

公路预制装配式箱涵(通)设计指南

2025 - 01 - 23 发布

2025 - 04 - 22 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 材料要求 2

6 箱涵（通）基础及地基处治 3

7 结构设计 3

8 构造要求 5

9 台背回填 7

附录 A（资料性）台背回填示意图..... 9

参考文献 11

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。

本文件由山西省交通运输厅提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对标准的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省交通运输标准化技术委员会(SXS/TC37)归口。

本文件起草单位：山西省交通规划勘察设计院有限公司、山西交通科学研究院集团有限公司。

本文件主要起草人：邓皇根、王静、王思琦、程耀烜、郭福、段振凯、张晓景。

公路预制装配式箱涵(通)设计指南

1 范围

本文件给出了公路预制装配式箱涵(通)的术语和定义、基本规定、材料要求、箱涵(通)基础及地基处治、结构设计和构造要求。

本文件适用于新建、改扩建公路工程预制装配式箱涵(通)的设计，其中拼块式预制装配式箱涵(通)仅限于设计基本地震动峰值加速度小于0.20g的地区使用。

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/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件
- GB/T 18173.3 高分子防水材料 第3部分：遇水膨胀橡胶
- GB/T 21873 橡胶密封件给、排水管及污水管道用接口密封圈材料规范
- GB/T 23457 预铺防水卷材
- GB 50108 地下工程防水技术规范
- JTG B01 公路工程技术标准
- JTG B02 公路工程抗震规范
- JTG D60 公路桥涵设计通用规范
- 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/T 3365-02 公路涵洞设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

预制装配式箱涵(通)

