

装配式桥梁叠合箱涵结构设计与施工技术 规程

（征求意见稿）

联系人：李忠龙

电话：18745059800

邮箱：18745059800@126.com

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 2

5 材料 2

6 叠合结构设计 4

7 叠合结构构造要求 5

8 叠合式构件加工 8

9 叠合结构的现场施工 11

10 质量验收 13

附 录 A （规范性） 装配式叠合箱涵结构体系说明 16

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由黑龙江省交通运输厅提出并归口。

本文件由黑龙江省交通运输厅负责组织实施。

本文件由黑龙江省交通运输厅负责解释。

本文件起草单位：哈尔滨工业大学、黑龙江省铁投叠合式构件有限公司、黑龙江宇辉新型建筑材料有限公司、北京市市政工程设计研究总院有限公司、哈尔滨市思昱交通技术咨询有限公司、哈尔滨市市政工程设计院有限公司、鹤哈高速鹤岗至苔青段工程建设项目办、哈尔滨理工大学、哈尔滨市标准化研究院、中交路桥南方工程有限公司、北京市基础设施投资有限公司、中交路建交通科技有限公司、黑龙江省黑建一建筑工程有限责任公司、黑龙江省龙建路桥第四工程有限公司。

本文件主要起草人：李忠龙、曾繁强、闫红缨、高庆飞、李孟奇、姜春霞、潘克明、徐庆龙、李彦奇、王鑫、王圣保、王代玉、吕佳、李斌、马川峰、张伟、王栋、万照龙、杨松滨、祝玉君、张志斌、徐伟量、谷雯玉、杨世硕、黎时锐、王文福、吴禹灼、吴逸明。

装配式桥梁叠合箱涵结构与施工技术规程

1 范围

本文件规定了装配式叠合箱涵的基本规定、材料、叠合结构设计、叠合结构构造要求、叠合式构件加工、叠合结构的现场施工、质量验收。

本文件适用于黑龙江省公路装配式叠合箱涵工程的设计、构件制作、施工及验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 8076 混凝土外加剂
GB 50010 混凝土结构设计规范
GB 50108 地下工程防水技术规范
GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范
GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
GB 50666 混凝土结构工程施工规范
GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准
GB/T 50476 混凝土结构耐久性设计标准
GB/T 51231 装配式混凝土建筑技术标准
JGJ 1 建筑工程施工质量验收统一标准
JGJ 18 钢筋焊接及验收规程
JGJ/T 104 建筑工程冬期施工规程
JGJ 107 钢筋机械连接技术规程
JGJ/T 283 自密实混凝土应用技术规程
JTG 3362 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
JTG 3363 公路桥涵地基与基础设计规范
JTG D30 公路路基设计规范
JTG D60 公路桥涵设计通用规范
JTG/T 2231-01 公路桥梁抗震设计规范
JTG/T 3365-02 公路涵洞设计规范
JTG/T 3365-05 公路装配式混凝土桥梁设计规范
JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范
JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 叠合

装配式箱涵构件由预制混凝土部分与现浇混凝土部分通过可靠连接共同受力形成整体的构造方式。

3.2 叠合面

装配式箱涵中预制混凝土部分与现浇混凝土部分之间的接触界面。

3.3 装配式叠合箱涵

由叠合式侧壁、叠合式顶板及叠合式底板（或现浇底板）构成的箱形截面涵洞结构。其中，叠合式构件在工厂制作，现场安装成结构骨架，经现场浇筑混凝土后形成整体受力体系。

3.4 连接筋

在装配式叠合箱涵的叠合式构件连接节点处，单独设置的L型钢筋。

3.5 格构钢筋

由上弦钢筋、下弦钢筋及其间连续斜向腹筋组成、截面呈三角形布置的钢筋构件。

4 基本规定

4.1 装配式叠合箱涵的设计基准期使用年限应符合 JTG D60 的相关规定。

4.2 装配式叠合箱涵的总体设计及布设、水文、水力计算等内容应符合 JTG/T 3365-02 的相关规定。

4.3 装配式叠合箱涵的抗震设计应符合 JTG/T 2231-01 的要求。

4.4 装配式叠合箱涵所采用的混凝土抗冻性能以及防水、密封材料的耐低温性能应满足黑龙江省不同区域环境条件的要求。

4.5 装配式叠合箱涵的基础埋深应根据黑龙江省不同地区的冻融情况，按本文件第 5.1.5 条的规定确定。

4.6 现场施工时环境温度不应低于 5℃，且应符合 JGJ/T 104 的规定。

4.7 装配式叠合箱涵的施工和验收应符合 JTG/T 3650 的相关规定。

4.8 装配式叠合箱涵宜采用建筑信息模型（BIM）技术，提升设计、生产、施工及运维全过程的信息化管理水平。

5 材料

5.1 混凝土

5.1.1 装配式叠合箱涵所采用混凝土的材料性能指标应符合 JTG 3362 的规定，且强度等级不低于 C40。

5.1.2 叠合式构件的预制混凝土宜采用自密实防水混凝土，设计抗渗等级应符合 GB/T 50476、GB 50108、JTG/T 3365-05 的相关规定。

5.1.3 装配式叠合箱涵叠合式构件现场浇筑的混凝土宜浇筑自密实混凝土，自密实混凝土应符合 JGJ/T 283 的规定；当采用普通混凝土时，粗骨料粒径不应超过 20mm，并应有可靠措施控制后浇混凝土合理的流动性、泌水率及收缩性。

5.1.4 混凝土外加剂的技术性能应符合 GB 8076 相关规定，关于外加剂的选用应符合 GB 50119 有关规定。混凝土含气量宜控制在 4.5%~6.0% 范围内。

5.1.5 装配式叠合箱涵结构混凝土的抗冻等级应根据工程所在地区的气候分区、结构部位及设计使用年限确定，且不应低于表 1 的规定。处于盐冻环境、水位变动区等严酷环境条件下的构件，其抗冻等级应提高一级。

