



CECS 143:2002

中国工程建设标准化协会标准

**给水排水工程
埋地预制混凝土圆形管管道
结构设计规程**

Specification for structural design of buried premade concrete

Round pipeline of water supply and sewerage engineering

2003

中国工程建设标准化协会标准

**给水排水工程
埋地预制混凝土圆形管管道
结构设计规程**

Specification for structural design of buried premade concrete
Round pipeline of water supply and sewerage engineering

CECS 143:2002

主编部门: 北京市市政工程设计研究总院

批准部门: 中国工程建设标准化协会

施行日期: 2003年3月1日

2003

第 2 页

前 言

本规程的内容原属于《给水排水工程结构设计规范》GBJ69—84 中的第七章。为了逐步与国际接轨，并便于工程应用和今后修订，现按照中国工程建设标准化协会（94）建标协字第 11 号《关于下达推荐性标准编制计划的函》的要求进行修订，并独立成本。

本规程系根据国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB50068 和《工程结构可靠度设计统一标准》GBJ 153 规定的原则，采用以概率理论为基础的极限状态设计方法编制，并与有关的结构专业设计规范协调一致。

本规程在修订过程中，总结了近十多年来原《给水排水工程结构设计规范》GBJ69—84 的工程实践经验，吸取了国外相关标准的内容，并经中国工程标准化协会管道结构委员会多次讨论，使内容有了充实和完善。

根据国家计委计标[1986]1649 号文《关于请中国工程建设标准化委员会负责组织推荐性工程建设标准试点工作的通知》的要求，现批准协会标准《给水排水工程埋地预制混凝土圆形管管道结构设计规程》，编号为 CECS 143:2002，推荐给工程建设设计、施工、使用单位采用。

本规程第 3.1.1、3.1.2、3.1.3、5.2.2、5.3.2、6.0.15、8.1.5 条建议列入《工程建设标准强制性条文》。

本规程由中国工程建设标准化协会管道结构委员会 CECS/TC17（北京西城区月坛南街乙二号 北京市市政工程设计研究总院，邮编:100045）归口管理，并负责解释。在使用中如发现需要修改或补充之处，请将意见和资料径寄解释单位。

主编单位：北京市市政工程设计研究总院

主要起草人：王憬山 沈世杰 潘家多

中国工程建设标准化协会

2002 年 12 月 25 日

目 录

1 总 则	6
2 主要符号	7
3 材 料	9
3.1 混凝土	9
3.2 钢 筋	9
4 管道结构上的作用	10
4.1 作用分类和作用代表值	10
4.2 永久作用标准值	10
4.3 可变作用标准值、准永久值系数	11
5 基本设计规定	12
5.1 一般规定	12
5.2 承载能力极限状态计算规定	12
5.3 正常使用极限状态计算规定	14
6 管道结构设计计算	15
7 管道接口	18
7.1 一般规定	18
7.2 钢丝网水泥砂浆抹带接口	19
7.3 现浇套环接口	19
7.4 企口管橡胶圈接口	20
7.5 承插口管接口	20
7.6 双插口管接口	21
7.7 钢承口管接口	22
8 构造要求	23
8.1 管节制造	23

8.2 设计与施工	23
附录 A 钢筋混凝土矩形截面处于受弯或大偏心受压(拉)状态时的最大裂缝宽度计算	26
附录 B 管顶竖向土压力标准值	28
附录 C 地面车辆荷载对管道的作用标准值	30
附录 D 圆形刚性管道在不同支承条件、各种荷载作用下的内力系数	32
本规程用词说明	38

1 总 则

1.0.1 为了在给水处理工程埋地预制混凝土圆形管管道的结构设计中贯彻执行国家的技术经济政策，做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于城、镇公用设施和工业企业中一般给水处理工程埋地预制无（内）压混凝土圆形管管道开槽施工或人工掘进不开槽施工的结构设计；不适用于工业企业中具有特殊要求的给水处理管道工程结构设计。

1.0.3 本规程系根据现行国家标准《给水处理工程管道结构设计规范》GB50332 规定的原则进行制定的。

1.0.4 对于建设在地震区、湿陷性黄土或膨胀土、永冻土等特殊条件地区的给水处理工程埋地预制混凝土圆形管管道的结构设计，除应执行本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

1.0.5 按本规程设计时，有关构件截面计算和地基基础设计，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定。

2 主要符号

2.0.1 管道上的作用和作用效应

$F_{ep\bullet k}$ ——主动土压力标准值；

$F_{sv\bullet k}$ ——管道单位长度上管顶竖向土压力标准值；

G_{wk} ——管道内水重标准值；

q_{vk} ——地面车辆轮压产生的管顶处单位面积上竖向压力标准值；

W_{\max} ——钢筋混凝土构件计算截面的最大裂缝宽度。

2.0.2 材料性能

E_s ——钢筋的弹性模量。

2.0.3 几何参数

α ——单个车轮着地分布长度；

b ——单个车轮着地分布宽度；

b_f ——圆管混凝土基础的宽度；

D ——圆管内壁直径；

D_o ——圆管计算直径；

D_1 ——圆管外壁直径；

e_o ——纵向力对截面重心的偏心距；

H_s ——管顶至设计地面的覆上高度；

h_o ——钢筋混凝土计算截面的有效高度；

h_f ——圆管混凝土基础的厚度；

r_o ——圆管的计算半径；

t ——圆管管壁厚度；

u ——纵向受拉钢筋截面的总周长；

——圆管基础的支承角。

2.0.4 计算系数

C_c ——埋式土压力系数；

C_d ——开槽施工土压力系数；

C_j ——不开槽施工土压力系数；

C_G ——永久作用效应系数；

C_Q ——可变作用效应系数；

γ_o ——管道重要性系数；

γ_G ——永久作用分项系数；

γ_Q ——可变作用分项系数；

μ_d ——动力系数；

ν ——与受拉钢筋表面形状有关的系数；

ψ ——裂缝间受拉钢筋应变不均匀系数；

ψ_c ——可变作用组合系数；

ψ_q ——可变作用准永久值系数。

3 材 料

3.1 混凝土

3.1.1 混凝土的强度等级不得低于 C30。

3.1.2 混凝土的抗渗等级不应低于 S6。

3.1.3 混凝土的碱含量应符合《混凝土碱含量限值标准》CECS 53 的规定。

3.1.4 混凝土配制中采用的外加剂，应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定，并应通过检验确定其适用性和相应的掺量。

3.1.5 混凝土中的水、水、泥砂、石、粉煤灰等原材料性能指标均应符合国家现行有关标准的规定。

3.1.6 设计使用的混凝土的物理力学性能指标，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定采用。

3.1.7 当混凝土管中输送腐蚀介质，或当混凝土管埋设于具有浸蚀性介质（如有侵蚀性的地下水、土壤）内，当无其他抗腐蚀措施时，混凝土材料应具有相应的耐腐蚀性能。

3.2 钢 筋

3.2.1 预制钢筋混凝土圆管中的钢筋可采用冷拔低碳钢丝、冷拉钢筋、冷轧带肋钢筋、热轧圆盘条及热轧带肋钢筋。

3.2.2 设计用的钢筋的物理力学性能指标，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定执行。

3.2.3 各种钢筋的性能指标应符合国家现行有关标准的规定。

4 管道结构上的作用

4.1 作用分类和作用代表值

4.1.1 管道结构上的作用，应按其性质分为永久作用和可变作用两类：

1 永久作用。包括结构自重、土压力（竖向和侧向）、管内（满水）水重，地基不均匀沉降。

2 可变作用。包括地面堆积荷载、地面车辆荷载。

4.1.2 结构设计时，对不同性质的作用应采用不同的代表值。作用标准值应为作用的基本代表值。

对永久作用，应采用标准值作为代表值；对可变作用，应根据设计要求采用标准值、组合值或准永久值作为代表值。

可变作用组合值应为可变作用标准值乘以作用组合系数；可变作用准永久值应为可变作用标准值乘以作用的准永久值系数。

4.1.3 当管道承受两种或两种以上可变作用，按承载能力极限状态的作用效应基本组合进行设计或正常使用极限状态的作用效应标准组合进行设计时，可变作用应采用标准值和组合值作为代表值。

