

混凝土结构加固构造

(地基基础及结构整体加固改造)

批准部门 中华人民共和国住房和城乡建设部

批准文号 建质[2008]125号

主编单位 中国建筑科学研究院结构所

统一编号 GJBT-1074

实行日期 二〇〇八年九月一日

图集号 08SG311-2

主编单位负责人 赵强

主编单位技术负责人 赵强

技术审定人 李彬

设计负责人 万墨林

目 录

目录	1
总说明	3
1 地基基础加固	
基础加固	
基础加固说明	1-1
裂损基础补强注浆加固	1-2
条形基础肋梁加固	1-3
柱基肋梁加固	1-4
条形基础加腋加固	1-5
预制柱基础杯口加固	1-6
地基加固	
加大基础底面积法	
加大基础底面积法说明	1-7
钢筋混凝土套加宽钢筋混凝土条形基础	1-8
钢筋混凝土套卸荷加宽独立柱基	1-9
独立基础改条形基础说明	1-10

独立基础改条形基础（肋梁式 铰接）	1-11
独立基础改条形基础（肋梁式 刚接）	1-12
独立基础改条形基础剖面详图	1-13
条形基础改十字正交条形基础	1-14
条形基础改筏形基础（肋梁式 铰接）	1-15
条形基础改筏形基础剖面详图	1-16
锚杆静压桩法	
锚杆静压桩加固说明	1-17
锚杆静压桩工作原理及机架组装图	1-21
机架节点及部件详图	1-22
预制桩段及锚杆构造详图	1-23
锚杆、压桩孔、桩与原结构的相对位置	1-24
柱下条形基础加固布桩图	1-25
柱下条形基础加固节点详图	1-26

目 录								图集号	08SG311-2
审核	李东彬	李彬	校对	陈瑜	设计	万墨林	万墨林	页	1

总 说 明

1 编制依据

本图集根据建设部建质[2002]156号“关于印发《二〇〇二年国家建筑标准设计编制工作计划》的通知”编制。

2 设计依据

《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-1999
《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-95
《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116-98
《民用建筑修缮工程查勘与设计规程》JGJ 117-98
《民用建筑修缮工程施工规程》CJJ/T 53-93
《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2002
《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123-2000
《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2006
《工业厂房可靠性鉴定标准》GBJ 144-90
《纤维混凝土结构技术规程》CECS 38:2004
《碳纤维片材加固混凝土结构技术规程》CECS 146:2003(2007年版)
《铁路房屋增层和纠倾技术规范》TB 10114-97
《建筑结构荷载规范》GB 50009-2001(2006年版)
《混凝土结构设计规范》GB 50010-2002
《危险房屋鉴定标准》JGJ 125-99(2004年版)
《建筑抗震设计规范》GB 50011-2001(2008年版)
《钢结构加固技术规范》CECS 77:96

《钢管混凝土结构设计与施工规程》CECS 28:90

《锚杆喷射混凝土技术规范》GB 50086-2001

《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2004

《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92-2004

《喷射混凝土加固技术规程》CECS 161:2004

《混凝土结构耐久性评定标准》CECS 220:2007

《建筑物移位纠倾增层改造技术规范》CECS 225:2007

3 本图集主要内容

本图集主要内容为地基基础加固、建筑结构体系加固及构件延展与接长加固等,其加固原则均应符合标准图集06SG311-1中“混凝土结构加固总则”的有关要求。

4 适用范围

本图集适用于非抗震设计和抗震设防烈度为6~8度的既有的和新建的混凝土建筑结构及构筑物的加固与修复,包括工业与民用建筑,多层与高层建筑,性质包括裂损结构可靠性不足的补强加固(含地震后经可靠性鉴定的适修结构)和完好结构功能改造加固。本图集系典型工程加固构造示意,所注尺寸仅为典型工程的做法,实际工程应符合规范的相关要求,并由有资质的专业队伍施工。

总说明

图集号 08SG311-2

审核 李东彬

校对

陈瑜

设计

万墨林

万墨林

页

3

5 植筋最小有效锚固深度

5.1 混凝土基材化学植筋最小有效锚固深度比 $h_{ef,min}/d$ 宜满足表1规定。

表 1 混凝土植筋最小有效锚固深度比 $h_{ef,min}/d$

连接受力性质	设防烈度	基材性状及强度等级					
		开裂混凝土			未裂混凝土		
		C20	C30	≥C40	C20	C30	≥C40
受拉及受拉为主的复合受力之结构构件连接及生命线工程非结构构件连接	≤6	26	22	19	15	14	13
	7~8	29	24	21	17	16	15
受拉及受拉为主的复合受力之非结构构件连接	≤6	24	20	17	13	12	11
	7~8	26	22	19	14	13	12
受压、受剪及压剪复合受力之构件连接	不限	10			8		

注：植筋系指HRB335级钢筋，对于非HRB335级，锚固深度应作相应增减；
 d 为植筋直径， $d \leq 25\text{mm}$ 。

5.2 混凝土基材开裂否应根据垂直植筋方向(x向，y向)截面的应力状态判定，当下式成立时，截面不存在拉应力，可判定为未裂混凝土基材；否则，截面受拉，应判定为开裂混凝土基材。

$$\sigma_L + \sigma_R \leq 0$$

式中 σ_L —外荷载(包括植筋所受荷载)及预应力在基材结构垂直于植筋方向的截面中所产生的应力标准值，拉为正，压为负。
 σ_R —由于温度、收缩及支座位移等因素在基材结构垂直于植筋方向的截面中所产生的拉应力标准值，若不进行精确计算，可近似取 $\sigma_R = 3\text{MPa}$ 。

6 其他

6.1 本图集除表2所列各种专用图例之外，其余均遵照《房屋建筑制图统一标准》GB/T 50001-2001、《建筑制图标准》GB/T 50104-2001及《建筑结构制图标准》GB/T 50105-2001等有关规定绘制。

6.2 图中原有结构以蓝色线条示出。

6.3 图中钢筋符号 ϕ 仅表示钢筋直径。










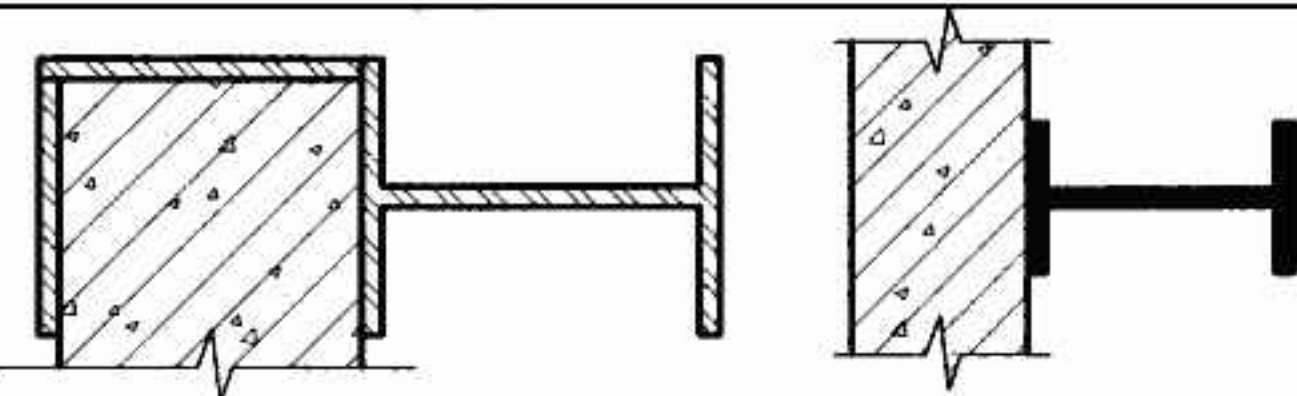

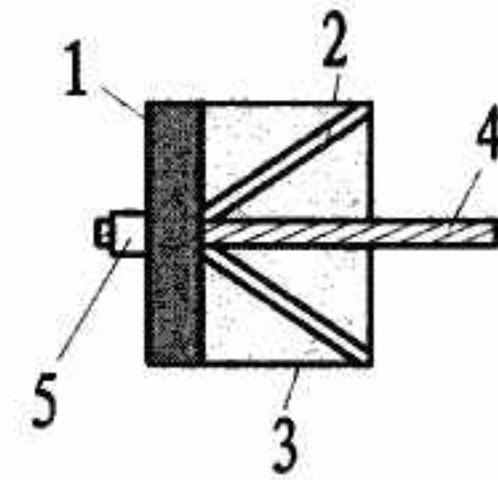
6.4 图集尺寸，除标明者外，均以mm为单位。

7 参编单位

喜利得(中国)有限公司
武汉大筑建筑科技有限公司

总说明								图集号	08SG311-2
审核	李东彬	李东彬	校对	陈瑜	陈瑜	设计	万墨林 万墨林	页	4

表 2 本图集专用图例

序号	名 称		图 例	序号	名 称	图 例
1	原有结构 轮廓线	未剖到	 细双点长画线, 0.25b	6	锚栓	 0.5b
		剖 到	 中粗双点长画线, 0.5b	7	化学植筋	 1.0b
2	预应力钢筋 或钢绞线		 粗双点长画线, 1.0b 	8	射钉	 0.5b
3	不可见的 新旧结构线		 钢筋、螺栓及平面 图中的单线结构构件线, 1.0b	9	纤维复合 织物、片材	 轮廓0.5b, 填充0.15b 剖面 
			 构件、墙身及新增 钢筋轮廓线, 0.5b	10	绕 丝	 轮廓0.5b, 填充0.15b
			 螺杆孔洞、原有 钢筋及管沟轮廓线, 0.25b	11	钢件与混凝土 构件组合剖面	
4	带丝扣的钢筋端部		 1.0b	12	多种钢件组合	
5	新旧钢筋的连接 连接筋		新 ● 旧 ○ 焊接组合 ●○	注: b为基本线宽		

总说明

图集号 08SG311-2

审核 李东彬 校对 陈瑜 设计 万墨林 万墨林

页 5


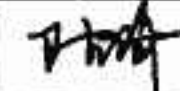
基础加固说明

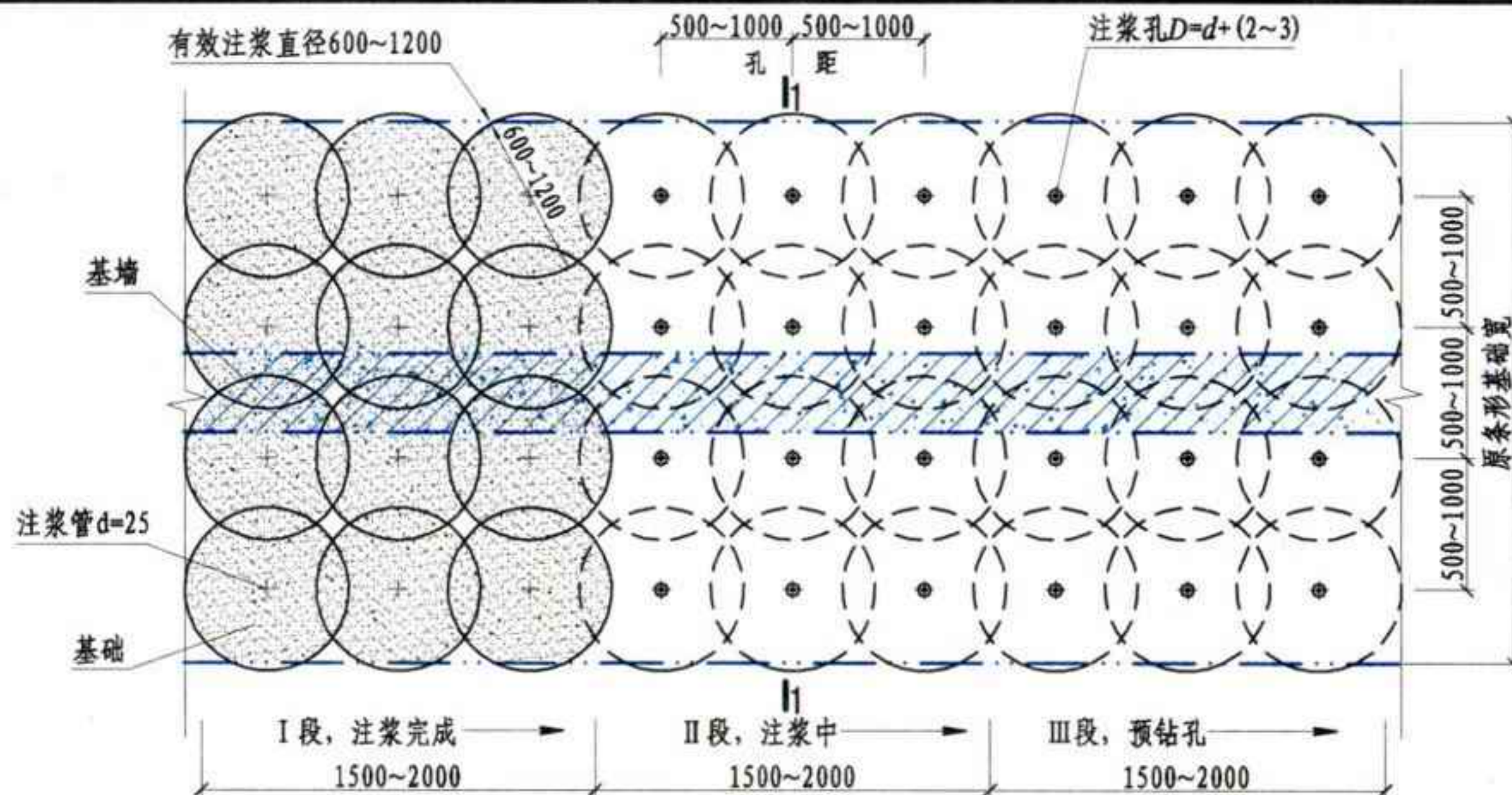
1 裂损基础补强注浆加固

当基础由于机械损伤、不均匀沉降、冻胀或其他非荷载原因引起开裂或损坏时，可采用注浆法(亦称灌浆法)对该基础进行补强加固。浆液材料：对于砖石砌体基础可采用水泥浆，注浆压力为0.1~0.3MPa；对于混凝土基础可采用用于潮湿环境的改性环氧树脂，注浆压力为0.4~0.6 MPa。如果注浆困难，可适当加大压力。当浆液在10~15min内不再下沉时，则可停止注浆。注浆的有效直径约为0.6~1.2m。注浆施工应先预钻孔，然后插入注浆管。注浆管直径一般取 $d=25\text{mm}$ ，钻孔直径为 $D=d+(2\sim3)\text{mm}$ 。钻孔与水平面倾角以 $30^{\circ}\sim90^{\circ}$ 为宜。孔距可为0.5~1.0m，但独立基础钻孔，每边不应少于2个。宽大基础一般应布置多排钻孔，孔位、孔距、孔深及倾角等参数，应通过试验确定，以浆液能最有效地充满整个基础，尤其是裂损部位或存在缺陷部位的基础为准。条形基础应沿长向分段注浆施工，分段长度一般为1.5~2.0m。

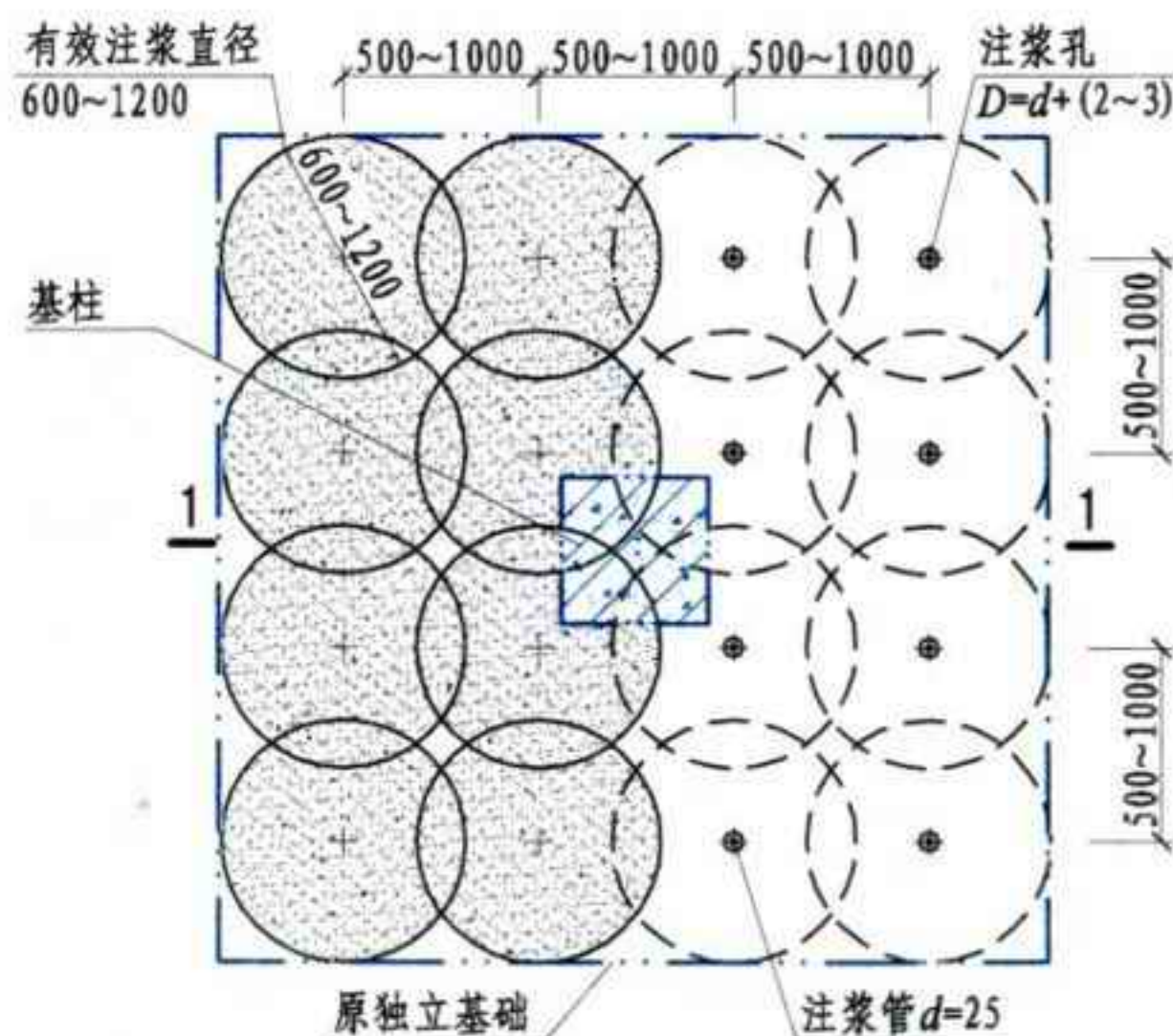
2 基础承载力不足时的加固

因设计错误或功能改变致使荷载增大而导致基础结构承载力不足时，则应对基础进行加固。对于条形基础或独立基础因配筋量不足、截面偏小或混凝土强度偏低时，可于原基础顶面采用肋梁加固。肋梁厚150~200mm，根部高取 $0.8\sim0.9l$ (l 为条基底板悬挑长)，条基肋梁间距2~3m，柱基一般采用正交肋梁。当板悬挑长度较小($l\leq1.5\text{m}$)时，亦可采用局部加腋办法加固。对于筏板基础，可于板面增浇叠合层加固。对于装配式柱基因杯口(抗弯和劈裂)承载力不足，或因柱子插入深度不够无法对柱子形成有效嵌固时，可采用外包钢板、角钢或钢筋混凝土围套等方法进行加固。对于基础已出现裂损(包括隐形裂缝)时，应先进行注浆补强。当基础本身承载力不足而地基承载力足够时，一般只加固基础，尽量不要扰动地基。

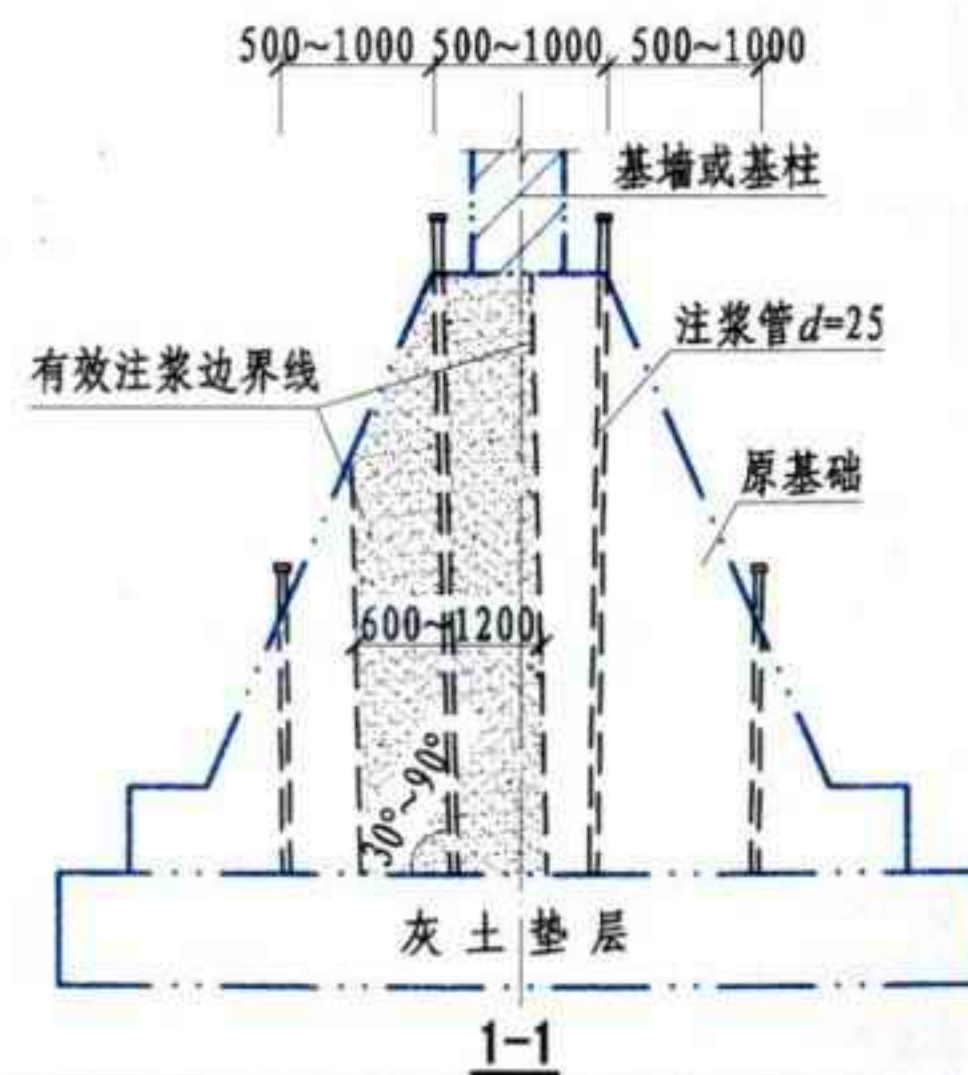
地基基础加固	基础加固说明							图集号	08SG311-2
基础加固								页	1-1
审核	李东彬		校对	陈瑜		设计	万墨林 万墨林		



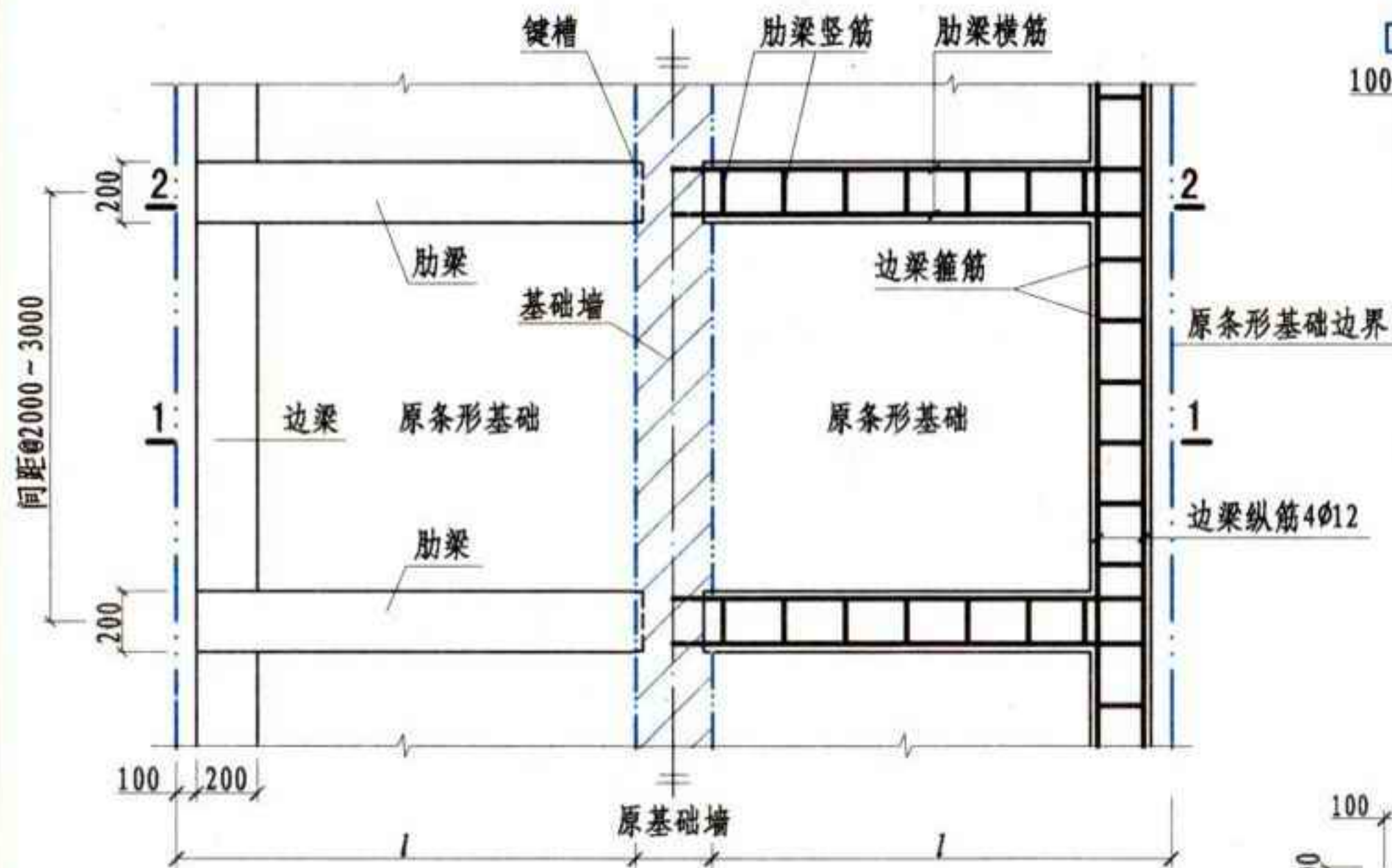
条形基础注浆加固平面图



独立基础注浆加固平面图

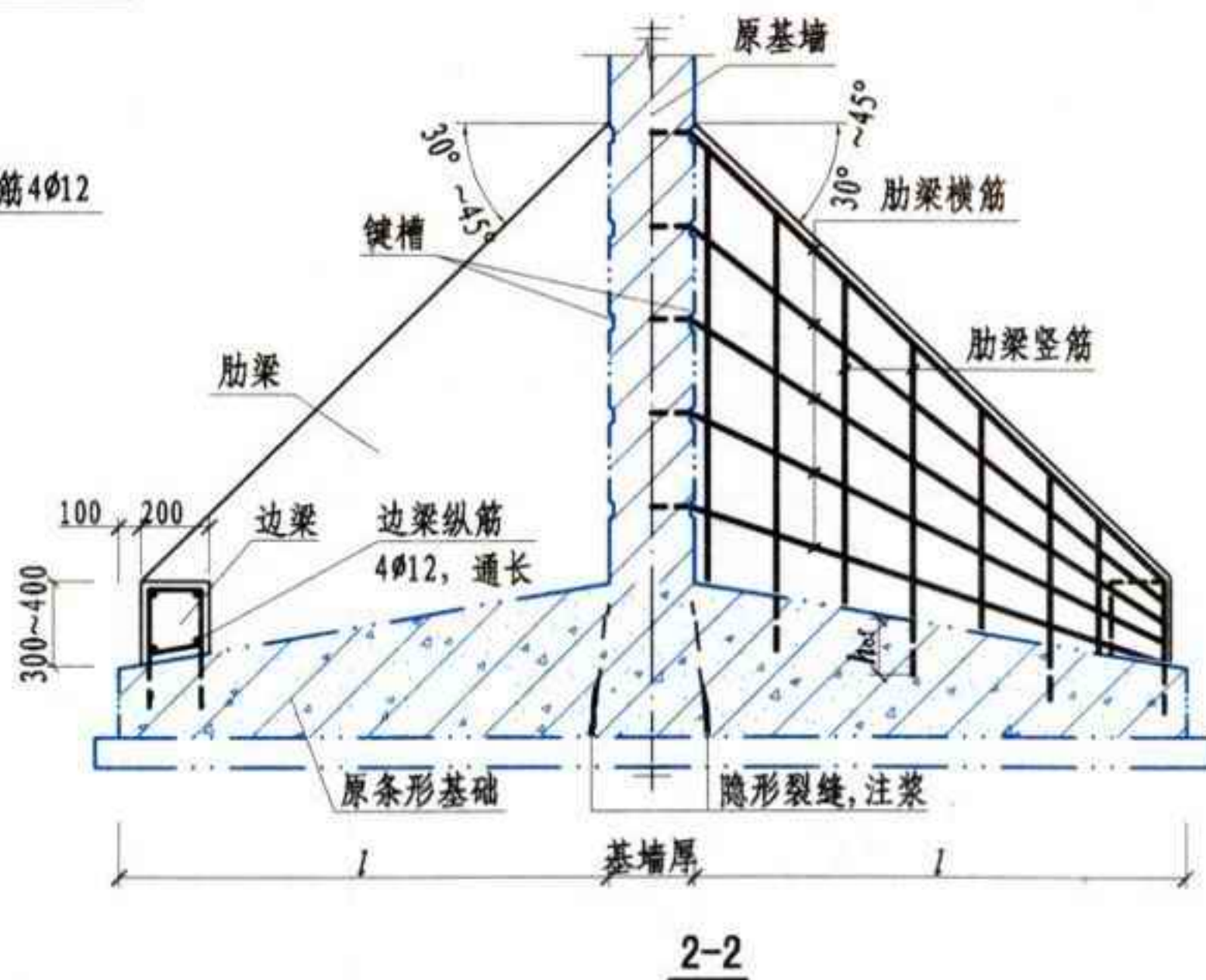
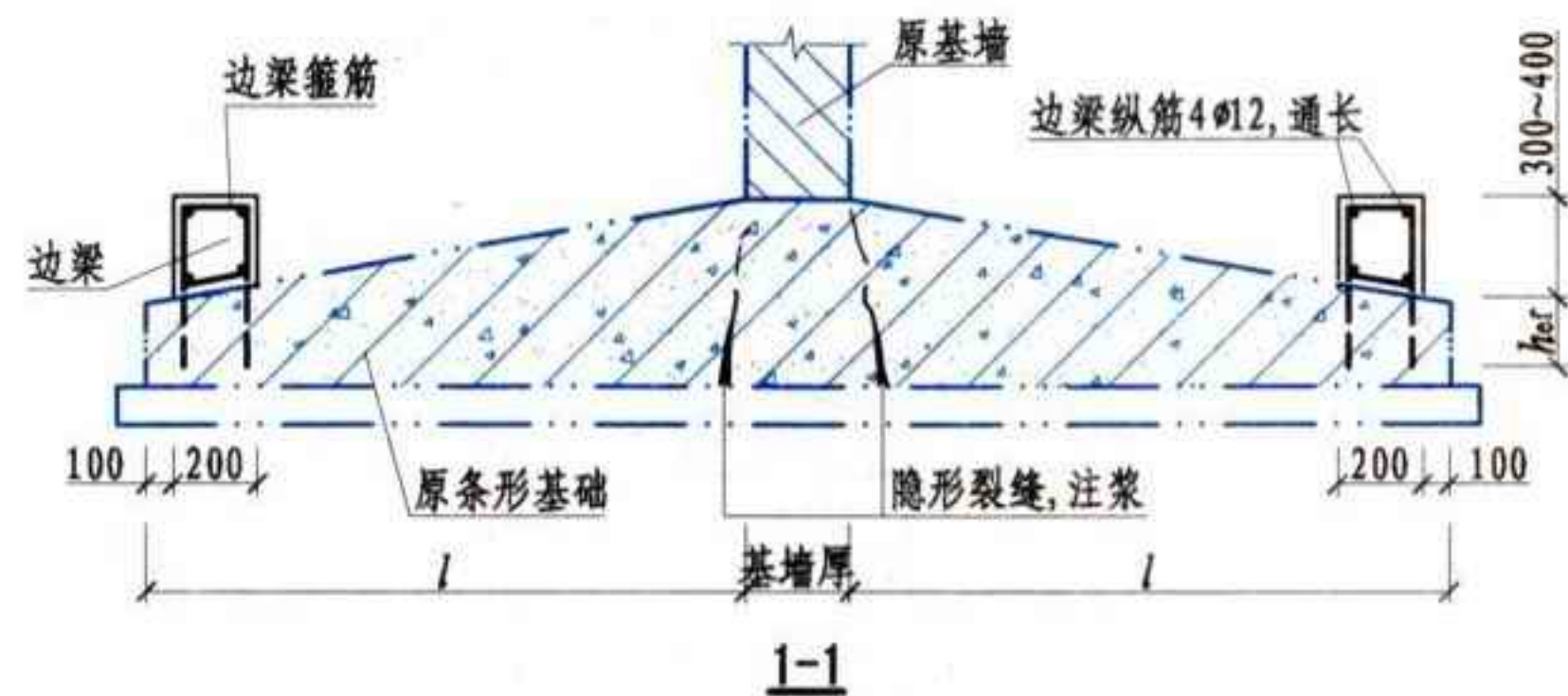


地基基础加固	裂损基础补强注浆加固						图集号	08SG311-2
基础加固							页	1-2
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜	设计	万墨林

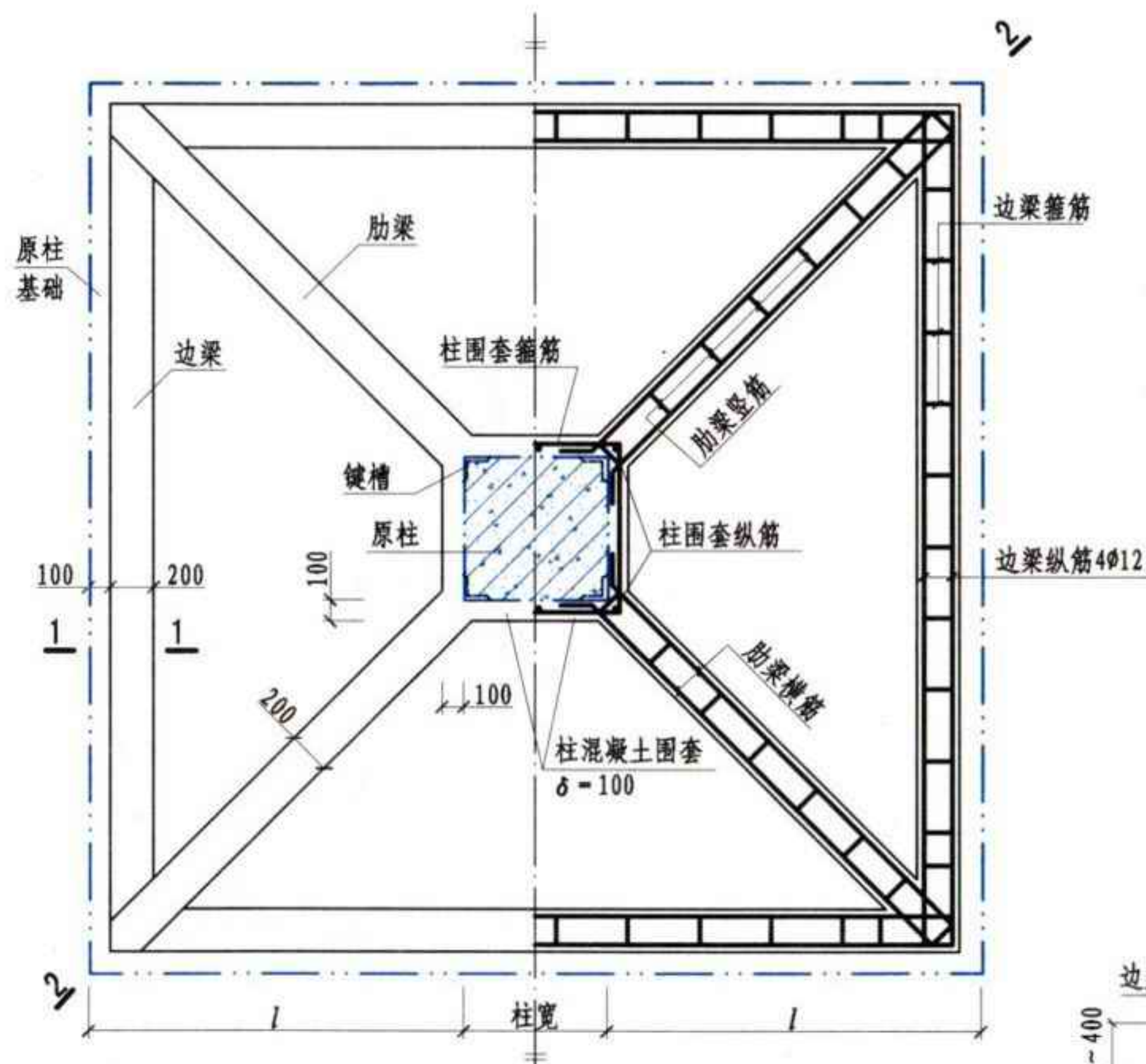


条形基础肋梁加固平面图

- 注: 1. 键槽 (200~300) × 200 × 25@400~600, $\alpha < 30^\circ$ 。
 2. 边梁箍筋 $\phi 6@200 \sim 300$ □, 每隔一根植入基础 □。
 3. 肋梁竖筋 $\phi 8@200 \sim 300$ □, 每隔一根植入基础 □。
 4. 肋梁横筋 $2\phi 14@200 \sim 300$, 穿墙或植入原基墙。

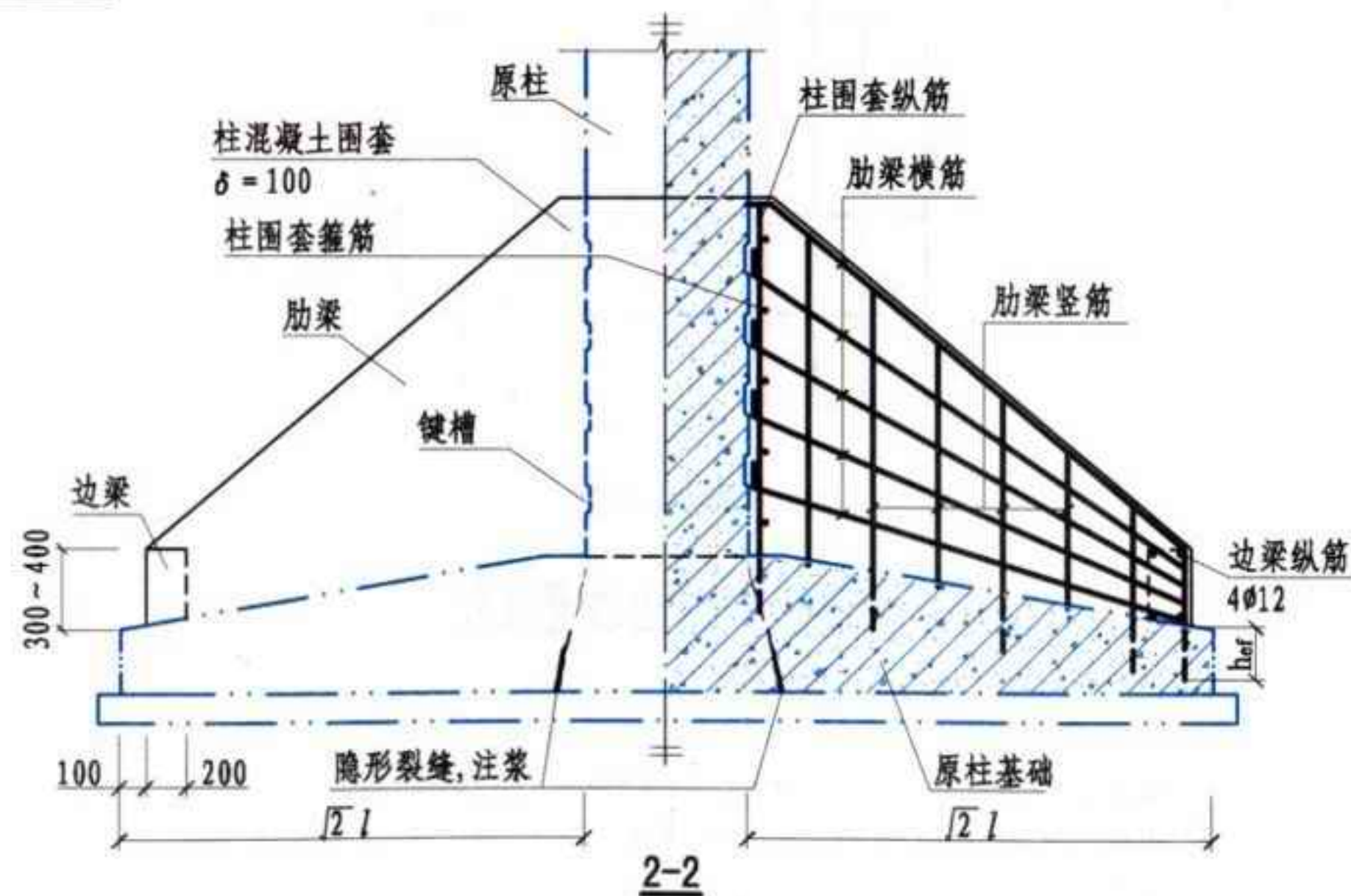
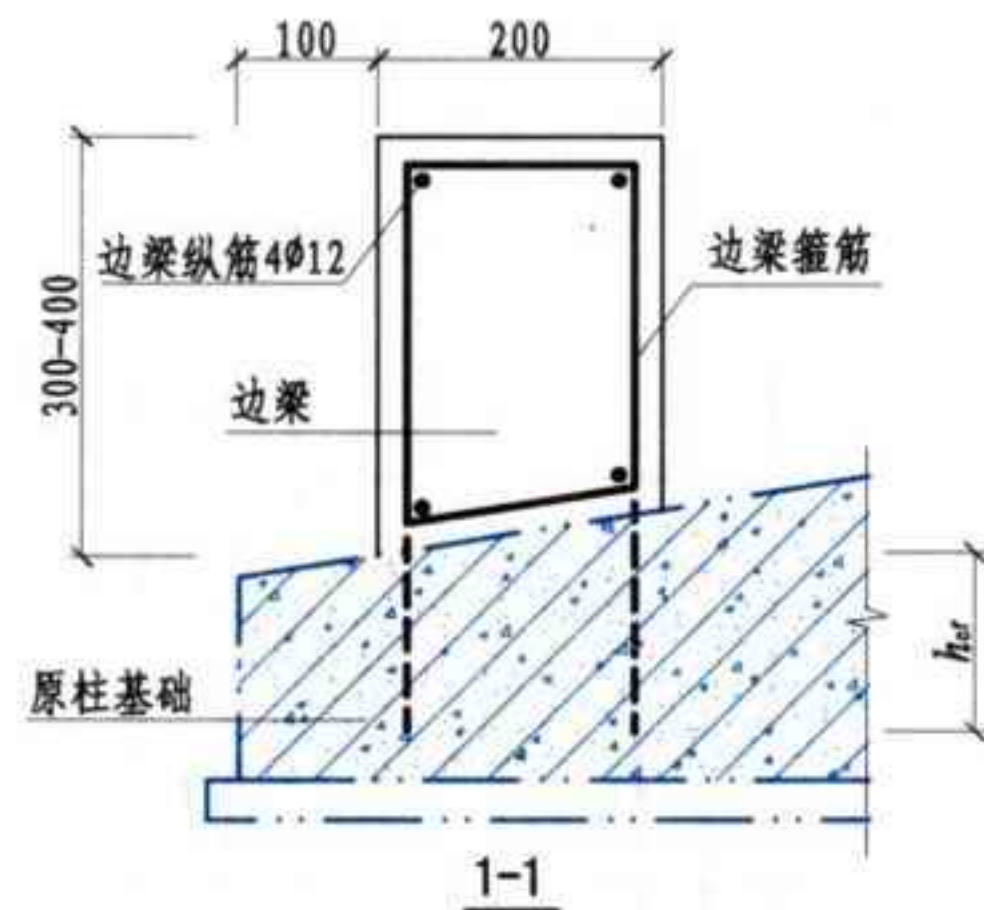


地基基础加固	条形基础肋梁加固				图集号	08SG311-2
基础加固					页	1-3
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林		

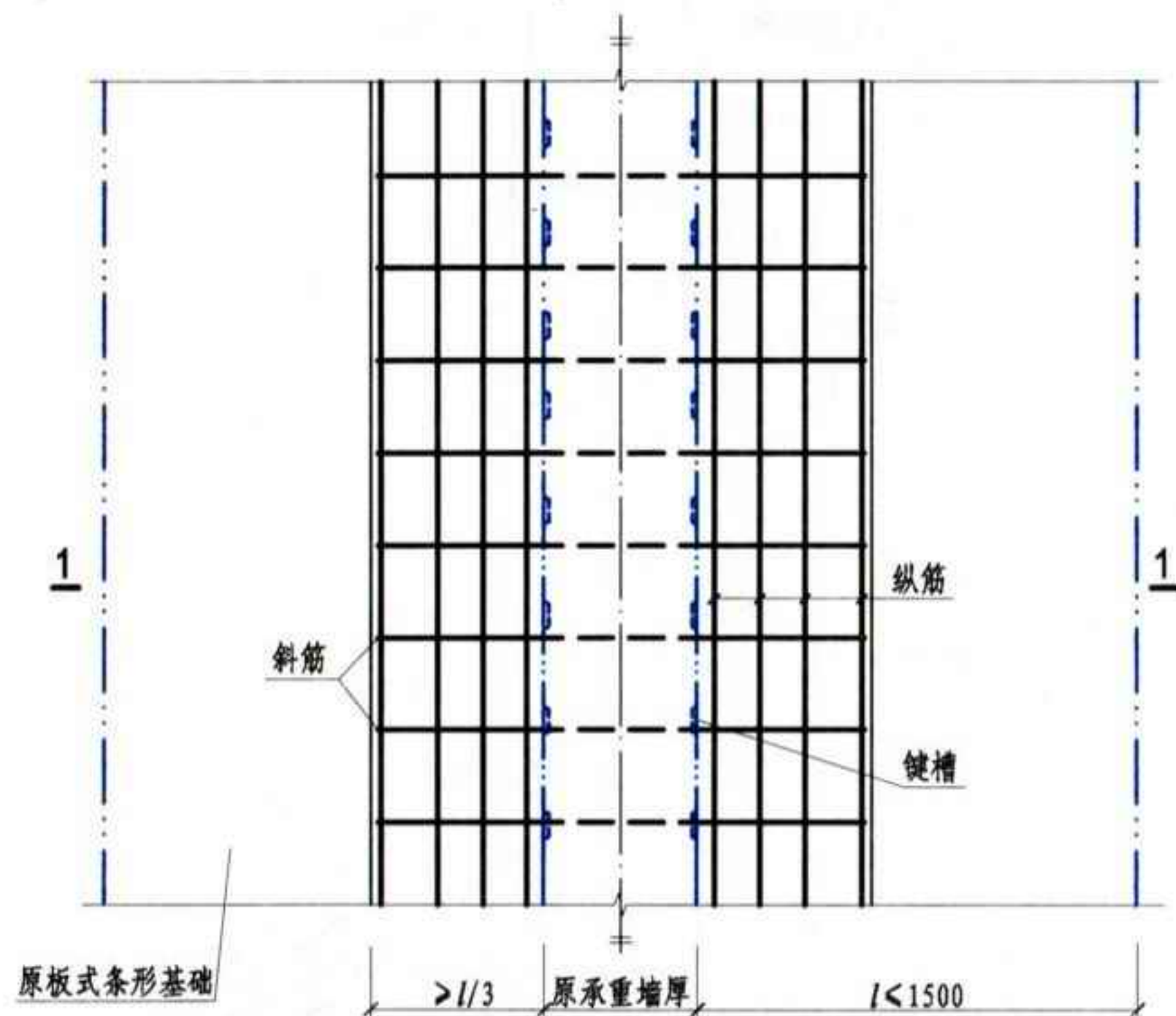


柱基肋梁加固平面图

- 注: 1. 键槽 $(200 \sim 300) \times 200 \times 25 @ 400 \sim 600$, $\alpha < 30^\circ$ 。
 2. 边梁箍筋 $\phi 6 @ 200 \sim 300$ □, 每隔一根植入基础 □。
 3. 肋梁竖筋 $\phi 8 @ 200 \sim 300$ □, 每隔一根植入基础 □。
 4. 肋梁横筋 $2\phi 14 @ 200 \sim 300$, 两端锚入围套和边梁。
 5. 柱围套箍筋 $\phi 8 @ 200 \sim 300$ 。
 6. 柱围套纵筋 $8\phi 14$, 植筋方式锚入基础。

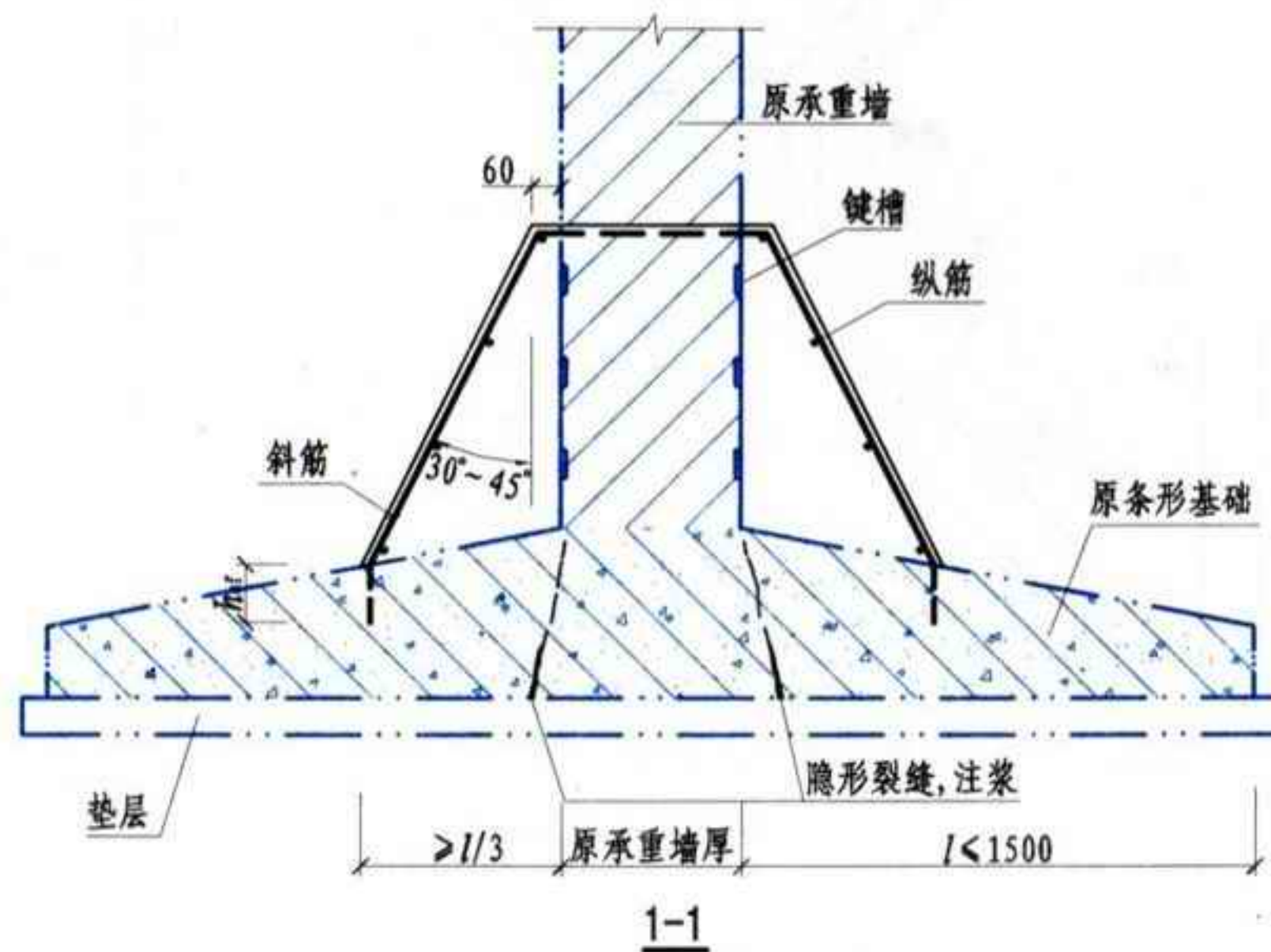


地基基础加固	柱基肋梁加固				图集号	08SG311-2
基础加固					页	1-4
审核	李东彬	校对	陈瑜	设计	万墨林	万墨林

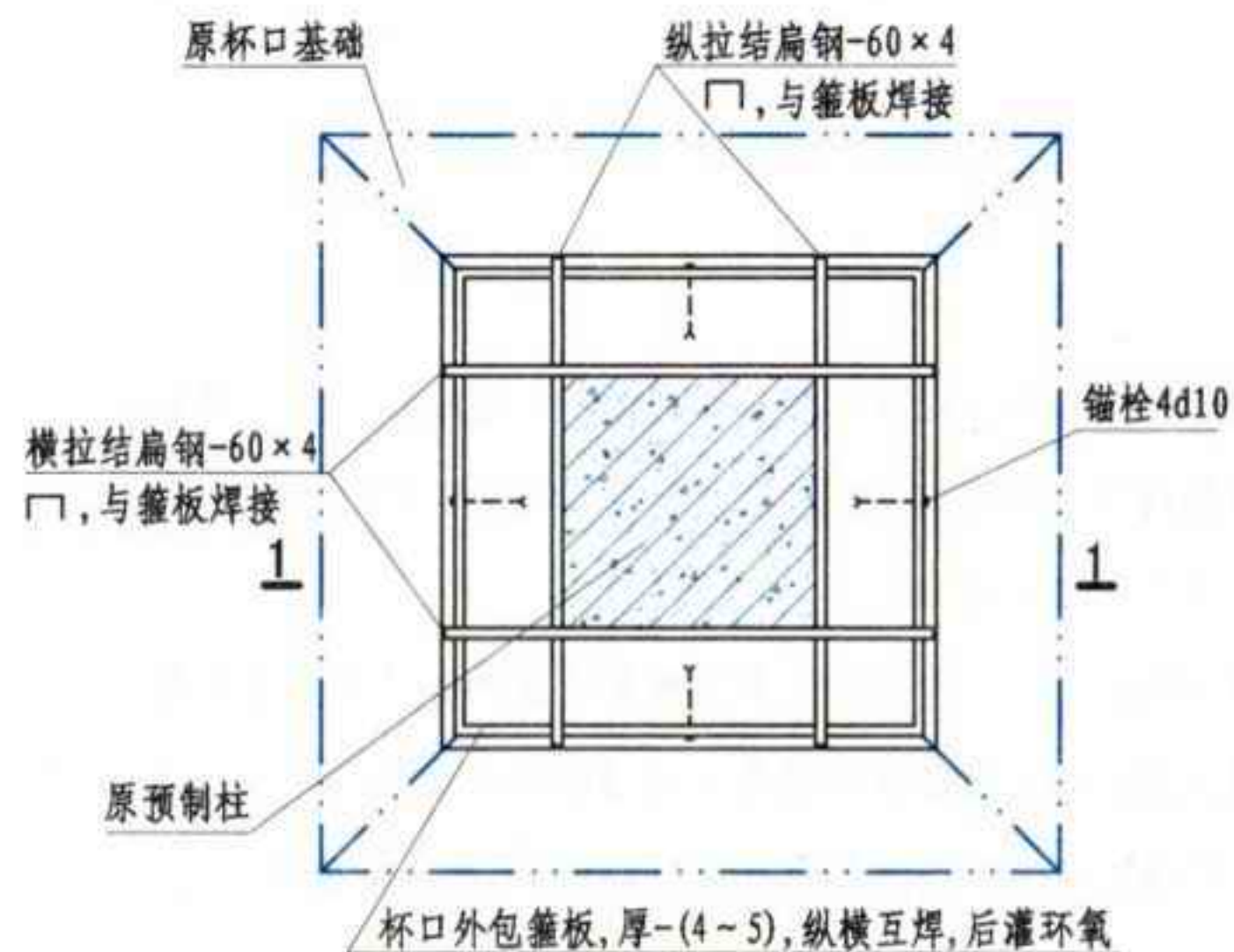


条形基础加腋加固平面图

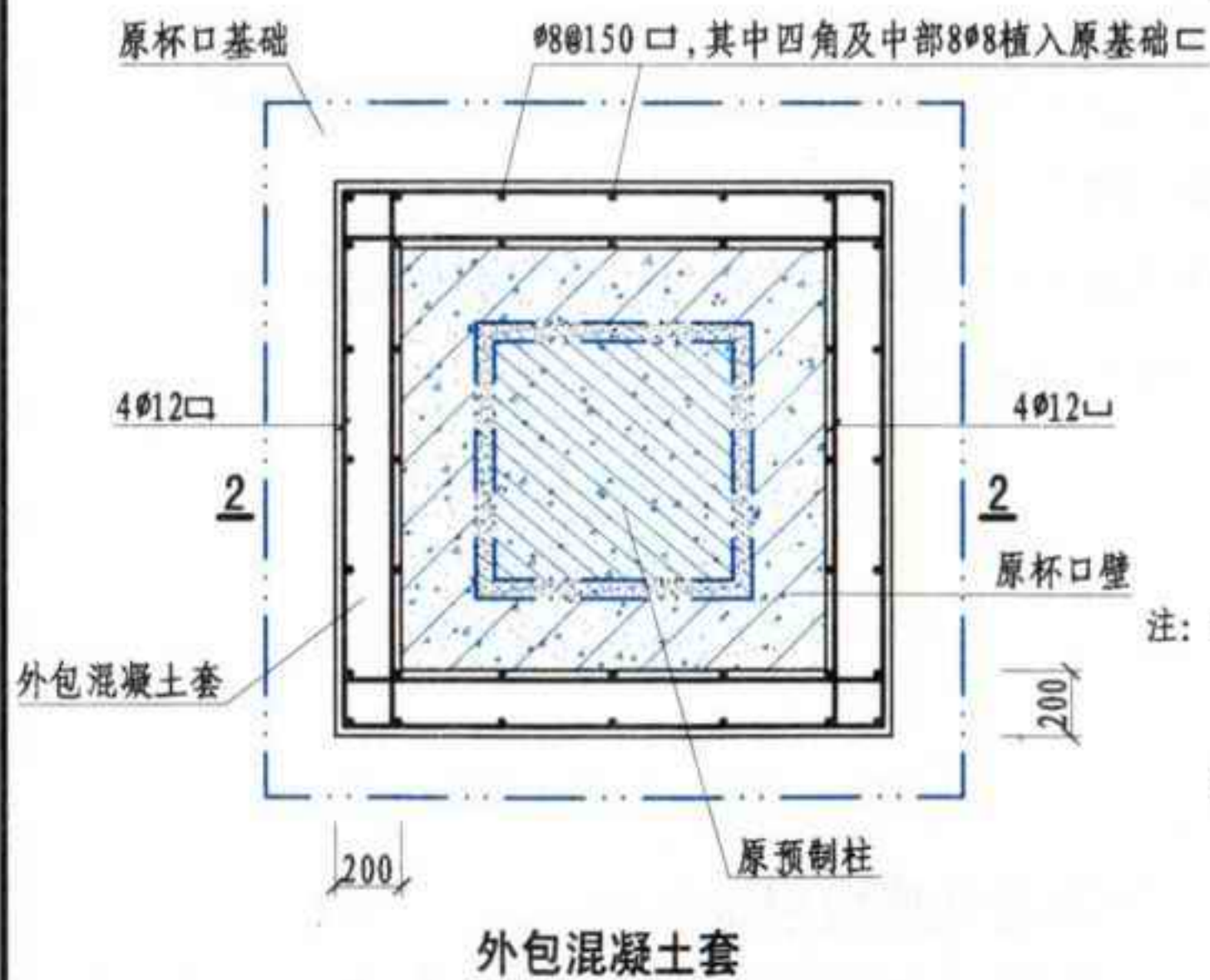
- 注: 1. 键槽 $(200 \sim 300)^2 \times 250 (400 \sim 600)^2$, $\alpha < 30^\circ$ 。
 2. 斜筋 $\phi 12 @ 300 \sim 400$ 八穿墙, 且植入原基础。
 3. 纵筋 $\phi 8 @ 200 \sim 300$, 通长。



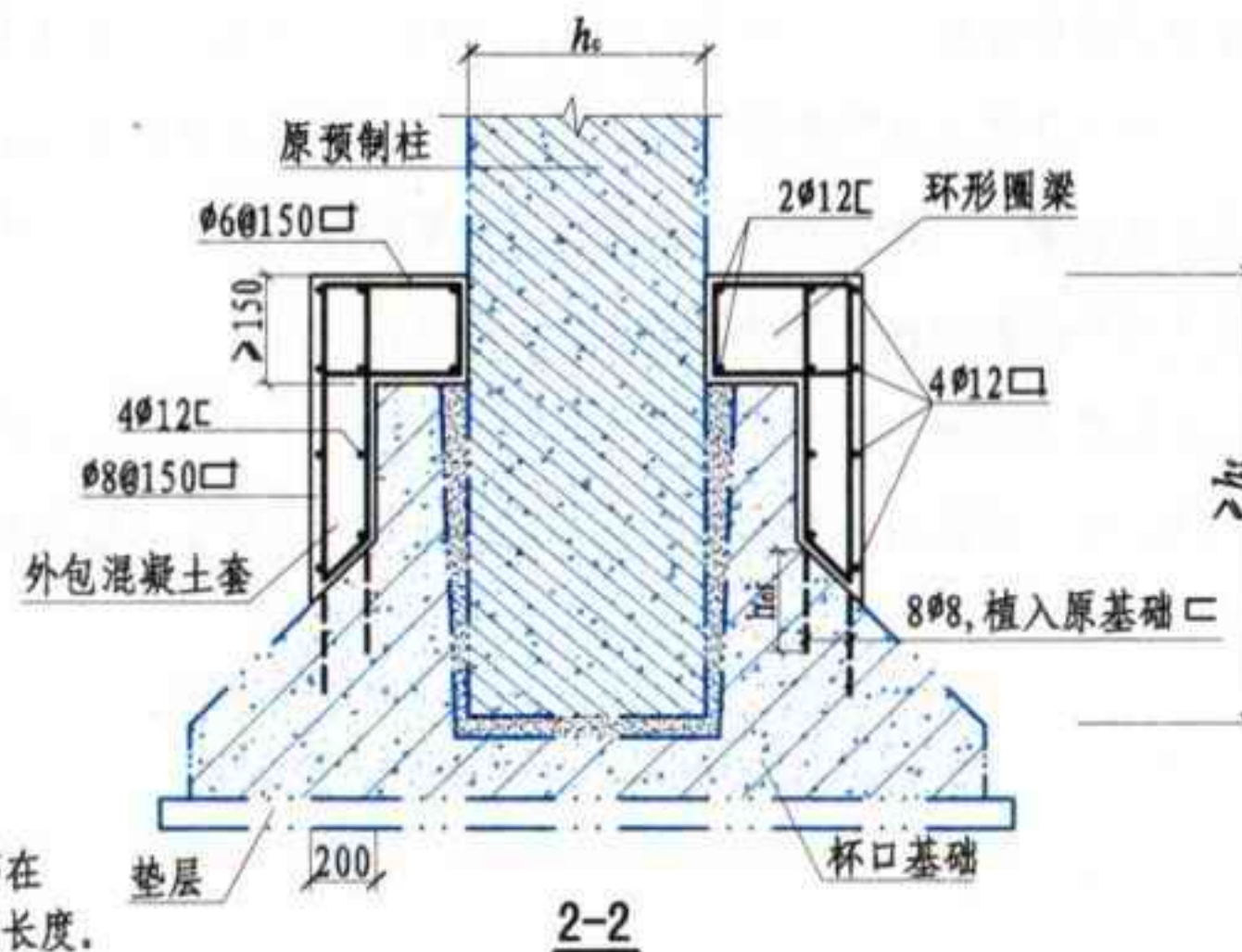
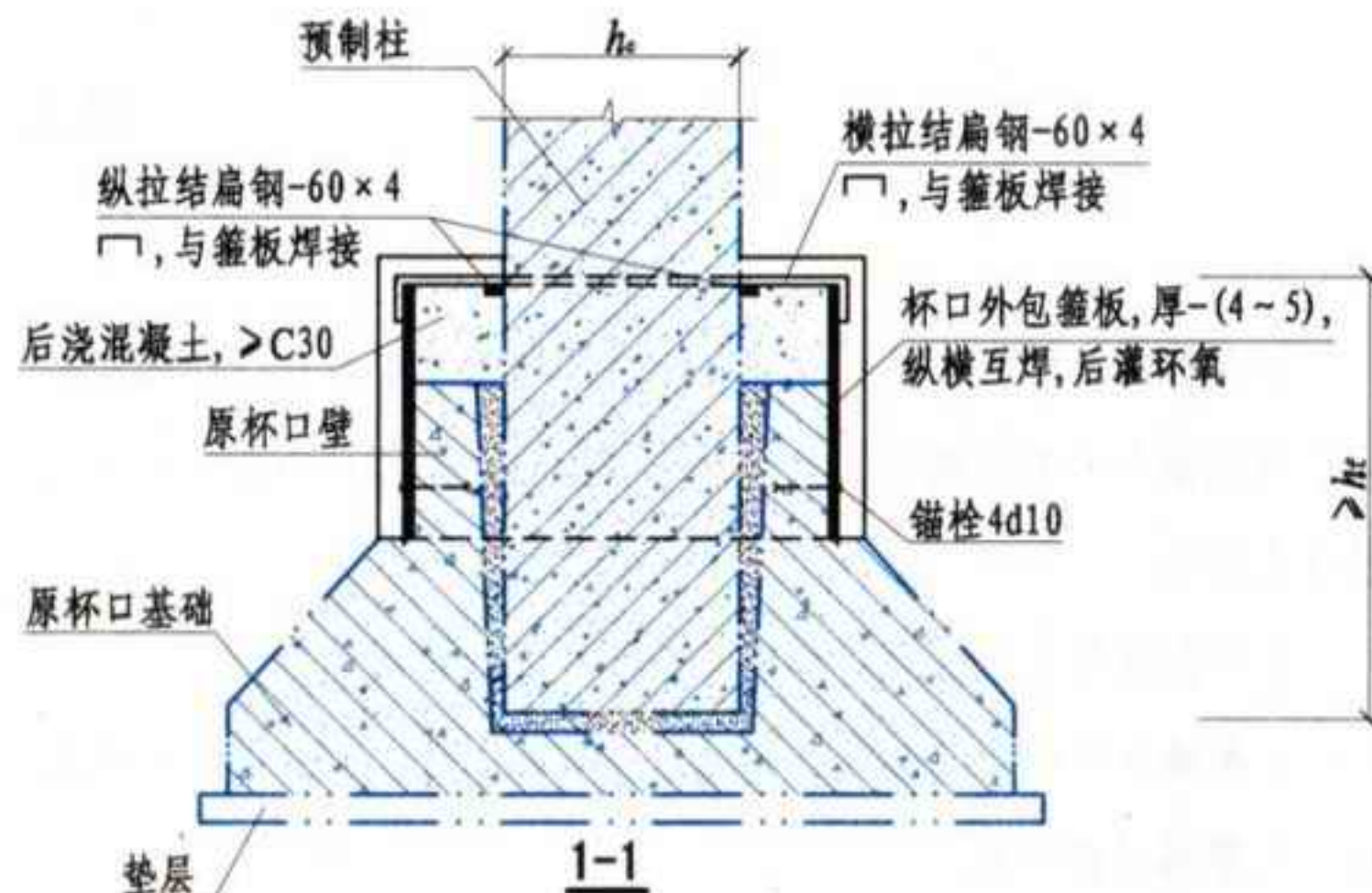
地基基础加固	条形基础加腋加固						图集号	08SG311-2
基础加固							页	1-5
审核	李东彬	设计	陈瑜	万墨林	万墨林			



外包钢板



外包混凝土套



- 注: 1. 柱嵌固深度 $h_f = \max \{h_1, l_a, 0.05H\}$,
 h_1 为规范规定的插入深度, l_a 为柱受力筋在杯口中的锚固长度, H 为预制柱吊装时的长度。
 2. 钢板表面应抹 $>25\text{mm}$ 高强水泥砂浆保护层。