5.1.6 混凝土的抗冻性试验方法应符合 GB/T 50082 的规定。

5.1.7 施工时混凝土应符合 JGJ/T 104 的规定，并应采用早强、防冻型外加剂，混凝土入模温度不应低于 5℃。

表 1 黑龙江省装配式叠合箱涵混凝土最低抗冻等级 (F) 要求

气候分区	主要地区范围 (地级市)	最冷月平均气温	结构部位	设计使用年限	
				100 年	50 年
I 区 (严寒重度冻融区)	大兴安岭地区	$\leq -25^{\circ}\text{C}$	外露构件、水位变动区构件	F300	F250
			其他构件	F250	F200
II 区 (严寒中度冻融区)	小兴安岭地区(黑河市, 伊春市)	$-25^{\circ}\text{C} \sim -18^{\circ}\text{C}$	外露构件、水位变动区构件	F250	F200
			其他构件	F200	F150
III 区 (严寒轻度冻融区)	哈尔滨市, 齐齐哈尔市, 牡丹江市, 佳木斯市, 大庆市, 鸡西市, 双鸭山市, 鹤岗市, 七台河市, 绥化市	$-18^{\circ}\text{C} \sim -12^{\circ}\text{C}$	外露构件、水位变动区构件	F200	F150
			其他构件	F150	F100

注1: “外露构件”指涵顶板、翼墙等直接暴露于大气环境的构件; “水位变动区构件”指侧壁常年水位变化范围内的部位; “其他构件”主要指埋置于冻深线以下的地下构件或受冻融影响轻微的内部构件。

5.2 钢筋

5.2.1 钢筋的选用应符合 GB 50010 的规定，主受力钢筋宜采用高强钢筋。

5.2.2 叠合式构件吊装、临时支撑专用的预埋件及配套吊具所用的材料，应符合 GB 50010 的规定。

5.2.3 叠合式构件预埋的支吊架、预埋件等应满足 GB 50010、JTG/T 3365-05 的有关规定。

5.3 密封、防水材料

5.3.1 装配式叠合箱涵的沉降缝及施工缝处的止水带和密封材料应符合 GB 50108 的规定，其耐低温性能尚应满足表 2 的要求。

表 2 止水带及密封材料耐低温性能要求

气候分区	主要地区范围 (地级市)	年极端最低气温 (参考值)	脆性温度/低温柔性不大于
I 区 (严寒重度冻融区)	大兴安岭地区	$-53^{\circ}\text{C} \sim -45^{\circ}\text{C}$	-63°C
II 区 (严寒中度冻融区)	小兴安岭地区(黑河市, 伊春市)	$-45^{\circ}\text{C} \sim -40^{\circ}\text{C}$	-55°C
III 区 (严寒轻度冻融区)	哈尔滨市, 齐齐哈尔市, 牡丹江市, 佳木斯市, 大庆市, 鸡西市, 双鸭山市, 鹤岗市, 七台河市, 绥化市	$-40^{\circ}\text{C} \sim -33^{\circ}\text{C}$	-50°C

注1: 材料性能指标与年极端最低气温直接关联, 体现了“材料耐低温性能应低于当地极端低温”的设计原则。

5.3.2 用于黑龙江省地区的防水材料，其低温柔性温度应至少低于工程所在地年极端最低气温 10℃，且不应高于表 2 中对应分区的要求值。

5.3.3 构件接缝用弹性密封胶应具有优异的弹性、耐老化性和位移追随能力，应符合 GB 50666 的相关规定。其耐低温性能必须满足表 2 的要求。

5.3.4 对于跨越不同分区的线性工程，宜按最不利分区选用材料。

5.3.5 所有密封、防水材料进入施工场地时，除应提供产品合格证、性能检测报告外，还应提供针对

其耐低温性能的检验报告。

5.4 垫层材料

5.4.1 装配式叠合箱涵垫层使用混凝土，混凝土强度等级不宜低于 C25。

5.4.2 装配式叠合箱涵垫层采用砂砾，砂砾的粒径不宜大于 50mm，含沙量不宜超过 40%。

5.5 回填材料

5.5.1 回填材料宜优先选用级配良好、透水性好、水稳定性好的粒状材料，并应符合 JTG D30 的相关规定。

5.5.2 回填应分层摊铺、分层压实，每层松铺厚度应根据压实机具性能确定，采用重型压路机压实时不宜超过 250mm，采用小型夯实机具时不宜超过 150mm。靠近箱涵侧壁 300mm 范围内应采用小型夯实机具配合人工进行压实，不得采用大型机械直接碾压箱涵结构。

6 叠合结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 装配式叠合箱涵结构的设计应遵循 JTG 3362 中有关承载能力极限状态和正常使用极限状态的规定，同时满足 JTG 3363 中计算地基承载力的要求。

6.1.2 装配式叠合箱涵结构的耐久性设计应根据设计使用年限和环境类别进行，并应符合 JTG D60 的规定。

6.1.3 对埋设在设计抗浮水位以下的装配式叠合箱涵结构，应计算其抗浮稳定性，并应满足 JTG/T 3365-02 相关要求。

6.1.4 装配式叠合箱涵的结构体系说明见附录 A。

6.2 作用及作用组合

6.2.1 装配式叠合箱涵设计所采用的各项作用应符合 JTG D60 的规定。

6.2.2 装配式叠合箱涵结构所受荷载中的土的重力、土侧压力、汽车荷载等作用应符合 JTG/T 3365-02 的相关规定。

6.2.3 温度作用包括季节温差和日照温差。明涵设计应考虑正温差和反温差作用；正温差可按顶板升温工况考虑。

6.3 持久状况承载力极限状态设计

6.3.1 装配式叠合箱涵在进行持久状况承载能力极限状态设计时，顶板和侧壁应按照梁来验算其抗弯承载力和抗剪承载力，侧壁还应按照偏压构件来验算其抗压承载力。

6.3.2 装配式叠合箱涵抗弯承载力和抗剪承载力应依据 JTG 3362 进行验算。

6.3.3 验算装配式叠合箱涵抗剪承载力时，应根据受力特性选取最不利截面进行验算。

6.4 持久状况正常使用极限状态设计

6.4.1 装配式叠合箱涵在进行持久状况正常使用极限状态设计时，应验算裂缝和挠度。

6.4.2 装配式叠合箱涵各构件的裂缝宽度和其顶板与侧壁的长期变形值应满足 JTG 3362 的要求。

6.5 短暂状况构件的应力计算

6.5.1 在进行短暂状况设计时，应考虑叠合式受力构件在制作、运输及安装等施工阶段，由自重、施工荷载等因素引起的正截面和斜截面应力，并应符合 JTG 3362 的规定。

6.5.2 施工阶段应对叠合式受力构件的吊装和运输工况进行验算。吊装及运输时，构件自重应乘以相应动力系数；当构件自重对结构不利时，动力系数可取 1.2；当构件自重对结构有利时，动力系数可取 0.85。采用其他取值时，应有专项论证依据。

