

混凝土

结构规范

工程建设标准规范分类汇编

● 中国建筑工业出版社

2000 年版

GONGCHENG
JIANSHE
BIAOZHONGUIFAN
FENLEIHUIBIAN

2000

工程建设标准规范分类汇编

混凝土结构规范

(2000 年版)

本社编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构规范:2000年版/中国建筑工业出版社编. —北京:
中国建筑工业出版社,2000
ISBN 7-112-04105-8

I. 混… II. 中… III. 混凝土结构-标准-汇编 N. TU37-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 57847 号

工程建设标准规范分类汇编

混凝土结构规范

(2000 年版)

本社编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 58¼ 插页: 4 字数: 1296 千字

2000 年 10 月第一版 2000 年 10 月第一次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 110.00 元

ISBN 7-112-04105-8

TU·3221 (9555)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

中国工程建设标准化协会标准

钢筋混凝土深梁设计规程

CECS 39:92

主管部门：华南理工大学
批准部门：中国工程建设标准化协会
批准日期：1992年6月4日

前 言

本规程是根据中国工程建设标准化协会（88）建标字第10号文的通知，由华南理工大学主编，武汉水利电力学院、郑州工学院、上海城市建设学院和浙江大学等单位参加，共同编制而成。

本规程在编制过程中，认真总结了我国近年来在钢筋混凝土深梁方面的科研成果和工程实践经验，广泛征求了有关单位的意见，最后由全国钢筋混凝土结构标准技术委员会审查定稿。

本规程分七章和五个附录。主要是对《混凝土结构设计规范》（GBJ 10-89）中的深梁设计方法作了补充并增加开洞深梁、承受间接荷载的深梁和变高度简支深梁的设计规定。

鉴于本规程系初次编制，在应用本规程过程中，希望各单位结合工程实践和科学研究，认真总结经验，注意积累资料。如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄交广东省广州市石牌华南理工大学建工系，以供今后修订。

中国工程建设标准化协会

1992年6月4日

主 要 符 号

材 料 性 能

E_s ——钢筋弹性模量;
 f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值;
 f_{tk} ——混凝土轴心抗拉强度标准值;
 f_y ——钢筋抗拉强度设计值;

作用和作用效应

F_l ——局部荷载设计值或集中反力设计值;
 M ——弯矩设计值;
 M_s, V_s ——按荷载的短期效应组合计算的弯矩值、剪力值;
 V ——剪力设计值;
 σ ——非局部荷载设计值产生的混凝土压应力;
 σ_{ss} ——按荷载的短期效应组合计算的纵向受拉钢筋应力;
 σ_{sv} ——承受间接荷载的附加钢筋的应力;
 F_s, q_s ——按荷载短期效应组合计算的集中荷载值、均布荷载值;

几 何 参 数

a ——集中荷载作用中心至靠近该荷载的支座中心的距离;
 b, b_c ——梁、柱的截面宽度;
 b_h, h_h ——孔洞的宽度、高度;
 b_r, h_r ——传递集中荷载构件(挑耳)的宽度、高度;
 c ——最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离;
 d ——钢筋直径或孔洞直径;
 h, h_s ——深梁的跨中截面、支座截面的高度;

h_1 ——传递集中荷载构件底面至深梁底面的距离;
 h_u, h_l ——孔洞的上边至深梁上边缘、孔洞的下边至深梁下边缘的距离;

l_0 ——计算跨度;
 l_n ——净跨度;
 l_c ——深梁支座中心线之间的距离;
 l_s ——深梁支座的支承长度;
 l_a ——深梁纵向受拉钢筋的最小锚固长度;
 s ——间接钢筋网之间的竖向间距或附加竖向吊筋的布置范围;
 s_h ——竖向分布钢筋的水平间距;
 s_v ——水平分布钢筋的竖向间距;
 w_{max} ——深梁按荷载的短期效应组合并考虑长期效应组合影响的最大裂缝宽度;

z ——深梁的内力臂,即纵向受拉钢筋合力点至受压区合力点之间的距离;
 A_s ——纵向受拉钢筋的截面面积;
 A_{sh} ——间距为 s_v 的一层水平分布钢筋的截面面积;
 A_{sv} ——间距为 s_b 的一排竖向分布钢筋的截面面积;
 A_l ——混凝土局部受压面积;
 A_b ——局部受压时的计算底面积;
 W ——混凝土截面受拉边缘的弹性抵抗矩。

计算系数及其他

α_v ——孔洞对深梁受剪承载力的影响系数;
 β ——混凝土局部受压时的强度提高系数;
 β_{cor} ——配置间接钢筋的局部受压承载力提高系数;
 γ ——受拉区混凝土塑性的影响系数;
 ζ ——孔洞对混凝土塑性的影响系数;
 η ——变高度深梁受剪承载力修正系数;

λ ——深梁的剪跨比;
 ν ——纵向受拉钢筋表面特征系数;
 ρ ——纵向受拉钢筋配筋率;
 ρ_{sh}, ρ_{sv} ——水平分布钢筋、竖向分布钢筋配筋率;
 ρ_v ——间接钢筋的体积配筋率;
 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;
 ψ ——裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数。

第一章 总 则

第 1.0.1 条 为了在钢筋混凝土深梁（以下简称深梁）设计中做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量，特制定本规程。