4.1.4 当按正常使用极限状态的作用效应准永久组合进行设计时，可变作用应采用准永久值作为代表值。

4.2 永久作用标准值

4.2.1 结构自重标准值应按结构构件的设计尺寸与相应材料单位体积的自重标准值计算确定。对于预制素混凝土圆管，其素混凝土单位体积的自重标准值可取 25kN/m^3 ；对于预制钢筋混凝土圆管，其钢筋混凝土单位体积的自重标准值可取 26kN/m^3 。

4.2.2 作用在单位长度管道上的竖向土压力标准值 $F_{sv\bullet k}$ 应根据管道埋设方式及条件按附录 B 确定。

4.2.3 作用在地下管道上的侧向土压力标准值 $F_{ep\bullet k}$ 应按主动土压力计算。侧向土压力沿圆

形管道管侧的分布可视为直线分布，其计算值可按管中心处确定。其标准值应按下式计算：

$$F_{ep\bullet k} = k_{\alpha} \gamma_s Z \quad (4.2.3)$$

式中 $F_{ep\bullet k}$ ——管侧土压力标准值 (kN/m^2) ；

k_{α} ——主动土压力系数，应根据土的抗剪强度确定；当缺乏试验数据时，对砂类土或粉土可取去 $1/3$ ；对粘性土可取 $1/3 \sim 1/4$

γ_s ——回填土的重力密度 (kN/m^3)，对埋设在地下水位以上的管道可取 18kN/m^3 ；对埋在地下水位以下的管道可取 10kN/m^3 ；

Z ——自设计地面至管中心处的深度 (m)。

4.2.4 管道内水重的标准值 G_{wk} ，可按水的重力密度为 10kN/m^3 计算。

4.2.5 当管道沿线地基土有显著变化，或当管道土覆土高度有显著变化时，应考虑地基不均匀沉降对管道结构的影响。不均匀沉降标准值应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定计算确定。

4.3 可变作用标准值、准永久值系数

4.3.1 堆积荷载标准值 q_{mk} 应取 10.0kN/m^2 ，其准永久值系数 ψ_0 可取 0.5。

4.3.2 车辆荷载对管道产生的竖向压力标准值 q_{vk} ，可按附录 C 计算，其准永久值系数 ψ_0 可取 0.5。

4.3.3 车辆荷载传递到管道上的侧压力，可按附录 C (C.0.4) 计算。

5 基本设计规定

5.1 一般规定

5.1.1 本规程采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，以可靠指标度量结构构件的可靠度；采用分项系数设计表达式进行设计。

5.1.2 管道结构，应按下列两种极限状态进行设计：

1 承载能力极限状态：管道结构达到最大承载能力，管体或接口因材料强度被超过而破坏。

2 正常使用极限状态：管道结构出现超过使用期耐久性要求的裂缝宽度限值。

注：对于素混凝土管，可只进行承载能力极限状态计算。

5.1.3 埋地管道的结构设计，除计算上述两种极限状态之外，尚应包括管座（管道基础）构造、管道连接构造、地基及地基处理、管周各部位回填土的密实度要求。

5.1.4 埋地混凝土圆形管道结构，应按刚性管道计算。

5.1.5 管道结构的内力分析，按弹性体系计算，不考虑由非弹性变形所引起的内力重分布。

5.1.6 管道结构应根据环境条件和输送介质的性能，考虑防腐蚀设计。当用于有卫生要求的给水管道时，其内防腐做法应符合国家现行有关卫生防疫标准要求。

5.2 承载能力极限状态计算规定

5.2.1 管道结构按承载能力极限状态进行强度计算时，结构上的各项作用均采用作用设计值。

作用设计值应为作用代表值与作用分项系数的乘积。

5.2.2 对管道结构进行强度计算时，应满足下式要求：

$$\gamma_0 S \leq R \quad (5.2.2)$$

式中 γ_0 ——管道的重要性系数，应根据现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》

GB 50332 的规定采用。对给水输水管道，单线敷设时取 1.1，双线及双线以上敷设时取 1.0；对给水配水管道、污水管道或合流管道取 1.0；对雨水管道

取 0.9；

S ——作用效应组合设计值；

R ——管道结构构件抗力的设计值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定确定。

5.2.3 对管道结构进行强 g 度计算时，作用效应的基本组合设计值，按下式确定：

$$S = \gamma_{G_l} C_{G_l} G_{lk} + \gamma_G (C_{G_w} G_{wk} + C_{G_{sv}} F_{sv \bullet k} + C_{G_{ep}} F_{ep \bullet k} + C_{G_s} \Delta_{sk}) + \gamma_{Q_v} C_{Q_v} Q_{vk} \quad (5.2.3)$$

式中 G_{lk} 、 C_{G_l} ——管道自重标准值及其作用效应系数；

G_{wk} 、 C_{G_w} ——管内水重标准值及其作用效应系数；

$F_{sv \bullet k}$ 、 $C_{G_{sv}}$ ——管道单位长度上管顶的竖向土压力标准值及其作用效应系数；

$F_{ep \bullet k}$ 、 $C_{G_{ep}}$ ——管侧主动土压力标准值及其作用效应系数；

Δ_{sk} 、 C_{G_s} ——管道不均匀沉陷标准值及其作用效应系数；

Q_{vk} 、 C_{Q_v} ——地面车辆荷载或地面堆积荷载标准值及其作用效应系数；

γ_{G_l} ——管道自重的分项系数。当作用效应对结构不利时应取 1.20；当作用效应对结构有利时应取 1.00；

γ_G ——除管道自重外，各项永久作用的分项系数。当作用效应对结构不利时应取 1.27；当作用效应对结构有利时应取 1.00；

γ_{Q_v} ——地面车辆荷载或地面堆积荷载的分项系数，应取 1.40。

注：作用效应系数为结构在相应作用下产生的效应（内力、应力等）与该作用的比值，可按结构力学方法确定。

5.2.4 强度计算时的作用组合工况，按表 5.2.4 的规定采用。

表 5.2.4 强度计算的作用组合表

计算 工况	永久作用					堆积荷载 q_m	车辆荷载 q_v
	管自重 G_l	土压力		管内水重 G_w	不均匀沉降 Δ_s		
		竖向 F_{sv}	侧向 F_{ep}				
1							
2							

注:表中“ ”标记的作用为相应工况应予以计算的项目;“ ”标记的作用应按具体设计条件确定组合。不均匀沉降 Δ_s 的作用,一般可仅考虑对管道结构纵向的影响。

5.3 正常使用极限状态计算规定

5.3.1 管道结构按正常使用极限状态进行验算时,结构上的各项作用均应采用作用代表值。

5.3.2 钢筋混凝土结构构件在组合作用下,计算截面的受力状态处于受弯、大偏心受压时,截面允许出现的最大裂缝宽度不应大于0.2mm。

5.3.3 当验算构件截面的最大裂缝宽度时,应按作用效应的准永久组合计算。作用效应的准永久组合设计值应按式(5.3.3)确定:

$$S_d = C_{Gl} C_{lk} + C_{Gw} G_{wk} + C_{Gsv} F_{sv\bullet k} + C_{Gep} F_{ep\bullet k} + C_{Gs} \Delta_{sk} + \psi_q C_{Qv} Q_{vk} \quad (5.3.3)$$