6.6 箱涵基础

6.6.1 装配式叠合箱涵在承载力极限状态下验算基础的承载力和稳定性且应符合 JTG 3363 的相关规定。

6.6.2 地基承载力不满足要求时，可采用换填垫层法进行地基处理，并应符合 JTG 3363 的相关规定。

6.6.3 位于冻融区的装配式叠合箱涵应进行地基沉降验算，应符合 JTG 3363 的相关规定。

6.6.4 位于冻胀土区的装配式叠合箱涵，其洞口基础及涵身基础底面的埋深应在设计冻深以下不少于 250 mm，若埋深无法满足，应进行基础换填。填土必须采用非冻胀性材料，并严格控制压实度。

7 叠合结构构造要求

7.1 一般规定

7.1.1 装配式叠合箱涵沉降缝应根据 JTG/T 3365-02 的规定设置。

7.1.2 装配式叠合箱涵侧壁、顶板与底板的配筋率、混凝土保护层厚度应符合 JTG 3362 的相关规定。

7.1.3 装配式叠合箱涵叠合式构件应根据运输和安装需要设置吊环，吊环构造应符合 JTG 3362 的规定。

7.1.4 装配式叠合箱涵底部宜设置混凝土垫层，软地基时还宜在混凝土垫层下设置砂砾垫层，按地基冻胀性类别及地基承载力要求来确定垫层厚度。

7.2 叠合构件构造要求

7.2.1 叠合式侧壁的外叶板厚度不宜小于 90 mm，叠合式侧壁的外叶板与内叶板之间的净距不宜小于 120 mm，侧壁厚度不宜小于 300 mm。

7.2.2 叠合式顶板的预制厚度不宜小于 90 mm，叠合式顶板尺寸与叠合式受力构件的模数一致，斜涵端部叠合式顶板尺寸宜考虑同一断面、不同倾斜角度下斜涵端部叠合式顶板尺寸的统一。

7.2.3 叠合式底板上宜设置排气孔和混凝土支腿，预制混凝土厚度不宜小于 90 mm，且预制混凝土的面积应满足叠合式侧壁、顶板支撑的要求。

7.2.4 装配式叠合箱涵结构构件中应设置格构钢筋，并应符合 GB/T 51231 的相关规定。

7.2.5 装配式叠合箱涵叠合式构件中，两侧受力钢筋间距及分布钢筋间距宜分别保持一致，且不宜小于 150 mm，模数宜为 50 mm。连接节点处钢筋作 90° 弯折时，弯弧内半径不应小于 5d。

7.2.6 叠合式侧板主筋不外漏，宜在外侧的预制混凝土层中配置用于防开裂的构造钢筋。构造钢筋的直径不应小于 10 mm，保护层厚度不宜小于 50 mm，钢筋间距不应大于 400 mm。

7.2.7 斜涵端部叠合式顶板和底板受力筋采用束筋的方式布置，束筋单根钢筋的直径不应超过 36 mm。组成束筋的单根钢筋根数，当其直径不大于 28 mm 时不应多于 3 根，当其直径大于 28 mm 时应为 2 根。

7.2.8 叠合式构件叠合面应设置为粗糙面，粗糙面凹凸深度不应小于 6 mm。结合面配置竖向结合钢筋时，钢筋纵向间距不应大于 500 mm，且应分别锚入预制混凝土和后浇混凝土内，其锚固长度不应小于 10d。

7.3 装配式叠合箱涵连接构造

7.3.1 装配式叠合箱涵正涵涵身中叠合式侧壁、叠合式顶板、叠合式底板间的连接构造见图 1:

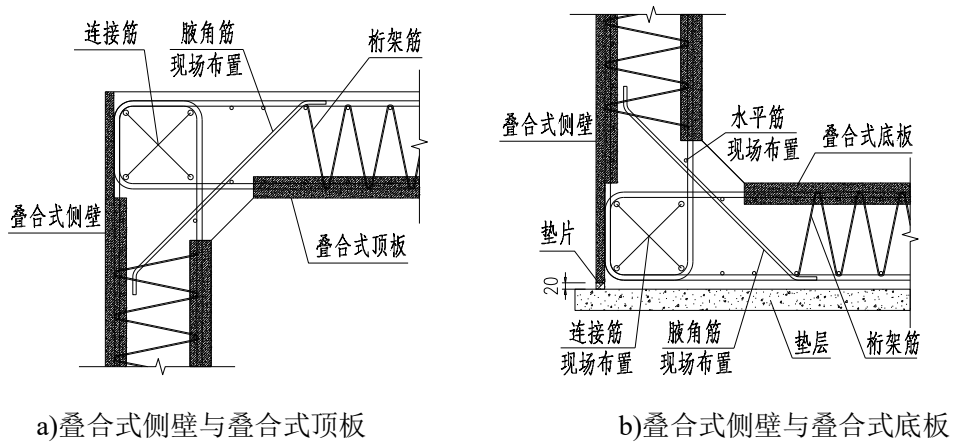


图 1 叠合式侧壁与叠合式顶板、叠合式底板连接构造图

7.3.2 装配式叠合箱涵斜涵端部叠合式构件短边一侧中的主筋应采用束筋形式，叠合式侧壁、叠合式顶板、叠合式底板间的连接构造见图 2:

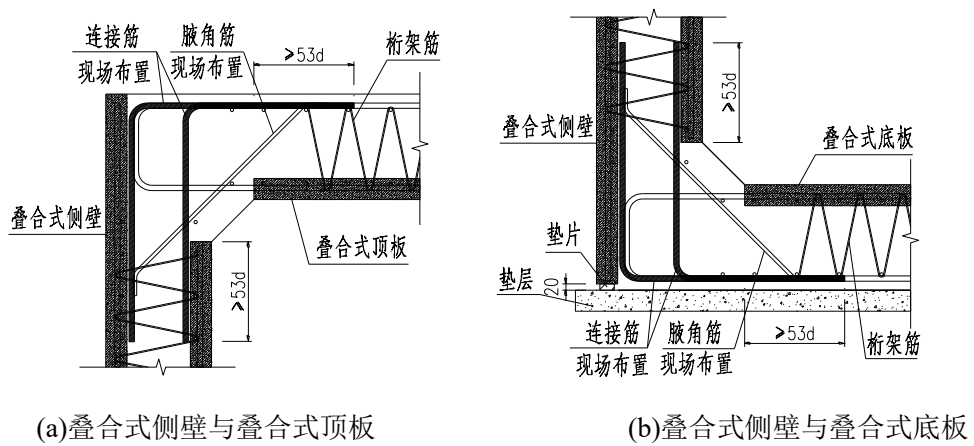
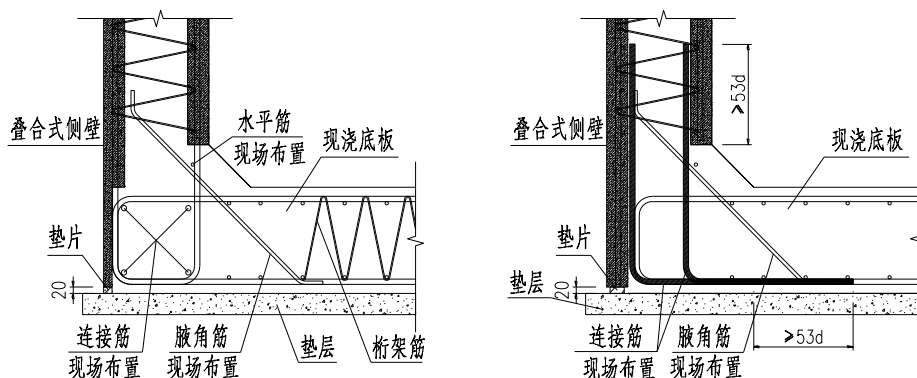


图 2 叠合式侧壁与叠合式顶板、叠合式底板连接构造图

7.3.3 当地条件较差、基础坡度较大、易发生不均匀沉降时，底板宜采用现浇混凝土的施工方式。叠合式侧壁与现浇底板之间的连接构造见图 3:



(a)正涵涵身 (b)斜涵端部

图3 叠合式侧壁与现浇底板连接构造图

7.3.4 叠合式侧壁之间的连接构造见图4:

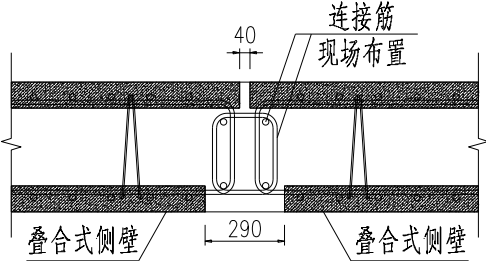


图4 叠合式侧壁之间连接构造图

7.3.5 叠合式顶板之间的连接构造见图5:

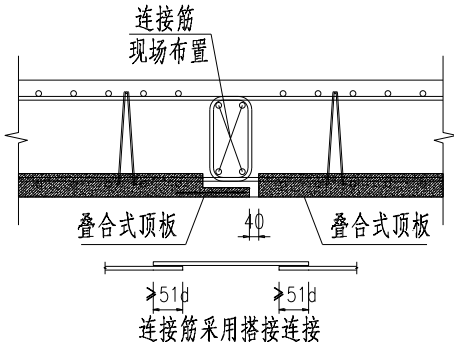


图5 叠合式顶板之间连接构造图

7.3.6 叠合式底板之间的连接构造见图6:

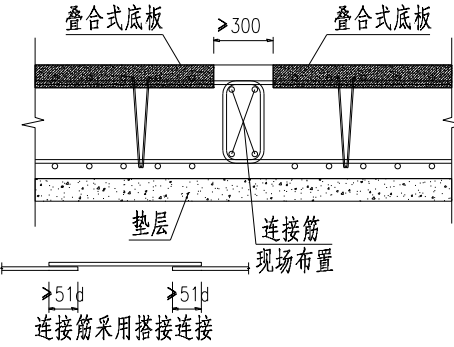


图6 叠合式底板之间连接构造图

7.3.7 叠合式侧壁、叠合式顶板、叠合式底板与现浇段之间的连接构造见图7:

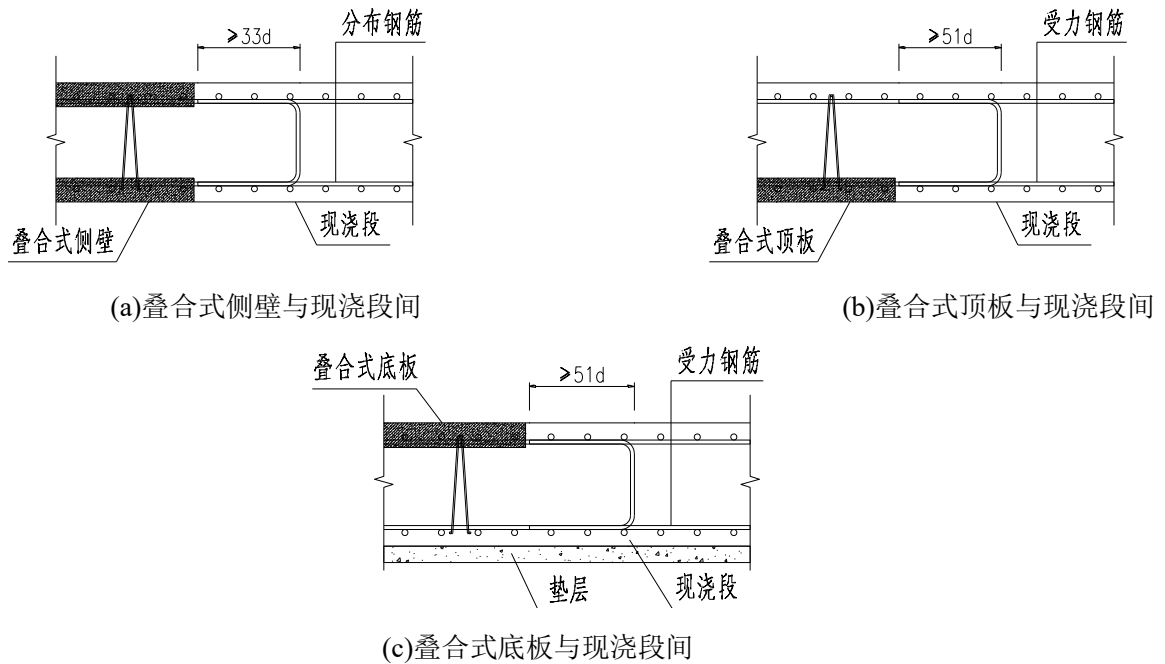


图7 叠合式侧壁、叠合式顶板、叠合式底板与现浇段之间连接构造图

7.3.8 装配式叠合箱涵中，当涵身与洞口处的翼墙间成直角时，叠合式侧壁与叠合式翼墙之间的连接构造见图8，当涵身与洞口处的翼墙间其他角度时，可参照直角时的连接构造：