第 1.0.2 条 本规程适用于工业与民用房屋和一般构筑物中以承受竖向静力荷载为主的深梁设计。水利、港口等工程结构中的深梁设计可参照使用。

对跨高比 $l_0/h \leq 2$ 的简支梁和跨高比 $l_0/h \leq 2.5$ 的连续梁，应按深梁设计。

第 1.0.3 条 本规程根据《建筑设计统一标准》GBJ 68-84 的原则和《建筑设计通用符号、计量单位和基本术语》GBJ 83-85 的规定编制。

第 1.0.4 条 按本规程设计深梁时，尚应遵守《混凝土结构设计规范》GBJ 10-89 和《建筑结构荷载规范》GBJ 9-87 的规定，并应符合其他有关现行标准的要求。

第二章 承载能力极限状态计算

第一节 内力计算

第 2.1.1 条 简支深梁的内力可按一般简支梁计算。

第 2.1.2 条 连续深梁的内力应按弹性力学平面问题计算。对矩形等截面等跨连续深梁的内力可采用本规程附录一至附录三的图表或公式计算。

第二节 正截面受弯承载力计算

第 2.2.1 条 深梁的正截面受弯承载力应按下列公式计算：

$$M \leq f_y A_s z \quad (2.2.1-1)$$

内力臂 z 按下列规定取用：

一、对简支深梁和连续深梁的跨中截面

$$z = 0.1(l_0 + 5.5h) \quad (2.2.1-2)$$

当 $l_0 < h$ 时，取 $z = 0.65l_0$ 。

二、对连续深梁的支座截面

$$z = 0.1(l_0 + 5h) \quad (2.2.1-3)$$

当 $l_0 < h$ 时，取 $z = 0.6l_0$ 。

式中 A_s ——纵向受拉钢筋的截面面积；

z ——深梁的内力臂，即纵向受拉钢筋合力点至受压区合力点之间的距离；

h ——深梁的截面高度；

l_0 ——深梁的计算跨度，可取 l_c 和 $1.15l_n$ 两者中的较小值。此处， l_c 为支座中心线之间的距离， l_n 为深梁的净跨。

第三节 斜截面受剪承载力计算

第 2.3.1 条 深梁受剪截面应符合下列公式要求：

当 $h/b \leq 4$ 时

$$V \leq 0.2f_c b h \quad (2.3.1-1)$$

当 $h/b > 8$ 时

$$V \leq 0.15f_c b h \quad (2.3.1-2)$$

当 $4 < h/b < 8$ 时，按直线内插法取用。

式中 V ——深梁的剪力设计值；

b ——矩形截面宽度或 T 形、I 形截面的腹板宽度。

第 2.3.2 条 深梁斜截面的受剪承载力应按下列公式计算：

$$V \leq 0.12[1 + 22(\rho + \rho_{sh})]f_c b h \quad (2.3.2)$$

式中 ρ ——跨中纵向受拉钢筋配筋率， $\rho = A_s/bh$ ，此处， A_s 为深梁底部 0.2h 范围内的纵向受拉钢筋截面面积

(图 2.3.2)；

ρ_{sh} ——水平分布钢筋配筋率， $\rho_{sh} = A_{sh}/b s_v$ ，当 $\rho_{sh} > 0.75\%$ 时，取 $\rho_{sh} = 0.75\%$ ，此处， A_{sh} 为深梁上

部 0.8h 范围内一层

水平分布钢筋截面

面积， s_v 为水平分

布钢筋的竖向间距

(图 2.3.2)，当 ρ_{sh}

沿截面高度方向变

化时，取各段的加

权平均值。

第 2.3.3 条 深梁符合下列公

式要求时：

$$V \leq 0.13f_c b h \quad (2.3.3)$$

可不进行斜截面受剪承载力计算，而仅需根据本规程第 4.3.1 条、第

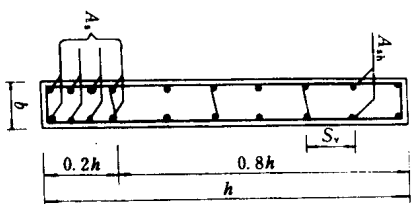


图 2.3.2 A_s 和 A_{sh} 的取值

4.3.2条和第4.3.3条的规定,按构造要求配置分布钢筋。

第四节 局部受压承载力计算

第 2.4.4.1 条 在局部荷载或集中反力作用下,深梁应进行局部受压承载力计算。

若深梁的支承长度 l_s 满足下列条件,可不进行支座局部受压承载力计算。

一、边支座:当 $V < 0.15f_cbh$ 时, $l_s > 0.15h$;
当 $0.15f_cbh < V < 0.2f_cbh$ 时, $l_s > 0.2h$;

二、中间支座:当 $V < 0.15f_cbh$ 时, $l_s > 0.25h$;
当 $0.15f_cbh < V < 0.2f_cbh$ 时, $l_s > 0.35h$ 。