采用工厂预制、现场拼装施工方式建造的公路钢筋混凝土箱涵(通)，按断面型式划分为整体式和拼块式。

3.2

节段

工厂预制箱涵(通)构件的基本长度，分为标准段和非标准段。

3.3

节段间连接

箱涵(通)相邻节段间的连接方式,可采用螺栓连接、平缝连接等。

3.4

节段内连接

箱涵(通)节段内的连接方式,可采用铰接、湿接等。

3.5

构件

箱涵(通)分块预制单元(包含拼块式箱涵的顶板、侧墙,或整体式箱涵的基本节段)及其附属结构(翼墙、端墙、台帽等)。

3.6

沉降缝

适应箱涵(通)地基不均匀沉降节段间设置的贯穿箱体和基础的结构缝。

4 基本规定

4.1 预制装配式箱涵(通)设计遵循“标准化设计、工厂化预制、装配化施工”的原则,兼顾因地制宜、便于施工和养护等需求。

4.2 箱涵(通)结构设计基准期为100年。设计使用年限:高速公路、一级公路不低于50年,二、三、四级公路不低于30年。

4.3 箱涵(通)设计汽车荷载等级:高速公路、一级公路及二级公路采用公路—I级,三级公路和四级公路采用公路—II级。

4.4 跨径小于3.0m的箱涵(通)宜采用整体式预制;跨径大于(含)3.0m的箱涵(通)宜采用拼块式预制。

4.5 箱涵应根据JTG/T 3365-02的相关规定进行水文和水力计算。

4.6 箱涵标准化跨径宜采用1.5m、2.0m、2.5m、3.0m、4.0m。箱通标准化跨径宜采用4.0m、5.0m、6.0m。

4.7 箱通净空尺寸应满足JTG D60的相关规定。

4.8 积极稳妥地采用新技术、新材料、新结构、新工艺。

4.9 预制装配式箱涵(通)适用于平原、微丘等地形开阔平坦,交通运输便捷的地区。山岭地区宜进行经济技术比选选用现浇方式或预制拼装方式。

5 材料要求

5.1 混凝土

5.1.1 混凝土强度等级、强度标准值、强度设计值、耐久性要求等应符合JTG 3362的相关规定。

5.1.2 箱体构件混凝土强度等级应不低于C40,翼墙、端墙等构件混凝土强度等级应不低于C30。

5.2 钢筋

5.2.1 钢筋的抗拉强度标准值、抗拉强度设计值、抗压强度设计值等应符合JTG 3362的相关规定。

5.2.2 箱体配筋宜选用HPB300、HRB400和HRB500钢筋。

5.2.3 吊环钢筋应选用HPB300,严禁使用冷加工钢筋。

5.3 垫层材料

5.3.1 垫层材料宜采用强度稳定、易摊铺、易压实的材料，可选用混凝土、砂砾、水泥土、石灰土等。

5.3.2 砂砾垫层材料可采用中砂、粗砂、砾砂和碎(卵)石，砾料粒径宜不大于 50mm，不宜含植物残体等杂质，其中黏粒含量不大于 5%，粉粒含量不大于 25%。

5.4 密封、防水材料

5.4.1 根据工程所处环境条件，密封材料应符合 GB 50108、GB 18173.3 及 GB/T 21873 的相关要求，可选用沥青麻絮、水泥砂浆、弹性橡胶、遇水膨胀橡胶、聚氨酯密封胶等。

5.4.2 防水卷材应符合 GB/T 23457 的相关要求，宜采用 SBS 改性沥青防水卷材；采用橡胶止水带等其他防水卷材时，其性能应不低于同等要求。

5.5 连接件

5.5.1 螺栓连接件材料应符合 GB/T 1231 的相关要求。

5.5.2 经检验合格的螺栓连接件进场后应按包装箱上注明的批号、规格分类存放，在安装使用前不得任意开箱。

6 箱涵(通)基础及地基处治

6.1 箱涵(通)基础设计宜符合下列规定：

- a) 一般地基宜设置混凝土基础和砂砾垫层；
- b) 湿陷性黄土地基宜设置混凝土基础和水泥土(石灰土)垫层；
- c) 岩质地基宜设置贫混凝土基础；
- d) 箱涵(通)宜采用连续整体基础。中央分隔带、洞口以及地层变化处的基础应设置沉降缝。