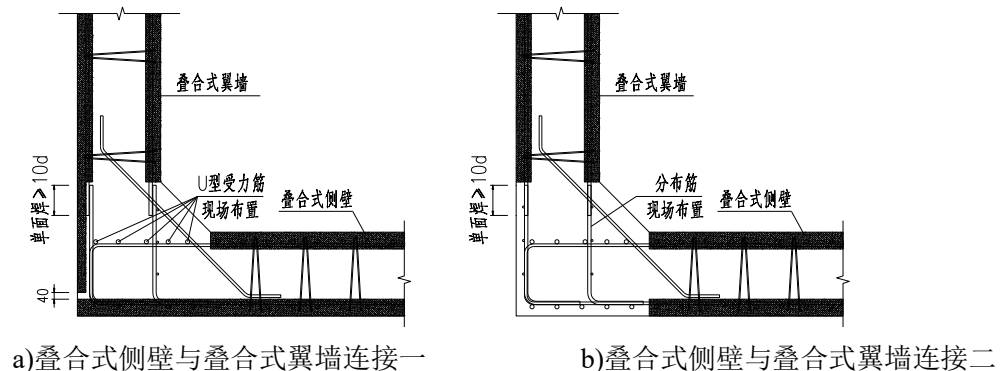


图8 装配式叠合箱涵中叠合式侧壁与叠合式翼墙之间连接构造图

7.4 箱涵叠合结构构造要求

7.4.1 装配式叠合箱涵结构中连接节点处设置角隅时，尺寸应统一，宜为 50 mm 的模数且不宜小于 200 mm，且宜与底板、顶板同期预制，角隅处钢筋的设置应考虑施工、安装等因素。

7.4.2 装配式叠合箱涵中叠合式构件连接处的连接筋宜与受力钢筋根数相同，且并排布置。

7.4.3 装配式叠合箱涵结构中的翼墙宜为矩形。叠合式侧壁、顶板之间的接缝宽度不宜小于 40 mm，叠合式底板之间的接缝宽度不宜小于 300 mm，接缝处现浇混凝土应浇筑密实。

7.4.4 箱涵沉降缝的间距应考虑叠合式受力构件的模数，设计图纸中应明确标注沉降缝的位置。

7.4.5 叠合式受力构件模数的确定须考虑沉降缝间距，沉降缝处构造做法应考虑施工因素。

7.4.6 箱涵处于软地基时，宜采用叠合式侧壁与现浇混凝土底板连接的方式。

8 叠合式构件加工

8.1 叠合式构件制作

8.1.1 模具应具有足够的强度、刚度、平整度和稳定性，并满足构件的形状、尺寸精度，和表面光洁度的要求。组装后的模具尺寸允许偏差应符合表 3 要求。

表 3 尺寸允许偏差

测定部位	允许偏差 (mm)	检验方法
钢制模具底部平整度	0, +3	使用钢尺与塞尺共同检测，取大值
边长	±4	钢尺四边测量侧模具
对角线误差	0, +5	侧模具组装完毕，用钢尺测量两条对角线尺寸，取差值
侧模具间高差	0, +3	钢尺两边测量取平均值

8.1.2 叠合式构件内钢筋宜采用机械连接方式，并应遵守 JGJ 107 的相关要求。当采用焊接连接时，钢筋焊接的接头形式、焊接方法和焊接材料应符合 JGJ 18 的规定，质量验收标准应符合 JTG/T 3650 的相关规定。

8.1.3 混凝土搅拌原材料计量误差应符合 JTG/T 3650 的相关规定。

8.1.4 叠合式受力构件宜选用钢筋骨架形式，钢筋骨架尺寸及安装位置允许偏差应符合表 4 规定。保护层厚度合格率点应达到 90% 以上，不合格点的尺寸偏差不超过表中规定值的 1.5 倍。

表 4 钢筋骨架尺寸和安装位置偏差

项次	项目	允许偏差 (mm)	检查方法	
1	钢筋骨架	长、宽、高	±5	每个骨架用钢尺检查 4 点 钢尺检查
		端部各相邻偏差	±5	
		垂直度	±5	
		间距	±5	
2	安装位置	端部外露各相邻偏差	±5	钢尺检查
		层距	±5	
		保护层厚度	±3	

8.1.5 预埋件、预留孔洞应严格按构件详图安装，预埋件、预留孔洞位置偏差应符合表 5 规定。

表 5 预埋件、预留孔洞的允许偏差

项目		允许偏差 (mm)	检验方法	
预埋件	支撑埋件	中心线位置	±5	钢尺检查
		安装垂直度	1/40	
	固定模板埋件	中心线位置	±5	
		外露长度	0, +5	
预留孔洞		中心线位置	±5	

	尺寸	0, +5	
--	----	-------	--

- 8.1.6 在进行混凝土浇筑前，应逐项检查和验收垫块、模具、预留孔洞、预埋件、钢筋等的尺寸和位置，并应做好隐蔽工程的验收记录。
- 8.1.7 叠合式构件采用卧式加工工艺，混凝土浇筑时宜采用振动平台进行振捣。
- 8.1.8 叠合式构件宜采用养护窑进行养护。
- 8.1.9 构件脱模起吊时，相同条件下养护的试块，其抗压强度不应低于设计强度的 85%，构件起吊应平稳，宜采用专用的吊装工具进行吊装。
- 8.1.10 混凝土粗糙面的质量应符合 GB/T 51231 的相关规定。

8.2 构件几何外观检验

- 8.2.1 叠合式构件尺寸的允许偏差和检验方法应符合表 6 的规定。

表 6 构件尺寸的允许偏差和检验方法

项 目	允许偏差 (mm)	检验方法
长度	±5	钢尺测量构件端部和中间，取大值
宽度	±4	
高(厚)度	0, +5	
对角线差	0, +8	钢尺量两个对角线
表面平整度	0, +5	2 m 靠尺和塞尺检查