第 2.4.4.2 条 深梁的局部受压承载力应按下列公式计算:
在局部受压面上仅有局部荷载作用时

$$F_l < \beta f_c A_l \quad (2.4.4-1)$$

在局部受压面上尚有非局部荷载作用时

$$F_l > \beta(f_c - \sigma) A_l \quad (2.4.4-2)$$

混凝土局部受压时的强度提高系数 β 按下列公式计算:

$$\beta = \sqrt{\frac{A_b}{A_l}} \quad (2.4.4-3)$$

式中 F_l ——局部受压面上作用的局部荷载或局部压力设计值;

A_l ——局部受压面积;

σ ——非局部荷载设计值产生的混凝土压应力;

A_b ——局部受压时的计算底面积,可根据 A_l 和 A_b 同心对称的原则确定,一般可按图2.4.2取用。

第 2.4.4.3 条 当局部受压承载力不满足第2.4.4.2条的要求时,可在深梁的局部受压部位配置方格网式间接钢筋(图2.4.4.3),局部受压区的截面尺寸应符合下列公式要求:

$$F_l < 1.5\beta f_c A_l \quad (2.4.4-3-1)$$

当核芯面积 $A_{cor} \geq A_l$ 时,局部受压承载力应按下列公式计算:

$$F_l = (\beta f_c + 2\rho_v \beta_{cor} f_y) A_l \quad (2.4.4-3-2)$$

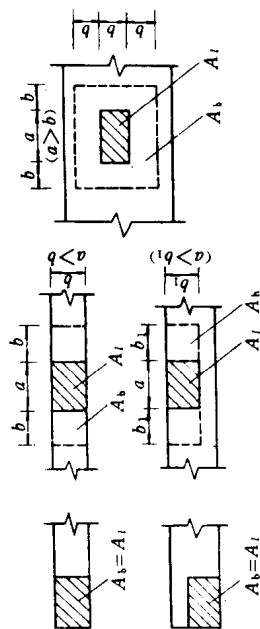


图 2.4.4.2 确定局部受压计算底面积 A_b

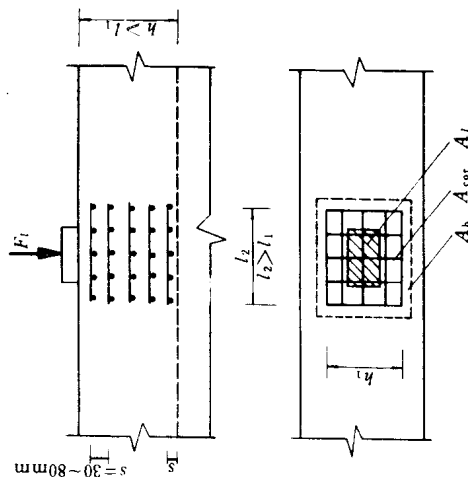


图 2.4.4.3 局部受压配筋

$$\rho_v = \frac{n_1 A_{s1} l_1 + n_2 A_{s2} l_2}{A_{cor} s} \quad (2.4.4.3-3)$$

此时,在钢筋网两个方向的单位长度内,钢筋截面面积的较大值与较小值之比不应大于1.5。

式中 β_{cor} ——配置间接钢筋的局部受压承载力提高系数,仍按公式(2.4.4.2-3)计算,但以 A_{cor} 代替 A_b ;

- A_{cor} ——配置间接钢筋范围内的混凝土核心面积, 但不应大于 A_b , 且其重心应与 A_1 的重心相重合;
- ρ_v ——间接钢筋的体积配筋率 (核心面积 A_{cor} 范围内单位混凝土体积所含间接钢筋体积);
- n_1, A_{s1} ——方格网沿 l_1 方向的钢筋根数、单根钢筋的截面面积;
- n_2, A_{s2} ——方格网沿 l_2 方向的钢筋根数、单根钢筋的截面面积;
- s ——间接钢筋网的竖向间距。

第三章 正常使用极限状态验算

第 3.0.1 条 一般要求不出现垂直裂缝的深梁, 应满足下列公式的要求:

$$M_s \leq 0.8 \gamma f_{tk} W \quad (3.0.1-1)$$

$$\gamma = 1.15 + 0.08 \frac{l_0}{h} \quad (3.0.1-2)$$

当 $\frac{l_0}{h} < 1$ 时, 取 $\frac{l_0}{h} = 1$ 。

式中 M_s ——按荷载的短期效应组合计算的弯矩值,

f_{tk} ——混凝土轴心抗拉强度标准值;

W ——混凝土截面受拉边缘的弹性抵抗矩, 对矩形截面,

$$W = bh^2/6;$$

γ ——受拉区混凝土塑性影响系数。

第 3.0.2 条 一般要求不出现斜裂缝的深梁, 应满足下列公式的要求:

$$V_s \leq \frac{0.8}{\lambda + 0.5} f_{tk} b h \quad (3.0.2)$$

式中 V_s ——按荷载的短期效应组合计算的剪力值;

λ ——验算截面的剪跨比; 当集中荷载作用时, 取 $\lambda = a/h$,

a 为集中荷载作用点至支座中心线的水平距离; 当均布荷载作用时, 取 $\lambda = l_0/4h$; 当集中荷载和均布载共同作用, 且集中荷载对支座截面所产生的剪力值占总剪力值的 75% 以上时, 取 $\lambda = a/h$ 。上述 $\lambda > 1.1$ 时, 取 $\lambda = 1.1$; $\lambda < 0.3$ 时, 取 $\lambda = 0.3$ 。