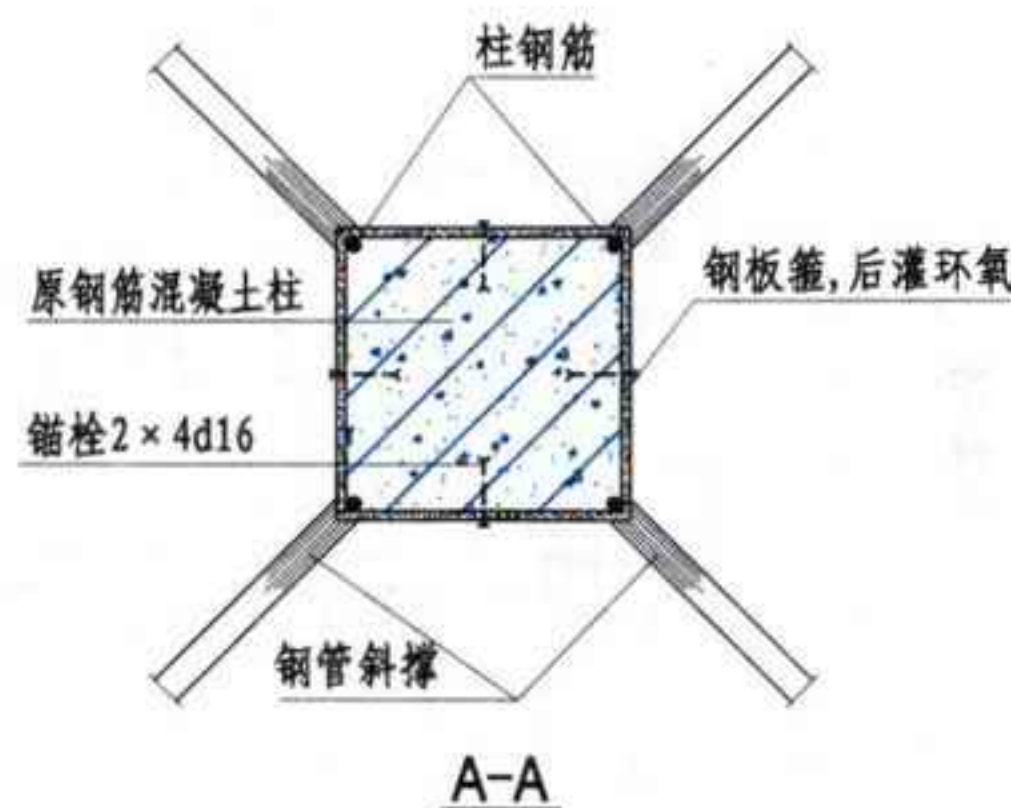
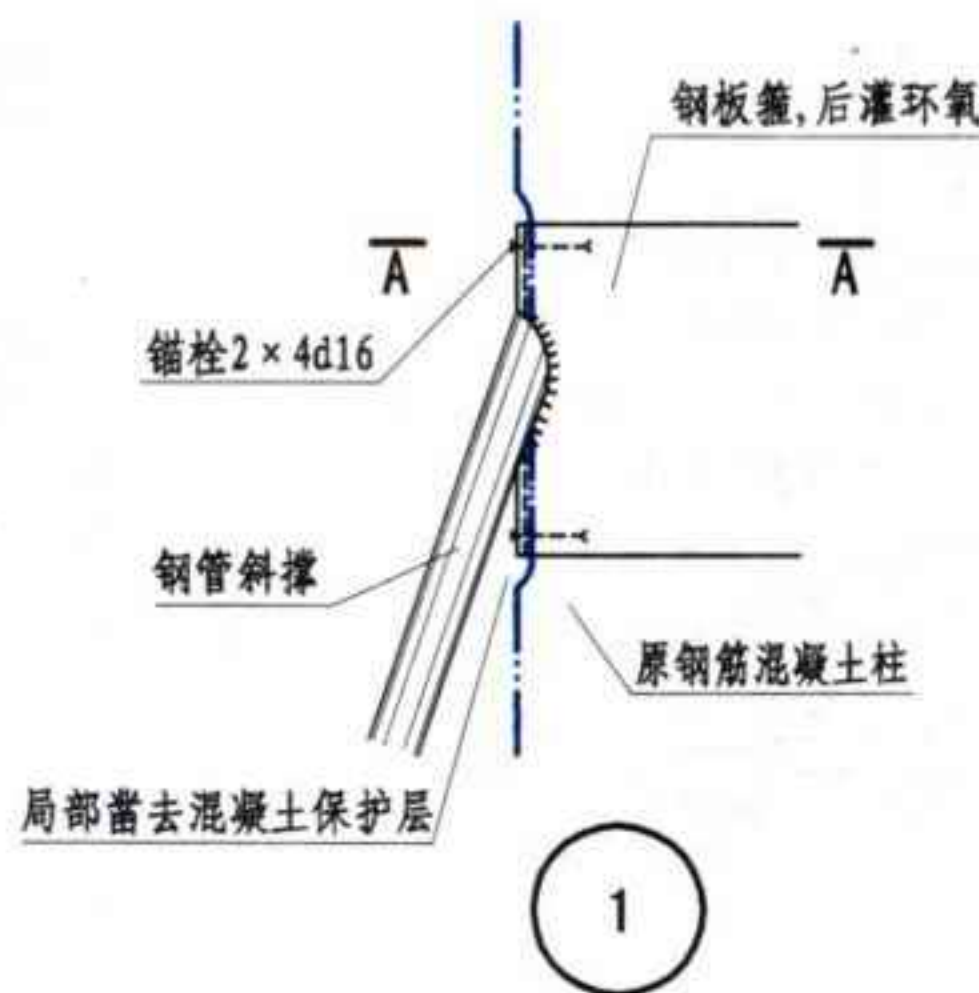
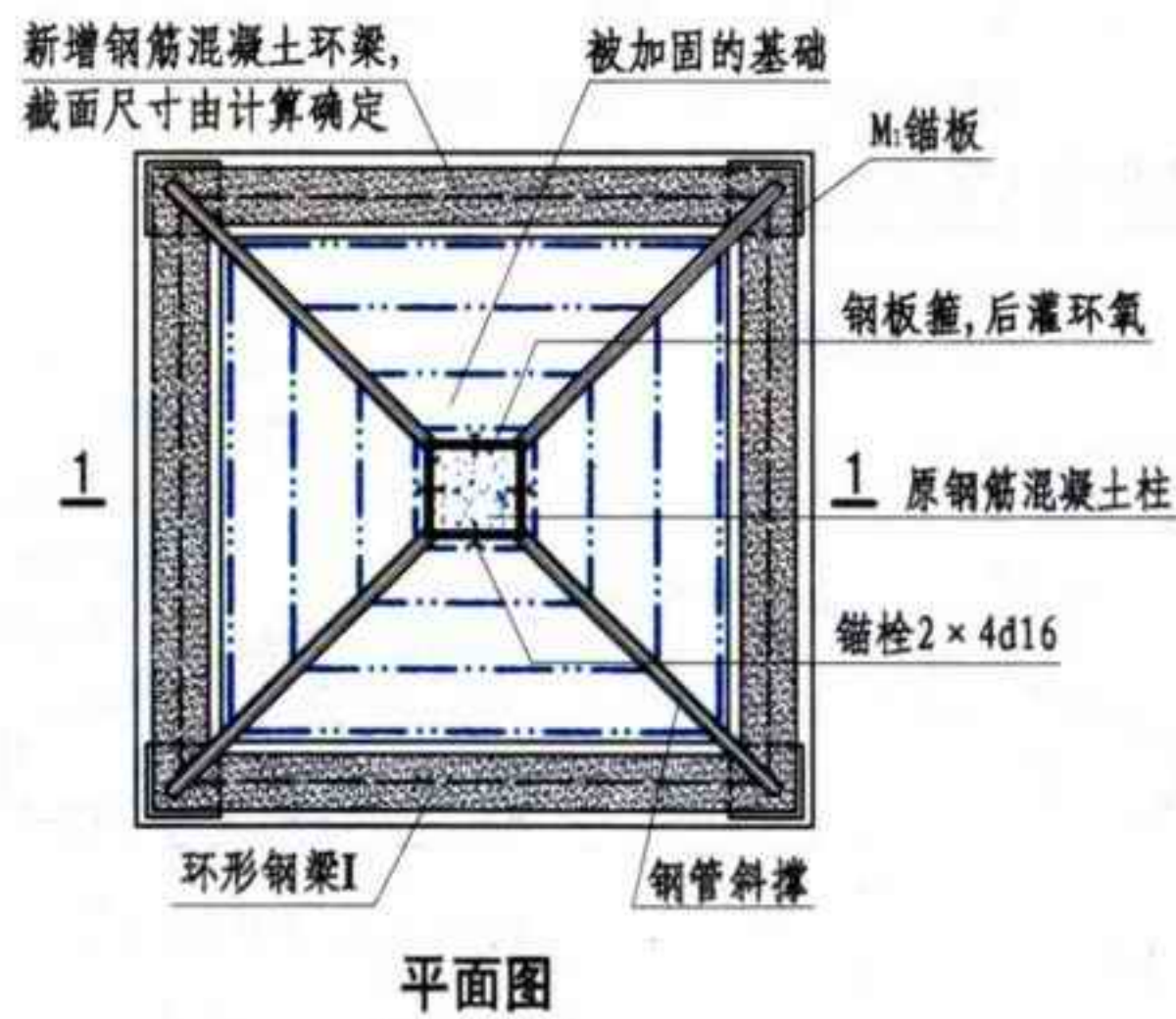
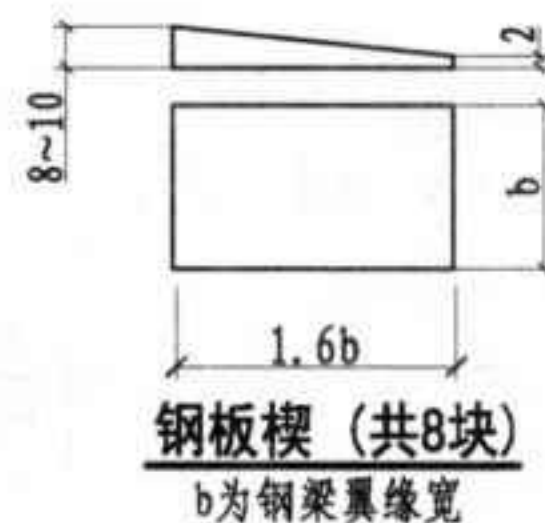
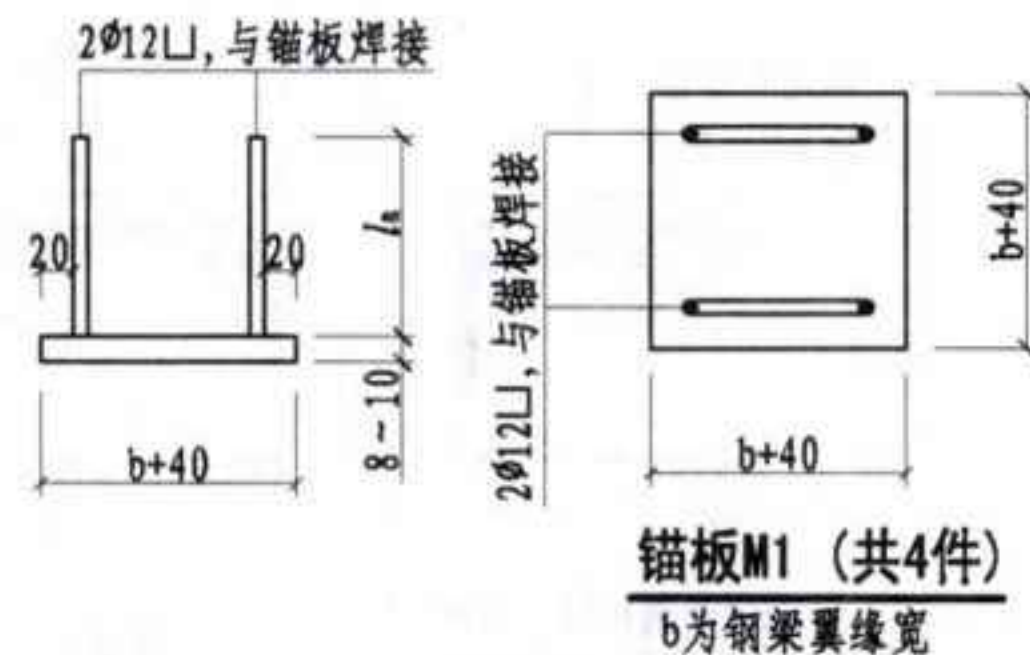
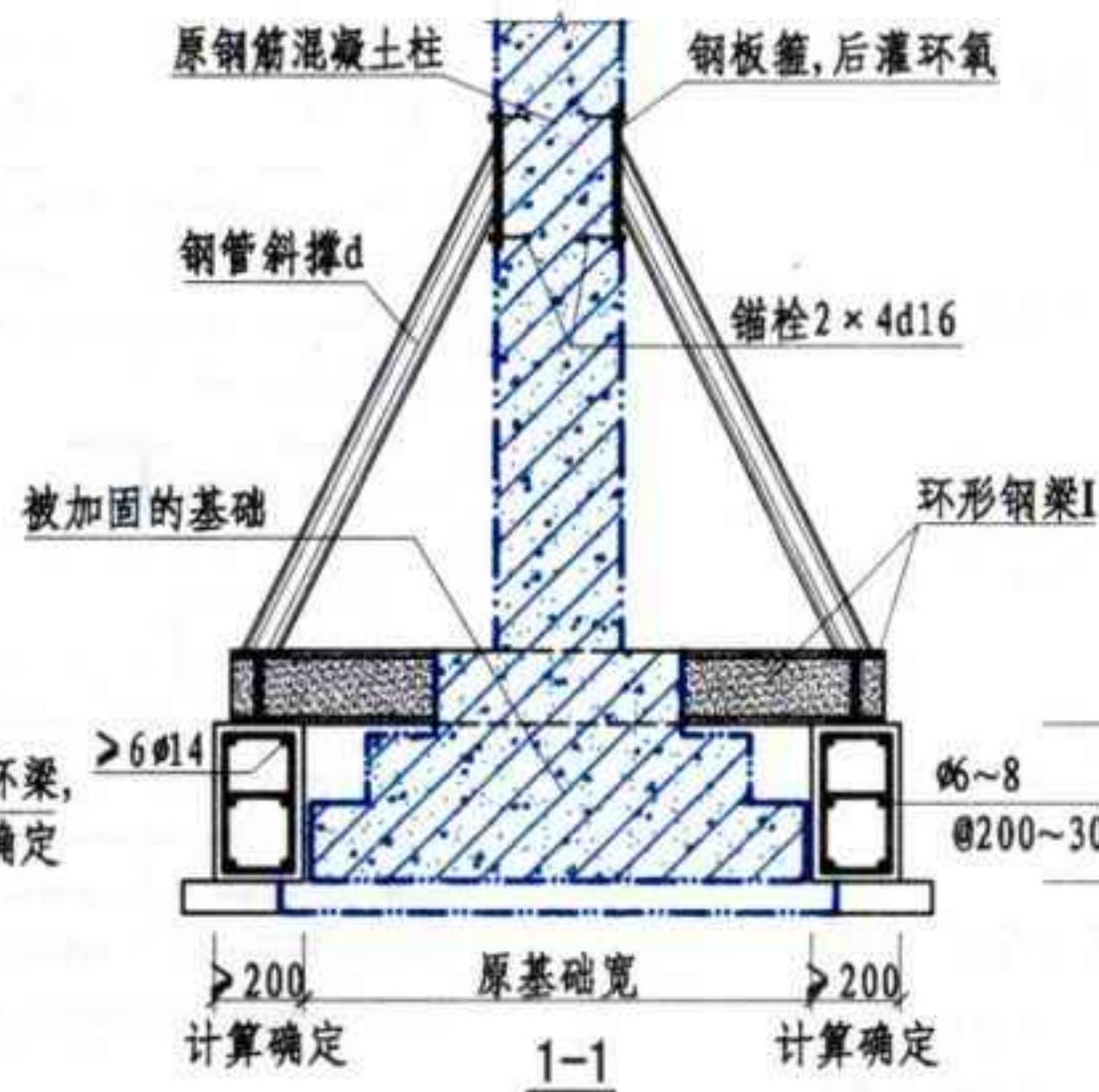
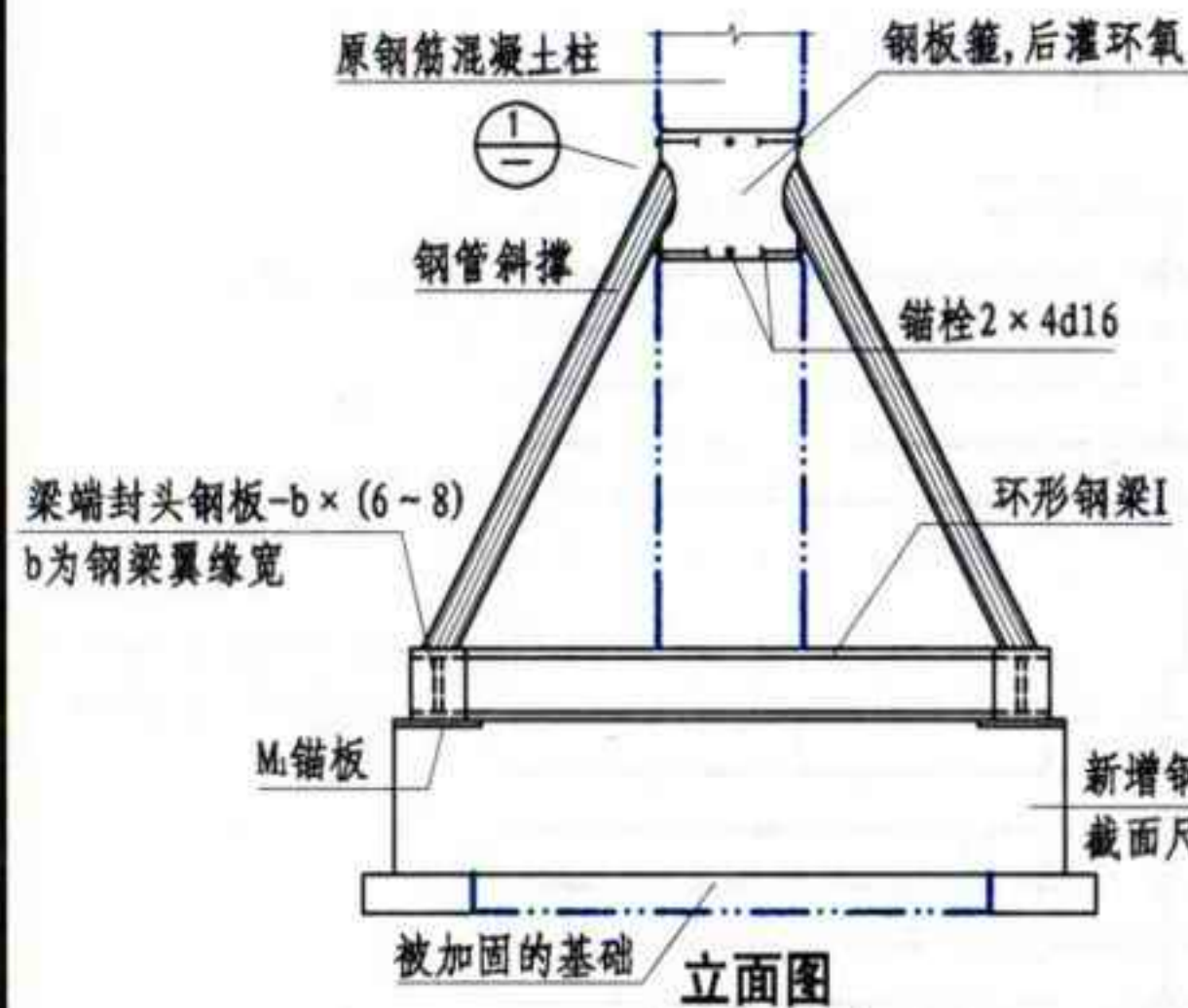
地基基础加固	预制柱基础杯口加固				图集号	08SG311-2
基础加固	审核	李东彬	校对	陈瑜	设计	万墨林 万墨林
	页					1-6

加大基础底面积法说明

- 1 加大基础底面积法适用于既有建筑的地基承载力或基础底面尺寸不满足规范要求时的加固。可采用混凝土套或钢筋混凝土套加大基础底面积。
- 2 加大基础底面积的设计和施工应符合下列规定:
 - 2.1 当基础承受偏心荷载时,可采用不对称加宽;当承受中心荷载时,可采用对称加宽。
 - 2.2 为提高加固效果,应采取措施消除或减小新加部分与原基础间的应力应变滞后。对于条形基础,可每隔1.5~2m间距设置卸荷短钢梁,用千斤顶将原基础所受荷载按一定比例转移至新增钢筋混凝土接边踏台梁;对于独立柱基,可通过钢管斜撑,用钢板楔将原基础所受部分荷载转移至新增钢筋混凝土环梁。
 - 2.3 在灌注混凝土前应将原基础凿毛(凹凸深度5mm左右),并刷洗干净,涂一层混凝土界面结合剂,以增强新旧混凝土基础的粘结力。

- 2.4 对加宽部分,地基上应铺设厚度和材料均与原基础相同的垫层。地基土应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007的有关规定进行夯实压密处理。
- 2.5 当采用混凝土套时,基础每边加宽的宽度其外形尺寸应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007中有关刚性基础台阶宽高比允许值的规定。沿基础高度每隔900mm,用化学植筋方法设置锚固剪力短筋 $\phi 12@400 \sim 600$ 。
- 2.6 当采用钢筋混凝土套加固时,加宽部分与原基础一般采用铰接,亦可采用刚接。
- 2.7 对条形基础加宽时,应按长度1.5~2.0m划分成单独区段,分批、分段、间隔进行施工。
- 3 无筋条形基础加宽基础底面积构造做法,详见《砖混结构加固与修复》03SG611,本图集略。

地基基础加固	加大基础底面积法说明						图集号	08SG311-2
加大基础底面积法							页	1-7
审核	李东彬	王明	校对	陈瑜	王明	设计	万墨林	万墨林



- 注: 1. M1锚板-(b+40) × (6~8), 与钢环梁间以钢板楔楔紧后焊死。
2. 钢板箍-(300~400) × (8~10), 局部凿去保护层, 结合面间后灌环氧。
3. 钢管斜撑d(100~120) × (6~8) 与钢板箍及钢环梁焊接。
4. 环形钢梁I(200~300) × (100~130), 纵横梁互焊(包括翼缘与腹板)。

地基基础加固	钢筋混凝土套卸荷加宽独立柱基						图集号	08SG311-2
加大基础底面积法	审核	李东彬	校对	陈瑜	设计	万墨林 万墨林	页	1-9

独立基础改条形基础说明

1 独立基础当不宜采用混凝土套或钢筋混凝土套加大基础底面积时, 可将原独立基础串联起来改变成为柱下条形基础。与独立基础相比, 条形基础不仅基底面积显著增大, 而且整个基础结构的刚度和整体性也大幅度增强。

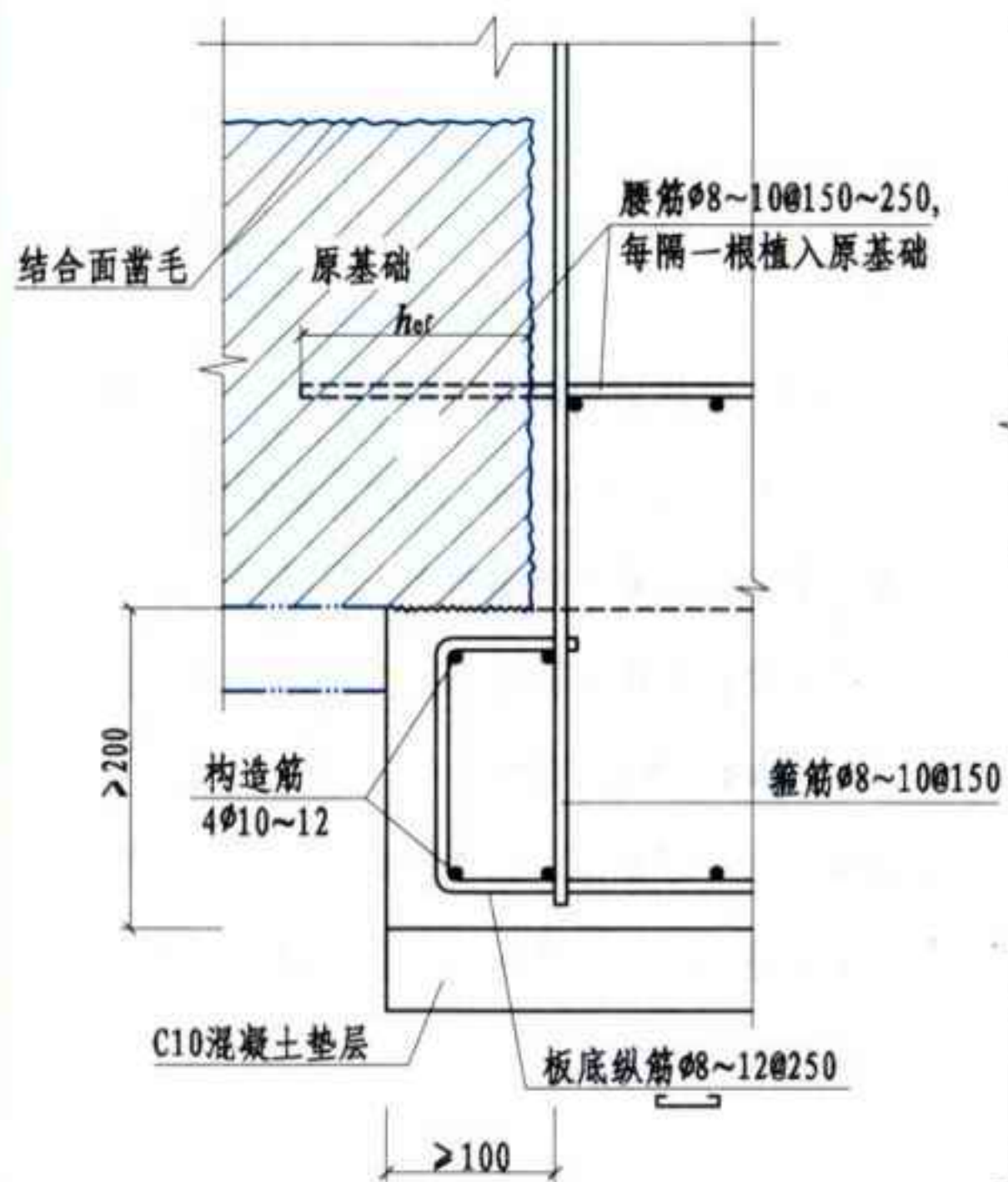
2 新增条形基础截面形式有平板式和肋梁式, 新旧基础连接方式有铰接和刚接。原基础净距较小, 且本身承载力较富裕时, 可采用平板式, 否则宜采用肋梁式。平板厚度 h 一般取 $h=l_n/(3\sim 5)$, 且 $\geq 400\text{mm}$, l_n 为原基础净距。肋梁高度 h 一般取 $h=l_c/(4\sim 8)$, l_c 为柱距; 翼板(底板)厚度

h_f 不应小于 200mm , 当 $h_f>250\text{mm}$ 时, 宜作成变截面, 坡度 $i\leq 1:3$, 边缘厚 200mm , 根部厚 $h_f=b_f/(7\sim 8)$, 且 $\geq 300\text{mm}$, b_f 为翼板宽度。

铰接构造和施工均较为简单, 只要求传递剪力, 新基础部分嵌入原基础底面即可, 新旧基础咬接长度和高度主要为局部受压和受剪承载力控制, 一般取长 $\geq 100\text{mm}$, 高 $\geq 200\text{mm}$ 。

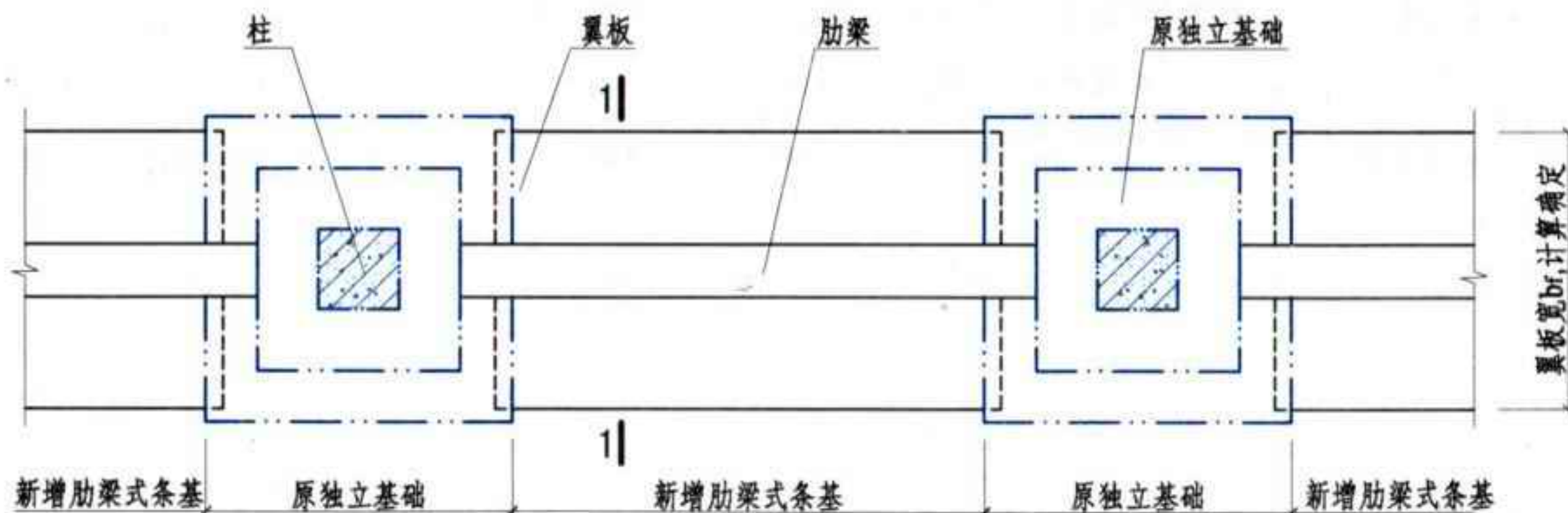
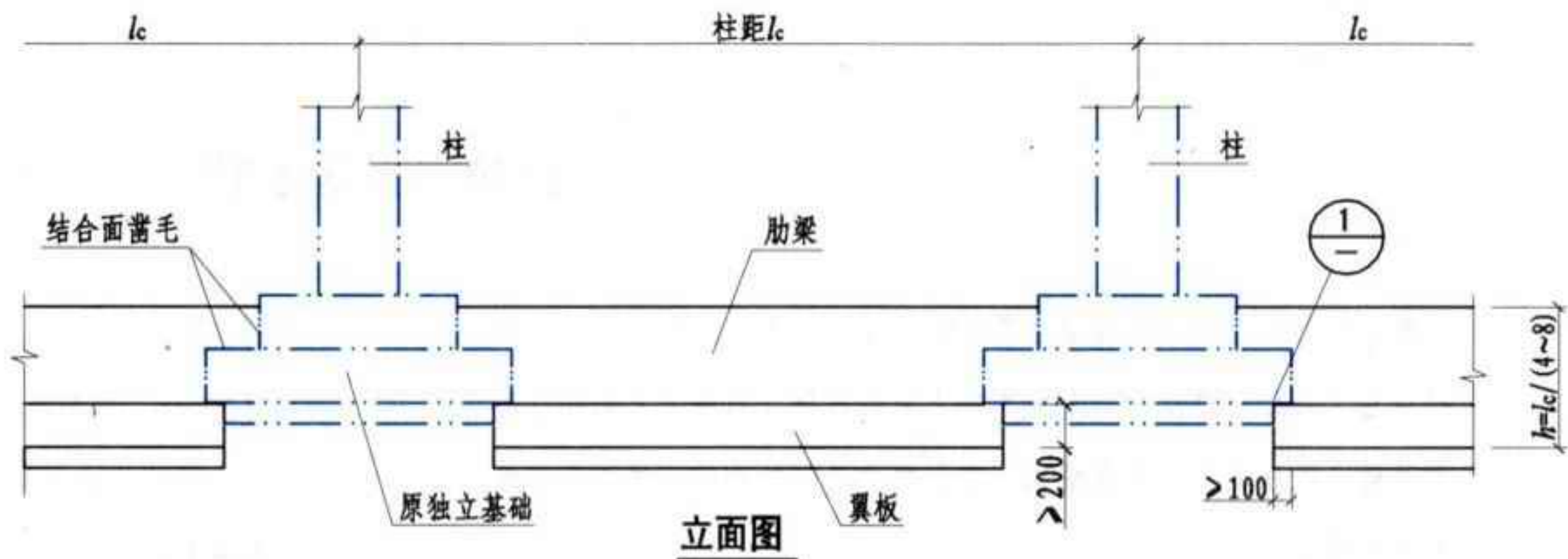
刚接, 新旧基础应连接成为一个整体, 既承担剪力, 也传递弯矩, 结构整体性较好, 但新旧基础底部受力钢筋宜彼此焊接, 部分构造钢筋应植入原基础, 同时, 结合面应凿毛。

地基基础加固	独立基础改条形基础说明						图集号	08SG311-2
加大基础底面积法							页	1-10
审核	李东彬	设计	陈瑜	校对	万墨林	万墨林		



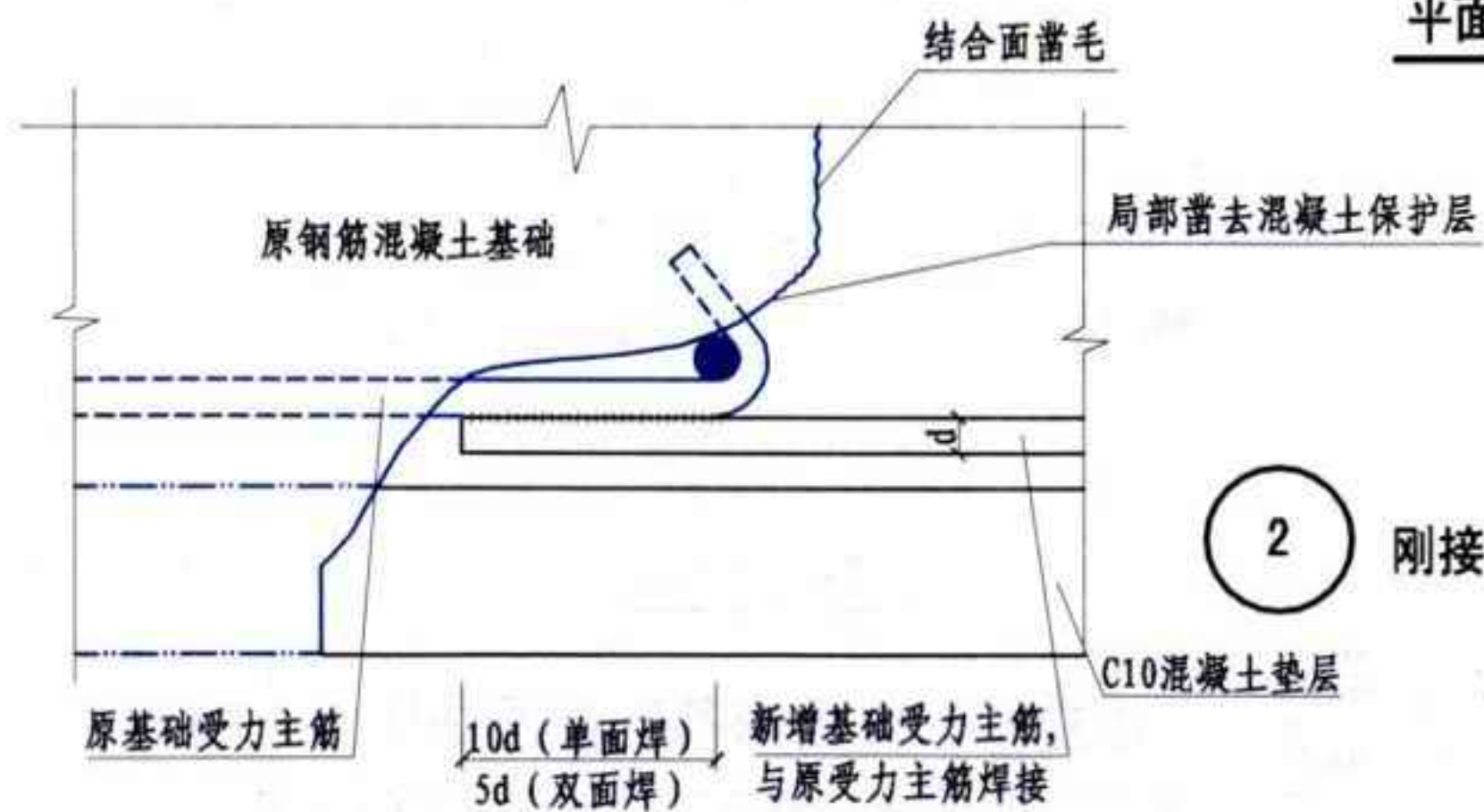
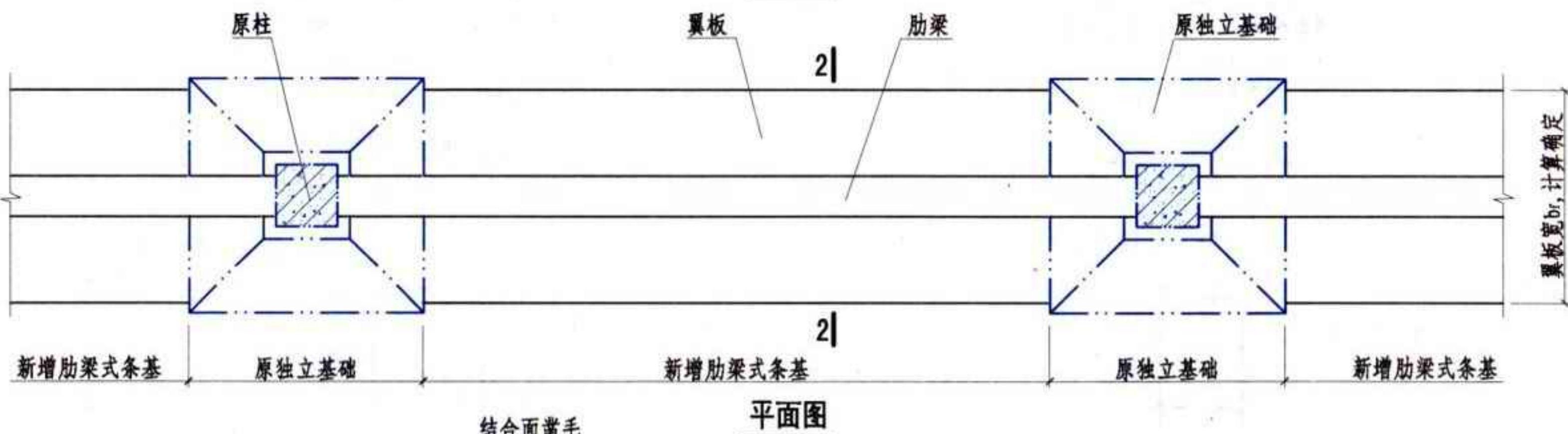
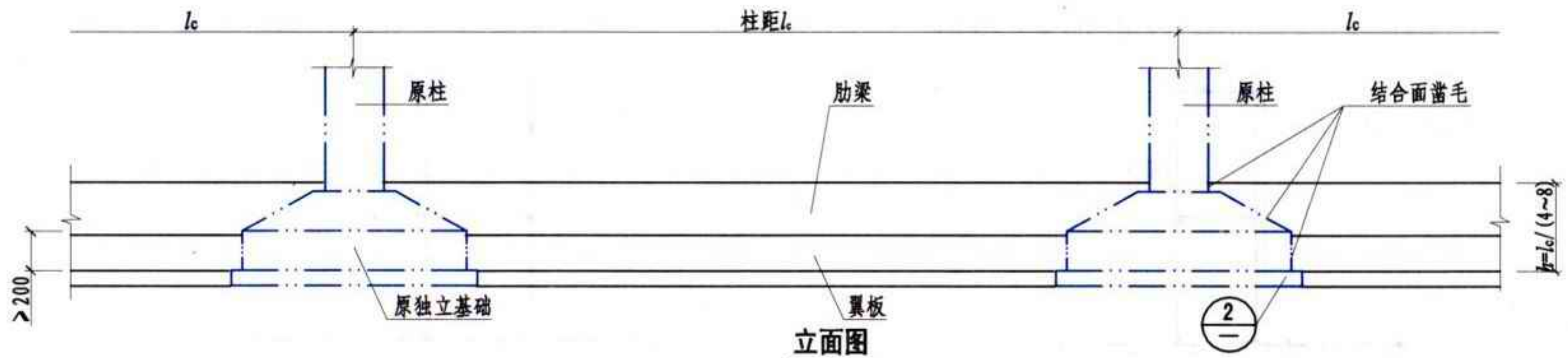
1 铰接

注：剖面1-1详见本图集第1-13页。



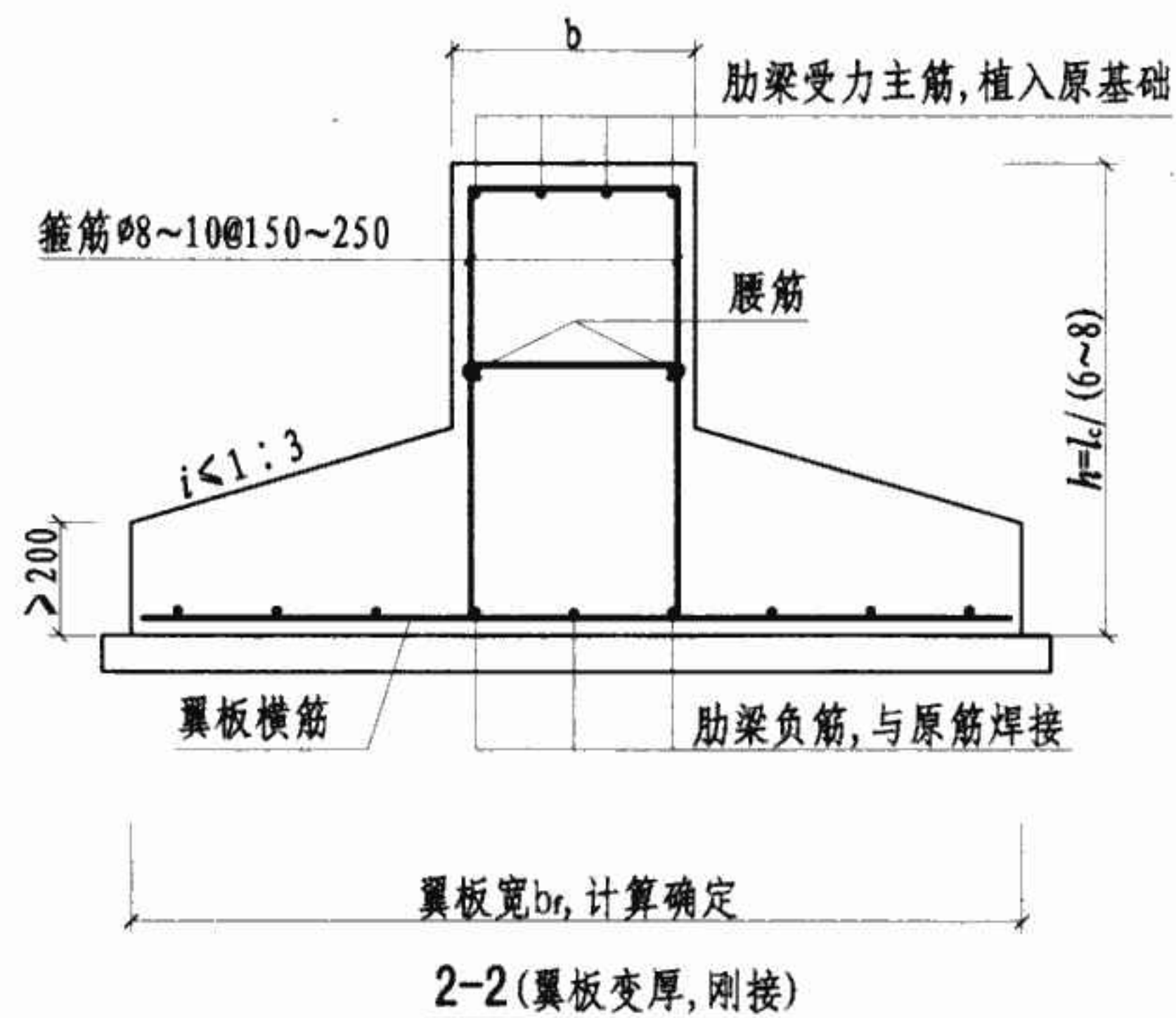
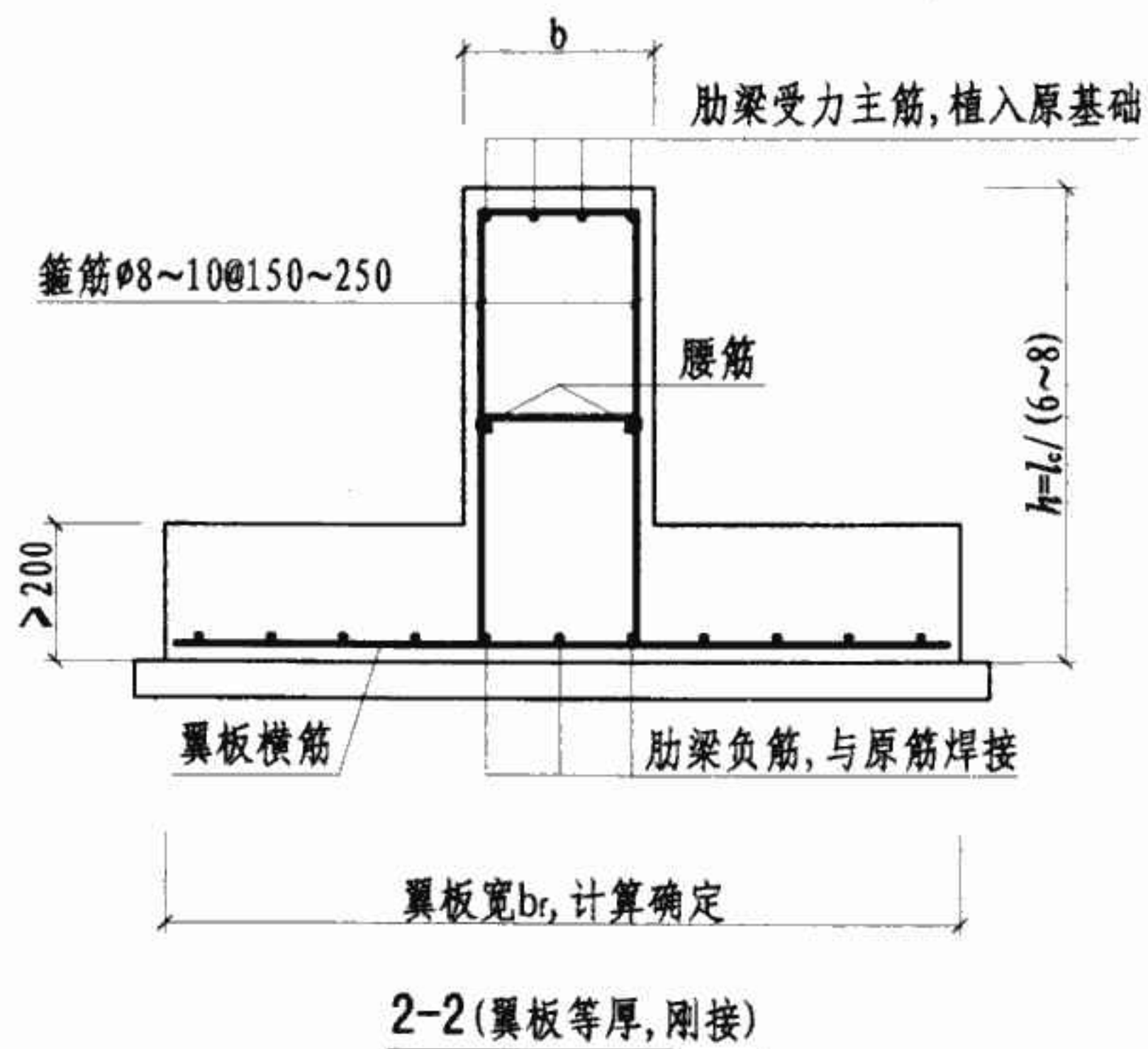
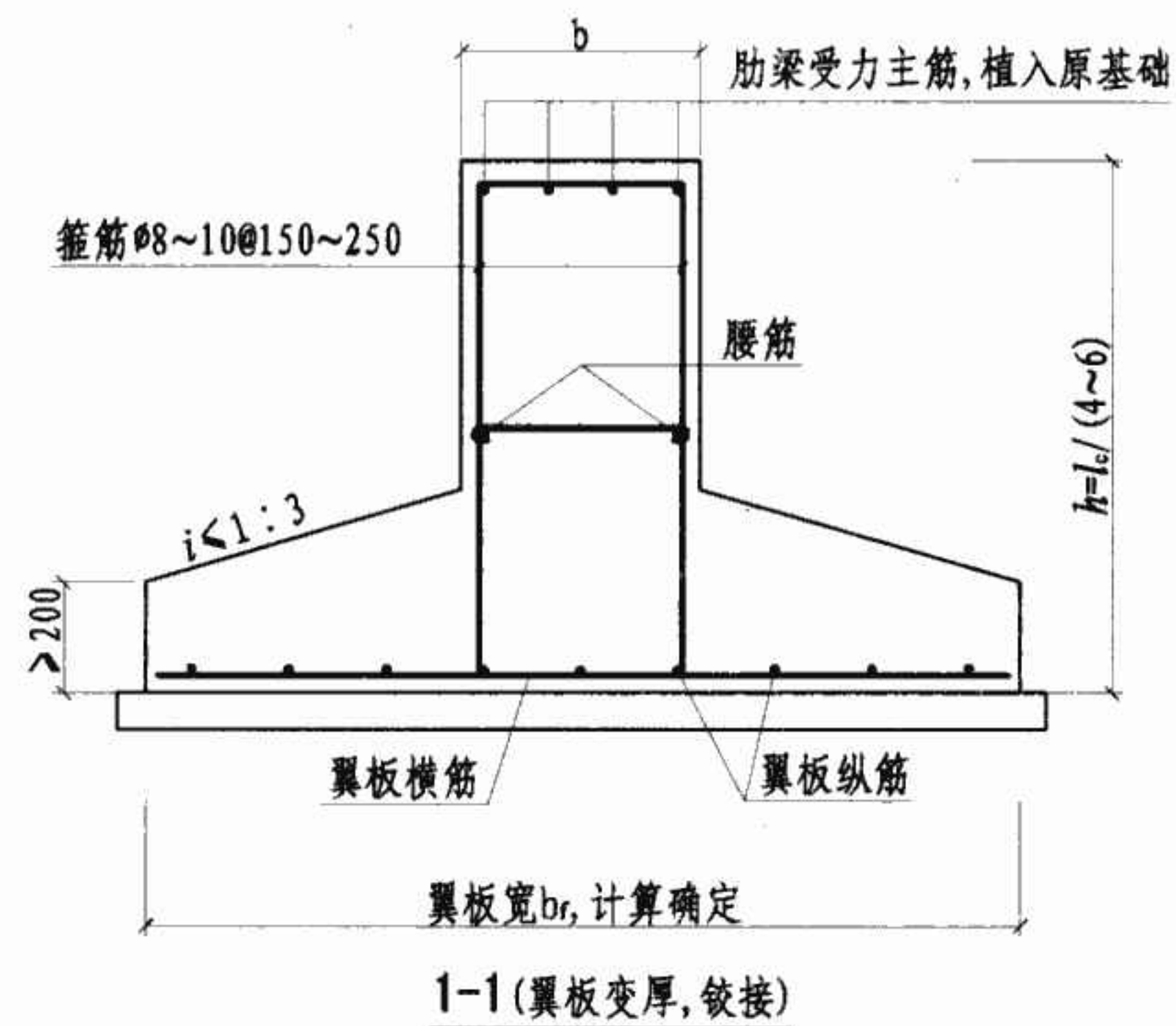
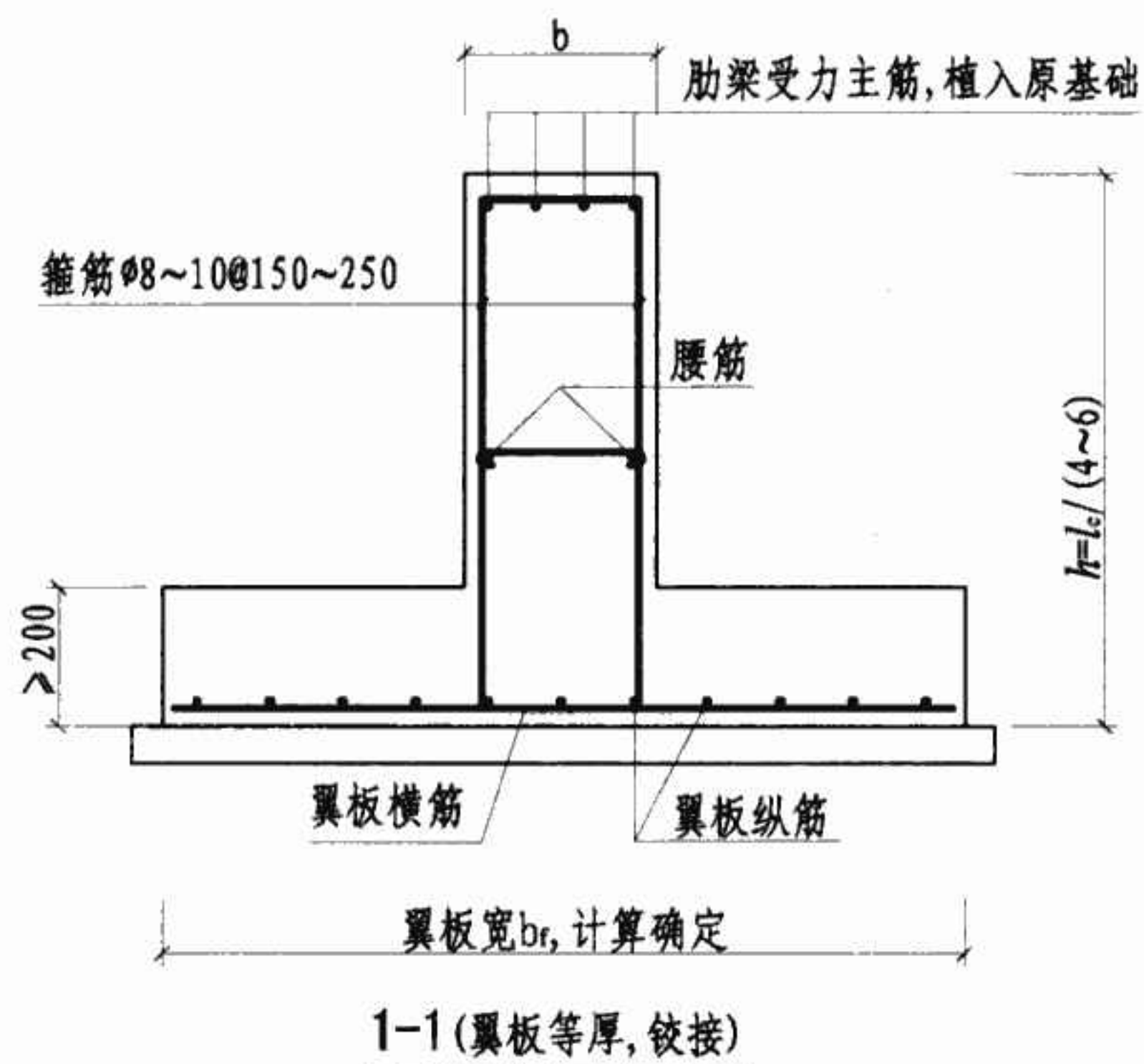
平面图

地基基础加固	独立基础改条形基础（肋梁式 铰接）						图集号	08SG311-2
加大基础底面积法							页	1-11
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		



注: 剖面2-2详见本图集第1-13页。

地基基础加固	独立基础改条形基础 (肋梁式 刚接)						图集号	08SG311-2
加大基础底面积法							页	1-12
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		

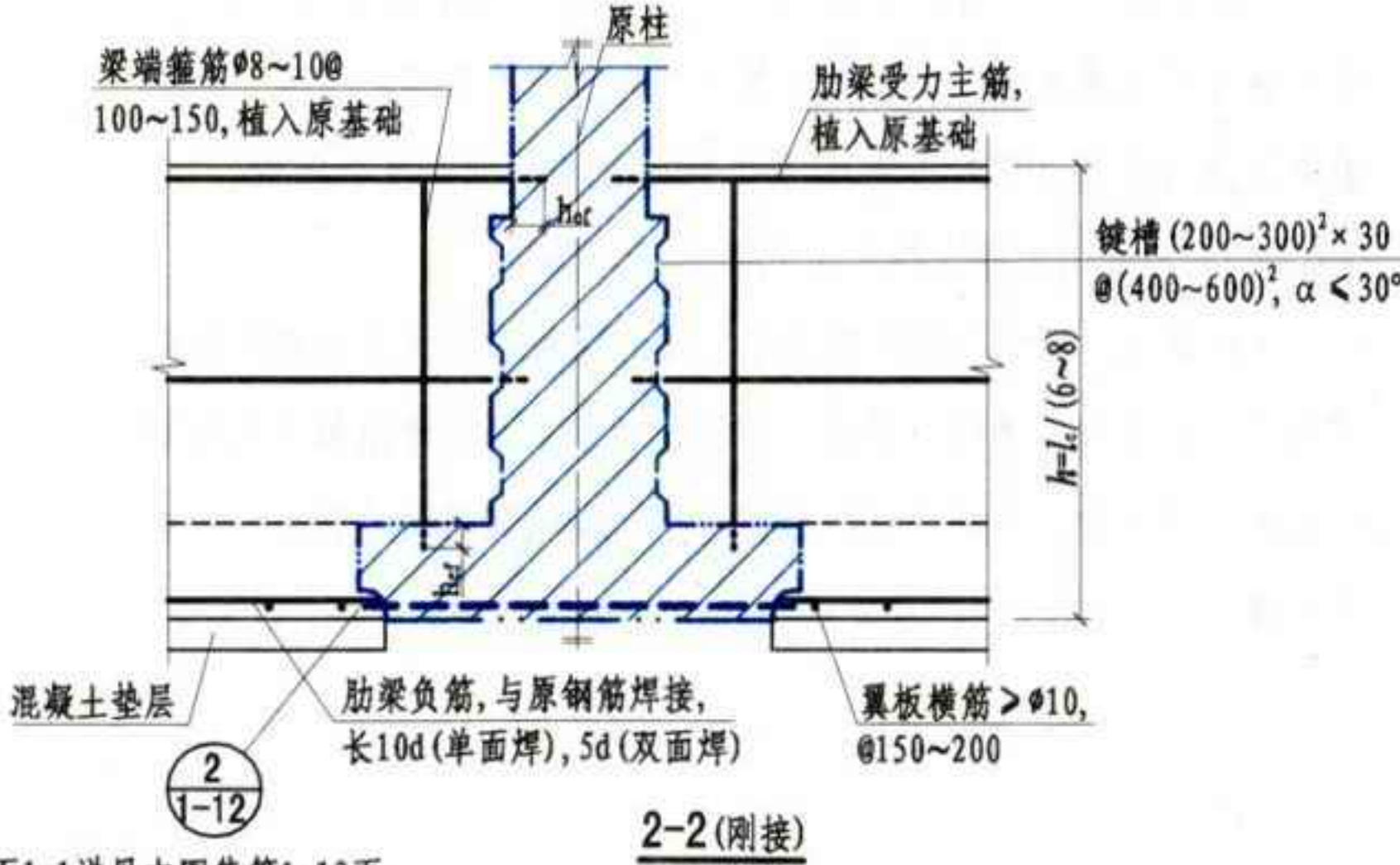
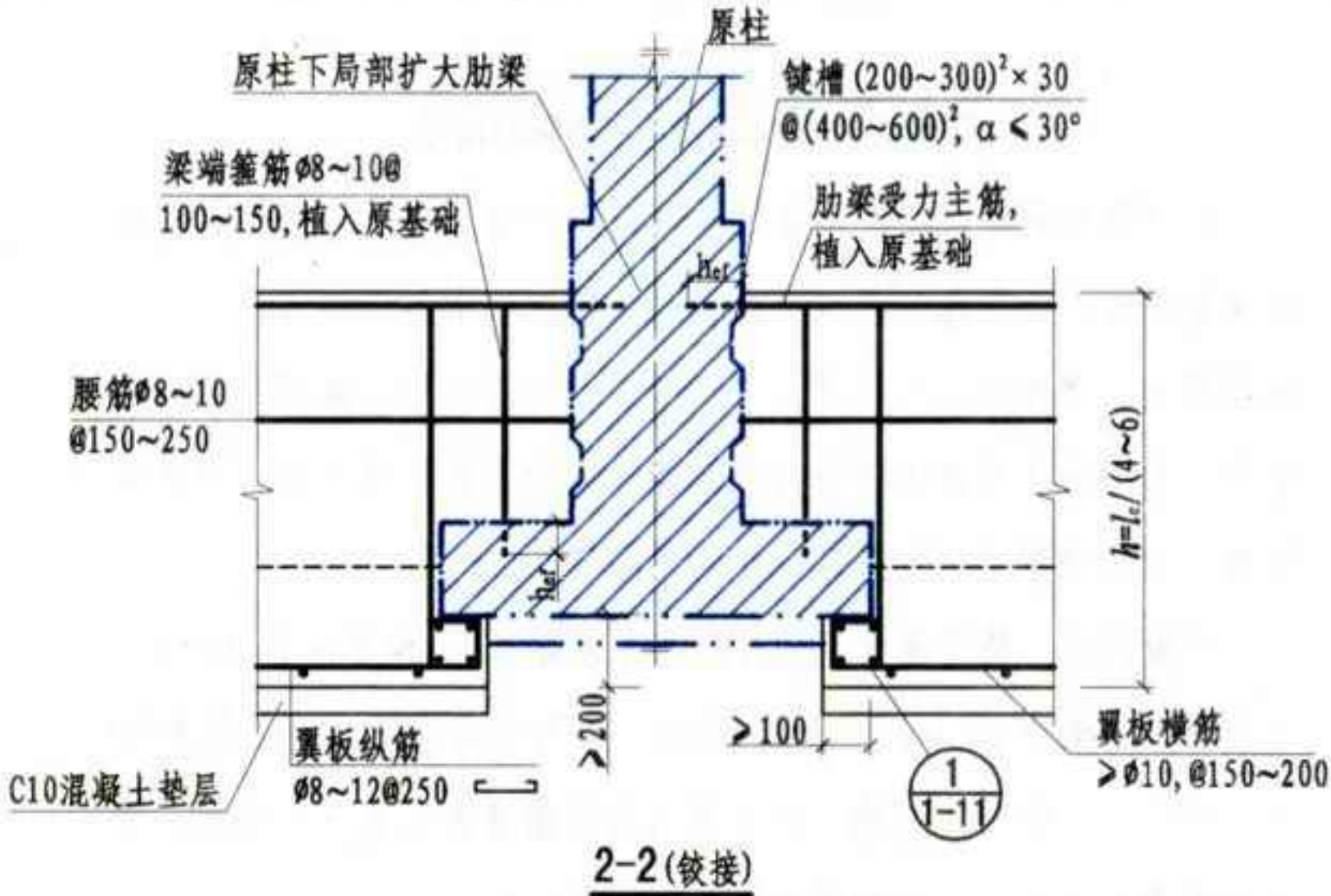
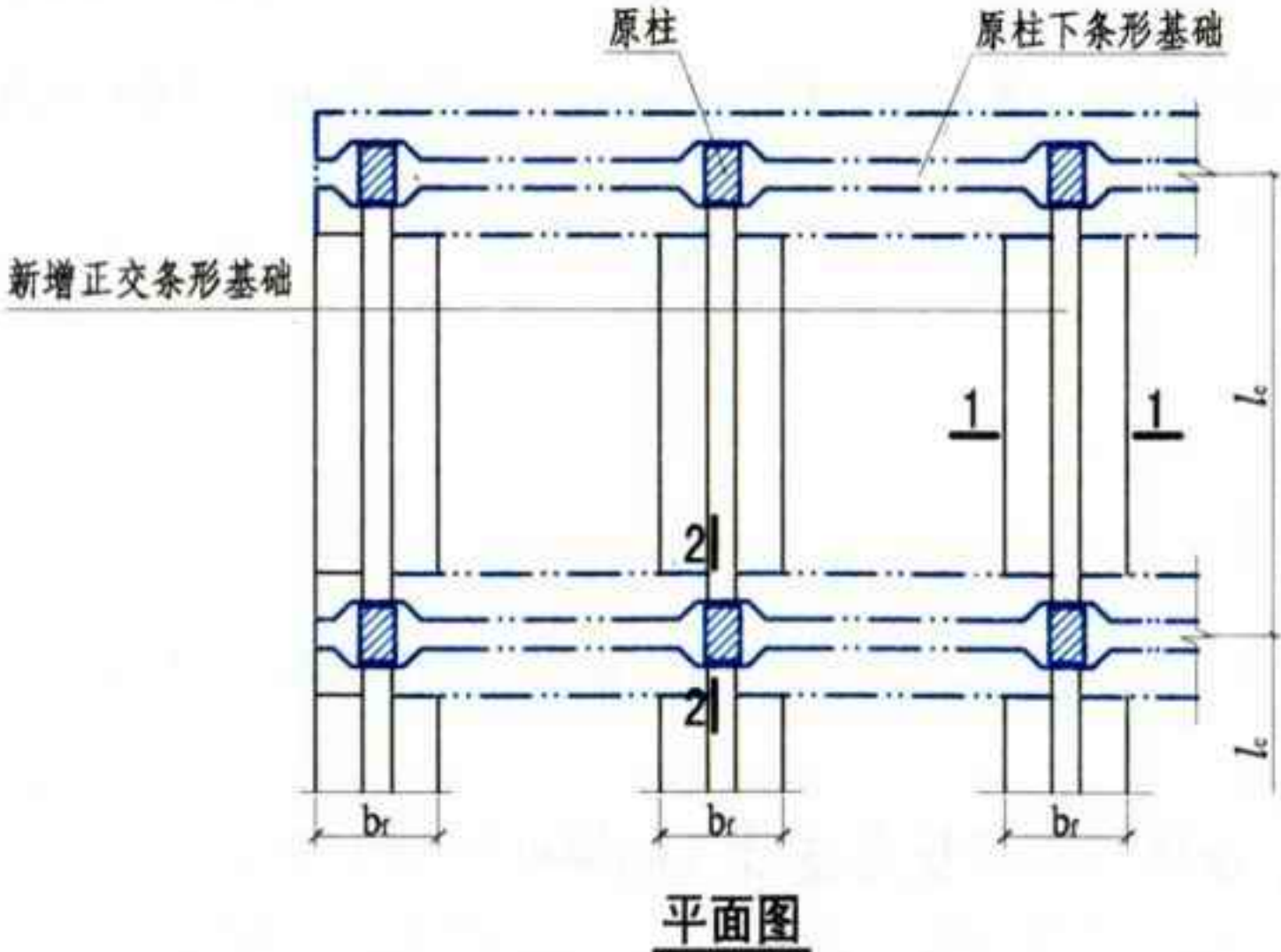


注: 配筋应按计算确定并满足规范要求的最小配筋率。

地基基础加固	独立基础改条形基础剖面详图						图集号	08SG311-2
加大基础底面积法							页	1-13
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		

条形基础改十字正交条形基础说明

- 1 一字形条形基础若不宜采用混凝土套或钢筋混凝土套加大基础底面面积时,可在原条形基础垂直方向增设新条形基础,新旧条形基础组成十字正交条形基础,共同承担上部结构荷载。与原基础相比,十字正交条形基础不仅底面积显著增大,而且垂直方向整个基础结构刚度和整体性也大幅度增强。
- 2 新增条形基础截面形式一般为肋梁式。新旧基础连接方式,当原基础为钢筋混凝土时,可采用刚接;当原基础为无筋结构时,应采用铰接。刚接时,梁底新旧受力钢筋应焊接连接;铰接时,新旧肋梁底板应部分嵌入原基础底面。
- 3 肋梁截面总高 h ,刚接时取 $h=l_c/(6\sim8)$;铰接时取 $h=l_c/(4\sim6)$, l_c 为原条基间距。肋梁底板(翼板)一般做成变截面,坡度 $i\leq 1:3$,边缘厚200mm,根部 ≥ 300 mm。

