma_{pb} \leq f'_{tk} \quad (5.3.5-2)$$

$$\sigma_{pt} = \frac{M_{1Gk} + M_{2Gk}}{W_{01t}} + \frac{M_{3Gk} + M_{1Qk}}{W_{0t}} \sigma_{pt0} \quad (5.3.5-3)$$

$$\sigma_{pb} = \frac{M_{1Gk} + M_{2Gk}}{W_{01b}} + \frac{M_{3Gk} + M_{1Qk}}{W_{0b}} \sigma_{pb0} \quad (5.3.5-4)$$

2 预应力方向负弯矩区段,控制截面边缘混凝土的法向应力应按下列公式验算:

$$\sigma_{pt} \leq f_{tk} \quad (5.3.5-5)$$

$$\sigma_{pb} \leq 0.8f'_{ck} \quad (5.3.5-6)$$

$$\sigma_{pt} = \frac{M_{3Gk} + M_{1Qk}}{W_{0t}} + \sigma_{pt0} \quad (5.3.5-7)$$

$$\sigma_{pb} = \frac{M_{3Gk} + M_{1Qk}}{W_{0b}} + \sigma_{pb0} \quad (5.3.5-8)$$

式中: f_{tk} ——叠合层混凝土轴心抗拉强度标准值(N/mm^2);

f_{ck} ——叠合层混凝土轴心抗压强度标准值(N/mm^2);

W_{0t} ——钢筋叠合板换算截面上边缘弹性抵抗矩(mm^3);

W_{0b} ——钢筋叠合板换算截面下边缘弹性抵抗矩(mm^3);

M_{1Gk} ——预制底板自重标准值在控制截面产生的弯矩值($N \cdot mm$);

M_{2Gk} ——叠合层自重标准值在控制截面产生的弯矩值($N \cdot mm$);

M_{3Gk} ——面层、吊顶等自重标准值在控制截面产生的弯矩值 (N·mm)；

M_{1Qk} ——第二阶段可变荷载标准值在控制截面产生的弯矩值 (N·mm)。

3 双向受力的钢筋叠合板尚应对非预应力方向截面进行裂缝控制验算,最大裂缝宽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。

5.3.6 钢筋叠合板应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定进行裂缝控制验算,预应力方向的板底裂缝控制等级不应低于二级,预应力方向的板顶、非预应力方向的板底及板顶裂缝控制等级不应低于三级。

5.3.7 钢筋叠合板的挠度验算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。钢筋叠合板的挠度应扣除预应力产生的预制底板反拱值,并按下式计算:

$$f = f_{1L} - f_{2L} \leq [f] \quad (5.3.7)$$

式中: f ——钢筋叠合板的挠度(mm);

f_{1L} ——由荷载产生的钢筋叠合板挠度(mm);

f_{2L} ——由预应力产生的预制底板长期反拱值(mm);

$[f]$ ——挠度限值(mm)。

5.3.8 钢筋叠合板由预应力产生的长期反拱值可按下列公式计算:

$$f_{2L} = 1.75 \times \frac{N_p e_p l_0^2}{8B_0} \quad (5.3.8-1)$$

$$B_0 = \frac{M_k}{\left(\frac{B_{s2}}{B_{s1}} - 1 \right) (M_{1Gk} + M_{2Gk}) + (\theta - 1) M_q + M_k} B_{s2} \quad (5.3.8-2)$$

$$M_k = M_{1Gk} + M_{2Gk} + M_{3Gk} + M_{2Qk} \quad (5.3.8-3)$$

$$M_q = M_{1Gk} + M_{2Gk} + M_{3Gk} + \psi_q M_{2Qk} \quad (5.3.8-4)$$

$$B_{s1} = 0.85 E_c I_{01} \quad (5.3.8-5)$$

$$B_{s2} = 0.7 E_c I_0 \quad (5.3.8-6)$$

式中： N_p ——扣除了第一批、第二批预应力损失后的总预应力(N)；

e_p ——预应力作用点至换算截面重心的距离(mm)；

l_0 ——计算跨度(mm)；

M_k ——钢筋叠合板按荷载标准组合计算的弯矩值(N·mm)；

M_q ——钢筋叠合板按荷载准永久组合计算的弯矩值(N·mm)；

B_0 ——钢筋叠合板换算截面弯曲刚度(N·mm²)；

θ ——荷载长期作用对挠度增大的影响系数，可取 $\theta = 2.0$ ；

B_{s1} ——预制底板换算截面的短期截面弯曲刚度(N·mm²)；

B_{s2} ——钢筋叠合板使用阶段换算截面的短期截面弯曲刚度(N·mm²)；

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)；

ψ_q ——使用阶段可变荷载的准永久值系数；

E_c ——预制底板混凝土弹性模量(N/mm²)；

I_{01} ——预制底板换算截面惯性矩(mm⁴)；

I_0 ——钢筋叠合板换算截面惯性矩(mm⁴)，叠合层的混凝土截面面积应按弹性模量比换算成预制底板混凝土的截面面积。

5.3.9 单向受力钢筋叠合板由荷载产生的挠度可按下式计算：

$$f_{1L} = S \frac{M_k l_0^2}{B_0} \quad (5.3.9)$$

式中： S ——内力系数，应按实际支承条件确定。

5.3.10 承受均布荷载的双向受力钢筋叠合板可采用弹性分析方法或有限元分析方法计算挠度。采用弹性分析方法时，应根据两个方向的刚度比确定修正后的弹性计算系数。

6 构造设计

6.1 一般规定

6.1.1 钢肋叠合板的厚度 h 不宜小于 120mm。预应力混凝土薄板的厚度 h_s 不应小于 35mm；后浇混凝土叠合层厚度不应小于 70mm；混凝土上翼缘厚度 h_f 不宜小于 30mm，宽度 b_f 不宜小于 100mm、不宜大于 150mm；钢肋高度 h'_w 不应小于 60mm，外露钢肋高度 h'_0 不宜小于 30mm；钢肋厚度 t'_w 不应小于 0.5mm，直钢肋厚度 t'_w 不宜小于 0.75mm，钢肋翼缘宽度 b'_f 不应小于 $15t'_w$ 。

6.1.2 预制底板上表面可采用自然粗糙面。

6.1.3 钢肋叠合板的钢筋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。双向受力的钢肋叠合板，垂直于预应力方向的板底普通受力钢筋的保护层厚度可取预应力混凝土薄板厚度。

6.1.4 钢肋截面形状可为 Z 形、C 形、H 形或波纹形。Z 形、C 形或 H 形钢肋的翼缘宽厚比和腹板高厚比应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定，波纹形钢肋的翼缘宽厚比和腹板高厚比应符合现行协会标准《波纹腹板钢结构技术规程》CECS 291 的有关规定。

6.2 钢筋、钢肋布置

6.2.1 钢肋的布置应符合下列规定：

- 1 钢肋应平行于预应力方向布置；
- 2 钢肋至预制底板侧边的距离不宜大于 300mm，相邻钢肋间距不宜大于 600mm；
- 3 钢肋在混凝土中的锚固深度不应小于 15mm；

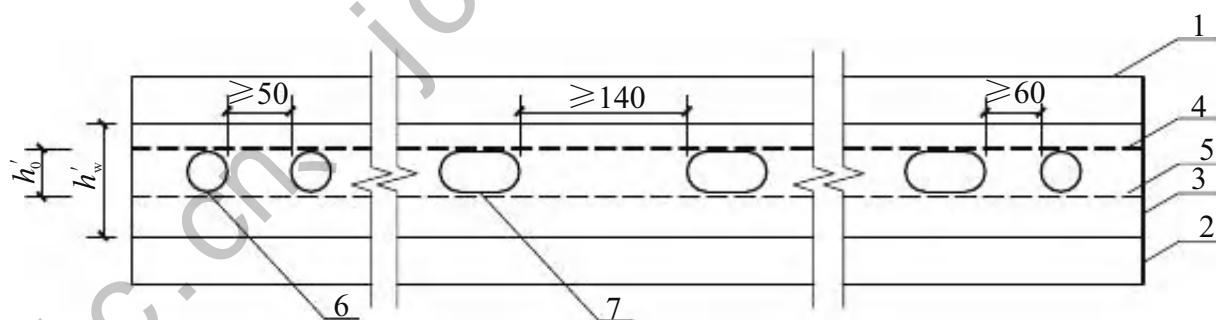
4 需要增强钢筋在混凝土上翼缘和预应力混凝土薄板中的锚固时,可在钢筋上下翼缘开设圆孔,圆孔直径宜取混凝土粗骨料最大粒径的 1.25 倍和钢筋翼缘宽度 50% 二者的较大值,且不应大于钢筋翼缘宽度的 70%;

5 钢筋叠合板按双向板设计,需要布置垂直于预应力方向的板底通长普通受力钢筋时,外露钢筋腹板宜紧贴预应力混凝土薄板上表面开设穿筋圆孔;圆孔应沿钢筋均匀布置,圆孔直径不应大于外露钢筋腹板高度且不宜小于穿孔钢筋直径的 1.5 倍;圆孔间距宜为 150mm 和 200mm;

6 根据管线的布置要求,外露钢筋腹板可在工厂或现场开设圆孔或长圆孔,圆孔直径、长圆孔高度超过管线外径不宜小于 2mm,且不应大于外露钢筋腹板高度,长圆孔长度不应大于钢筋腹板高度及 2 倍孔高的较大值(图 6.2.1);

7 钢筋腹板上开设管线穿孔时,圆孔之间的净距不应小于 50mm,长圆孔之间的净距不应小于 140mm,长圆孔和圆孔之间的净距不应小于 60mm(图 6.2.1);

8 钢筋腹板在支座、支撑和吊点处不应开孔。



1—钢筋上翼缘;2—钢筋下翼缘;3—钢筋腹板;4—混凝土上翼缘下表面;

5—预应力混凝土薄板上表面;6—钢筋腹板管线穿孔(圆孔);

7—钢筋腹板管线穿孔(长圆孔); h'_w —钢筋腹板高度; h'_0 —外露钢筋腹板高度

图 6.2.1 钢筋腹板上管线穿孔示意图(单位:mm)

6.2.2 当钢筋腹板开孔不满足本规程第 6.2.1 条规定时,宜开设圆孔,孔径不应大于 30mm,孔中心距支座、支撑和吊点处的距离不应小于 90mm;应对钢筋进行抗剪和稳定性验算,并应根据实际

情况采取加强措施。

6.2.3 预应力筋应在预制底板宽度范围内均匀布置,距板边和洞口边距离不应小于 15mm;预应力筋的直径不应小于 5mm,间距不宜小于 50mm 且不宜大于 200mm。