第 3.0.3 条 在使用阶段允许出现垂直裂缝的深梁, 应验算裂缝宽度。按荷载的短期效应组合并考虑长期效应组合的影响所

求得的最大裂缝宽度 $w_{\max}$ 不应超过表3.0.3的规定。

深缝最大裂缝宽度允许值(mm)				表 3.0.3
项 目	结 构 构 件	工 作 环 境	$w_{\max}$	
1	室内正常环境下的构件		0.3	
2	露天、室内高温环境下的构件及用以贮存松散体的浅仓		0.2	

第 3.0.4 条 在深梁中考虑裂缝宽度分布的不均匀性和荷载长期效应组合的影响，其最大垂直裂缝宽度可按下列公式计算：

$$w_{\max} = 1.5\psi \frac{\sigma_{ss}}{E_s} \left(2.7c + 0.1 \frac{d}{\rho_{te}} \right) \nu \quad (3.0.4-1)$$

$$\psi = 1.1 - \frac{0.65}{\rho_{te}} \frac{\sigma_{ss}}{f_{tk}} \quad (3.0.4-2)$$

式中 ψ ——裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数，当 $\psi < 0.4$ 时，取 $\psi = 0.4$ ；当 $\psi > 1.0$ 时，取 $\psi = 1.0$ ；当直接承受重复荷载时，取 $\psi = 1.0$ ；
 σ_{ss} ——按荷载的短期效应组合计算的深梁纵向受拉钢筋

的应力， $\sigma_{ss} = \frac{M_s}{z A_s}$ ， z 为纵向受拉钢筋合力点至受压区合力点之间的距离，可按本规程公式 (2.2.1-2) 计算；

c ——最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离 (mm)；

d ——钢筋直径 (mm)；当用不同直径的钢筋时， d 取用换算直径 $4 A_s / u$ ，此处 u 为纵向受拉钢筋截面总周长；

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， $\rho_{te} = A_s / A_{te}$ ， A_{te} 为有效受拉混凝土截

面面积，可取 $A_{te} = 0.4bh$ ；
 ν ——纵向受拉钢筋表面特征系数，对变形钢筋，取 $\nu = 0.7$ ；对光面钢筋，取 $\nu = 1.0$ 。
 第 3.0.5 条 深梁可不进行变形验算。

第四章 构造规定

第一节 一般规定

第 4.1.1 条 深梁的腹板宽度 b 不应小于 140mm。当跨高比 $l_0/h > 1$ 时, 其高宽比 h/b 不宜大于 25; 当跨高比 $l_0/h < 1$ 时, 其跨宽比 l_0/b 不宜大于 25。深梁侧向宜与其他构件 (如楼盖、屋盖) 有可靠连接。

第 4.1.2 条 深梁应采用 I 级、II 级或 III 级钢筋, 混凝土强度等级不宜低于 C20。

第 4.1.3 条 支承深梁的柱宜延伸到梁顶以形成加劲肋。深梁中心线宜与柱中心线重合; 当不能重合时, 深梁任一侧边离柱边的距离不宜小于 50mm (图 4.1.3)。

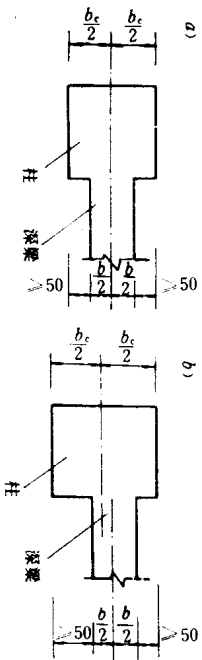


图 4.1.3 深梁与支柱连接平面
a) 梁柱中心线重合; b) 梁柱中心线不重合

第二节 纵向受拉钢筋

第 4.2.1 条 深梁的纵向受拉钢筋宜采用较小的直径, 并按下列规定布置:

一、深梁的下部纵向受拉钢筋应均匀地布置在梁下边缘以上 0.2h 的范围内 (图 4.2.1-1, 图 4.2.1-2);

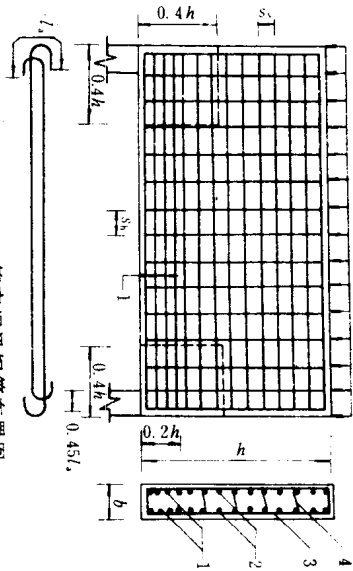


图 4.2.1-1 简支深梁钢筋布置图
1—下部纵向受拉钢筋; 2—水平分布钢筋; 3—竖向分布钢筋; 4—拉筋

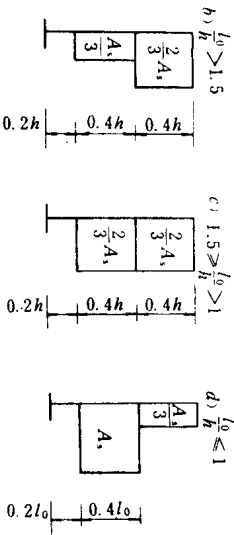
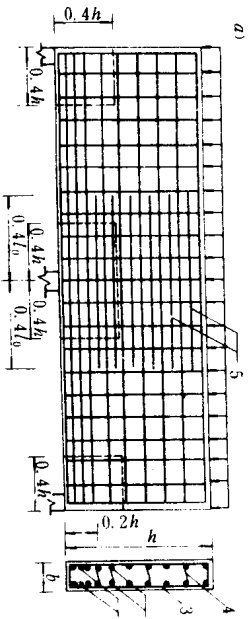