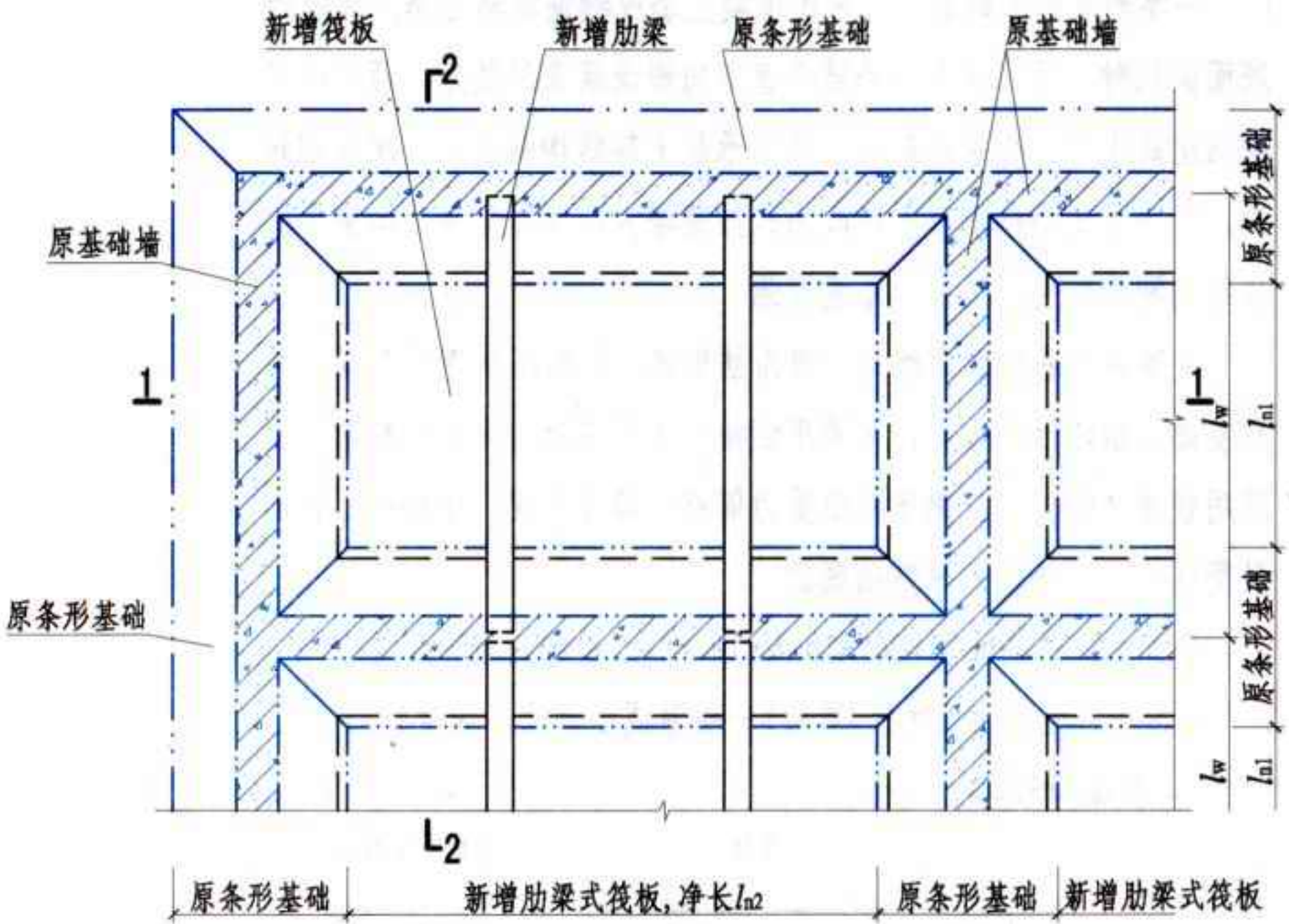


注: 剖面1-1详见本图集第1-13页。

地基基础加固	条形基础改十字正交条形基础						图集号	08SG311-2
加大基础底面积法							页	1-14
审核	李东彬	校对	陈瑜	设计	万墨林	万墨林		

条形基础改筏形基础说明

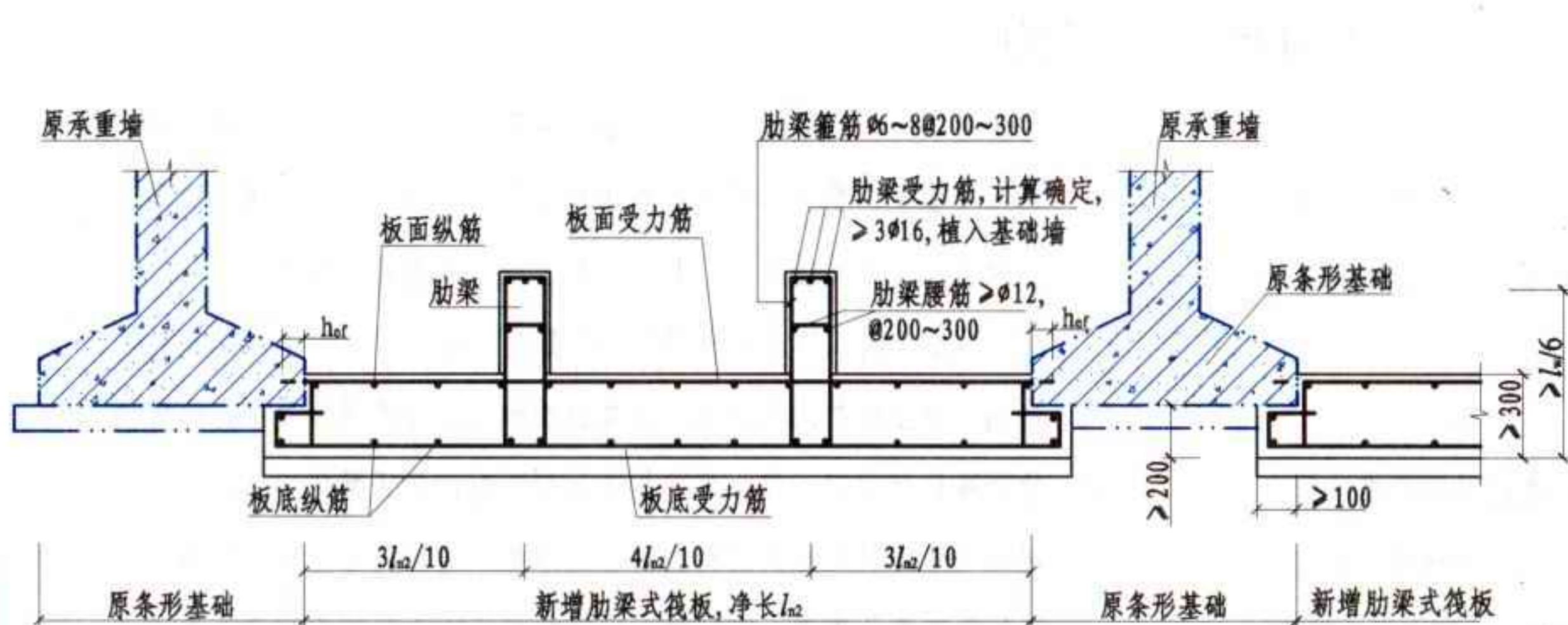
- 1 正交条形基础底面积不满足要求时,可在其间的空余房心面积处设置筏板,与原基础组成筏形基础。新增筏形基础形式分平板式和肋梁式,净跨较小时可采用平板式,否则应采用肋梁式或双向肋梁式。新旧基础的连接分铰接和刚接,对于无筋扩展基础,应采用铰接,对于钢筋混凝土基础,可采用刚接。
- 2 平板铰接:新增筏板应部分嵌入原基础底部,深度应 $\geq 100\text{mm}$ 。平板厚度一般取 $\geq l_{n1}/12$,且 $\geq 400\text{mm}$, l_{n1} 为短向净跨。对于厚度较大($\geq 490\text{mm}$)的砖砌基墙,亦可采用局部凿槽办法嵌入原基墙,详见标准图集《砖混结构加固与修复》03SG611。
- 3 肋梁式铰接:一般采用倒T形板,底板嵌入原基础底面,肋梁顶受力筋应植入原基墙,其余构造筋可部分植入原基墙和基础。肋梁沿原正交条形基础短向布置,间距 $2\sim 3\text{m}$,肋梁截面高度一般取 $\geq l_w/6$, l_w 为短向墙距或柱距;底板厚应 $\geq 300\text{mm}$ 。
- 4 平板刚接:新旧基础底面齐平,新增筏板底面受力钢筋应与原基础底面钢筋焊接连接,筏板顶面受力钢筋采用化学植筋方法每隔一根植入原基础,且整个结合面凿毛,以增强其抗剪承载力。新增筏板厚度一般取 $l_{n1}/14$,且 $\geq 400\text{mm}$, l_{n1} 为短向净距。



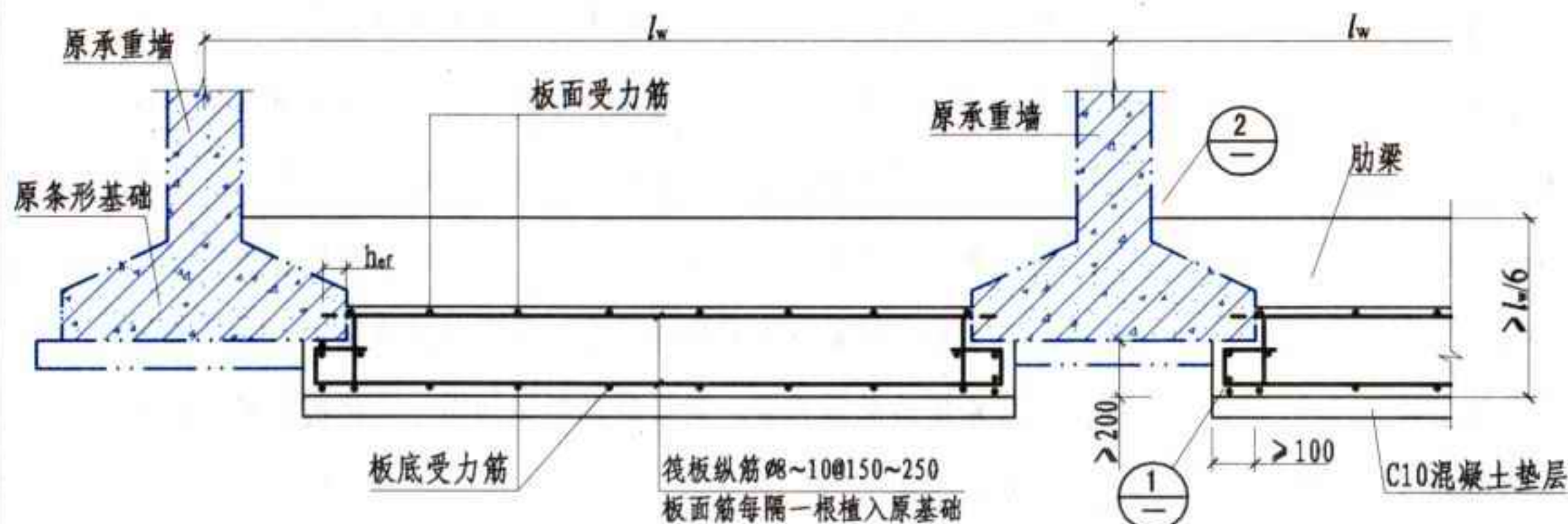
平面图

注:剖面1-1、2-2详见本图集第1-16页。

地基基础加固	条形基础改筏形基础 (肋梁式铰接)						图集号	08SG311-2
加大基础底面积法							页	1-15
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		

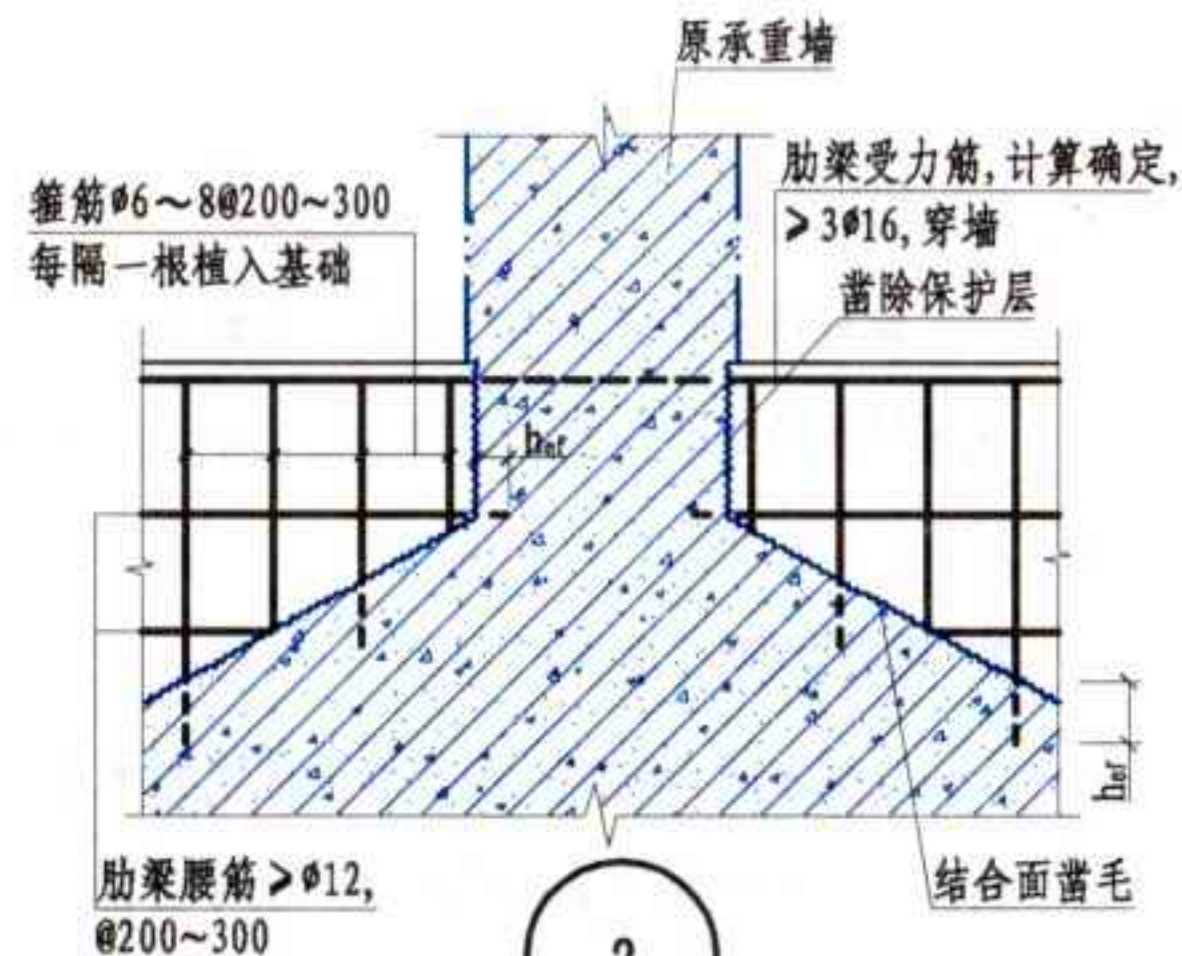


1-1

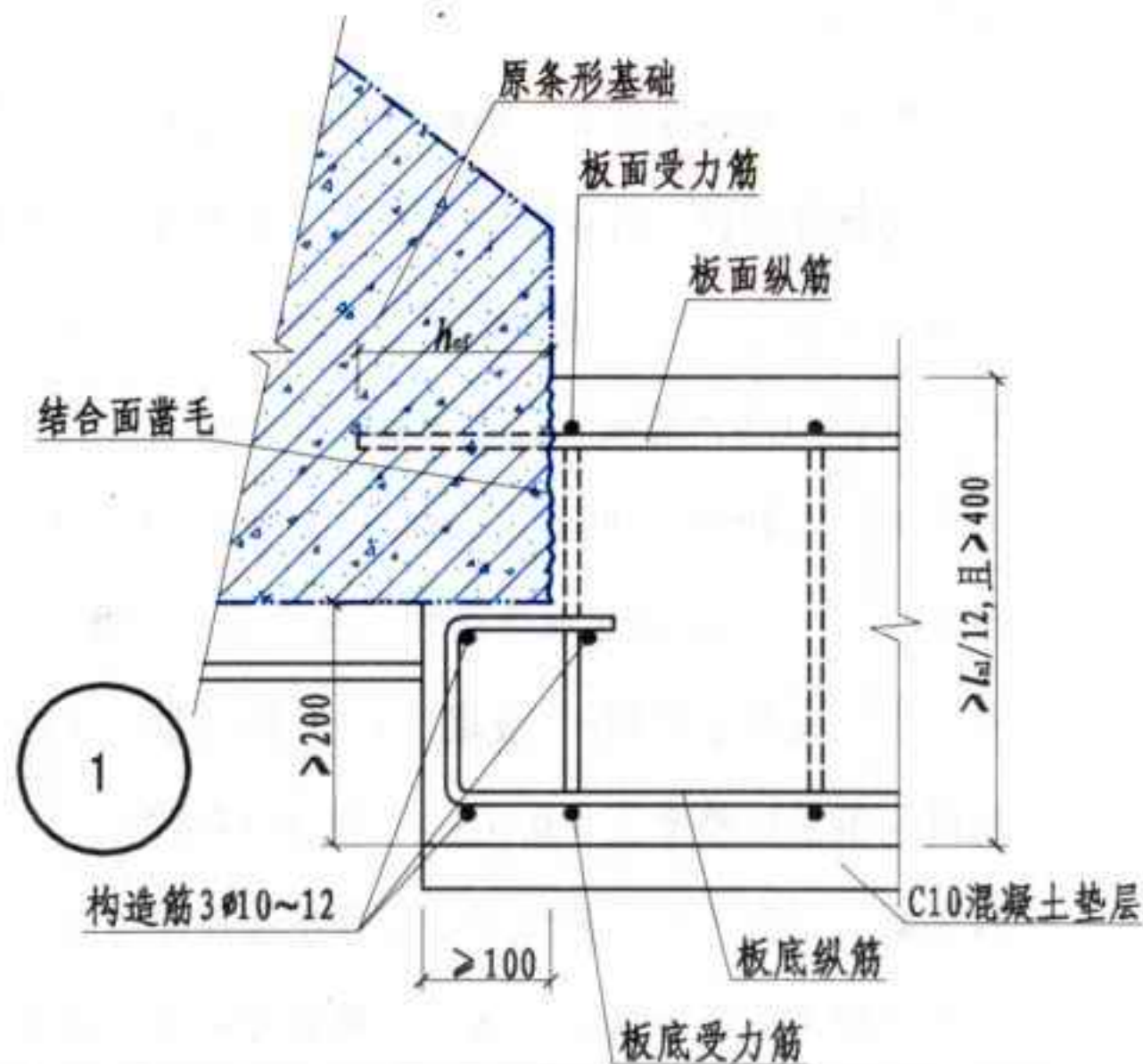


2-2

- 注: 1. 板底受力筋, 计算确定, $>\phi 12$, $@150\sim 200$.
 2. 板底纵筋 $\phi 8\sim 10@150\sim 250$.
 3. 板面受力筋, 计算确定, $>\phi 12$, $@150\sim 200$, 每隔一根植入原基础.
 4. 板面纵筋 $\phi 8\sim 10@150\sim 250$, 每隔一根植入原基础.



2



1

地基基础加固	条形基础改筏形基础剖面详图						图集号	08SG311-2
加大基础底面积法							页	1-16
审核	李东彬	校对	陈瑜	设计	万墨林	万墨林		

锚杆静压桩加固说明

1 适用范围

锚杆静压桩法适用于淤泥、淤泥质土、粘性土、粉土和人工填土等情况的地基加固和纠倾加固，不适用于砂卵石及存在孤石等土质。

2 锚杆静压桩设计

2.1 单桩承载力确定。锚杆静压桩单桩承载力可通过现场荷载试验确定，当现场缺乏试验条件时，也可根据静力触探资料确定，或按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2002的有关规定估算。

2.2 桩段及其连接设计。锚杆静压桩一般采用预制混凝土桩段，亦可采用钢管桩段。桩段结构本身的承载力按轴心受压构件计算，应 \geq 最大压桩力，考虑桩身受到土体的三向约束作用，其稳定系数可近似取 $\varphi=1.0$ 。混凝土桩常用规格：方形为200mm \times 200mm、250mm \times 250mm、300mm \times 300mm、350mm \times 350mm，圆形为D200、250、300、350mm。桩段长度由场地净高和顶压设备尺寸确定，从经济和施工效率考虑，宜长不宜短，一般取1.0~2.5m。桩总长由持力层深度确定。桩纵向钢筋配筋率应 $\geq 0.6\%$ ，一般配4 ϕ 12~4 ϕ 18，箍筋 ϕ 6@200。桩混凝土强度等级不应低于C30，保护层厚度为40~60mm。桩段端部的连接构造分两种情况：当采用胶锚接头时，两端应配横向焊接钢筋网片加强，每端各2~4片，上端预留锚孔，下端伸出锚筋；当采用

焊接接头时，两端均应设钢板箍。锚固接头仅用于受压，焊接接头可用于受拉、受弯等情况。对于有抗震设防要求的受压桩，桩最上四段也应采用焊接连接，其余下部桩段可采用胶锚连接。

2.3 桩土共同工作。锚杆静压桩与原有基础共同分担上部结构荷载。原则上桩土的共同工作应由计算分析确定。作为近似处理，当建筑物沉降已趋稳定，且上部结构未见裂损时，如正常情况的房屋增层时，可考虑既有建筑的荷载由土层承担，增层部分荷载由桩承担。

2.4 桩数量及布置。锚杆静压桩的数量应由上部结构荷载及单桩承载力计算确定，但必须控制压桩力不得大于该加固部分的结构自重。桩位布置应兼顾地基承载力及基础本身承载力两方面要求，并考虑土反力不均匀分布特性。对于墙基，一般应均匀对称布置于墙体两侧（详见《砖混结构加固与修复》03SG611）；对于柱下条基，应布置在柱周围及负弯矩区，除特殊情况外，一般不宜布置在跨中正弯矩区；对于独立柱基，应对称布置在柱周围基础边缘；对于筏基和箱基，应沿周边肋梁布置。对于房屋纠倾加固，应将桩布置在倾斜方向的外墙两侧。

具体工程应根据地基及基础的实际情况自行设计确定。

2.5 锚杆设计。目前压桩工艺，静压桩一般设4个锚杆。锚杆直径应根据压桩力大小，按轴心受拉计算确定，常用规格参见表1。后

地基基础加固	锚杆静压桩加固说明						图集号	08SG311-2
锚杆静压桩法							页	1-17
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		

置锚杆的锚固，一般采用钻孔以硫磺胶泥或快硬锚固胶锚固。锚固深度 h_{ef} ，当锚杆仅作为临时传力工具或兼作桩帽构造钢筋使用时，对于 $\geq C30$ 混凝土基材，取 $h_{ef} \geq 12d$ ；对于 $C20$ 混凝土基材，取 $h_{ef} \geq 13d$ ；对于 $C15$ 混凝土基材，取 $h_{ef} \geq 15d$ ；所有情况，均不应小于 $300mm$ 。为增强锁键锚固作用，端部应做镦粗处理，或焊接钢筋箍环。锚杆露出承台顶面长度应满足压桩机具要求，一般不应小于 $120mm$ 。锚杆离开基础边缘的距离及离开压桩孔边的净距不应小于 $200mm$ ，离开墙、桩及肋梁边缘的距离不宜小于 $150mm$ 。

表1 锚杆规格与容许压桩力的关系

公称直径 (mm)	应力截面积 A_s (mm ²)	容许压桩力 [N] (4根锚杆时) (kN)
M22	303	364
M24	352	422
M27	459	551
M30	561	673

注：锚杆按HRB335级钢筋考虑， $f_y = 300MPa$ 。

2.6 桩与基础的连接。桩与基础应有可靠的连接，基础应满足因设桩后而造成的抗弯、抗冲切和抗剪等承载力变化和要求。压桩孔宜为上小下大的正方棱台状（方桩）或圆锥状（圆桩），孔口上边宜比桩截面大 $50mm$ ，下边宜大 $100mm$ ，压桩完毕后压桩孔以 $\geq C30$ 微膨胀早强混凝土浇灌填实；桩头嵌入承台内的长度应为 $50 \sim 100mm$ ；嵌固桩头部位的承台厚度不宜小于 $350mm$ ；否则，应设钢筋混凝土桩帽，桩帽配筋为 $2\phi 16$ ，成十字交叉与锚杆焊接，并

与压桩孔一道浇筑混凝土，桩帽突出基面的厚度不得小于 $150mm$ ；当桩承受拉力或有特殊要求时，桩顶四角应伸出受拉锚固钢筋，锚入承台内的长度应 $\geq l_a$ ；桩离承台边缘的净距不宜小于 $200mm$ 。

2.7 基础承载力不满足压桩要求时的加固处理。当既有建筑基础承载力不满足压桩所施反力时，应对基础进行加固补强，基础加固补强方法很多，详见基础加固；当基础因形状和尺寸所限不满足操作要求时，应局部增设钢筋混凝土挑梁、抬梁或牛腿作为压桩反力承台。

3 锚杆静压桩施工

3.1 压桩力大小确定。压桩力应根据设计要求的单桩容许承载力确定，对触变性土（粘性土），压桩力可取 $1.3 \sim 1.5$ 倍单桩容许承载力。根据压桩力选定相应的压桩设备和锚杆规格。

3.2 压桩施工工艺流程。应结合具体工程条件拟定，一般可采用图1流程图。

3.3 压桩施工应遵守的技术操作

3.3.1 压桩架始终保持垂直，均衡拧紧锚固螺栓螺帽，压桩过程中随时紧固松动的螺帽。

3.3.2 桩段就位必须垂直，千斤顶与桩段轴线应始终保持在同一垂直线上，不得偏压。压桩时，桩顶应垫钢板或麻袋，套上钢桩帽，防止桩顶压碎。

3.3.3 不宜数台压桩机同时在一个独立柱基上施工。压桩力总和不得超过既有建筑物的自重，以防止基础上抬造成结构损坏。

地基基础加固	锚杆静压桩加固说明						图集号	08SG311-2
锚杆静压桩法							页	1-18
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜	页	1-18

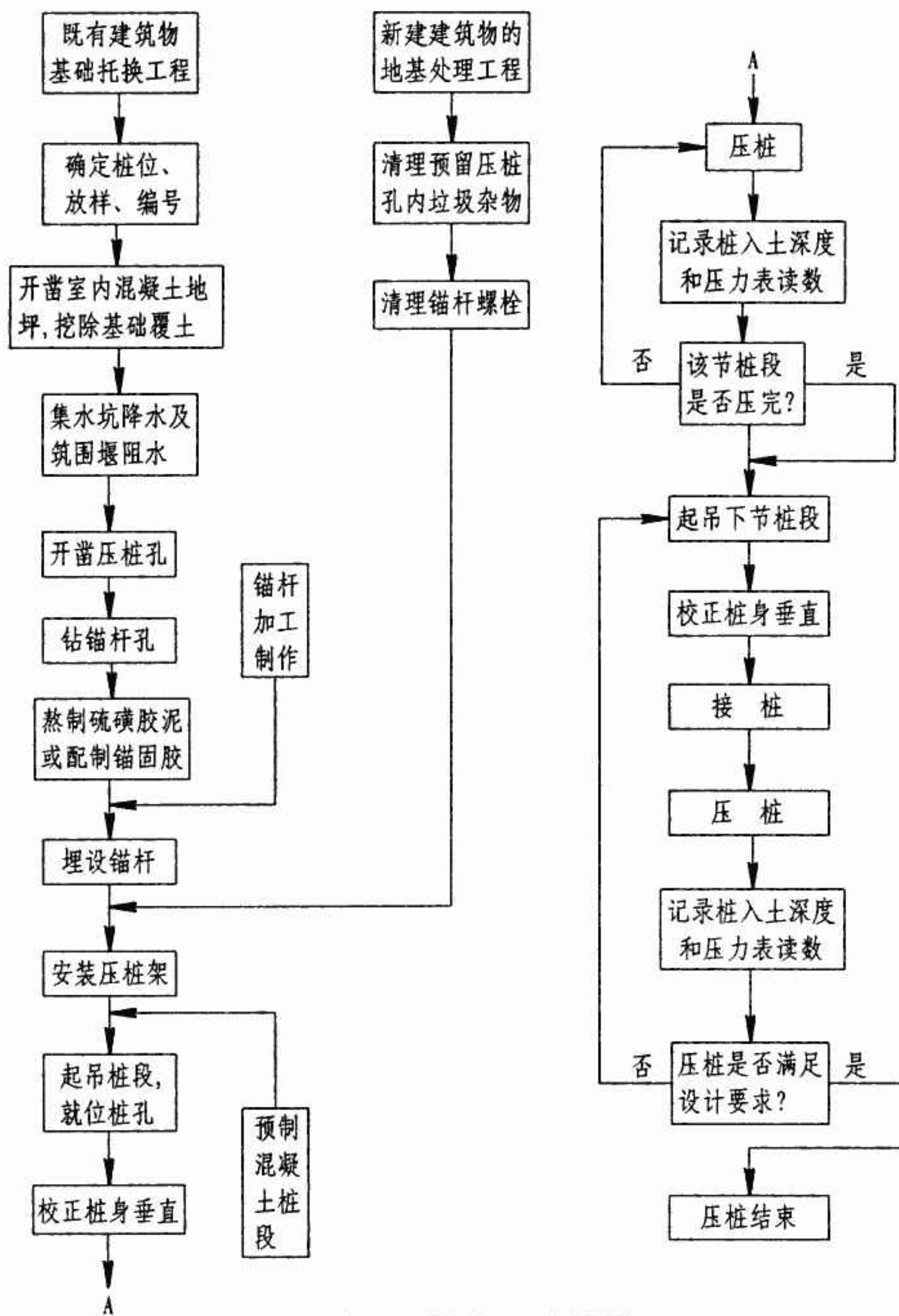


图1 压桩施工流程图

3.3.4 压桩施工应一次到位。如必须中途停顿时, 桩尖应停留在软弱土层中, 且停歇时间不宜超过24h。

3.3.5 采用焊接接桩时, 应清除表面铁锈, 进行满焊, 确保质量。

3.3.6 接桩应准确可靠。上节桩先经对中整平, 后吊起100mm, 于下节桩锚孔中浇灌硫磺胶泥或快硬锚固胶, 并立即将上节桩垂直放下, 注意插筋与锚孔应密合, 间隙应均匀, 灌胶应饱满, 接头侧面应平整光滑, 上下桩面应充分粘结。待硫磺胶泥或快硬锚固胶固化(常温下, 硫磺胶泥约5min, 快硬锚固胶约20min)后, 方可继续压桩施工; 当环境温度低于5℃时, 应对插筋和锚孔做表面加温处理。

3.3.7 硫磺胶泥的重量配合比, 一般为硫磺: 水泥: 砂: 聚硫橡胶 = 44: 11: 44: 1。熬制硫磺胶泥的温度应严格控制在140~145℃范围内, 浇筑时温度不得低于140℃, 硫磺胶泥的主要物理力学性能指标见表2。

3.3.8 对于压桩力已达设计要求, 但深度未到设计标高时, 在征得设计单位同意后方可终止压桩, 并对外露桩头进行切除。

3.3.9 桩与基础的连接——封桩, 是整个压桩施工中的关键工序之一, 必须认真进行, 封桩施工流程框图见图2。封桩混凝土, 包括桩帽混凝土, 应采用微膨胀早强混凝土, 其配合比可按表3采用, 塌落度为20~40mm。

地基基础加固	锚杆静压桩加固说明						图集号	08SG311-2
锚杆静压桩法							页	1-19
审核	李东彬	校对	陈瑜	设计	万墨林	万墨林		

3.3.10 锚杆静压桩质量检验按《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123-2000规定进行。

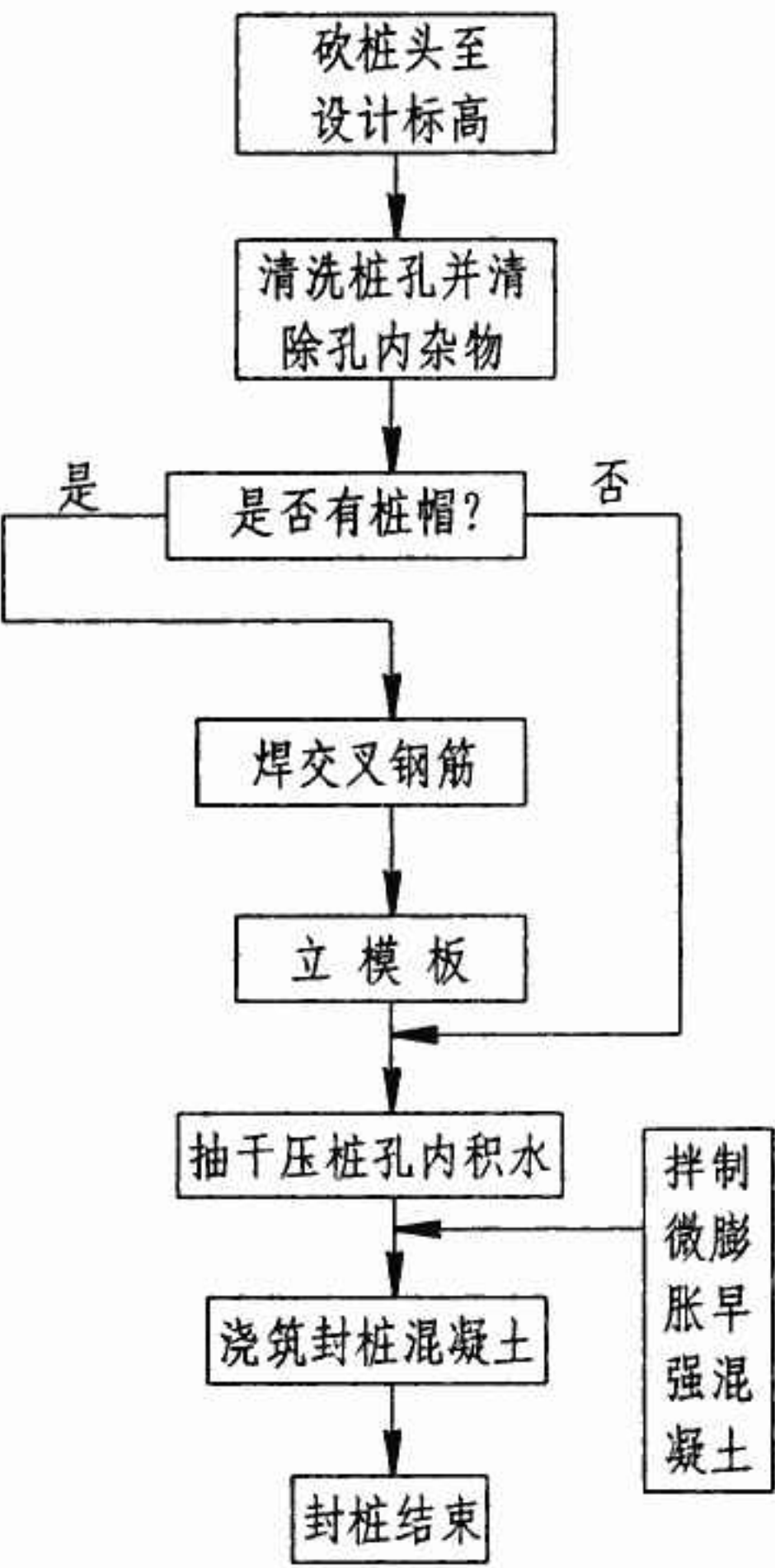


图2 封桩施工流程图

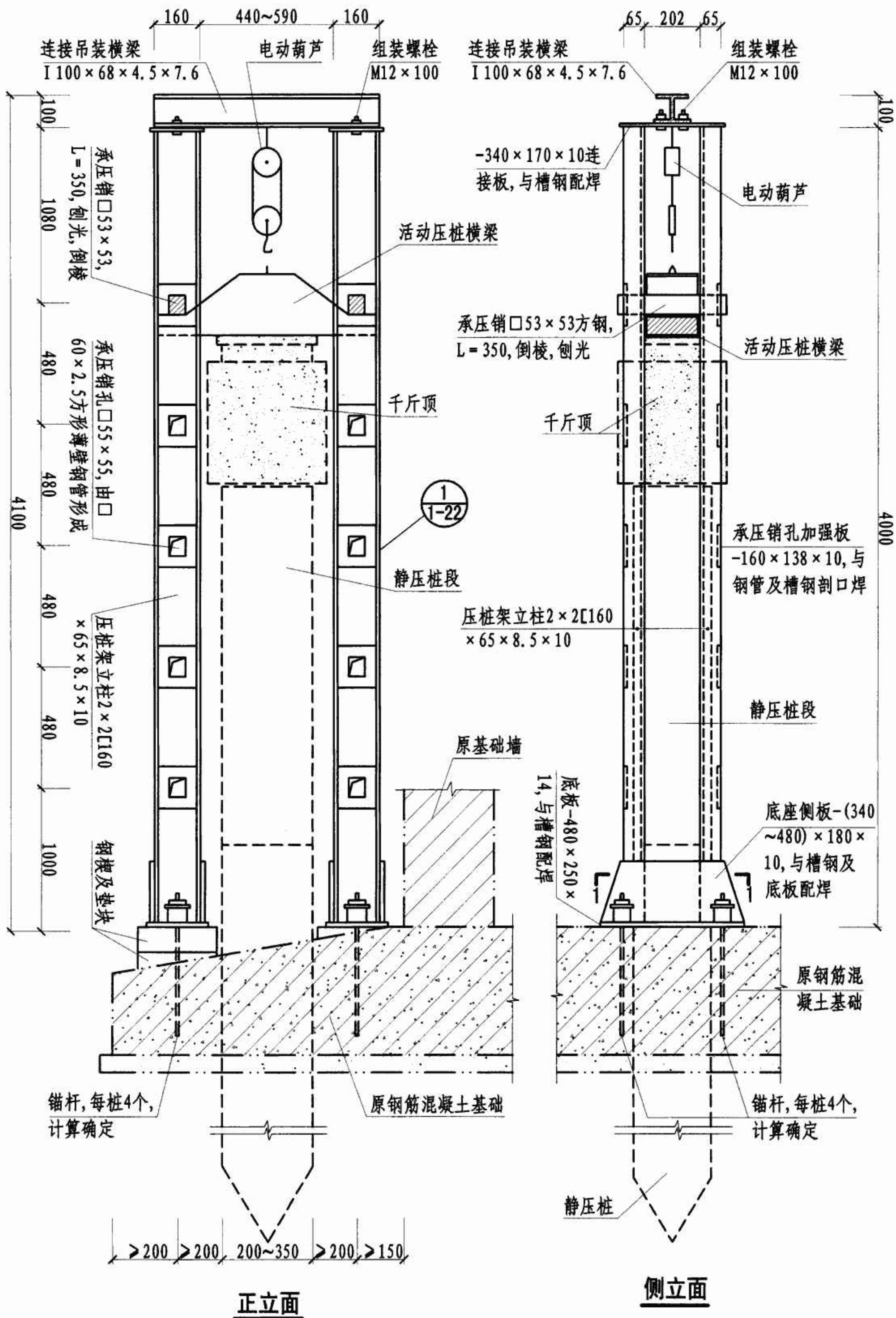
表2 硫磺胶泥主要物理力学性能指标

物理力学性能	性能指标
热变性	强度在60℃以内无明显影响；120℃时随着温度升高，由稠变稀；到140~145℃时，密度最大且和易性好；170℃时开始沸腾；超过180℃时开始焦化，遇火即燃烧
密度	2.28~2.32g/cm ³
吸水率	0.12%~0.24%
耐酸性	在常温下能耐盐酸、硫酸、磷酸、40%以下的硝酸、25%以下的酪酸、中等浓度乳酸和醋酸
弹性模量	5×10 ⁴ MPa
抗拉强度	4MPa
抗压强度	40MPa
抗弯强度	10MPa
握裹强度	与螺纹钢筋为11MPa；与螺纹孔混凝土为4MPa
疲劳强度	参照混凝土的试验方法，当疲劳应力比值ρ为0.38时，疲劳强度修正系数γ _p >0.8

表3 微膨胀早强混凝土的配合比

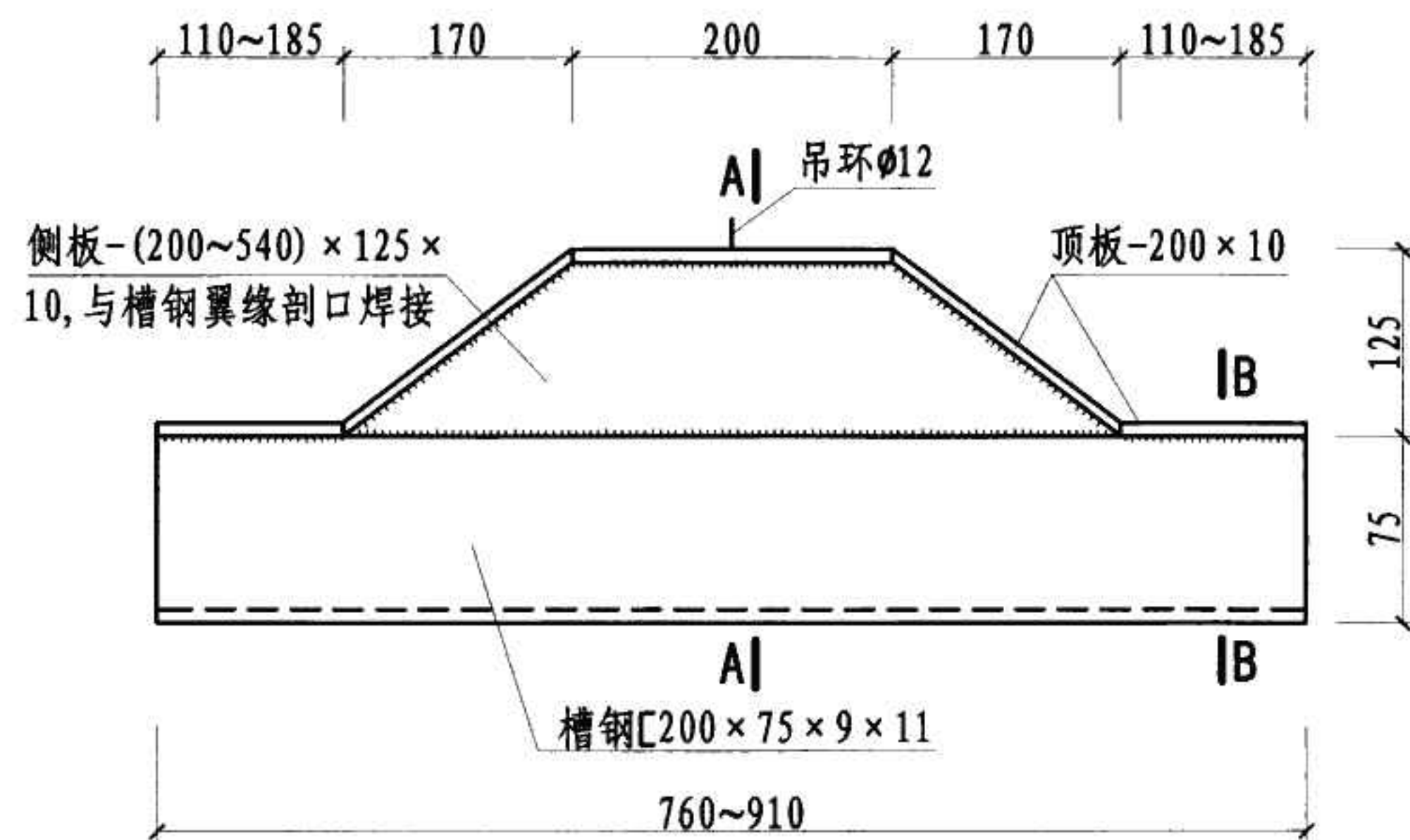
强度等级	水泥 (42.5、52.5)	水	中砂	碎石(5~40mm)	UEA微膨胀剂
C30	424/1	180/0.425	581/1.37	1286/3.033	水泥用量的12%
C35	474/1	180/0.38	565/1.192	1250/2.637	水泥用量的12%
C40	440/1	180/0.409	576/1.309	1274/2.895	水泥用量的12%

注：1.表中“/”的分子为1m³混凝土的材料用量，单位为kg；分母为配比。
2.C30和C50所用水泥强度等级为42.5，C40所用水泥强度等级为52.5。

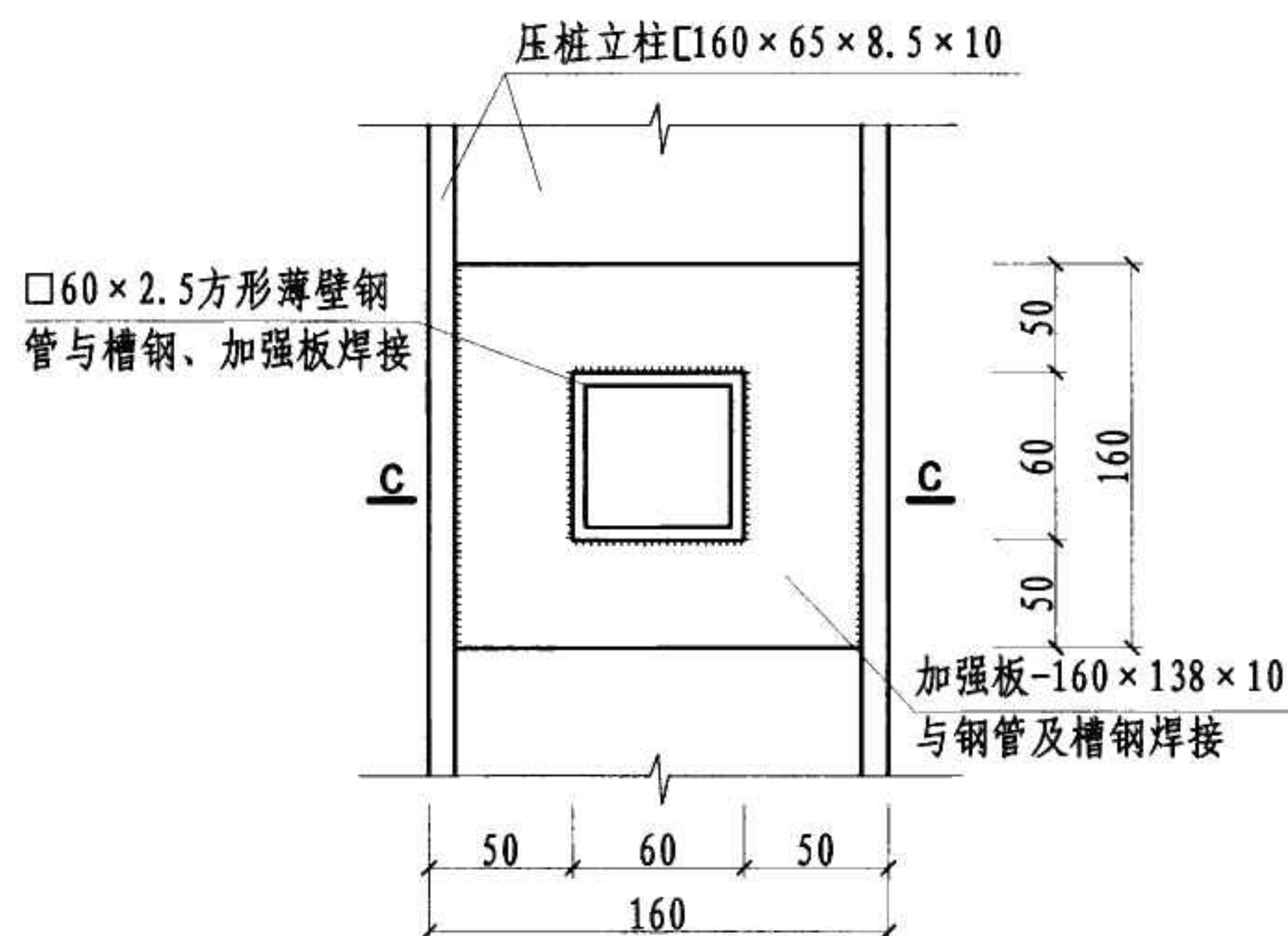
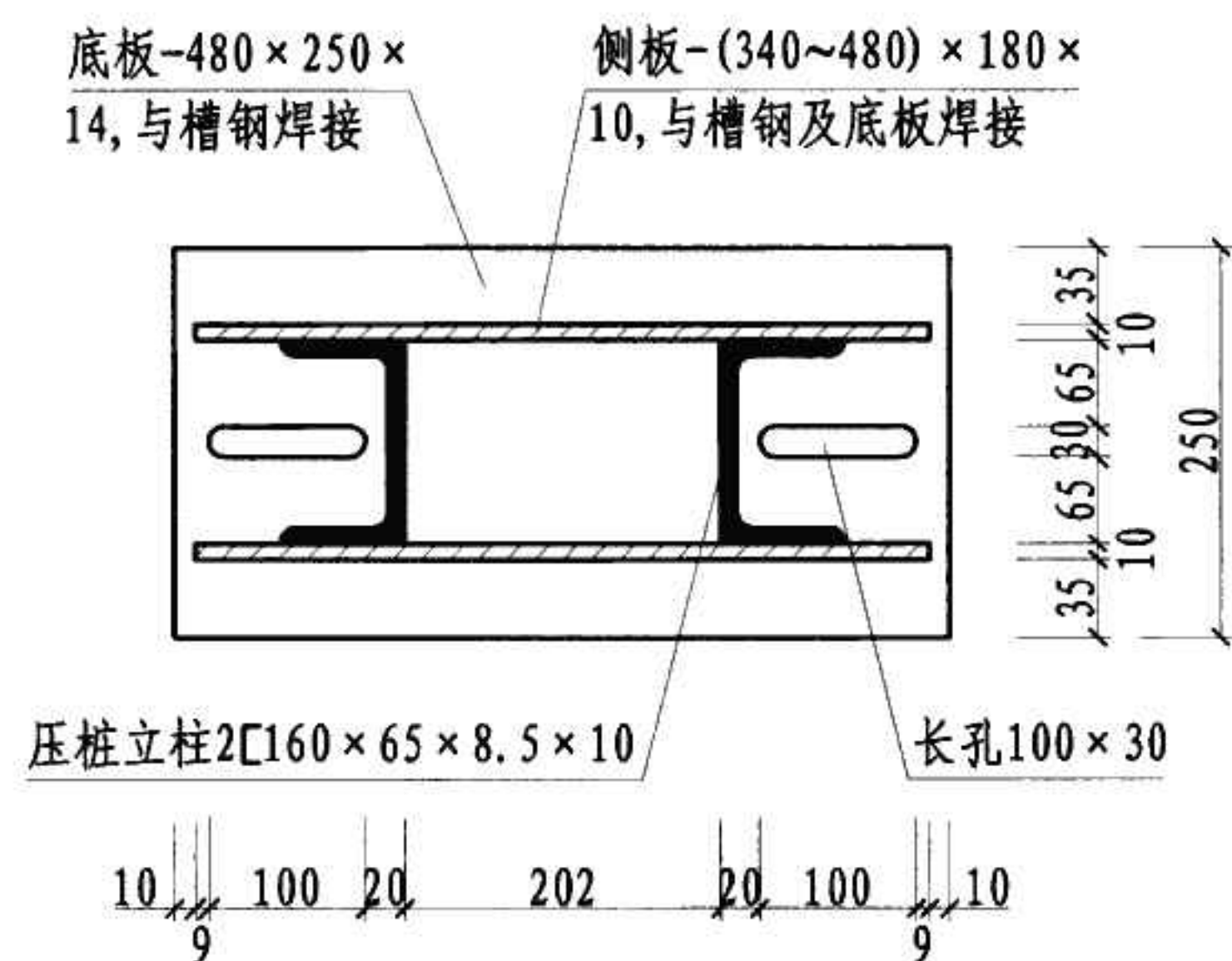
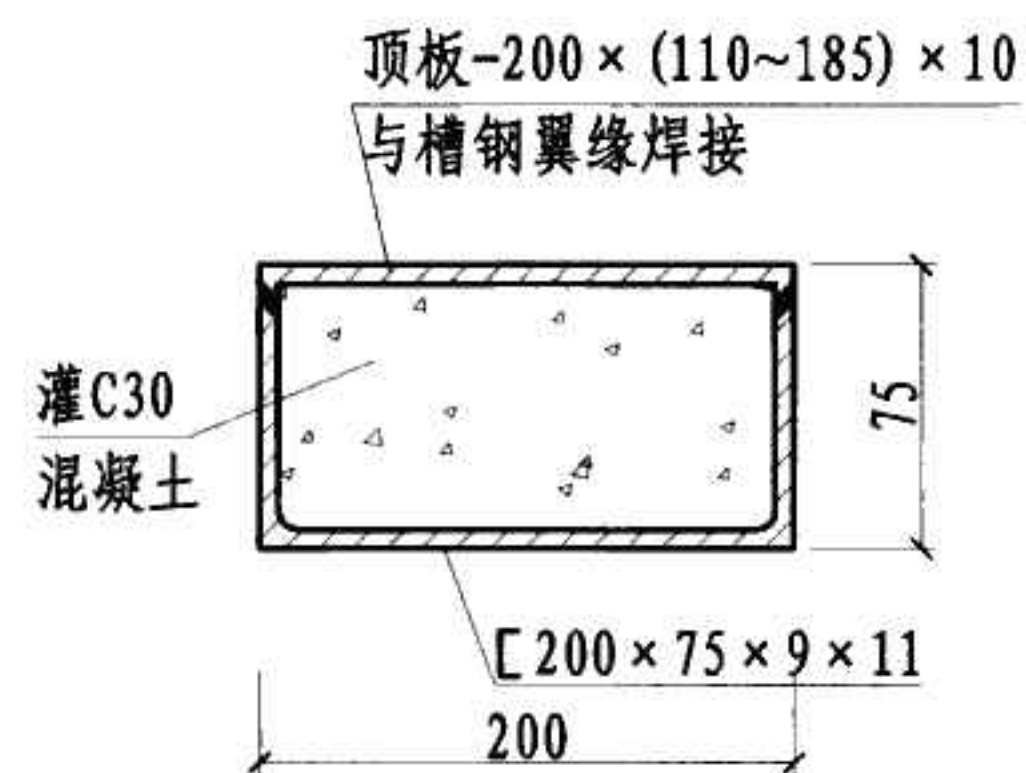
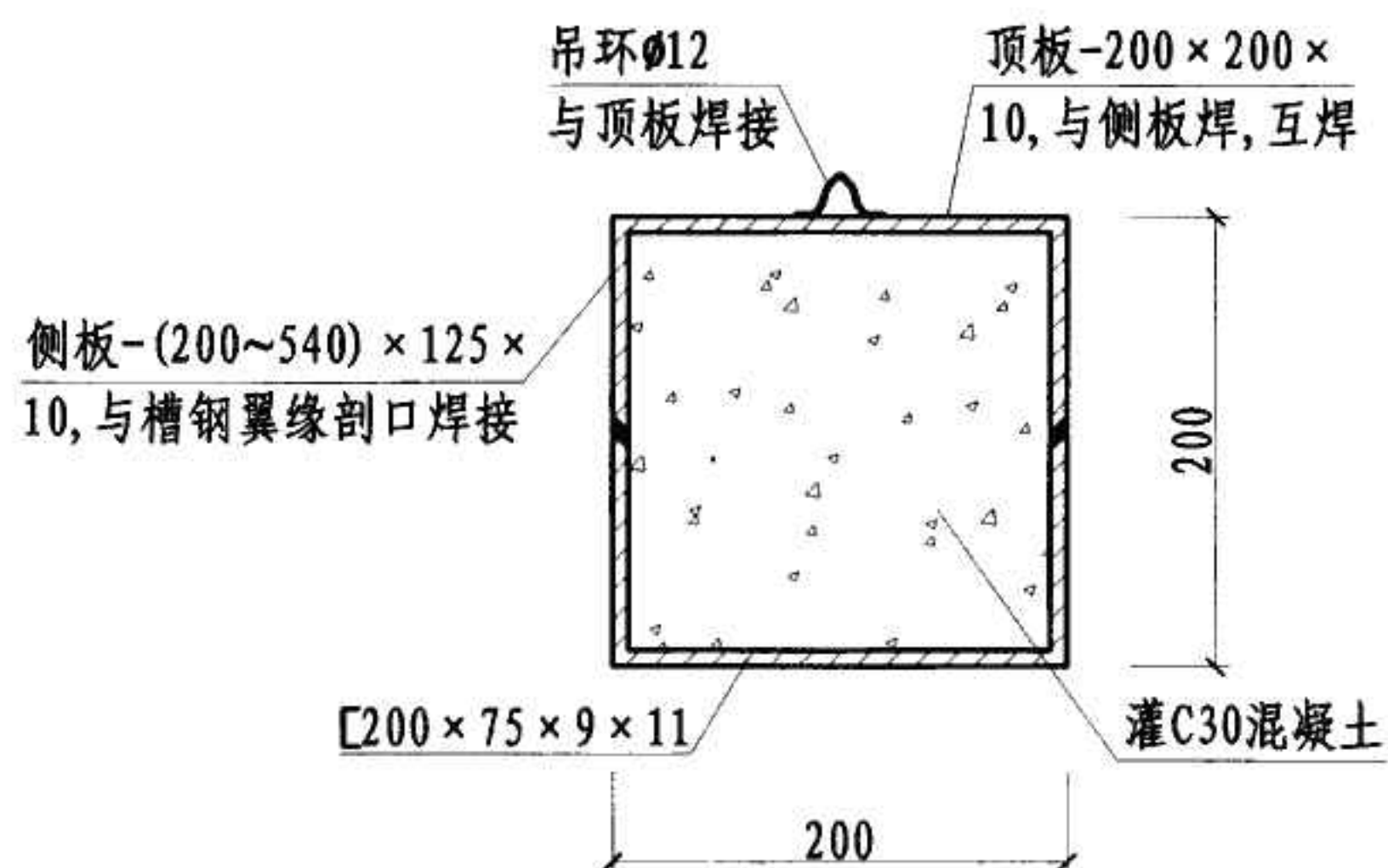


注: 1. 本图以4.1m净高为例。
2. 剖面1-1详见本图集第1-22页。

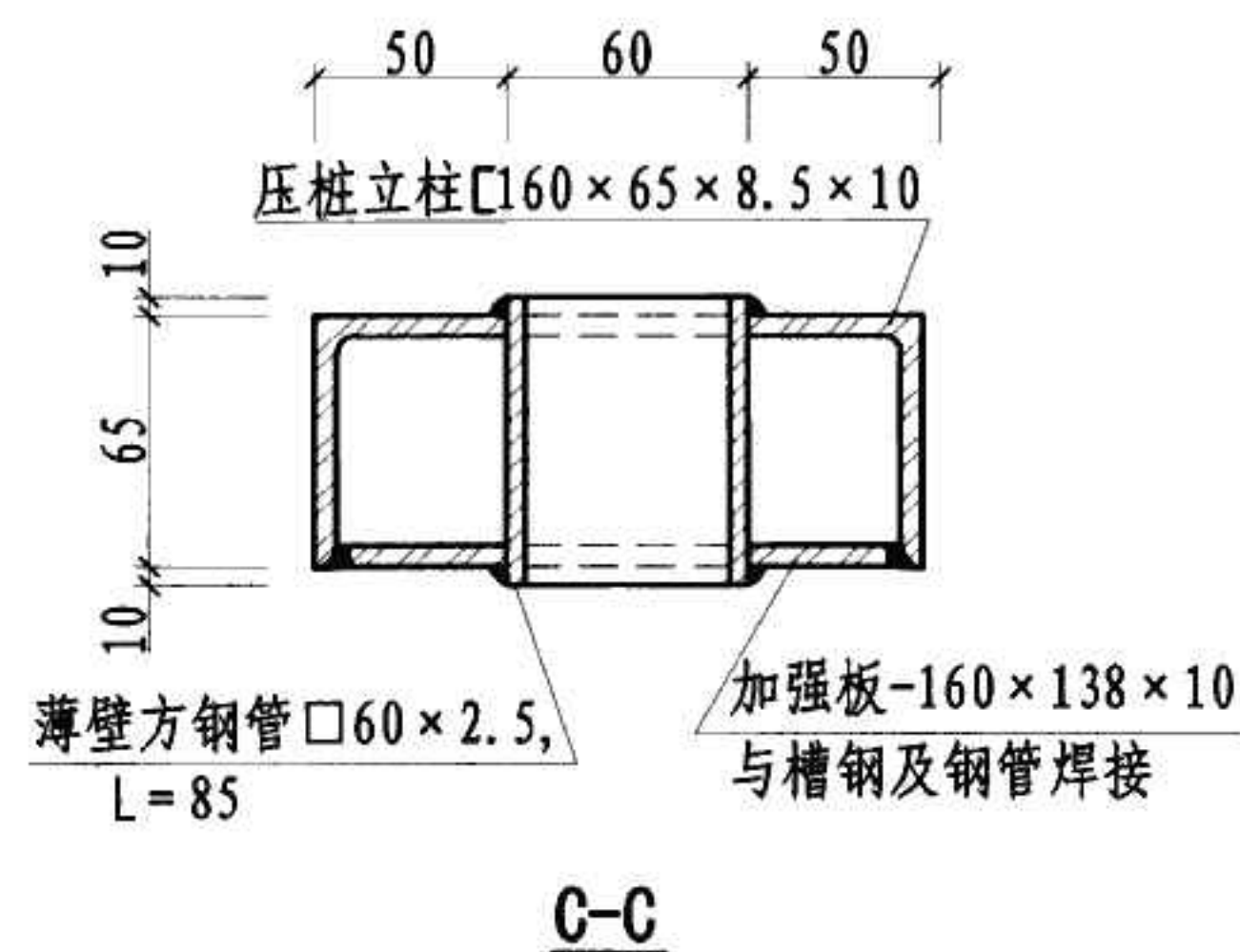
地基基础加固	锚杆静压桩工作原理及机架组装图				图集号	08SG311-2
锚杆静压桩法	审核	李东彬	校对	陈瑜	设计	万墨林 万墨林
	页	1-21				



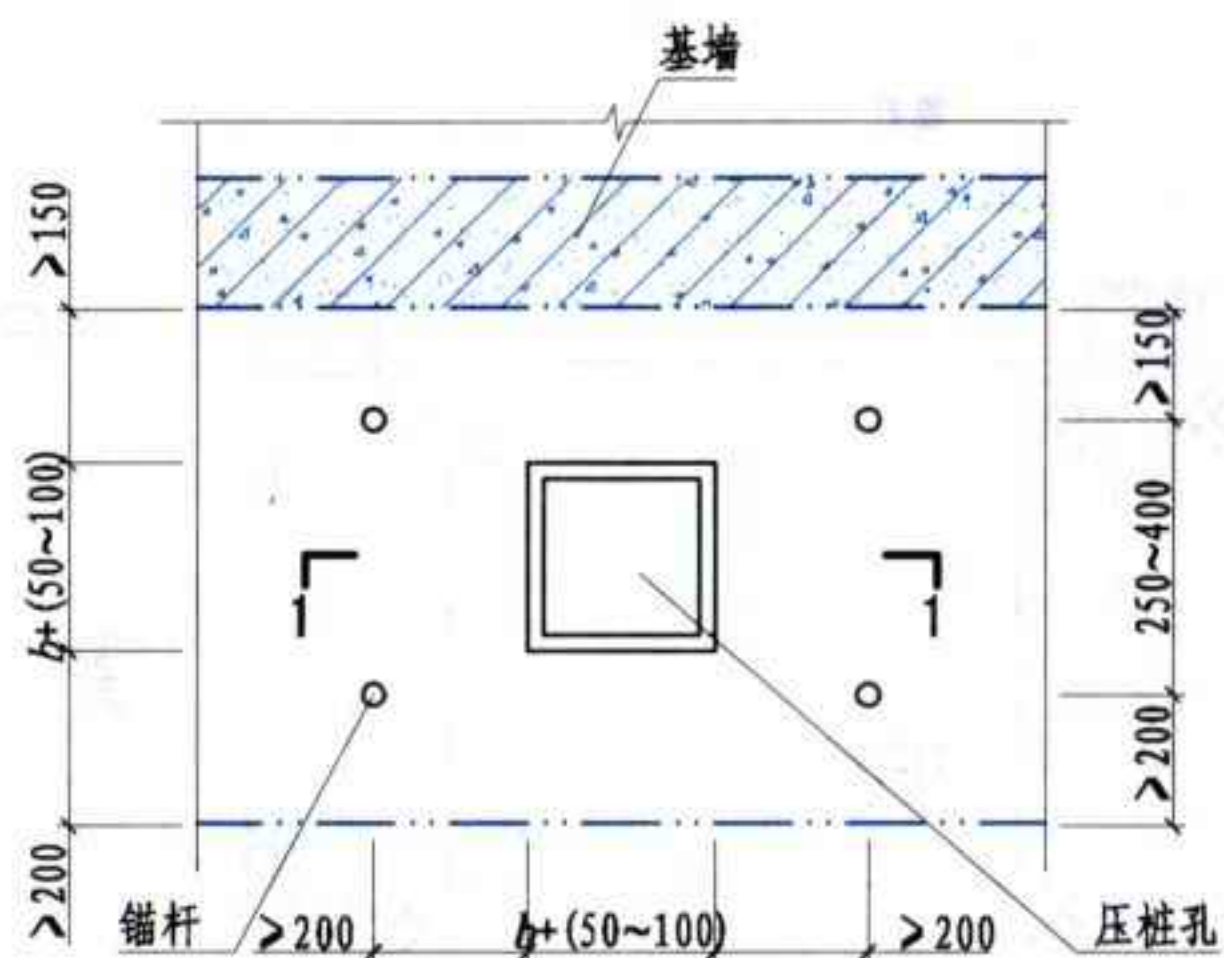
活动压桩横梁



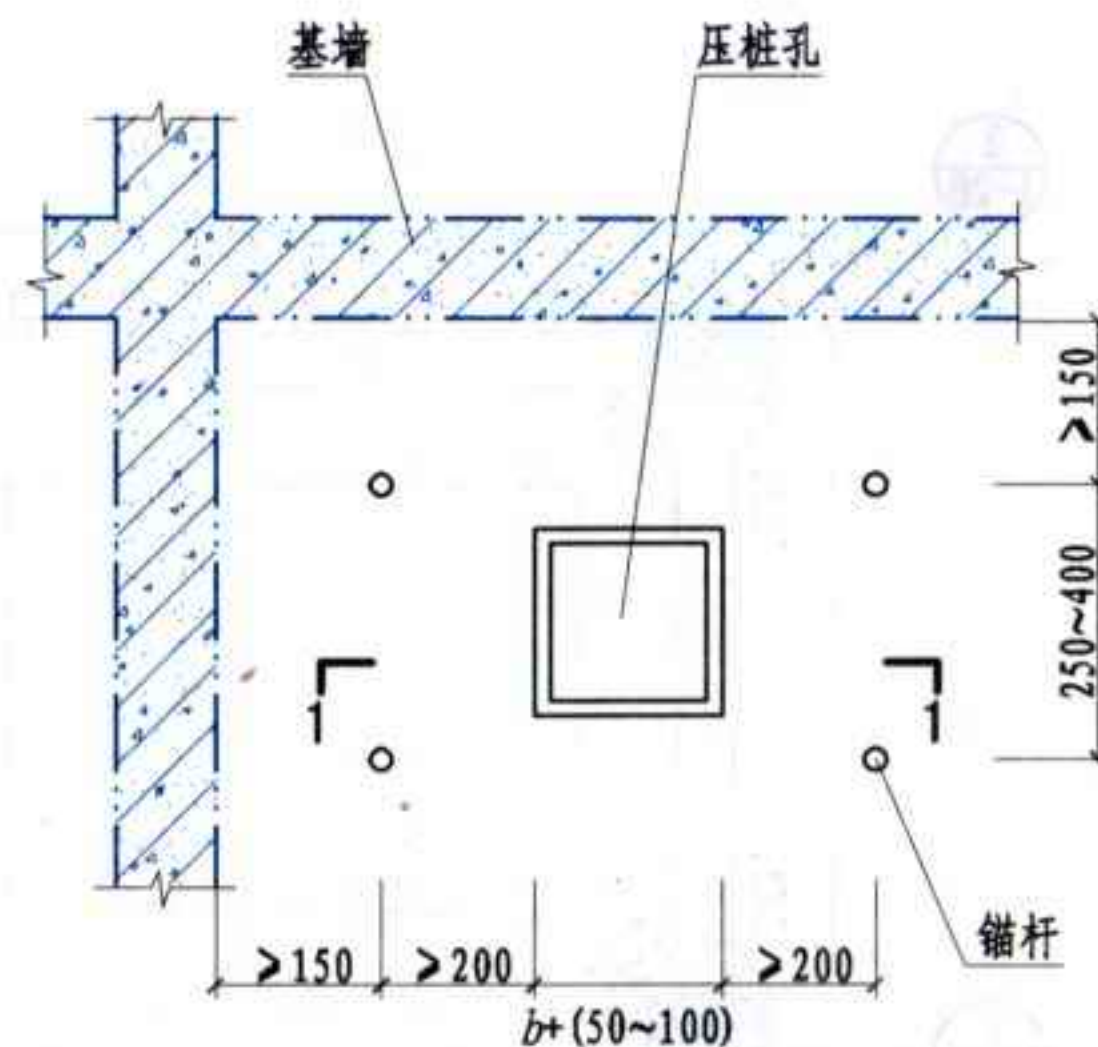
1 承压销孔



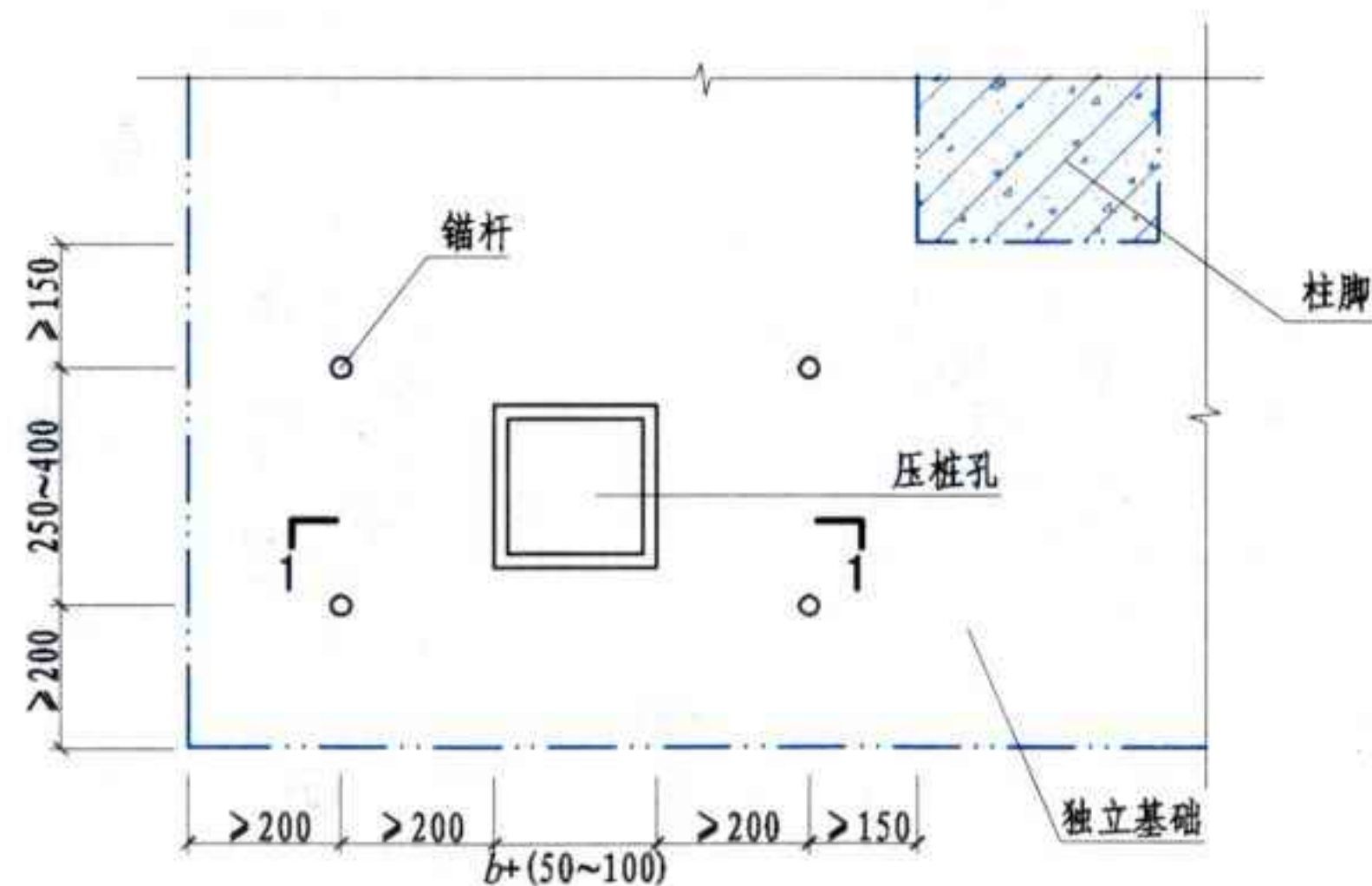
地基基础加固	机架节点及部件详图						图集号	08SG311-2
锚杆静压桩法							页	1-22
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜	设计	万墨林