6.2 箱涵(通)的地基承载力验算、沉降验算、稳定性验算等应符合 JTG 3363 的相关规定。

6.3 湿性黄土地基宜采用重夯处治，并满足 JTG 3363 的相关规定。

6.4 软弱地基厚度小于 3m 时，宜采用砂砾等置换夯实；软弱地基厚度大于 3m 时，可采用 CFG 桩、碎石桩、灰土桩等复合地基并增设褥垫层。

6.5 涵轴向沉降差异显著的地层宜采取适当工程措施处治，降低不均匀沉降对箱涵(通)的不利影响。避免箱涵(通)设置于垂直涵轴向不均匀地基上。

6.6 混凝土基础厚度宜不小于 10cm，强度等级应不低于 C25；砂砾(水泥土、石灰土)层厚度宜不小于 50cm，宽度超出洞身外边线宜不少于 100cm。

7 结构设计

7.1 一般规定

7.1.1 箱涵(通)结构设计应符合 JTG D60 的作用及其组合的相关规定。

7.1.2 箱涵(通)结构设计应按承载能力极限状态和正常使用极限状态设计，并符合 JTG 3362 和 JTG/T 3365-02 的相关规定。

7.2 截面形式

7.2.1 根据箱体断面预制构件的组成和箱体连接方式，装配式箱涵(通)截面基本形式可分为整体式和拼块式。装配式箱涵(通)截面基本形式如图 1 所示。

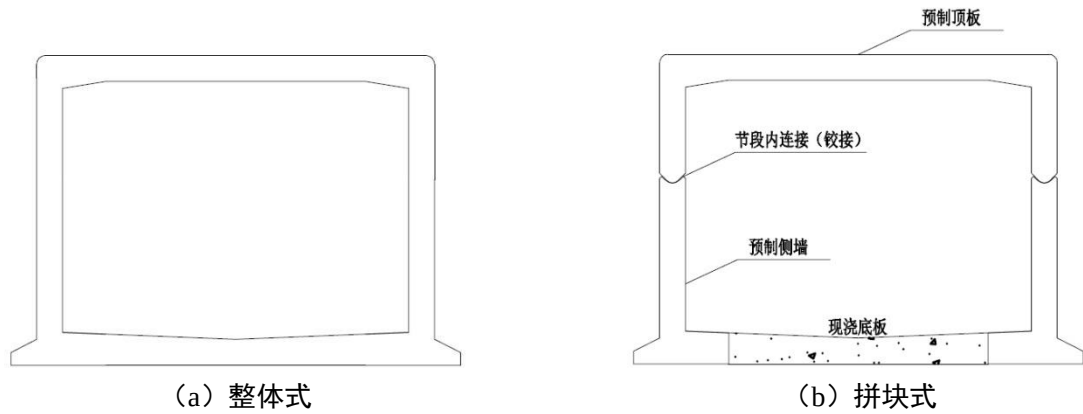


图1 装配式箱涵(通)截面基本形式

7.2.2 整体式预制装配式箱涵(通)可按矩形框架结构进行设计和计算，框架轴线以构件混凝土截面的重心轴线为准；拼块式预制装配式箱涵(通)可按双铰环形压弯结构进行设计和计算；进行超静定结构内力效应分析时，可按全截面考虑。

7.3 作用及作用组合

7.3.1 填土的重力对箱涵(通)的竖向和水平压力强度标准值，可分别按公式(1)、公式(2)计算：

竖向压力强度：

$$q_v = K\gamma H \dots\dots\dots (1)$$

水平向压力强度：

$$q_h = \xi\gamma h \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- γ ——土的重度(kN/m³)；
- H ——路面至箱涵(通)顶的填土高度(m)；
- h ——路面或填土顶面至箱涵(通)计算截面处的填土高度(m)；
- K ——竖向土压力系数，见表 1，对经久压实路提取 1.0；
- ξ ——压实土的静土压力系数。

表1 竖向土压力系数

沟谷横向 坡度 α°	竖向土压力系数值								
	$0 < B_g/D \leq 3$			$3 < B_g/D \leq 10$			$B_g/D > 10$ 或 $\alpha = 0^{\circ}$		
	$0.1 \leq H/D < 1$	$1 \leq H/D < 10$	$H/D \geq 10$	$0.1 \leq H/D < 1$	$1 \leq H/D < 10$	$H/D \geq 10$	$0.1 \leq H/D < 1$	$1 \leq H/D < 10$	$H/D \geq 10$
30	1.10	1.15	1.04	1.25	1.30	1.15	1.50	1.60	1.30
60	1.04			1.15	1.20	1.04			
90				1.10	1.15	1.04			
注： D —箱涵(通)外形宽度(m)； B_g —沟谷宽度(m)； α —沟谷横向坡度(°)； H —涵顶填土高度(m)。									

7.3.2 设计采用车辆荷载，应按 JTG D60 规定选用。

7.3.3 计算箱涵(通)顶车辆荷载引起的竖向土压力时，车轮可按其着地面积的边缘向下 30° 分布。当几个车轮的压力扩散线相重叠时，扩散面积以最外侧的扩散线为准。

7.3.4 汽车荷载冲击系数应为 0.3，填土厚度大于等于 0.5m 时，不计冲击力。

7.3.5 作用于箱涵(通)顶的车辆荷载、结构自重、填土荷载及温度作用，应按不同极限状态，依据 JTG D60 规定进行组合。

7.4 作用效应分析

7.4.1 应分别按承载能力极限状态和正常使用极限状态的设计要求进行作用效应分析，计算各结构构件的内力及变形情况。

7.4.2 顶板、底板、侧墙可按偏心受压构件设计和配筋，其中顶板和底板也可按受弯构件设计和配筋(不计轴向力的影响)，二者取最不利工况控制设计。底板计算宜考虑地基土对底板的支撑作用影响。