- 8.2.2 叠合式构件的外观不宜出现一般缺陷。若存在一般缺陷，应按照技术预案进行处理，并重新检验叠合式构件的外观，处理方案详见表 7。叠合式构件外观质量缺陷类别可按 GB 50204 的规定进行判断，用于修补的浆料采用环氧树脂或专用修补浆料，其强度不应低于混凝土设计强度

表 7 构件合格品判定及处理方案

项目	内容	合格品判定	缺陷类别	处理方案	检查依据
设计	叠合式构件不满足设计要求	不合格	严重缺陷	废弃	设计图纸
钢筋	叠合式构件内钢筋直径小	不合格		废弃	卡尺测量
	叠合式侧壁厚度未达设计要求	不合格		废弃	钢尺测量
混凝土	裂缝宽度不大于 0.05 mm、 且裂缝长度不超过 300 mm	合格	一般缺陷	修补	卡尺测量

- 8.2.3 不合格叠合式构件应用明显标志在构件显著位置标识，不合格叠合式构件应远离合格构件区域，可修复的构件经修复且经检验合格后放置于合格构件区域。

9 叠合结构的现场施工

9.1 一般规定

- 9.1.1 叠合式构件、安装用材料及配件等进入施工现场时应进行进场验收，验收应符合设计要求及 JGJ 1 相关规定。
- 9.1.2 当装配式叠合箱涵应在冬期施工时，应遵循 JGJ/T 104 中的相应要求。
- 9.1.3 装配式叠合箱涵的防水工程应符合 GB 50108 的相关规定。
- 9.1.4 装配式叠合箱涵施工前应编制装配式叠合箱涵的专项施工方案。

9.2 叠合式构件运输

- 9.2.1 应编制装配式叠合箱涵叠合式构件的运输计划及方案，且采取专门的质量安全保证措施来确保形状特殊及超宽超高的叠合式构件的运输和堆放。
- 9.2.2 叠合式构件的运输应符合以下规定：
- 宜选用矮平板车，车上应设有专用架，且有可靠的稳定措施；
 - 运输过程中，混凝土强度符合设计要求，若无具体规定时，则不应低于同条件养护下混凝土设计强度的 85%；
 - 在不引起混凝土的超应力或损伤的前提下，根据叠合式构件的受力情况，设计并确定其支承位置和方式；
 - 在进行装运时，为防止叠合式构件移动或倾倒，应保证连接牢固；对构件与链索接触处或构件边缘处，为防止运输过程中损坏，应用衬垫进行包覆。
- 9.2.3 插放架、靠放架可用于叠合式侧壁的直立堆放；也可水平叠放，叠放层数不宜大于 5 层，且每堆叠合式侧壁至少用 2 道紧绳器与车辆固定。
- 9.2.4 叠合式顶板构件（或叠合式底板）在运输过程中可使用一个或多个支架，水平叠放在垫木上水平装运，且每堆构件应采用不少于 2 道紧绳器与车辆固定。
- 9.2.5 叠合式构件运输至现场后，现场存放应符合下列规定：
- 场地须平坦坚硬，且有相应的排水措施；
 - 叠合式构件下方的垫木或垫块应牢固；预埋吊件朝上，标识面向便于查看的方向；
 - 当构件重叠堆放时确保每层垫木或垫块位于相同垂线；
 - 根据堆垛的稳定性以及构件与垫木或垫块的承载能力来确定堆垛层数，必要时设置支架。

9.3 地基处理

- 9.3.1 基坑开挖前应根据围护结构的类型、工程地质条件、水文地质条件、施工工艺和地面荷载等因素制订开挖的支护方案。
- 9.3.2 应根据设计要求和地基条件确定基坑的开挖深度。基坑开挖应符合 JTG/T 3650 的相关规定。
- 9.3.3 曲线、陡坡等特殊地形上的装配式叠合箱涵，应考虑加宽、超高、纵坡以及交角对箱涵位置及尺寸的影响。
- 9.3.4 施工时基础的水平定位、地基标高、几何尺寸、基坑放坡应达到设计精度要求，对沉降缝应符合设计要求并满足地质条件要求。

9.4 垫层施工

- 9.4.1 混凝土垫层施工或底板现浇时，应严格控制涵身线形、高程和平整度，两侧宜每隔 3m 设置高程控制点。

9.4.2 装配式叠合箱涵测量放线时，应核实箱涵的长度、底部高程标注、纵横向自然地面线形是否与设计图一致。

9.5 现场安装

9.5.1 叠合式侧壁、顶板、底板安装施工工艺流程应符合专项施工方案的要求。

9.5.2 配置吊具时，应综合考量叠合式构件形状、尺寸及重量等参数。进行吊装作业时，吊索的水平夹角宜大于 60° ；若吊装的构件尺寸较大或形状复杂，吊具应配备分配梁或分配桁架。

9.5.3 叠合式底板的安装应符合下列规定：

- a) 严格控制垫层上的构件外轮廓线及叠合式底板支腿下方高程控制垫块的标高；
- b) 构件起吊时，对于宽度小于 8m 的可采用 4 点起吊，宽度大于或等于 8m 的应采用 8 点起吊。

9.5.4 叠合式侧壁的安装应遵循如下要求：

- a) 严格按垫层上的叠合式侧壁外轮廓线和高程控制标高垫块（或含有止水环的钢筋支腿）进行安装；
- b) 构件带斜撑进行吊装，每块构件不少于 2 套，安装就位后应按专项方案要求调整斜撑，斜撑就位后方可松开吊钩；
- c) 后浇混凝土强度达到设计或施工方案规定要求后方可拆除斜撑。

9.5.5 叠合式顶板的安装应遵循下列要求：

- a) 叠合式顶板按构件外轮廓线挂线安装；
- b) 垂直支撑宜采用工具式直撑，直撑的纵距、横距应按专项方案要求设置，其上主梁宜采用工具式龙骨，吊装叠合式顶板前，龙骨的顶标高调整至叠合式顶板的设计底标高；
- c) 构件起吊时，对于宽度小于 8m 的可采用 4 点起吊，宽度大于或等于 8m 的应采用 8 点起吊。