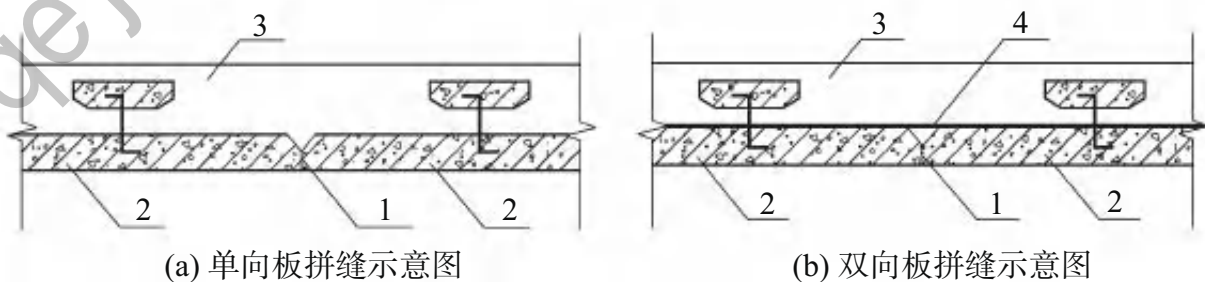
6.2.4 普通受力钢筋、构造和分布钢筋的布置应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

6.2.5 预制底板的吊点数量和布置应根据预制底板的尺寸、重量及起吊方式通过计算确定,并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 的有关规定。采用吊钩或内埋式吊具时,吊钩或内埋式吊具尚应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的有关规定。

6.2.6 预制底板开洞宜采用工厂预留方式;当设计核算安全时,也可现场开洞。当预制底板开设洞口时,严禁在混凝土上翼缘宽度范围内开洞,且开洞应避免截断预制底板的预应力钢筋;应根据洞口尺寸和预应力钢筋的布置计算确定相应的加强措施。圆洞孔径或矩形洞口边长大于 120mm 时,宜采用现浇混凝土板。

6.3 拼缝构造

6.3.1 预制底板侧边的拼缝宜为密拼接缝。单向叠合板的拼缝处可不设置附加钢筋[图 6.3.1(a)],双向叠合板的拼缝处应在预应力混凝土薄板顶面设置垂直于预应力方向的通长受力钢筋代替附加钢筋[图 6.3.1(b)]。



1—拼缝;2—预制底板;3—叠合层混凝土;4—垂直于预应力方向的板底受力钢筋

图 6.3.1 拼缝构造示意图

6.3.2 当钢筋叠合板双向受力时,垂直于拼缝的通长受力钢筋在荷载效应准永久组合作用下的应力应符合下式规定:

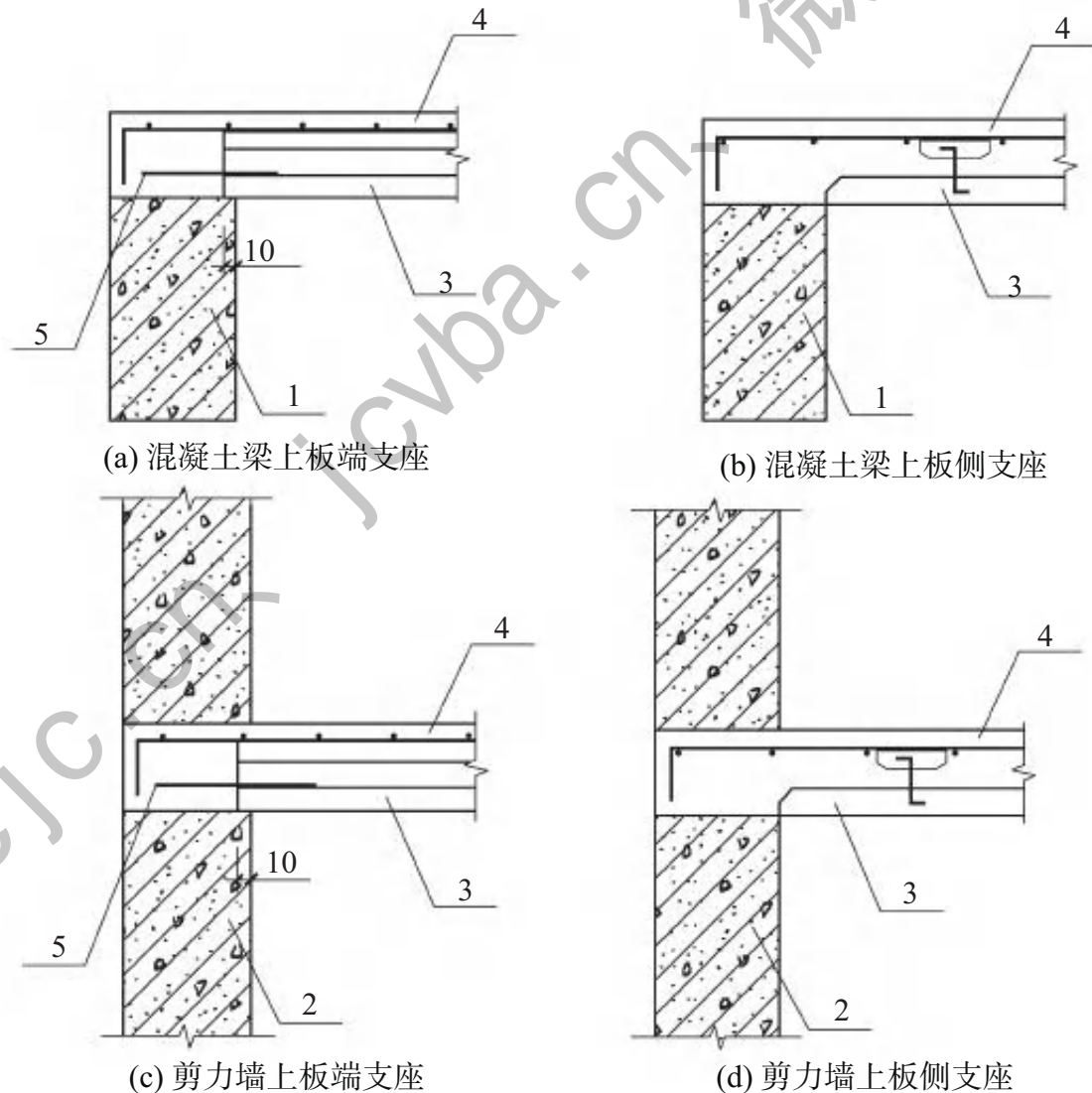
$$\sigma_{sq} \leq 0.6f_{yk} \quad (6.3.2)$$

式中: σ_{sq} ——垂直于拼缝的通长受力钢筋在荷载效应准永久组合作用下的应力;

f_{yk} ——垂直于拼缝的通长受力钢筋的屈服强度标准值。

6.4 支座构造

6.4.1 预制底板板侧不应搁置在梁或墙上(图 6.4.1-1、图 6.4.1-2),板端的搁置长度应符合下列规定:

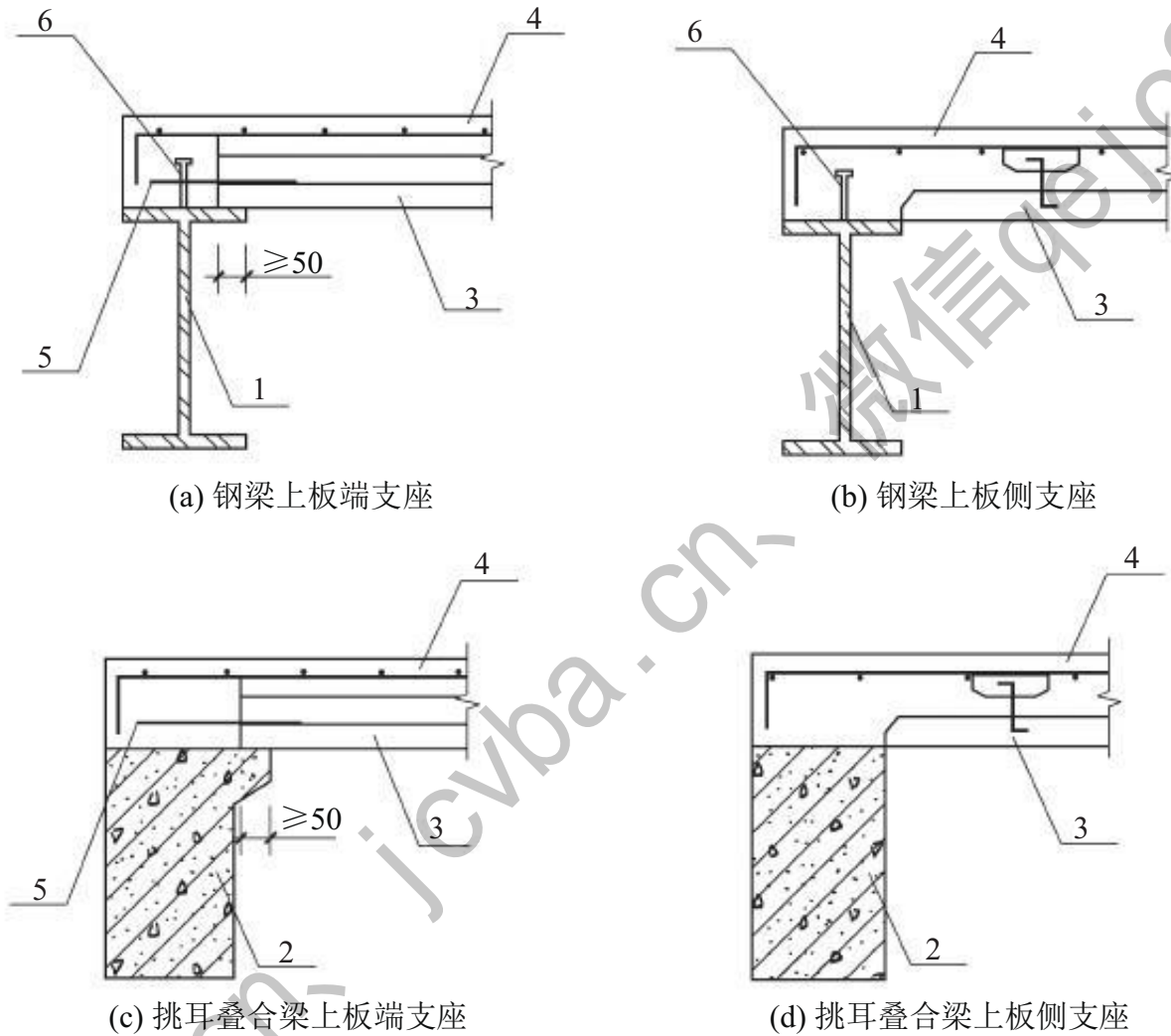


1—混凝土梁;2—剪力墙;3—预制底板;4—叠合层混凝土;5—附加钢筋

图 6.4.1-1 混凝土梁或剪力墙上支座构造示意图(单位:mm)

1 预制底板板端在混凝土梁或剪力墙上的搁置长度应为10mm(图 6.4.1-1);

2 预制底板板端在钢梁或带挑耳的叠合梁上的搁置长度不应小于 50mm(图 6.4.1-2)。



1—钢梁;2—挑耳叠合梁;3—预制底板;4—叠合层混凝土;5—附加钢筋;6—抗剪连接件

图 6.4.1-2 钢梁或挑耳叠合梁上支座构造示意图(单位: mm)