式中 S_d ——变形、裂缝等作用效应的设计值;

ψ_q ——地面车辆荷载或地面堆积荷载的准永久值系数,应按本规程第4.3节的规定采用。

5.3.4 正常使用极限状态验算时,作用组合工况可按本规程第5.2.4条的规定采用。

5.3.5 钢筋混凝土结构构件在作用效应准永久组合作用下,计算截面处于受弯、大偏心受力状态时,最大裂缝宽度可按附录A计算,并应符合本规程第5.3.2条的要求。

6 管道结构设计计算

6.0.1 埋地预制混凝土圆形管道的内力分析，应考虑管节、基础及地基的共同作用，按弹性体系计算。其基础形式一般可为混凝土基础及上（砂）基础两种（图 6.0.1）。

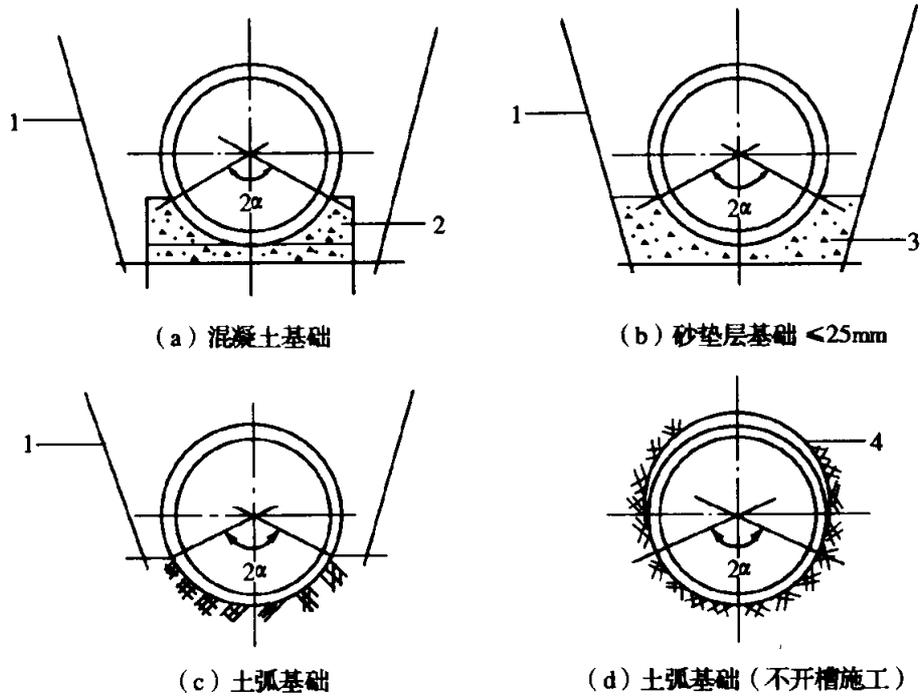


图 6.0.1 圆形管道基础

1—开槽线；2—混凝土；3—砂垫层；4—掘进线

6.0.2 管道结构静力计算，应按本规程第 5.2.4 条的规定，确定相应工况的组合作用。

6.0.3 管道上各作用的分项系数、准永久值系数，应分别按本规程第 5.2.3、5.3.3 条的规定采用。

6.0.4 管道在组合作用下，管壁各截面的环向内力可按下式计算：

$$M_k = \gamma_0 \sum_{i=1}^n k_{mi} P_i \quad (6.0.4-1)$$

$$N_k = \sum_{i=1}^n k_{ni} P_i \quad (6.0.4-2)$$

式中 M_k ——管壁上截面的弯矩设计值（N·mm/m）；

N_k ——管壁上截面的轴力设计值（N/m）；

γ_0 ——圆管的计算半径（mm），即自圆管中心至管壁中心的距离；

k_{mi} ——弯矩系数，应根据管基形式按附录 D 确定；

k_{ni} ——轴力系数，应根据管基形式按附录 D 确定；

p_i ——作用在管道上的 i 项荷载设计值 (N/m)。

注:对管截面环向内力计算时，一般可不计入地基不均匀沉降 Δ_s 的影响。

6.0.5 土弧基础或砂垫层基础设计计算的土基支承角(2)取值(图 6.0.1)，应根据作用在管道上的荷载确定。施工安装时，对开槽埋设宜增加 30° ；对于顶进施工宜增加 15° 。当开槽施工素土平基埋设时，设计计算上基支承角可取 20° 。

6.0.6 地面堆积荷载、地面车辆荷载可变作用，对管道的水平侧向压力，一般可不列入作用组合。

6.0.7 埋地预制混凝土圆形管道，在一般地基土质条件下可不进行纵向结构计算，只在顶进施工时，应对管口顶压断面进行局部承压核算。

6.0.8 刚性接口预制圆形管道，当遇有下列情况时，应连续设置数个柔性接口：

- 1 管道覆土深度发生突然变化处；
- 2 管道地基发生变化处；
- 3 管道与较大构筑物（如水池、闸井、大型检查井等）连接处；
- 4 管道穿越河道、堤坝、建筑物、铁路。

6.0.9 刚性接口的预制圆形管道及带有连续浇注混凝土基础的管道，宜每 20m 左右设置伸缩缝，伸缩缝应采用柔性接口的做法。

6.0.10 素混凝土管的截面计算，应取管顶或管底截面，按受弯状态计算，其计算应符合本规程第 5.2 节的规定。

6.0.11 钢筋混凝土管的里层配筋计算，应取管顶或管底截面，按受弯状态计算，其计算应符合本规程第 5.2、5.3 节的规定。

6.0.12 钢筋混凝土管的外层配筋计算，取管侧截面，应考虑截面上轴力的影响，按偏心受压状态计算，其计算应符合本规程第 5.2、5.3 节的规定。

6.0.13 管道一般宜座落在原状上层上，当遇有软土、回填土等不良地基时，应按国家现行有关标准进行地基处理设计。此时，管道的纵向应根据地基处理的形式进行设计计算。

6.0.14 管道应埋设在冰冻深度以下，否则应进行专门处理。

6.0.15 当管道穿越河床、堤坝、铁路路基时应采用专门的技术措施，并应对管道进行相应的设计计算。

6.0.16 当管道与其他地下管线（如给水、排水、煤气、热力、电力、电讯等）交叉时，应根据具体情况，进行设计计算。

7 管道接口

7.1 一般规定

7.1.1 预制混凝土圆形管道接口可分为柔性接口和刚性接口，柔性接口可允许管道在接口处产生一定的变形。

一般情况下，预制圆形管道宜选用柔性接口。

7.1.2 预制混凝土管节的管口一般可分为平口、企口和承插口，每种管口形式均可做成柔性接口及刚性接口，管口的形式及接口的类型（表 7.1.2）应根据工程的重要性、管道的用途（给水、雨水、污水等）、埋设方式、使用条件、地基状况、工程投资等因素确定。

表 7.1.2 预制混凝土圆形管道接口形式

施工工法		开槽施工					顶进施工			
管口形式		平口管、企口管		企口管	承插口管		双插口管		钢承口管	
接口形式		钢丝网水泥抹带接口	现浇套环接口 现浇混凝土 加止水带		橡胶圈	刚性填料	橡胶圈	刚性填料	橡胶圈	橡胶圈
接口类型	柔性接口	—	—			—		—		
	刚性接口			—	—		—		—	—
基础形式	混凝土基础				—	—		—		—
	土(砂)基础	—	—							

注:表中“—”标记为通常使用的情况。

7.1.3 对于曲线敷设的管道，其管道接口的允许转角，应根据其构造做法确定，并应符合产品规格。

7.2 钢丝网水泥砂浆抹带接口

7.2.1 钢丝网水泥砂浆抹带接口的做法(图 7.2.1)应在管接口处用 1:2 水泥砂浆抹带,其宽宜为 200~250mm,厚度宜为 25~35mm。带中应加设 1~2 层 20 号 10mm×10mm 钢丝网,钢丝网应锚入混凝土基础内 100~150mm,与抹带接触部分的管外壁应凿毛。