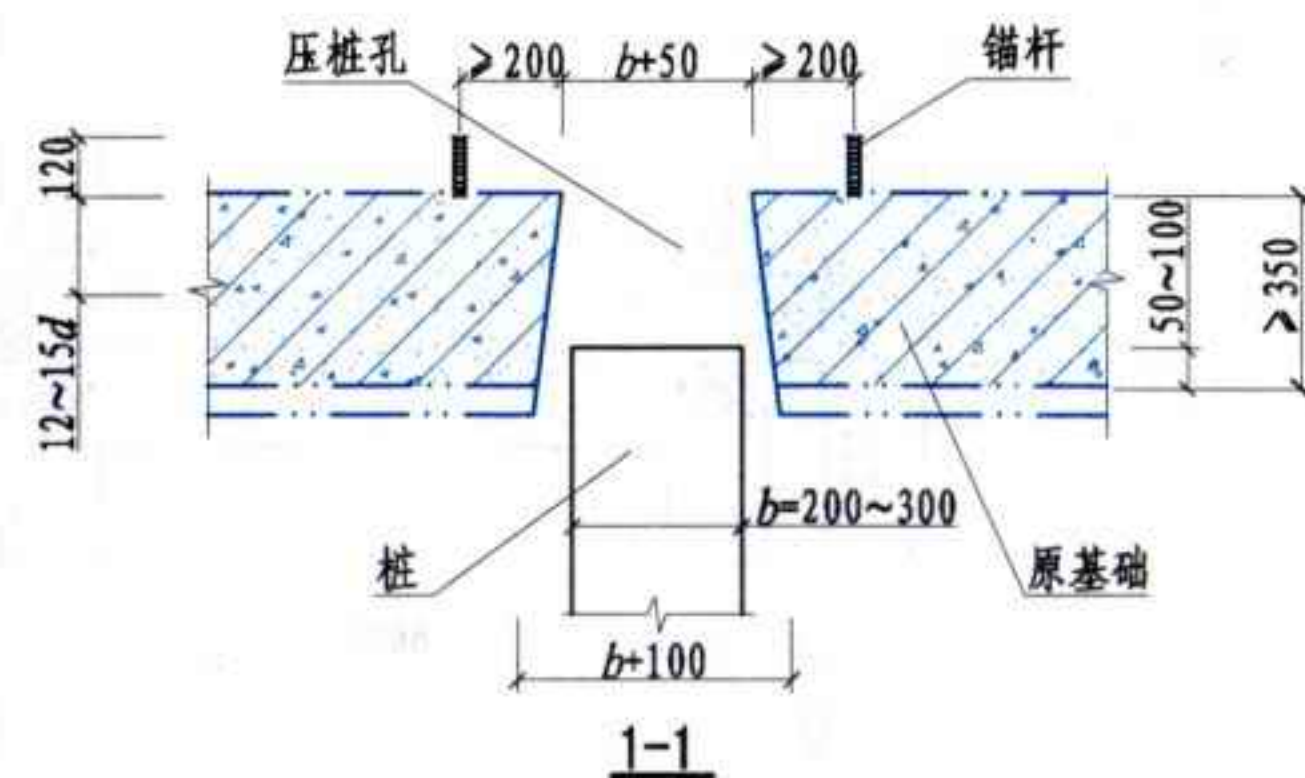
条形基础



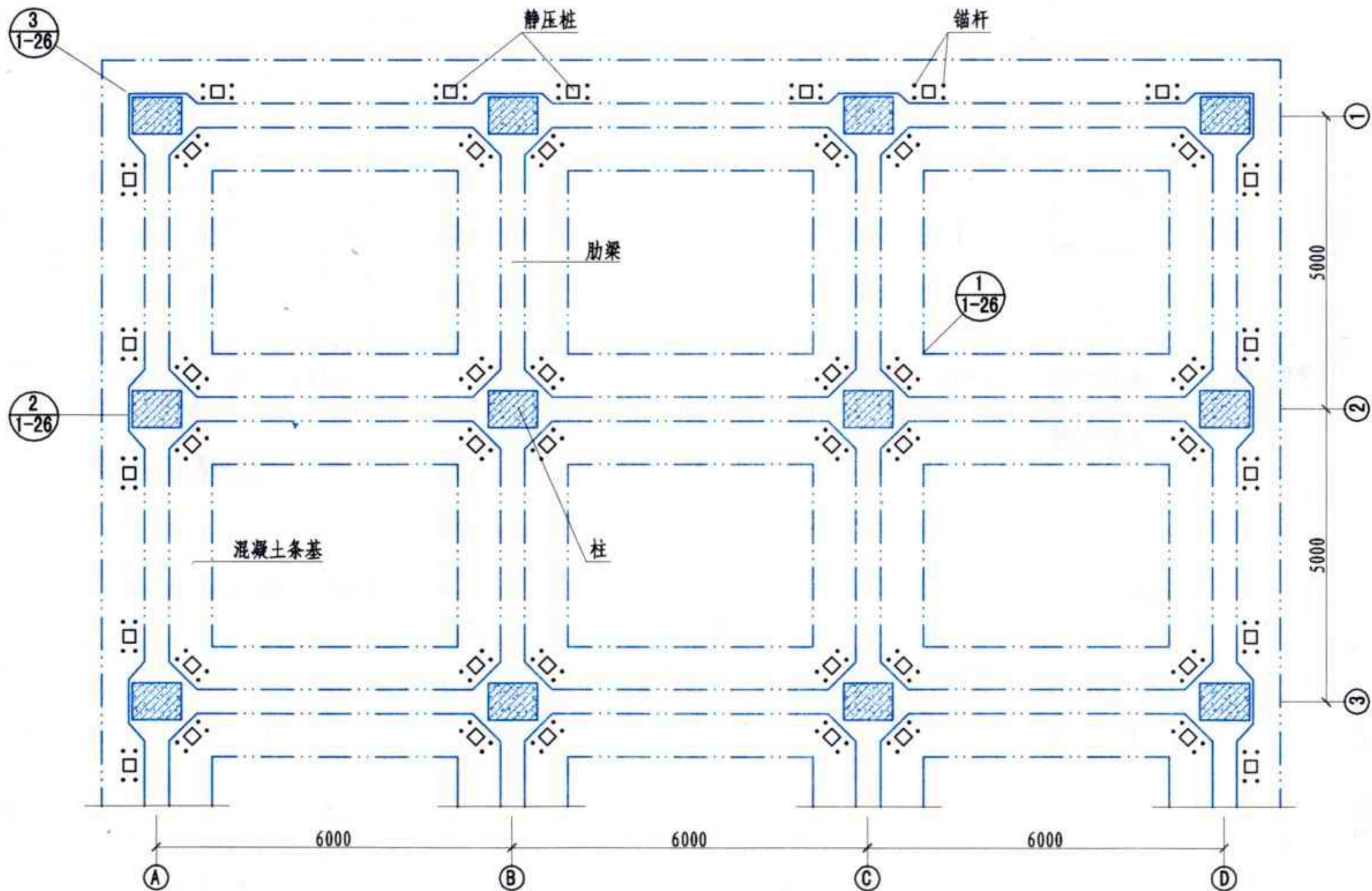
正交条形基础角部



独立基础

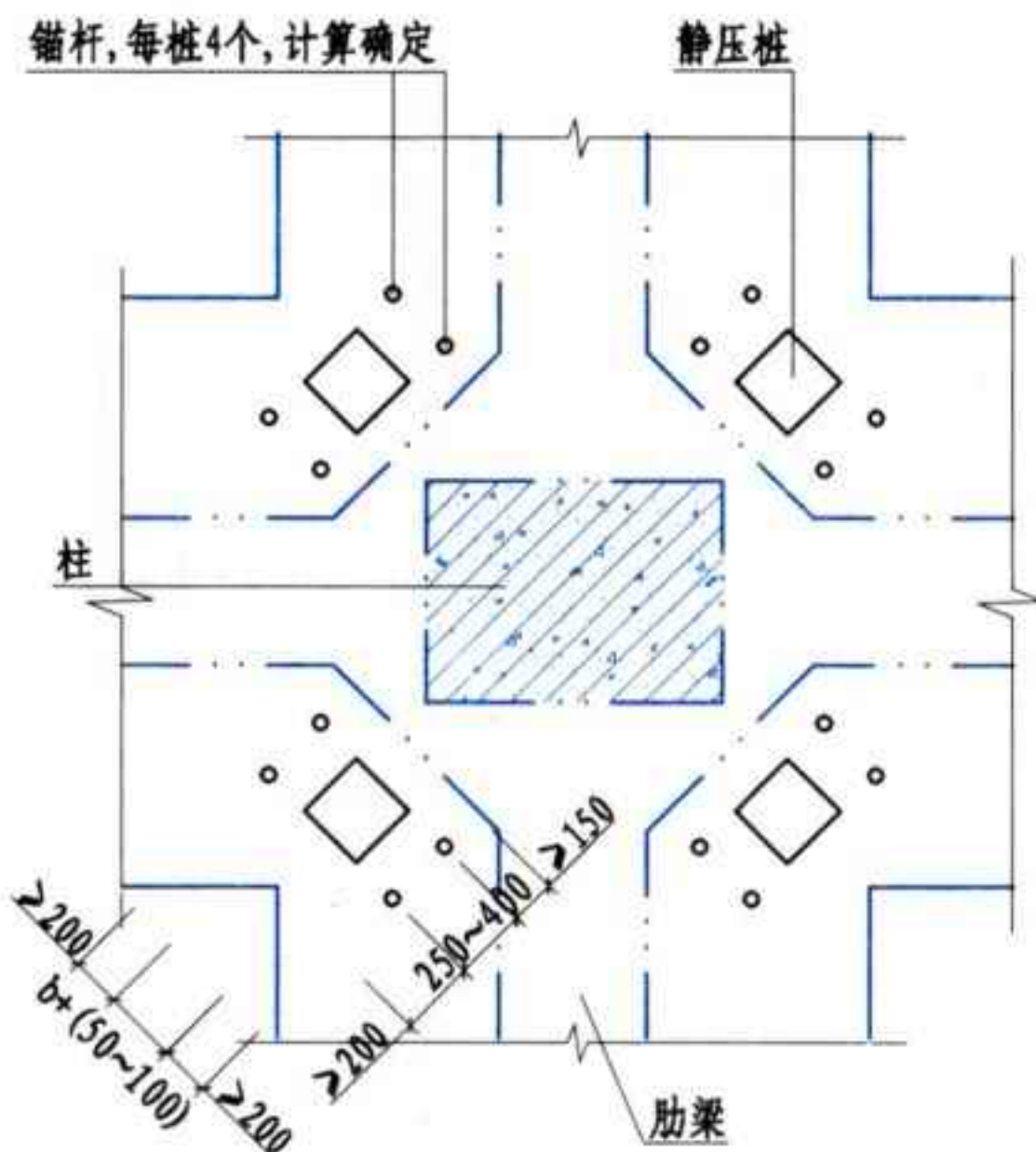


地基基础加固	锚杆、压桩孔、桩与原结构的相对位置						图集号	08SG311-2
锚杆静压桩法							页	1-24
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		

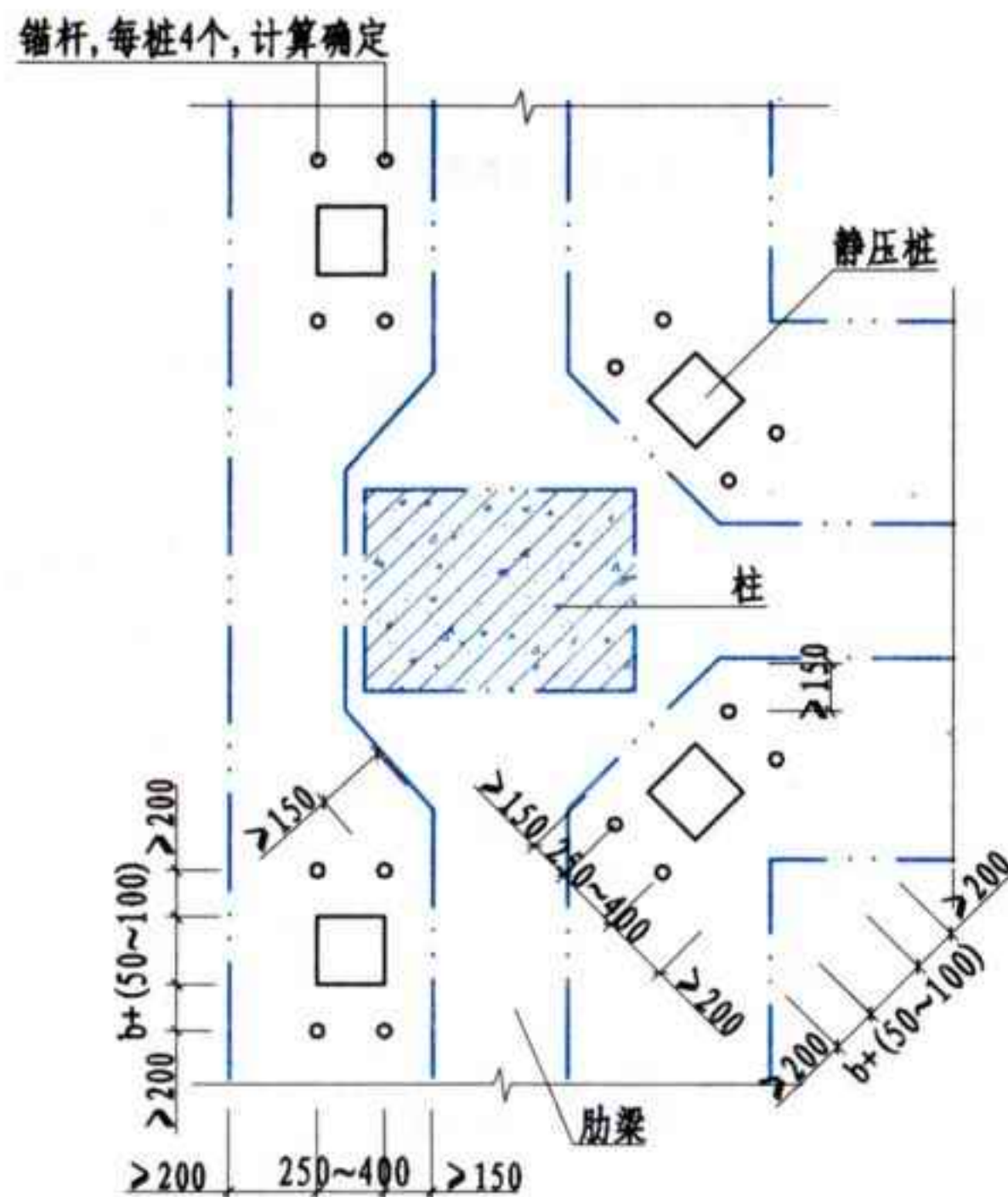


注：墙下条形基础锚杆静压桩加固详见标准图集《砖混结构加固与修复》03SG611。

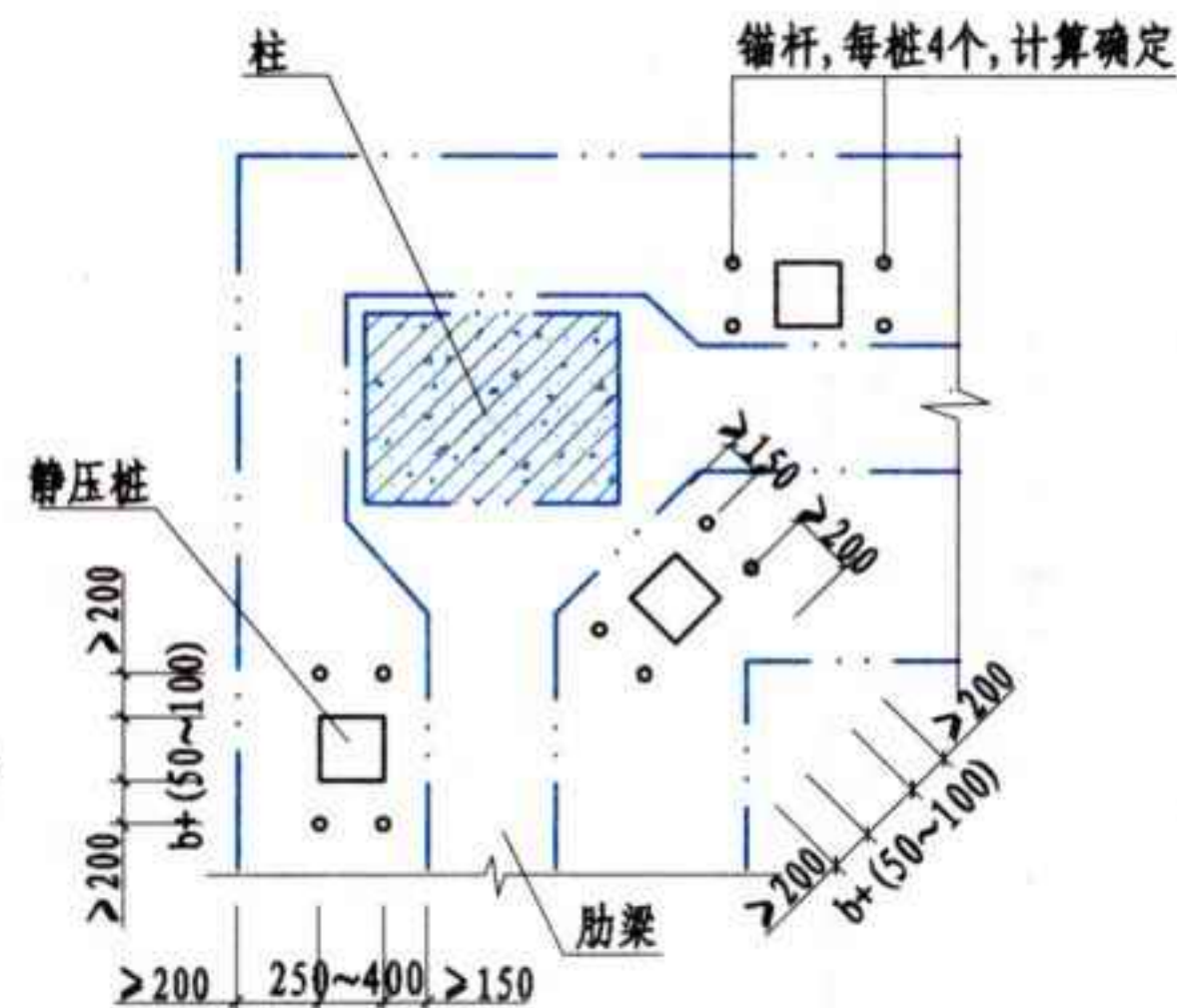
地基基础加固	柱下条形基础加固布桩图					图集号	08SG311-2
锚杆静压桩法						页	1-25
审核 李东彬	设计 万墨林	校对 陈瑜	设计 万墨林	设计 万墨林			



1

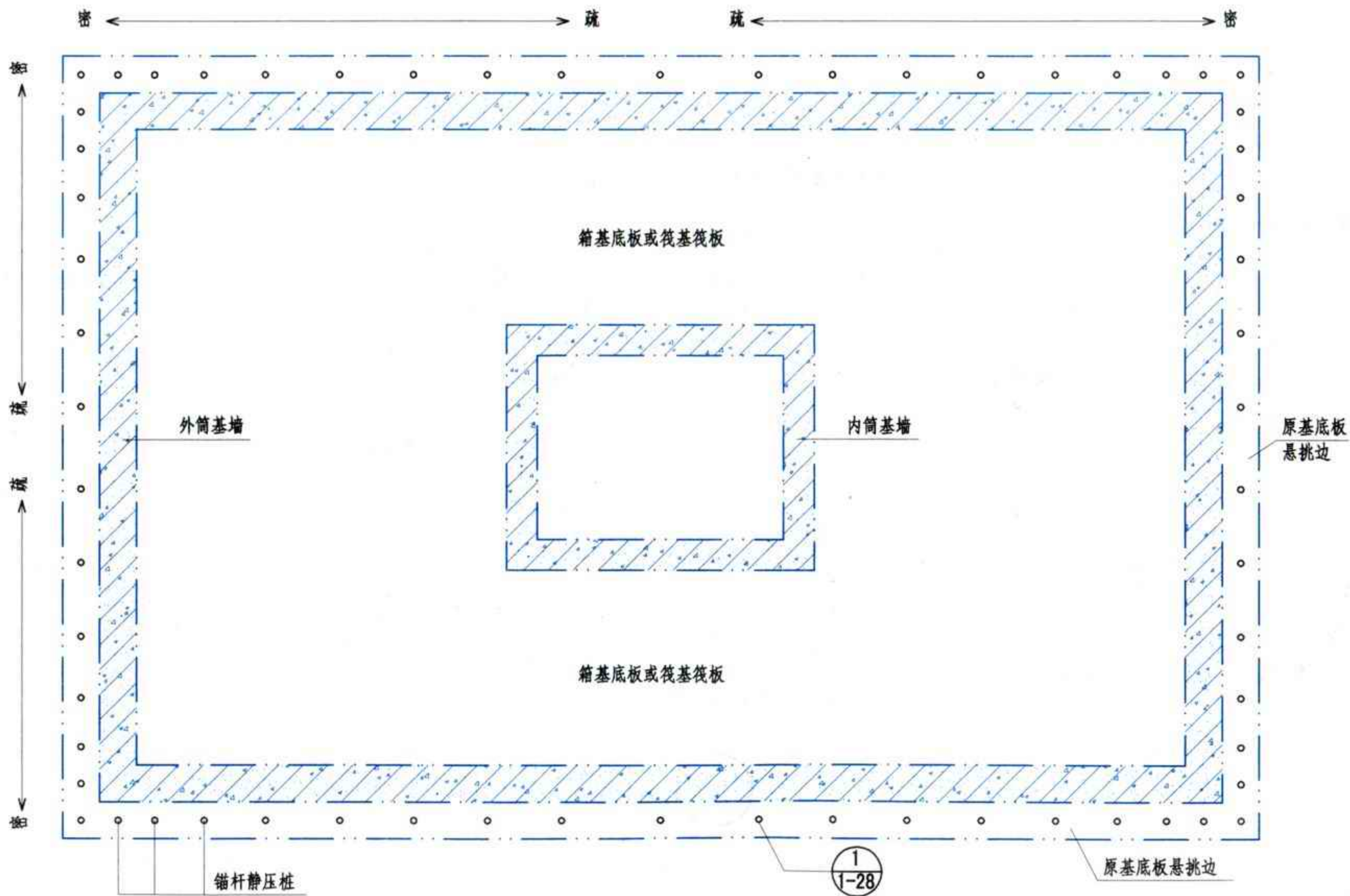


2



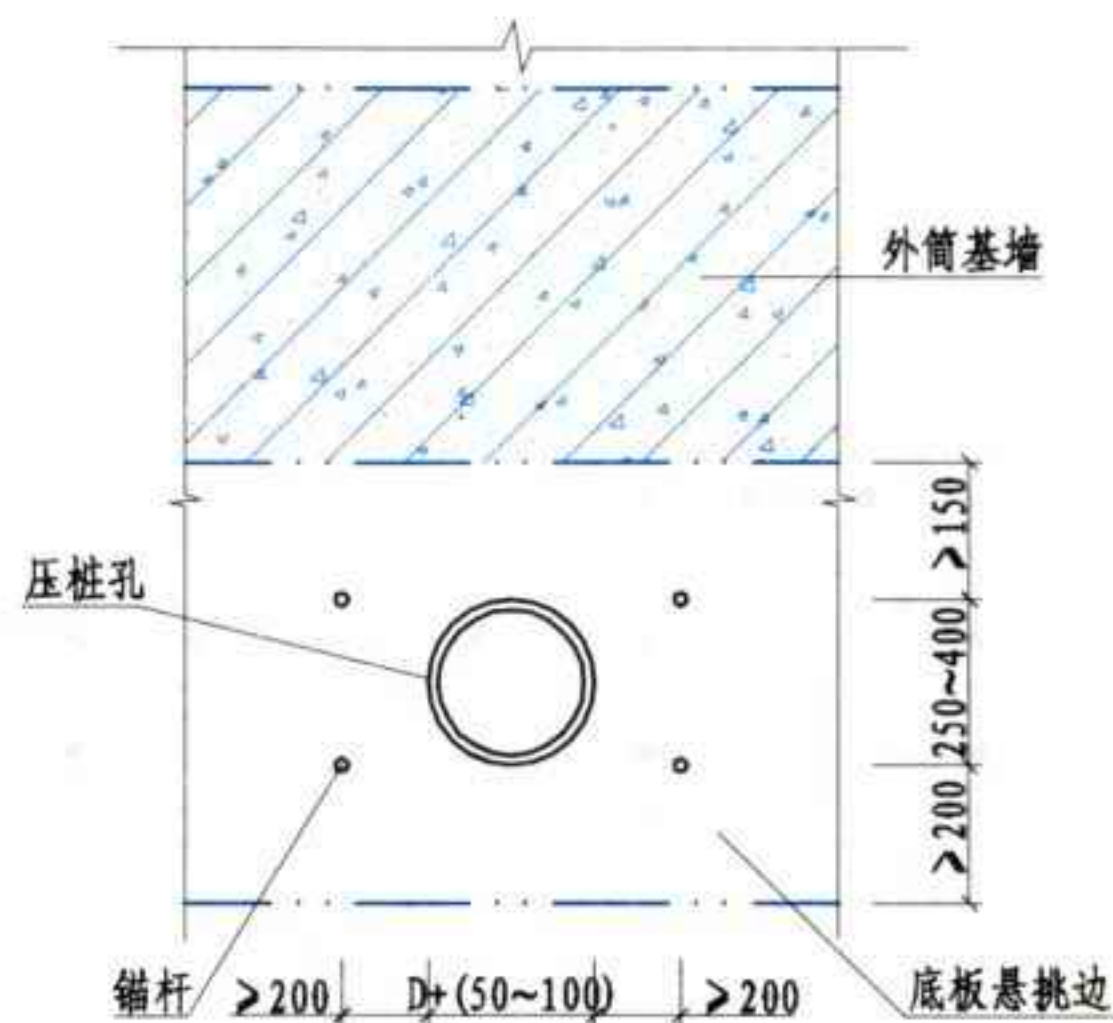
3

地基基础加固	柱下条形基础加固节点详图						图集号	08SG311-2
锚杆静压桩法							页	1-26
审核 李东彬	设计 万墨林	校对 陈瑜	设计 万墨林	设计 万墨林	设计 万墨林	设计 万墨林		

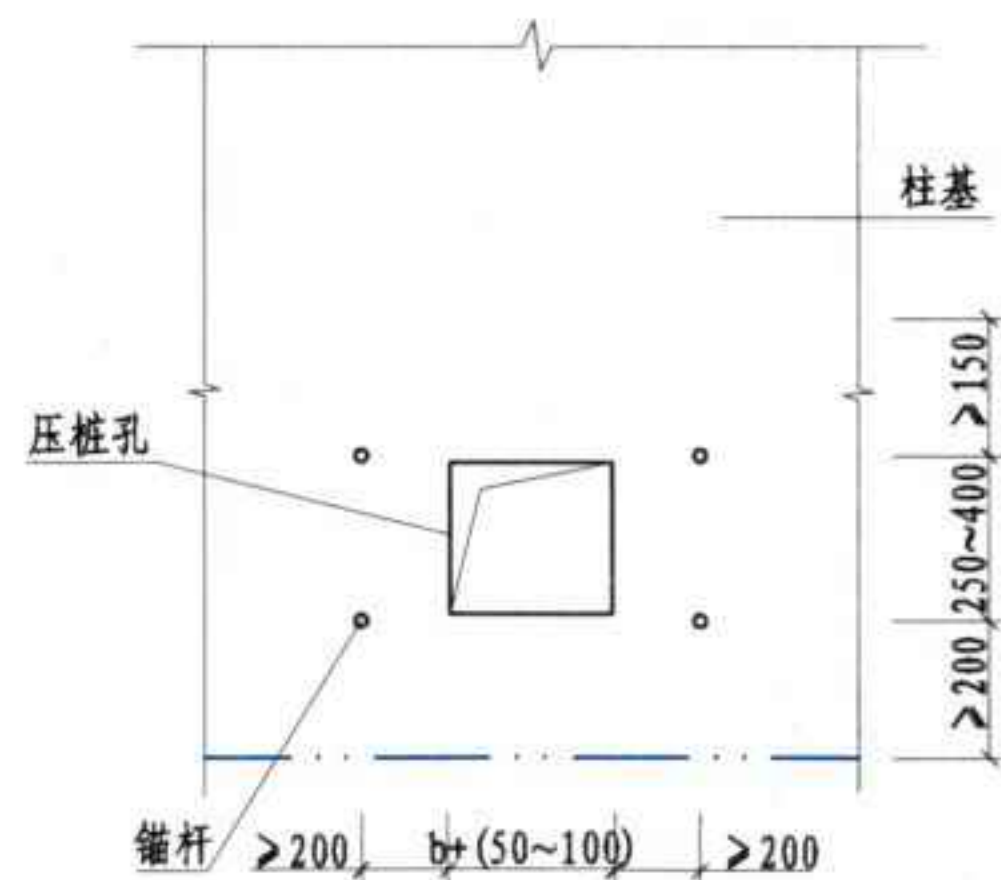


注：本图以筒中筒采用钢管桩加固为例。

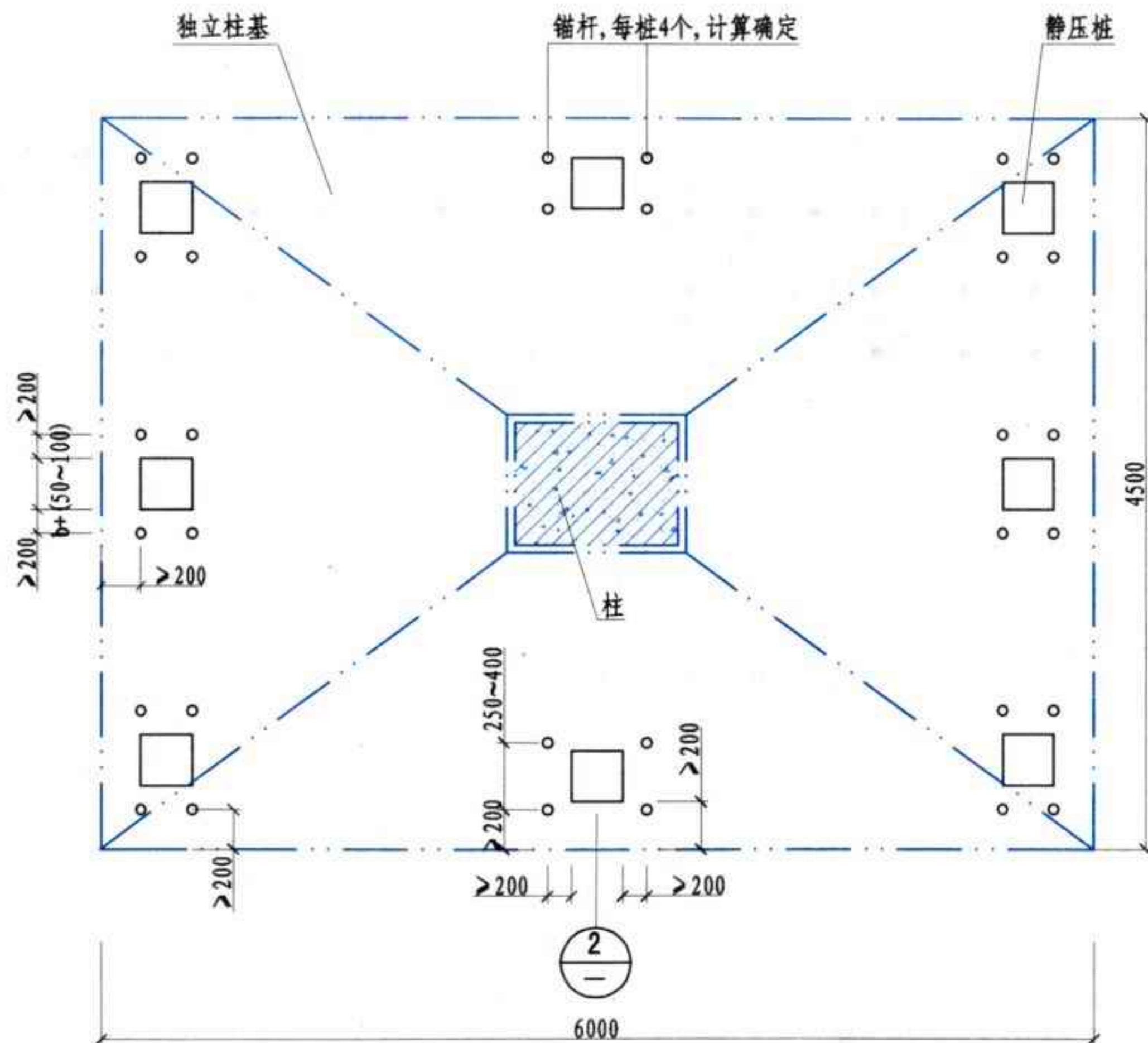
地基基础加固	箱基、筏基加固						图集号	08SG311-2
锚杆静压桩法							页	1-27
审核	李东彬	设计	陈瑜	设计	万墨林	万墨林		



1 钢管桩



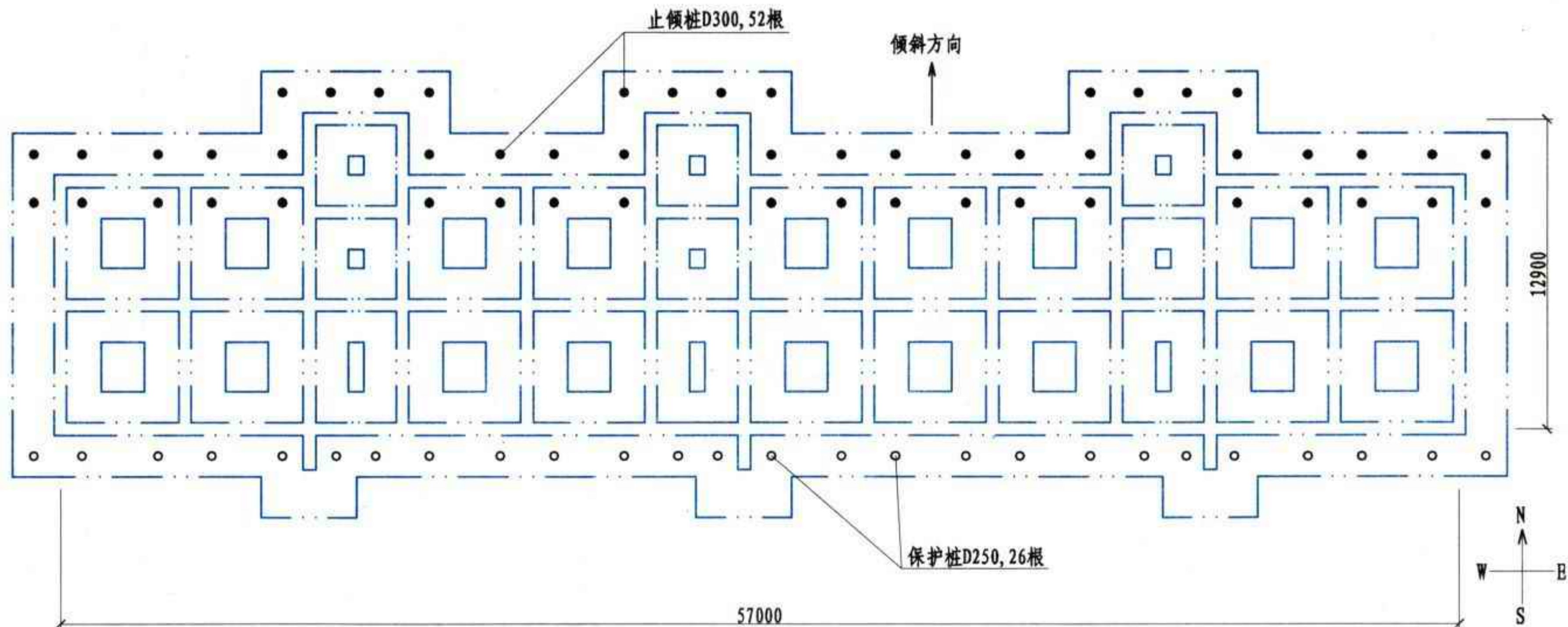
2 混凝土方桩



大型独立柱基布桩图

注：本图集以4.5m×6m大型独立柱因地基承载力不足为例。

地基基础加固	大型独立柱基加固						图集号	08SG311-2
锚杆静压桩法							页	1-28
审核 李东彬	设计 万墨林	校对 陈瑜	设计 万墨林	设计 万墨林	设计 万墨林	设计 万墨林		

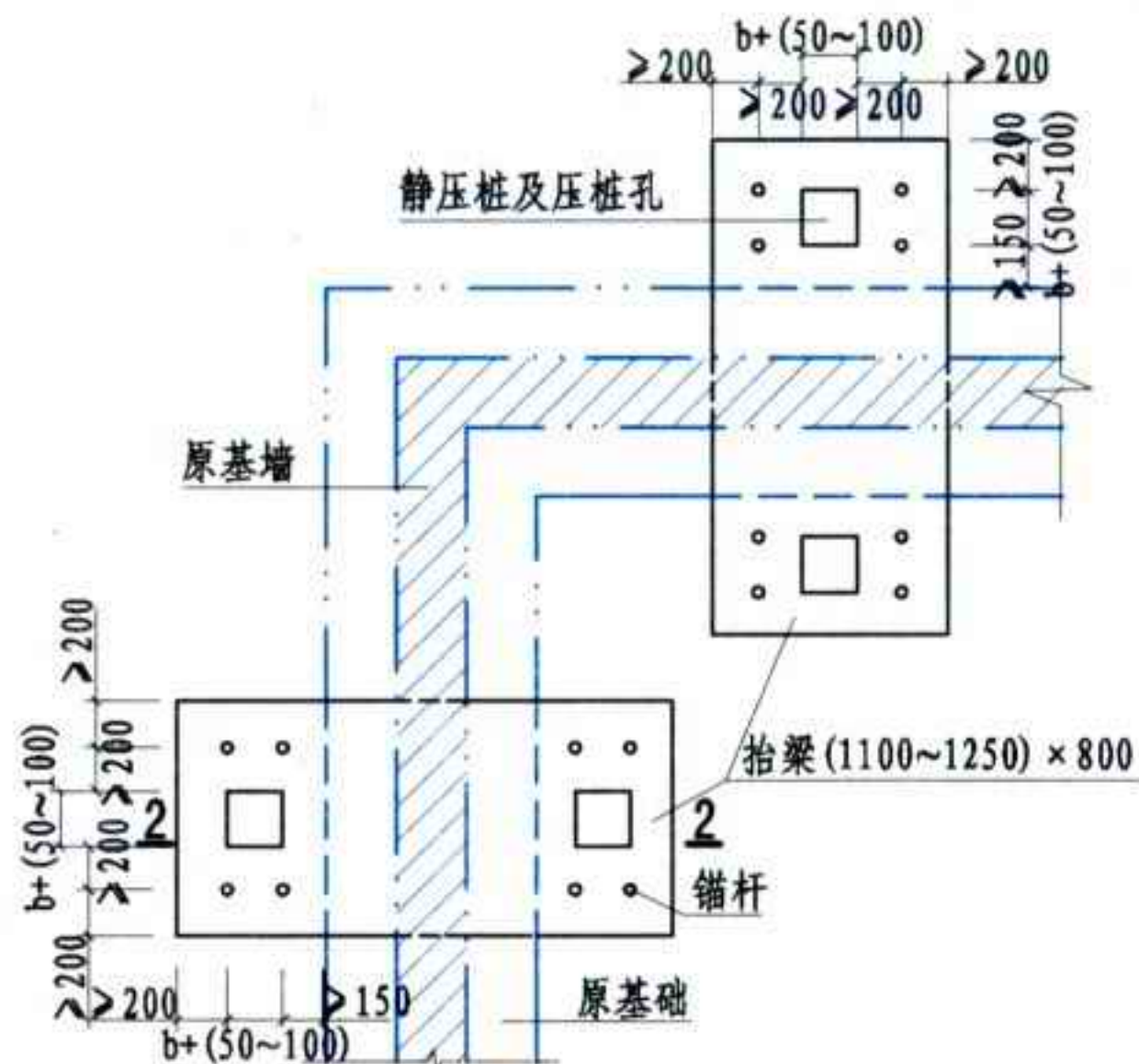


注：1. 本图以6层大板住宅为例。

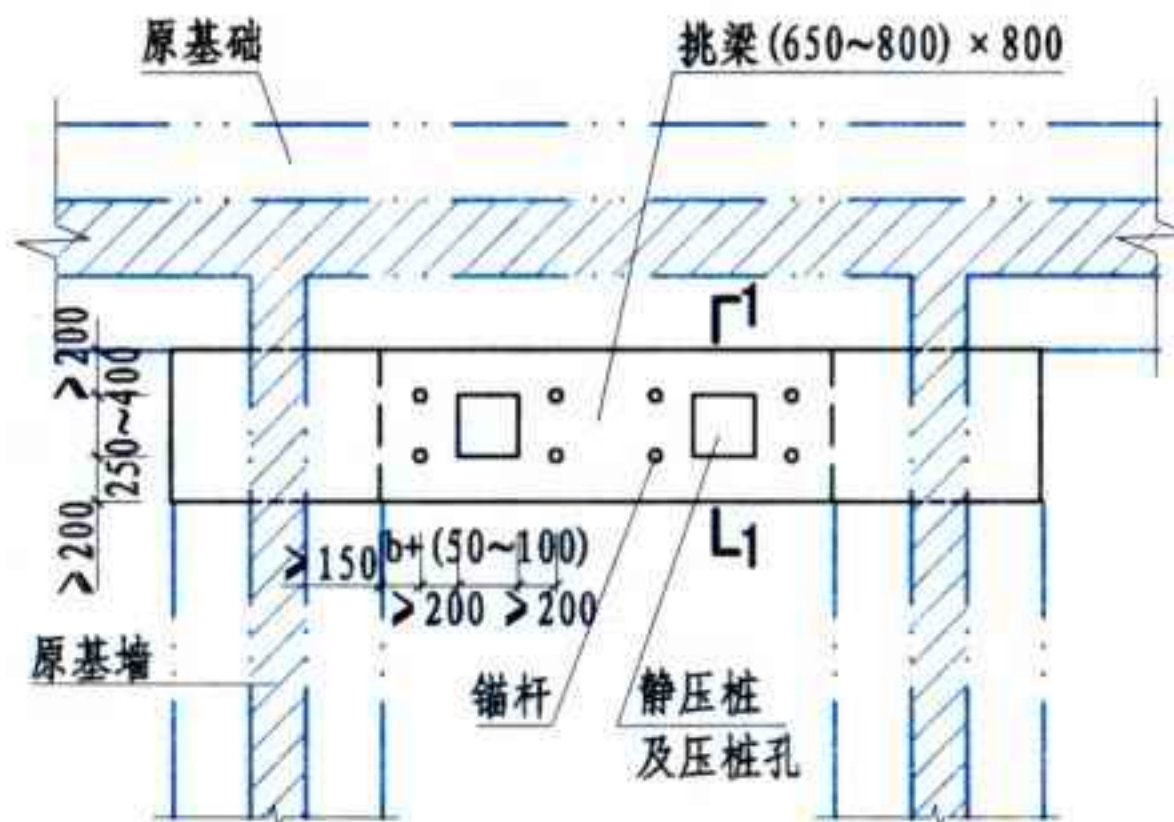
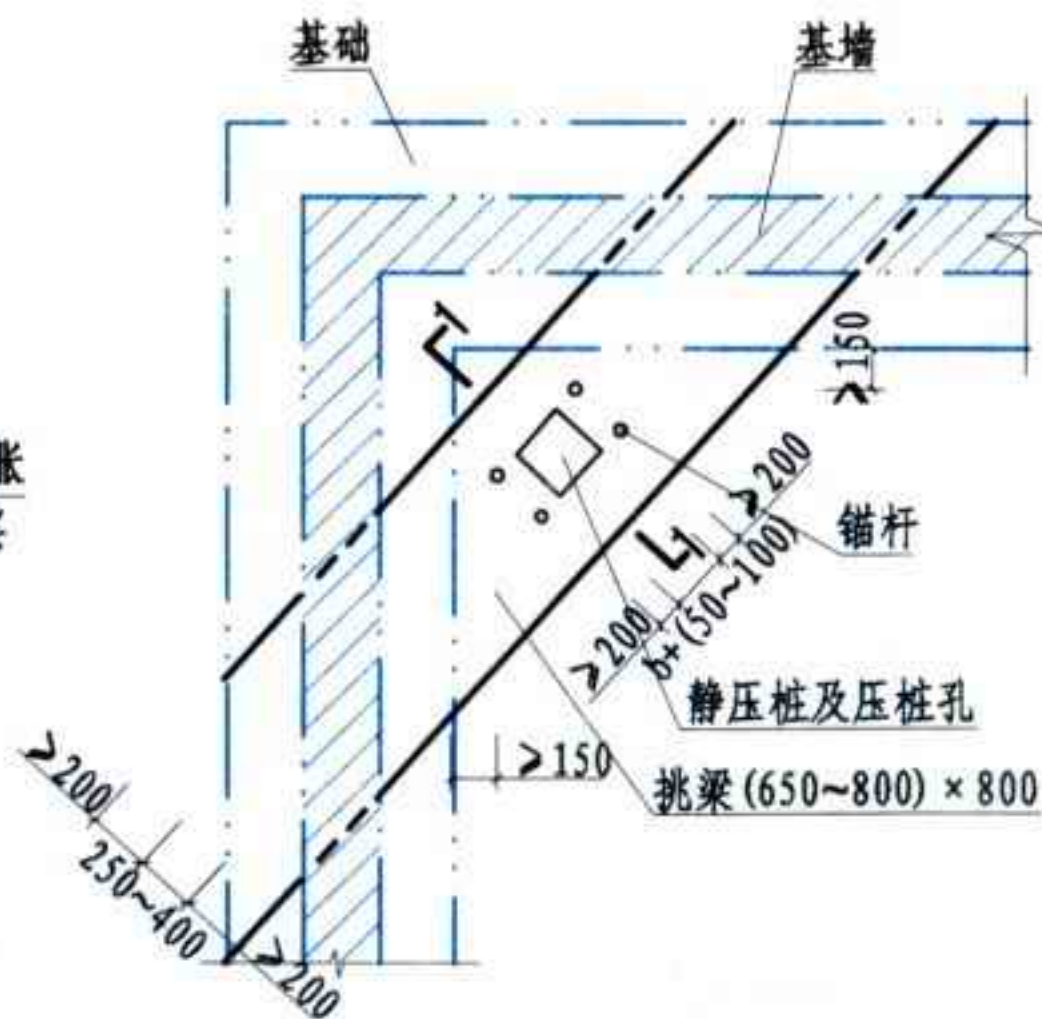
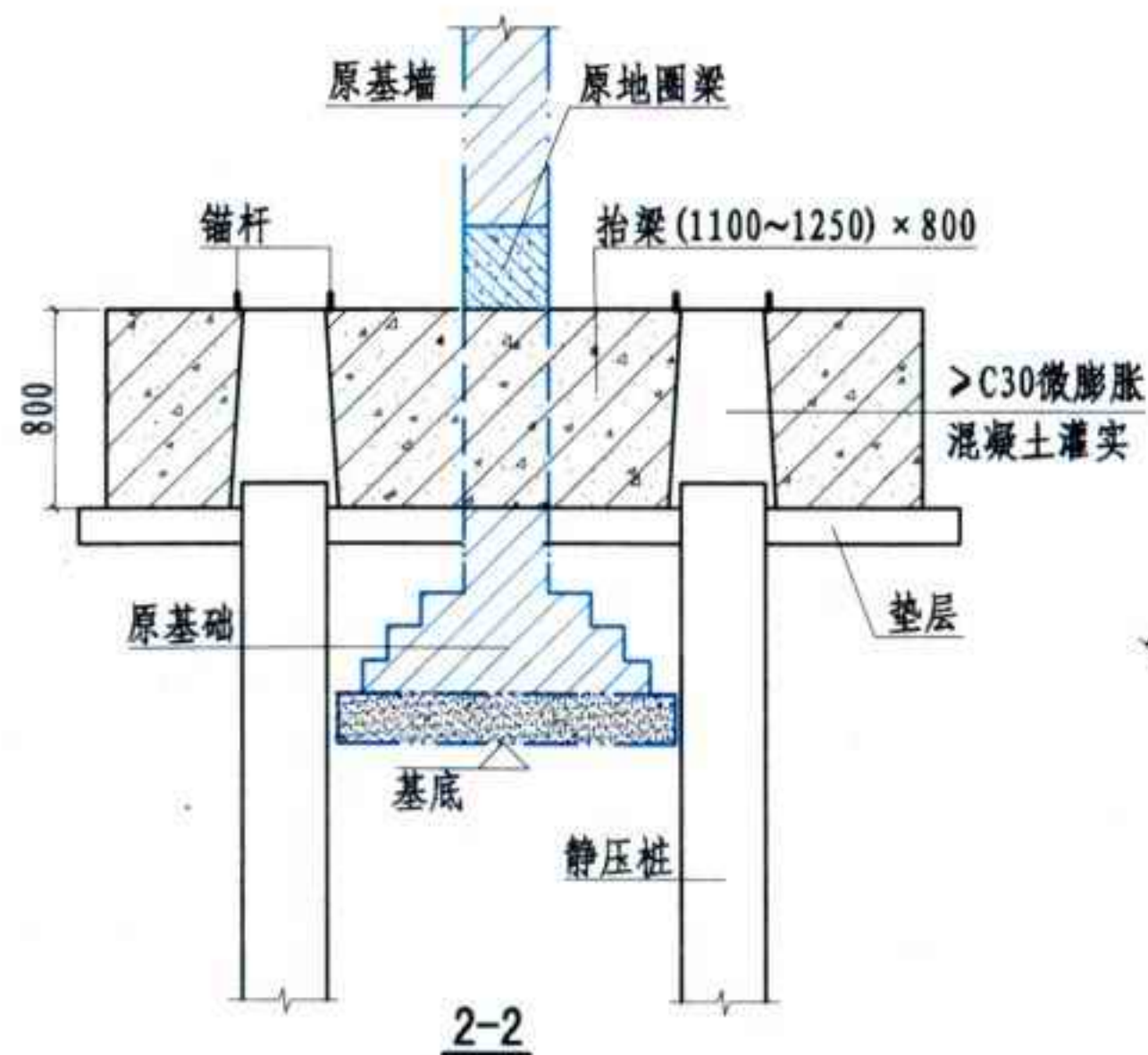
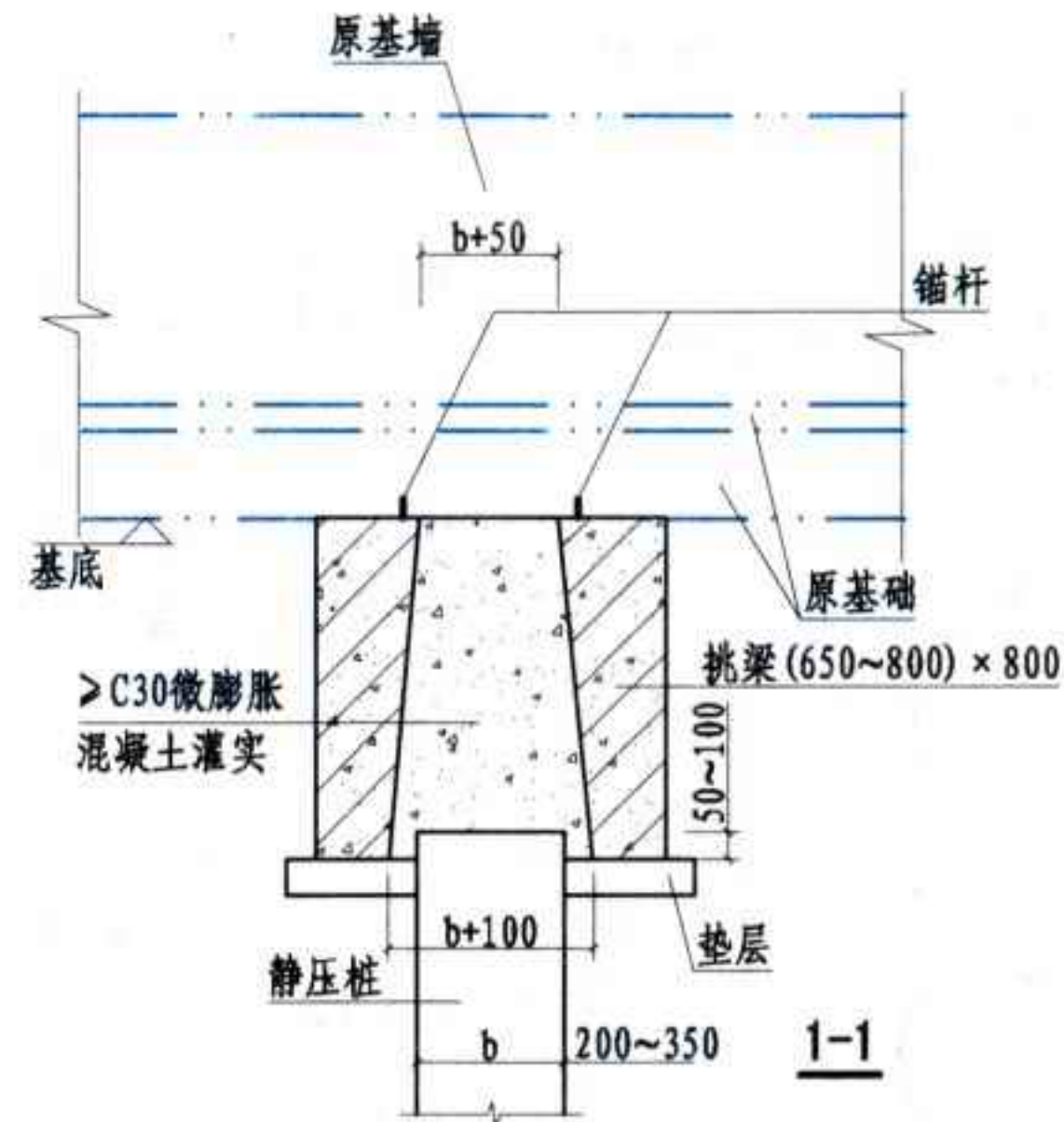
2. 工程概况：6层大板住宅，钢筋混凝土条形基础，持力层为淤泥质粘土。由于房屋重心偏北，而基底面积南大北小，房屋向北倾斜达22.3‰。

对此，先于北侧设52根止倾桩，当北侧沉降得到控制后，于南侧辅助掏砂（砂垫层）纠倾，并设26根保护桩，但暂不封桩，待纠倾达标后封桩。

地基基础加固	止倾加固						图集号	08SG311-2
锚杆静压桩法							页	1-29
审核	李东彬	设计	陈瑜	设计	万墨林	万墨林		

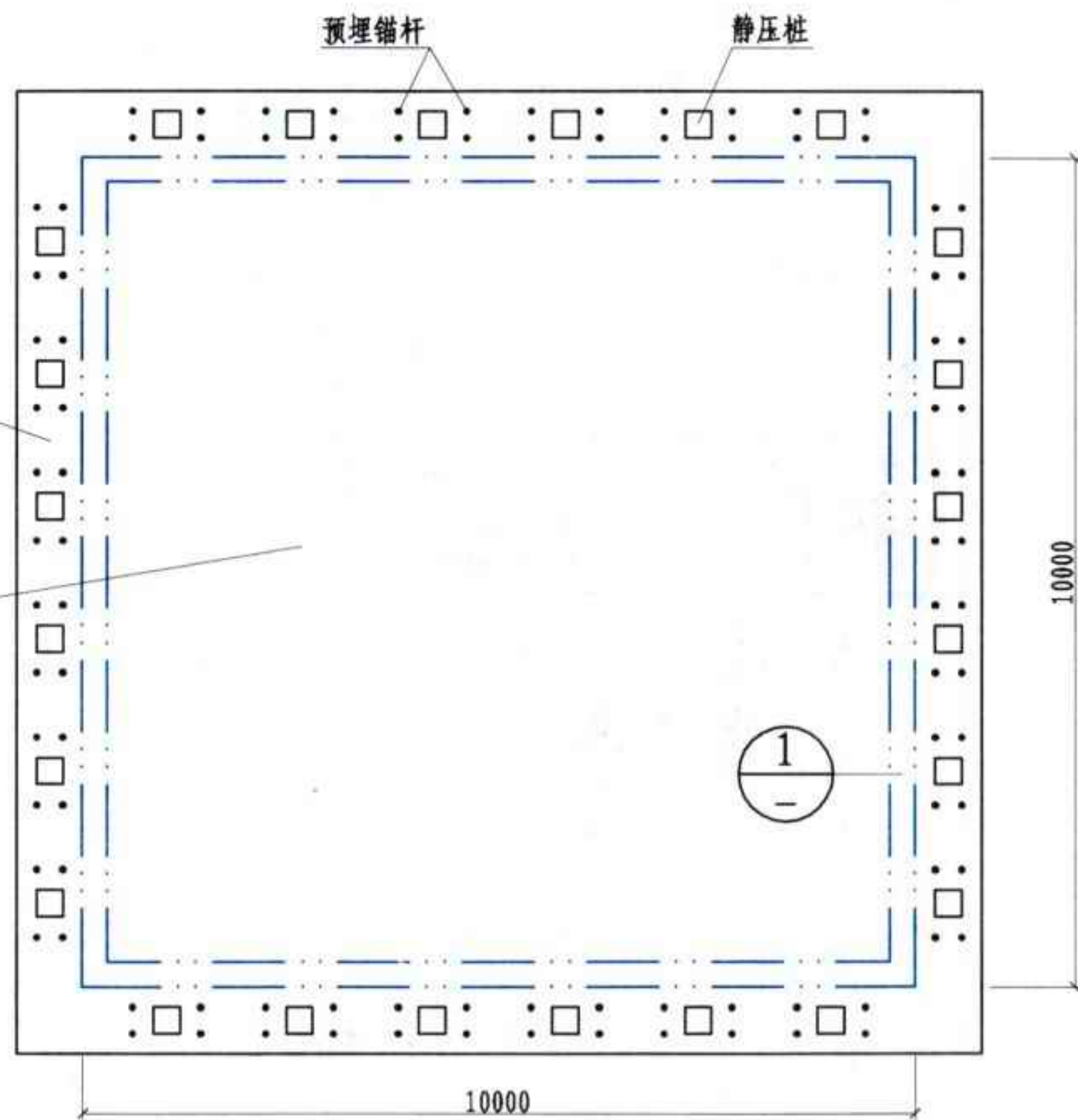
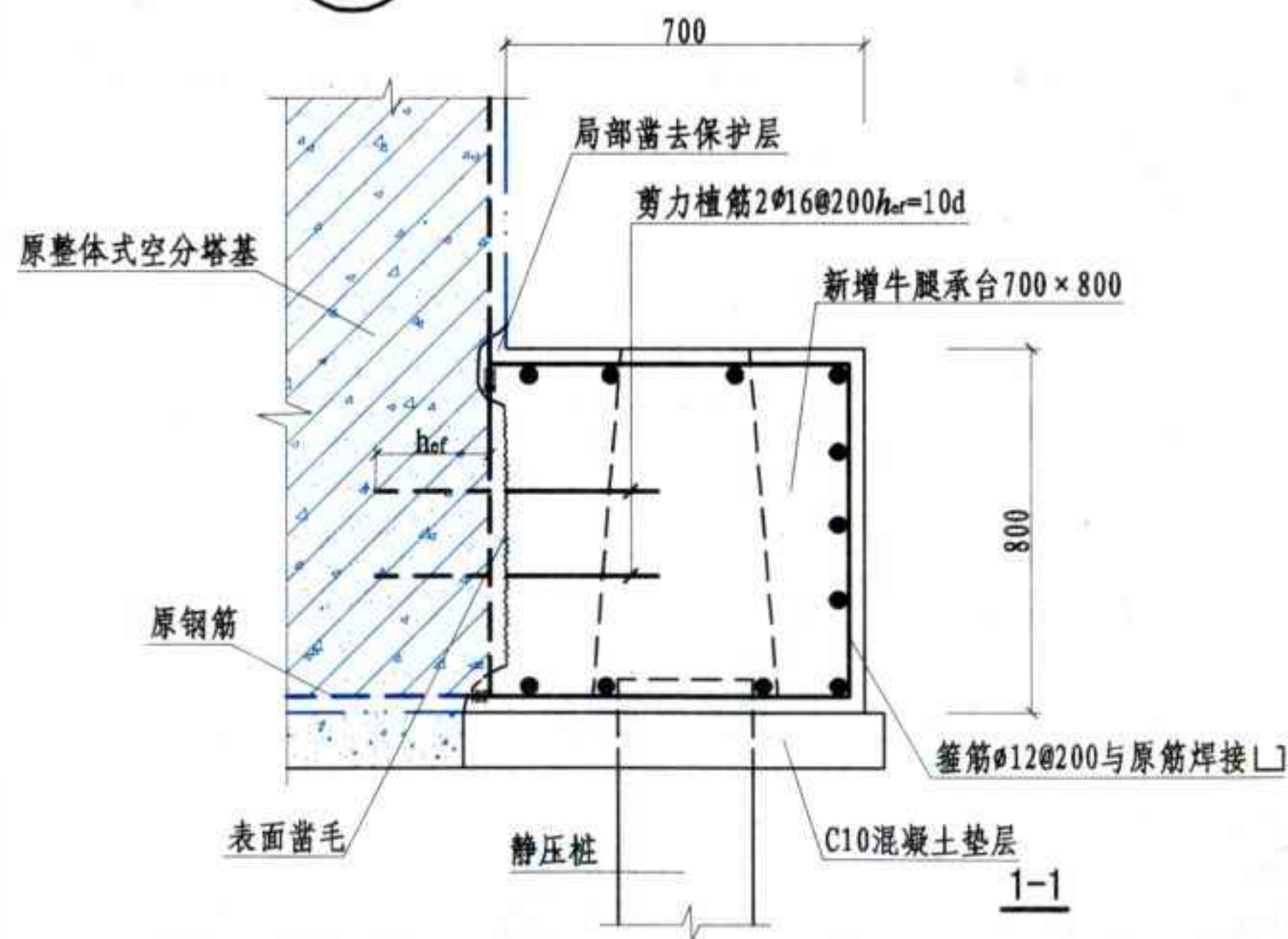
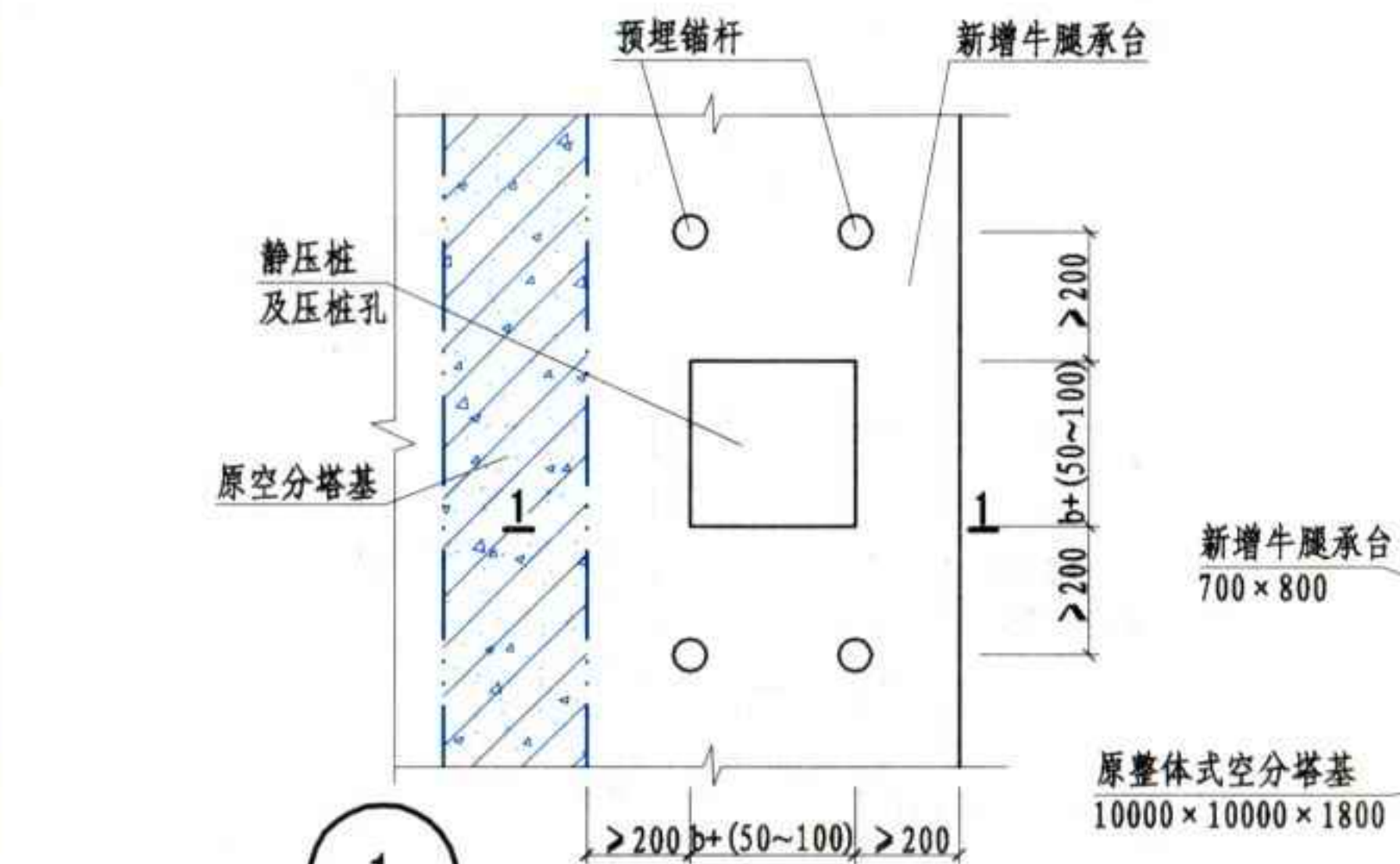


抬梁法布桩图



挑梁法布桩图

地基基础加固	挑梁法、抬梁法加固						图集号	08SG311-2
锚杆静压桩法							页	1-30
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		



注：1. 本图以某大型设备基础为例。

2. 工程概况：某制氧机空分塔，总重约600t，整体式钢筋混凝土基础，规格为10m×10m×1.8m。由于土质不均，地基承载力不足，沉降过大，导致塔体向西偏南方向倾斜。经于塔基周围增设牛腿承台，采用锚杆静压桩加固，效果良好。

地基基础加固	牛腿法加固						图集号	08SG311-2
锚杆静压桩法							页	1-31
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		

树根桩法加固说明

1 适用范围

树根桩法适用于淤泥、淤泥质土、粘性土、粉土、砂土、碎石土及人工填土等地基土上既有建筑的修复和增层、古建筑整修、地下铁道的穿越等加固工程。

2 树根桩的设计与布置

- 2.1 树根桩的直径宜为150~300mm，桩长L不宜超过30m。桩身混凝土强度等级不应小于C20，最小配筋率宜≥0.6%，主筋不宜少于3根，钢筋笼外径宜比桩径小40~60mm。当树根桩主要承受竖向荷载时，钢筋笼长不应小于L/2，主要承受水平荷载时，取全长L。
- 2.2 树根桩的单桩竖向承载力可通过荷载试验确定；也可按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007的有关规定估算。承载力的确定尚应考虑既有建筑地基变形条件的限制和桩身材料强度要求。
- 2.3 桩的数量及布置应由上部结构荷载、单桩承载力及基础承载力计算确定。桩的布置有直桩、斜桩、交叉及网状结构等形式，视结构类型及加固目的而定。
- 2.4 树根桩设计时，尚应对既有建筑基础进行有关承载力的验算。