7.4.3 明箱涵(通)的洞内外温度变化值顶板可按±10℃考虑，暗箱涵(通)可不考虑。

7.5 持久状况承载能力极限状态设计

7.5.1 设计应对箱涵(通)抗弯承载力和抗剪承载力进行验算。

7.5.2 承载能力极限状态验算，应按照公式(3)计算：

$$\gamma_0 S \leq R \cdots \cdots (3)$$

式中：

γ_0 ——结构重要性系数，根据箱涵(通)结构设计安全等级，二级和三级分别取1.0和0.9；

S ——作用组合的效应设计值，对持久设计状况应按作用基本组合计算；

R ——结构构件承载力设计值。

7.5.3 箱体构件的承载力设计值按 JTG 3362 规定进行计算。

7.6 持久状况正常使用极限状态设计

7.6.1 设计应对箱涵(通)裂缝宽度和挠度进行验算。

7.6.2 箱体构件的最大裂缝宽度值应按 JTG 3362 规定计算，并符合最大裂缝宽度限值要求。

7.6.3 顶板的长期挠度值应按 JTG 3362 规定计算，其值应不大于计算跨径的 1/600。

7.7 短暂状况构件的应力计算

7.7.1 构件预制、运输及安装等施工阶段由自重、施工荷载等引起的正截面和斜截面的应力应按 JTG 3362规定进行计算。

7.7.2 施工阶段应对箱涵(通)预制构件的吊装、运输进行验算，构件在吊装、运输时构件重力应乘以动力系数 1.2(对结构不利时)或 0.85(对结构有利时)，可视构件具体情况适当增减。

7.8 抗震设计

7.8.1 地震基本烈度Ⅶ度及以上时，箱涵(通)抗震措施设防等级应按 JTG B02 规定确定。

7.8.2 强度和稳定性应按 JTG B02 规定进行验算，其综合影响系数 C_z 可取 0.3。

8 构造要求

8.1 一般规定

8.1.1 箱涵(通)应加强预制构件间的连接,确保结构的连续性和整体性,并满足以下要求:

- a) 预制构件和连接件的设计,应考虑预制和施工过程中的荷载条件和约束条件,包括脱膜、存放、吊装、运输和安装。
- b) 接缝的设置应考虑受力状况、构造特点,并应满足承载力、延性和耐久性等要求。

8.1.2 预制构件连接宜设置在结构受力较小的部位,其尺寸、形式及结构性能应满足以下要求:

- a) 根据预制构件的拼装部位、预制及施工精度等要求,确定合理的公差;
- b) 满足预制、存放、吊装、运输、安装及质量控制的要求。

8.1.3 预制构件应预埋吊环。采用立式预制时应在侧面设置翻转吊环,其构造应符合 JTG 3362 的规定。在构件自重标准值作用下,计算拉应力应不大于 65MPa。

8.1.4 预制装配式箱涵(通)宜优先采用斜交正做,斜交斜做时,端部宜采用现浇箱体。

8.1.5 预制装配式箱涵(通)沿涵轴方向应设置纵坡,纵坡宜不小于 0.3%且不大于 3%。

8.1.6 非岩石地基箱涵(通)应设置沉降缝,具体位置应根据涵底纵坡、箱体分段位置、地基土变化情况和填土高度确定,每间隔 4.0m~6.0m 宜设置 1 道。拼块式预制装配式箱涵(通)现浇底板在沉降缝处应断开。

8.2 洞身

8.2.1 明箱涵(通)应在预制节段接缝处预留铺装层连接筋,混凝土铺装层厚度应不小于 80mm。

8.2.2 明箱涵(通)顶板宜设置牛腿和搭板。

8.2.3 洞身内壁刚性连接角隅处宜设倒角,并配置防劈裂钢筋,倒角尺寸可按以下要求设置:

- a) 跨径小于 2.0m 时,倒角宽、高分别为 150mm;
- b) 跨径大于等于 2.0m 且小于 3.0m 时,倒角宽、高分别为 200mm;
- c) 跨径大于等于 3.0m 时,倒角宽、高分别为 250mm。

8.2.4 洞身混凝土保护层最小厚度应符合 JTG 3362 规定。

8.2.5 各构件(顶板、底板或侧墙)验算截面最小配筋率应满足以下要求:

- a) 按偏心受压构件计算时,纵向钢筋的配筋率应不小于 0.5%,当混凝土强度等级为 C50 及以上时,应不小于 0.6%;同时一侧钢筋的配筋率应不小于 0.2%;
- b) 按受弯构件计算时,构件一侧受拉钢筋的配筋百分率应不小于 $45f_{td}/f_{sd}$,同时应不小于 0.2%。