9.5.6 连接钢筋绑扎应遵循如下要求：

- a) 连接钢筋当直径大于 16mm 时宜选用机械连接，其他为搭接连接；
- b) 连接用箍筋宜选用焊接封闭箍筋。

9.5.7 装配式叠合箱涵主体沉降缝处止水带及主体外侧防水应符合 GB 50108 的相关规定。

9.6 后浇混凝土及回填施工

9.6.1 进行检查后方可浇筑混凝土，检查项目应包括下列内容：

- a) 钢筋接头的位置、数量以及面积百分率，钢筋的连接方式及搭接长度；
- b) 叠合式构件中预埋件的位置、数量及规格。

9.6.2 混凝土的浇筑施工须符合以下规定：

- a) 后浇筑混凝土的强度等级应满足设计要求；
- b) 叠合式构件叠合面应清理干净并洒水充分润湿；
- c) 叠合式侧壁浇筑前应根据试验报告，结合现场情况确定浇筑开始时间；叠合式侧壁内后浇混凝土宜分层连续浇筑，每层浇筑高度、浇筑速度严格按专项方案执行。

9.6.3 应用目测法观测叠合式底板排气孔和构件接缝处的混凝土溢出状况来检查混凝土浇筑密实度，应用锤击法的空鼓声音检查叠合式侧壁混凝土浇筑密实度。

9.6.4 拆除临时支撑系统时，混凝土强度应满足设计文件相关要求，并应符合 GB 50666 的规定。垂直支撑拆除应符合专项方案要求，后浇混凝土同条件养护试件抗压强度的相关规定见表 8。

表 8 垂直支撑拆除时后浇混凝土的抗压强度要求

构件跨度 L (m)	达到混凝土设计强度等级的百分率 (%)
L≤3	≥50

$3 < L \leq 8$	≥ 75
----------------	-----------

9.6.5 箱涵回填应在满足下列条件后进行施工：

- a) 回填区坑底处于疏干状态；
- b) 防水处理完成；
- c) 现浇混凝土达到设计强度 100%。

9.6.6 涵侧回填应分层水平对称填筑至箱涵顶部高度，单层压实厚度应不大于 200 mm，压实度应不小于 96%。填筑过程中，应控制箱涵两侧回填土的高差不大于 600 mm，并严密监测结构变形。

9.6.7 涵顶回填应符合下列规定：

- a) 涵顶应设置压实厚度不小于 150 mm 的涵顶覆盖层，涵顶覆盖层材料应与涵侧回填材料一致；
- b) 涵顶覆盖层以上应分层进行涵顶回填，单层压实厚度应不大于 200 mm；
- c) 压实机械的行驶方向应同箱涵轴线垂直。

10 质量验收

10.1 一般规定

10.1.1 装配式叠合箱涵施工的质量验收应符合 JTG/T 3650 的相关规范的规定。

10.1.2 装配式叠合箱涵的相关配套等分部工程的质量验收应符合 JTG F80/1 的相关规定。

10.1.3 叠合式构件生产企业须提供生产构件的质量证明文件及检验报告。构件进场的质量验收应遵循 GB 50204 的相关规定。

10.1.4 应在隐蔽工程验收完毕后，再进行装配式叠合箱涵结构连接节点及叠合受力构件的混凝土浇筑工作。隐蔽工程须验收的内容有：

- a) 钢筋牌号、数量、规格、位置及间距，钢筋的连接及锚固方式、搭接及锚固长度；
- b) 钢筋接头的位置、数量以及面积百分率，箍筋弯钩平直段的长度及其弯折角度；
- c) 叠合式构件中预埋件和预留管线的位置、数量及规格，混凝土粗糙面的质量；
- d) 叠合式构件间及其与后浇混凝土之间隐蔽的节点、接缝；
- e) 伸缩缝处防水构造做法；
- f) 其他隐蔽项目。

10.1.5 装配式叠合箱涵结构焊接、螺栓等连接所用材料的进场验收，应符合 GB 50205 的相关规定。

10.1.6 装配式叠合箱涵结构的验收，除按 JTG/T 3650、GB 50204 的规定外，还应提交相关文件和记录，同时还需补充其它必要的文件和记录，主要有：

- a) 经审批的叠合式构件设计图、工程设计文件及设计变更；
- b) 质量证明文件、抽样复验报告、钢筋及钢筋接头和混凝土试件的试验报告；
- c) 进场验收记录、隐蔽工程验收记录、构件的安装验收记录、后浇混凝土工程施工记录、分项工程质量评定记录、工程重大问题处理记录；
- d) 竣工图（含经审查合格的施工蓝图、拆分布置图、构件连接节点大样图）及其他有关文件及记录。

10.1.7 装配式叠合箱涵结构的防水、防火、保温等验收须根据现行国家标准的相关规定执行。

10.2 主控项目

10.2.1 构件进场验收

10.2.1.1 叠合式构件的质量应满足设计要求，还应符合国家现行有关标准的规定。

- a) 检验数量：全体检验；
- b) 检验内容：质量证明文件、质量验收记录。

10.2.1.2 叠合式构件的尺寸偏差不应影响其安装、箱涵的结构性能及使用功能，且叠合式构件的外观应符合本文件要求。

- a) 检验数量：全体检验；
- b) 检验内容：检验人员通过观察或尺量检验构件外观是否存在缺陷并检查处理记录。

10.2.1.3 叠合式构件吊运时，其预留、预埋部分应符合设计要求及本文件规定。

- a) 检验数量：全体检验；
- b) 检验内容：检验人员通过观察检验材料数量、质量和规格以及预留孔、洞的数量。

10.2.2 构件安装与连接验收

10.2.2.1 安装叠合式构件临时固定与支撑时，质量应满足施工方案的相关规定。

- a) 检验数量：按批检验；
- b) 检验内容：叠合式构件的检验报告。

10.2.2.2 若叠合式构件采用焊接连接，焊缝尺寸应符合设计规定，焊缝质量应满足 JGJ 18 的规定。

- a) 检验数量：全体检验；
- b) 检验内容：依据 JTG/T 3650 的规定执行。

10.2.2.3 叠合式侧壁底部水平拼缝处的混凝土应确保浇捣密实，其强度需满足设计要求，并符合 GB 50204 的规定。

- a) 检验数量：全体检验；
- b) 检验内容：检验人员通过检验同条件养护试件抗压强度 28 天试块报告以及施工记录。

10.2.2.4 叠合式侧壁空腔内的混凝土须浇捣密实，其强度须满足设计要求，并符合 GB 50204 的规定。

- a) 检验数量：按批检验；
- b) 检验内容：按 GB/T 50107 的要求进行。

10.2.2.5 装配式叠合箱涵在施工结束后，其外观质量应无明显缺陷，且不应出现影响结构性能、安装或使用功能的尺寸偏差。

- a) 检验数量：按批检验；
- b) 检验内容：按 GB/T 50107 的要求进行。

10.3 一般项目

10.3.1 叠合式构件应有标识。

- a) 检验数量：全体检验；
- b) 检验内容：检查构件是否具有明显标识。

10.3.2 叠合式构件尺寸偏差应满足设计要求，并应符合本文件的规定。

- a) 检验数量：同一类型的构件，不超过 100 个为一批，每批应抽查构件数量的 5%，且不应少于 3 个；
- b) 检验内容：通过量测，检查构件的尺寸偏差是否符合设计要求。