当不满足要求时，应先对原基础进行加固或增设新的桩承台。

2.5 桩与基础的连接应保证上部荷载有效传递。对于混凝土基础，可采用桩帽、局部扩径及承台锥形孔等措施；对于砖砌基础及毛石基础，可采用外包钢筋混凝土承台及交叉斜桩等。

3 施工要点

- 3.1 树根桩施工一般按图1所示工艺流程进行，并应符合行业标准《既有建筑地基基础加固技术规程》JGJ 123-2000的有关规定。
- 3.2 钻孔机具应根据基础类型、土质条件及场地情况合理选用。对于软粘土成孔可采用清水护壁；对于粉砂，应采用泥浆护壁；对于饱和软土，应在孔口1m范围设置套管；对地表有较厚的杂填土或端承桩，必须全长设套管。桩垂直度及斜桩倾斜度偏差应≤1%。
- 3.3 钢筋笼宜整根吊放，当分节吊装时，节间钢筋应采用焊接连接。注浆管宜与钢筋笼一起吊放，但应直插到底。需二次注浆的树根桩，应插两根注浆管。施工时应尽量缩短吊放和焊接时间。
- 3.4 当采用碎石和细石填料时，填料应经清洗，投入量不应小于桩孔体积的0.9倍，填灌时应同时以注浆管注水清孔。

地基基础加固	树根桩法加固说明							图集号	08SG311-2
树根桩法									
审核	李东彬	王明	校对	陈瑜	王明	设计	万墨林 万墨林	页	1-32

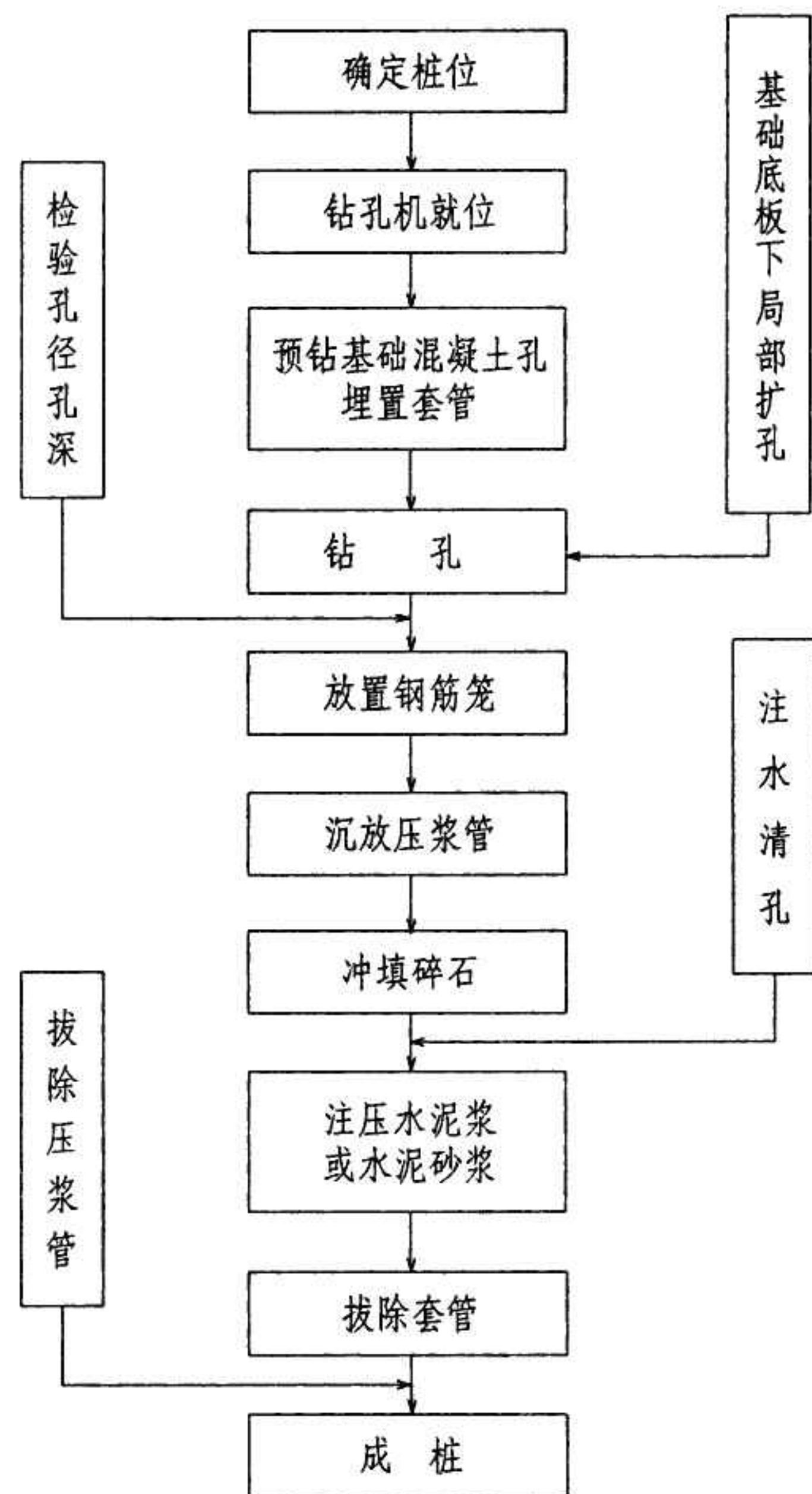


图1 树根桩施工工艺流程图

3.5 注浆液可采用水泥浆液、水泥砂浆，也可采用细石混凝土；当为碎石填灌时，应采用水泥浆液。

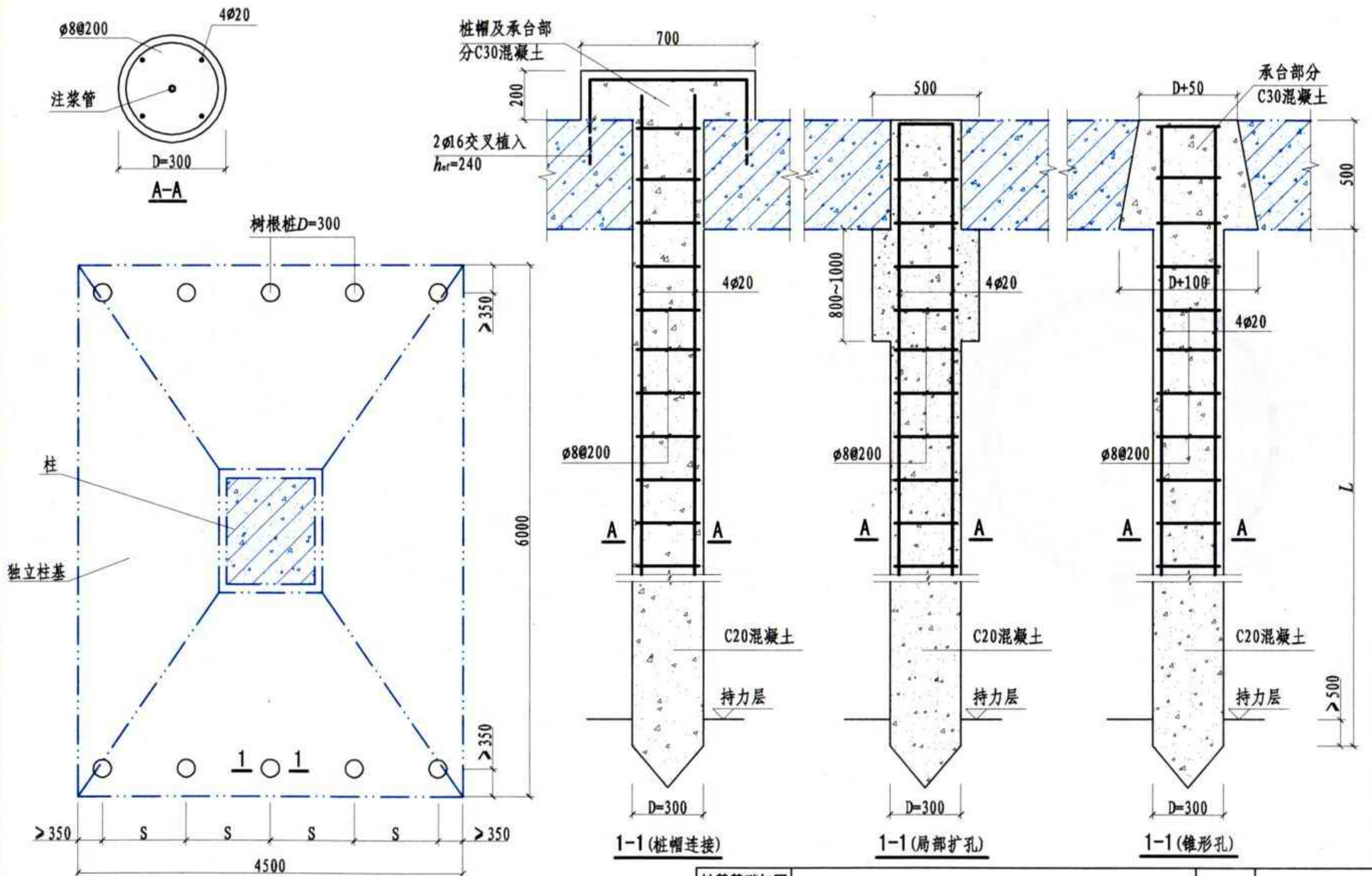
3.6 一般采用一次注浆，起始压力控制在1MPa左右，使浆液缓慢上冒，直至泛出孔口为止。

若为提高桩极限摩阻力，也可在浆液初凝时进行二次注浆，二次注浆压力宜增大至2~4MPa，二次注浆液宜为水泥浆，不宜采用水泥砂浆和细石混凝土。

3.7 注浆施工应采用间隔施工、间歇施工或增加速凝剂掺量等措施，以防出现相邻桩冒浆和串孔现象。

3.8 拔管后孔内混凝土和浆液会下沉，应立即在桩顶填充碎石，并在1~2m范围内补充注浆。

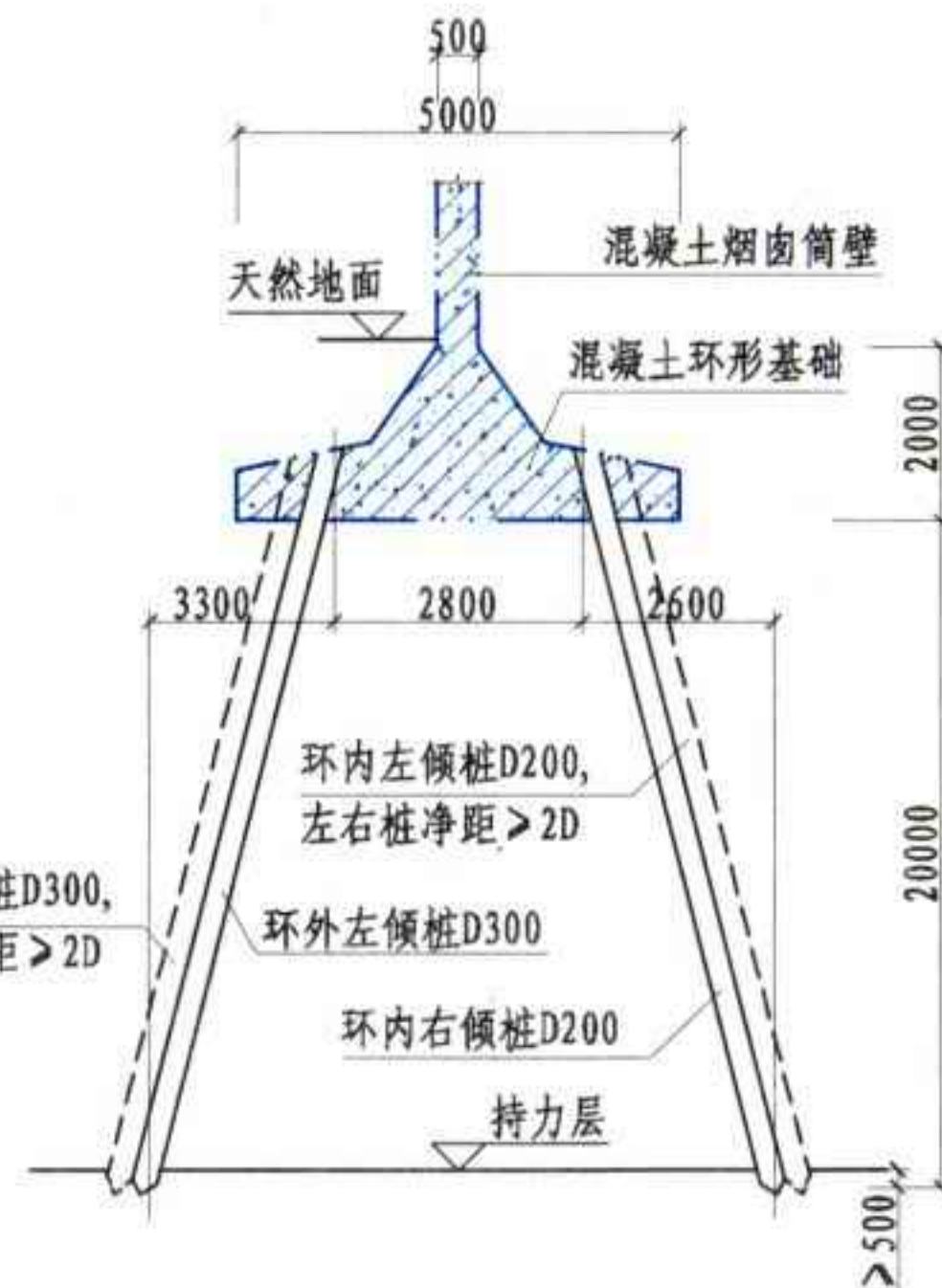
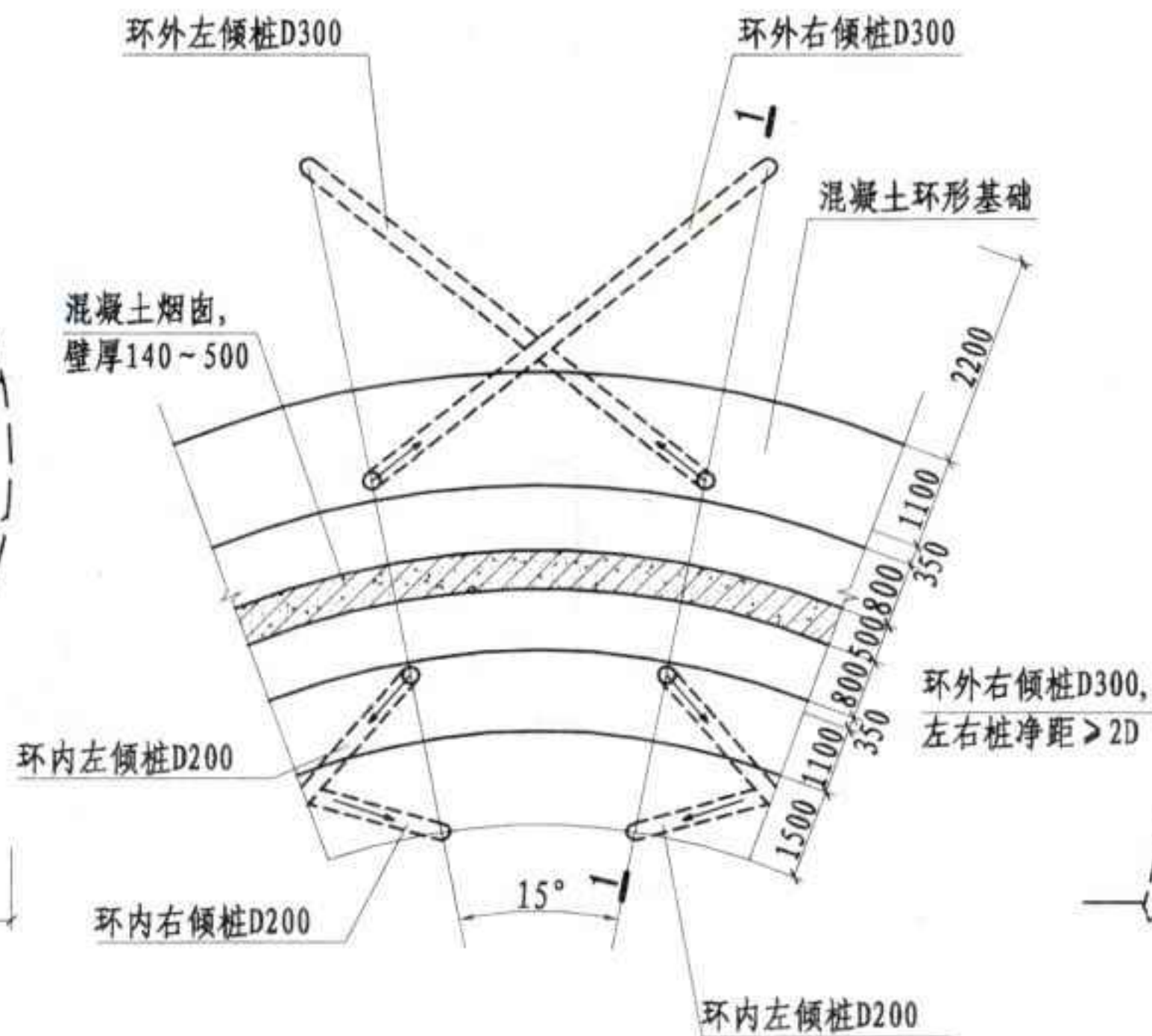
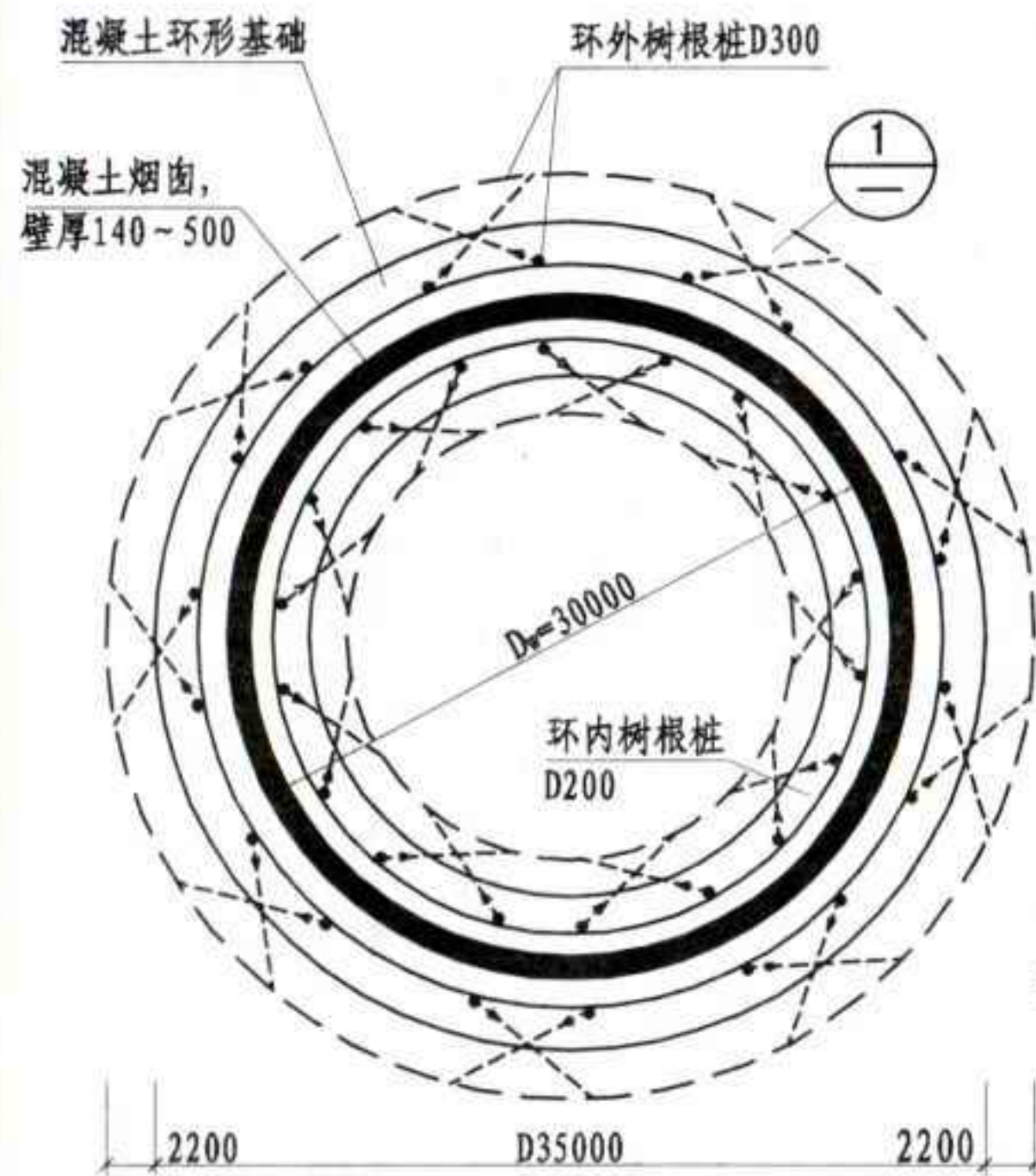
地基基础加固	树根桩法加固说明						图集号	08SG311-2
树根桩法							页	1-33
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		



注: 1. 本图以4.5m×6m大型独立柱基因地基承载力不足为例。

2. 墙下条形基础树根桩加固详见标准图集《砖混结构加固与修复》03SG611。

地基基础加固	大型独立柱基加固						图集号	08SG311-2
树根桩法							页	1-34
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜	设计	万墨林



1

1-1

注: 本图以烟囱高度H为240m, 外径D为35m为例。

地基基础加固	大型烟囱基础加固						图集号	08SG311-2
树根桩法							页	1-35
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜	设计	万墨林

石灰桩法加固说明

表 1 石灰桩常用配合比

种类	体积比		重量比		适用情况
	生石灰	掺合料	生石灰	掺合料	
甲种	1	2	4	6	$f_k > 80\text{kPa}$ 的土, 封口深度 $>0.8\text{m}$ 时桩的顶部
乙种	1	1	6	4	$f_k = 60 \sim 80\text{kPa}$ 的土及新填土
丙种	1.5	1	7	3	$f_k < 60\text{kPa}$ 的淤泥及淤泥质饱和软土
特种	在甲种、乙种、丙种配料中, 加入生石灰重量3%~10%的水泥、石膏等附加剂				地下水渗透速度较大时桩的底部或为增强桩顶抗压能力时桩的顶部
注: 甲、乙、丙配比, 28d龄期桩身无侧限抗压强度为300~500kPa (桩身施工密度越高、周围土强度越高, 桩身强度偏高, 反之偏低) 特种配比为400~700kPa。					

1 适用范围

石灰桩法适用于处理地下水位以下的粘性土、粉土、松散粉细砂、淤泥、淤泥质土、杂填土或饱和黄土等地基及基础周围土体的加固。对于重要工程或地质复杂而又缺乏经验的地区, 施工前应通过现场试验确定其适用性。

2 石灰桩复合地基设计计算

2.1 材料

- 2.1.1 生石灰: 生石灰氧化钙含量不得低于70%, 含粉量不得超过10%, 含水量不得大于5%, 最大块径不得大于50mm。
- 2.1.2 掺合料: 掺合料主要有粉煤灰、炉渣、矿渣及火山灰等, 其作用是充填生石灰的空隙、减少生石灰用量、提高桩身强度和降低加固费用。掺合料含水量, 人工施工宜控制在30%左右, 机械施工可低于30%。粉煤灰应采用 I、II 级灰。
- 2.1.3 附加剂: 附加剂主要为水泥、石膏等, 其作用是提高桩体强度或在地下水渗透速度较大时速凝。
- 2.1.4 配合比: 确定桩身材料配合比时应考虑对土的加固效果、桩身强度、施工难易及经济等四方面因素。桩身强度高是选取桩身材料配合比的重要指标, 但桩身强度高不一定复合地基承载力也高, 主要应看土的加固效果, 应根据具体情况综合分析确定。工程中常用配合比列见表1, 供参考。

2.2 设计要点

- 2.2.1 石灰桩桩径主要取决于成孔机具, 目前使用的桩管有 $\phi 325$ 和 $\phi 425$ 两种规格, 用洛阳铲成孔时一般为 $\phi 200 \sim 300$ 。
- 2.2.2 石灰桩桩距宜为 $(2.5 \sim 3.5)d$ (d 为桩径)。桩的布置, 对于新建工程地基处理, 可按三角形或正方形均匀布置, 地基处理范围应比基础的宽度加宽1~2排桩, 且不小于加固深度的一半; 对于既有建筑地基基础加固, 从方便成孔考虑, 一般是沿基础边缘布置成一排或数排, 可采用直桩, 亦可采用斜桩, 但大多采用现浇混凝土局部增大基底面积办法将桩结为一体, 并将基础荷载部分传给桩。
- 2.2.3 石灰桩长度由加固目的和地基土质条件决定。当软弱土层厚度不大时, 桩长宜穿过软弱土层。也可先假定桩长, 后对软弱下卧层强度和地基变形进行验算。一般应将桩底置于较好的土层, 避免置于地下水渗

地基基础加固	石灰桩法加固说明							图集号	08SG311-2
石灰桩法								页	1-36
审核	李东彬	校对	陈瑜	设计	万墨林	万墨林			

透性大的土层。

2.2.4 石灰桩每延米灌灰量 q (m^3/m) 可按下式估算:

$$q = \eta_c \frac{\pi d^2}{4}$$

式中 d —设计桩径 (m);

η_c —充盈系数,可取1.4~1.8。振动管外投料成桩取高值;

洛阳铲及螺旋钻成桩取低值。

3 施工工艺

3.1 主要工艺方法及选用。石灰桩施工分机械施工与人工施工。机械施工有沉管法和螺旋钻法。沉管法又分振动法和锤击法。人工法主要是洛阳铲成孔法。应根据加固设计要求、土质条件、现场条件和机具供应情况,合理选用。不论何种方法,都应保证桩位中心点的偏差不应超过桩距设计值的8%,桩的垂直度偏差不应大于1.5%。

3.2 沉管法。采用沉管灌注桩机施工称为沉管法。沉管灌注桩机分为振动和锤击两种方法,投料方式分管外投料和管内投料。

3.2.1 管外投料采用特制的活动钢桩尖,以振动或锤击方法,将套管带桩尖振打入土中至设计标高,拔管时活动桩尖自动落下一定距离,使空气进入桩孔,避免产生负压塌孔。套管拔出后分段向孔中填料,再用套管反插将桩料夯插密实。桩顶上部空孔部分,应用3:7灰土或素土填充夯实封顶。注意控制每次填料数量及沉管深度。

3.2.2 管内投料法适用于饱和土层,其工艺流程类似沉管灌注桩,

需使用预制桩尖,要求桩身材料中掺合料的含水量应很小,以避免和生石灰反应膨胀堵管。为避免堵管,应加压缩空气装置及空中加料装置,或仅使用生石灰块而不加掺合料。

3.2.3 管内夯击法采用“新建桩”式的管内夯击工艺。成孔前先在管内填入一定数量的碎石,用内击式锤将套管打至设计深度后,提管,并冲击管内碎石,再分层投入石灰桩料,用内击锤分层夯实。注意控制分层填料量和成桩长度。内击锤重1~1.5t,成孔深度不大于10m。

3.3 螺旋钻成桩法。采用长螺旋钻孔,当钻至设计深度后提钻,除掉钻杆螺片间的土,将钻杆复插入孔底,将拌和均匀的石灰桩料堆于孔口钻杆周围,开机反向旋转钻杆,利用钻杆螺旋叶片将桩料推压入孔内,并压实。钻杆被压密的填料逐渐顶起,钻尖升至离地面1~1.5m或预定标高后停止填料,用3:7灰土或素土填充夯实封顶。螺旋钻法施工的石灰桩质量好,桩身材料密实度高,复合地基承载力可达200kPa以上。但饱和软土地下水渗透严重孔壁不能保持稳定时,不宜采用。

3.4 洛阳铲成桩法。洛阳铲成桩法是一种人工挖孔投料夯实的方法。该法利用特制的工具-洛阳铲,取土打孔。由于对周围土体扰动很小,在软土,甚至在淤泥中均可保持孔壁稳定。桩孔经验收合并排干孔内积水后,将拌和好的生石灰和掺合料分层投入孔中,每层下料厚度不宜大于300mm,用铁夯夯实。如此,再下料,再夯实,直至桩

地基基础加固	石灰桩法加固说明						图集号	08SG311-2
石灰桩法							页	1-37
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜	页	1-37

顶。最后以灰土或素土封顶。该法可在狭窄场地作业，操作简便，造价低，质量可靠，适用范围较大。但由于投料受到深度限制，一般情况下桩长不宜超过6m。

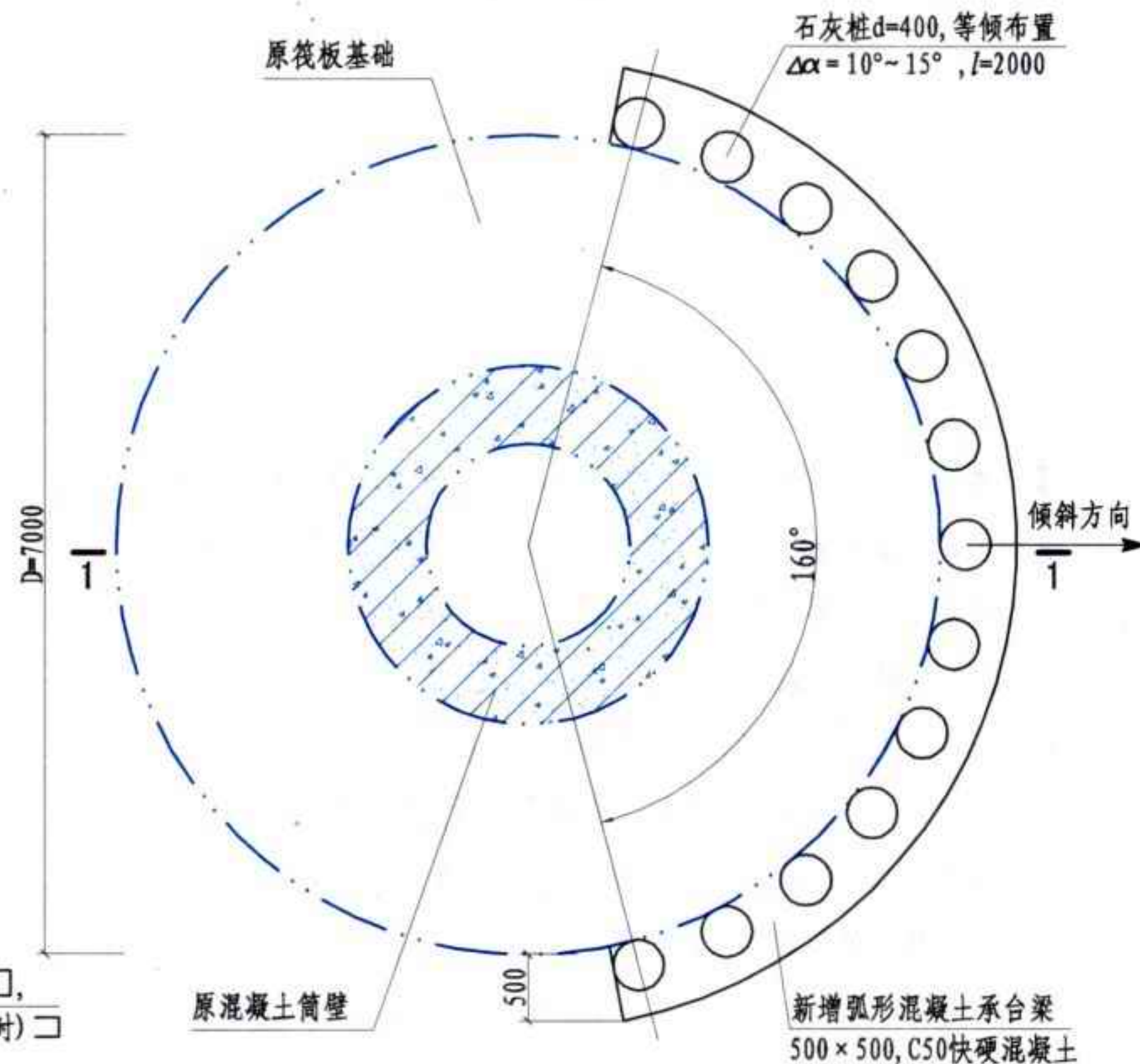
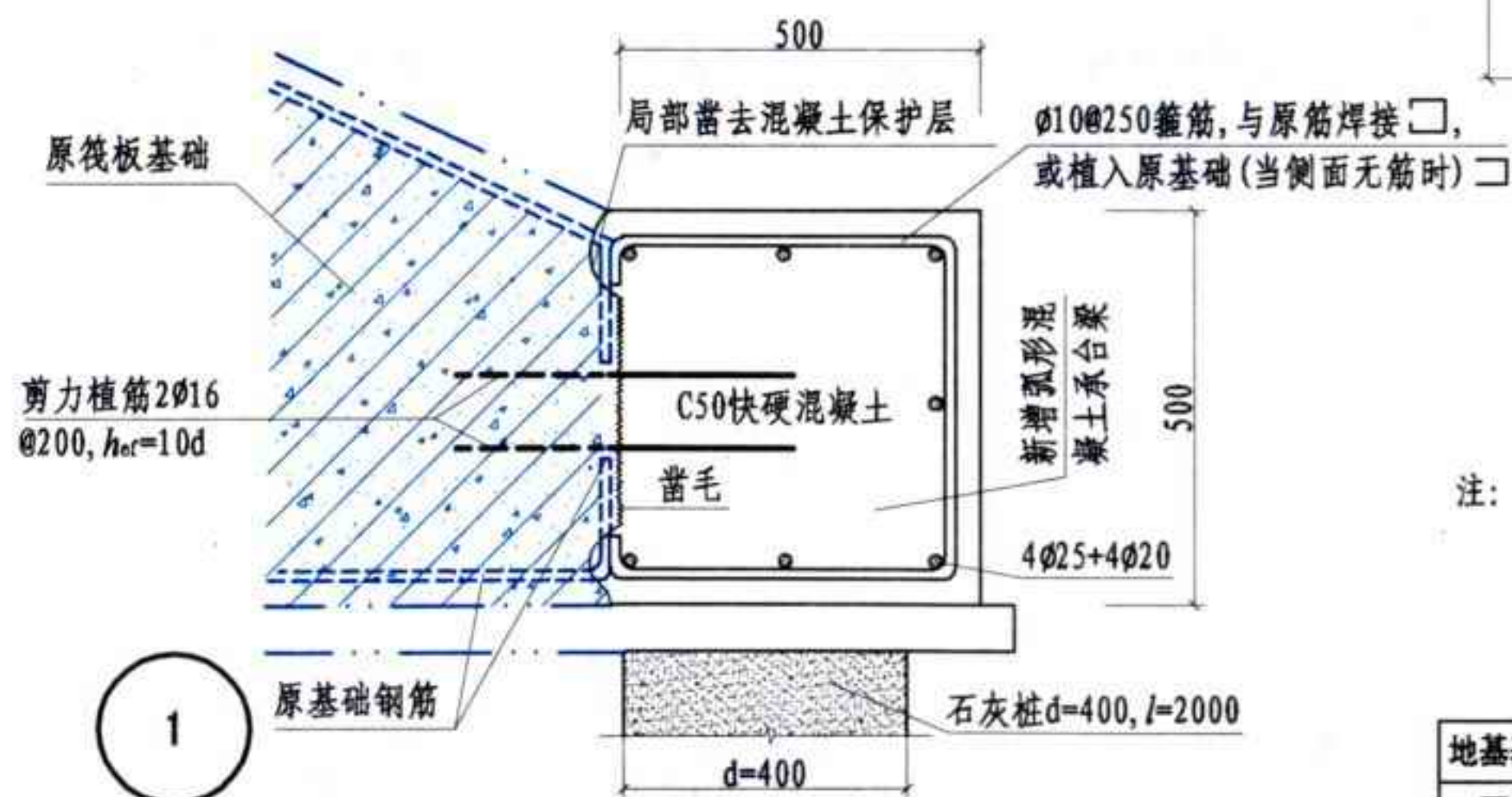
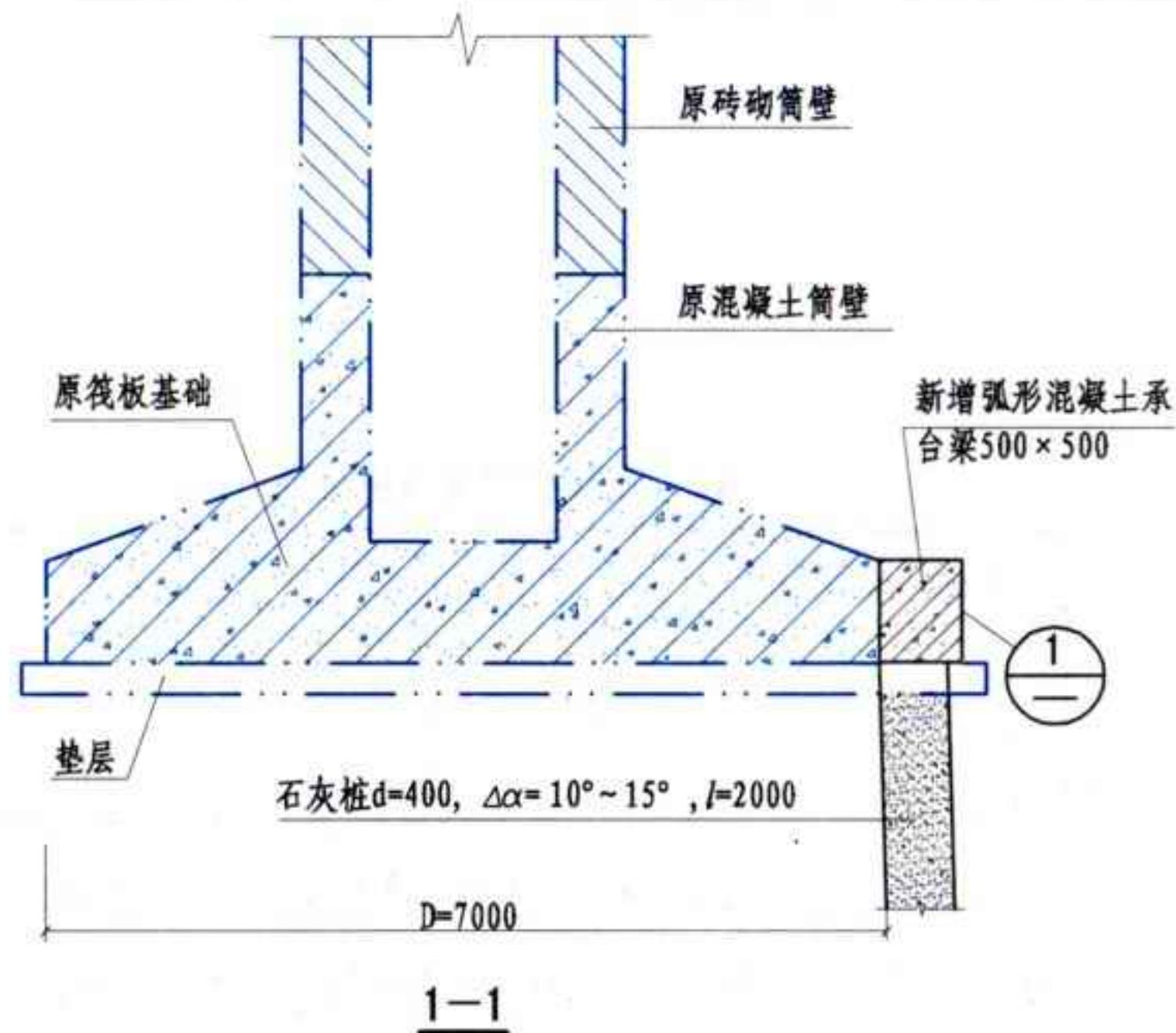
4 质量控制及效果检验

4.1 石灰桩施工质量控制主要是灌料质量和桩体密实度。桩料配合比应准确，石灰块大小和每米桩长灌入量应符合要求。桩体密实度检验，一般在成桩后7~10d内进行桩体静力触探或N10轻便触探检验，桩身静力触探值 P_s 应满足表2规定。

表2 石灰桩桩身质量标准

天然地基承载力特征值 f_s (kPa)	桩身 P_s 值 (MPa)		
	不合格	合格	良
$f_s \leq 70$	<2.0	2.0~3.5	>3.5
$f_s > 70$	<2.5	2.5~4.0	>4.0

4.2 石灰桩加固效果检验主要是测定石灰桩复合地基的承载力是否达到设计要求。一般工程可在施工结束后28d采用标贯、静力触探以及钻孔取样做室内试验等测试方法，检测桩体和桩间土强度，验算复合地基承载力。对于重要或大型工程应进行复合地基载荷试验。石灰桩的检验数量不应少于总桩数的2%，且不得少于3根。



注: 对于自重不大, 基底压力较小的构筑物, 可利用生石灰的膨胀性, 于倾斜方向基底进行抬升纠倾。要点是先打孔, 灌填双灰料后立即以高强快硬混凝土浇筑成弧形承台梁封死, 待混凝土强度达50%时, 向桩体灌注水和水玻璃, 使其膨胀抬升并对土体加固。

地基基础加固	烟囱倾斜加固						图集号	08SG311-2
石灰桩法							页	1-39
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		

高压喷射注浆法加固说明

1 适用范围

高压喷射注浆法适用于淤泥、淤泥质土、流塑或软塑粘性土、粉土、砂土、人工填土和碎石土等地基加固。当土中含有较多的大粒径块石、大量植物根茎或有过多的有机质时，应根据现场试验结果确定其适用程度；对地下水流速过大或已涌水的工程，应慎重使用。

2 设计计算

2.1 设计程序。高压喷射注浆设计一般应按图1所示程序进行。

2.2 固结体尺寸的设定。固结体尺寸主要取决于：土的类别及密实程度；注浆管类型；喷射技术参数。当喷射技术参数满足施工工艺要求时，固结体尺寸可参考表1估计。对于大型工程或重要工程，应通过现场喷射试验确定。

表1 旋喷桩的设计直径 (m)

土 质	旋喷直径 (m)	方 法		
		单 管 法	二重管法	三重管法
粘性土	$0 < N < 10$	1.2 ± 0.2	1.6 ± 0.3	2.2 ± 0.3
	$10 < N < 20$	0.8 ± 0.2	1.2 ± 0.3	1.8 ± 0.3
	$20 < N < 30$	0.6 ± 0.2	0.8 ± 0.3	1.2 ± 0.3
砂性土	$0 < N < 10$	1.0 ± 0.2	1.4 ± 0.3	2.0 ± 0.3
	$10 < N < 20$	0.8 ± 0.2	1.2 ± 0.3	1.6 ± 0.3
	$20 < N < 30$	0.6 ± 0.2	1.0 ± 0.3	1.2 ± 0.3
砂 砾	$20 < N < 30$	0.6 ± 0.2	1.0 ± 0.3	1.2 ± 0.3

注：N值为标准贯入击数。

2.3 固结体强度的设定。固结体强度主要取决于：场地土质情况；喷射的浆材及水压比；注浆管的类型和提升速度；单位时间的注浆量。当注浆材料为水泥

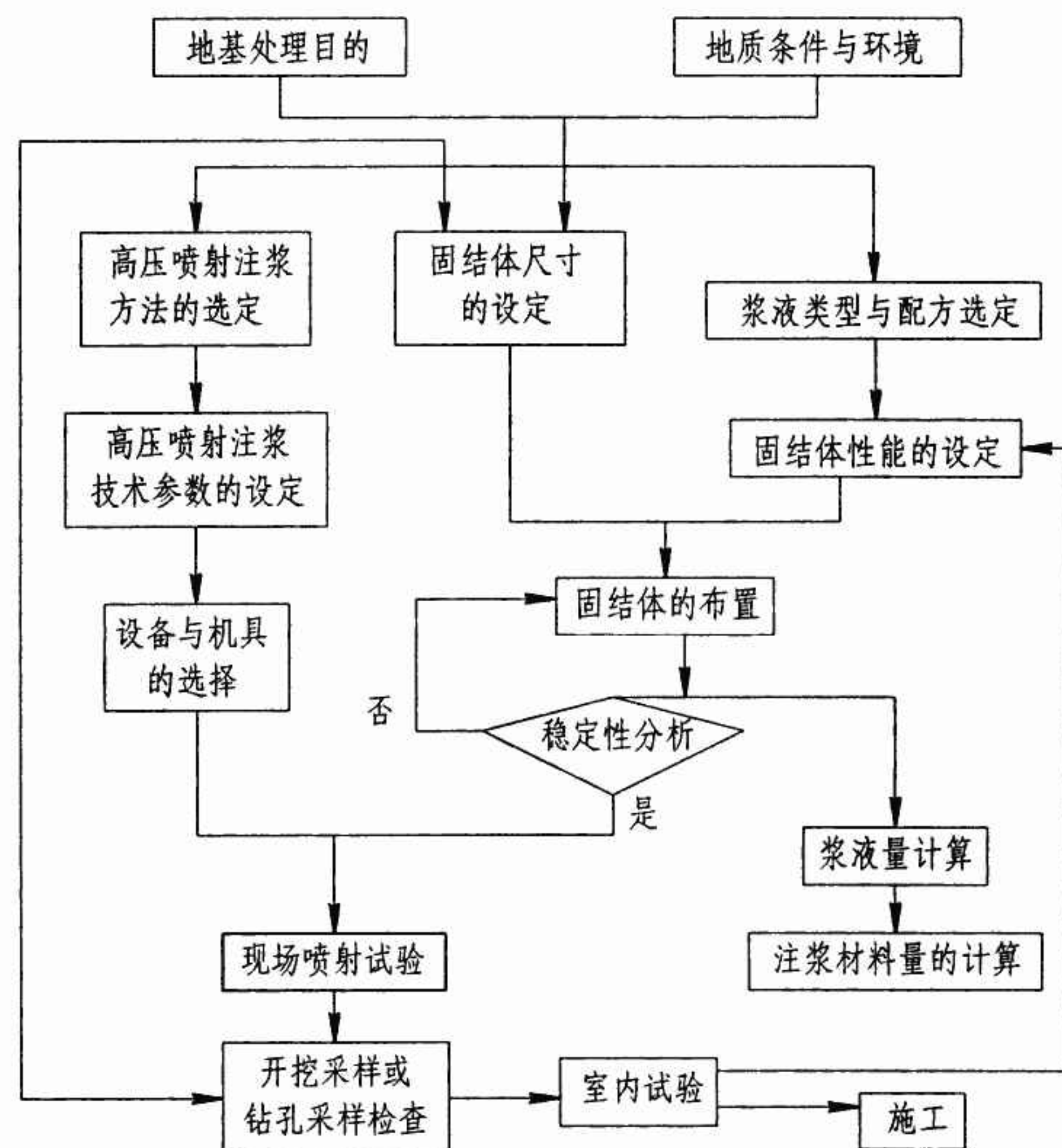


图1 高压喷射注浆设计程序

时，固结体抗压强度的初步设定可参考表2进行。对于大型工程和重要工程，应通过现场试验确定。

表2 固结体抗压强度变动范围

土 质	固结体抗压强度 (MPa)		
	单 管 法	二重管法	三重管法
砂类土	3~7	4~10	5~15
粘性土	1.5~5	1.5~5	1~5

2.4 布孔形式和孔距

2.4.1 防渗堵水。对于防渗堵水工程，高压喷射注浆应使各固结体彼此能首尾相连，能紧密无间地结为一体，并经济有效地形成防渗堵水帷幕。因此，不同喷射工艺、固结体形式、布孔方式和孔距各不相同。旋喷法的固结体为圆柱形，故以采用等边三角形布孔（图2）最为经济，孔距应为 $1.73R_0$ ，排距为 $1.5R_0$ ， R_0 为旋喷桩的设计半径。定喷和摆喷可形成长而薄的固结体，因而可连接组合成板墙式帷幕，不仅成本低，而且整体连续性较旋喷法好，孔距应不大于固结体有效长度，固结体有效长度宜通过现场试喷确定。

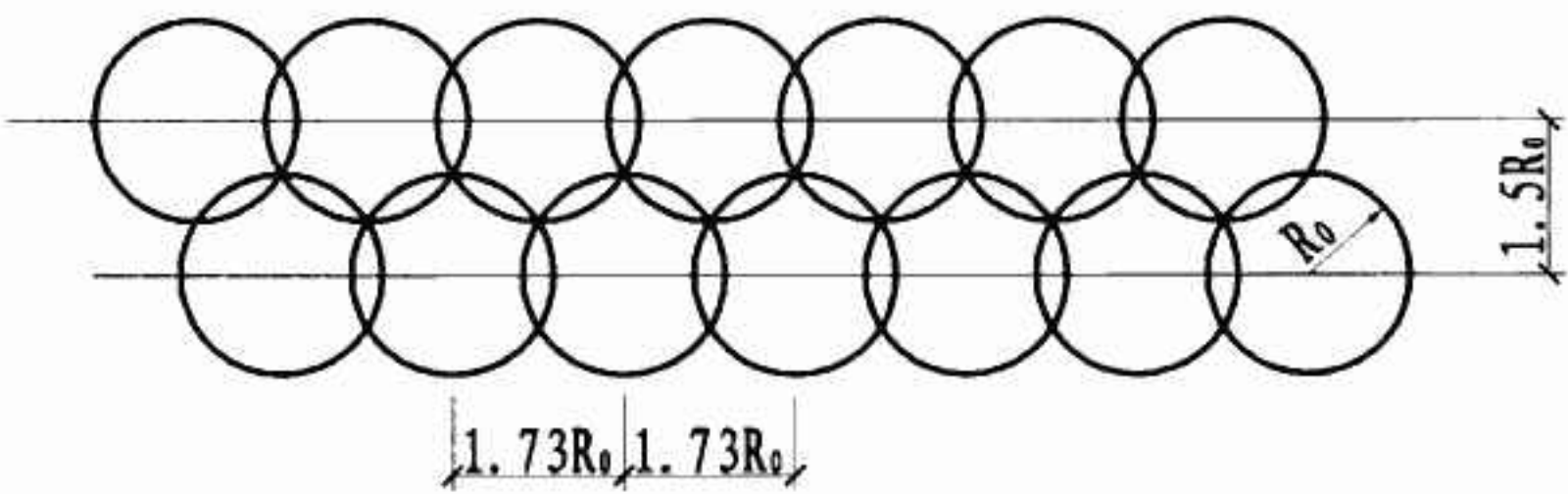


图2 旋喷注浆布孔孔距与固结体交联图

2.4.2 加固地基。对提高地基承载力的加固工程，主要是采用旋喷成桩，孔距 S 一般取桩直径 d 的2~3倍，即 $S = (2 \sim 3) d$ 。

2.5 浆液材料及配方。旋喷浆液材料及配方，不同的工程目的各不相同，可分为普通型、速凝早强型、高强型、充填型、抗冻型及抗渗型。普通型为纯水泥浆，一般采用强度等级为42.5和52.5普通硅酸盐水泥，水灰比0.8~1.5，一般取1.0。早强型用于地下水丰富的地层和早期强度要求高的工程，早强剂有氯化钙、水玻璃及三乙醇胺等，其用量一般为水泥重量的2%~4%。固结体抗压强度在20MPa以上的称为高强型，高强型应选用高强水泥，并掺入外加剂，表3为高强型浆液常用配方，可供参考。填充型只充填地层或岩层空隙，不要求强度，粉煤灰是主要填充料。抗冻型用于有可能冻胀的土体，常用抗冻外加剂及其掺量见表4。以抗渗为目的工程应采用抗渗型浆液，抗渗型浆液是在水泥浆液中掺入水泥重量10%~15%的膨润土，且不宜使用矿渣水泥。

表4 常用抗冻外加剂及掺量

外加剂	滑石粉	三乙醇胺	亚硝酸钠	NNO
掺量(与水泥重量比)	0.1~0.2	0.0005	0.01	0.005

表3 高强型浆液常用配方

主 剂		外 加 剂		抗压强度 (MPa)				抗折强度 (MPa)
名 称	用 量	名 称	掺量 (%)	28 d	3 月	6 月	一 年	
52.5 普通 硅酸盐 水泥	100	NNO	0.5	11.72	16.05	17.4	18.81	3.69
		NR ₃	0.05					
		NNO	0.5					
		NR ₃	0.05	13.59	18.62	22.8	24.68	6.27
		N ₄ NO ₃	1					
		NF	0.5					
		NR ₃	0.05	14.14	19.37	27.8	29.0	7.36
		Na ₂ SiO ₃	1					

2.6 浆量计算。浆液用量可分别用体积法和喷量法按下式计算，取其最大值：

$$Q = \max \left\{ \frac{\pi}{4} [D_e^2 k_1 h_1 (1 + \beta) + D_0^2 k_2 h_2], \frac{H}{v} q (1 + \beta) \right\}$$

式中 Q — 需要的用浆量 (m^3)；

D_e — 旋喷体直径 (m)；

D_0 — 注浆管直径 (m)；

h_1 — 旋喷长度 (m)；

h_2 — 未旋喷长度 (m)；

k_1 — 填充率，一般取0.75 ~ 0.90；

k_1 — 未旋喷范围土的填充率，一般取0.5 ~ 0.75；

β — 损失系数，一般取0.1 ~ 0.2；

v — 提升速度 (m/min)；

H — 喷射长度 (m)；

q — 单位时间喷浆量 (m^3/min)。

水泥用量按下式计算：

$$M_c = \frac{\rho_c Q}{W/C}$$

式中 M_c — 水泥用量 (t)；

Q — 用浆量 (m^3)；

W/C — 水灰比；

ρ_c — 水泥密度 (T/m^3)。

3 施工工艺

3.1 工艺类型。高压喷射注浆法的基本工艺有单管法、二重管法及三重管法三种类型。

单管法注浆管为单根管，喷嘴安装在管端侧面，用钻机将管置入土层预定深度后，用高压泵以 $\geq 20MPa$ 的压力，把浆液从喷嘴喷射出去，冲击破坏土体，同时借助于注浆管的旋转和提升运动，使浆液与从土体上崩落下来的土搅拌混合，经过一定时间凝固，便在土中形成圆柱状固结体。

二重管法是使用双通道的二重注浆管，钻到土层预定深度后，通过在管底部侧面的同轴双重喷嘴，同时喷射出 $\geq 20MPa$ 的高压浆液和0.7MPa空气两种介质的射流冲击破坏土体，能量比单管显著增

地基基础加固	高压喷射注浆法加固说明						图集号	08SG311-2
高压喷射注浆法							页	1-42
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		

表5 高压喷射注浆法主要施工机具、设备

编号	机具设备名称	型 号	规 格	注 浆 方 法		
				单管法	二重管法	三重管法
1	高压泥浆泵	SNS-H300水流 Y-2型液压泵	30MPa 20MPa	*	*	
2	高压水泵	3XB型 3W6B 3W7B	35MPa 20MPa			*
3	钻 机	工程地质钻 振 动 钻		*	*	*
4	泥浆泵	BW-150型	7MPa			*
5	空压机		0.8MPa 3m ³ /min		*	*
6	泥浆搅拌机			*	*	*
7	单 管			*		
8	二重管				*	
9	三重管					*
10	高压胶管		φ19mm~φ22mm	*	*	*

大，通过旋转和提升，最后在土中形成圆柱状固结体。

三重管法注浆管为三重管，分别送水、气和浆液三种介质。在以 $\geq 20\text{MPa}$ 的高压水喷射流周围，伴随着一股 0.7MPa 左右的圆筒状气流，同轴喷射冲切土体，使之形成较大空隙，再由泥浆泵以 $2\sim 5\text{MPa}$ 压力从内管输送喷射出浆液填充，通过浆管及喷射的旋转和提升运动，最后在土中凝固为直径较大的圆柱状固结体。

3.2 主要机具设备。高压喷射注浆法的主要机具设备由钻机和高压发生设备两大部分组成，由于工艺类型不同，所使用的机具设备型号、规格和数量均不相同，如表5所示。

3.3 施工程序。虽然单管、二重管及三重管喷射注浆法所注入的介质种类和数量不同，技术参数也存在差异，但三者施工程序基本一致，都是先把钻杆插入或打进预定土层中，然后自下而上进行喷射注浆作业，如图3所示。

3.3.1 钻机就位。根据设计布桩图移动钻机就位，将钻杆或带有活动桩靴的套管直立于孔位中心，并进行对中调直，允许倾斜度不得大于 1.5% （图3a）。

3.3.2 钻孔。单管旋喷钻孔常使用76型旋转振动钻机；二重管或三重管旋喷，或地层比较坚硬时，宜使用地质钻机钻孔。孔位偏差不得大于 50mm 。当达设计深度后停止钻孔（图3b）。

3.3.3 拔出并拆除部分套管。根据加固土体范围，将套管拔出一段，拔出高度应不小于拟加固的土体高度 H （图3c）。将露出地面的上段套管拆除，下段套管仍留在基础及土中，以保护孔壁（图3d）。

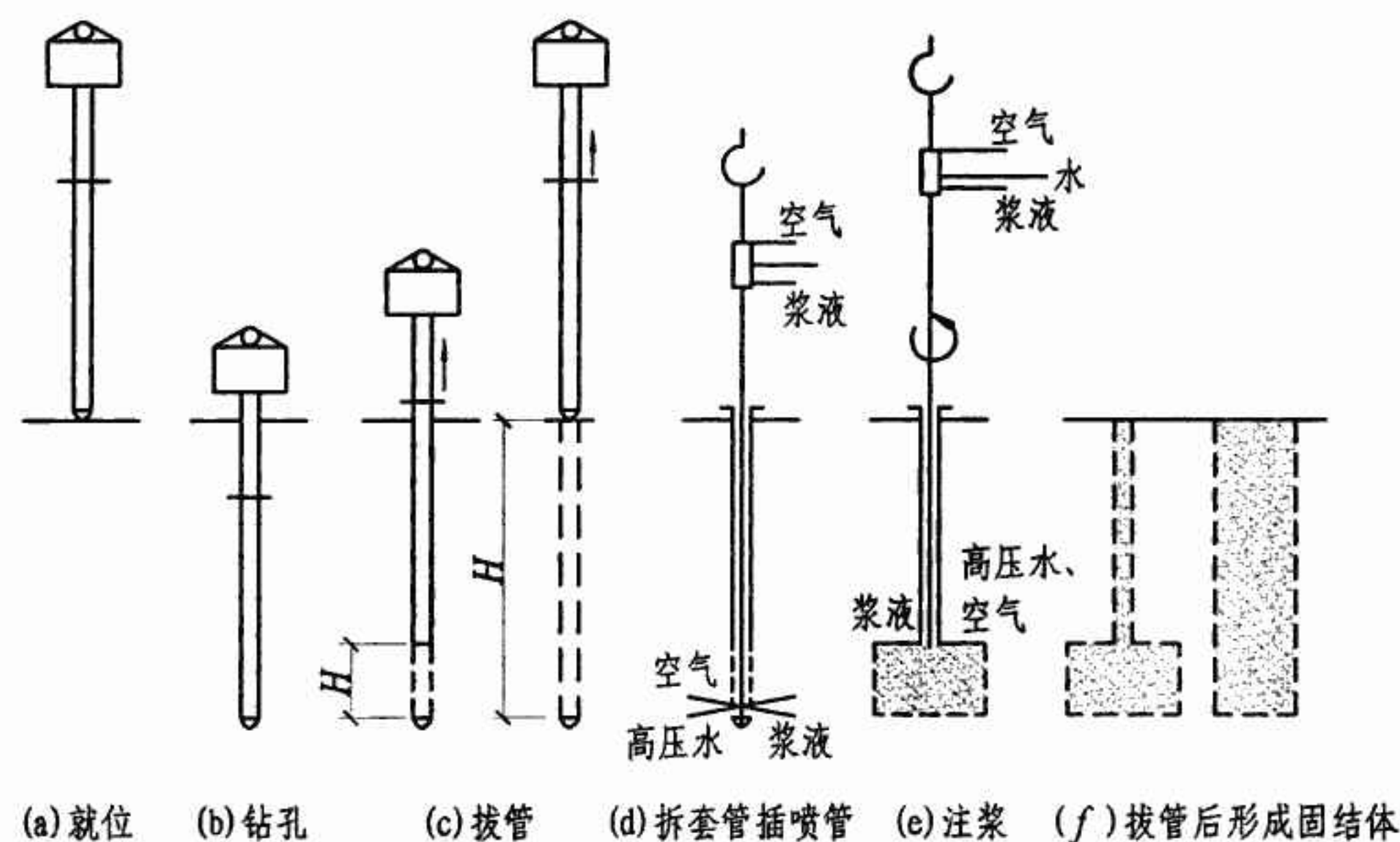


图3 旋喷桩施工流程

3.3.4 插管。插管是将喷射管插入地层预定深度。使用76型振动钻机，钻孔与插管合二为一，无需另行插管。如使用地质钻机钻孔完毕，必须拔出岩心管，换上旋喷管，并插到预定深度。在插管过程中，为防止泥砂堵塞喷嘴，可边射水边插管，水压一般不超过1MPa，否则易将孔壁射塌（图3d）。

3.3.5 注浆。开动机器，由下而上连续进行喷射作业，直至达到预期的加固高度停止（图3e）。高压喷射注浆作业，通常采用的技术参数详见表6。喷射管宜采用连续提升，若采用分段提升，或中途停机时，其搭接长度不得小于100mm。对需要局部扩大桩径（如扩底桩）或提高强度的部位，可采用复喷措施。配置好的浆液，应在15h内使用完毕。当在喷射过程中出现压力骤降或升高或冒浆等异常时，应查明原因，并及时采取措施。

表6 常用高压喷射注浆参数

技术参数		单管法	二重管法	三重管法	
				CJG工法	RJP工法
高压水	压力 (MPa)			20~40	20~40
	流量 (L/min)			80~120	80~120
	喷嘴孔径 (mm)			1.7~2.0	1.7~2.0
	喷嘴个数			1~4	1
压缩空气	压力 (MPa)		0.7	0.7	0.7
	流量 (m³/min)		3	3~6	3~6
	喷嘴间隙 (mm)		2~4	2~4	2~4
水泥浆液	压力 (MPa)	20~40	20~40	30	20~40
	流量 (L/min)	80~120	80~120	70~150	80~120
	喷嘴孔径 (mm)	2~3	2~3	8~14	2
	喷嘴个数	2	1~2	1~2	1~2
注浆管	提升速度 (cm/min)	20~25	10~20	5~12	5~12
	旋转速度 (r/min)	约20	10~20	5~10	5~10
	外径 (mm)	ø42、ø50	ø50、ø75	ø75、ø90	ø90

3.3.6 冲洗机具设备。当高压喷射注浆完毕，应迅速拔出注浆管和套管（图3f），并冲洗干净，管内和机内不得残存水泥浆，通常把浆液换成水，在地面上喷射，以便把泥浆泵、注浆管和软管内的浆液全部排除。

3.4 施工操作注意事项

3.4.1 钻机或旋喷机就位时机座要平稳，立轴或转盘要与孔位对正，

地基基础加固	高压喷射注浆法加固说明						图集号	08SG311-2
高压喷射注浆法							页	1-44
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		

倾角与设计误差一般不得大于 0.5° 。

3.4.2 喷射注浆前要检查高压设备和管路系统。设备的压力和排量必须满足设计要求。管路系统的密封圈必须良好，各通路和喷嘴内不得有杂物。为防止喷嘴在插管时被泥砂堵塞，插管时可用一层薄塑膜包扎。

3.4.3 喷射注浆时要注意设备开动顺序。以三重管为例，应先空载启动空压机，待运转正常后，再空载启动高压泵，然后同时向孔内送风送水，使风量和泵压逐渐升高至规定值。风、水畅通后，如系旋喷即可旋转注浆管，并启动注浆泵，先向孔内送清水，待泵量泵压正常后，即可将注浆泵的吸水管移至储浆桶开始注浆。估算当水泥浆的前峰已流出喷头后，才可开始提升注浆管，自下而上喷射注浆。

3.4.4 喷射注浆中遇情况需拆卸注浆管时，应先停止送浆回旋和提升，逐渐减小风量和水量，最后停机。拆卸处理完毕再继续喷射注浆时，开机顺序应按3.4.3规定进行。前后注浆段搭接长度应 ≥ 100 mm以防固结体脱节。

3.4.5 喷射注浆达到设计深度后，即可停风、停水，但应继续注浆，待水泥浆从孔中泛出后，方可停止注浆，然后将注浆泵的吸水管移至清水箱，抽吸定量清水将泵和管路中的水泥浆顶出，然后停泵。

3.4.6 喷射注浆作业后，由于浆液吸水作用，一般均有不同程度收缩，使固结体顶部产生凹穴，应及时在原位采用冒浆回灌或二次注浆等措施，并要预防其他钻孔排出的泥土或杂物进入。

3.4.7 为加大固结体尺寸，或对深层硬土避免固结体尺寸减小，可提高喷射压力、泵量或降低回转与提升速度等措施，亦可采用复喷工艺。复喷工艺是：先以清水初喷，并逐渐将注浆管下至起始深度位置，接着改换为水泥浆，自下而上进行第二次喷射(复喷)。

3.4.8 高压喷射注浆出现少量冒浆是正常现象。若完全不冒浆或冒浆量过大($>20\%$)，则应查明原因并采取相应措施。对于因地层中有较大空隙所引起的不冒浆，可在浆液中掺加速凝剂或增大注浆量。对于冒浆量过大，可适当减少注浆量或加快提升速度，也可缩小喷嘴直径和提高喷射压力。

3.4.9 对既有建筑地基加固，为防止旋喷过程中地基产生附加变形和出现地基与基底脱空现象，应采用速凝浆液或跳孔喷射和冒浆回灌等措施；为使桩顶与原基础紧密结合，可于作业结束后24h，在桩中心钻一小孔，再用小直径($\phi 30$)单层注浆管补喷一次。

3.4.10 在软弱地层旋喷时，固结体强度低，为提高固结体强度，可在旋喷后用砂浆泵注入强度等级为M15水泥砂浆。

地基基础加固	高压喷射注浆法加固说明						图集号	08SG311-2
高压喷射注浆法							页	1-45
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		

4 质量检验

- 4.1 主要检验内容为固结体的整体性和均匀性、有效直径和垂直度、强度特性、溶蚀和耐久性能等。
- 4.2 检验方法可采用开挖检查固结体垂直度和形状，钻芯取样检验固结体的物理力学性能，钻孔渗透试验测定固结体抗渗能力，标准贯入试验测定固结体的强度，荷载试验检验固结体的单桩承载力。

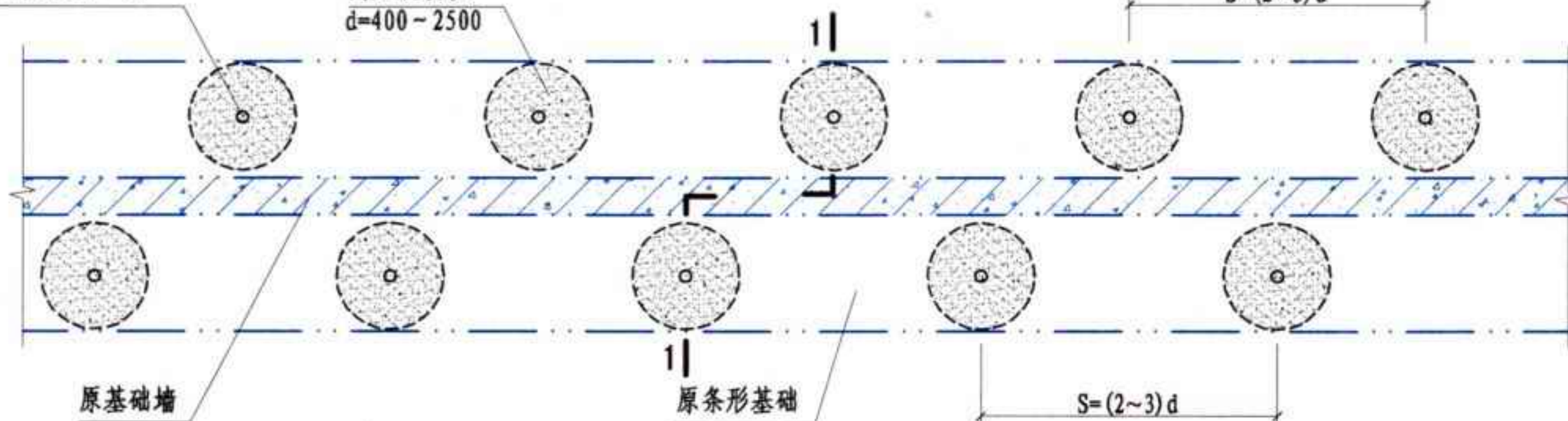
- 4.3 检验点应选在建筑荷载大的部位、防水帷幕的中心线上、施工过程中出现异常情况的部位，以及地质情况复杂、可能对高压喷射注浆质量产生影响的部位。
- 4.4 检验点数量为施工孔数的1%~5%，但不少于2个。不合格者应进行补喷。
- 4.5 检验时间宜在高压喷射注浆后28d进行。

地基基础加固	高压喷射注浆法加固说明						图集号	08SG311-2
高压喷射注浆法							页	1-46
审核	李东彬	李东彬	校对	陈瑜	陈瑜	设计	万墨林	万墨林