8.2.6 箱涵(通)主钢筋直径应不小于 10mm,间距应不大于 200mm,同时各主钢筋间横向净距、层与层之间的竖向净距应不小于 30mm,且不小于钢筋直径。

8.2.7 箱涵(通)内应在垂直于主钢筋方向设置分布钢筋,其直径应不小于 8mm,间距应不大于 200mm。

8.3 洞口

8.3.1 洞口构造应符合 JTG/T 3365-02 的规定。

8.3.2 箱涵宜优先采用八字墙式洞口,八字墙可采用现浇或预制构件拼装施工。

8.4 连接

8.4.1 节段间连接可采用平接或螺栓连接,并应保证各节段间密贴,连接细部图如图 2 所示。

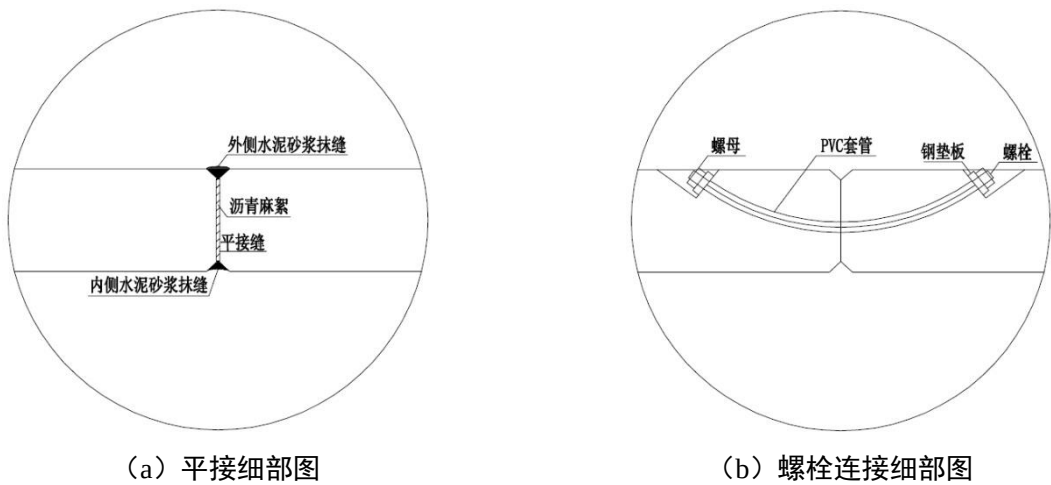


图2 节段间连接细部图

8.4.2 节段内连接可采用铰接或湿接，并应保证各节段间密贴，连接细部图如图3所示。