6.4.2 预制底板板端在支座处的锚固应符合下列规定:

1 预制底板可不在板端预留胡子筋。未预留胡子筋时,应在预应力混凝土薄板顶面设置平行预应力方向的附加钢筋(图 6.4.2-1),且应符合下列规定:

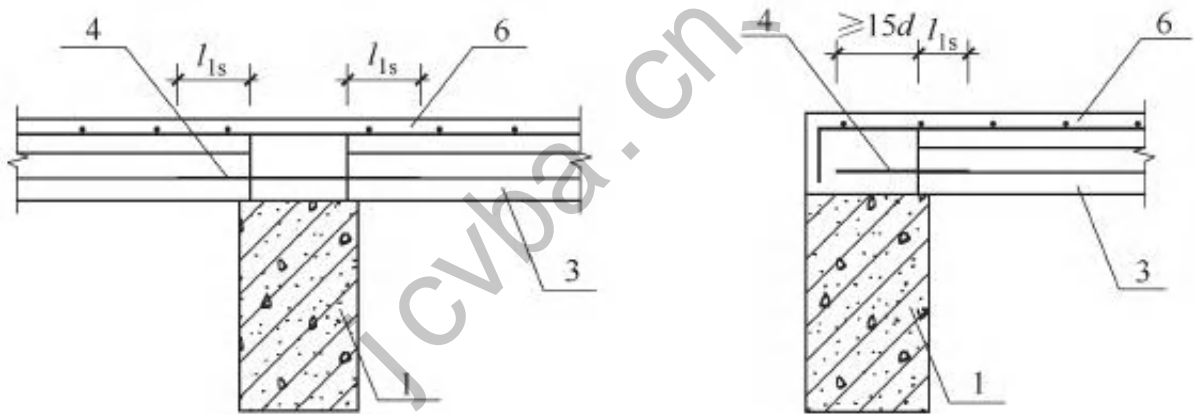
1) 附加钢筋应满足承载力要求,且不应小于预制底板内同方向受力钢筋折算面积的 1/3;附加钢筋直径不宜小于

8mm, 间距不宜大于 250mm; 附加钢筋与同方向受力钢筋种类不同时应按等强原则进行代换;

2) 对于边支座, 附加钢筋伸入叠合层的锚固长度 l_{1s} 不应小于与底板预应力钢丝的换算搭接长度, 且不应小于受拉钢筋锚固长度 l_a 的 1.2 倍; 对于中间支座, 附加钢筋在节点区应贯通, 且每侧伸入叠合层内的锚固长度 l_{1s} 不应小于 $1.2l_a$;

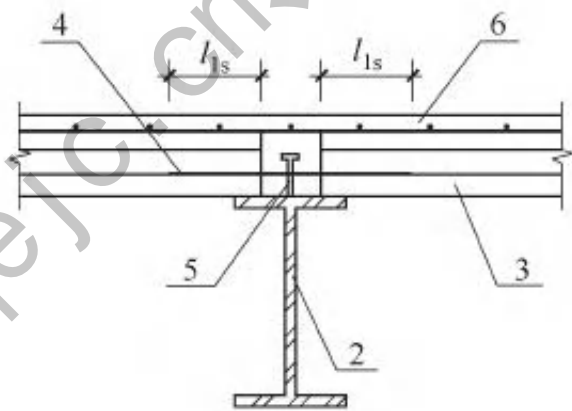
3) 附加钢筋在支座的锚固长度不应小于钢筋直径 d 的 15 倍, 且宜伸过支座中心线。

2 预制底板板端预留胡子筋时, 胡子筋应伸入板端支座, 在支承梁或墙的叠合层混凝土中锚固(图 6.4.2-2), 锚固长度 l_{2s} 不应小于 $15d$ 且宜伸过支座中心线。

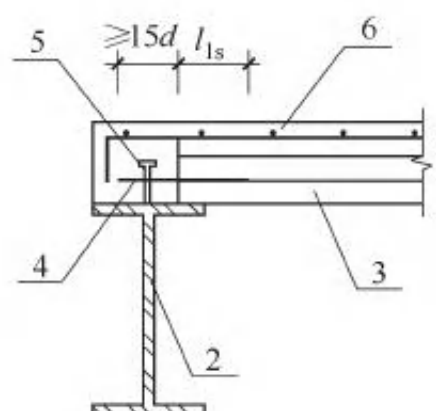


(a) 混凝土梁中间支座

(b) 混凝土梁边支座



(c) 钢梁中间支座

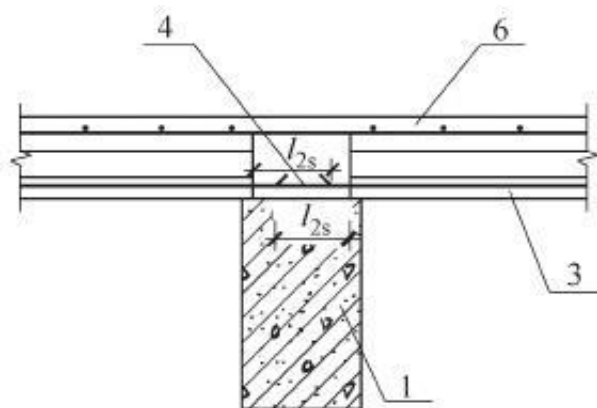


(d) 钢梁边支座

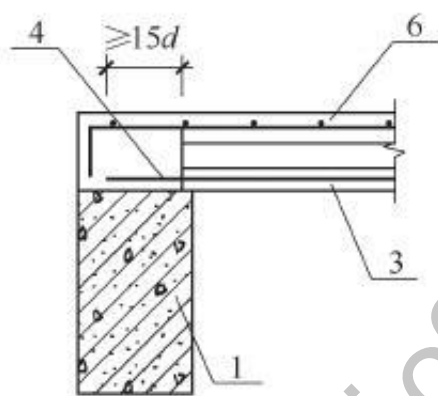
1—支承混凝土梁; 2—支承钢梁; 3—预制底板; 4—附加钢筋;

5—抗剪连接件; 6—叠合层混凝土

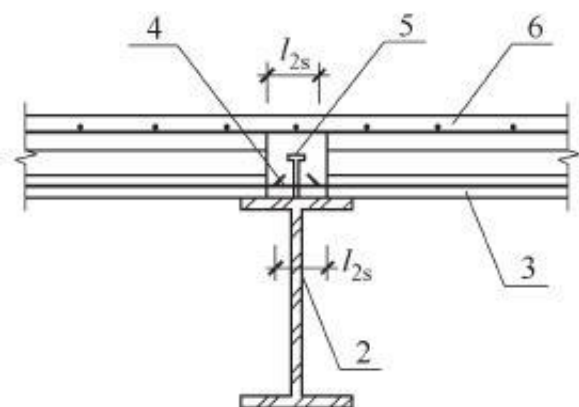
图 6.4.2-1 无胡子筋的板端支座构造示意图



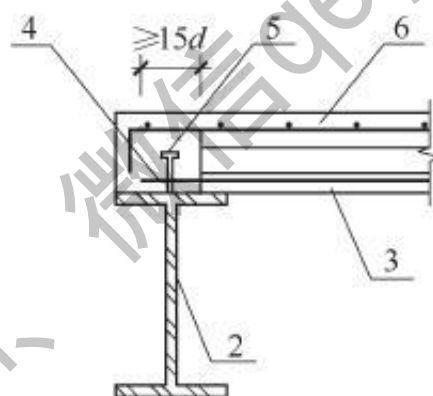
(a) 混凝土梁中间支座



(b) 混凝土梁边支座



(c) 钢梁中间支座



(d) 钢梁边支座

1—支承混凝土梁;2—支承钢梁;3—预制底板;4—胡子筋;

5—抗剪连接件;6—叠合层混凝土

图 6.4.2-2 预留胡子筋的板端支座构造示意图

7 制作、运输与堆放

7.1 一般规定

7.1.1 预制底板生产企业应具有固定的生产场所,应具备保证产品质量要求的生产工艺设施、试验检测条件,并应满足环境保护和安全生产要求。

7.1.2 生产企业应建立完善的质量管理体系和制度,并宜建立质量可追溯的信息化管理系统,且宜建立信息化档案管理系统。

7.1.3 预制底板制作前,应由建设单位组织设计单位、生产单位、施工单位、监理单位进行设计文件交底和图纸会审。

7.1.4 预制底板的设计文件深度应满足指导生产的要求,并应根据批准的设计文件、生产工艺、运输吊装方案等编制构件加工详图。

7.1.5 预制底板首件验收时,宜由建设单位组织设计单位、生产单位、施工单位、监理单位进行验收。

7.2 构件制作

7.2.1 预制底板宜在预应力长线台座上进行制作,台座应具有足够的承载力、刚度及整体稳定性,应能满足生产作业荷载和制作工艺的要求。预制底板可采用专用自动化设备在长线台生产。

7.2.2 制作预制底板的模具应具有足够的刚度、强度和平整度。

7.2.3 边模外观质量和拼装应符合下列规定:

- 1 模具拼装应连接牢固、接缝紧密并保持清洁;
- 2 模具与混凝土接触面不应有锈渍,且不应有氧化层脱落等现象;
- 3 涂刷脱模剂、缓凝剂时应均匀、无漏刷、无堆积;脱模剂、缓

凝剂不得沾污钢筋表面,且不得影响预制底板外观质量;脱模剂宜采用水溶性隔离剂。

7.2.4 模具拼装完成后,尺寸偏差和检验方法应符合表 7.2.4 的规定。

表 7.2.4 模具尺寸允许偏差和检验方法

项次	检验项目、内容	允许偏差(mm)	检验方法
1	长度、宽度、厚度	-2	用钢尺量平行构件相应尺寸方向,取其中偏差绝对值较大处
2	底模表面平整度	2	激光或用 2m 靠尺和塞尺量
3	对角线差	3	用钢尺量对角线
4	侧向弯曲	$L/1500$ 且 ≤ 5	拉线,用钢尺量测侧向弯曲最大处
5	翘曲	$L/1500$	对角拉线测量交点间距离值的两倍
6	组装缝隙	1	用塞片或塞尺量测,取最大值

注:L 为模具与混凝土接触面中最长边的尺寸。

7.2.5 钢肋进厂时,应全数检查外观质量,并按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定抽取试件且应进行屈服强度、抗拉强度、伸长率和厚度偏差检验,检验结果应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。

7.2.6 预制底板生产用钢筋应符合下列规定:

1 进厂时,应全数检查外观质量,并按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定抽取试件做屈服强度、受拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验,检验结果应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定;

2 预应力筋的下料长度应根据台座的长度、锚具、夹具长度等经过计算确定;钢筋的调直与切割应使用专用机械设备,不得采用电弧或气焊切断。

7.2.7 预应力筋张拉设备及压力表应定期维护和标定,并应符合下列规定:

1 张拉设备和压力表应配套标定和使用,标定期限不应超过半年;当张拉设备检修后或使用过程中出现反常现象时,应重新标定;

2 压力表的量程应大于张拉工作压力读值,压力表的精确度等级不应低于 1.6 级;

3 标定张拉设备用的试验机或测力计的测力示值不确定度不应大 1.0%;

4 张拉设备标定时,千斤顶活塞的运行方向应与实际张拉工作状态一致。

7.2.8 预应力筋张拉前应将台面清理干净,应检查预应力筋到模台顶表面的距离,允许偏差应控制在 $\pm 2\text{mm}$ 以内。预应力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。

7.2.9 预应力筋的张拉控制应力应符合设计文件及专项方案的规定。

7.2.10 采用应力控制方法张拉时,应校核最大张拉力下预应力筋伸长值。

7.2.11 预应力筋的张拉应符合设计文件的规定,并应符合下列规定:

1 应根据预制底板受力特点、操作方便与安全等因素确定张拉顺序。

2 张拉时应采取对称和分级方式按照校准的张拉力控制张拉精度,以预应力筋的伸长值作为校核。

3 预应力筋张拉时应从零拉力加载至初拉力后,量测伸长值初读数,再以均匀速率加载至张拉控制力。

4 张拉过程中应避免预应力筋断裂、滑脱、遗漏、绞缠等。

5 预应力筋张拉锚固后,应对实际建立的预应力值与设计给

定值的偏差进行控制,应以每工作班为一批,抽查预应力筋总数的1%,且不应少于3根;一个构件中全部预应力筋的预应力平均值与规定值偏差不应超过+5%。

7.2.12 预应力混凝土薄板的混凝土应连续浇筑并铺摊均匀,宜采用摊铺机、排式振捣棒进行振捣;振捣完成后应立即量测混凝土浇筑厚度,当浇筑厚度超过允许偏差时应做相应处理。

7.2.13 混凝土浇筑时应留置用于检验混凝土强度的试件,应在混凝土的浇筑地点随机抽取,取样与试件留置应符合下列规定:

1 每次取样应至少留置一组标准养护试件,同条件养护试件的留置组数应根据实际需要确定;

2 每工作班拌制的同一配合比混凝土浇筑不超过 100m^3 时,取样不得少于1次。

检验方法:检查生产记录及混凝土强度试验报告。

7.2.14 预制底板应严格落实养护制度,可根据需要选择普通覆膜保湿养护或蒸汽养护方式。当采用蒸汽养护时,应严格控制升降温速度和最高温度,并应做好温控记录。

7.2.15 预应力筋放张应符合设计文件的规定,并应符合下列规定:

1 预应力筋放张时,混凝土立方体抗压强度不应低于设计采用的混凝土强度等级的75%,且不应低于 30MPa 。

2 预应力筋放张可采用整体放张或单根放张。单根放张时,应由中间位置向两侧交错对称放张,每次截断钢筋根数不应超过钢筋总数的15%。

3 放张后板端预应力钢丝与混凝土应牢固黏结,应检查并确认回缩值满足设计要求。

7.2.16 预制底板脱模后,应采用专用吊具进行吊装并进行质量检查。检查后应立即在构件上设置产品标识、吊点位置标识。

7.3 构件检验

7.3.1 预制底板的质量检查与验收应符合现行国家标准《混凝土

结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231 的有关规定。

7.3.2 预制底板原材料、部品及配件,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、设计文件及合同约定进行进厂检验。检验批划分应符合下列规定:

1 预制底板生产企业将采购的同一厂家同批次材料、配件及半成品用于不同工程的预制构件时,可统一划分检验批;

2 获得认证的产品或来源稳定且连续三批均一次检验合格的产品,进厂验收时检验批容量可扩大一倍。扩大检验批容量后的检验中,出现不合格情况时,应按扩大前的检验批容量重新检验,且不得再次扩大检验批容量。

7.3.3 预制底板生产用钢筋、预应力钢丝、钢绞线进厂时,应全数检查外观质量,并按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定抽样做力学性能和重量偏差检验,检验结果应符合相关产品标准的规定。

7.3.4 当预制底板采用外购的成型钢肋时,进厂检验应符合下列规定:

1 应检查质量合格文件和交货验收单。

2 钢肋应按批进行外观质量和尺寸偏差抽检,每批中应至少抽取 3 条。

3 钢肋应按批进行重量偏差抽检,每批中应至少抽取 3 条。量取总长度并测量,计算每米长度重量,重量偏差不应超过理论重量的 $\pm 7\%$ 。

7.3.5 预应力筋张拉设备应由专人使用和管理,并应定期维护和校验,校验有效期限不应超过半年。

7.3.6 预制底板成品应按表 7.3.6 的规定对外观质量进行检查,外观质量不宜有一般缺陷,不应有严重缺陷。对于出现一般缺陷的构件应进行修补处理,并重新检查验收。对于外观质量合格的和不合格的,均应记录、编号标识并分区分类码垛。

表 7.3.6 预制底板外观质量判定方法

项次	检验项目	现象	质量评定要求	判定方法
1	露筋	钢筋未被混凝土完全包裹而外露	预应力钢筋不应有	观察
2	蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	不应有	观察
3	孔洞	混凝土中出现深度和长度均超过保护层厚度的非设计孔穴	不应有	观察
4	夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	禁止夹渣	观察
5	混凝土内部裂缝	缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部	不允许	观察

7.3.7 预制底板外观尺寸及预留洞口的位置允许偏差及检验方法应符合表 7.3.7 的规定。

表 7.3.7 预制底板外观尺寸允许偏差及检验方法 (mm)

序号	检查项目、内容		允许偏差	检验方法
1	预应力混凝土薄板尺寸	长度	+10, -5	用钢尺量两端及中间部位,取其中偏差绝对值较大值
		宽度	-5	用钢尺量两端及中间部位,取其中偏差绝对值较大值
		厚度	±3	用钢尺量四角及四边中间部位共8处,取其中偏差绝对值较大值
2	混凝土上翼缘尺寸	长度	+10, -5	用钢尺量两端及中间部位,取其中偏差绝对值较大值
		宽度	±5	用钢尺量平行于肋宽度方向的任何部位
		厚度	±3	用钢尺量平行于肋厚度方向的任何部位
3	钢筋外露高度		±2	钢尺检查
4	预应力混凝土薄板下表面外形	表面平整度	5	用 2m 靠尺安放在构件表面上,用楔形塞尺量测靠尺与表面之间的最大缝隙
		侧向弯曲	$L/750$ 且 ≤ 20	拉线,钢尺量最大侧向弯曲处
		翘曲	$L/750$	四对角拉两条线,量测两线交点之间的距离,其值的 2 倍为扭翘值调平尺在两端测量
		对角线差	10	在构件表面,用钢尺量 2 个对角线的长度,取其绝对值的差值

续表 7.3.7

序号	检查项目、内容		允许偏差	检验方法
5	预应力钢筋	间距	± 5	钢尺检查
		保护层厚度	± 2	钢尺检查
6	预埋件	中心位置 偏移	5	钢尺检查
7	预留孔洞	中心线位置 偏移	5	用钢尺量纵横两个方向的中心线位置,取其中较大值
		孔洞尺寸	± 5	用钢尺量测纵横两个方向尺寸,取其最大值

注:1 对形状复杂或有特殊要求的预制底板,其尺寸偏差除应符合表中标准外,尚应满足设计的专门要求。

2 L 为预制底板标志跨度。

7.3.8 预制底板出厂前应进行质量检验并形成质量证明文件。质量检验内容应包括外观质量、尺寸偏差。质量证明文件应包括下列内容:

- 1 出厂合格证;
- 2 钢筋和钢肋检验报告;
- 3 混凝土强度检验报告;
- 4 出厂检验的检验结果;
- 5 合同要求的其他质量证明文件。

7.4 构件运输与堆放

7.4.1 预制底板在运输、吊装、安装时,同条件养护的混凝土立方体抗压强度宜达到设计强度的 100%,若未达到设计强度的 100%,相应阶段的验算应按混凝土实际强度取值,且不应低于设计强度的 75%。

7.4.2 应制订预制底板运输与堆放的专项方案。专项方案宜包括堆放场地、固定要求、堆放支垫、运输时间、运输次序、运输线路及成品保护措施等内容。

7.4.3 预制底板的堆放应符合下列规定:

- 1 堆放场地应平整、坚实,并应有排水措施;
- 2 垫片或垫木应上下对齐、垫实,垫片或垫木宜设置在混凝土上翼缘上;
- 3 堆放层数不宜超过 9 层,并应有防倾覆的措施;
- 4 堆放时间超过 2 个月时,钢肋宜采取防腐措施,且应采取措施防止预制底板产生过大反拱。

7.4.4 预制底板在运输和堆放过程中应做好安全和成品防护,并应在预制底板边角或链索接触处设置一定柔性的垫片或垫木。

7.4.5 施工现场应根据施工平面规划设置运输道路和堆放场地,并应符合下列规定:

- 1 运输道路和堆放场地应平整、坚实,并应有排水措施;
- 2 运输道路应满足运输车辆对于转弯半径及道路坡度的要求;
- 3 预制底板堆放位置和顺序应与工程施工进度及顺序相衔接。

7.4.6 吊装施工前,应按现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的有关规定和设计方案要求对吊具、索具进行验收,核实现场环境、天气、道路状况等,确认满足吊装施工要求。

8 施工安装

8.1 一般规定

8.1.1 钢肋叠合板施工应编制专项施工方案,包括绘制预制底板安装顺序示意图,制订运输、安装措施及安全技术措施等内容,并应向操作人员进行质量、安全技术交底。

8.1.2 预制底板入场时应立即按本规程表 7.3.6 和表 7.3.7 进行验收,不合格的产品不得进场。

8.1.3 预制底板的吊装工作范围内不得有障碍物,并应设置安全防护措施。

8.1.4 预制底板上的叠合层混凝土应均匀摊铺,施工机具与材料等宜均匀放置。

8.1.5 不应在预制底板上集中堆放施工材料、机具等或使预制底板承受较大的冲击荷载。当预制底板的局部或整体施工可变荷载超过设计允许值时,应根据分析计算确定增设临时支撑等相应的加强措施。

8.1.6 预制底板的施工宜建立首段验收制度。正式施工前,宜选择有代表性的单元或部分进行试安装,并应根据试安装结果及时调整完善施工方案和施工工艺。

8.2 安 装

8.2.1 预制底板安装前应对支撑进行设计,吊装就位前应设置好支撑。支撑设计应符合下列规定:

1 当预制底板搁置在现浇混凝土梁、无挑耳叠合梁或剪力墙上时,应在预制底板两端距离支座 500mm 范围内各设置一道支撑;