7.2.2 钢丝网水泥砂浆抹带接口为刚性接口,宜应用在带有混凝土管基的管道上,可适用于一般的无压给水、雨水、污水管道。

7.2.3 钢丝网水泥砂浆抹带接口可用于平口管或企口管,其管口间的缝隙可用水泥砂浆(1:2)、膨胀水泥砂浆或石棉水泥(重量比为 1:3:7 = 水:石棉:水泥)等刚性填料填实。

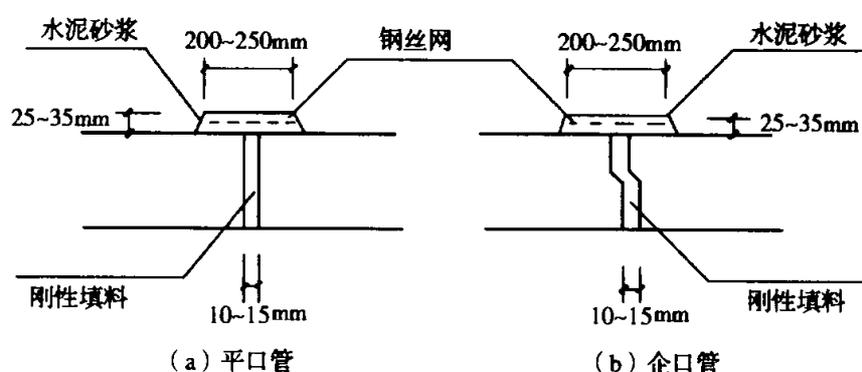


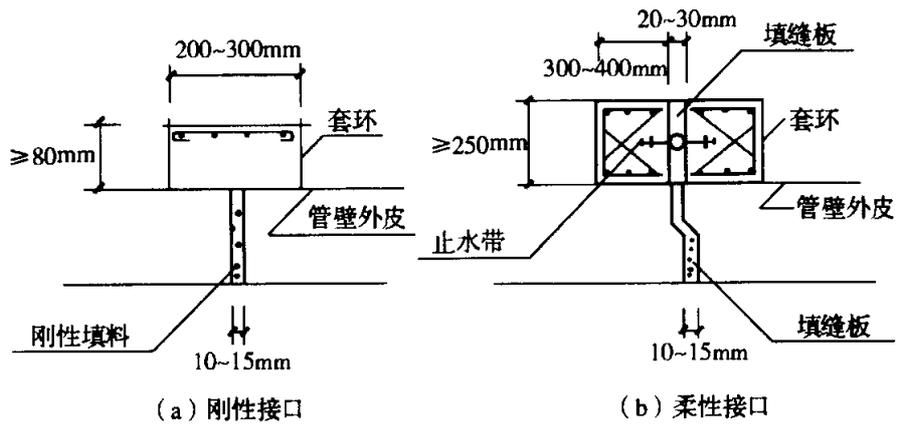
图 7.2.1 钢丝网水泥抹带接口

7.3 现浇套环接口

7.3.1 现浇套环刚性接口(图 7.3.1a)应在管道接口处将管外壁凿毛,现浇钢筋混凝土外套环,其宽宜为 200~300mm,厚度应不小于 80mm。现浇套环柔性接口(图 7.3.1b)应在管口处将整体套环分为两环,中间以止水带相连,每边套环的宽度宜为 300~400mm,厚度不应小于 250mm。

7.3.2 现浇套环接口宜应用在带有混凝土管基的管道上。刚性接口的套环接口可适用于对管道纵向刚度要求较高的管道上。柔性接口可适用于对管道适应地基变形有较大要求的管道上,套环接口处的混凝土管基,亦应断开。

7.3.3 现浇套环接口可用于平口管或企口管,其管口间的缝隙对于刚性接口可用刚性材料填实;对于柔性接口可用填缝板填实。



7.3.1 现浇套环接口

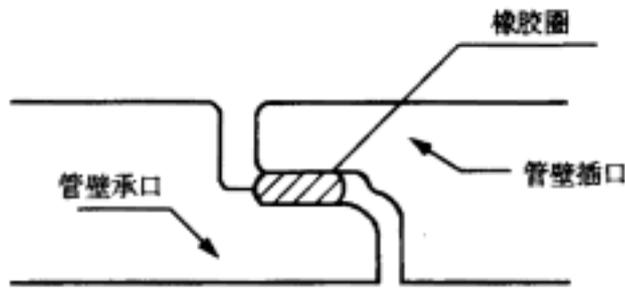


图 7.4.1 企口管橡胶圈接口

7.4 企口管橡胶圈接口

7.4.1 企口管橡胶圈接口(图 7.4.1)应在企口中放置止水橡胶圈,管壁应有足够的厚度,这种接口形式只宜用在口径较大开槽施工土基的管道上。

7.4.2 接口止水橡胶圈宜采用滑动胶圈,其压缩率可采用 30%~45%,环径系数可采用 0.80~0.85。橡胶圈材质的物理力学性能,应符合给水排水管道用橡胶密封圈的有关规定。

7.5 承插口管接口

7.5.1 混凝土承插口管刚性接口,可在管口中填入刚性填料(图 7.5.1b);柔性接口应在管口中设置止水橡胶圈(图 7.5.1a)。

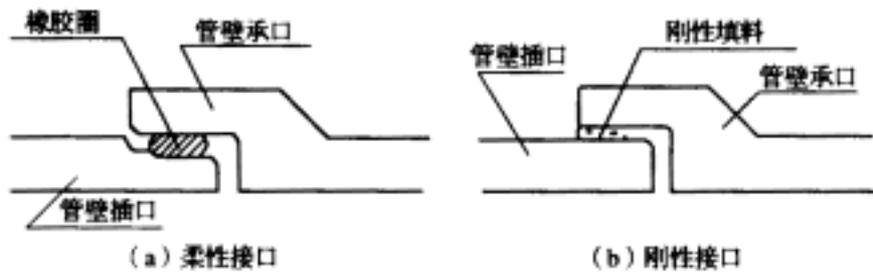


图 7.5.1 承插口管接口

7.5.2 承插口管可应用于开槽施工（砂）基上的管道（无压给水、雨水、污水管道）。

7.5.3 接口内止水橡胶圈宜采用滑动胶圈，其压缩率可采用 30% ~ 35%，环径系数可采用 0.80 ~ 0.85。橡胶圈材质的物理力学性能，应符合给水排水管道用橡胶密封圈的有关规定。

7.6 双插口管接口

7.6.1 在双插口管接口处应安装 T 形钢套环，两侧管口均插入钢套环中，柔性接口应在钢套环内设置橡胶圈（图 7.6.1a）；刚性接口可不设置橡胶圈（图 7.6.1b）

7.6.2 双插口管宜应用在顶进施工的管道上。当顶进施工中无地下水或降水良好的情况时，可采用刚性接口；当地基土质较差，管道存在地基不均匀变形时，应采用柔性接口。

7.6.3 接口内止水橡胶圈宜采用滑动胶圈，其压缩率可采用 40% ~ 45%，环径系数可采用 0.85 ~ 0.90。橡胶圈材质的物理力学性能，应符合给水排水管道用橡胶密封圈的有关规定。