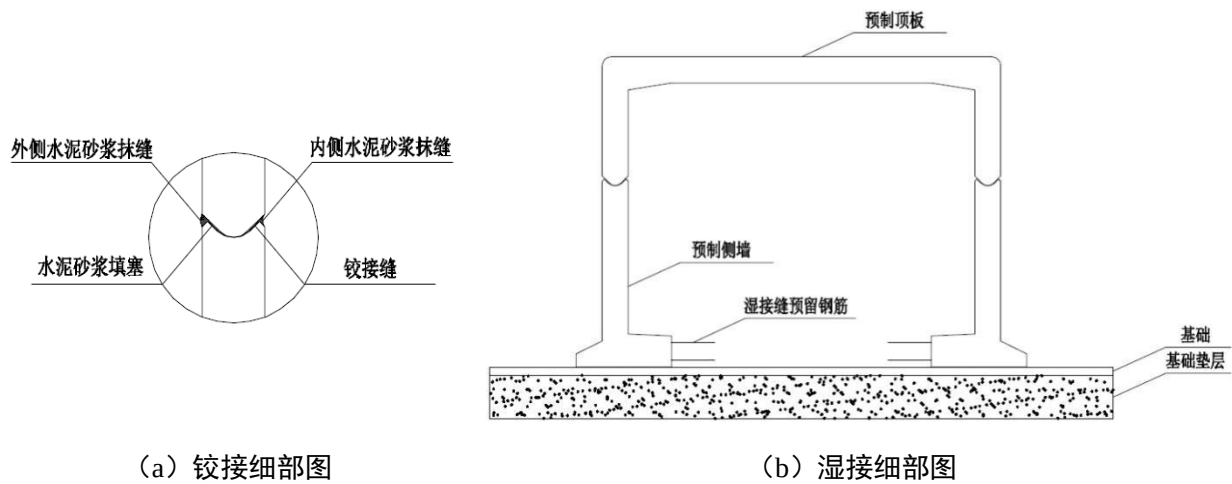


图3 节段内连接细部图

8.4.3 箱涵(通)节段间、洞身分片之间，接缝密封应满足以下要求：

- a) 平接缝内采用沥青麻絮或橡胶等密封材料填塞密实；
- b) 铰接缝内采用水泥砂浆或橡胶等密封材料填塞密实；
- c) 在构件外侧节段间接缝位置两侧不小于 25cm 范围内设置防水卷材。

8.5 节段长度

8.5.1 箱体节段长度的确定应兼顾经济性、吊装、运输及安装条件。

8.5.2 箱涵(通)节段一般宜为 1.0m、2.0m、3.0m 标准段，每个节段重量宜控制在 30t 内。

9 台背回填

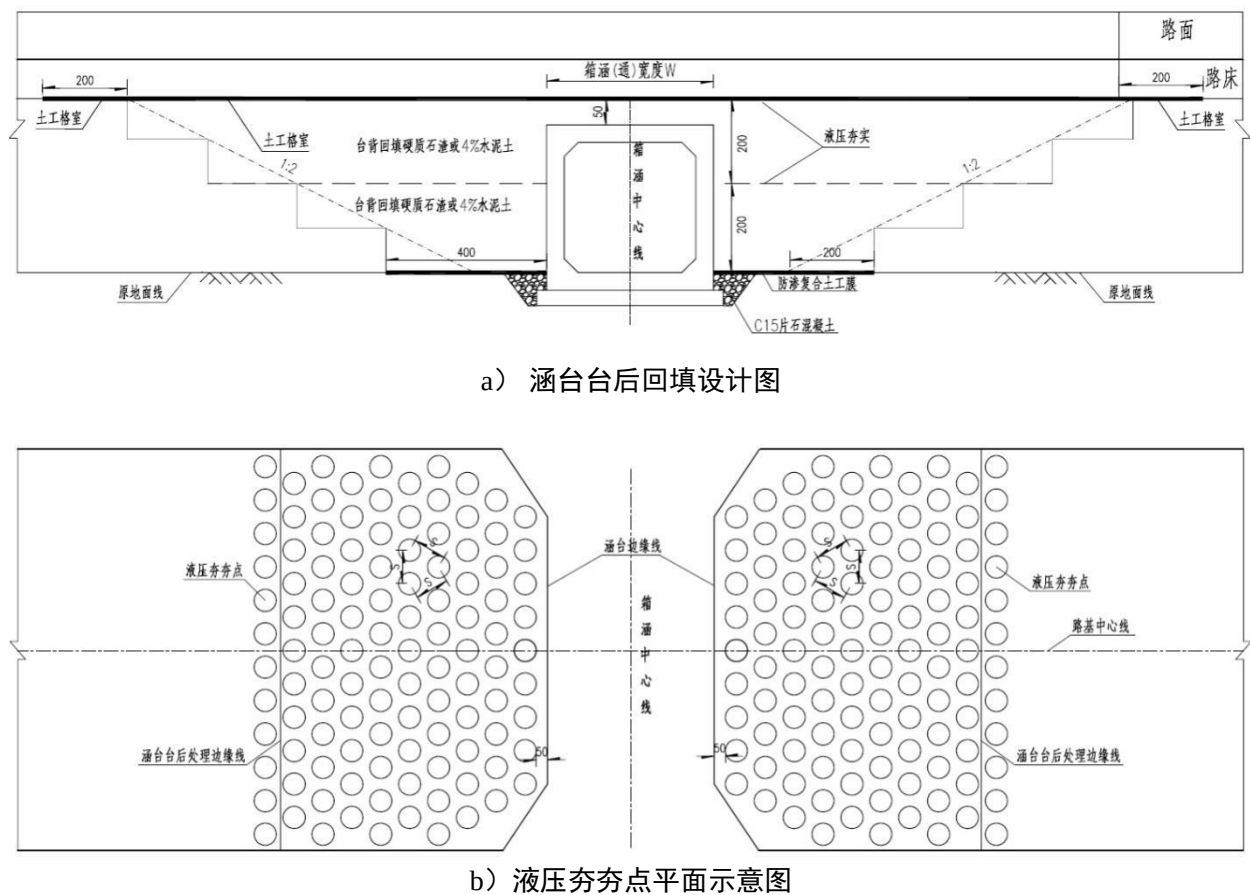
9.1 填料宜采用透水性材料、轻质材料、无机结合料稳定材料等，崩解性岩石、膨胀土不得用于台背与墙背填筑。