基础上钻孔 $\phi 50 \sim 90$

高压旋喷桩
 $d=400 \sim 2500$

$S=(2 \sim 3)d$



原基础墙

土体及基础上钻孔

原条形基础

高压旋喷桩
 $d=400 \sim 2500$

$d=400 \sim 2500$

$d=400 \sim 2500$

持力层

1-1

原基础墙

土体及基础上钻孔

原条形基础

高压旋喷桩
 $d=400 \sim 2500$

$d=400 \sim 2500$

$d=400 \sim 2500$

扩大头

$(1.2 \sim 1.5)d$

持力层

1-1(扩大头)

地基基础加固

高压喷射注浆法

墙下条形基础加固

图集号

08SG311-2

审核 李东彬

设计 万墨林

校对 陈瑜

设计 万墨林

设计 万墨林

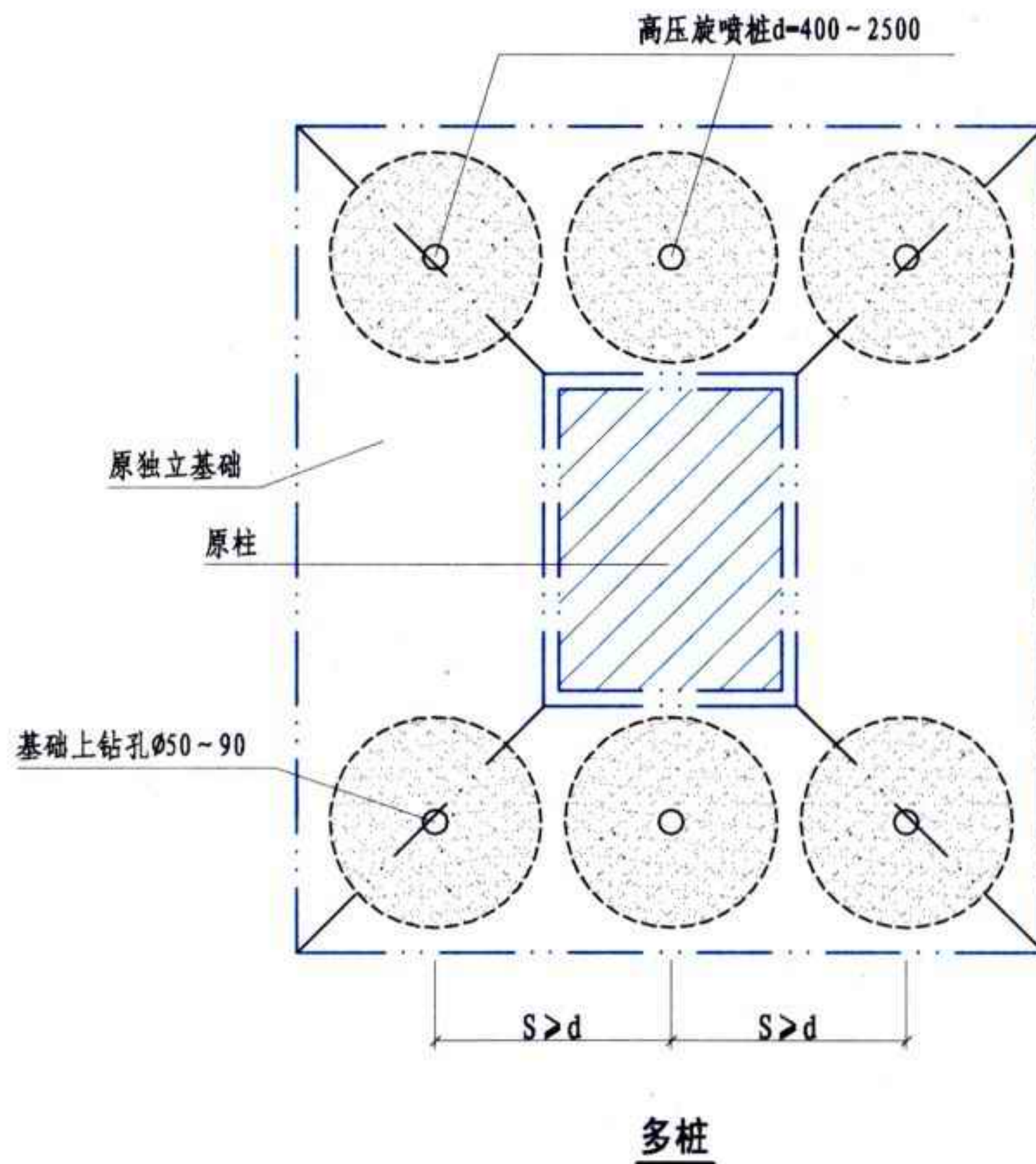
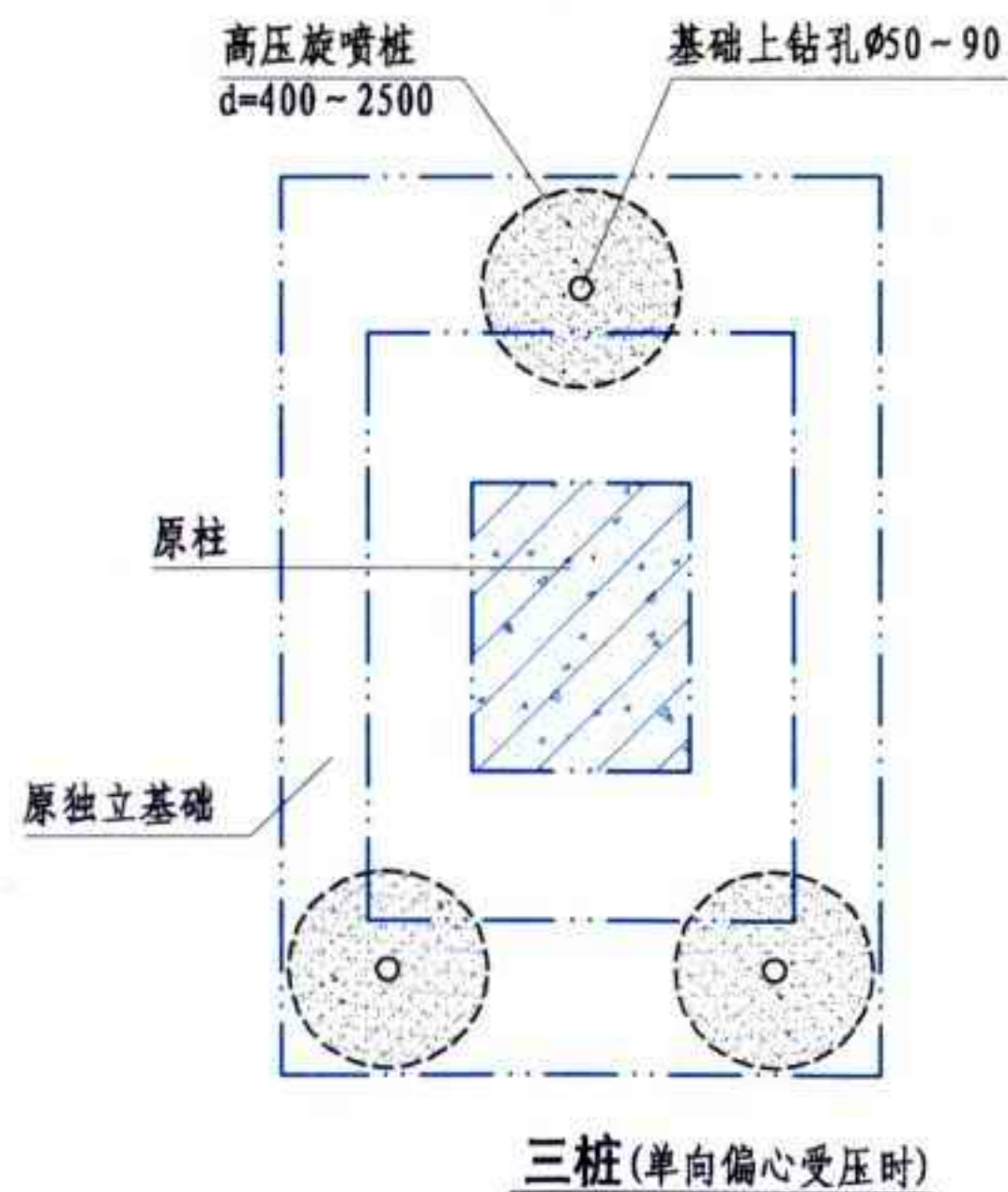
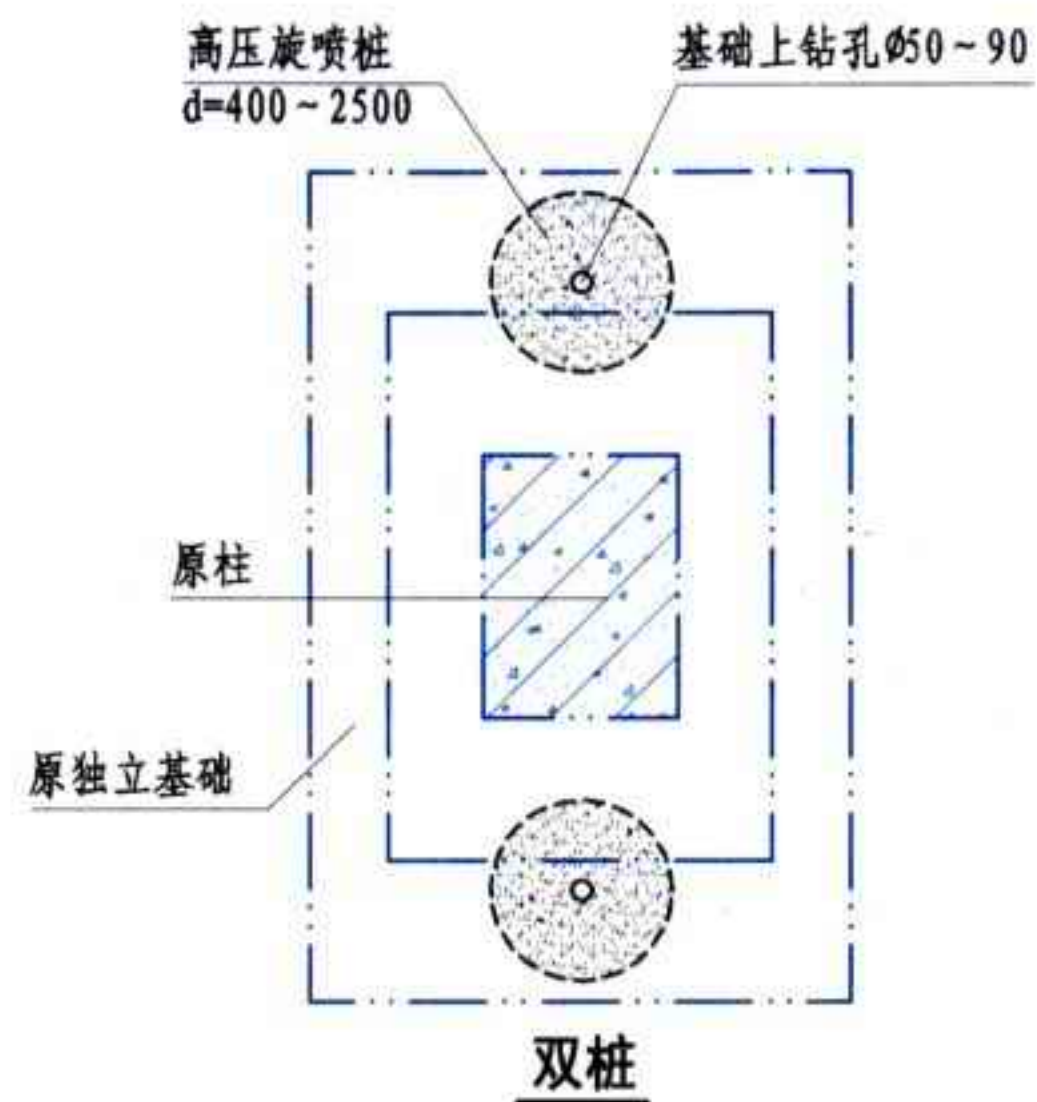
设计 万墨林

设计 万墨林

设计 万墨林

页

1-47



地基基础加固	独立柱基加固						图集号	08SG311-2
高压喷射注浆法							页	1-48
审核	李东彬	设计	陈瑜	设计	万墨林	万墨林		

注浆加固法说明

1 适用范围

注浆加固法适用于砂土、粉土、粘性土和人工填土等地基加固，主要用于防渗堵漏、提高地基土强度和变形模量以及控制建筑物倾斜等。

2 注浆加固设计

2.1 浆液材料选用。注浆加固中所用的浆液是由主剂、溶剂及外加剂混合而成。浆液分为粒状悬浮液和化学真溶液。粒状悬浮液包括纯水泥浆、粘土水泥浆及水泥砂浆等。要求可灌性好、分散度高、不沉淀析水、收缩性小、结石强度高、抗渗性好、耐久性好等。化学浆液品种很多，常用的有水玻璃（ $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ ）、水玻璃水泥浆、氢氧化钠（ NaOH ）等。水玻璃的作用是速凝，可用其浓度和温度准确地控制在几秒钟到几十分钟凝固，凝固后结石率高（98%~100%）、强度高。氢氧化钠溶液简称碱液，主要用于湿陷性黄土地基加固，可完全消除土体的湿陷性，提高土体的压缩模量和水稳定性。

单纯以水泥为主剂配制的浆液称为单液，以水泥和水玻璃混合配制的浆液称为双液。在有地下水流动的情况下，不应采用单液水泥浆，应采用水泥+水玻璃双液浆，以便快凝避免浆液流失。

2.2 加固土体范围设定。与高压喷射注浆法相似，注浆加固法的注浆量和注浆有效范围受土质、浆液种类及注浆压力等多重因素影响，应

通过现场注浆试验确定。因压力小，有效直径（一般 $d=200\sim1000\text{mm}$ ）不如高喷法。在粘性土地基中，浆液注入率宜为15%~20%。孔距、排距、孔数和排数的设定，原则上应使被加固土体在平面和深度范围内连成一个整体。注浆孔间距一般可取1.0~2.0m。为防止“冒浆”，注浆点上的自然覆土厚度应 $\geq 2\text{m}$ ；对于混凝土地坪及基础上的注浆点，可不受此限制。

2.3 注浆压力设定。注浆加固按浆液在土中的流动方式，分为渗透注浆、劈裂注浆和压密注浆。

渗透注浆压力很小，浆液基本靠自重渗透入土体，土体结构基本不受扰动和破坏，适用于渗透系数 $k \geq 10^{-4}\text{cm/s}$ 的砂性土。

当土的渗透系数 $k < 10^{-4}\text{cm/s}$ 时，应采用劈裂注浆。劈裂注浆压力，在砂土中，宜选用0.2~0.5MPa；在粘性土中，宜选用0.2~0.3MPa。土体在压力作用下会产生剪切劈裂，浆液则沿着劈裂面渗进，进而产生更深层次劈裂。由于劈裂是各向的，最后便形成了加固土体的网络或骨架结构。

压密注浆是指通过钻孔在土中灌入极浓的浆液，如坍落度为25~75mm的水泥砂浆浆液，采用1~7MPa较高的压力，使周围土体压密，在注

地基基础加固	注浆加固法说明						图集号	08SG311-2
注浆加固法							页	1-49
审核	李东彬	设计	陈瑜	校对	万墨林	万墨林		

浆管端部附近形成“浆泥”，离浆泥界面0.3~0.2m内的土体都受到明显加密。当采用水泥浆+水玻璃双液快凝浆液时，注浆压力小于1MPa。

必须指出的是，大多数注浆过程中渗透、劈裂和压密三种流动形式都会同时出现，只是以何种方式为主的差别，完全为单一的流动方式是难以产生的。

3 注浆加固施工

3.1 一般规定

3.1.1 注浆加固施工场地应预先平整清理，并沿钻孔位置开挖沟槽和集水坑。

3.1.2 注浆压力和流量是注浆施工工艺的两个重要参数，应做好记录，宜采用自动流量和压力记录仪，并应及时对资料进行整理分析。

3.1.3 当既有建筑地基进行注浆加固时，应对既有建筑及其邻近建筑、地下管线和地面的沉降、倾斜、位移和裂缝进行监测。并应采用孔间隔注浆和缩短浆液凝固时间等措施，减少既有建筑基础因注浆而产生的附加沉降。

3.2 主要设备。注浆用的主要设备是钻孔机械、注浆泵及浆液搅拌机等，这些设备的型号很多，应根据工程需要合理选用。对于双液注浆，如“水泥浆+水玻璃”，还需要浆液混合器。

3.3 浆液配置。浆液主剂为水泥，宜采用42.5或52.5普通硅酸盐水泥。水泥浆的水灰比可取0.6~2.0，常用水灰比为1.0。为使浆液便于泵送、提高可灌性等，可掺用粉煤灰，以保持悬浮状态。粉煤灰掺量为水泥重量的20%~50%。根据工程需要，可在浆液拌制时加入速凝剂、减水剂和防析水剂等。水玻璃为常用速凝剂，其模数应为3.0~3.3，掺量一般为水泥用量的0.5%~3.0%；膨润土起防止浆液离析沉淀的作用，其掺量一般为水泥用量的3%~5%。

3.4 施工工艺

3.4.1 注浆方法。注浆施工方法较多，按注浆管构造分为花管和单向阀管，按注浆管入土方法分为钻孔后插管和振动压管，按注浆方式分为一次注浆和二次注浆。各种方法的工艺流程大同小异，如图1所示。

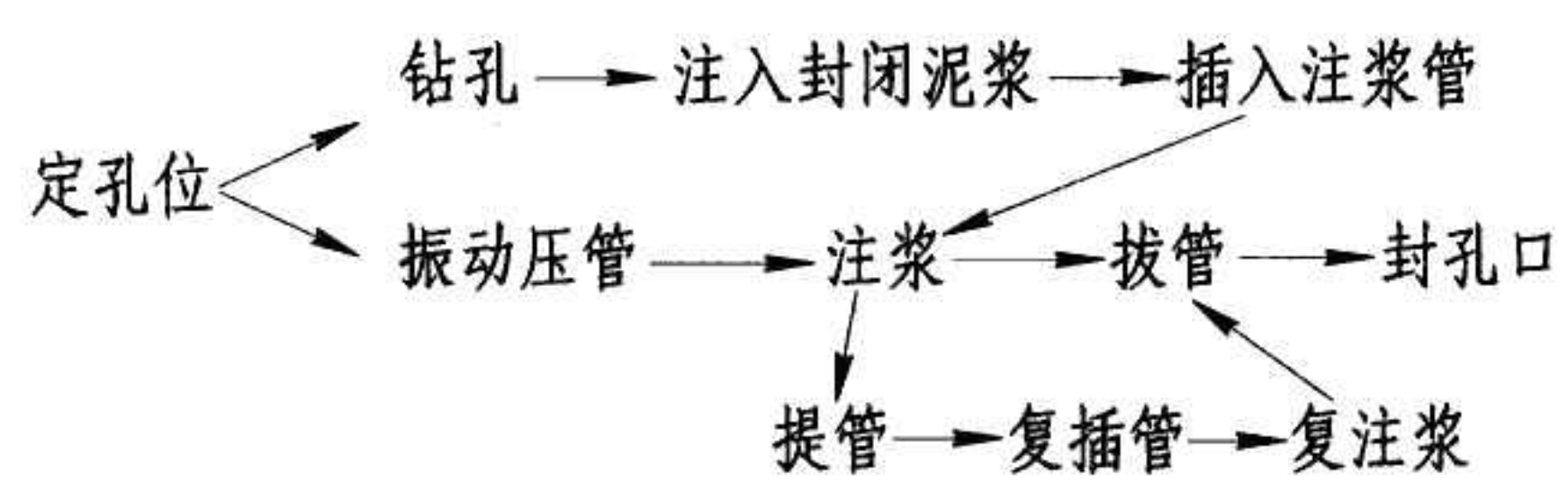


图1 注浆加固法工艺流程

地基基础加固	注浆加固法说明							图集号	08SG311-2
注浆加固法								页	1-50
审核	李东彬	设计	陈瑜	校对	万墨林	万墨林			

花管注浆的注浆管为内径50mm的金属管，端部设锥尖，锥径一般比管径大1~2mm。管头部1~2m范围内侧壁均匀开有很多孔眼，孔眼按梅花形分布，孔眼直径一般为3~4mm。为防止下管时孔眼被堵塞，可在开口的孔眼外包一圈橡皮环，单向阀管为不钻孔的内径为50mm的直管，端部附有活络堵头。花管注浆工艺简单、成本低廉，是一般工程注浆加固的主体。但花管注浆遇卵石或块石层时，振动沉管困难，且不能进行二次注浆，注浆时容易冒浆，注浆深度有限。单阀管注浆在一定程度上弥补了花管注浆的缺点。

对于一般软弱土层，可采用振动法直接将金属注浆管或花管压入土层；但遇坚硬土层或需穿透基础时，则必须先钻孔，达深度后，从钻杆内注入封闭泥浆，然后插入注浆管。

二次注浆亦称复注浆，即待第一次注浆初凝后，在该孔中重新插管注浆，可显著提高注浆加固的效果。对设计上需重点加固的区段，或当一次注浆量过大的部位，或注浆质量不合格的区域，应进行二次注浆。

3.4.2 工艺要点：

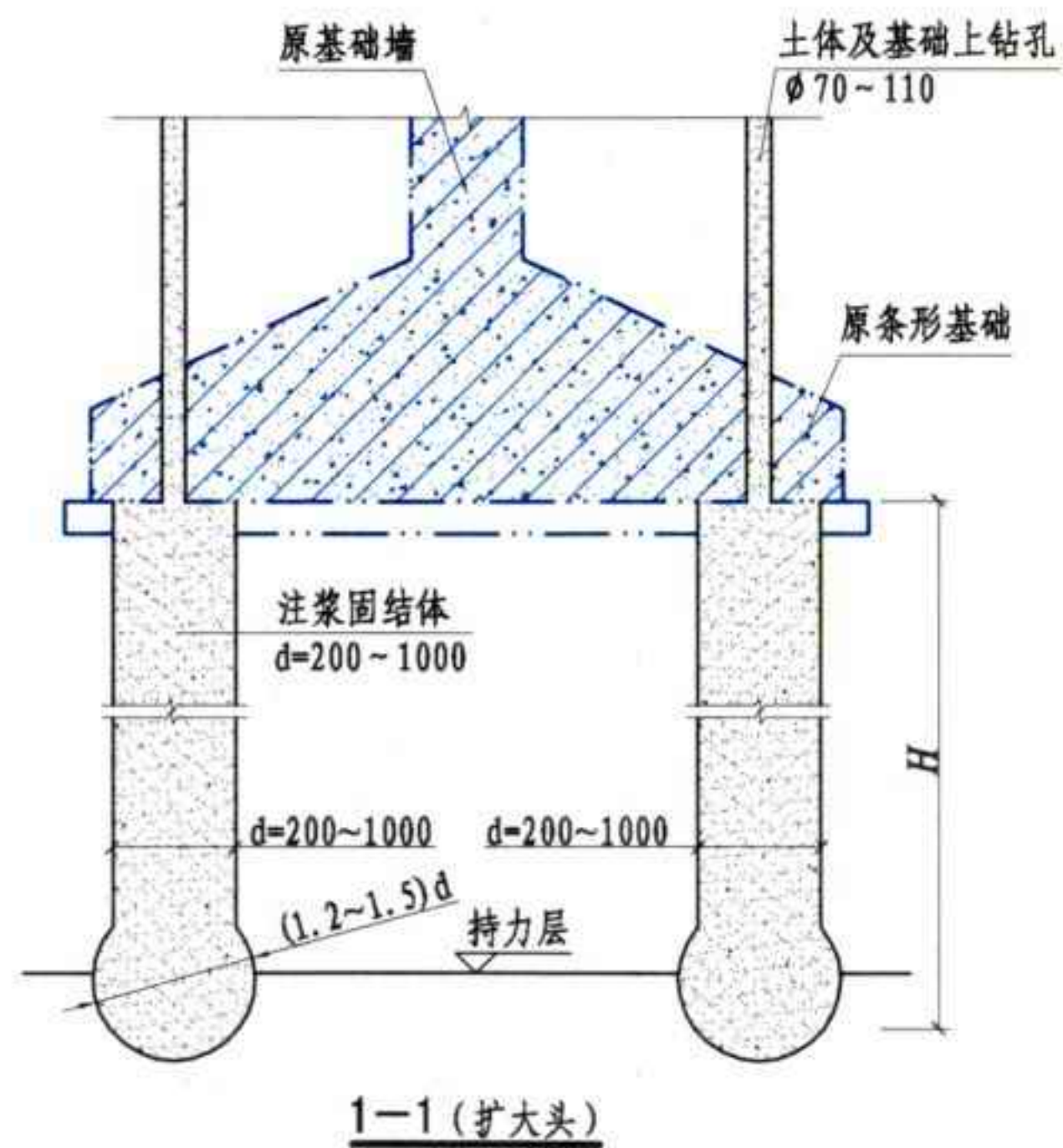
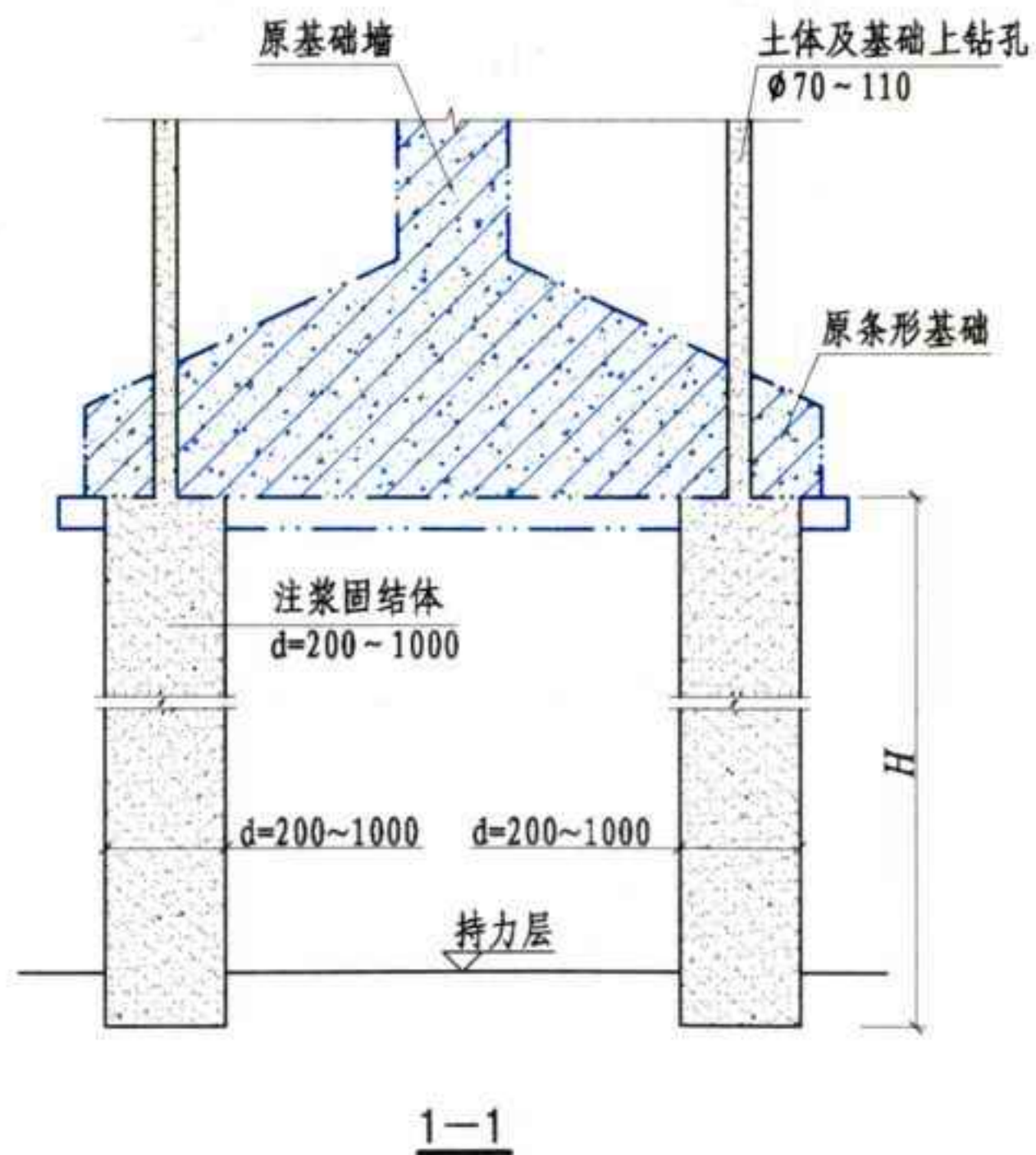
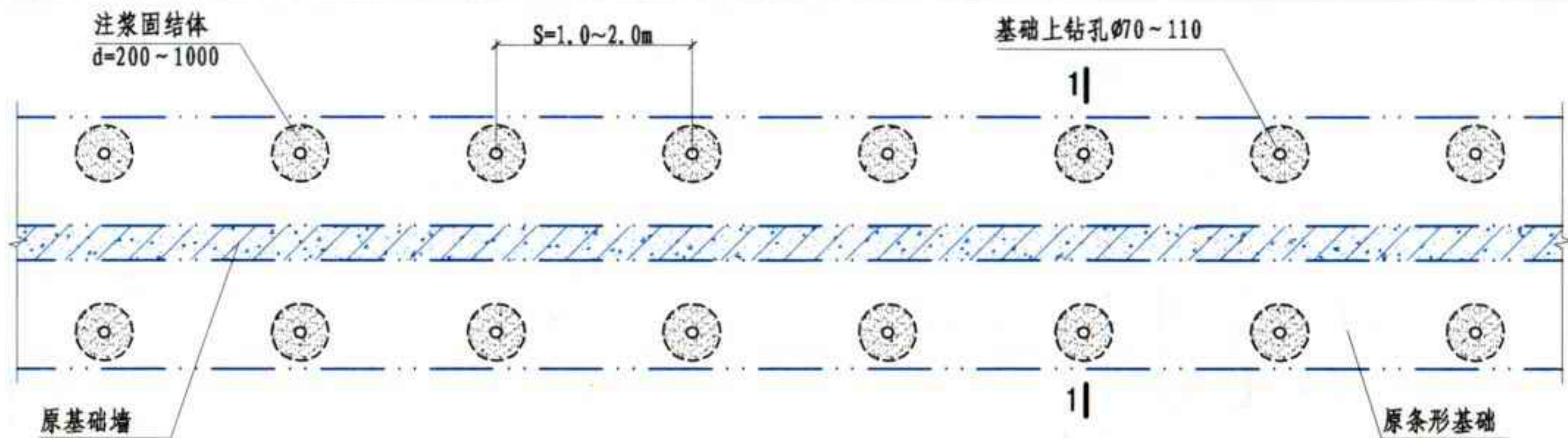
- 1) 注浆孔的孔径宜为70~110mm，垂直高度偏差应<1%，深应达至加固体底部。
- 2) 待封闭泥浆凝固后，移动花管或单管（应捅去注浆管端的活络堵头）自下向上或自上向下进行注浆。

- 3) 注浆流量可取7~10l/min，对充填型注浆，流量不宜>20l/min。
- 4) 当用花管注浆和带有活堵头的金属管注浆时，每次上拔或下钻高度宜为500mm。
- 5) 浆体应经过搅拌机充分搅拌均匀，并在注浆过程中不停缓慢搅拌，泵送前应经过筛网过滤。
- 6) 低温注浆应防止浆液冻结，高温注浆应防止浆液凝固。
- 7) 注浆顺序应跳孔间隔均匀对称进行，宜先外围后内部，严禁分块集中连续注浆。当地下水流速较大时，应从水头高的一端开始注浆。
- 8) 对渗透系数相同的土层，应注浆封顶，然后由下向上进行注浆，防止浆液上冒。如土层的渗透系数随深度而增大，则应自下而上注浆。当出现冒浆时，应暂停注浆，待浆液凝固后再注，或加入速凝剂，使浆液快速凝固。

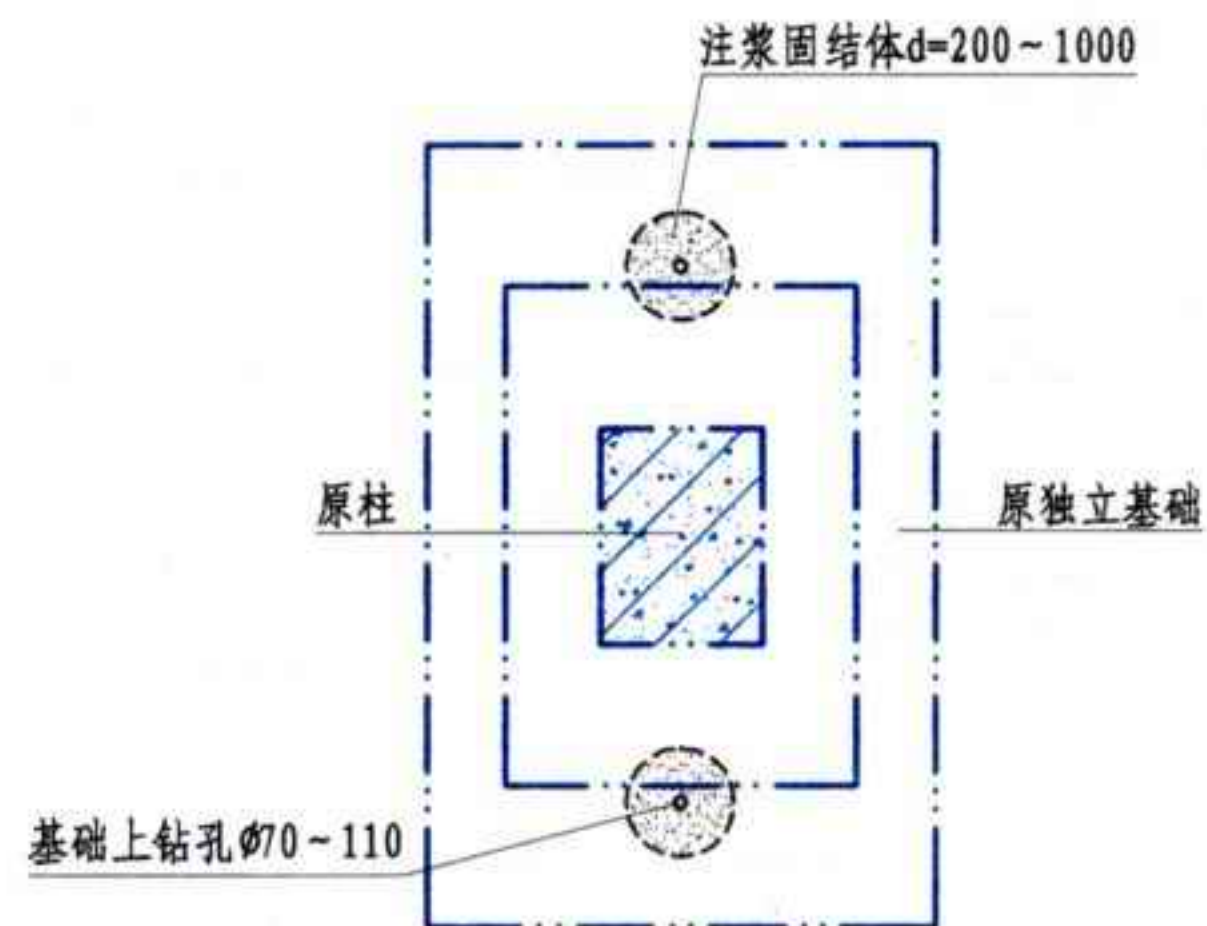
4 质量检验

- 4.1 注浆检验时间应在注浆结束28d后进行。可选用标准贯入、轻型动力触探或静力触探对加固地层进行检测。对重要工程可采用载荷试验测定。
- 4.2 注浆检验点可为注浆孔数的2%~5%。当检验点合格率≤80%，或虽>80%但平均值达不到强度或防渗要求时，均应对不合格的注浆区实施复注浆。

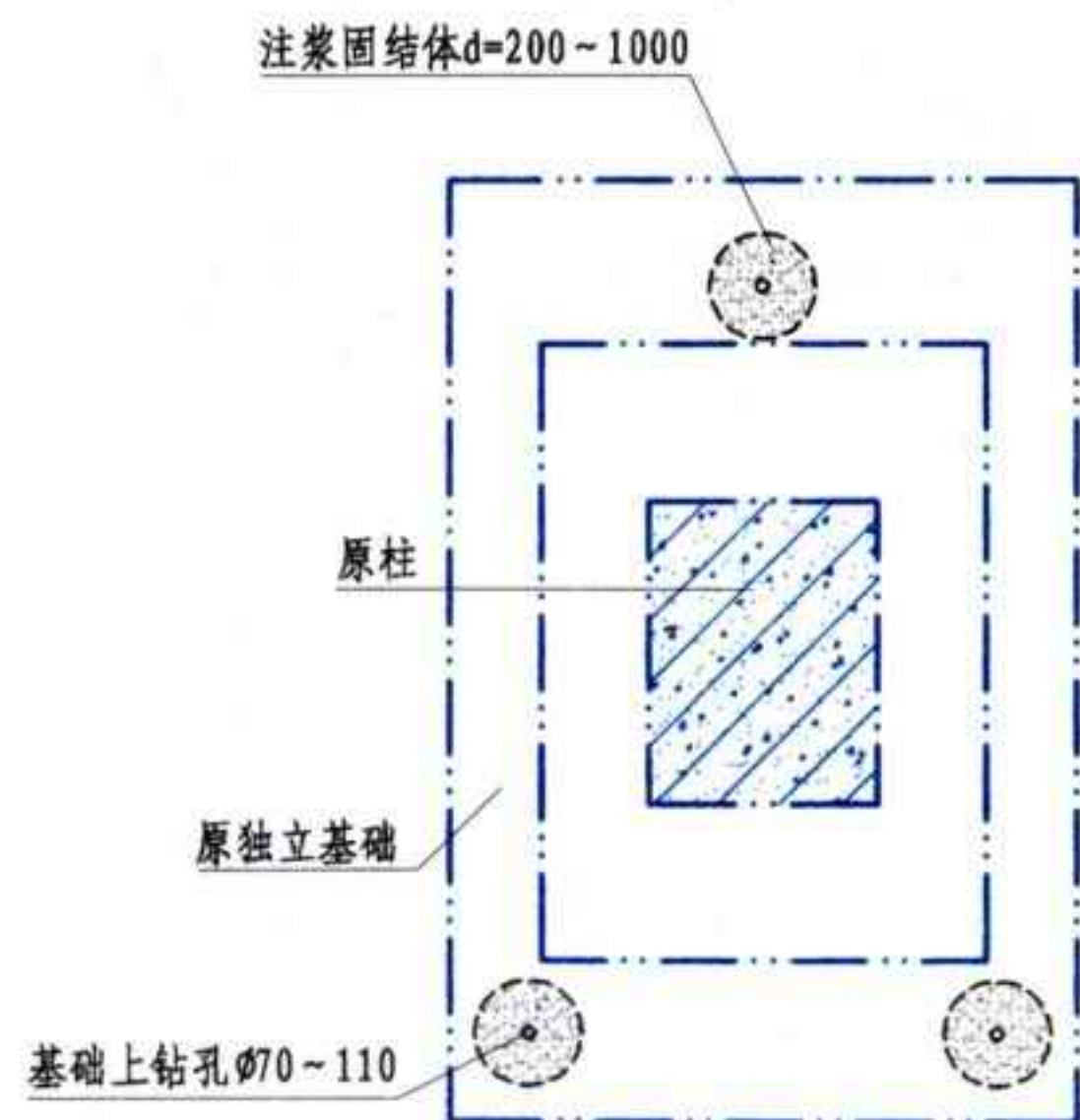
地基基础加固	注浆加固法说明						图集号	08SG311-2
注浆加固法							页	1-51
审核	李东彬	校对	陈瑜	设计	万墨林	万墨林		



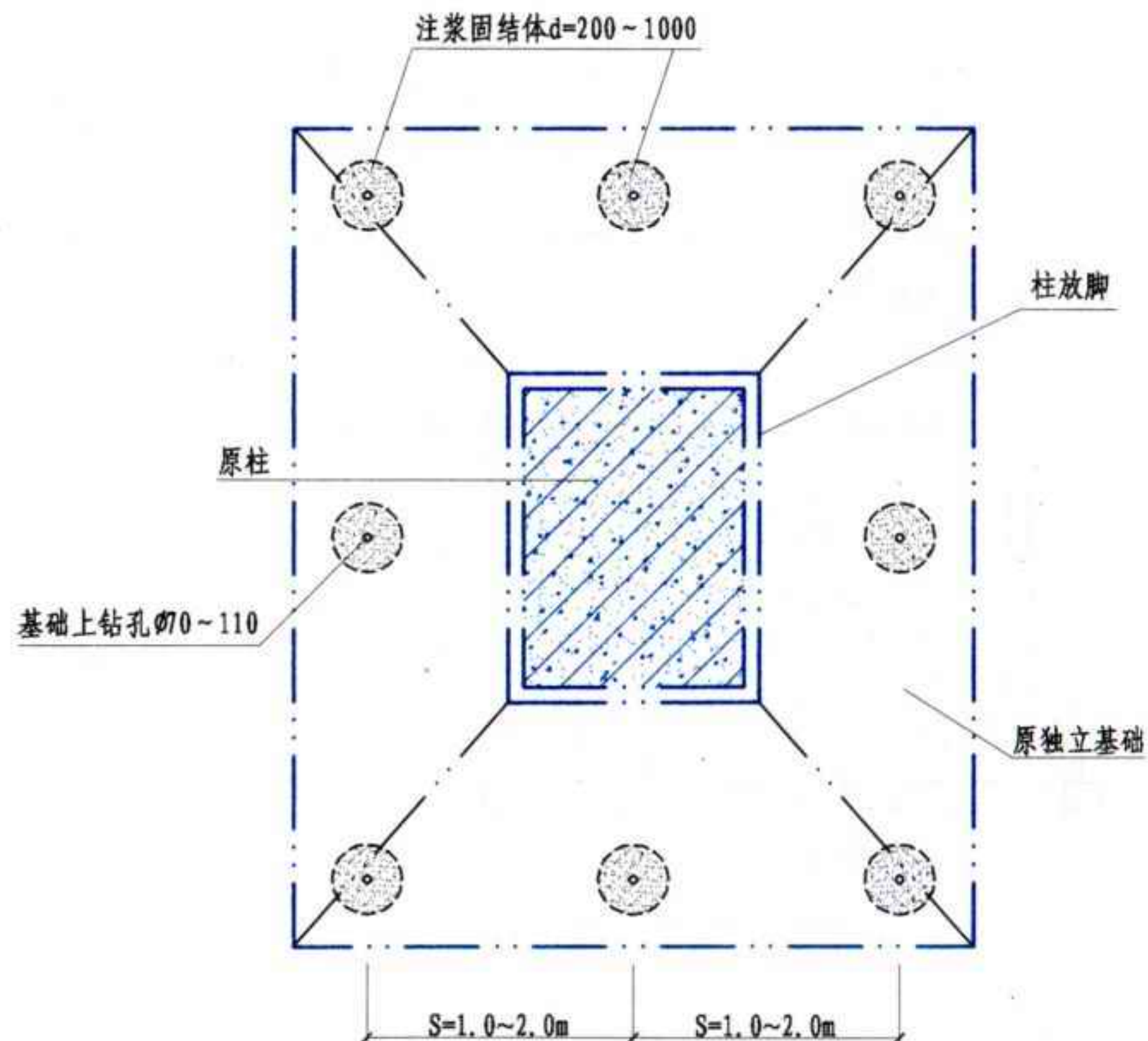
地基基础加固	墙下条形基础加固						图集号	08SG311-2
注浆加固法							页	1-52
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		



双桩



三桩 (单向偏心受压时)



多桩

地基基础加固	独立柱基加固						图集号	08SG311-2
注浆加固法							页	1-53
审核	李东彬	设计	陈瑜	万墨林	万墨林			

建筑结构体系加固说明

1 结构体系加固基本概念

建筑结构体系是由竖向构件和水平构件组成的空间结构,各种构件不同的组成方式和荷载传递路径构成了不同的结构体系。结构体系应具有明确的计算简图和合理的荷载传递途径,避免因部分结构或个别构件破坏而导致整个结构丧失承载能力,应有良好的变形能力和消耗地震能量的能力,宜有多道抗震设防和合理的刚度及承载力分布,避免过大的应力和塑性变形集中而出现薄弱部位。用现行国家标准分析现有建筑可判定原结构体系是否合理,并找出缺陷或不合理的地方。此时,单纯的构件加固已无济于事,必须针对结构整体,从结构组成合理性和体系完整性对该建筑进行加固,然后在合理的结构体系下,经整体计算分析,对个别尚不能满足规范要求的构件进行补强加固。结构体系与构件同时存在问题时,应先加固体系。

2 新增剪力墙

对于纯框架结构既有建筑,若因侧向刚度偏小、抗震能力不足、房屋高度超限、底部框架和内框架结构的既有建筑未设抗震墙时,均应新增一定数量的剪力墙,用以大幅度提高结构侧向刚度和抗震能力,满足相关标准关于多道设防的结构理念。

新增剪力墙宜沿房屋周边对称布置,并尽量靠近框架轴线;剪力墙厚度不宜小于160mm,也不宜小于墙净高的1/20;剪力墙宜双排双向配筋,钢筋直径不应小于8mm,一般选用 $\phi 10$ 和 $\phi 12$,间距不应大于300mm,一般取200mm和250mm;双排钢筋网之间应设拉结筋,拉结筋直径不应小于6mm,间距不宜大于600mm。在框架梁、柱间增设剪力墙形成了有边框剪力墙,剪力墙及原框架梁、柱配筋及构造应按带边框剪力墙处理。

剪力墙与周边结构连接,宜采用化学植筋后锚固连接;为减少植筋钻孔量,避免对原框架梁柱截面造成过大损伤,等代连接筋可按 $A_s f_y / S$ 值等效换算为间距较大(@400~600)直径较粗($\phi 16 \sim 25$)的单排钢筋。当周边结构需要加固时,可将剪力墙钢筋锚入加固层或与加固钢构件焊

接连接。当新旧结构边沿齐平时,对于非抗震设防区,亦可采用局部凿除保护层后与原结构钢筋焊接连接。

新增剪力墙应设基础,新旧基础应连成整体,并考虑新旧基础差异沉降的不利影响,一般可近似将新剪力墙地基耐力乘以系数0.8~0.9予以降低。

3 新增侧向支撑

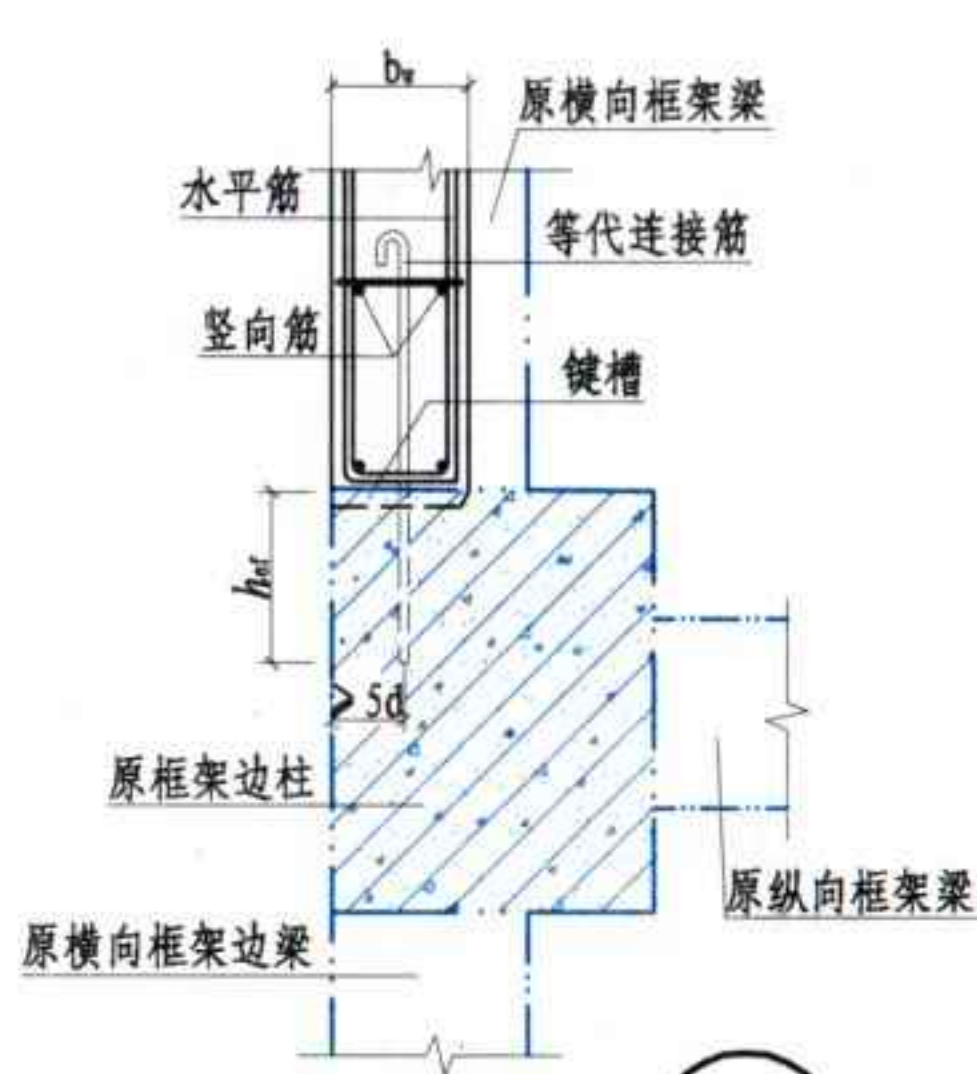
侧向支撑(包括消能支撑)的作用类似剪力墙,可大幅度提高房屋的侧移刚度和抗震能力,主要用于单层工业厂房纵向排架柱加固和框架结构加固,尤其是钢框架结构抗侧力加固。与剪力墙相比,侧向支撑结构杆件主要承受轴力,且截面不大,占用空间较小,相对较为经济。

既有单层工业厂房未考虑抗震设防而需增设柱间支撑加固时,可按本图集进行加固设计;既有多层及高层框架结构柱间增设侧向支撑,可参考使用。

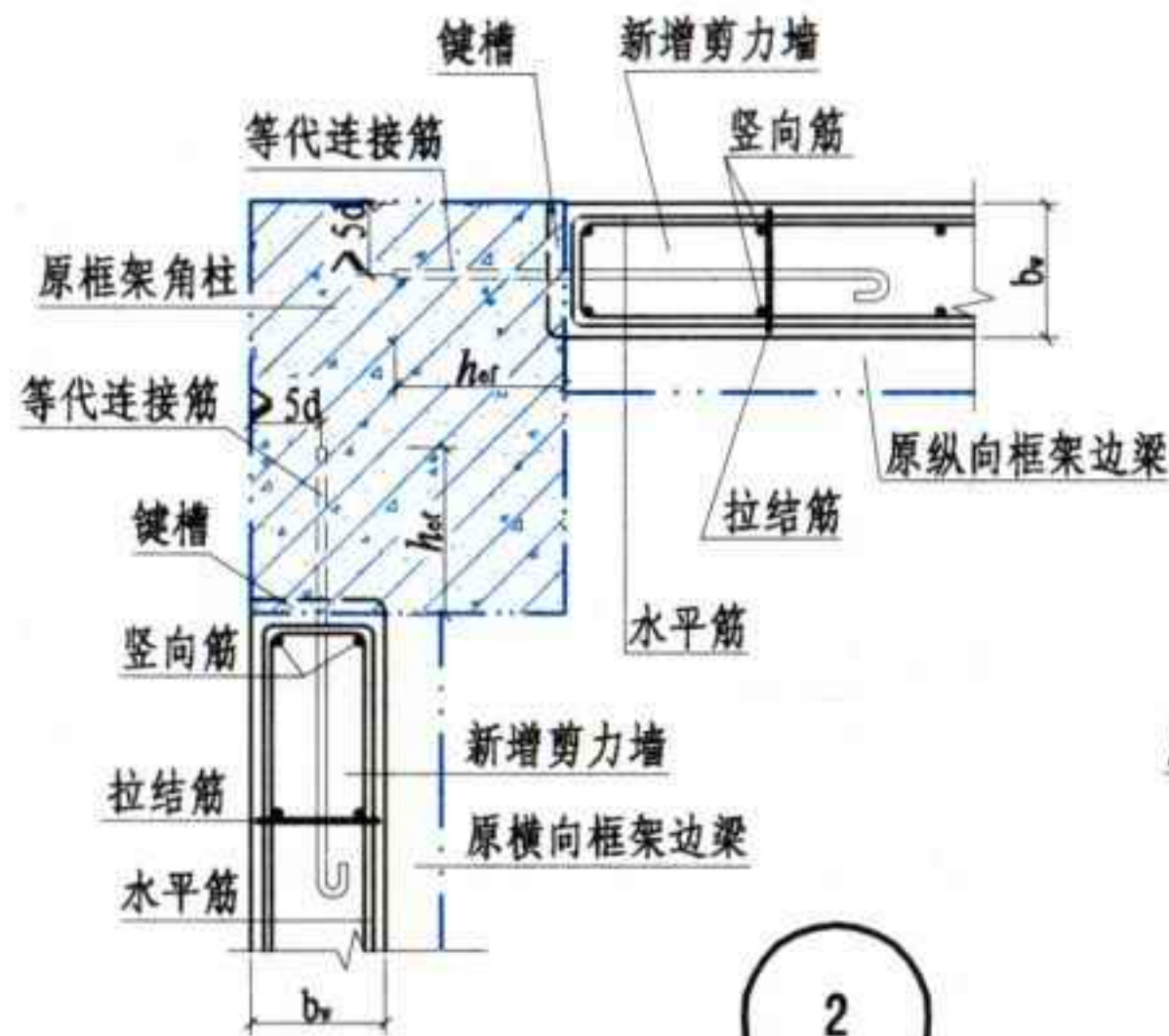
既有厂房柱间支撑增设原则、计算方法、材料要求,以及杆件选用方法,与新建工程并无本质区别,故本图集参考国家建筑标准设计图集《柱间支撑》05G336,仅将其中的预埋连接转化为后锚固连接。即加固设计时,柱间支撑布置、计算及杆件选用应按05G336,连接构造可按本图集进行。

既有厂房柱间支撑的后锚固连接,柱子是采用锚板与高强度螺栓穿孔连接,穿孔宜采用水钻,锚板(包括垫板)处柱贴合面应局部凿除保护层,其间空隙(包括钻孔空隙)应后灌环氧;新增水平压梁钢筋与原柱基采用化学植筋连接,结合面应凿毛、刷净,并涂界面剂一道。

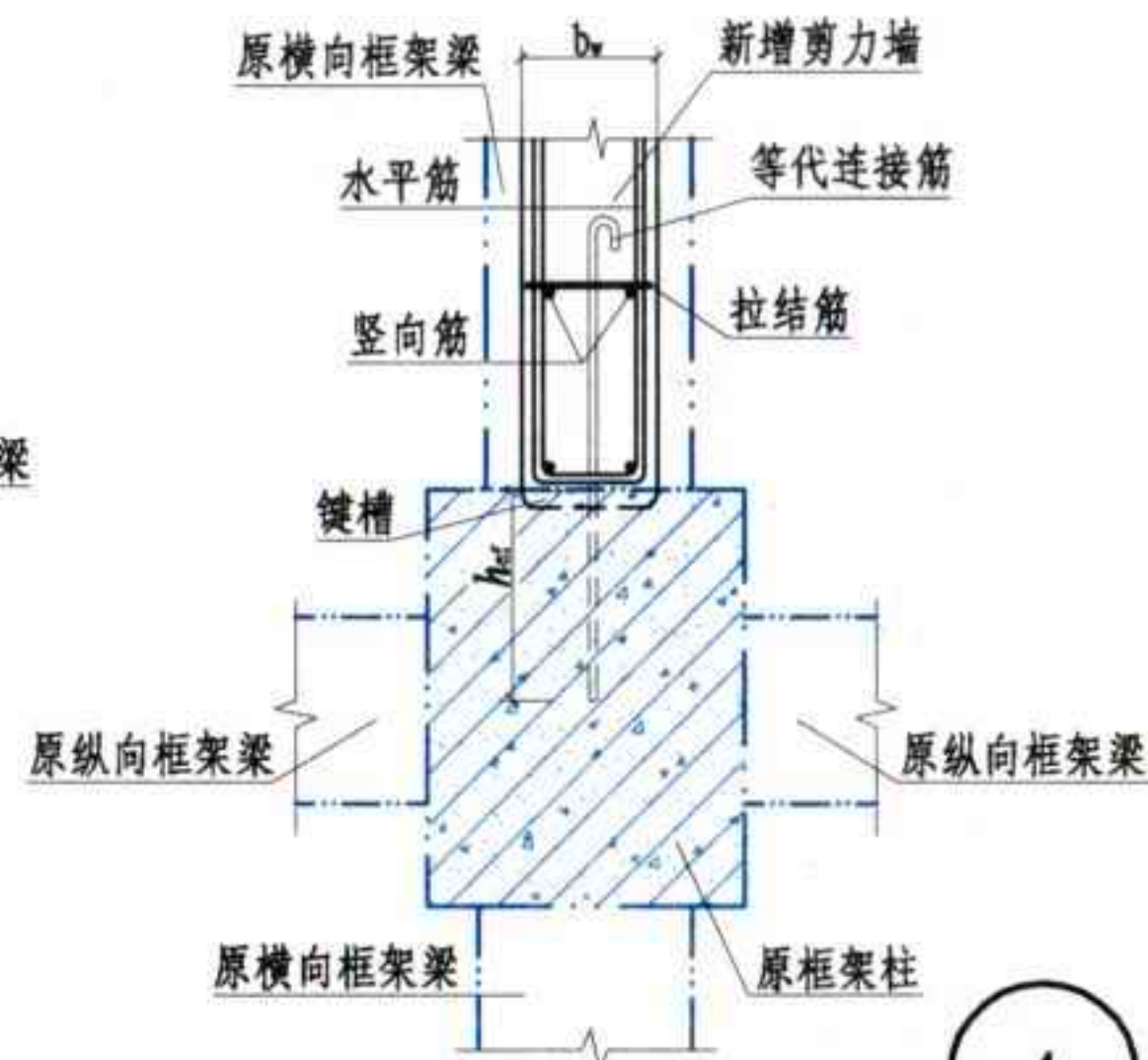
建筑结构 体系加固	建筑结构体系加固说明						图集号	08SG311-2
审核	李东彬	设计	陈瑜	设计	万墨林	万墨林	页	2-1