图 4.2.1-2 连续深梁钢筋布置图
a) 钢筋的布置; b)、c)、d) 不同跨高比时, 中间支座截面纵向受拉钢筋的配筋比例和布置范围。

1—下部纵向受拉钢筋; 2—水平分布钢筋; 3—竖向分布钢筋; 4—拉筋; 5—附加水平钢筋

第 4.2.3 条 当深梁的纵向受拉钢筋在支座的锚固长度不能满足第4.2.2条的规定时,应采取在纵向受拉钢筋上加焊横向短筋(图4.2.3a),或将纵向受拉钢筋可靠地焊在锚固钢板上(图4.2.3b),或将纵向受拉钢筋末端搭接焊成环形(图4.2.3c)等有锚固措施。

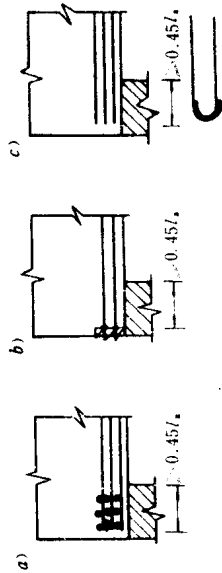


图 4.2.3 锚固措施
a) 加焊横向短筋; b) 加焊锚固钢板; c) 搭接焊

第 4.2.4 条 深梁的纵向受拉钢筋的配筋率 $\rho = A_s/bh_f$ 对于 I 级钢筋应不小于0.2%;对于 II 级或 III 级钢筋应不小于0.15%。

第三节 水平和竖向分布钢筋

第 4.3.1 条 深梁应配置不少于两肢的水平 and 竖向分布钢筋(图4.2.1-1)。水平分布钢筋宜在端部弯折锚固(图4.3.1a)或在中部错位搭接(图4.3.1b);分布钢筋搭接接头面积的百分率应符合有关规范规定。分布钢筋直径不应小于8mm,间距不应大于200mm,也不宜小于100mm。

第 4.3.2 条 在分布钢筋的最外排两肢之间应设置拉筋。拉

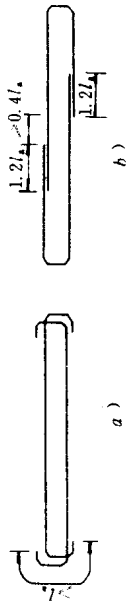


图 4.3.1 分布钢筋的搭接
a) 在端部弯折锚固; b) 在中部错位搭接

二、连续深梁中间支座的上部纵向受拉钢筋应按图4.2.1-2规定的分段范围和比例,在各段内均匀布置,并利用水平分布钢筋作为纵向受拉钢筋。当该段计算的配筋率大于水平分布钢筋最小配筋率时,超出部分应配置附加水平钢筋。

对于 $l_0/h < 1.0$ 的连续深梁,在中间支座以上0.2 l_0 至0.6 l_0 高度范围内的配筋率尚不得小于0.5%,不足部分应配置附加水平钢筋。

上述附加水平钢筋可均匀配置在该段支座两边离支座中点距离为0.4 l_0 的范围内(图4.2.1-2a)。

第 4.2.2 条 深梁的下部纵向受拉钢筋应全部伸入支座,不得在跨中弯起或截断,伸入支座的锚固长度,从支座边缘算起不应小于表4.2.2的规定。对边支座,纵向受拉钢筋应伸至梁端,并在端部沿水平方向弯折锚固;伸入支座的直线段长度不应小于0.45 l_0 。(图4.2.1-1)。连续深梁的下部纵向受拉钢筋宜贯通全跨;当必须截断时,应伸过中间支座的中心线。

深梁纵向受拉钢筋的最小锚固长度 l_a 表 4.2.2

钢筋类型	锚固位置与混凝土强度等级							
	边 支 座		中 间 支 座					
	C 15	C 20	C 25	>C30	C 15	C 20	C 25	>C30
I 级钢筋	45d	35d	30d	25d	40d	30d	25d	20d
II 级	55d	45d	40d	35d	50d	40d	35d	30d
III 级	—	50d	45d	40d	—	45d	40d	35d
螺纹钢筋	50d	40d	35d	30d	45d	35d	30d	25d
III 级	—	45d	40d	35d	—	40d	35d	30d

注: ①当月牙纹或螺旋纹钢筋直径大于25mm时,表中 l_a 应增加5d采用;
②当混凝土在凝固过程中易受扰动时(如滑模施工),受力钢筋锚固长度宜适当增加;
③在任何情况下,锚固长度不应小于250mm。