T 型钢套环应有防腐措施。

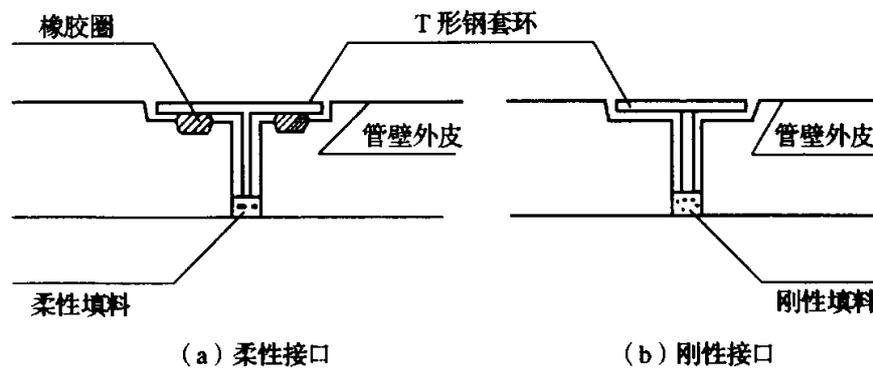


图 7.6.1 双插口管接口

7.7 钢承口管接口

7.7.1 钢承口管（图 7.7.1）应在制管时将钢制套环安装在管口上作为钢承口，并应在承插口中放置止水橡胶圈。

7.7.2 钢承口管橡胶圈接口为柔性接口，宜应用在地基上质条件较差，按顶进法施工的给排水管道上。

7.7.3 接口内止水橡胶圈宜采用滑动胶圈，其压缩率可采用 40% ~ 45%，环径系数可采用 0.85 ~ 0.90。橡胶圈材质的物理力学性能，应符合给水排水管道用橡胶密封圈的有关规定。T 型钢套环应有防腐措施。

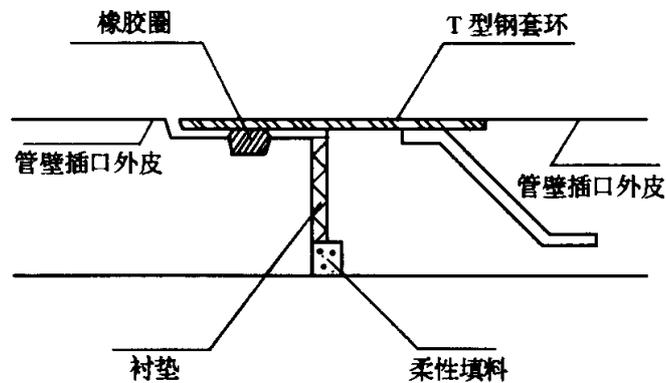


图 7.7.1 钢承口管接口

8 构造要求

8.1 管节制造

8.1.1 预制混凝土圆管可由离心、悬辊、振动振捣或立式挤压等工艺成型，宜在工厂及流动工厂中制造。

8.1.2 预制混凝土圆管的内表面应满足运行水力条件对糙率的要求，其糙率系数 n 不应大于 0.013。

8.1.3 预制混凝土圆管的管壁厚度宜为管道内径的 $1/13 \sim 1/9$ ；管节长度应根据制造、运输、安装的条件确定，但不宜小于 2m。

8.1.4 圆管管壁厚度不大于 100mm 时，可配置单层受力环筋，其位置应放在距管内表面 $2/5$ 壁厚处；管壁厚度大于 100mm 时，宜配置双层受力环筋。

8.1.5 钢筋混凝土圆管，当管壁厚度不大于 80mm 时，环筋保护层的最小厚度不应小于 8mm；当管壁厚度大于 80mm 且不大于 100mm 时，环筋保护层的最小厚度不应小于 12mm；当管壁厚度大于 100mm 时，环筋保护层的最小厚度不应小于 20mm。

8.1.6 钢筋混凝土圆管中环向钢筋的净距不应小于 25mm。纵向钢筋一般可按构造配置，对于开槽施工的管节，纵向钢筋的间距可取 300mm；对于顶进施工的管节，纵向钢筋的间距可取 200mm。顶进施工的管节，管口顶压面处的箍筋间距不宜大于 100mm

8.2 设计与施工

8.2.1 开槽施工的圆形管道，当使用混凝土管基时，混凝土强度等级不应低于 C10，并应保证混凝土与管节的紧密结合；当管基分两次浇注时，界面应按施工缝处理。

8.2.2 开槽施工的圆形管道，当使用土弧基础时，必须保证土弧与管节的紧密贴合，必要时可在弧形槽内填铺 40~60mm 厚中、粗砂。

8.2.3 开槽施工的圆形管道，当使用砂垫层基础时，其砂垫层的材料可选用中砂、粗砂、

8.2.4 级配砂石、卵石或砾石，其最大粒径不应大于 25mm。开槽施工的圆形管道的沟槽回填土，应对管道两侧同时进行，管道两侧压实面的高差不应超过 300mm。

8.2.5 一般情况下开槽施工的圆形管道的沟槽回填土，在管道两侧管顶以下，其压实度

不应低于 95%；在管顶以上高为 500mm、宽为圆管外径范围内，其压实密度可采用 85%；其余部位的压实度（如无其他要求）可采用 85%~90%（图 8.2.5）。

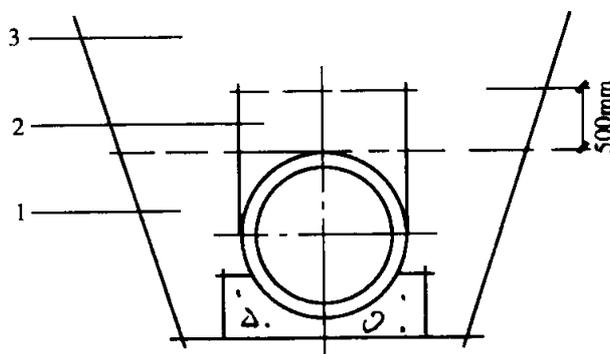


图 8.2.5 沟槽回填土压实度要求
1—95%；2—85%；3—85%~90%

8.2.6 开槽施工的圆形管道，当管顶覆土厚度较小、地面荷载的影响较大而管道强度不足时，可在 180° 混凝土管基上砌筑砖券或包封混凝土加固（图 8.2.6）。

8.2.7 圆形管道顶进法施工，宜在良好的地层中进行，当遇有不良土壤时，应进行土壤加固处理。当遇有地下水时，应采用排水措施，将地下水降至管外底以下 300mm。

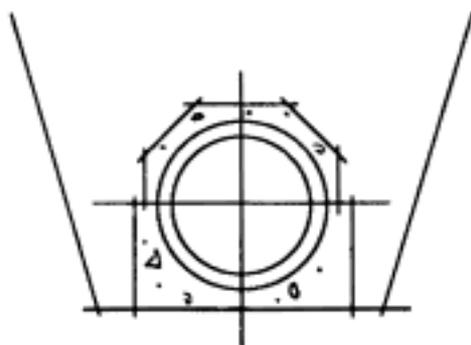


图 8.2.6 混凝土包封加固

8.2.8 顶进法施工的圆形管道，在顶进过程中，应保证管下部 $2a$ 不小于 120° 范围内不超挖；管上部如无特殊要求时，可允许超挖，但超挖值不应大于 25mm（本规程图 6.0.1d）。

8.2.9 顶进法施工的圆形管道，当顶距较长、顶力较大时，宜采取加设管道前端顶进设施、管道中部设中继间、管外注入触变泥浆等措施。

8.2.10 顶进法施工的圆形管道，当遇有软弱上层或穿越建筑物时，宜在管道前端设置顶进设施，顶进时管前端及管四周均不得超挖，必要时可在顶进后对管外灌注水泥砂浆或其他灌浆材料。