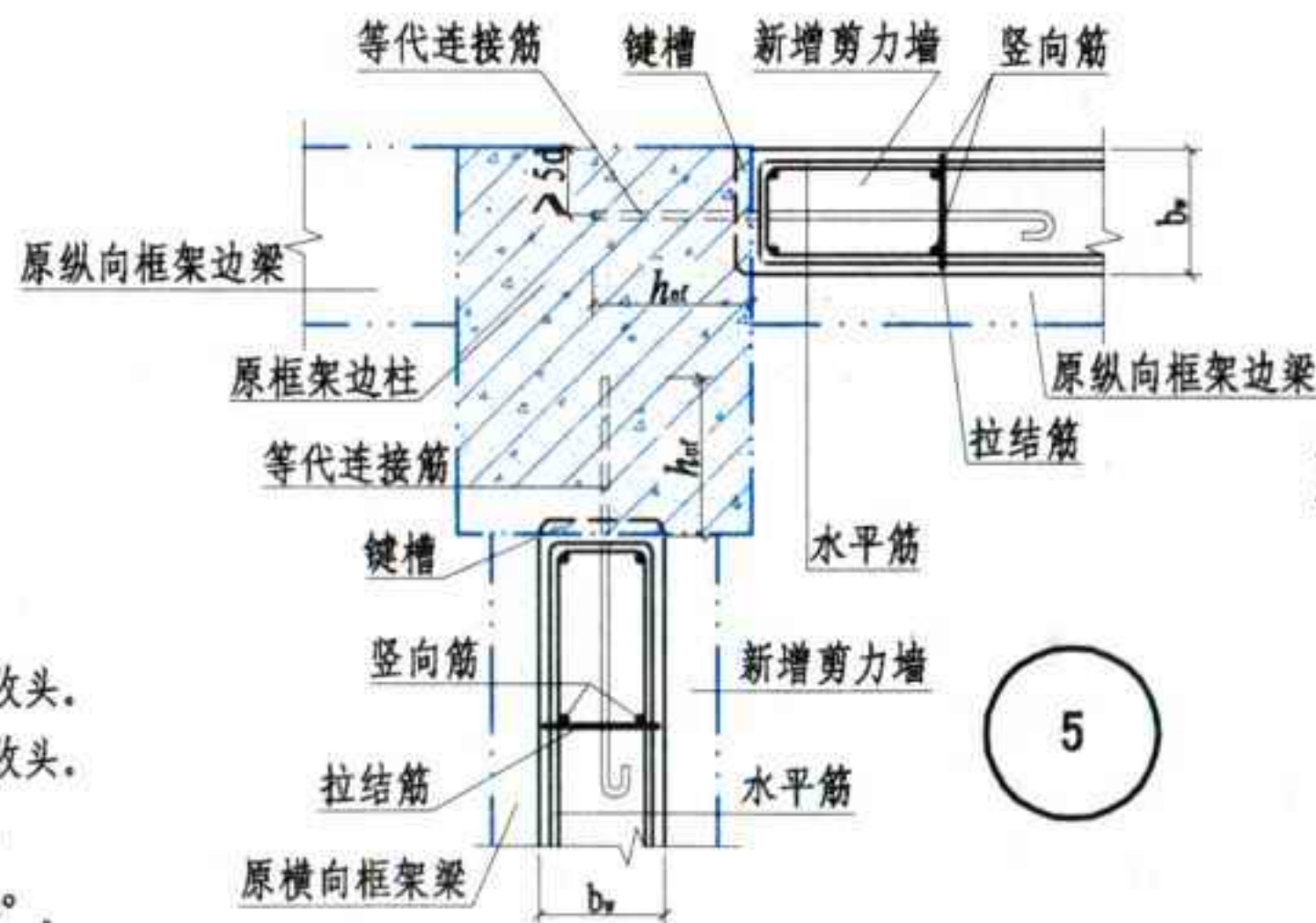
1



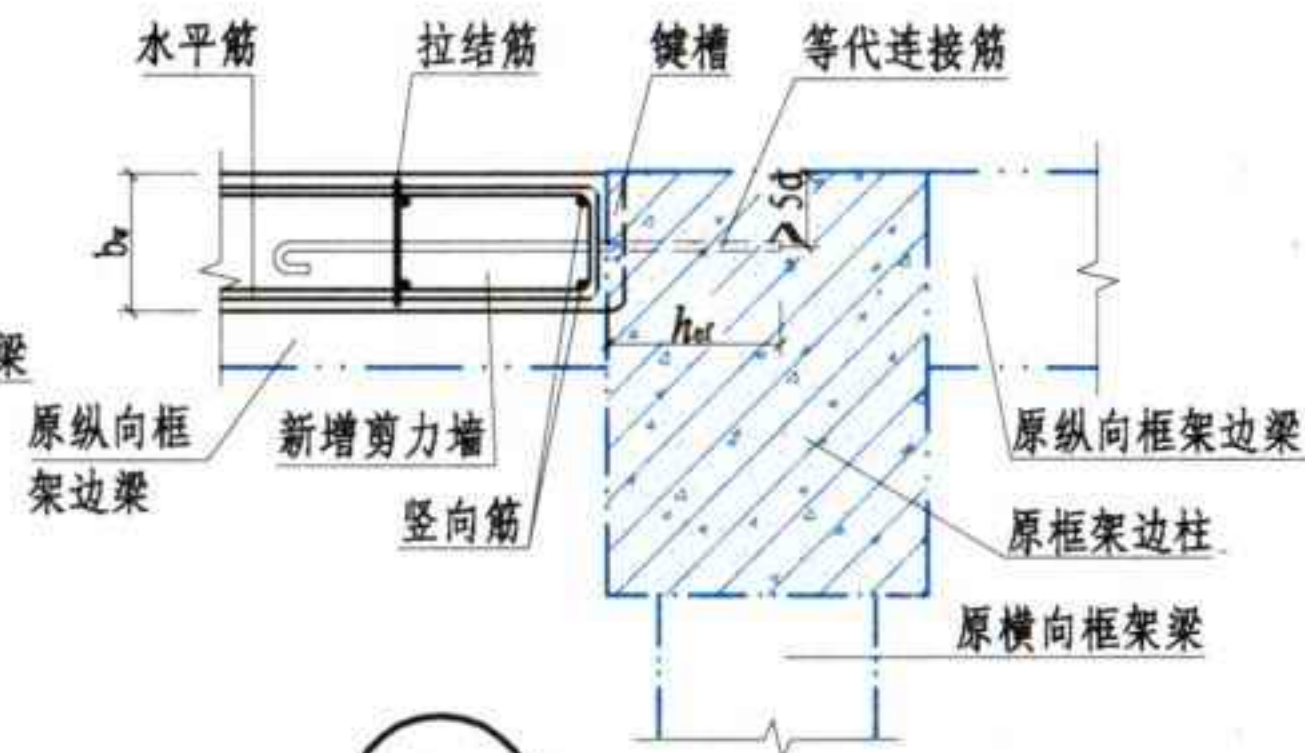
2



4



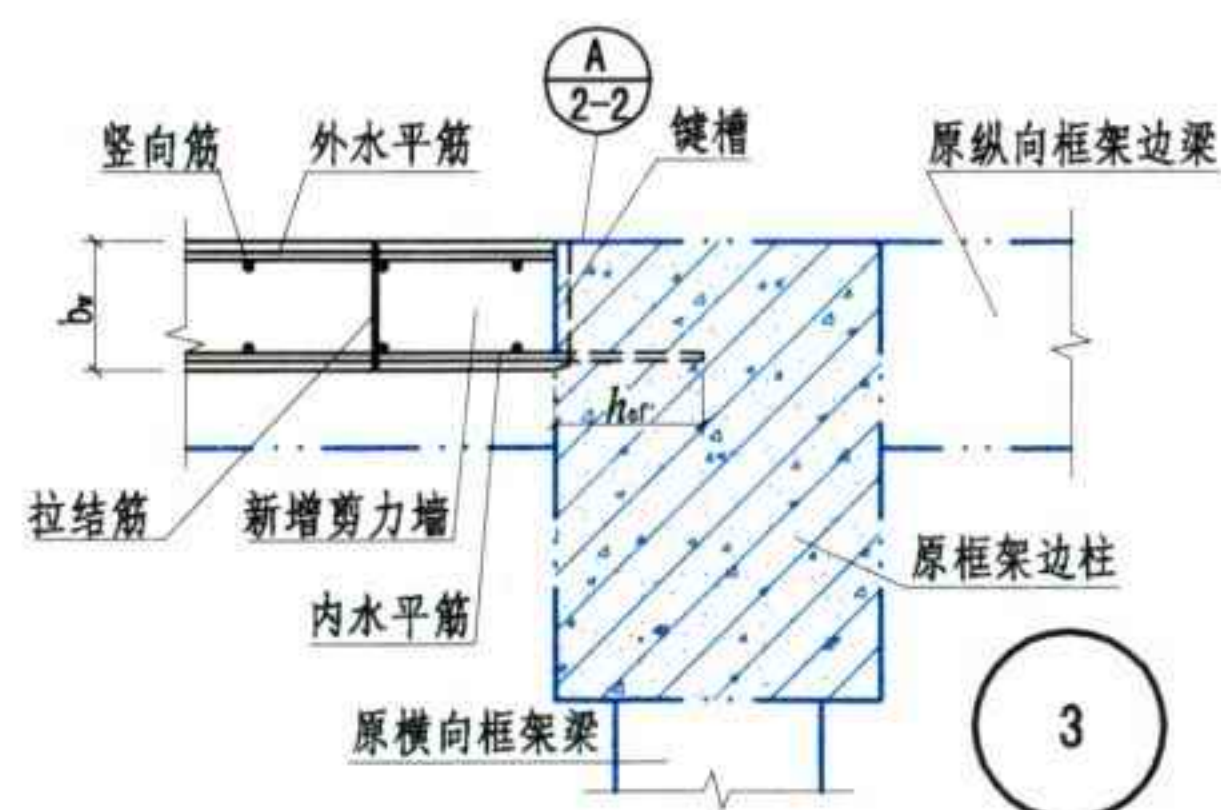
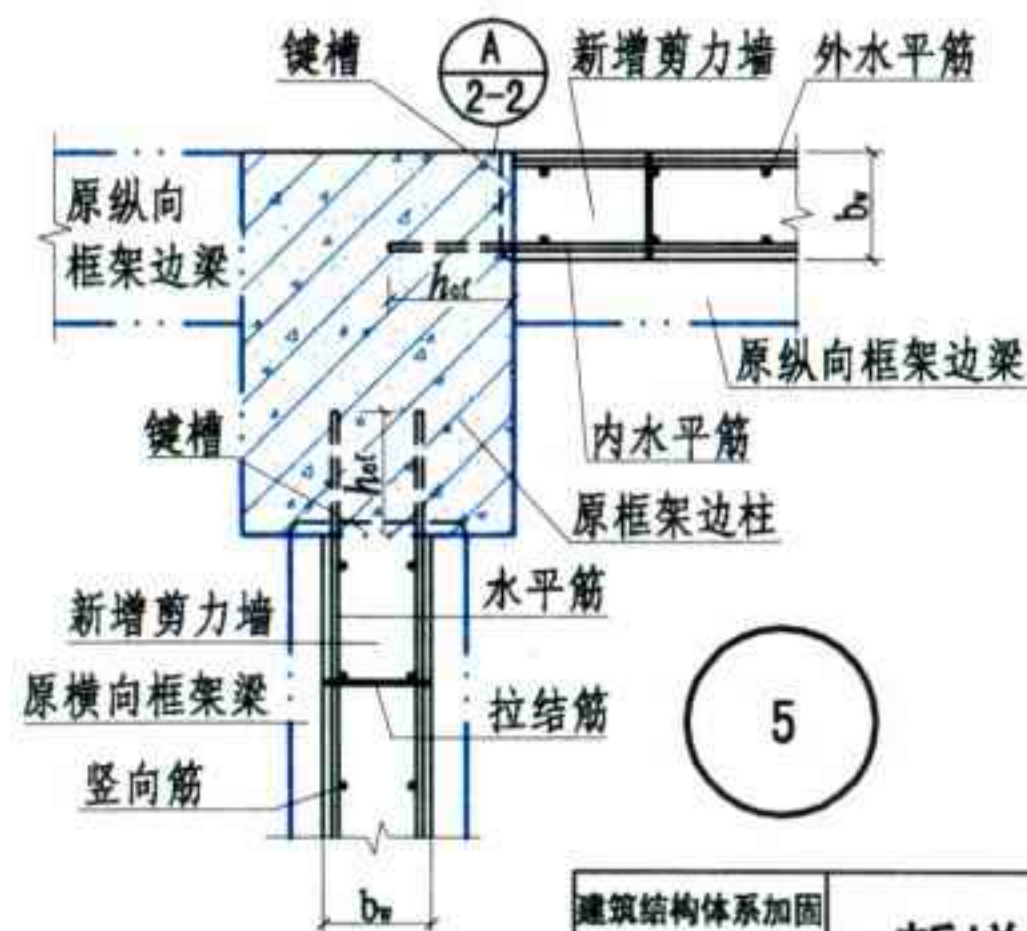
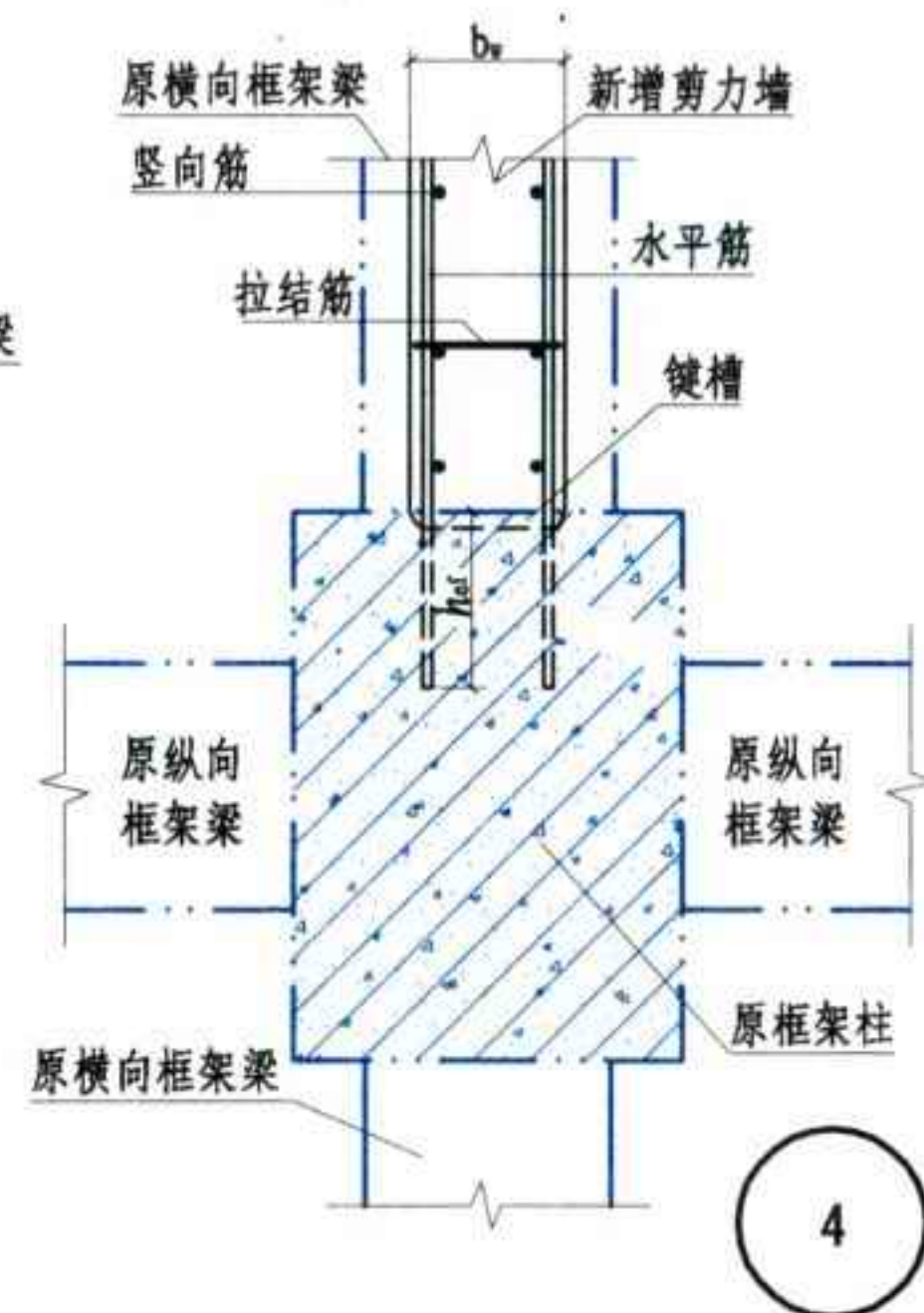
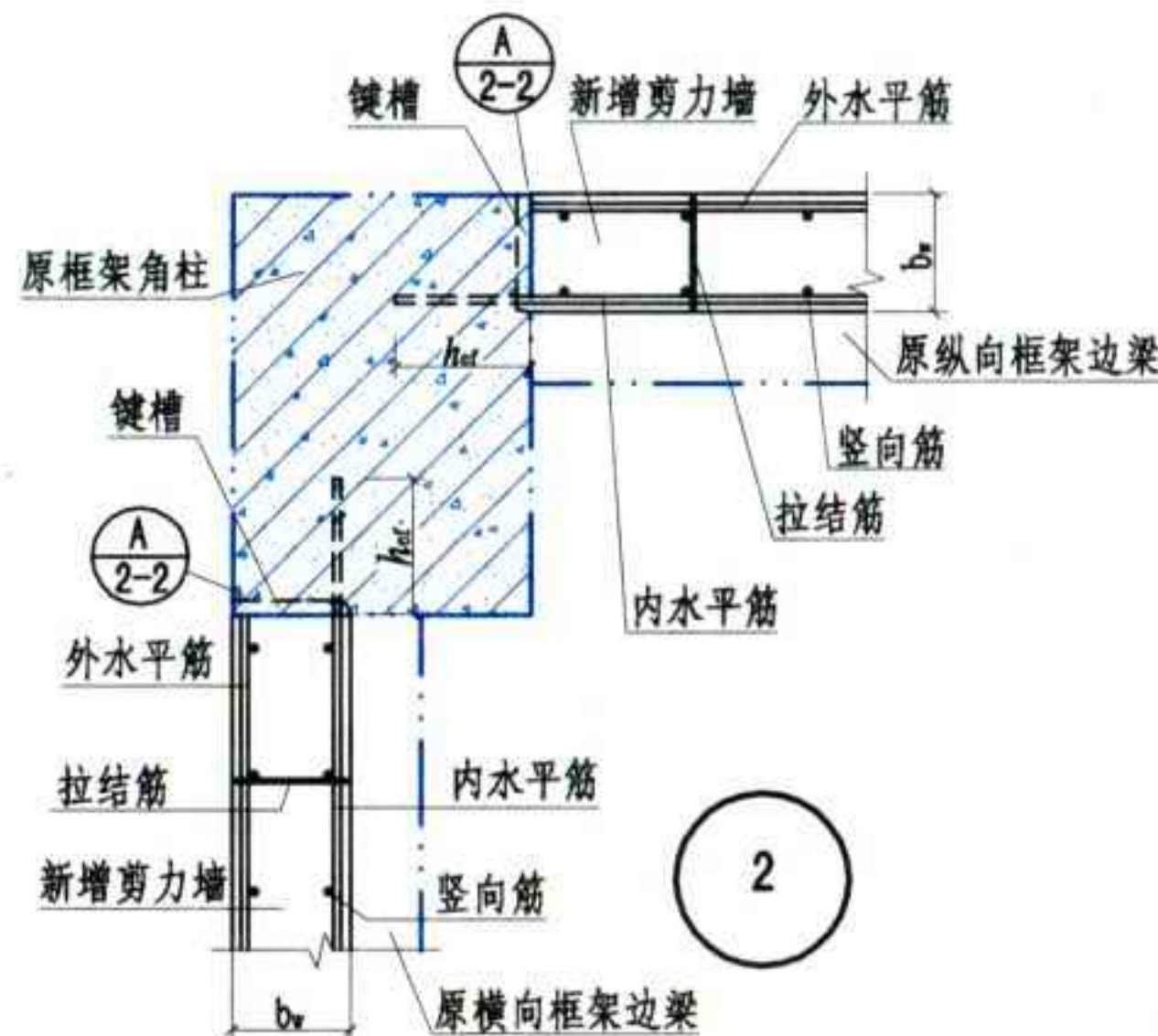
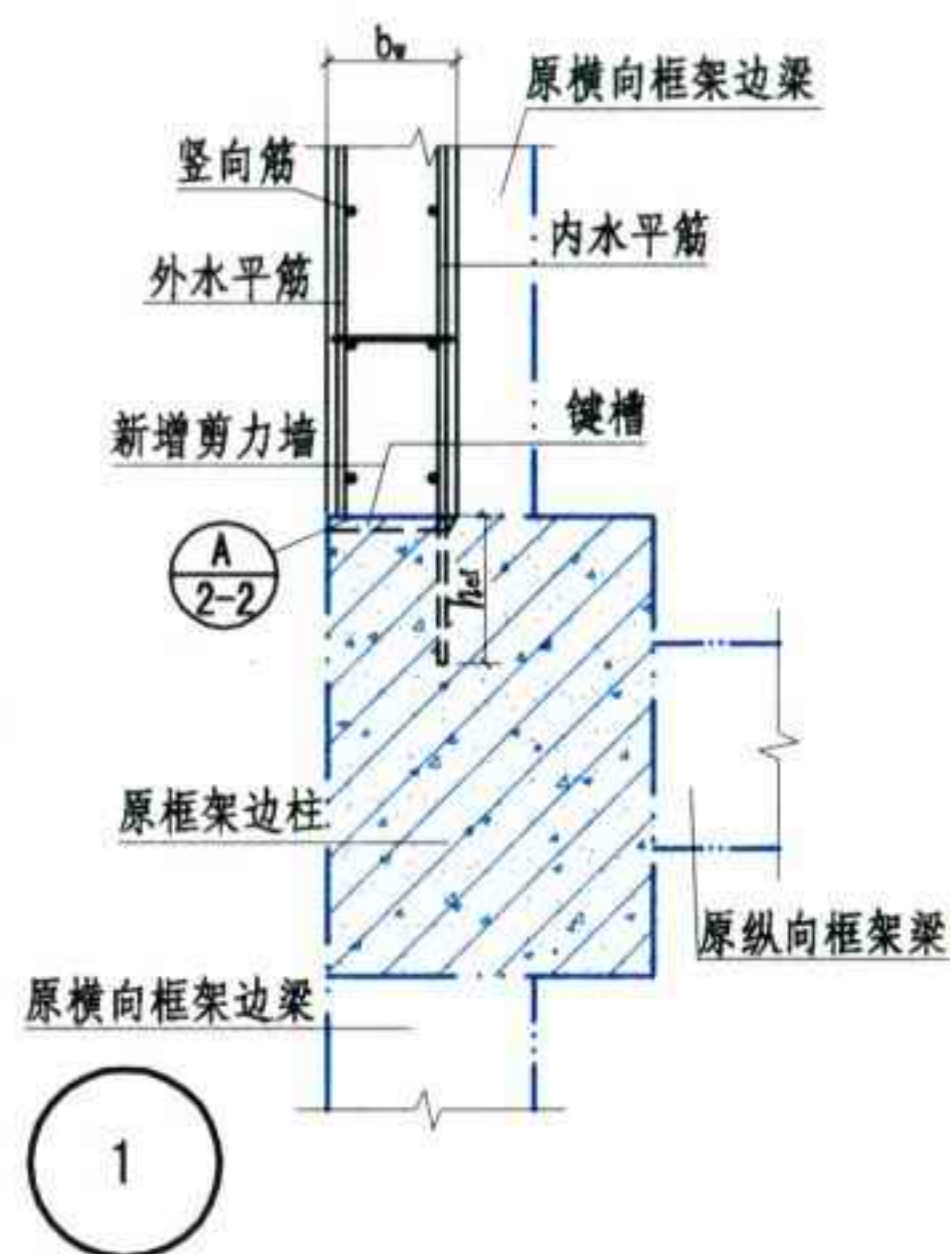
5



3

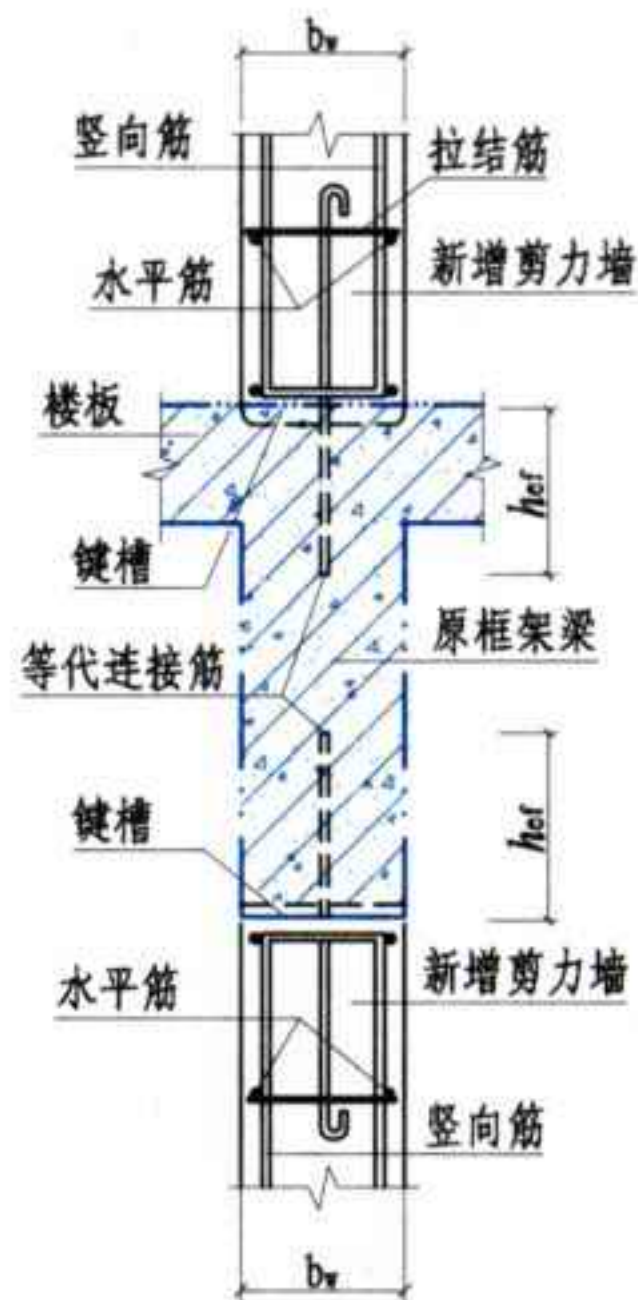
- 注: 1. 水平筋 $\phi 10 \sim 12 @ 200 \sim 300$, 内外筋弯折互搭收头。
 2. 竖向筋 $\phi 10 \sim 12 @ 200 \sim 300$, 内外筋弯折互搭收头。
 3. 等代连接筋 $\phi 16 \sim 25 @ 400 \sim 600$, 化学植入柱。
 4. 键槽 $b_w \times (200 \sim 300) \times 30 @ 400 \sim 600$, $\alpha < 30^\circ$ 。
 5. 拉结筋 $> \phi 6 @ 600$ 。

建筑结构体系加固	新增剪力墙与原框架柱另植筋连接						图集号	08SG311-2
增设剪力墙加固							页	2-3
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		



- 注: 1. 竖向筋 $\phi 10 \sim 12 @ 200 \sim 300$ 。
 2. 内水平筋 $\phi 10 \sim 12 @ 200 \sim 300$, 化学植入柱。
 3. 外水平筋 $\phi 10 \sim 12 @ 200 \sim 300$, 与柱箍筋焊接。
 4. 键槽 $b_w \times (200 \sim 300) \times 30 @ 400 \sim 600$, $\alpha < 30^\circ$ 。
 5. 拉结筋 $> \phi 6 @ 600$ 。

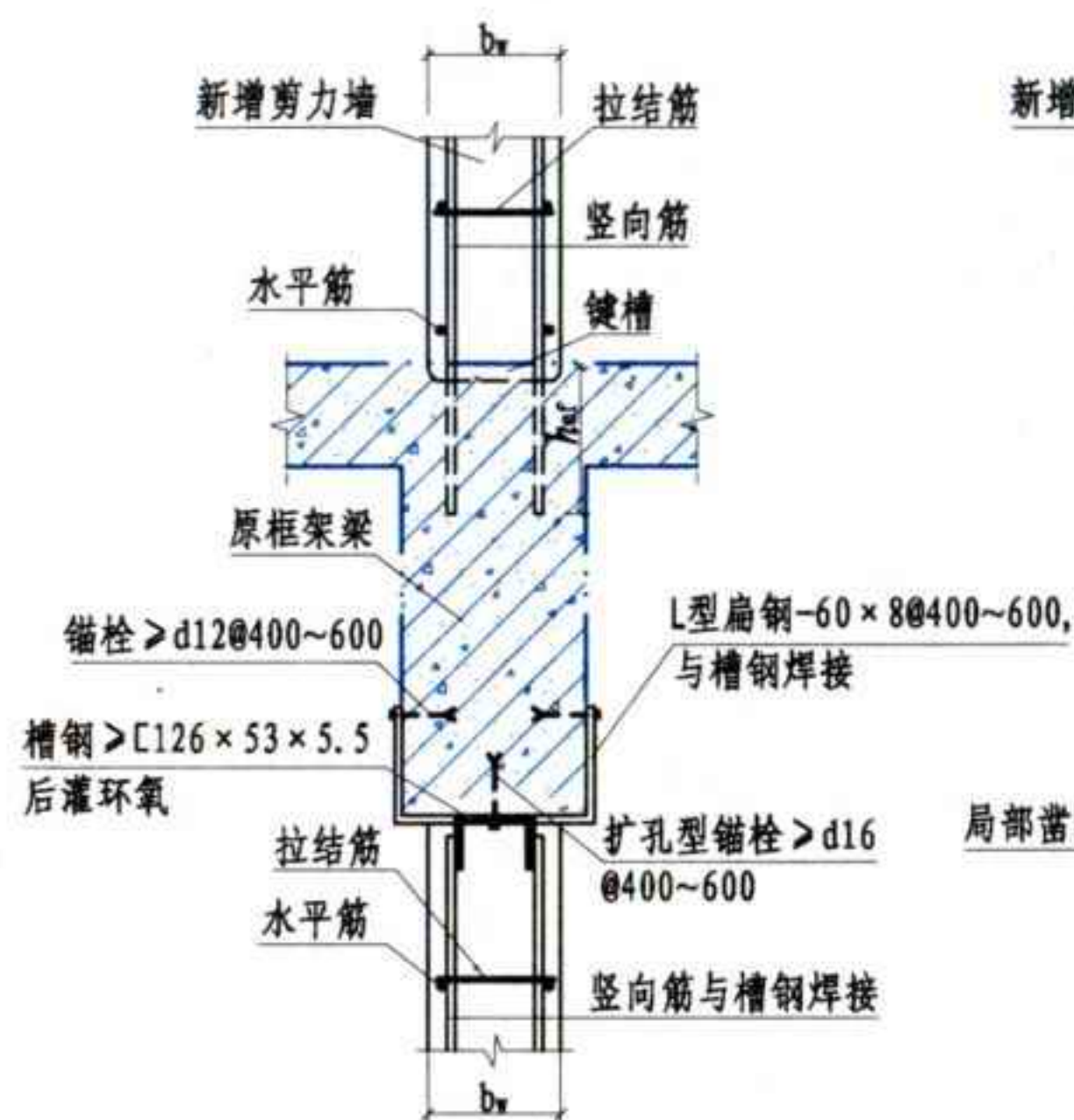
建筑结构体系加固	新增剪力墙与原框架柱焊接连接						图集号	08SG311-2
增设剪力墙加固							页	2-4
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		



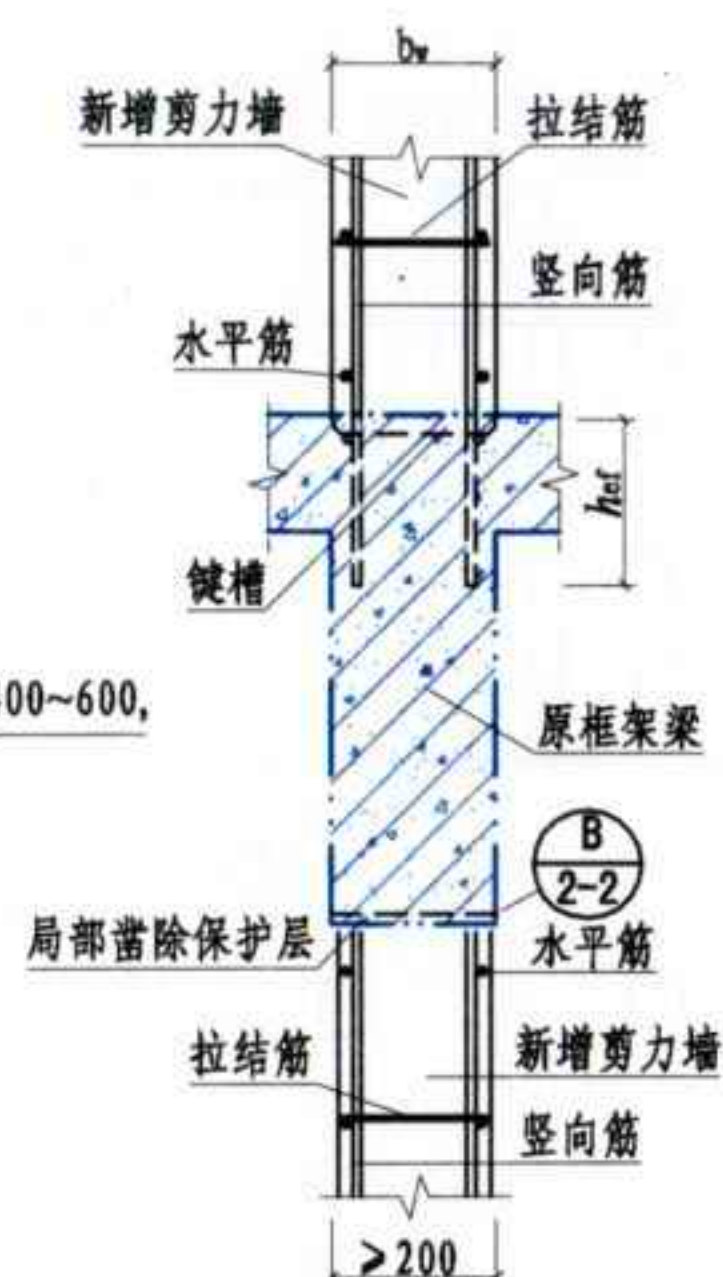
(a) 等代连接筋化学植入梁



(b) 墙与梁宽度相差较大时, 竖筋化学植入梁

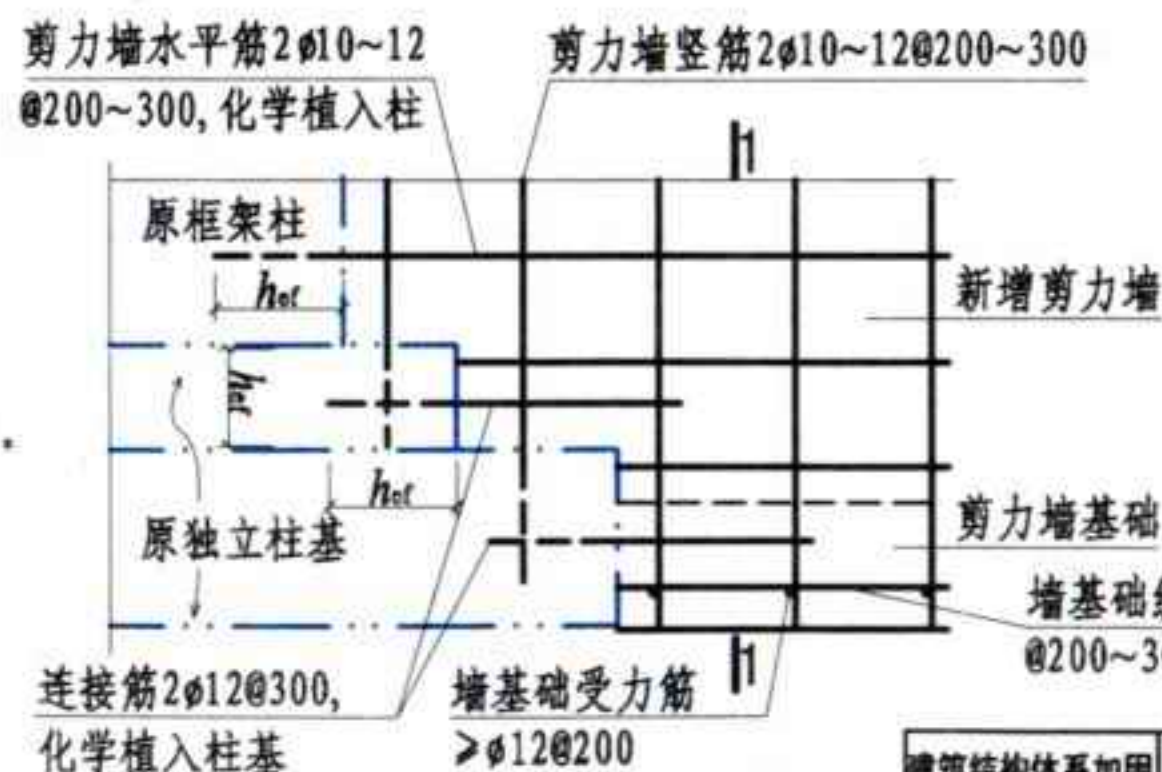


(c) 墙与梁宽度相差较小时, 锚固槽钢焊接连接

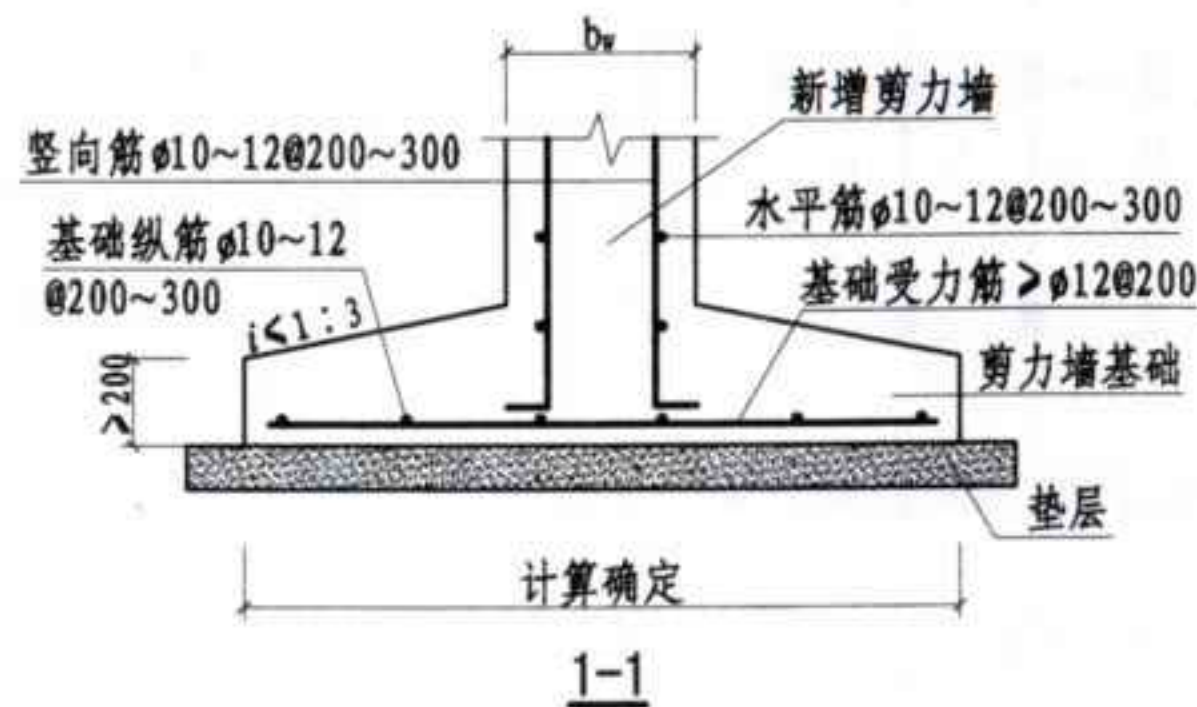


(d) 墙与梁等宽或相近时, 与原梁钢筋焊接连接

新增剪力墙与梁的连接

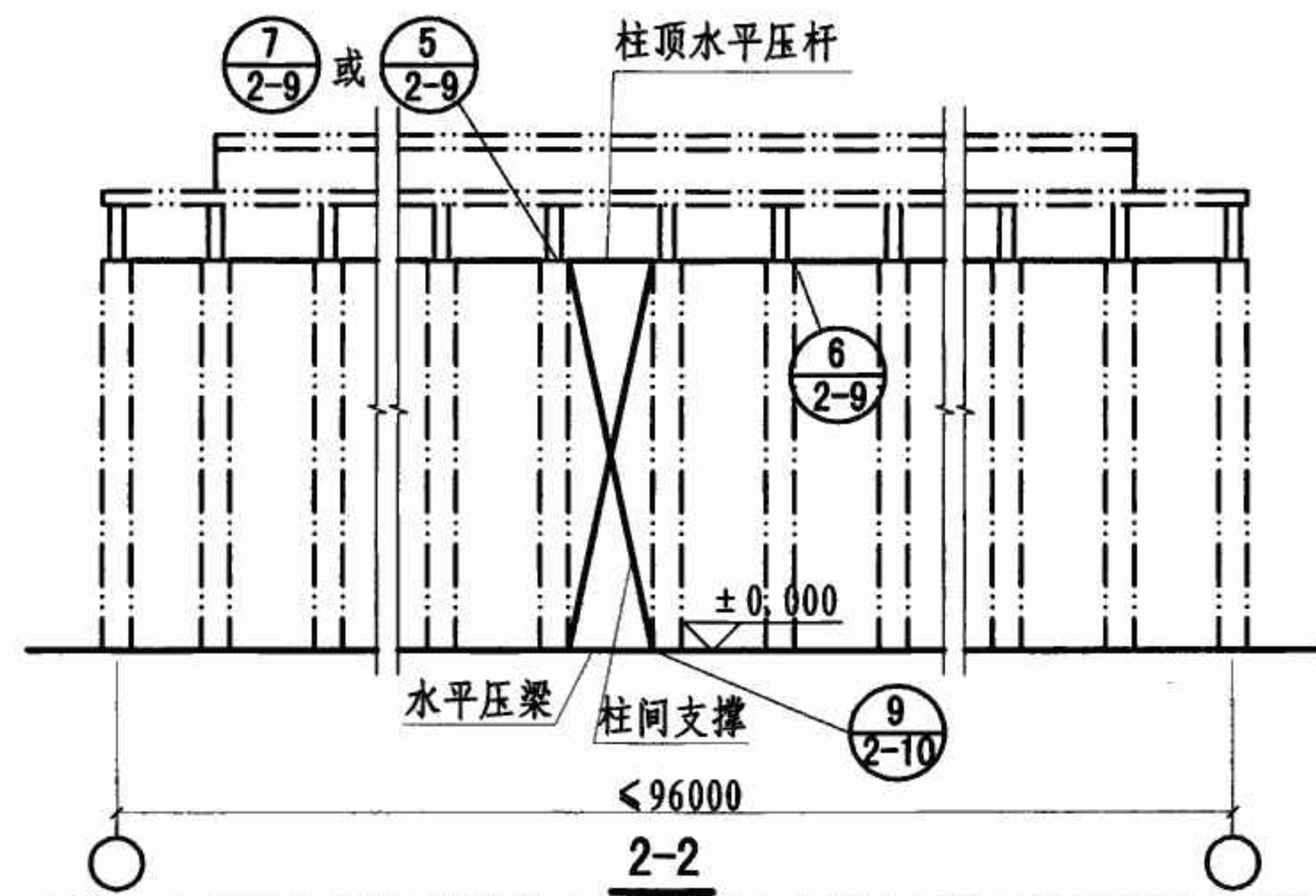
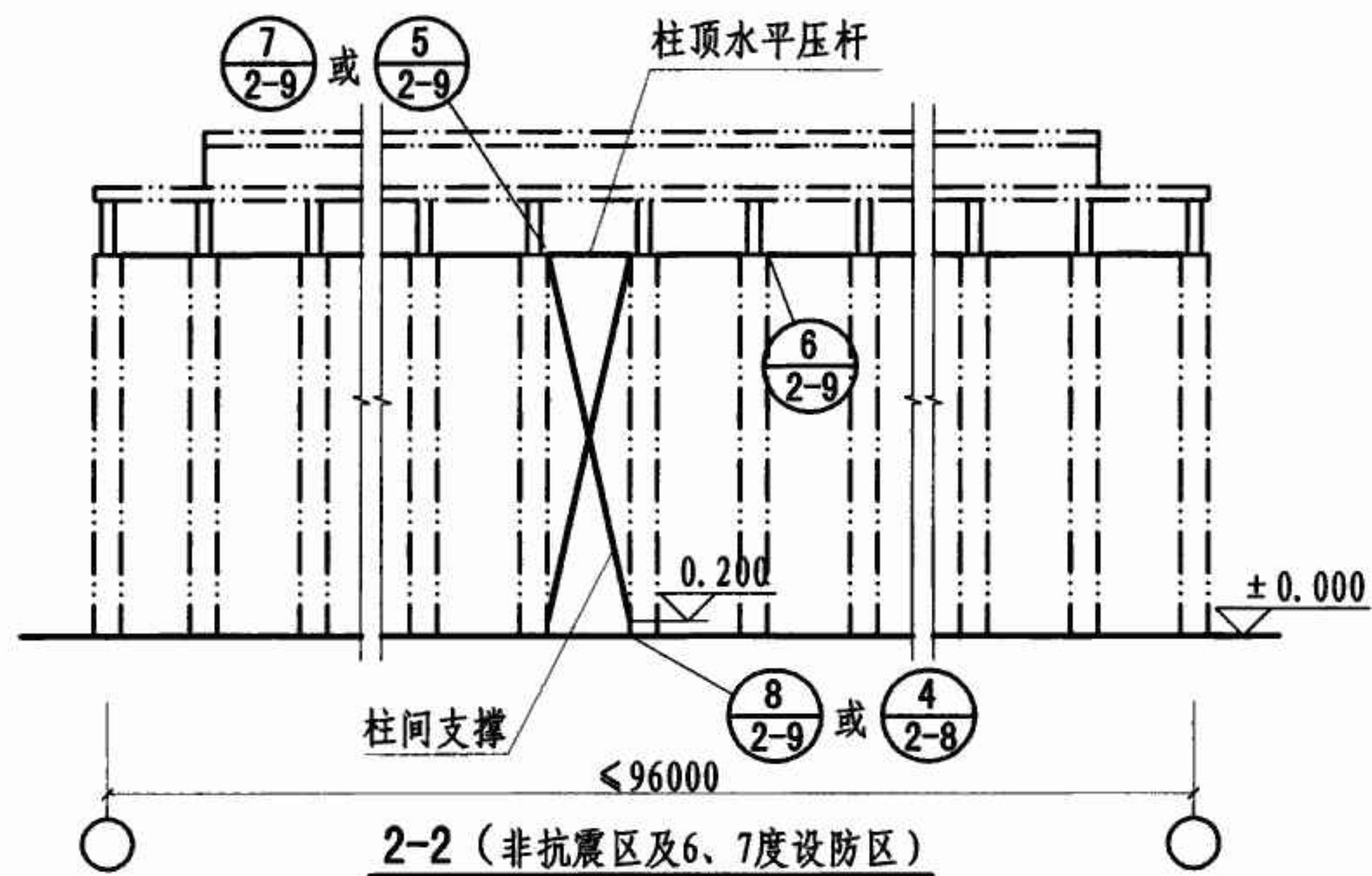


新旧基础的连接

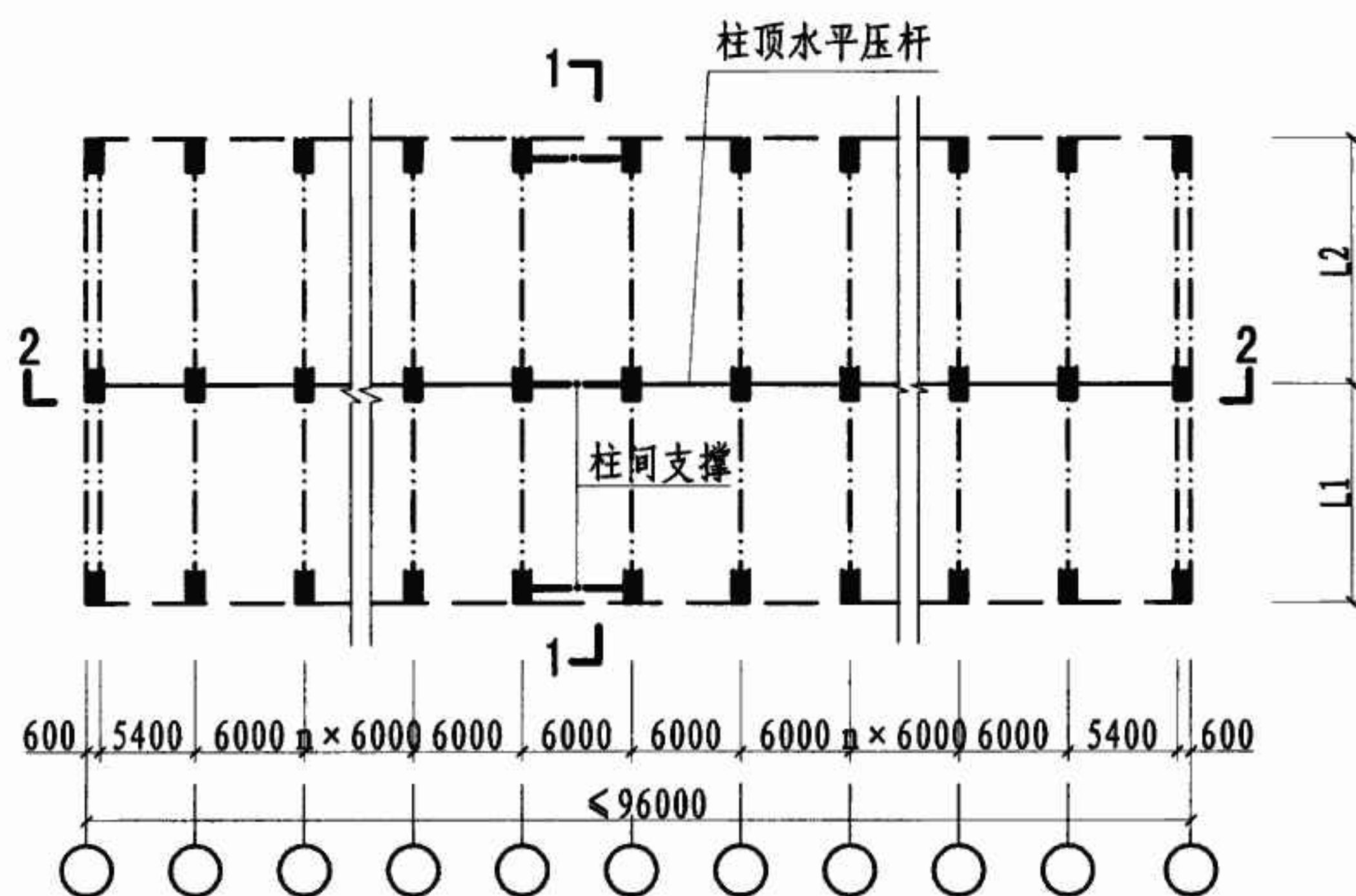


- 注: 1. 竖向筋 $\phi 10 \sim 12 @ 200 \sim 300$,
2. 水平筋 $\phi 10 \sim 12 @ 200 \sim 300$,
3. 键槽 $b_w \times (200 \sim 300) \times 25 @ 400 \sim 600$, $\alpha < 30^\circ$,
4. 等代连接筋 $\phi 16 \sim 25 @ 400 \sim 600$, 化学植入梁。
5. 拉结筋 $\geq \phi 6 @ 600$ 。

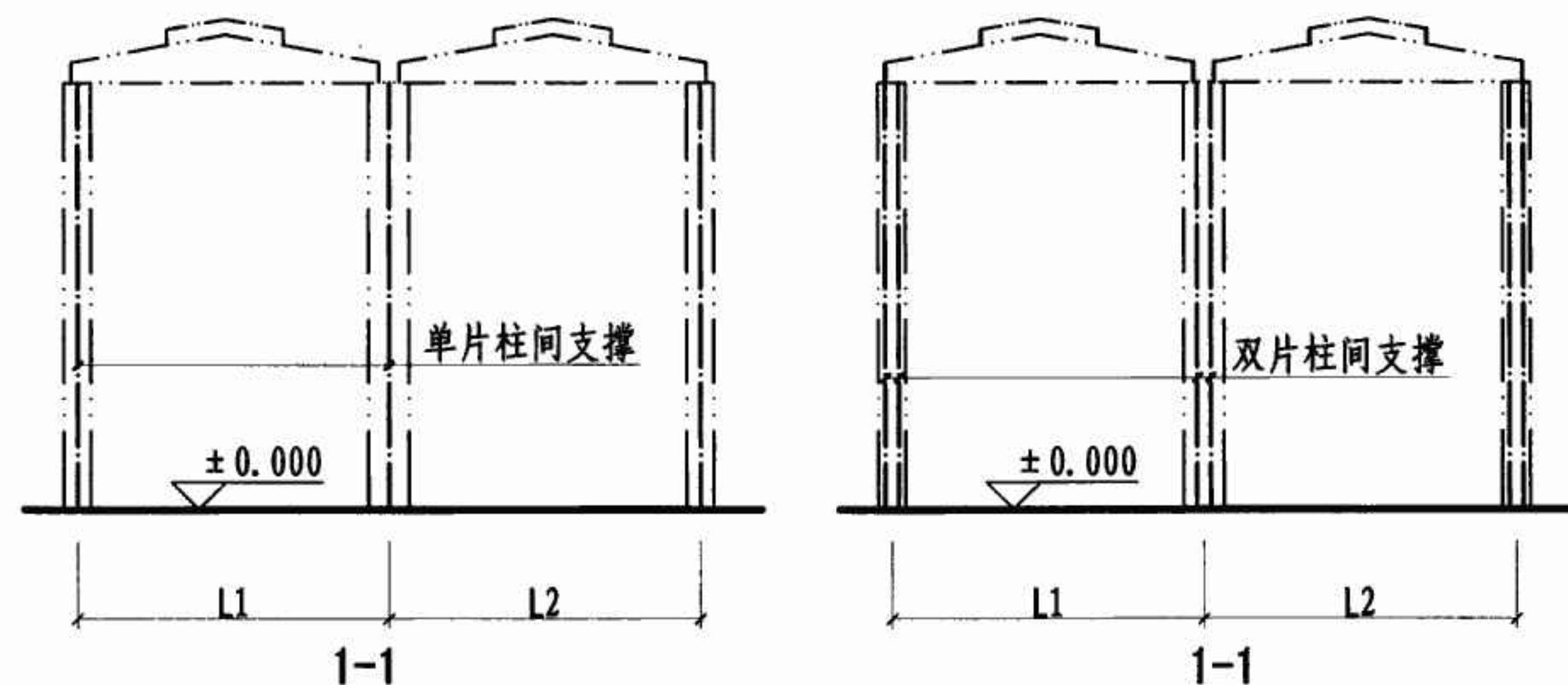
建筑结构体系加固	新增剪力墙与原框架梁连接及新旧基础连接						图集号	08SG311-2
剪力墙加固							页	2-5
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		



8度 I~III类场地(8度III类场地时,在厂房单元中部1/3区段内设两道柱间支撑)



单层工业厂房无吊车情况侧向支撑布置示意图



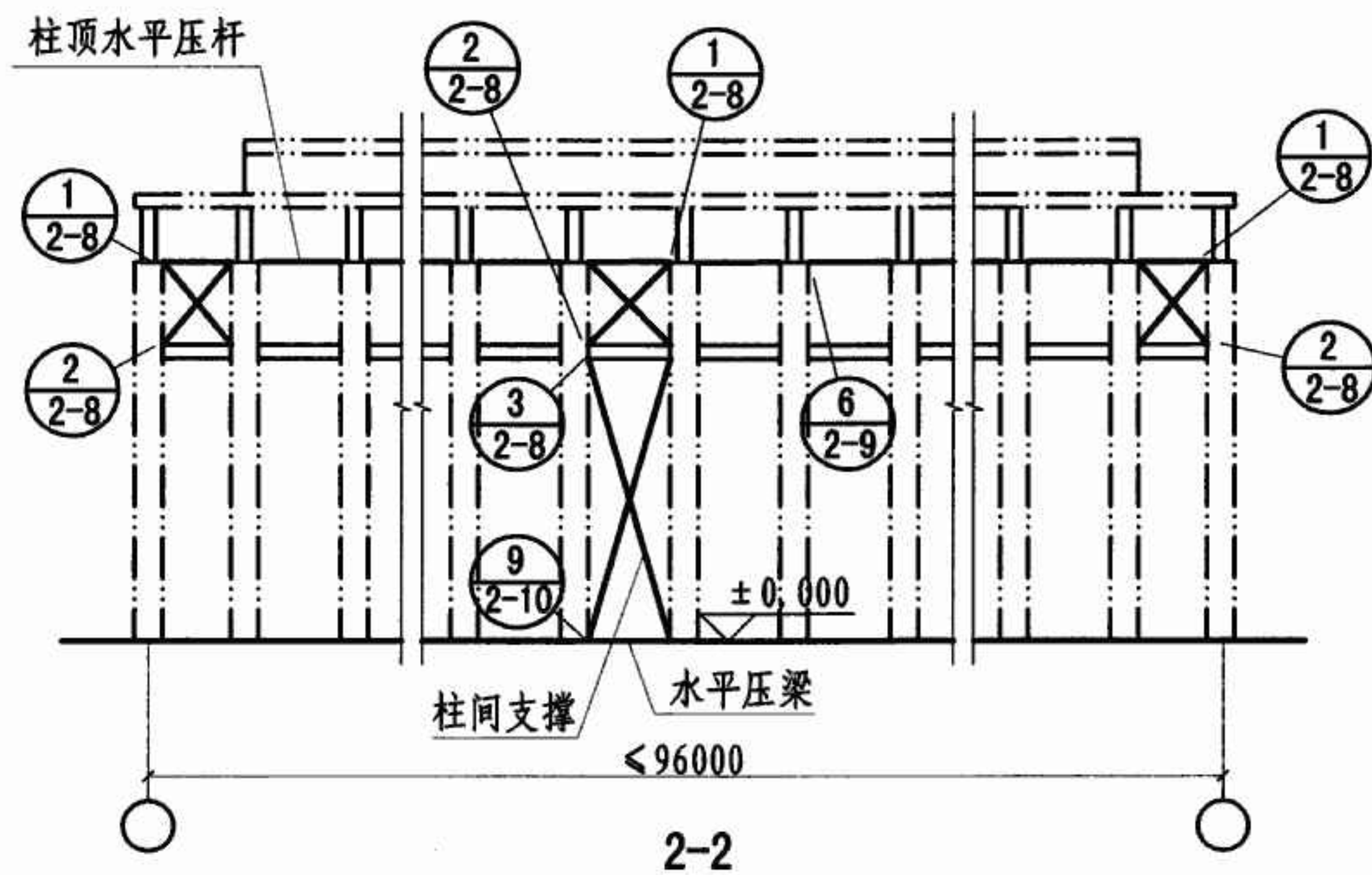
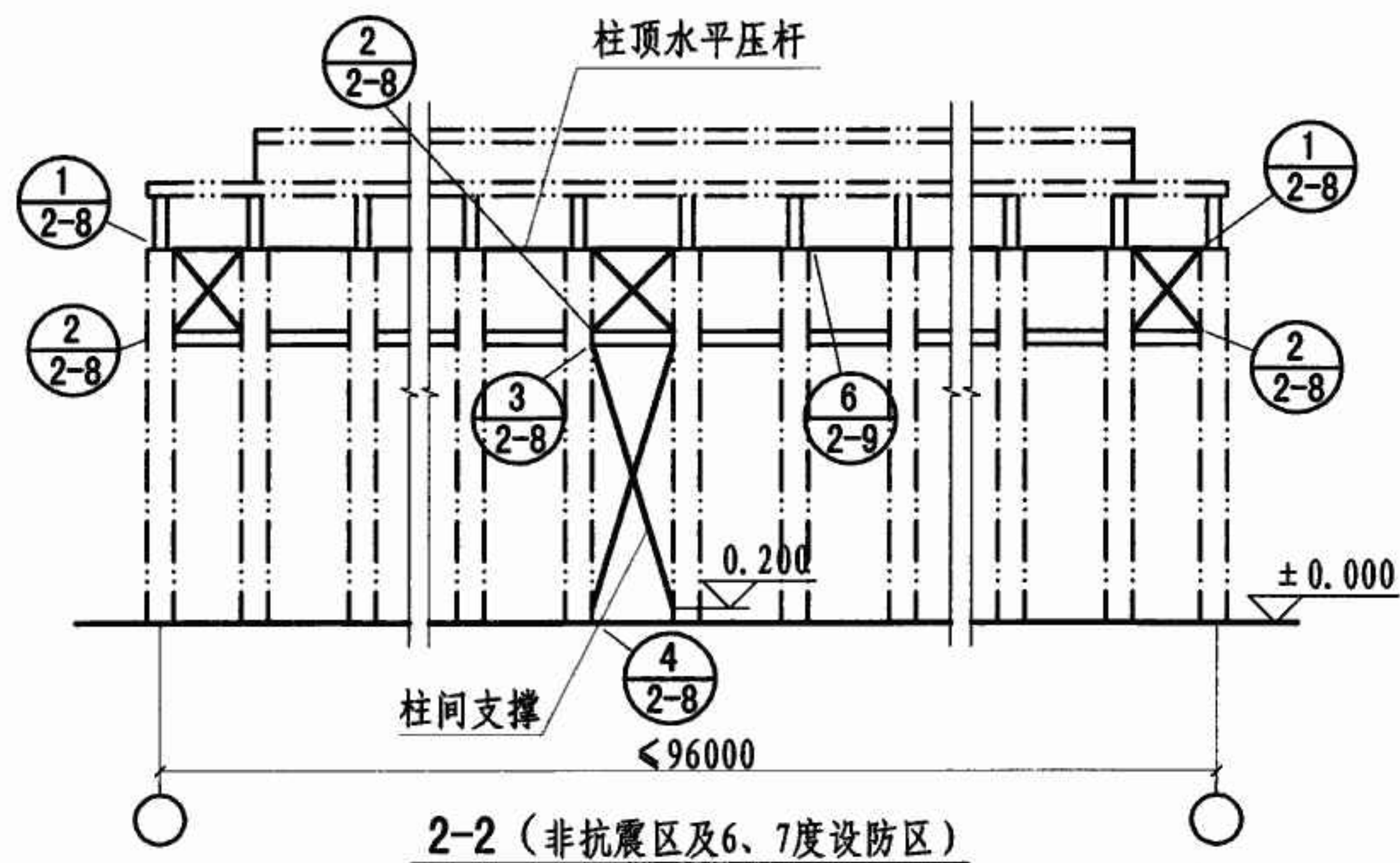
单片支撑

双片支撑 (当柱截面高度>500时)

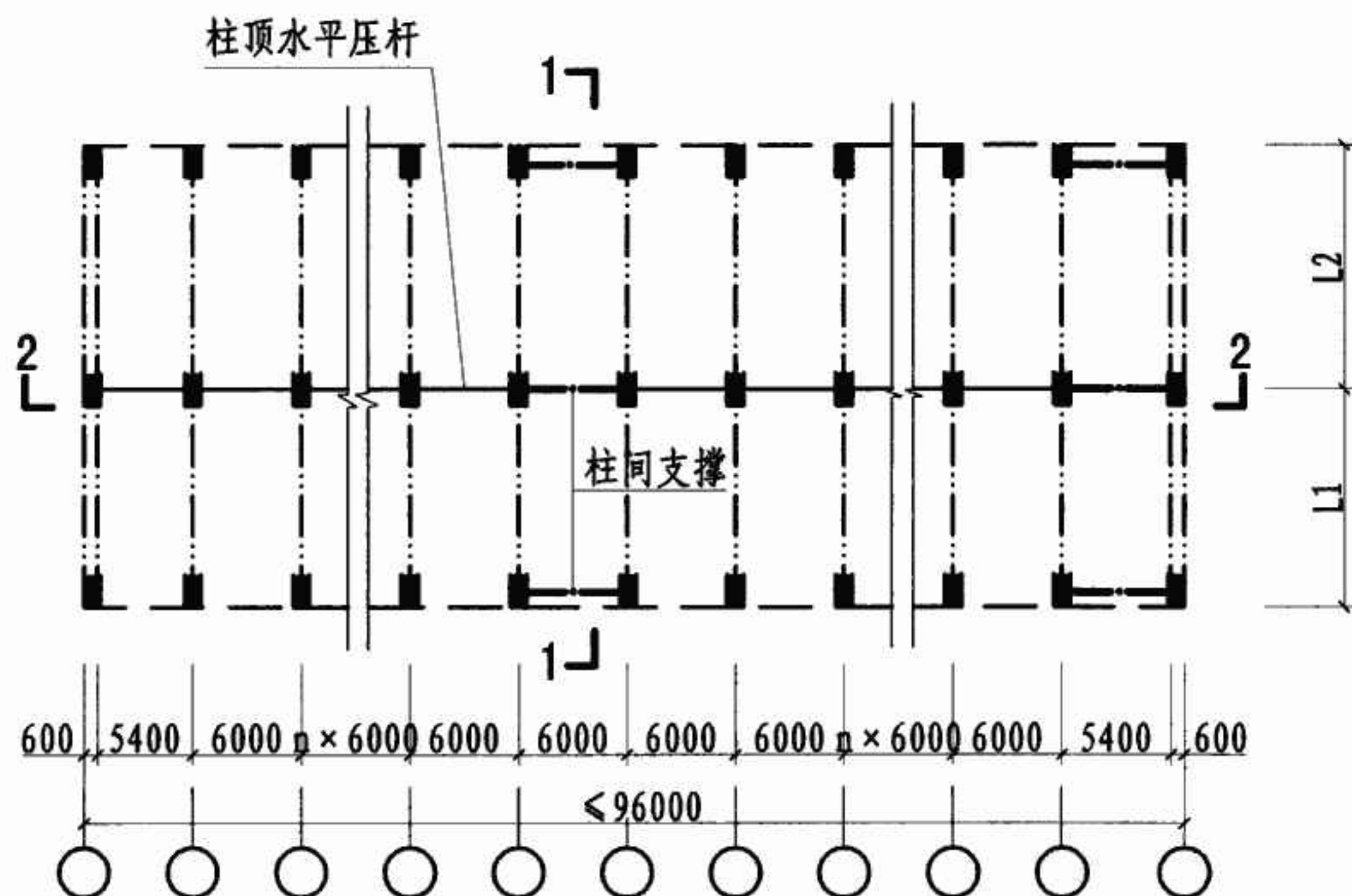
注: 1. 柱间支撑的布置要求,应按《建筑抗震设计规范》GB 50011执行。

2. 图中原有结构用“——”表示,不分颜色。

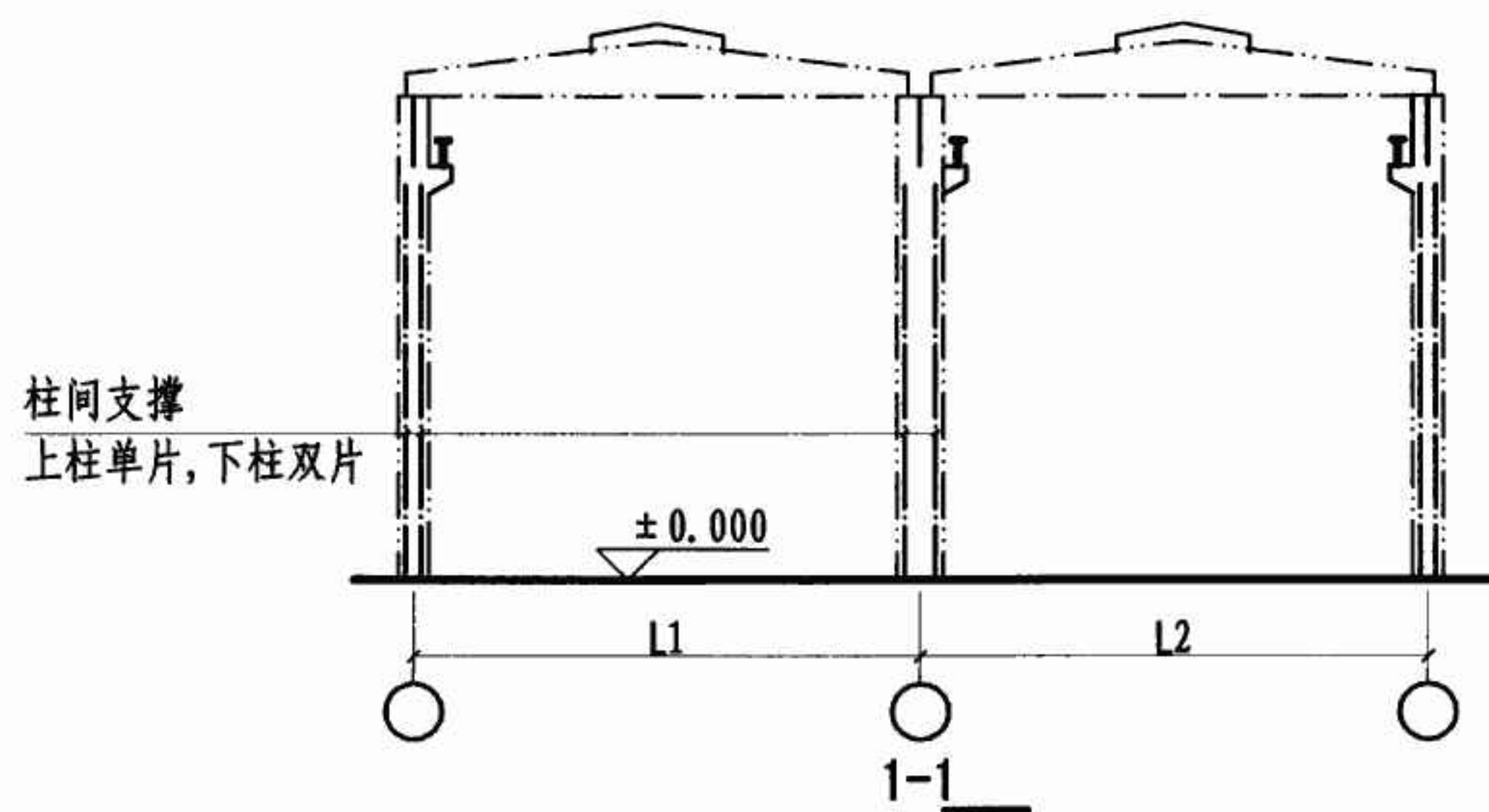
建筑结构体系加固	单层工业厂房无吊车情况				图集号	08SG311-2
侧向支撑加固					页	2-6
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林		



8度 I~III类场地(8度 III类场地时,在厂房单元中部1/3区段内设两道柱间支撑)



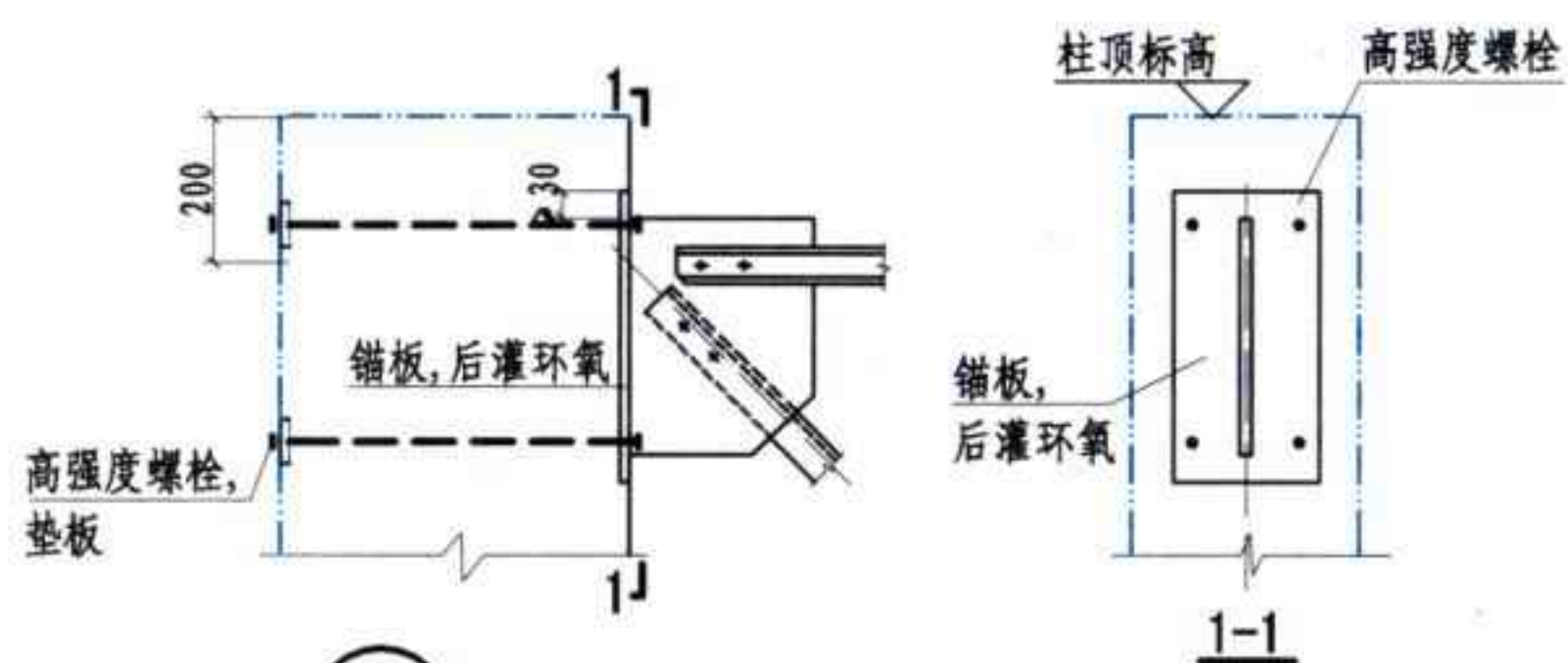
单层工业厂房有吊车情况侧向支撑布置示意图



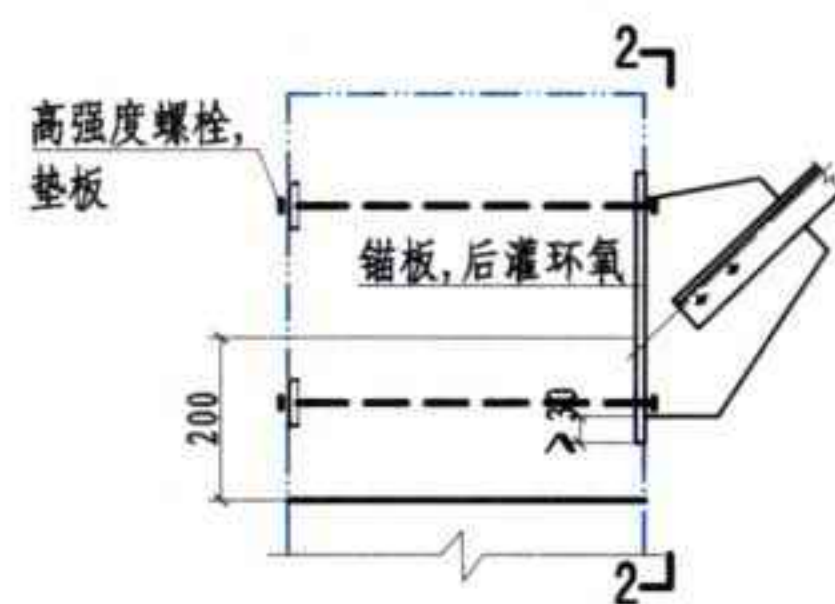
注: 1. 柱间支撑的布置要求,应按《建筑抗震设计规范》GB 50011执行。

2. 图中原有结构用“——”表示,不分颜色。

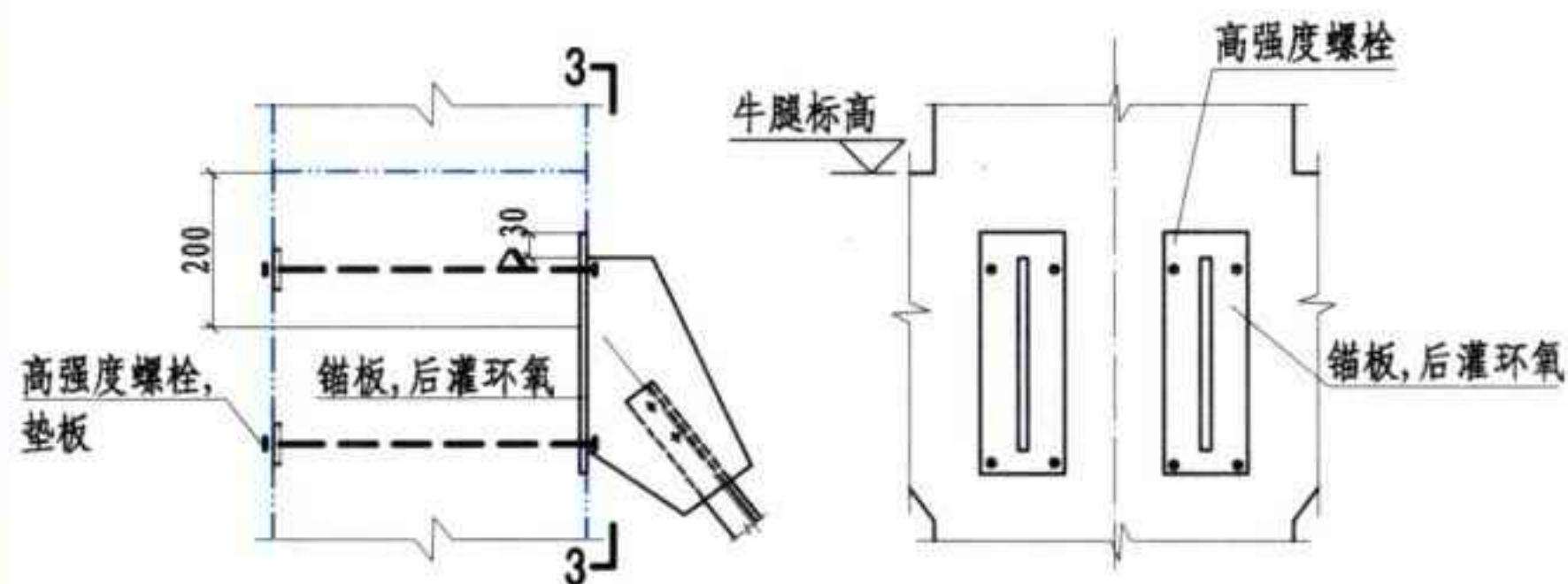
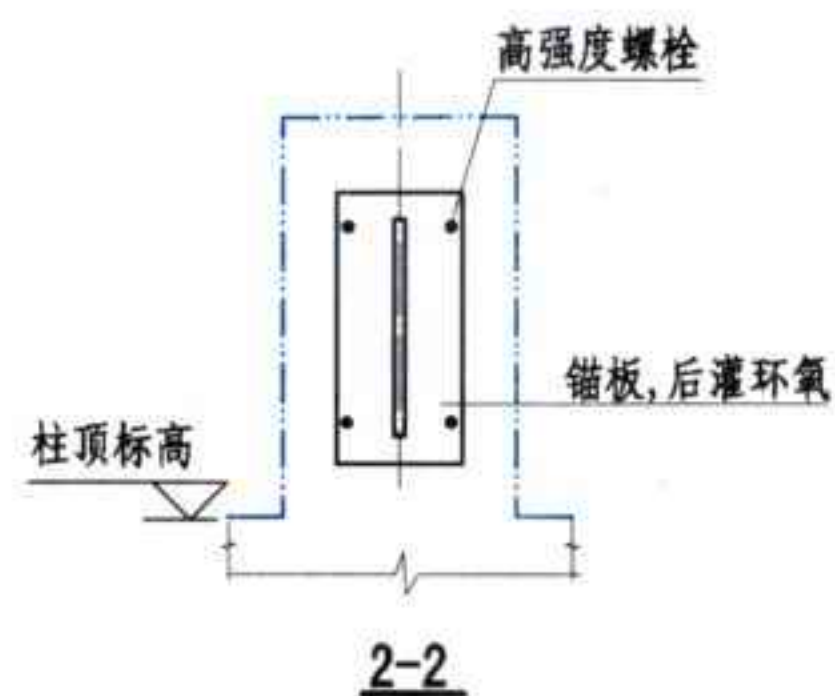
建筑结构体系加固	单层工业厂房有吊车情况						图集号	08SG311-2
侧向支撑加固							页	2-7
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜	设计	万墨林



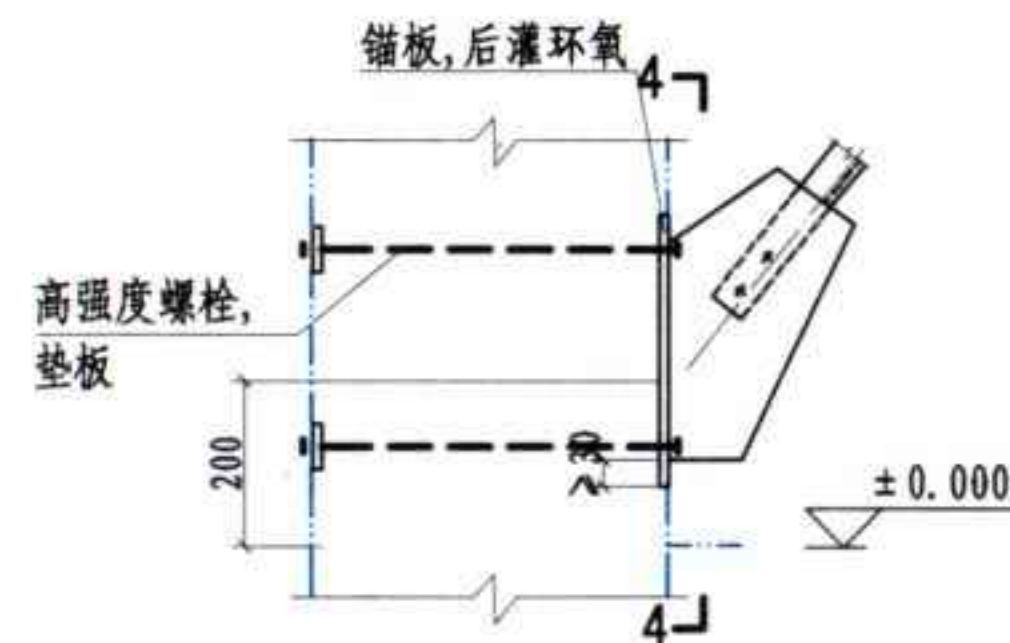
1



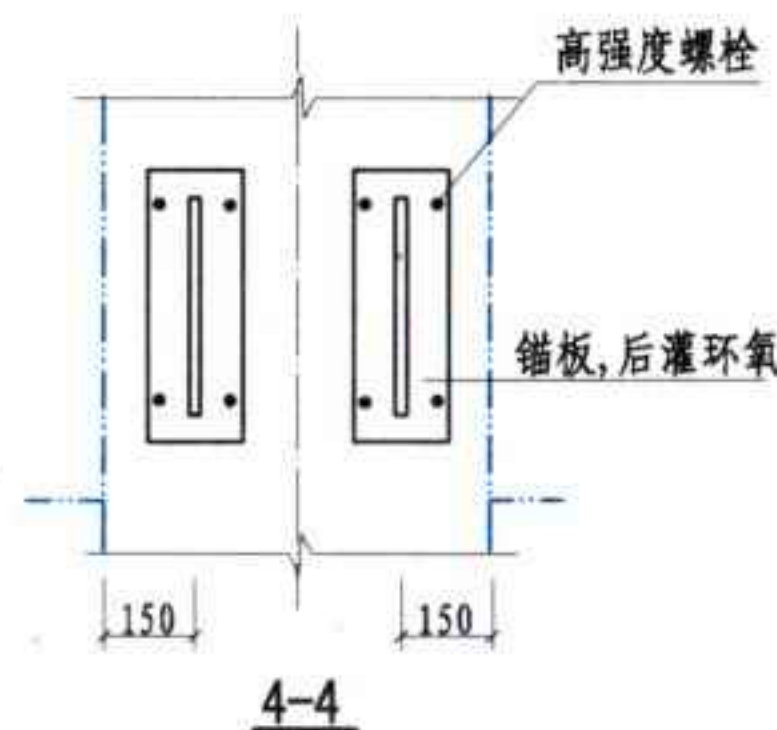
2



3

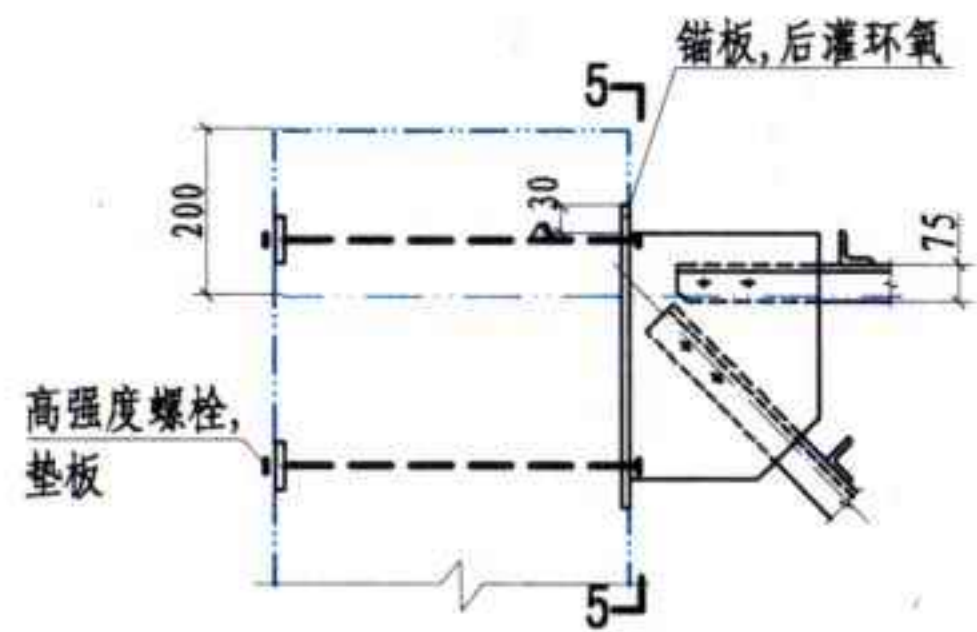


4

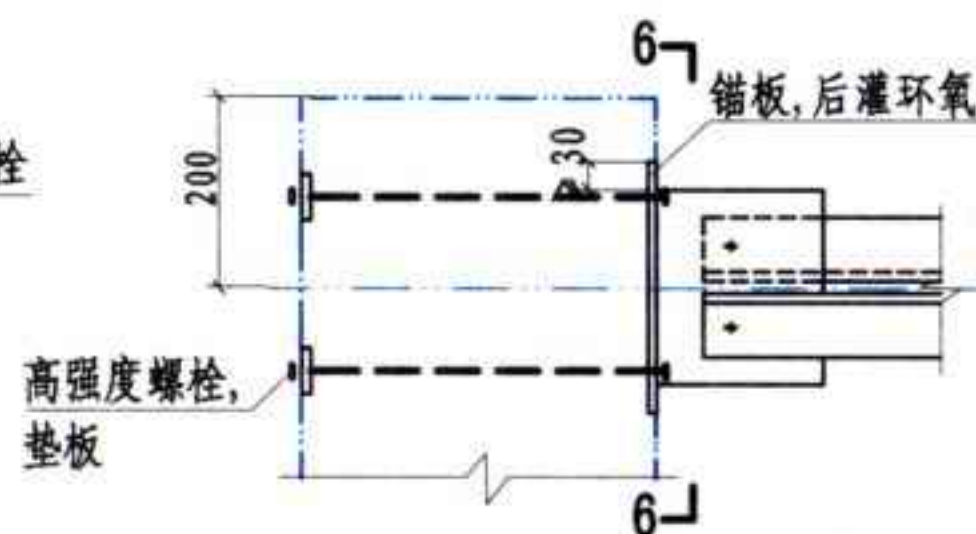
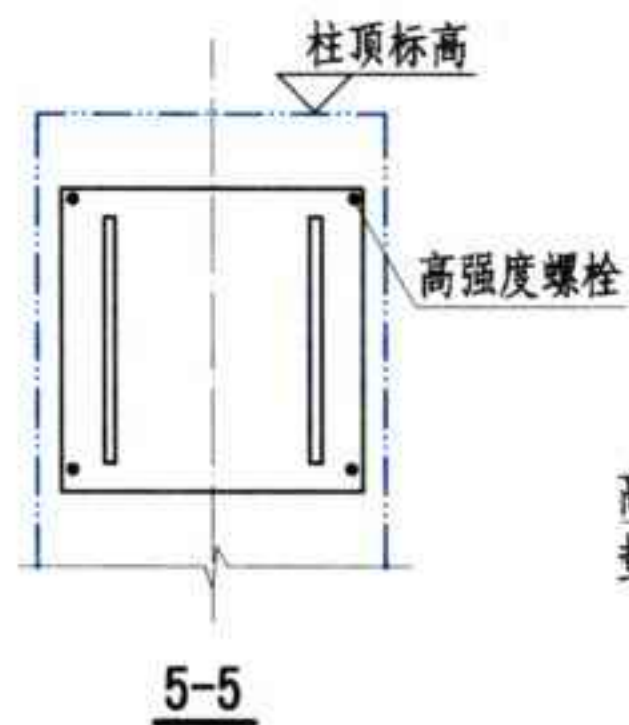


- 注: 1. 所有焊缝长度均为满焊;
2. 支撑、锚板选用详见本图集第2-14页;
3. 锚板、螺栓规格详见本图集第2-14页;
4. 垫板规格为-60×60×10.