筋沿水平和竖向两个方向的间距均不宜大于600mm。在支座处高度与宽度各为 $0.4h$ 的范围内(图4.2.1-1和图4.2.1-2虚线范围内),拉筋的水平间距不宜大于300mm。

第 4.3.3 条 水平分布钢筋的配筋率 ρ_{sh} 和竖向分布钢筋的配筋率 ρ_{sv} 不应小于表4.3.3的规定。此处, ρ_{sh} 按本规程第2.3.2条的规定计算; $\rho_{sv} = A_{sv}/bsh_s$, A_{sv} 为水平截面内间距 s_h 之间的竖向分布钢筋全部截面面积。

钢筋种类	水平分布钢筋	分布钢筋的最小配筋百分率(%)	
		集 中 荷 载 作 用 于 连 续 深 梁 顶 部, 且 $l_0/h > 1.5$ 时	一 般 情 况
I 级	0.25	0.25	0.20
II 级、III 级	0.20	0.20	0.15

注: 当 $b > 300$ mm或有实践经验时,表中数值可相应降低0.05。

第五章 开 洞 深 梁

第一节 一 般 规 定

第 5.1.1 条 在深梁腹板内开有矩形孔洞时,其尺寸和位置应符合下列规定(图5.1.1):

一、孔洞尺寸

$b_h \leq 0.5h, h_h \leq 0.5h;$

二、孔洞位置

$h_u \geq 0.2h, h_l \geq 0.2h, b_l \geq 0.15h$, 且不小于500mm。

此处 b_h 、 h_h ——孔洞的宽度、高度;

h_u 、 h_l ——孔洞的上边至深梁的上边缘、孔洞的下边至深梁的下边缘的距离;

b_l ——支座边缘至孔洞近边的距离;

h ——开洞深梁的截面高度,当 $h > l_0$ 时,上述规定

中的 h 应以 l_0 代替;

三、当一跨内开有二个孔洞时,应对称布置,且水平净间距不应小于 $0.3h$ 。

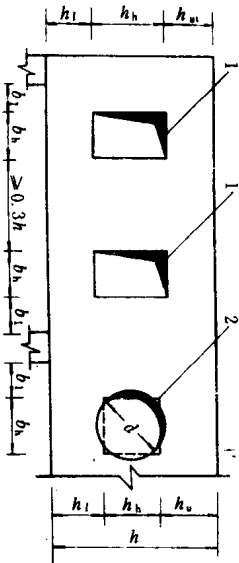


图 5.1.1 孔洞的尺寸和位置
1——矩形孔洞; 2——圆形孔洞化为等效正方形孔洞

第 5.1.2 条 圆形孔洞可按形心位置和面积不变的原则换算为正方形孔洞, 可近似取 $b_h = h_h = 0.9d$, 并应符合第 5.1.1 条的规定 (图 5.1.1)。

第二节 承载力计算

第 5.2.1 条 开洞深梁正截面受弯承载力可按第 2.2.1 条计算。

第 5.2.2 条 开洞深梁受剪截面应满足下列公式的要求:

$$\text{当 } \frac{h}{b} \leq 4 \text{ 时, } V \leq 0.2a_v f_c b h \quad (5.2.2-1)$$

$$\text{当 } \frac{h}{b} \geq 8 \text{ 时, } V \leq 0.15a_v f_c b h \quad (5.2.2-2)$$

当 $4 < \frac{h}{b} < 8$ 时, 按直线内插法取用。

孔洞对深梁受剪承载力的影响系数 a_v 可按下列公式计算:

$$a_v = 1 - 0.07(\lambda_1 - \lambda_3)(\lambda_2 - \lambda) - \frac{2b_h h_h}{h^2} \quad (5.2.2-3)$$

当 $a_v \geq 1$ 时, 取 $a_v = 1$ 。

式中 λ ——剪跨比, $\lambda = a/h$, 当均布荷载作用时, 取 $\lambda = l_0/4h$ 。

与孔洞位置有关的系数 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 可按下列公式计算 (图 5.2.2):

$$\lambda_1 = \frac{a - b_1 - 0.5l_s}{h_u} \quad (5.2.2-4)$$

$$\lambda_2 = \frac{b_h + b_1 + 0.5l_s}{h_l} \quad (5.2.2-5)$$

$$\lambda_3 = \frac{0.5l_s + b_1}{h_l + h_h} \quad (5.2.2-6)$$

第 5.2.3 条 开洞深梁的斜截面受剪承载力应按下列公式计算:

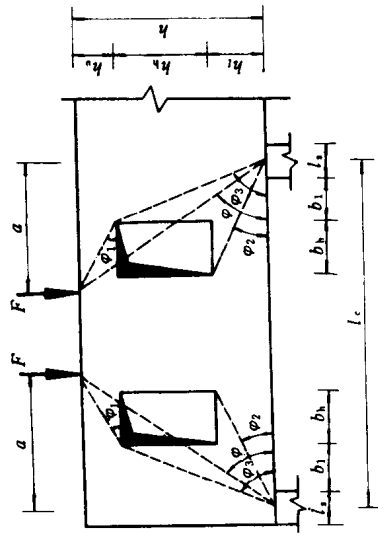


图 5.2.2 孔洞尺寸及位置

$$\lambda = \cot \phi_1, \lambda_1 = \cot \phi_1, \lambda_2 = \cot \phi_2, \lambda_3 = \cot \phi_3$$

$$V \leq 0.12a_v [1 + 22(\rho + \rho_{sh})] f_c b h \quad (5.2.3)$$

第 5.2.4 条 开洞深梁应符合下列公式要求时:

$$V \leq 0.13a_v f_c b h \quad (5.2.4)$$

可不进行斜截面受剪承载力计算, 而仅需根据本规程第 4.3.1 条、第 4.3.2 条和第 4.3.3 条的规定, 按构造要求配置分布钢筋。

第三节 正常使用极限状态验算

第 5.3.1 条 一般要求不出现垂直裂缝的跨中开洞深梁, 应满足下列公式的要求:

$$M_s \leq 0.8 \zeta \gamma f_{tk} W \quad (5.3.1-1)$$

$$\zeta = 0.25 + 1.18 \frac{h_l}{h} + 0.32 \frac{h_u}{h} \quad (5.3.1-2)$$

式中 M_s ——按荷载的短期效应组合计算的弯矩值;

ζ ——孔洞对混凝土塑性的影响系数, 当 $\zeta > 1$ 时, 取 $\zeta = 1$;

γ ——受拉区混凝土塑性影响系数, 按 (3.0.1-2) 式计算:

算:

W ——不扣除孔洞的混凝土截面受拉边缘弹性抵抗矩, 对矩形截面, $W = bh^2/6$ 。

第 5.3.2 条 一般要求不出现斜裂缝的开洞深梁, 应满足下列公式的要求:

$$V_s \leq \frac{0.8\alpha}{\lambda + 0.5} f_{tk} b h \quad (5.3.2)$$

式中 V_s ——按荷载的短期效应组合计算的剪力值。

第 5.3.3 条 开洞深梁可不进行变形验算。

第四节 构造规定

第 5.4.1 条 开洞深梁除应符合本规程第四章的构造规定外, 尚应满足本节的要求。矩形孔洞的四角宜做成圆角。

第 5.4.2 条 当矩形孔洞的长边不大于 800mm 时, 应按下列规定在孔洞四周配置附加钢筋 (图 5.4.2):

一、孔洞一边的水平附加钢筋截面面积不应小于 $0.003bh_n$, 或被孔洞切断的水平分布钢筋截面面积的一半, 并取二者中的较大值, 且不应少于 $2\phi 12$;

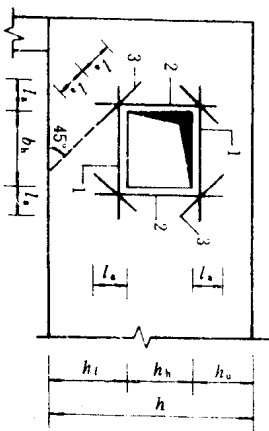


图 5.4.2 长边不大于 800mm 矩形孔洞配置的附加钢筋
1—水平附加钢筋; 2—竖向附加钢筋; 3—角部附加钢筋

二、孔洞一边的附加竖向钢筋截面面积不应小于被孔洞切断的竖向分布钢筋截面面积的一半, 且不应少于 $2\phi 12$;

三、孔洞角部斜向附加钢筋不应少于 $2\phi 12$ 。

附加钢筋的锚固长度 l_a 不应小于表 4.2.2 中的中间支座的最小锚固长度。

第 5.4.3 条 当矩形孔洞的长边大于 800mm 时, 应在孔洞周边设置暗梁与暗柱 (图 5.4.3)。水平附加钢筋和竖向附加钢筋可按第 5.4.2 条的规定取用, 但不应少于 $4\phi 12$; 箍筋间距不应大于 200mm, 直径不应小于 6mm。角部斜向附加钢筋不应少于 $2\phi 16$ 。

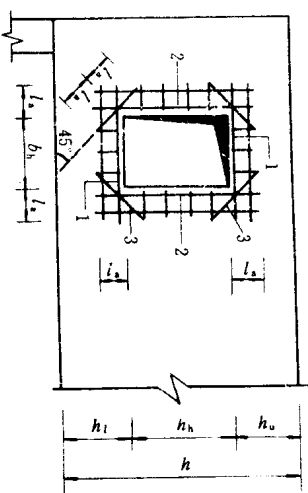


图 5.4.3 长边大于 800mm 矩形孔洞配置的附加钢筋
1—水平附加钢筋; 2—竖向附加钢筋; 3—角部附加钢筋

第 5.4.4 条 当圆形孔洞的直径不大于 900mm 时, 周边应设置不少于 $2\phi 12$ 的环形附加钢筋及斜向附加钢筋。每侧斜向附加钢筋截面面积不应小于 $0.0025bd$ (d 为孔洞直径), 或被孔洞切断的水平与竖向分布钢筋截面面积之和的 $1/4$, 并取二者中的较大值, 且不应少于 $2\phi 12$ (图 5.4.4)。