8.2.11 当平行顶进两条管道时，其水平净距不得小于管外径；当两条管道不在同一高程上时，其管中心的高差与管中心的水平距离之比，不得小于 1:1.5。

附录 A 钢筋混凝土矩形截面处于受弯或大偏心受压（拉）状态时的最大裂缝宽度计算

A.0.1 受弯、大偏心受压或大偏心受拉构件的最大裂缝宽度，可按下列公式计算：

$$\omega_{\max} = 1.8\psi \frac{\sigma_{sq}}{E_s} (1.5c + 0.11 \frac{d}{\rho_{te}}) (1 + \alpha_1) \nu \quad (\text{A.0.1-1})$$

$$\psi = 1.1 - \frac{0.65f_{tk}}{\rho_{te}\sigma_{sq}\alpha_2} \quad (\text{A.0.1-2})$$

式中 ω_{\max} ——最大裂缝宽度（mm）；

ψ ——裂缝间受拉钢筋应变不均匀系数，当 $\psi < 0.4$ 时，应取 0.4，当 $\psi > 1.0$ 时，应取 1.0；

σ_{sq} ——按作用效应准永久组合计算的截面纵向受拉钢筋应力（N/mm²）

E_s ——钢筋的弹性模量（N/mm²）；

c ——最外层纵向受拉钢筋的混凝土保护层厚度（mm）；

d ——纵向受拉钢筋直径（mm）；当采用不同直径的钢筋时，应取 $d = \frac{4A_s}{u}$ 为纵向

受拉钢筋截面的总周长（mm）：

ρ_{te} ——以有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率，即 $\rho_{te} = \frac{A_s}{0.5bh}$

b 为截面计算宽度， h 为截面计算高度； A_s 为受拉钢筋的截面面积，对偏心受拉构件应取偏心力一侧的钢筋截面面积（mm²）；

α_1 ——系数，对受弯、大偏心受压构件可取 $\alpha_1 = 0$ ；对偏心受拉构件可取

$$\alpha_1 = 0.28 \left[\frac{1}{1 + \frac{2e_o}{h_o}} \right], \quad e_o \text{ 为纵向力对截面重心的偏心距（mm）, } h_o \text{ 为计算截面的有效高}$$

度（mm）；

ν ——纵向受拉钢筋表面特征系数，对光面钢筋应取 1.0；对变形钢筋应取 0.7；

f_{tk} ——混凝土轴心抗拉强度标准值 (N/mm²) ;

α_2 ——系数, 对受弯构件可取 $\alpha_2 = 0$; 对大偏心受压构件

可取 $\alpha_2 = 1 - 0.2 \frac{h_o}{e_o}$; 对大偏心受拉构件可取 $\alpha_2 = 1 - 0.35 \frac{h_o}{e_o}$ 。

A.0.2 受弯、大偏心受压、大偏心受拉构件的计算截面纵向受拉钢筋应力(σ_{sq}) , 可按下列公式计算:

1 受弯构件的纵向受拉钢筋应力:

$$\sigma_{sq} = \frac{M_q}{0.87 A_s h_o} \quad (\text{A.0.2-1})$$

式中 M_q ——在作用效应准永久组合作用下, 计算截面处的弯矩 (N·mm)。

2 大偏心受压构件的纵向受拉钢筋应力:

$$\sigma_{sq} = \frac{M_q - 0.35 N_q (h_o - 0.3 e_o)}{0.87 A_s h_o} \quad (\text{A.0.2-2})$$

式中 N_q ——在作用效应准永久组合作用下, 计算截面上的纵向力 (N)。

3 大偏心受拉构件的纵向受拉钢筋应力:

$$\sigma_{sq} = \frac{M_q + 0.5 N_q (h_o - \alpha')}{A_s (h_o - \alpha')} \quad (\text{A.0.2-3})$$

式中 α' ——位于偏心力一侧的钢筋至截面近侧边缘的距离 (mm)。

附录 B 管顶竖向土压力标准值

B.0.1 埋地管道的管顶竖向土压力标准值，应根据管道的敷设条件和施工方法分别计算确定。

B.0.2 当管道的设计地面高于原状地面，管道为填埋式时，管顶竖向土压力标准值应按下列下式计算：

$$F_{sv\bullet k} = C_c \gamma_s H_s D_l \quad (\text{B.0.2})$$

式中 $F_{sv\bullet k}$ ——每沿米管道上的管顶竖向土压力 (kN/m)；

γ_s ——回填土的重力密度 (kN/m³)，一般可取 18kN/m³ 计算；

H_s ——管顶至设计地面的覆上高度 (m)；

D_l ——圆管外直径 (m)；

C_c ——填埋式土压力系数，可取 1.4 计算。

B.0.3 开槽施工的管道，其管顶竖向上压力标准值应按下列下式计算：

$$F_{sv\bullet k} = C_d \gamma_s H_s D_l \quad (\text{B.0.3})$$

式中 C_d ——开槽施工土压力系数，一般可取 1.2 计算。

B.0.4 对不开槽顶进施工的管道，其管顶竖向土压力标准值应按下列下式计算

$$F_{sv\bullet k} = C_j \gamma_s B_t D_l \quad (\text{B.0.4-1})$$

$$B_t = D_l [1 + tg(45^\circ - \frac{\varphi}{2})] \quad (\text{B.0.4-2})$$

$$C_j = \frac{1 - \exp(-2K\mu \frac{H_s}{B_t})}{2K\mu} \quad (\text{B.0.4-3})$$

式中 C_j ——不开槽施工土压力系数；

B_t ——管顶上部上层压力传递至管顶处的影响宽度 (m)；

$K\mu$ ——管顶以上原状土的主动土压力系数和内摩擦系数，应根据试验确定；当缺

乏试验数据时，对一般土质条件可取 $K\mu=0.19$ 计算；

φ ——管侧土的内摩擦角，应根据试验确定；如无试验数据时，对一般土质条件取中 $\varphi = 30^\circ$ 计算。

附录 C 地面车辆荷载对管道的作用标准值

C.0.1 地面车辆荷载对管道上的作用，包括地面行驶的各种机动装置，如汽车、履带车、压路机、拖车、塔式起重机、火车、飞机等，其载重等级、规格、型式应按相应的规定确定。

C.0.2 地面行驶的车辆荷载的载重、车轮布局、运行排列等规定，应按现行标准《公路桥涵设计通用规范》JTJ 021 采用。

C.0.3 地面车辆荷载传递到管顶的竖向压力标准值，应按下列方法确定：

1 单个轮压传递到管顶的竖向压力标准值 q_{vk} ，应按下列式计算（图 C.0.1-1）：

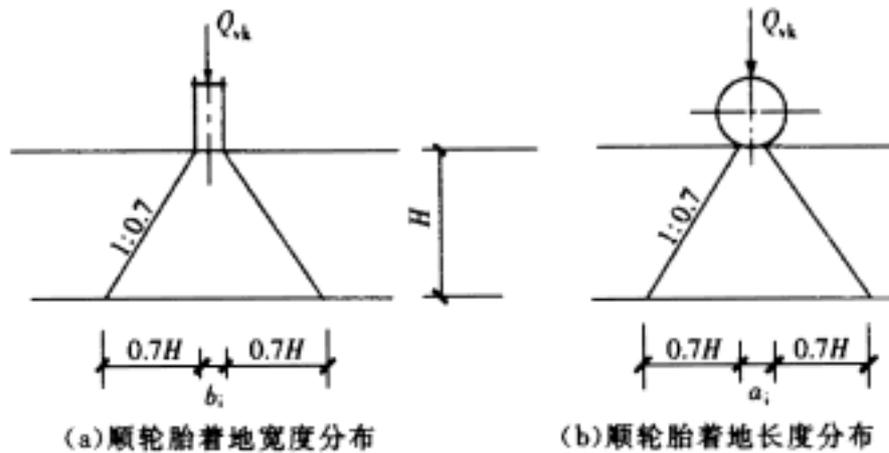


图 C.0.1-1 单个轮压的传递分布图

$$q_{vk} = \frac{\mu_d Q_{vk}}{(\alpha_i + 1.4H)(b_i + 1.4H)} \quad (C.0.4-1)$$

式中 q_{vk} ——轮压传递到管顶处的竖向压力标准值 (kN/m^2)；

Q_{vk} ——地面车辆单个轮压标准值 (kN)；

α_i ——单个车轮 i 的着地分布长度 (m)；

b_i ——单个车轮 i 的着地分布宽度 (m)；

H ——自行车地面至管顶的深度 (m)；

μ_d ——动力系数，可按表 C.0.3 采用。

表 C.0.3 动力系数 (μ_d)