2 跨内支撑布置应根据计算确定；

3 支撑拆除时，叠合层混凝土强度应达到同条件养护的混凝土立方体抗压强度的 75%，且板面施工荷载应小于设计规定的可变荷载。

8.2.2 预制底板的临时支撑应符合下列规定：

1 临时支撑主龙骨宜选用有木方的线支撑，不宜选用点支撑；

2 首层支撑的地基应平整坚实，宜采取硬化措施；支撑立杆下方宜设置垫块；竖向连续支撑层数不宜少于 2 层，且上下层支撑宜对准；

3 当支撑采用架体时，架体的高宽比不宜大于 3；当高宽比大于 3 时，应采取加强整体稳固性的措施；

4 支撑架体的轴向压缩变形或侧向挠度不应大于计算高度的 1/1000；

5 泵管、布料机部位的预制底板底部对应位置应增设支撑；

6 支撑搭设完成后应对支撑标高及垂直度进行校核；

7 支撑不得与外防护架连接。

8.2.3 预制底板的起吊、安装应符合下列规定：

1 安装前，应核实并确认现场环境、天气、道路状况等满足吊装要求；

2 起吊安装前，应核实并确认预制底板的反拱值满足安装要求；

3 每班作业时宜试吊一次，应确认起重设备与通信设施工作正常，吊具连接可靠；

4 每次起吊脱离运输车辆或堆放点时，应适当停顿，确认起吊系统安全可靠后方可继续提升；

5 预制底板起吊、移动、就位的全过程中，信号指挥员、司索工、起重机械司机应保持通信畅通并协调一致，信号不明时不得吊运和安装；

- 6 应垂直吊运,不得斜拉、斜吊;
- 7 吊装完成后应进行高差校核,不满足要求时应重新吊装调整;
- 8 吊装作业区应实施隔离封闭管理,并应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。

8.2.4 预制底板安装期间,上部不宜堆放重物。当上部需要堆放钢筋捆、模板、布料机或其他重物时,应根据堆载的大小、位置、形状等计算确定相应的加强措施。

8.3 叠合层混凝土施工

8.3.1 叠合层混凝土施工前,应进行隐蔽工程验收。同时,必须将预制底板上的杂物清理干净,并应洒水充分湿润。

8.3.2 叠合层混凝土的浇筑应符合下列规定:

- 1 浇筑叠合层混凝土时应均匀布料,下料位置应避开跨中、接缝等不利位置;布料的堆积高度与泵送设备不应超过现浇层厚度与 1.5kN/m^2 施工可变荷载之和,并应采用振动器振捣密实;

- 2 采用泵送混凝土浇筑时,宜采用柔性材料搁置泵管;

- 3 浇筑和振捣时,应有专人对模板及支撑进行观察和维护,发生异常情况应立即处理;

- 4 接缝处的混凝土浇筑和振捣时,应采取防止模板、钢筋及预埋件移位的措施;

- 5 叠合层混凝土浇筑完成后,应立即对表面标高进行校核。

8.3.3 叠合层混凝土浇筑完毕之后应立即进行保湿养护,保湿养护可采用洒水、覆盖、喷涂养护剂等方式,养护时间应根据水泥性能确定,不得少于 7d。

8.3.4 用于检查叠合层混凝土强度的试件,应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定,且每一楼层、同一配合比的混凝土,取样不得少于一次。

9 质量验收

9.1 一般规定

9.1.1 钢肋叠合板施工应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《钢结构工程施工规范》GB 50755、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的有关规定进行单位工程、分部工程、分项工程、检验批的划分和质量验收。

9.1.2 钢肋叠合板用的预制底板、原材料、配件均应按检验批进行进场验收。

9.1.3 浇筑混凝土之前应进行隐蔽工程验收,隐蔽工程验收应包括下列内容:

- 1 预制底板表面的质量;
- 2 板面钢筋、附加钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距;
- 3 预埋件、预留管线的规格、数量、位置;
- 4 其他隐蔽项目。

9.1.4 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、预制底板安装施工图;
- 2 预制底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 预制底板吊装施工记录;
- 4 隐蔽工程验收文件;
- 5 叠合层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。

9.2 进场验收

I 主控项目

9.2.1 预制底板进场时,应检查质量证明文件。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查、检查质量证明文件或质量验收记录。

9.2.2 预制底板外观质量不应有严重缺陷,且不应有影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,量测。

II 一般项目

9.2.3 预制底板外观质量不应有一般缺陷。对已经出现的一般缺陷,应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。

检查方法:观察,检查处理记录。

9.2.4 预制底板的尺寸偏差及预埋件、预留孔洞位置的检验方法应符合本规程表 7.3.7 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构件数量的 5%,且不应少于 3 件。

9.3 安装验收

I 主控项目

9.3.1 预制底板安装时的临时支撑措施应符合设计、专项施工方案要求及现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查施工方案、施工记录或设计文件。

9.3.2 在浇筑叠合层混凝土之前应进行钢筋隐蔽工程验收,验收

内容包括钢筋品种、规格、数量、位置,连接接头位置以及预埋管、线盒数量、位置等。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,钢尺检查。

9.3.3 叠合层混凝土强度应符合设计文件的规定。

检查数量:按批检查。

检验方法:检查混凝土强度试验报告。

9.3.4 混凝土运输、浇筑及间歇的总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

9.3.5 预制底板安装的允许偏差和检验方法应符合设计文件的规定;当设计无具体规定时,应符合表 9.3.5 的规定。

表 9.3.5 预制底板安装尺寸允许偏差及检验方法 (mm)

项目	允许偏差	检验方法
轴线位置	5	钢尺检查
预应力混凝土薄板下表面标高	±5	水准仪或拉线、钢尺检查
相邻底板下表面高低差	2	钢尺检查
下表面平整度	5	钢尺、塞尺检查
搁置长度	±10	钢尺检查

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%,且不小于 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。

9.3.6 钢肋叠合板厚度允许偏差应符合设计文件的规定,当设计无具体要求时,应为 +3mm。

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%,且不小于 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。

检验方法:观察,钢尺检查。

附录 A 钢筋叠合板免附加支撑技术参数

A.0.1 钢筋叠合板横截面高度可按表 A.0.1 进行技术参数选型。钢筋在混凝土中的锚固深度可取 15mm；预应力混凝土薄板厚度为 40mm 时，钢筋在预应力混凝土薄板中的锚固深度可取 20mm。

表 A.0.1 钢筋叠合板横截面高度技术参数(mm)

总板厚	混凝土上翼缘厚度	钢筋外露腹板高度	预应力混凝土薄板厚度
120	30	30	35
130	30	35	40
140	30	40	40
150	30	45	40

A.0.2 钢筋叠合板横截面宽度可按表 A.0.2 进行技术参数选型。混凝土上翼缘宽度可取 150mm。

表 A.0.2 钢筋叠合板横截面宽度技术参数

标志板宽(mm)	钢筋条数	钢筋距板边距离(mm)	相邻钢筋间距(mm)
1200	2	300	600
1500	3	250	600
1800	3	300	600
2100	4	300	600
2400	4	300	600

A.0.3 钢筋叠合板标志跨度为 2.1m~5.4m 时，预制底板混凝土强度等级宜为 C40；标志跨度为 5.7m~6.3m 时，预制底板混凝土强度等级宜为 C50。叠合层混凝土强度等级不应小于 C30。

用词说明

为便于在执行本规程条款时区别对待,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,仅该日期对应的版本适用本规程;不注日期的,其最新版适用于本规程。

- 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 《钢结构设计标准》GB 50017
- 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205
- 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 《钢结构焊接规范》GB 50661
- 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728
- 《钢结构工程施工规范》GB 50755
- 《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231
- 《钢结构通用规范》GB 55006
- 《混凝土结构通用规范》GB 55008
- 《钢筋混凝土用钢 第 1 部分:热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1
- 《钢筋混凝土用钢 第 2 部分:热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2
- 《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223
- 《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224
- 《冷轧带肋钢筋》GB/T 13788
- 《建设用砂》GB/T 14684
- 《超高分子量聚乙烯纤维 8 股、12 股编绳和复编绳索》GB/T 30668
- 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1

- 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3
《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52
《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95
《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256
《波纹腹板钢结构技术规程》CECS 291

qejc.cn, jcvba.cn, 微信qejc21

中国工程建设标准化协会标准

钢筋预应力混凝土叠合板
技术规程

T/CECS 1289—2023

条文说明

qejc.cn, jcvba.cn, 微信qejc21

qejc.cn, jcvba.cn, 微信qejc21

制定说明

本规程制定过程中,编制组针对现有的混凝土叠合板的应用进行了广泛深入的调查研究,总结了我国工程建设的实践经验,同时参考了国外先进技术标准,系统开展了钢筋预应力混凝土叠合板的抗弯性能试验、理论分析和数值模拟,并通过工程示范进行了验证,最终提出了钢筋预应力混凝土叠合板的设计方法和构造要求,以及制作、安装与验收方法。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定,《钢筋预应力混凝土叠合板技术规程》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。

qejc.cn, jcvba.cn, 微信qejc21

目 次

1	总 则	(47)
2	术 语	(48)
3	材 料	(50)
3.1	混凝土	(50)
3.3	钢材及其他	(50)
4	基本设计规定	(51)
5	结构计算	(54)
5.1	一般规定	(54)
5.2	承载能力极限状态计算	(54)
5.3	正常使用极限状态计算	(55)
6	构造设计	(58)
6.1	一般规定	(58)
6.2	钢筋、钢肋布置	(59)
6.3	拼缝构造	(59)
6.4	支座构造	(60)
7	制作、运输与堆放	(61)
7.1	一般规定	(61)
7.2	构件制作	(61)
7.3	构件检验	(62)
7.4	构件运输与堆放	(63)
8	施工安装	(64)
8.1	一般规定	(64)
8.2	安装	(64)
8.3	叠合层混凝土施工	(65)

9	质量验收	(66)
9.1	一般规定	(66)
9.2	进场验收	(66)
9.3	安装验收	(67)

qejc.cn, jcvba.cn, 微信qejc21

1 总 则

1.0.1 钢肋预应力混凝土叠合板是系列钢混组合预应力混凝土叠合板中的一种,在预制钢肋预应力混凝土底板上布筋并浇筑叠合层混凝土形成整体,具有整体性能好、抗裂性能优、底板抗弯刚度大、施工阶段可免支撑或少支撑等优点。预制钢肋预应力混凝土底板由预应力混凝土薄板、钢肋与预制混凝土上翼缘组成,预制混凝土上翼缘提供的刚度能够有效减少预制底板的反拱值,并且在脱模、堆放、安装及施工阶段可提供必要的抗弯承载力和刚度,减少或避免预制底板在短暂设计状况下的变形、开裂或损坏。为规范钢肋预应力混凝土叠合板的设计、制作、施工及验收,制定本规程。