10.3.1 装配式叠合箱涵的施工尺寸应满足设计规定，当设计无规定时，应满足 GB/T 50107 的要求。

- a) 检验数量：分批抽样。将施工完成后的箱涵按沉降缝或施工段划分批次。在同一批次内，对箱涵的侧墙、顶板、底板，应各自有代表性地抽取 10%，且抽取数不得少于 3 个；

- b) 检验内容：检查施工完成后箱涵的尺寸偏差是否符合设计要求。
-

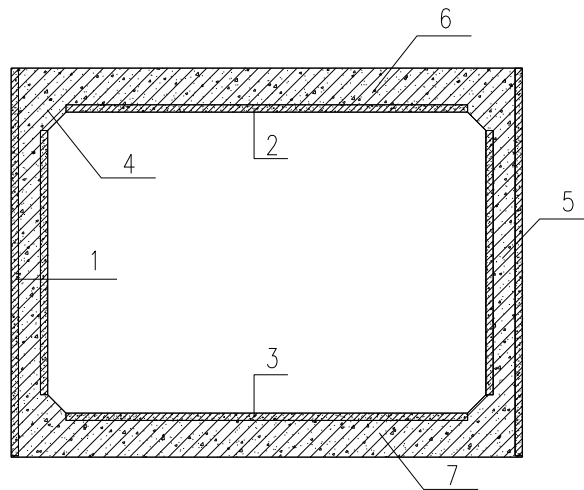
附录 A
(规范性)
装配式叠合箱涵结构体系说明

A. 1. 1 结构体系说明

A. 1. 1. 1 装配式叠合箱涵由叠合式侧壁、顶板、底板（或现浇底板）组成。工厂预制的叠合式构件形成骨架，经现场浇筑形成整体体系，见图 9 和图 10。

A. 1. 1. 2 装配式叠合箱涵应遵循保证结构安全、兼顾经济性及运输限制的原则，采用模块化方法，将箱涵在纵向上合理拆分为若干模块单元。

A. 1. 1. 3 装配式叠合斜涵分为中间涵身与端部，中间涵身按正涵进行拆分设计，端部宜采用楔形构造，其短边长度宜不小于 1 m。



1—叠合式侧壁；2—叠合式顶板；3—叠合式底板；4—箱涵刚隅；
5—叠合式侧壁空腔内现浇混凝土；6—叠合式顶板现浇混凝土；7—叠合式底板现浇混凝土

图 9 装配式叠合箱涵构造图

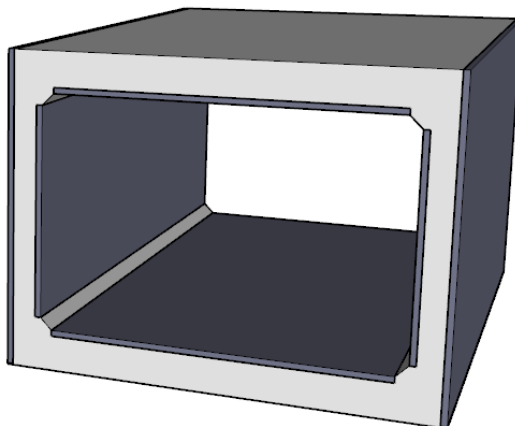


图 10 装配式叠合箱涵立体图

A. 1. 2 叠合式构件

A. 1. 2. 1 装配式叠合箱涵横向划分为侧壁、顶板及底板，均采用叠合板构造，在工厂制造。

A. 1. 2. 2 叠合式侧壁由外叶板、内叶板、钢筋和现浇混凝土组成，见图 11。

A. 1. 2. 3 叠合式顶板是由内侧的混凝土预制层、钢筋和现浇混凝土部分组成，见图 12。

A. 1. 2. 4 叠合式底板是由内侧的混凝土预制层、钢筋和现浇混凝土部分组成，见图 13，现浇混凝土与垫层直接相连。

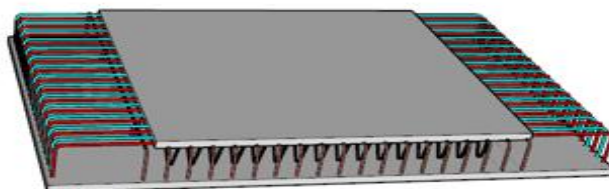


图 11 装配式叠合箱涵叠合式侧壁立体图

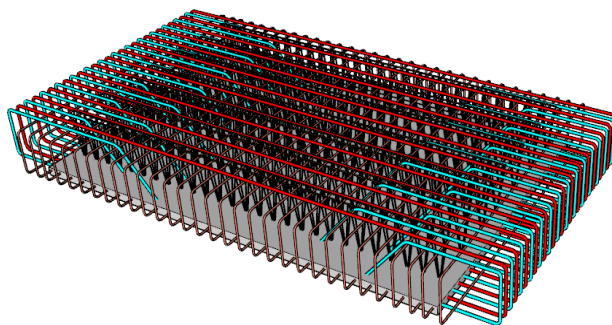


图 12 装配式叠合箱涵叠合式顶板立体图

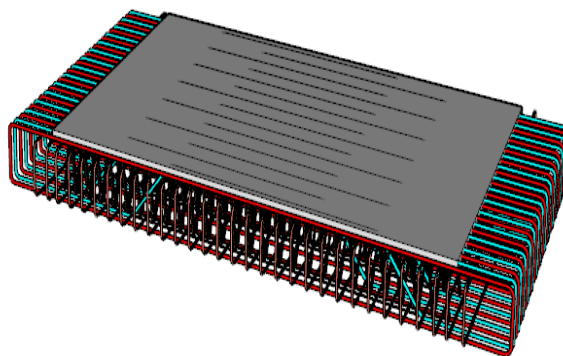


图 13 装配式叠合箱涵叠合式底板立体图