地面至管顶深度 $H(m)$	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	1.70
动力系数 μ_d	1.30	1.25	1.20	1.15	1.05	1.00

2 两个以上单排轮压综合影响传递到管顶的竖向压力,可按下式计算(图 C.0.3—2):

$$q_{vk} = \frac{\mu_d n Q_{vk}}{(\alpha_i 1.4H)(nb_i + \sum_{j=1}^n d_{bj} + 1.4H)} \quad (C.0.3-2)$$

式中 n ——车轮的总数量;

d_{bj} ——沿车轮着地分布宽度方向,相邻两个车轮间的净距(m)。

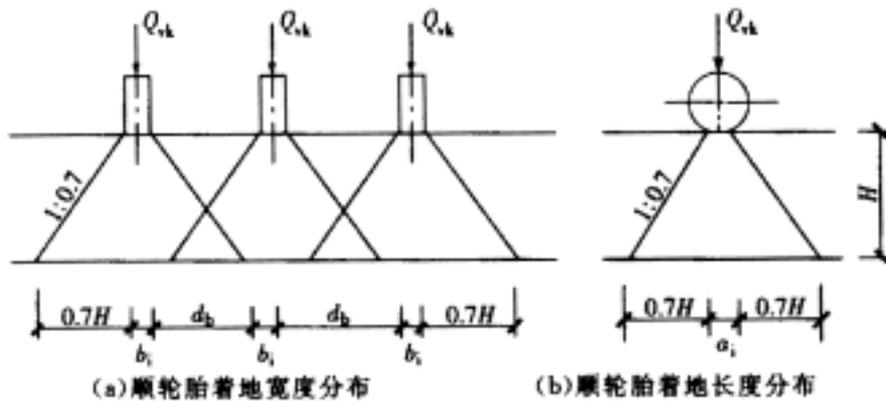


图 C.0.3-2 两个以上单排轮压综合影响传递分布图

C.0.4 地面车辆荷载传递到管道上的侧压力标准值,可按下式计算:

$$q_{hz \cdot k} = \frac{1}{3} q_{vz \cdot k} \quad (C.0.4)$$

式中 $q_{hz \cdot k}$ ——地面以下深度 Z 处的侧压力 (kN/m^2);一般可取管中心处计算,管侧压力可视为沿管侧均匀分布。

附录 D 圆形刚性管道在不同支承条件、各种荷载作用

下的内力系数

D.0.1 圆形刚性管道在土(砂)基础上的内力系数 K_{mi} 、 K_{ni} (图 D.0.1-1), 可按表 D.0.1 采用。

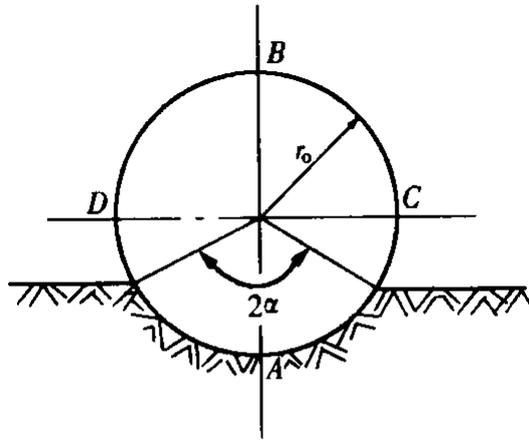
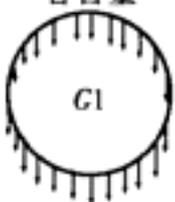
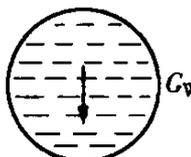
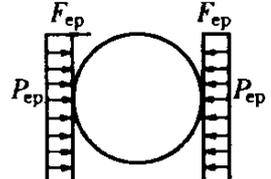


图 D.0.1-1 土(砂)基础计算图

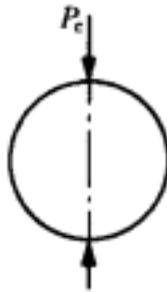
表 D.0.1 圆形刚性的内力系数 (土或砂基础)

荷载类别	系数	基础支承角(2α)				
		0°	20°	45°	90°	120°
管自重  $P_{G1} = G_1$	k_{mA}	0.239	0.211	0.173	0.123	0.100
	k_{mB}	0.080	0.079	0.075	0.071	0.066
	k_{mC}	-0.091	-0.090	-0.088	-0.082	-0.076
	k_{nA}	0.080	0.109	0.148	0.207	0.236
	k_{nB}	-0.080	-0.079	-0.078	-0.062	-0.048
	k_{nC}	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250

续表 D.0.1

荷载类别	系数	基础支承角(2a)				
		0°	20°	45°	90°	120°
管内满水重  $P_{G_w} = G_w$	k_{mA}	0.239	0.211	0.173	0.123	0.100
	k_{mB}	0.080	0.079	0.075	0.071	0.066
	k_{mC}	-0.091	-0.090	-0.088	-0.082	-0.076
	k_{nA}	-0.400	-0.369	-0.330	-0.271	-0.240
	k_{nB}	-0.240	-0.239	-0.237	-0.221	-0.208
	k_{nC}	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069
竖向均布荷载 $P_v = F_{sv} + q_v D_1$ $P_v = F_{sv} + q_m D_1$	k_{mA}	0.294	0.266	0.288	0.178	0.154
	k_{mB}	0.150	0.150	0.145	0.141	0.136
	k_{mC}	-0.154	-0.154	-0.151	-0.145	-0.138
	k_{nA}	0.053	0.082	0.121	0.180	0.209
	k_{nB}	-0.053	-0.053	-0.051	-0.035	-0.021
	k_{nC}	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
管上腔内土重 P_0 $P_0 = 0.1073 \gamma_s D_1^2$	k_{mA}	0.271	0.243	0.205	0.155	0.131
	k_{mB}	0.085	0.085	0.080	0.076	0.072
	k_{mC}	-0.126	-0.126	-0.123	-0.117	-0.111
	k_{nA}	0.102	0.131	0.170	0.229	0.258
	k_{nB}	-0.102	-0.102	-0.100	-0.084	-0.070
	k_{nC}	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
侧向主动土压力  $P_{ep} = F_{ep} D_1$	k_{mA}	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125
	k_{mB}	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125
	k_{mC}	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
	k_{nA}	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
	k_{nB}	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
	k_{nC}	0	0	0	0	0

续表 D.0.1

荷载类别	系数	基础支承角(2α)				
		0°	20°	45°	90°	120°
垂直集中荷载 	k_{mA}	0.318	—	—	—	—
	k_{mB}	0.318	—	—	—	—
	k_{mC}	-0.182	—	—	—	—
	k_{nA}	0	—	—	—	—
	k_{nB}	0	—	—	—	—
	k_{nC}	0.500	—	—	—	—