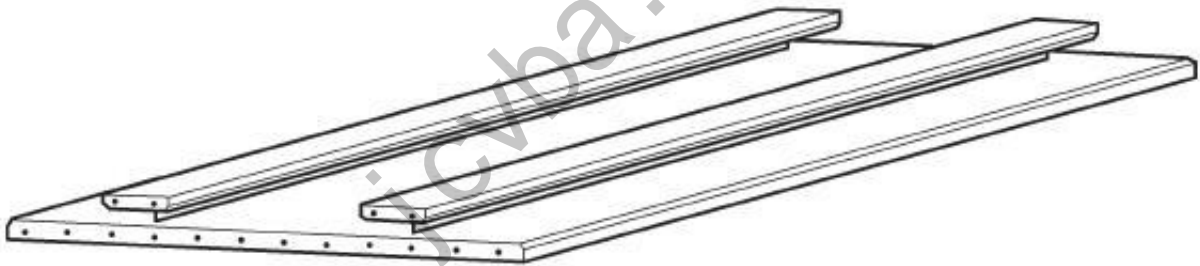
1.0.2 现有钢肋预应力混凝土叠合板研究与工程应用均为抗震设防烈度为 8 度及以下地区。当在设防烈度为 8 度以上地区应用钢肋预应力混凝土叠合板时,应进行专门研究并采取加强措施。

1.0.3 本规程需要同时执行的现行国家标准包含但不限于:《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《组合结构通用规范》GB 55004、《钢结构通用规范》GB 55006、《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《叠合板用预应力混凝土底板》GB/T 16727、《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、《预制带肋底板混凝土叠合楼板技术规程》JGJ/T 258 等。

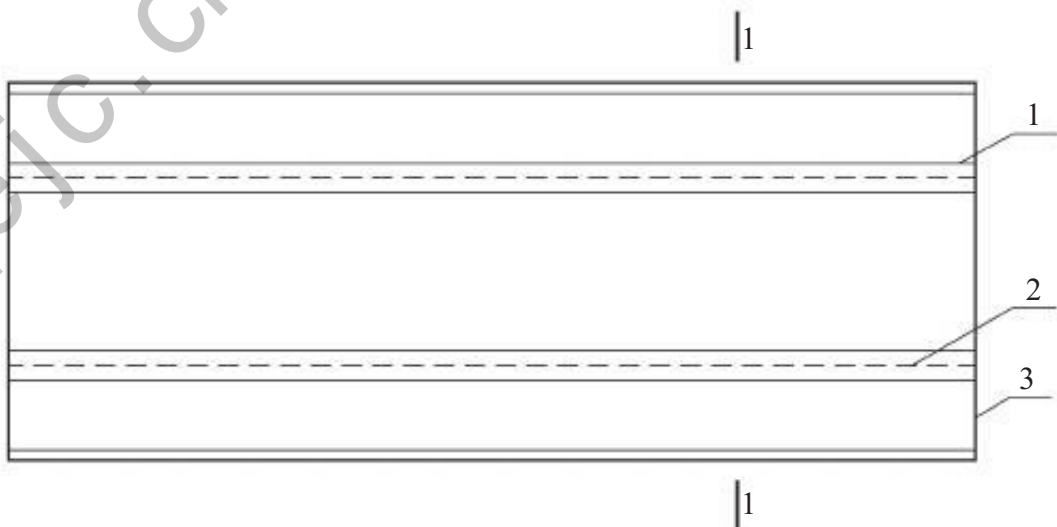
2 术 语

2.0.1、2.0.2 预制钢肋预应力混凝土底板用作钢肋叠合板的底板(图 1)。预制底板在制作、施工过程中独立承载,并作为钢肋叠合板的永久模板,浇筑叠合层混凝土后形成钢肋预应力混凝土叠合板。

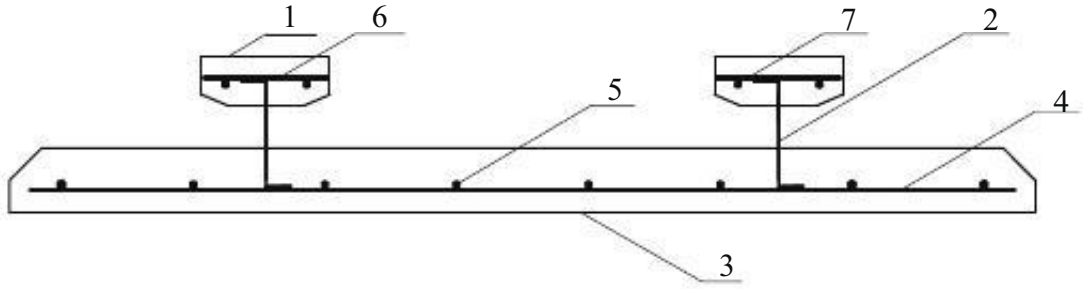
混凝土上翼缘和预应力混凝土薄板通过一次成型的 Z 形(图 2)、C 形、H 形薄壁型钢或者波纹形钢板进行连接。预留孔洞包括为增强钢肋与混凝土上翼缘及预应力混凝土薄板的锚固而在其上下翼缘设置的圆形孔洞和为布置横向穿孔的钢筋或管线而在其外露腹板上设置的圆形或长圆形孔洞。



(a) 立体图



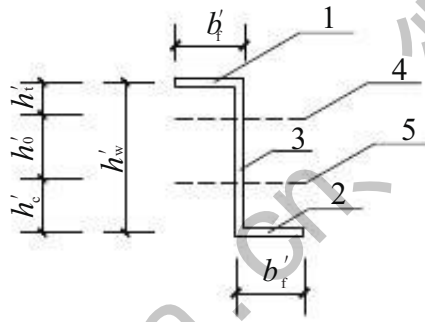
(b) 平面图



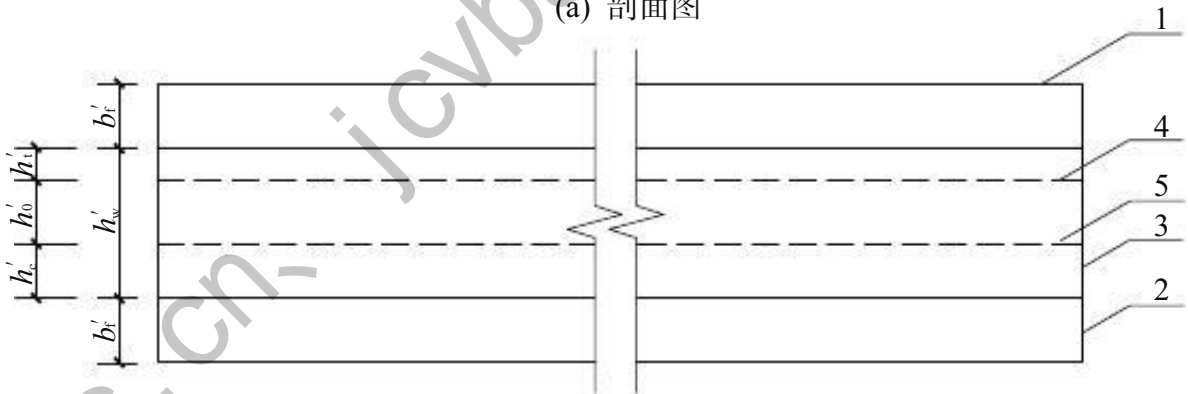
(c) 1-1 剖面图

- 1—混凝土上翼缘；2—钢肋；3—预应力混凝土薄板；4—板底横向分布钢筋；
 5—预应力纵向受力钢筋；6—混凝土上翼缘横向分布钢筋；
 7—混凝土上翼缘纵向受力钢筋

图 1 预制钢肋预应力混凝土底板示意图



(a) 剖面图



(b) 展开图

- 1—钢肋上翼缘；2—钢肋下翼缘；3—钢肋腹板；4—混凝土上翼缘下表面；
 5—预应力混凝土薄板上表面； b'_f —钢肋翼缘宽度； h'_w —钢肋腹板高度；
 h'_c —钢肋在混凝土上翼缘中的锚固深度；
 h'_0 —钢肋在预应力混凝土薄板中的锚固深度； h'_0 —钢肋腹板外露高度

图 2 Z 形钢肋板示意图

3 材 料

3.1 混 凝 土

3.1.2 预制底板内部的受力钢筋为预应力钢丝或钢绞线,因此预制底板的混凝土强度等级应相应提高。

3.1.3 预制底板的预应力混凝土薄板厚度较小,因此本条专门对预制底板混凝土粗骨料做出要求。为避免预制底板浇筑后弹性模量增长速度小于强度增长速度,预应力筋放张后底板发生较大反拱,故对混凝土骨料含泥量做出要求。

3.3 钢材及其他

3.3.5、3.3.6 预制底板的预应力混凝土薄板厚度较小,采用在薄板内预埋钢吊环作吊具时,预制底板按常规 35mm~40mm 厚的平板来计算抗弯性能,无法充分发挥钢肋的抗弯刚度及承载力优势;当在钢肋上设置钢吊环作吊具时,可充分发挥钢肋抗弯刚度大的优势,但刚性吊环不利于运输、堆放,且安装完毕后需要割除;采用预埋钢吊钉作吊具时,对预制底板截面造成削弱,或者与钢肋连接不方便。

为了解决刚性预埋件和吊具存在的问题,可采用柔性超高分子量聚乙烯绳索或碳纤维制作预埋或可拆卸吊环,不会削弱预制底板截面,而且有利于运输、堆放,安装完成后不影响浇筑叠合层混凝土整体质量。

4 基本设计规定

4.0.1 本规程按现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 以及《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 的有关规定,采用概率极限状态设计方法,以分项系数的形式表达。本规程中的荷载分项系数按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《工程结构通用规范》GB 55001 的有关规定执行。

4.0.2 在预制底板的制作阶段和运输阶段,脱模、放张、堆放、吊装以及运输时需要考虑混凝土的实际强度。

施工阶段,叠合层混凝土达到强度设计值之前,对预制底板进行计算和验算;叠合层混凝土达到强度设计值之后,交付验收之前,对钢筋叠合板进行计算和验算。

4.0.3 经试验分析、设计计算得出,预制底板承担的施工可变荷载不大于 3.5kN/m^2 、满足本规程附录 A 构造要求且跨度不大于 3.9m 时,可不在跨中设置附加支撑。当施工阶段荷载较大或不满足构造要求时,需要对免支撑跨度进行计算。施工阶段跨中设置附加支撑时,预制底板应在附加支撑处进行抗剪验算,可允许混凝土上翼缘在附加支撑处开裂。

4.0.4 钢筋叠合板的预应力混凝土薄板厚度较小,预制底板仅在一个方向配置预应力钢筋,在紧贴预应力混凝土薄板上表面的叠合层内配置另一方向的板底受力钢筋,预制底板之间一般采用密拼接缝。当预制底板的规格与房间的布置要求有出入时,可设置混凝土现浇带,现浇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 的规定。试验研究表明,满足双向板支座构造、长宽比的条件时,预制底板之间采用密拼接缝可实现内力的连续传递,形成双向受力,可按双向板设计。当叠合层混凝土

土达到强度设计值后,由预制底板承担荷载变为钢筋叠合板承担荷载,支座构造、长宽比发生变化,应对施工阶段的预制底板、使用阶段的钢筋叠合板分别进行设计。

4.0.6 短暂设计状况包括预制底板制作阶段的脱模、放张、吊装、堆放和运输。短暂设计状况下的承载力、挠度及抗裂验算按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定执行。