第 5.4.5 条 直径大于 900mm 圆形孔洞周边的附加钢筋可参照第 5.4.3 条的要求配置。

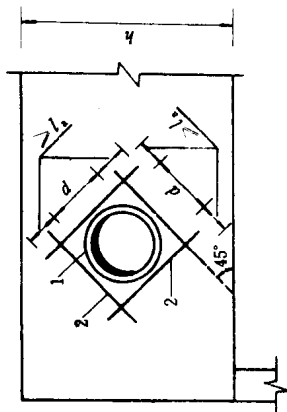


图 5.4.4 直径不大于900mm圆形孔洞周边的附加钢筋
1—环向附加钢筋, 2—斜向附加钢筋

第六章 承受间接荷载的深梁

第 6.0.1 条 位于深梁下部或在深梁截面高度范围内的两侧对称集中荷载与均布荷载应全部由附加竖向吊筋或斜向吊筋承担, 并宜优先采用封闭形式的竖向吊筋。附加吊筋应伸至梁顶, 当 $l_0/h < 1$ 时, 则可伸至高度等于 l_0 之处。

第 6.0.2 条 附加吊筋的总截面积应按下列公式计算:

$$\text{集中荷载} \quad A_{sv} > \frac{F_s}{\sigma_{sv} \sin \alpha} \quad (6.0.2-1)$$

$$\text{均布荷载} \quad A_{sv} > \frac{q_s l_0}{\sigma_{sv}} \quad (6.0.2-2)$$

式中 A_{sv} ——承受集中荷载或均布荷载所需附加钢筋的总截面积;

F_s 、 q_s ——按荷载的短期效应组合计算的集中荷载值、均布荷载值;

α ——附加吊筋与梁轴线间的夹角;

σ_{sv} ——附加吊筋的应力: 对 I 级钢筋, 不应大于 130 N/mm^2 , 对 II、III 级钢筋, 不应大于 190 N/mm^2 。

第 6.0.3 条 承受均布荷载所需的附加竖向吊筋应沿梁的全跨均匀布置, 间距不应大于 200 mm 。

承受集中荷载所需附加竖向吊筋的布置范围应满足下列公式要求:

$$\text{当 } h_1 > \frac{h_r}{2} \text{ 时, } s = b_r + 2h_1 \quad (6.0.3-1)$$

$$\text{当 } h_1 < \frac{h_r}{2} \text{ 时, } s = b_r + h_r \quad (6.0.3-2)$$

且 s 不大于 $4b_1$ (图6.0.3a)。

式中 s ——附加竖向吊筋的布置范围;

b_1 ——传递集中荷载的构件(挑耳)宽度;

h_r ——传递集中荷载的构件高度;

h_1 ——传递集中荷载的构件底面至深梁底面的距离。

承受集中荷载所需的附加斜向吊筋可按图6.0.3b的要求布置。

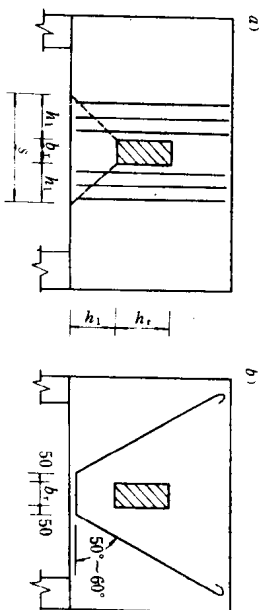


图 6.0.3 在深梁截面高度范围内有集中荷载

作用时附加吊筋的布置

a) 附加竖向吊筋; b) 附加斜向吊筋

第 6.0.4 条 承受间接荷载的挑耳, 当荷载作用点到梁侧面的距离小于挑耳高度时, 可按牛腿设计; 当大于挑耳高度时, 可按悬臂梁设计。

第七章 变高度简支深梁

第一节 一般规定

第 7.1.1 条 对于矩形截面简支深梁, 当梁端的截面高度沿梁轴线方向呈直线变化, 且符合 $l_0/h \leq 2$ 的条件和第7.1.2条的规定时, 可按本章设计。此处, h 为变高度深梁跨中截面高度, l_0 为计算跨度, 可按第2.2.1条规定取用。

第 7.1.2 条 变高度深梁分为加腋深梁与下折式深梁两类 (图7.1.2), 其尺寸应符合下列要求:

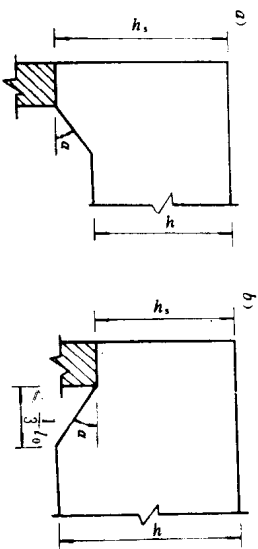


图 7.1.2 两类变高度深梁
a) 加腋深梁; b) 下折式深梁

一、加腋深梁 ($h_s > h$)

$$V \leq 0.18 f_c b h \quad (7.1.2-1)$$

$$h_s \leq 1.4h \quad (7.1.2-2)$$

$$\tan \alpha \leq 0.8 \quad (7.1.2-3)$$

二、下折式深梁 ($h_s < h$)

$$V \leq 0.15 f_c b h \quad (7.1.2-4)$$

$$h_s > 0.7h \quad (7.1.2-5)$$

$$\tan \alpha \leq 0.7 \quad (7.1.2-6)$$