- 注: 1 弯矩正负号以管内壁受拉为正, 管外壁受拉为负。
- 2 轴力正负号以截面受压为正, 截面受拉为负。
- 3 “荷载类别”中之 P_i 为单位管长上 i 项荷载的总荷载。
- 4 “基础支承角 (2α)”为设计计算取值, 施工中应适当放大 (本规程第 6.0.5 条要求)。
- 5 “管上腔内土重”为开槽施工时管上半部两胸腔的回填土重 (图 D.0.1-2)。当管径不大, 管顶覆土较深时, 一般可略去不计; 但当管径较大, 管顶覆土浅时, 应计入其影响, 其值为: $P_0 = 0.107 \gamma_s D_i^2$ 。式中 γ_s 为回填土的重力密度, D_i 为管外径。
- 6 “垂直集中荷载”, 在 $2\alpha = 0$ 时, 即为管底点支承, 管顶作用有集中荷载, 相当于管材试压时的受力情况。

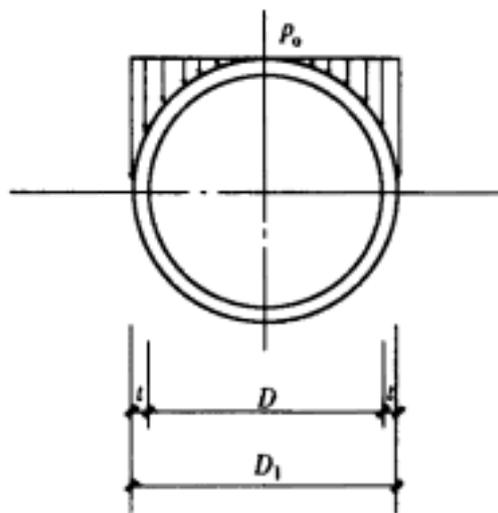


图 D.0.1-2 管上胸腔土重

D.0.2 开槽敷设圆形刚性管道在混凝土基础上的内力系数 K_{mi} (图 D.0.2-1), 可按表 D.0.2 采用。

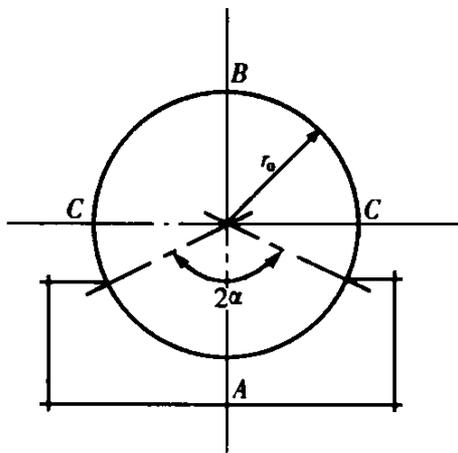
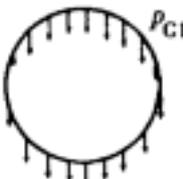
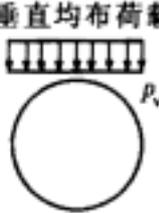
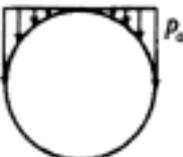
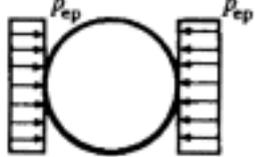


图 D.0.2-1 混凝土基础计算图

表 D.0.2 圆形刚性管的内力系数(混凝土基础)

荷载类别	系数	管基构造类别			
		$b_j \geq D_1 + 2t$ $h_j \geq 2t$	$b_j \geq D_1 + 5t$ $h_j \geq 2t$	$b_j \geq D_1 + 5t$ $h_j \geq 2t$	$b_j \geq D_1 + 6t$ $h_j \geq 2.5t$
		基础支承角(2α)			
		90°	135°	180°	180°
管自重 	k_{mB}	0.077	0.053	0.044	0.044
	k_{mC}	-0.075	-0.059	-0.048	-0.048
	k_{nC}	0.250	0.250	0.250	0.250
管内满水重 	k_{mB}	0.077	0.053	0.044	0.044
	k_{mC}	-0.075	-0.059	-0.048	-0.048
	k_{nC}	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069

续表 D. 0. 2

荷载类别	系数	管基构造类别			
		$b_j \geq D_1 + 2t$	$b_j \geq D_1 + 5t$	$b_j \geq D_1 + 5t$	$b_j \geq D_1 + 6t$
		$h_j \geq 2t$	$h_j \geq 2t$	$h_j \geq 2t$	$h_j \geq 2.5t$
		基础支承角(2α)			
		90°	135°	180°	180°
垂直均布荷载 	k_{mB}	0.105	0.065	0.060	0.047
	k_{mC}	-0.105	-0.065	-0.060	-0.047
	k_{nC}	0.500	0.500	0.500	0.500
管上腔内土重 	k_{mB}	0.082	0.058	0.049	0.049
	k_{mC}	-0.110	-0.094	-0.083	-0.083
	k_{nC}	0.500	0.500	0.500	0.500
水平均布荷载 	k_{mB}	-0.078	-0.052	-0.040	-0.040
	k_{mC}	0.078	0.052	0.040	0.040
	k_{nC}	0	0	0	0

- 注: 1 弯矩正负号以管内壁受拉为正, 管外壁受拉为负。
- 2 轴力正负号以截面受压为正, 截面受拉为负。
- 3 “荷载类别”中之 P_i 为单位省长上 i 项荷载的总荷载。
- 4 混凝土管基尺寸应满足表中“管基构造类别”的要求(图 D.0.2-2)。
- 5 “管上腔内土重”为开槽施工时管上半部两侧胸腔的回填土重(图 D.0.1-2)。当管径不大, 管顶覆土较深时, 一般可略去不计; 但当管径较大, 管顶覆土浅时, 应计入其影响, 其值为: $P_o = 0.1073 \gamma_s D_1^2$;。式中 γ_s 为回填土的重力密度, D_1 为管外径。
- 6 当混凝土基础分两次施工, 即预制圆管先安装在混凝土平基上, 再浇注两肩混凝土时, 在

管自重作用下的内力系数，应取 $2a=0^\circ$ 数值（表 D.0.1。）

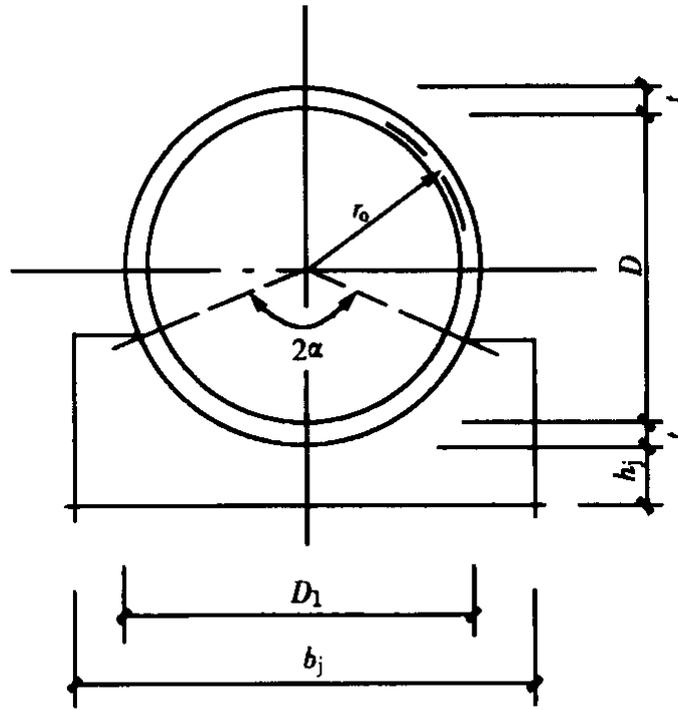


图 D.0.2-2 混凝土管基础

本规程用词说明

一、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 对表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

二、条文中指定应按其他有关标准执行时，写法为“应符合……规定”或“应按……执行”。