施工阶段的安装、混凝土浇筑阶段,采用荷载标准组合;叠合层混凝土达到强度设计值之后,采用荷载基本组合。

4.0.9 本条基于现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中介绍的无支撑叠合梁板的二阶段受力分析方法,提出了钢筋叠合板的分阶段设计方法,并给出第一阶段、第二阶段的内力分析方法和应考虑的荷载。在第二阶段,叠合层混凝土达到设计强度值后仍可能存在施工可变荷载,且其荷载效应可能大于使用阶段可变荷载产生的荷载效应,故第二阶段应考虑两种荷载效应中的较大值。

4.0.10 预制构件进行脱模时,承受的荷载包括自重、脱模起吊瞬间的动力效应、脱模时模板与构件表面的吸附力。其中,动力效应采用构件自重标准值乘以动力系数计算;脱模吸附力是作用在构件表面的均布力,与构件表面和模具状况有关,根据经验一般不小于 1.5kN/m^2 。

第一阶段的施工可变荷载一般指在预制底板上作业的施工人员和施工机具等。若有过量的冲击、混凝土堆放以及管线等应考虑附加荷载,可根据计算结果设置附加支撑等加强措施。

4.0.11 由于预制底板在支座处为铰接,不承担弯矩,负弯矩设计值计算时参照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定,可不包括预制底板和叠合层混凝土自重在设计截面上产生的弯矩设计值。在第二阶段,由于叠合层混凝土达到强度设计值后,附加支撑可能未及时拆除,应对第二阶段中施工后半阶段的负弯矩进行验算,荷载仅考虑面层、吊顶等自重及第二阶段的施工可变荷载。

4.0.12 本条提出了多跨叠合连续板考虑塑性内力重分布的设计方法。该方法仅对施工后半阶段和使用阶段的弯矩进行调幅,第一阶段弯矩不用调幅。当采用该方法进行钢筋叠合板设计时,钢筋总伸长率限值按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定执行,钢筋叠合板变形和裂缝宽度验算应满足正常使用极限状态要求。

4.0.14 双向钢筋叠合板在两个正交方向存在刚度差异,可在计算时合理考虑,具体可采用有限元法直接计算或采用其他经验方法。考虑两个方向的刚度时,在预应力方向按不出现裂缝的刚度,垂直于预应力方向按出现裂缝的刚度进行内力计算。

4.0.15 正常使用极限状态下的内力值用于裂缝控制验算。出现裂缝的截面刚度可根据国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010(2015年版)第7章的有关规定进行计算。

5 结构计算

5.1 一般规定

5.1.1 钢肋叠合板具有良好的整体性,参与结构受力时与现浇混凝土板基本一致,可采用刚性楼板假定进行设计。

5.1.2 钢肋叠合板作为梁的有效翼缘形成 T 形截面,提高了楼面梁的刚度,结构计算时应予以考虑。当近似其影响时,应根据梁翼缘尺寸与梁截面尺寸的比例关系确定增大系数的取值:通常边框架混凝土梁可取 1.5,中间框架混凝土梁可取 2.0;当有可靠计算和经验时,梁的刚度增大系数可适当减小。钢结构中,钢梁与钢肋叠合板的组合作用较弱,可不计入楼板对钢梁刚度的增大作用。震级大于 7.0 时,楼板可能开裂,不计入楼板对梁刚度的增大作用。

5.1.5 过早地对混凝土施加预应力会引起较大的收缩和徐变预应力损失,同时可能因局部承压过大而引起混凝土损伤。

5.2 承载能力极限状态计算

5.2.3 进行抗剪验算时,考虑钢肋腹板及预应力混凝土薄板承担全部剪力,混凝土上翼缘的抗剪有利作用没有计及,偏于保守;不考虑孔洞对截面的削弱,偏于不安全。但根据实验研究和有限元分析结果,当钢肋腹板开洞满足构造要求时,预制底板抗剪承载力几乎不受影响。

5.2.4 钢肋叠合板为正交各向异性板,且预制底板之间存在拼缝,因此预应力方向和非预应力方向的正截面受弯承载力应分别进行计算。由于拼缝削弱了钢肋叠合板的截面,若跨中最大弯矩截面处布置有拼缝,该截面即为控制截面;若跨中最大弯矩截面处

未布置拼缝,跨中最大弯矩截面和拼缝截面均为控制截面,都需要进行计算。为计算方便及安全起见,拼缝所在截面进行正截面受弯承载力计算时,截面有效高度按下式计算:

$$h_0 = h - h_s - \frac{d}{2} \quad (1)$$

式中: h_0 ——截面有效高度(mm);

h ——钢肋叠合板厚度(mm);

h_s ——预应力混凝土薄板厚度(mm);

d ——垂直于预应力方向的板底普通受力钢筋直径(mm)。

5.2.5 试验研究表明,混凝土上翼缘和钢肋的存在增大了叠合层混凝土接触面,使得叠合层混凝土充分包裹住预制底板,能保证叠合层与预制底板形成整体,共同承载、协调受力。所以在均布荷载作用下,在预制底板上浇筑形成不配置箍筋的钢肋叠合板,在预制底板上表面进行拉毛,并根据钢肋叠合板的单向或双向受力模式选择性设置垂直于预应力方向的板底普通受力钢筋,基本能满足叠合面抗剪要求,可不对叠合面进行受剪强度验算。

5.3 正常使用极限状态计算

5.3.1 不同工况的抗裂验算存在以下不同:

(1)荷载不同;

(2)验算的构件截面不同,为预制底板或钢肋叠合板;

(3)预应力损失不同,考虑第一批损失或考虑第一、第二批损失;

(4)限值不同,应采用该工况下对应的混凝土轴心抗拉强度标准值、轴心抗压强度标准值。

为方便计算,本规程第 5.3.2 条~第 5.3.4 条列出各工况下的抗裂验算公式。

5.3.2 预压前,扣除第一批预应力损失后,预制底板上部受拉、下部受压。根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的

有关规定及工程经验,当叠合构件预制底板上部受拉时,受拉区混凝土法向拉应力可按不大于 $2f'_{tk}$ 控制。

5.3.3 脱模和起吊时,预制底板上部受压、下部受拉;但当多点起吊(不少于3点)时,中间吊点处预制底板上部受拉、下部受压。根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定及工程经验,当叠合构件预制底板上部受拉时,受拉区混凝土法向拉应力可按不大于 $2f'_{tk}$ 控制。

换算截面边缘混凝土法向应力均为绝对值。

为确保安全,计算预制底板换算截面上、下边缘的弹性抵抗矩 W_{01t} 、 W_{01b} 时,可不考虑钢筋上下翼缘的作用。

5.3.4 在第一阶段,正弯矩区段预制底板上部受压、下部受拉。支撑处允许混凝土上翼缘开裂。

5.3.5 在第二阶段,正弯矩区段钢筋叠合板上部受压、下部受拉,负弯矩区段钢筋叠合板上部受拉、下部受压。

双向受力的钢筋叠合板开裂时,受拉区混凝土常处于双向受拉或一向受拉、一向略微受压状态。根据混凝土本构关系,两种情况下各方向受拉强度受其他方向拉、压应力的影响均较小,可按两个方向单独计算。为了计算方便及安全,非预应力方向横截面进行裂缝控制验算时,有效截面不包括预应力混凝土薄板,截面有效高度与正截面受弯承载力计算时的截面有效高度取值相同。

5.3.7 为满足正常使用极限状态,对使用阶段的钢筋叠合板进行挠度验算,可不对预制底板进行挠度验算。挠度验算时,采用由荷载标准组合值、荷载准永久组合值产生的内力标准值、内力准永久值及材料强度的标准值。挠度由两部分叠加而成:一部分是由荷载产生的挠度,另一部分是由预加应力产生的反拱。

国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010(2015年版)规定:当计算跨度 $l_0 < 7\text{m}$ 时,挠度限值 $[f]$ 为 $l_0/200$;当 $7\text{m} \leq l_0 \leq 9\text{m}$ 时,挠度限值 $[f]$ 为 $l_0/250$;当计算跨度 $l_0 > 9\text{m}$ 时,挠度限值 $[f]$ 为 $l_0/300$ 。

5.3.8 钢肋叠合板在偏心的预应力作用下将产生反拱,可按两端有弯矩作用的简支梁计算。根据国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010(2015年版)附录 H 的有关规定,考虑预应力长期影响,将预应力短期反拱值乘以增大系数 1.75 计算长期反拱值。按荷载标准组合并考虑预应力长期作用影响的刚度,可取 $\theta=2.0$ 。

5.3.10 双向钢肋叠合板在两个正交方向存在刚度差异,在计算时应合理考虑。考虑两个方向的刚度时,在预应力方向按不出现裂缝的刚度、垂直于预应力方向按出现裂缝的刚度进行挠度计算。

6 构造设计

6.1 一般规定

6.1.1 本条从构造上提出钢肋叠合板的最小厚度要求,合理的厚度应在符合承载力极限状态、正常使用极限状态、耐火性能以及混凝土保护层厚度要求等前提下,按经济合理的原则确定。混凝土上翼缘上方混凝土的厚度应满足叠合板叠合层上部配筋的混凝土保护层厚度要求。

根据现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 的有关规定,预制钢筋混凝土实心叠合楼板的预制底板及后浇混凝土厚度均不应小于 50mm,主要是为了满足叠合楼板生产、吊运、堆放、运输和安装时具有一定的抗弯刚度,防止预制底板产生裂缝。由于钢肋叠合板的预制底板带肋,非实心底板,抗弯刚度较大,根据分析计算和大量工程经验,预应力混凝土薄板的厚度可小于 50mm。

6.1.2 钢肋叠合板由于预制底板设有钢肋及混凝土上翼缘,叠合面受剪与协同受力可满足要求,预制底板生产可采用不二次后抹的自然粗糙面。

6.1.3 基于耐火极限要求的钢筋保护层厚度可参照表 1 的规定。计算耐火保护层时,应包括抹灰粉刷层在内。

表 1 钢肋叠合板耐火保护层最小厚度 (mm)

类型	约束条件	耐火极限 1.00h		耐火极限 1.50h	
		板厚	耐火保护层厚度	板厚	耐火保护层厚度
预应力筋	简支	—	22	—	30
	连续	110	15	110	20
普通受力钢筋	简支	—	15	—	20
	连续	110	15	110	15