9.2 箱涵(通)两侧紧靠涵台部分的回填土宜采用人工配合小型机械的方法夯填密实。每侧回填长度应不小于洞身两侧填土高度的 1 倍,填筑应在两侧对称、均衡地分层进行,压实度应不小于 96%。

9.3 二级及二级以上公路路堤与箱涵(通)连接处应设置过渡段,过渡段路基压实度应不小于 96%,填料强度、地基处理、台背防排水等应进行综合设计;过渡段长度宜按 2~3 倍路基填土高度确定。

附 录 A
(资料性)
台背回填示意图

公路预制装配式箱涵(通)的台背回填示意图如图A. 1所示。



图A. 1 公路预制装配式箱涵(通)的台背回填示意图

- 注1：若路床填料为开山石渣，则台背路基填筑材料采用硬质石渣，硬质石渣的最大粒径应小于00mm；若路床填料为水泥土，则台背路基填筑材料采用水泥含量为4%的水泥土填筑。当原地面以下为黄土，填筑材料为硬质石渣时，先在黄土表面清表，然后铺设一层防渗复合土工膜（两布一膜），再在土工膜上设25cm厚水泥土垫层，防止硬质石渣刺破土工布；当原地面以下为黄土，填筑材料为水泥土时，清表后可直接铺设土工膜；当原地面以下为岩石，填筑材料为硬质石渣时，可不铺设土工膜。
- 注2：台背路基填筑时，水泥土和硬质石渣均须对称分层填筑、碾压，每层虚铺厚度不超过30cm，压实度不小于96%；当填筑硬质石渣时，从原地基向上每填筑2m，还需采用36KJ高速液压夯进行补强压实；填筑4%水泥土时不补强。
- 注3：高速液压夯施工控制标准：
- a) 液压夯夯点宜采用梅花形布置，夯点中心间距 S 不大于 $1.5D$ ， D 为液压夯夯板的直径，液压夯夯板的直径宜为 $1.0m$ ；
 - b) 夯击施工时，先整平场地，按照夯点布设要求进行放样，并以最后三击的累计夯沉量不大于 $15mm$ 为准，控制每个夯击点的夯击次数；

- c) 施工时须严格控制夯点与结构物的台背距离，以 50cm 为宜，距离过小易损坏结构物，距离过大台背填土夯实效果受到影响；
- d) 第一遍夯击完成后，在其每三个夯点形成的三角形中心设置 1 处夯击点，进行补强夯击施工；
- e) 每一层液压夯击施工完成后，须对场地进行整平处理，再进行上层土的填筑施工。

注4：台背路基施工时，先进行原地基碾压及特殊路基处理，再分层对称填筑台背路基并压实，分层高速液压夯实应从台背路基填土底部开始。

注5：箱涵(通)设置于岩质挖方路段处，严禁大开大挖，基坑边坡宜采用陡坡率，待箱涵(通)施工完成后采用片石混凝土回填台背基坑，须做到振捣密实。

注6：基坑回填材料同台背回填材料，均要求使用天然砂砾等透水性填料或4%水泥土。

注7：桥头路基范围内距涵洞顶50cm处采用土工格室加筋处理，处理长度为桥涵过渡段长两侧各2m，土工格室铺设至填方边坡坡面的距离不应小于50cm，土工格室选用整体式双向土工格室。

参 考 文 献

- [1] DB63/T 1978-2021 公路预制装配式涵洞工程设计规范
 - [2] DB34/T 2833-2017 装配式钢筋混凝土通道设计规程
 - [3] 安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司企业标准 QB TD X467-2018 装配式通道标准图
-