6.1.4 进行预制底板承载力与刚度计算时,要考虑钢肋的作用,应根据计算选择钢肋的尺寸,且应满足钢肋腹板高厚比限值。

6.2 钢筋、钢肋布置

6.2.1 预制底板中混凝土上翼缘、钢肋的设置和预应力的施加使预制底板在施工阶段具有较大的抗弯刚度和承载力,因此钢肋布设方向应和预应力筋方向一致。钢肋中心至预制底板侧边的距离、相邻钢肋的距离不宜过大,过大会对预制底板在运输、吊装等阶段的受力造成不利影响。当预应力混凝土薄板厚度大于 40mm 且设计核算安全时,钢肋中心至预制底板边距离 300mm 与相邻钢肋间距 600mm 的要求可进一步放宽。对钢肋在其上下翼缘开设圆孔的规定,主要是为加强钢肋在混凝土中的锚固。对钢肋腹板开洞是为了满足双向受力的钢肋叠合板设置垂直于预应力方向的板底普通受力钢筋和布置管线的需要。

6.2.2 当钢肋腹板开孔不满足本规程第 6.2.1 条的规定时,可采用钢加劲肋或放置混凝土块等措施进行加固。

6.2.3 预应力筋的最小水平净距应根据浇筑混凝土、预应力筋锚固及预应力传递性能等要求确定。

6.3 拼缝构造

6.3.1 试验研究表明,单向受力的钢肋叠合板可不配置附加钢筋,双向受力的钢肋叠合板配置了通长的垂直于预应力方向受力钢筋时,可不配置附加钢筋。

6.3.2 试验研究表明,密拼接缝在开裂后,其裂缝宽度大于整体浇筑楼板的裂缝宽度,因此应严格控制密拼接缝处开裂时的裂缝宽度。本条通过垂直于预应力方向通长受力钢筋的应力水平来控制接缝处的开裂宽度,满足本条规定时,可不计算横向的裂缝宽度。

6.4 支座构造

6.4.2 预制底板板侧一般不出筋。为方便生产和安装,板端可不出筋,安装时设置附加钢筋;工程需要时,板端可预留胡子筋。计算附加钢筋面积时,应按等强代换原则计算同方向的预应力筋折算为普通受力钢筋的折算面积。

7 制作、运输与堆放

7.1 一般规定

7.1.1 预制底板生产的场所、设备、设施是保证预应力混凝土构件生产和质量的基础设施,应满足构件制作的技术要求。

7.1.2 预制底板采用工厂化生产、现场装配化施工。生产企业应有固定的生产车间和自动化生产线设备,应有专门的生产、技术管理团队和产业工人,并应建立技术标准体系及安全、质量、环境管理体系。

7.1.3 预制底板的设计需综合考虑制作、脱模、运输、安装的要求,采用标准化的尺寸和构造形式,减少预制底板的种类和模具类型,使制作简单,运输、安装便捷。

7.1.4 当有现行标准图集时,构件加工详图可引用有关标准图集或参考标准图集编制。

7.2 构件制作

7.2.2 模具是决定预制底板制作质量的关键,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预制底板的制作。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,并应针对模具的磨损进行及时、有效的修补。

7.2.4 对新模具和改制后的模具,需加强尺寸检查,合格后方可投入生产。表 7.2.4 参考了国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231—2016 中表 9.3.3“预制构件模具尺寸允许偏差和检验方法”和行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1—2014 中表 11.2.3“预制构件模具尺寸的允许偏差和检验方法”,并

结合目前技术和应用上较为成熟的激光测距技术和容栅传感测距技术,增加了激光测距仪和数显卷尺、数显卡尺以及数显塞尺等检测工具用于尺寸检测。

7.2.7 本条规定了预应力张拉设备的校验和标定要求。张拉设备(千斤顶、油泵及压力表等)应配套标定,以确定压力表读数与千斤顶输出力之间的关系曲线。由于千斤顶主动工作和被动工作时,压力表读数与千斤顶输出力之间的关系是不一样的,故要求标定时千斤顶活塞的运行方向应与实际张拉工作状态一致。

7.2.10 张拉时,先预张拉使预应力钢筋绷紧,后进行整体张拉。预应力筋实际张拉时通常采用张拉力控制方法,但为了确保张拉质量,还应对实际伸长值进行校核,相对允许偏差 $\pm 6\%$ 是基于工程实践提出的,有利于保证张拉质量。

7.2.12 浇筑过程中,需进行充分有效振捣,避免出现漏振造成蜂窝麻面现象。当采用振捣棒振捣时,不宜触碰模具、钢筋、预埋件等,以免发生位置、尺寸等偏差。

7.2.14 普通覆膜保湿养护的要求与现浇混凝土一致。蒸汽养护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。

7.3 构件检验

7.3.2 为适当减少有关产品的检验工作量,对符合限定条件的产品进场检验做了适当调整。对来源稳定且连续检验合格,或经产品认证符合要求的产品,进厂时可按本标准的有关规定放宽检验。“经产品认证符合要求的产品”是指经产品认证机构认证,认证结论为符合认证要求的产品。产品认证机构应经国家认证认可监督管理部门批准。放宽检验是指扩大检验批量,不是放宽检验指标。

7.3.6 钢肋与预应力混凝土薄板、混凝土上翼缘交界处有时会出现微细界面裂缝,不影响结构安全,可放心使用。一般缺陷是指对结构构件的受力性能或使用性能无决定性影响的缺陷,严重缺陷

是指对结构构件的受力性能或使用性能有决定性影响的缺陷。

7.3.7 为了保证预制底板可靠地搭设在梁或墙上,预应力混凝土薄板的长度允许正偏差稍大,允许负偏差稍小。由于预制底板侧边之间采用密拼接缝,不设后浇带,预应力混凝土薄板的宽度不允许正偏差,只允许负偏差。

本规程中,除采用条文中给出的方法外,预制底板外观尺寸及预留洞口的位置还可采用三维扫描等智能方式进行检验。

7.3.8 出厂检验结果应包括外观质量、尺寸偏差、反拱值。

7.4 构件运输与堆放

7.4.3 预制底板的场地放置应该整齐分类堆放,防止出现叠放混乱,从而造成损坏等情况。堆放场地应先提前进行平整和夯实,规划好相应的排水措施,防止地面出现不均匀下沉。预制底板的堆放层数不宜超过9层,如有可靠计算和经验,堆放层数可适当增加。预制底板在场地上长时间堆放,钢肋易发生腐蚀,且混凝土徐变和预应力筋松弛将引起反拱值变化。

7.4.4 在运输和堆放过程中,预制底板的边角和链索接触处易发生破坏,应额外设置柔性垫片或垫木进行保护。垫片或垫木设置方法应符合本规程第7.4.3条的规定。

8 施工安装

8.1 一般规定

8.1.1 施工单位在施工前应组织制订专项施工方案,且应符合国家现行有关标准及产品应用技术手册的规定。必要时,施工单位应根据设计文件进行深化设计。

构件的运输与安装应有成品保护措施和应急预案,可在专项施工方案或作业指导书中进行编制,对运输与安装的施工措施及安全技术措施,采取书面、口头、样板演示等多种方法向操作人员进行交底。

构件安装应设专人指挥,作业人员要规范操作。遇有六级以上大风、大雾和雨天等恶劣天气时,不得进行安装活动。

8.1.6 为避免由于设计或施工缺乏经验造成工程实际障碍或损失,保证施工质量,并不断摸索和积累经验,应通过试安装进行验证性试验。试安装对于没有经验的施工队伍非常必要,不但可以发现设计和施工方案存在的缺陷,还可以培训人员、调试设备、完善方案。在施工前进行典型单元的安装试验,验证并完善方案实施的可行性,对于产品的定型和施工工艺推广是十分重要的。

8.2 安 装

8.2.1 当预制底板搁置在钢梁、预制梁或带挑耳的叠合梁上时,施工期间预制底板两端可不设置支撑。跨内支撑布置应根据计算确定,经试验分析、设计计算得出,预制底板承担的叠合层混凝土自重与施工可变荷载之和不大于 3.5kN/m^2 且满足本规程附录 A 构造要求时,免支撑跨度可达 3.9m 。

8.2.2 支撑标高校核时,需考虑支撑自身的变形,支架的轴向压

缩变形或侧向挠度需经计算确定。临时支撑架体的强度、刚度和整体稳定性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,并对临时支撑架体进行检查与验收。

8.2.3 开始起吊时,将预制底板吊离运输车辆或堆放点 200mm~300mm 后停止起吊,检查预制底板平衡性和吊点位置情况、起重设备的稳定性、制动系统的可靠性等,确认系统安全可靠后方可继续起吊。

吊装时,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法令为准,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。司索工的工作质量与整个吊装作业安全关系极大。根据行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59—2011 的规定,起重机作业应设专职信号指挥员和司索工。

8.2.4 对于免支撑钢肋叠合板,安装及混凝土浇筑期间要严格控制施工可变荷载符合设计要求。当有较大集中荷载堆放时,需要对预制底板进行专门设计核算。

8.3 叠合层混凝土施工

8.3.2 冬期施工时,应按现行国家标准有关冬期施工的要求采取相应措施。采用泵送混凝土浇筑时,为避免泵送设备超重或冲击力对预制底板及临时支撑体系造成影响,可采用柔性的轮胎或其他充气材料搁置泵管。

8.3.4 结构混凝土的强度等级必须满足设计要求。用于检查结构构件混凝土强度的标准养护试件,应在混凝土的浇筑地点随机抽取。每次取样可留置多组试件,除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定外,可根据工程需要增设 3d、7d、14d 等过程控制试件,冬期施工同条件养护试件等。

9 质量验收

9.1 一般规定

9.1.1 混凝土结构子分部工程可划分为模板、钢筋、混凝土、预应力、预制底板、现浇叠合层等分项工程,各分项工程可划分为若干检验批。

9.1.3 本条根据国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231—2016 第 11.1.5 条修改而成。隐蔽工程反映粗糙面、钢筋安装、预留预埋等方面的综合质量。在浇筑混凝土之前进行隐蔽工程验收是为了保证钢肋叠合板性能满足设计要求。对已铺设好的钢筋应进行成品保护,不应在钢筋上行走或踩踏。

9.2 进场验收

I 主控项目

9.2.1 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。

9.2.2 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,有不符合设计要求的情形应做退场处理。如经设计同意可以进行修理使用,则应制订处理方案并获得监理确认,预制底板生产单位应按技术处理方案处理,修理后应重新验收。

II 一般项目

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

9.3 安装验收

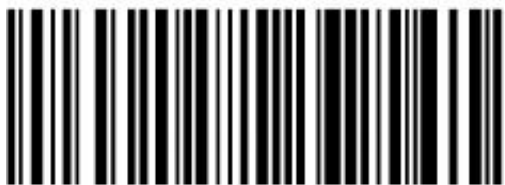
I 主控项目

9.3.1 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。

9.3.3 装配整体式混凝土结构的叠合层混凝土质量控制非常重要,不但要求其与其预制底板的结合面紧密结合,还要求其自身浇筑密实,更重要的是控制混凝土强度指标。

当叠合层混凝土和现浇结构采用相同强度等级混凝土浇筑时,可以按照现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定进行混凝土试块强度评定。

qejc.cn, jcvba.cn, 微信qejc21



7155182114304

统一书号:155182·1143

定价:35.00 元

qejc.cn, jcvba.cn, 微信qejc21