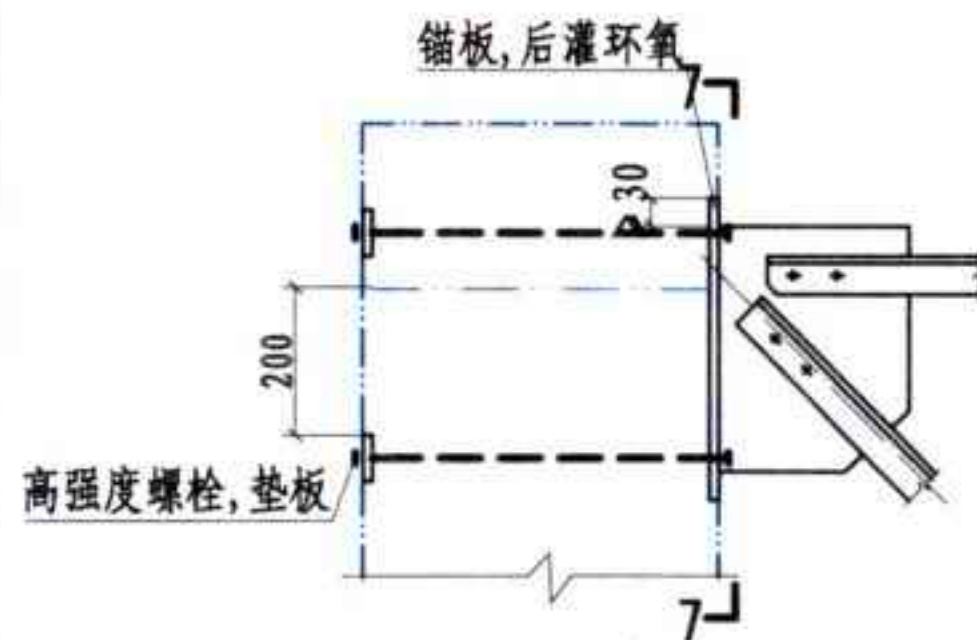
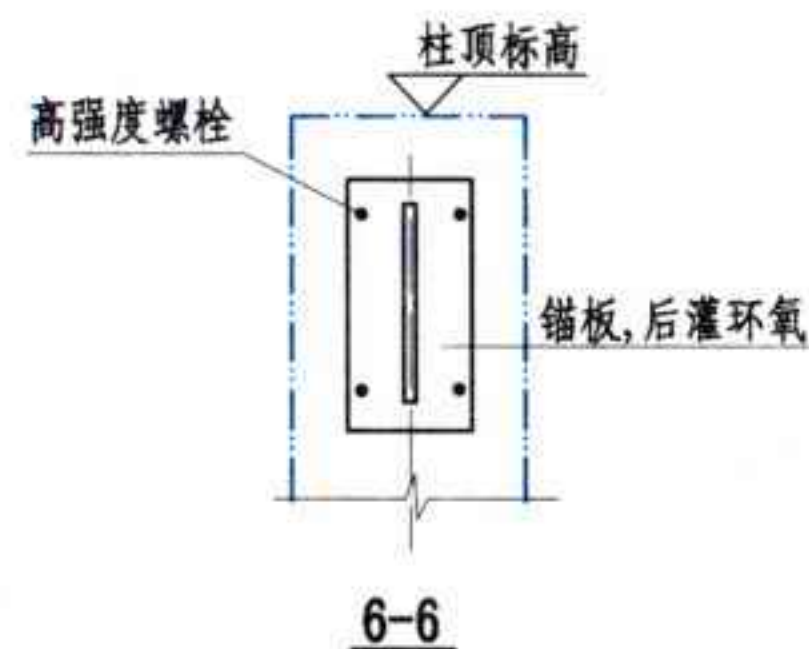
建筑结构体系加固	支撑与柱的连接						图集号	08SG311-2
侧向支撑加固							页	2-8
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		



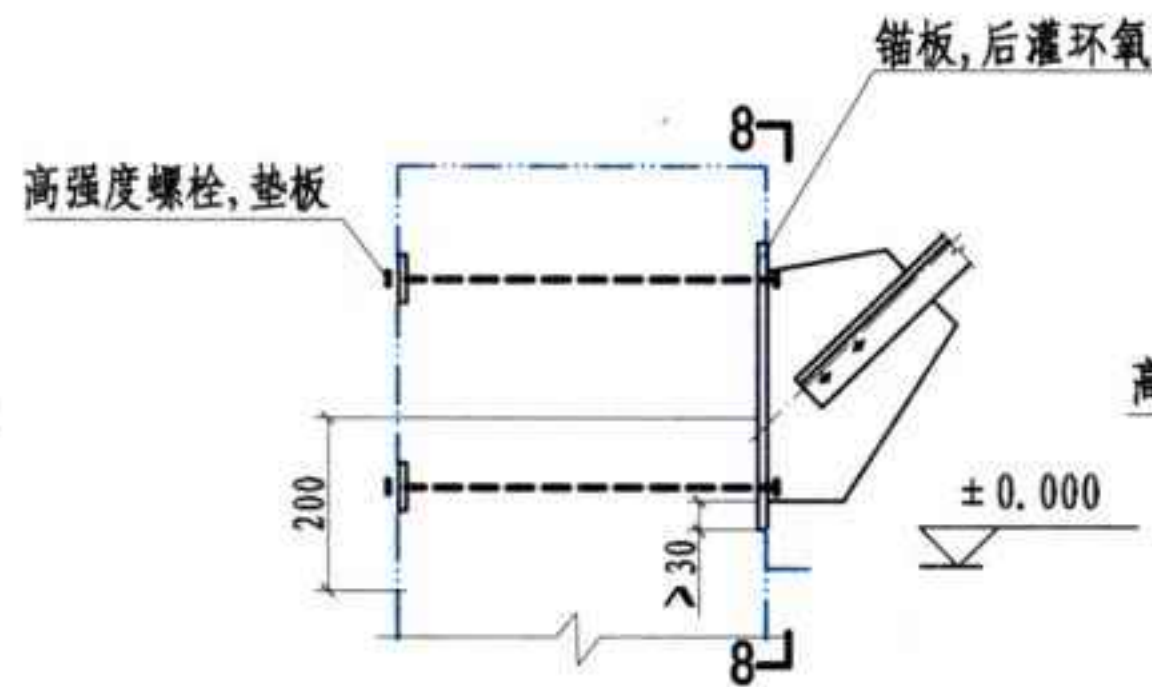
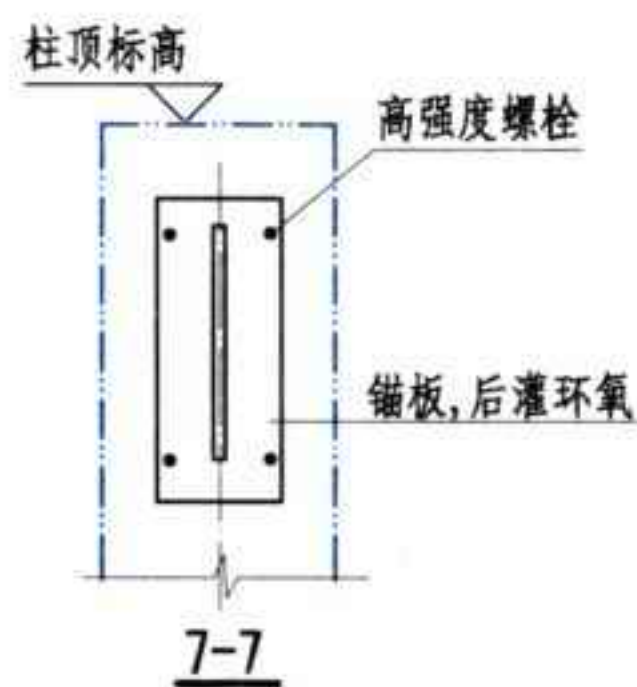
5



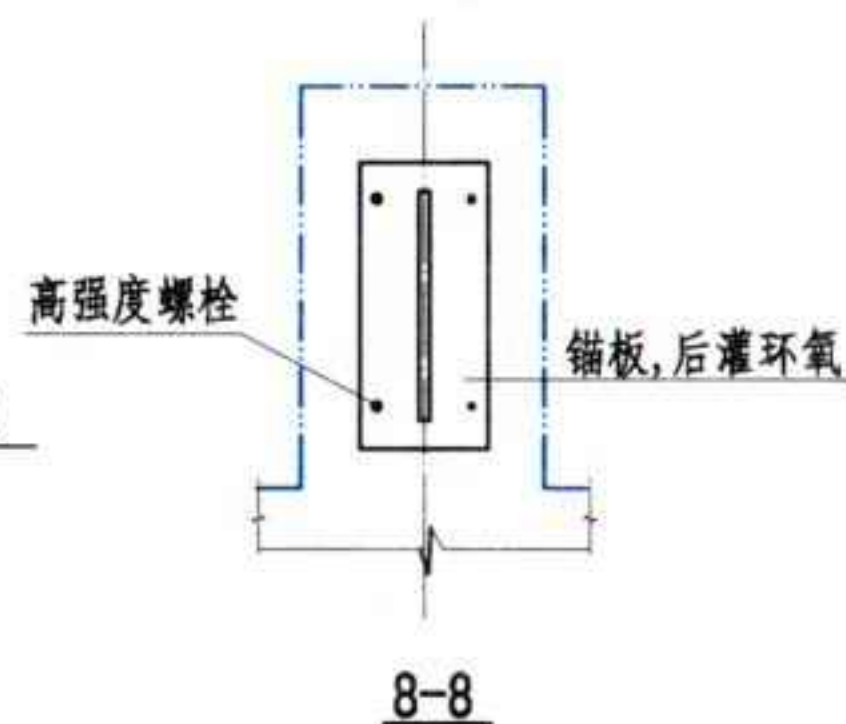
6



7

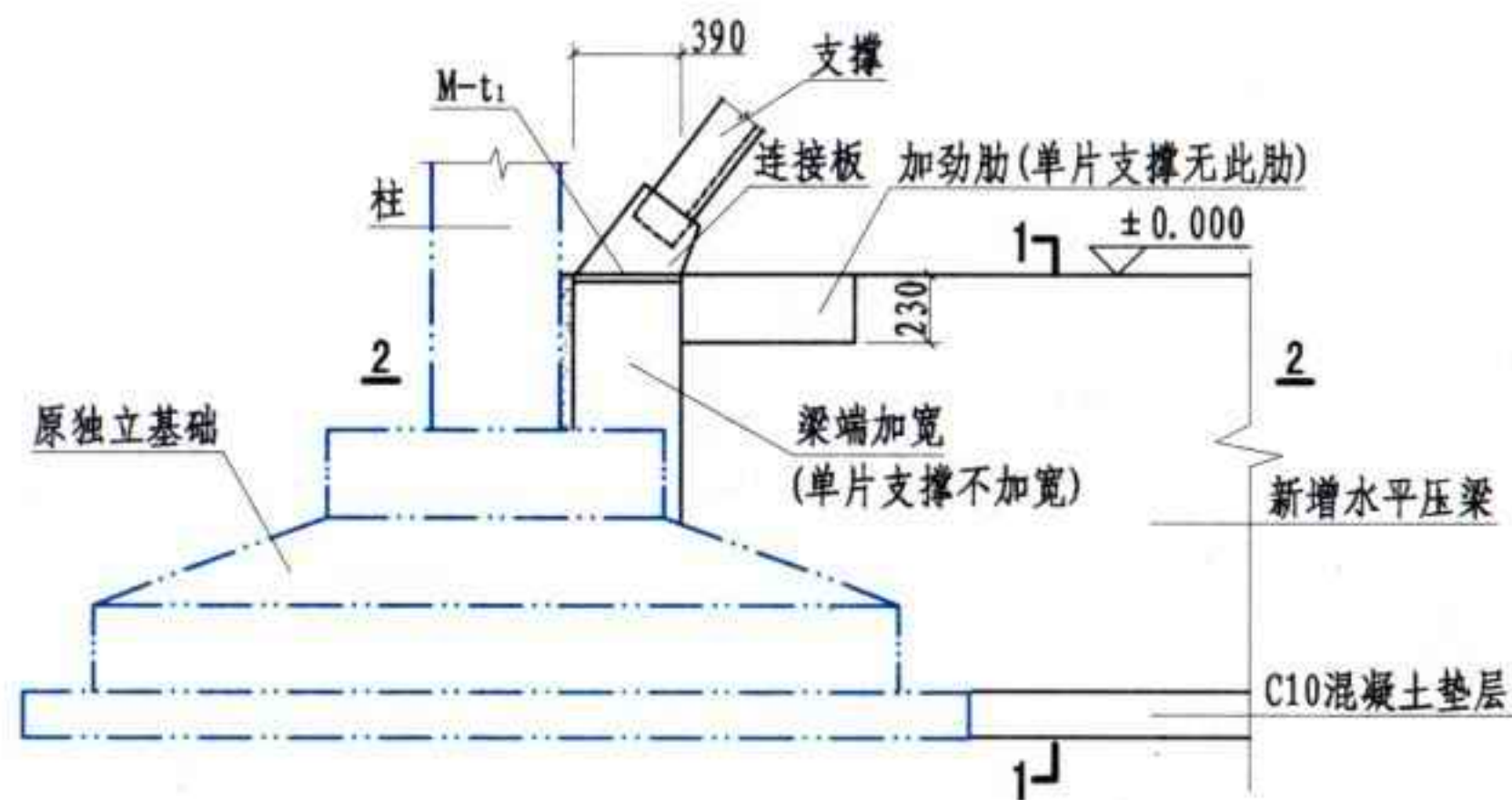


8

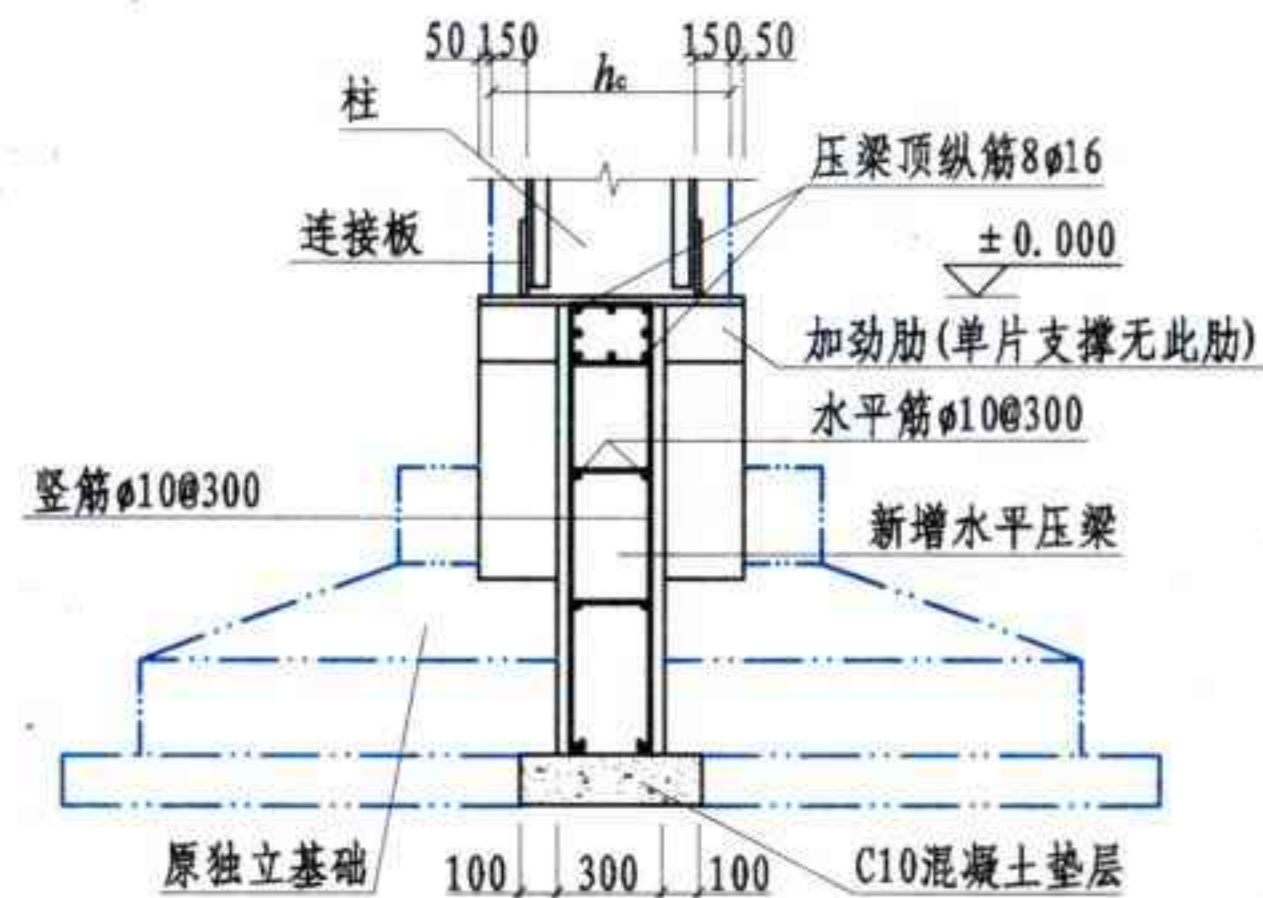


- 注: 1. 所有焊缝长度均为满焊;
2. 支撑、锚板选用详见本图集第2-14页;
3. 锚板、螺栓规格详见本图集第2-14页;
4. 垫板规格为-60×60×10.

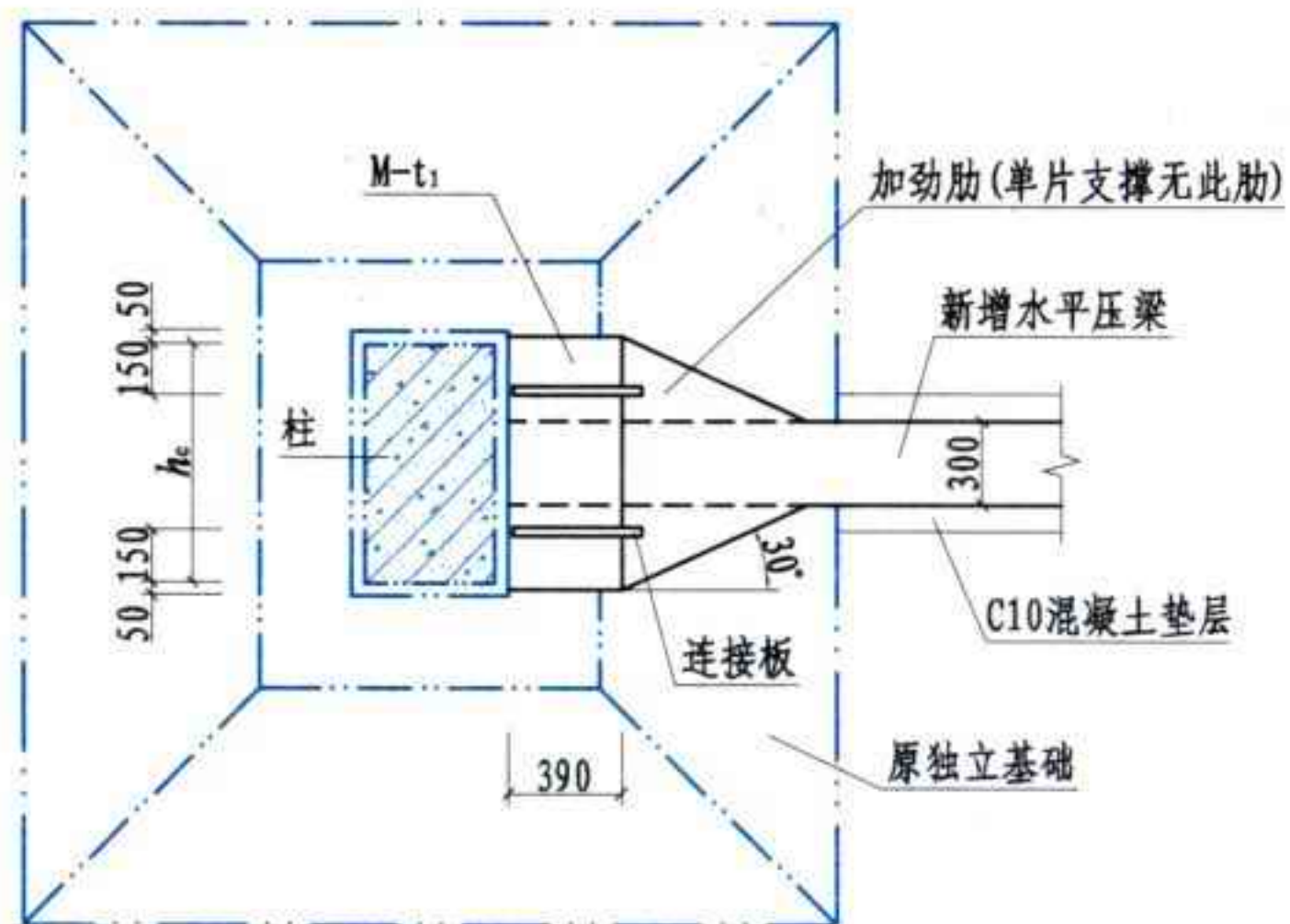
建筑结构体系加固	支撑与柱的连接						图集号	08SG311-2
侧向支撑加固							页	2-9
审核 李东彬	设计 万墨林	校对 陈瑜	设计 万墨林	设计 万墨林	设计 万墨林	设计 万墨林		



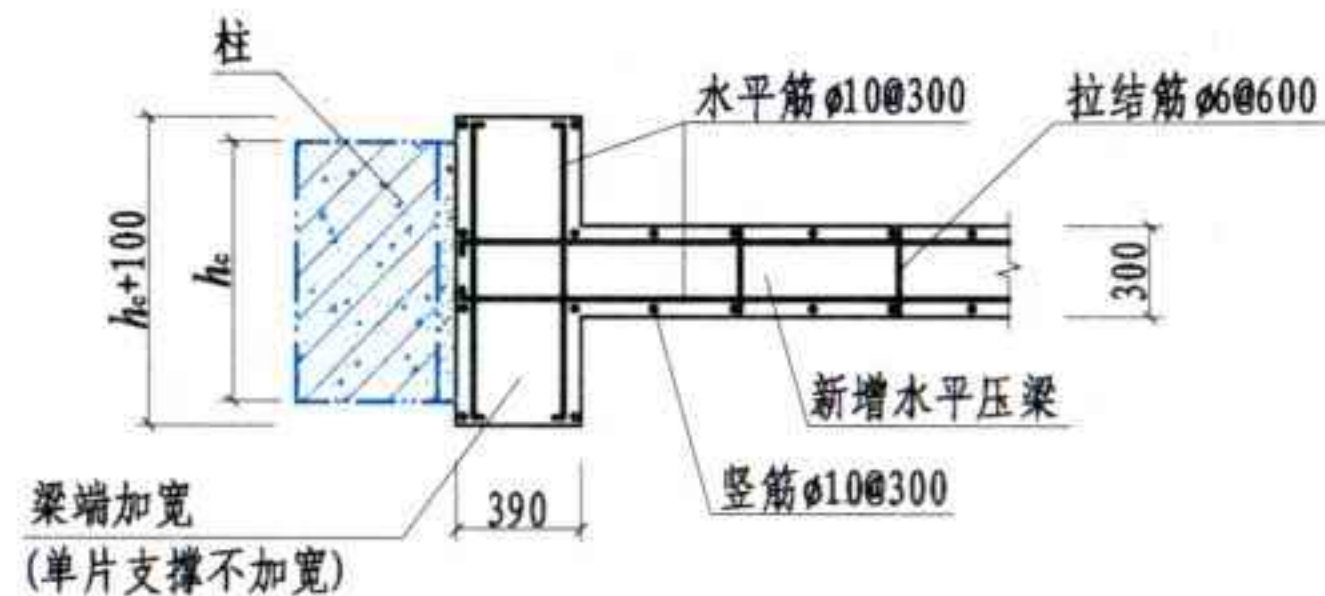
9 立面图
(双片支撑时)



1-1

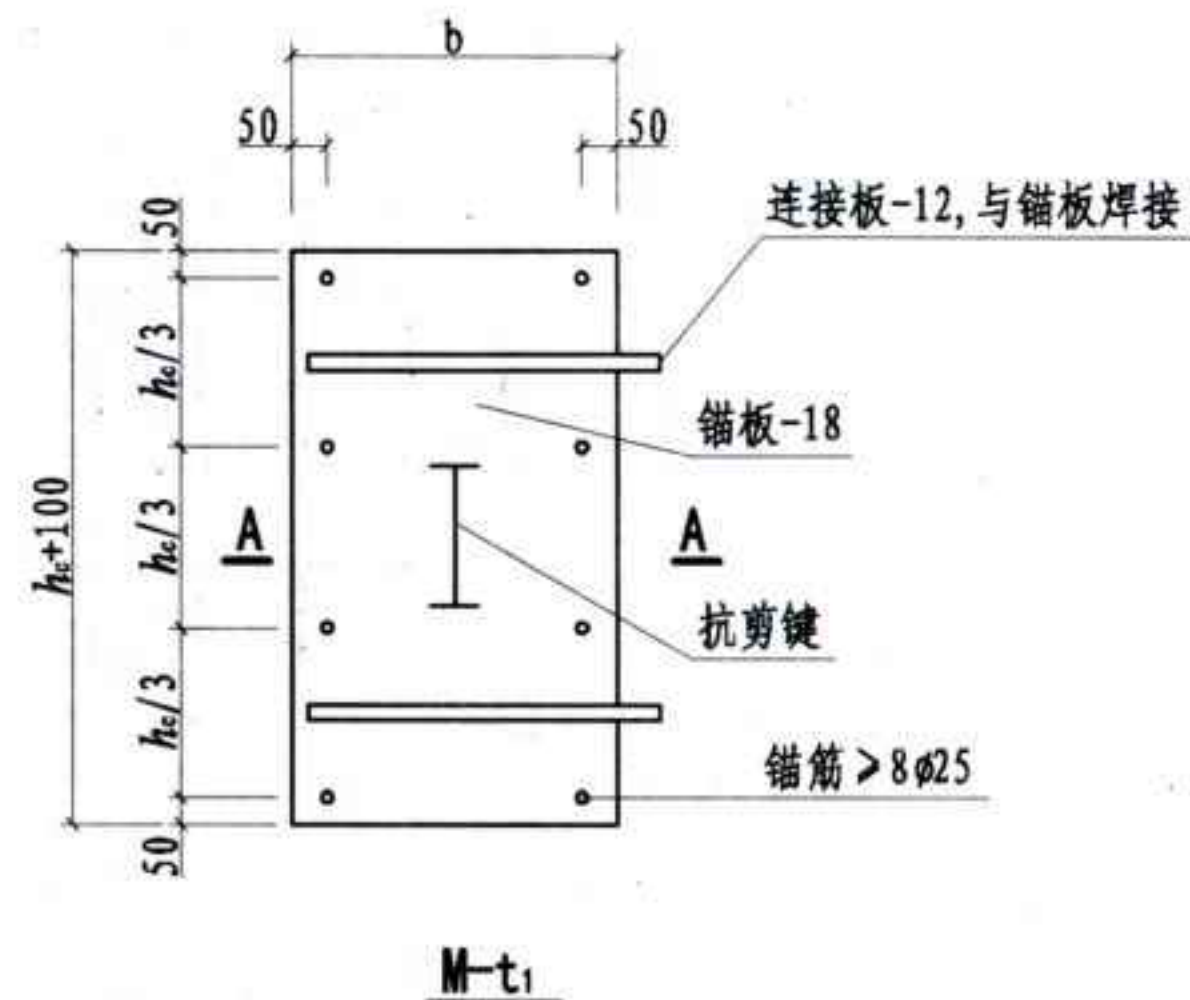
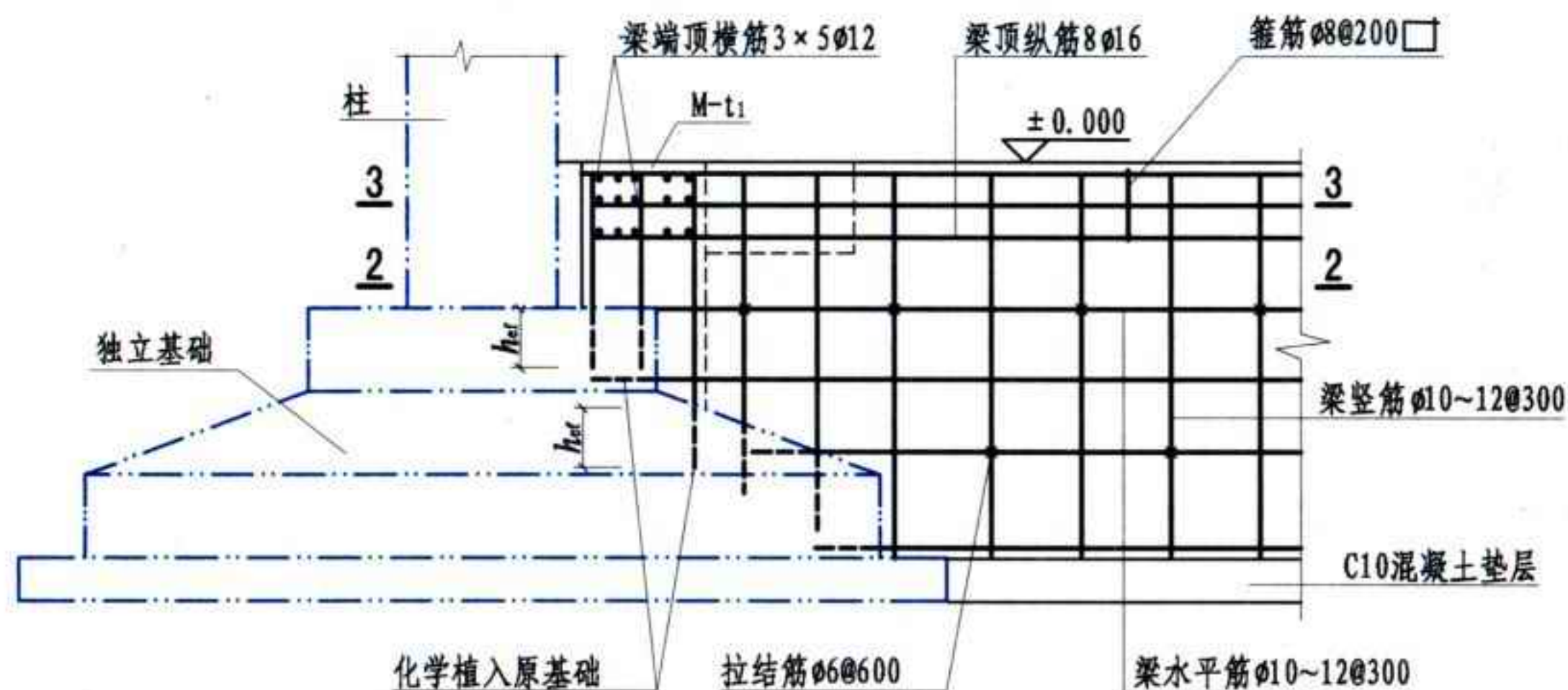


9 平面图
(双片支撑时)

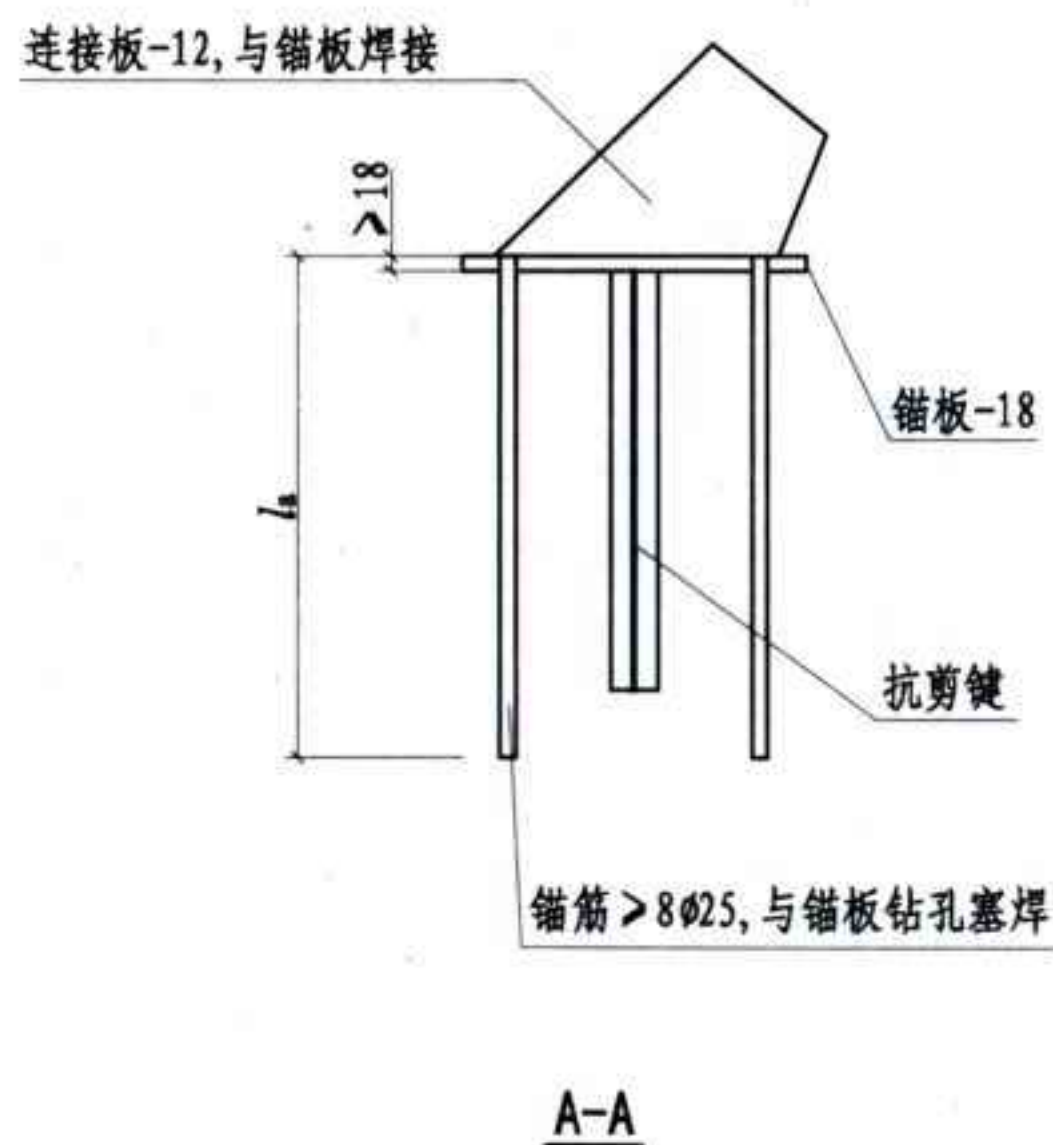
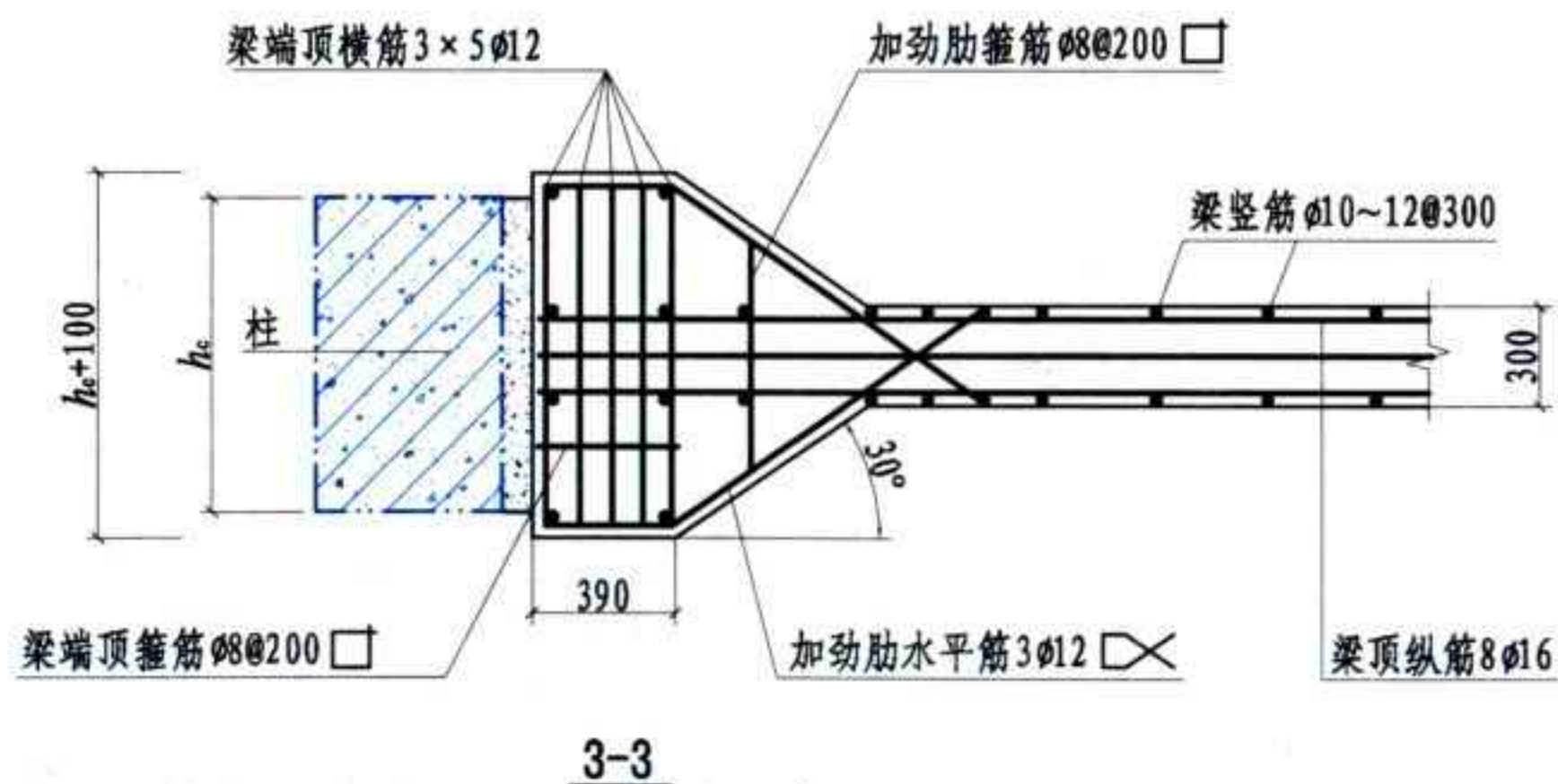


2-2

建筑结构体系加固	新增水平压梁及与原基础的关系						图集号	08SG311-2
侧向支撑加固	(双片支撑时)						页	2-10
审核	李东彬	校对	陈瑜	设计	万墨林	万墨林		

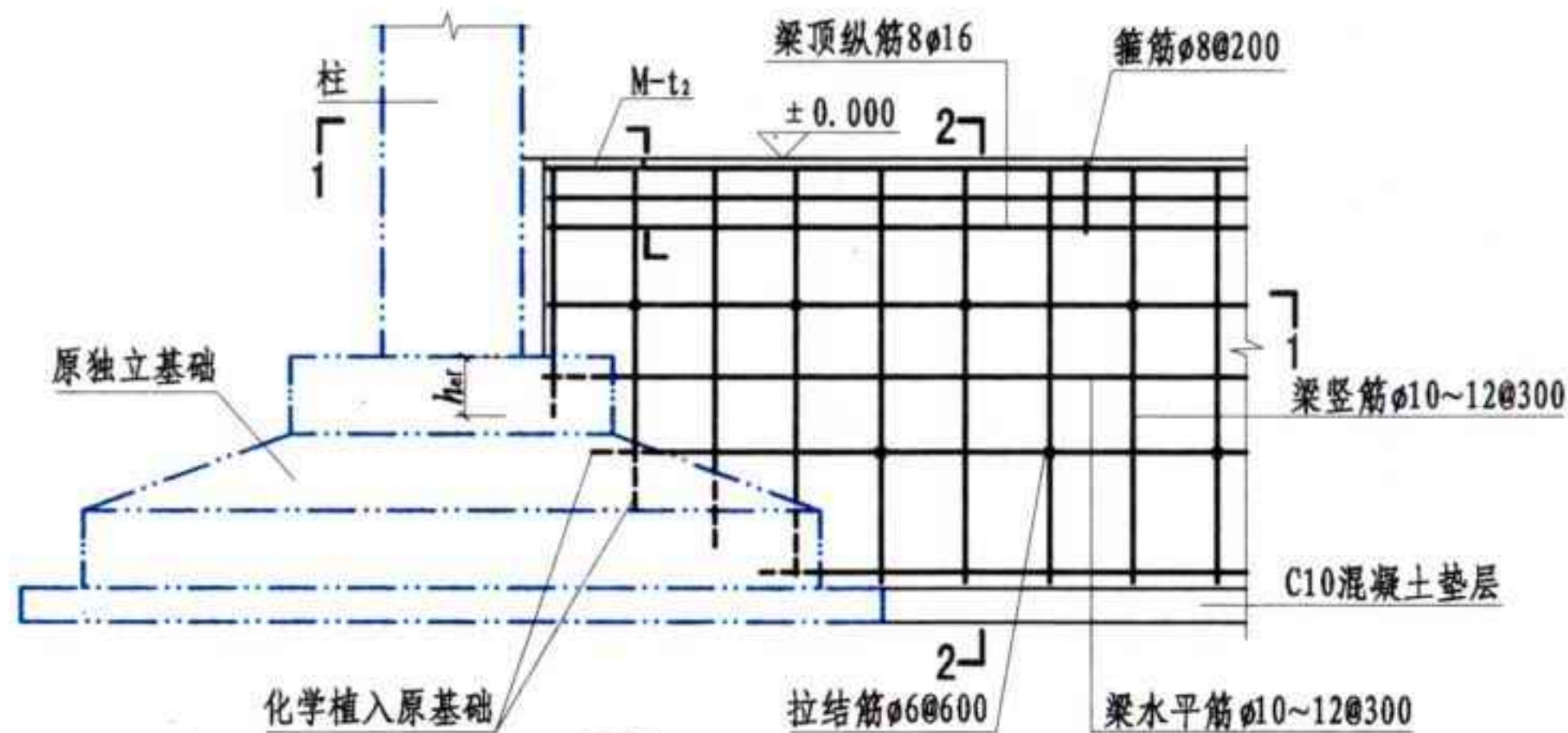


9 配筋图
(双片支撑时)

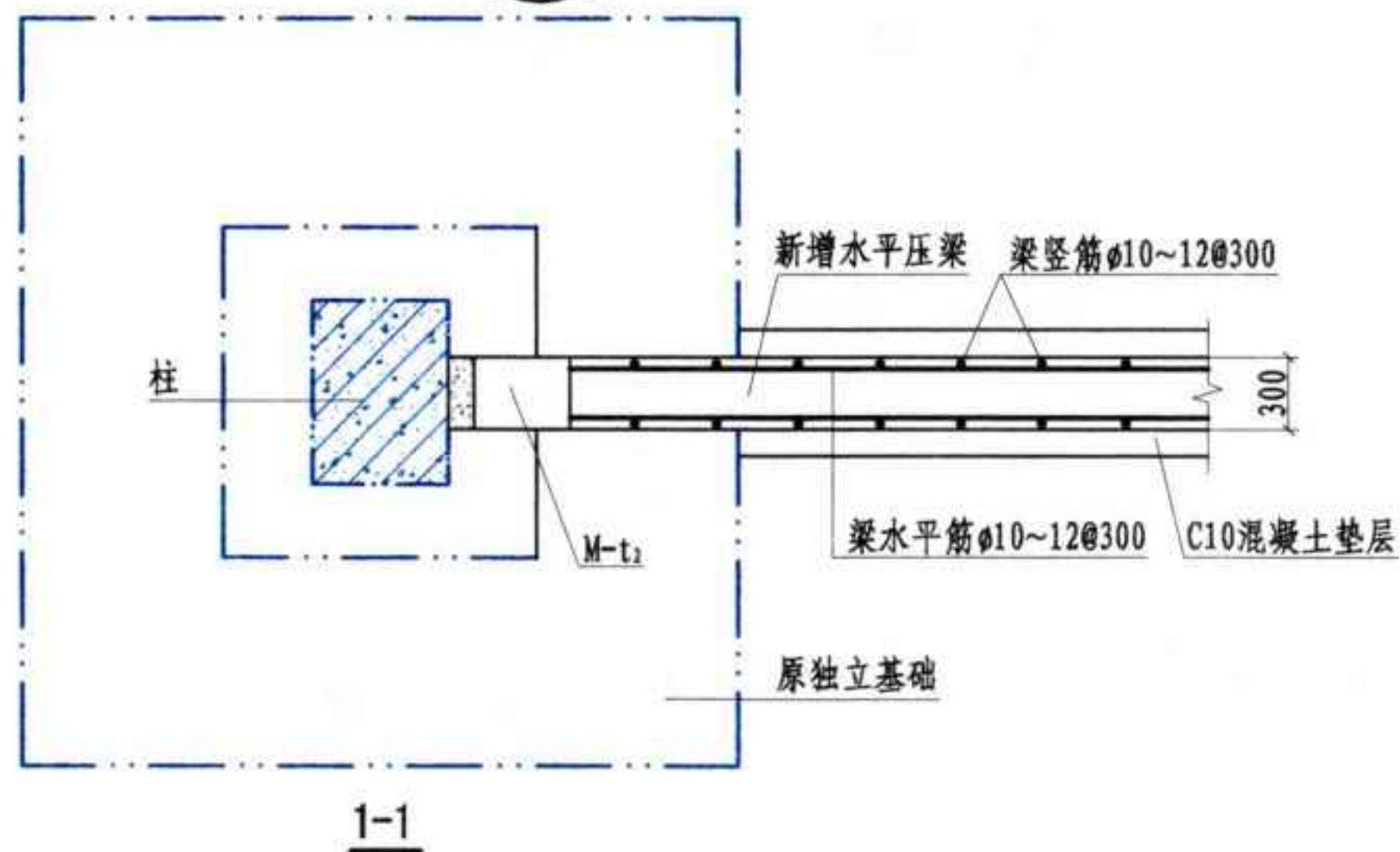


- 注: 1. h_c 为柱截面高度;
2. 水平压梁混凝土强度等级为C30, 垫层为C10. 原基础结合面应凿毛、刷净, 并涂界面结合剂一道;
3. 剖面2-2详见第2-10页.

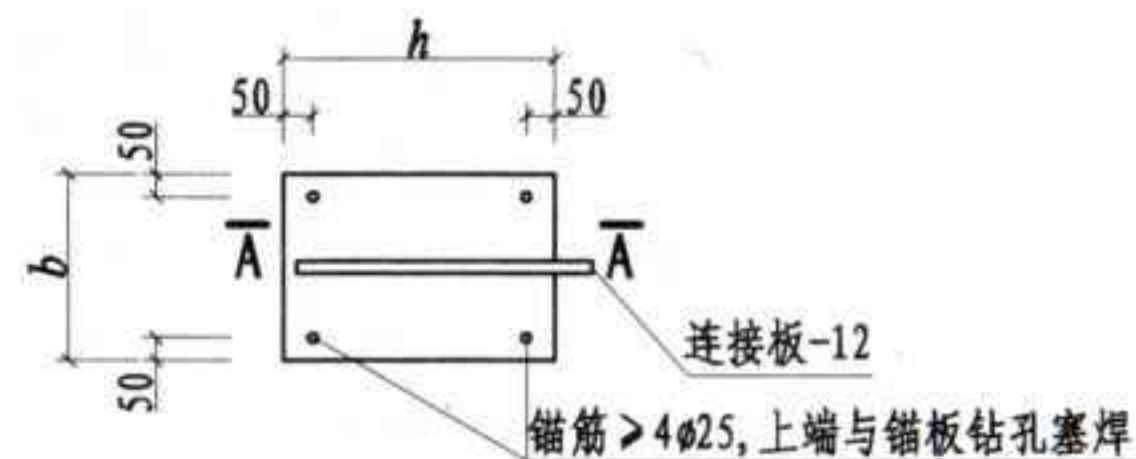
建筑结构体系加固	新增水平压梁配筋图(双片支撑时)						图集号	08SG311-2
侧向支撑加固							页	2-11
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		



9 配筋图
(单片支撑时)

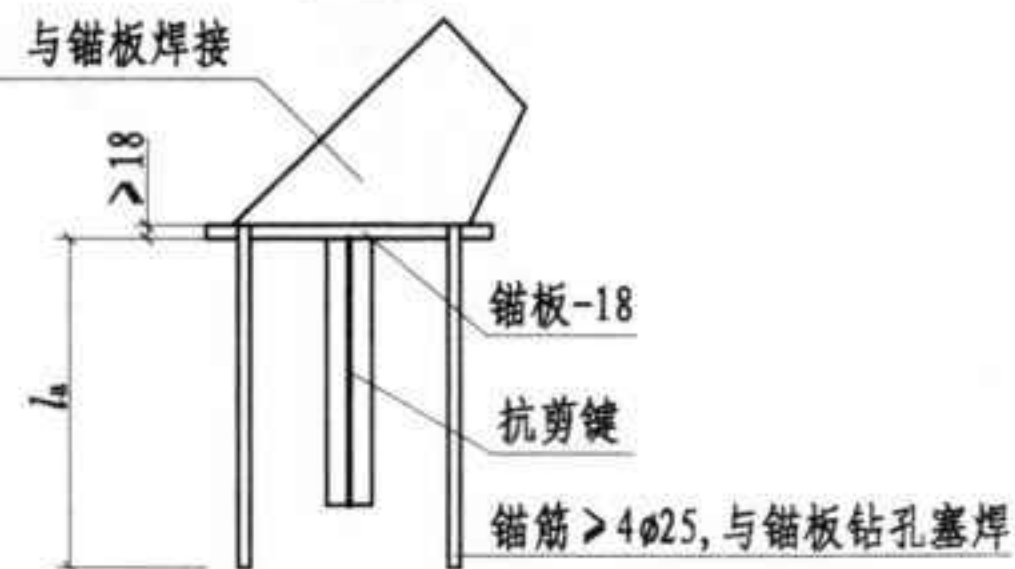


2-2



M-t₂

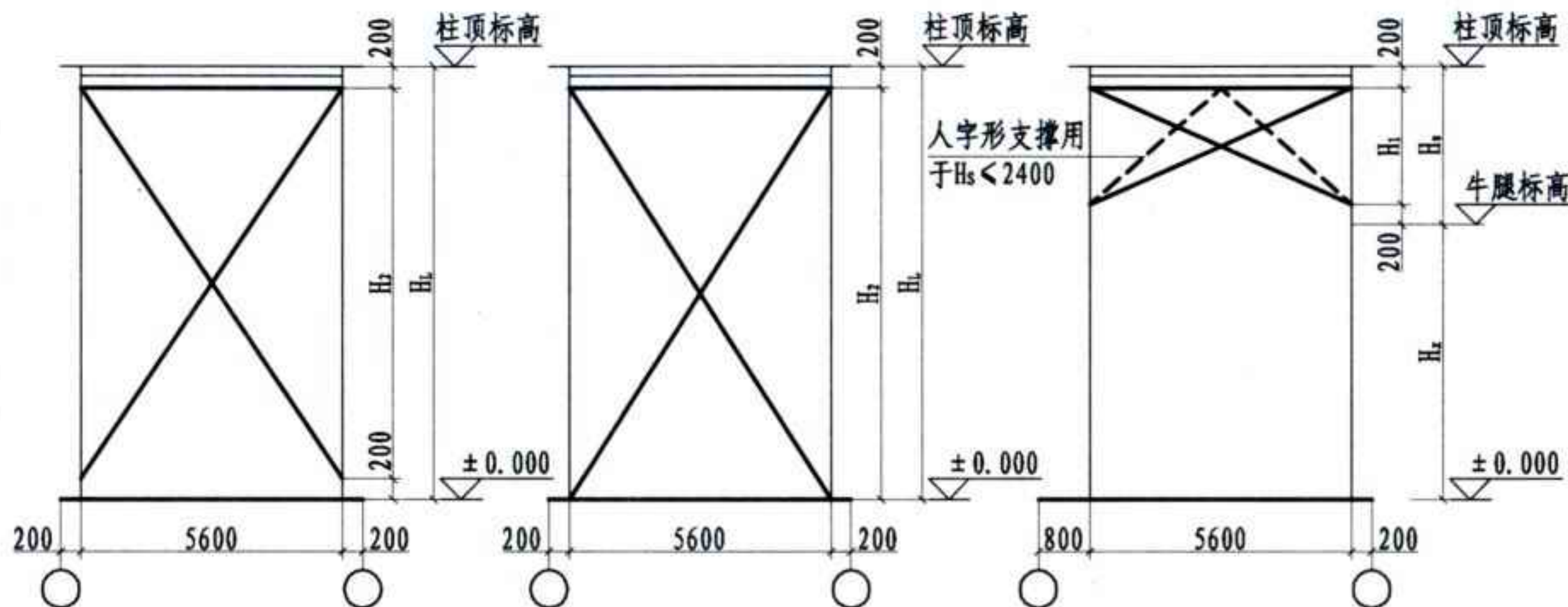
连接板-12, 与锚板焊接



A-A

注: 水平压梁混凝土强度等级为C30, 垫层为C10。原基础结合面应凿毛, 刷净, 并涂界面结合剂一道。

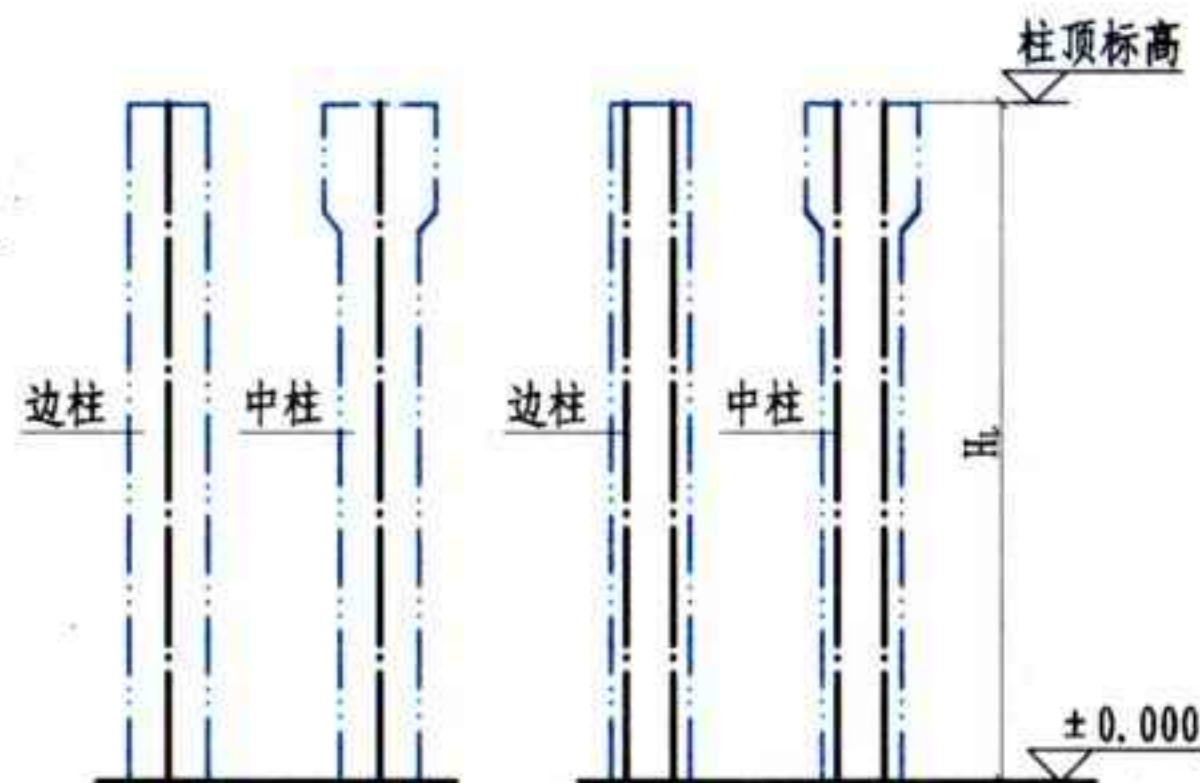
建筑结构体系加固	新增水平压梁配筋图(单片支撑时)						图集号	08SG311-2
侧向支撑加固							页	2-12
审核	李东彬	校对	陈瑜	设计	万墨林	万墨林		



无吊车支撑参数
非抗震区及6、7度设防区

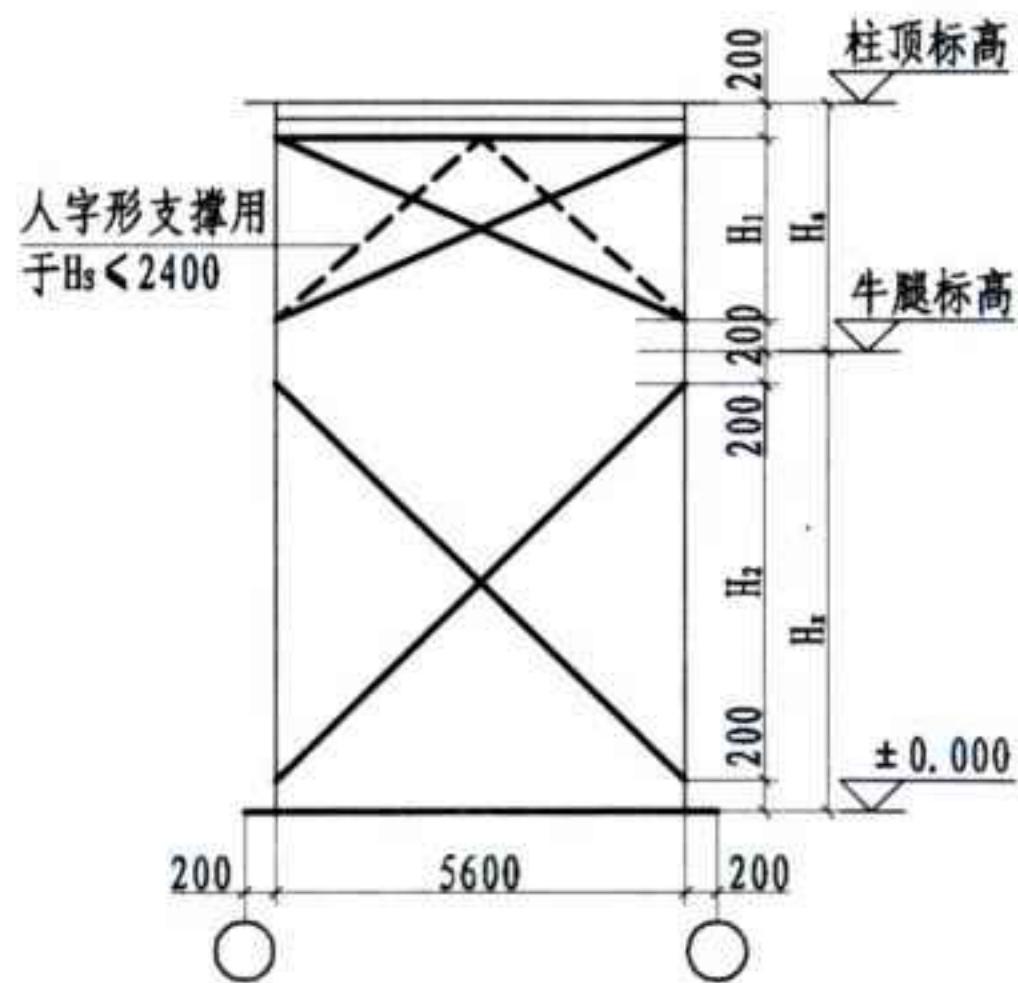
无吊车支撑参数
8度 I~III类场地

单元第一开间支撑参数

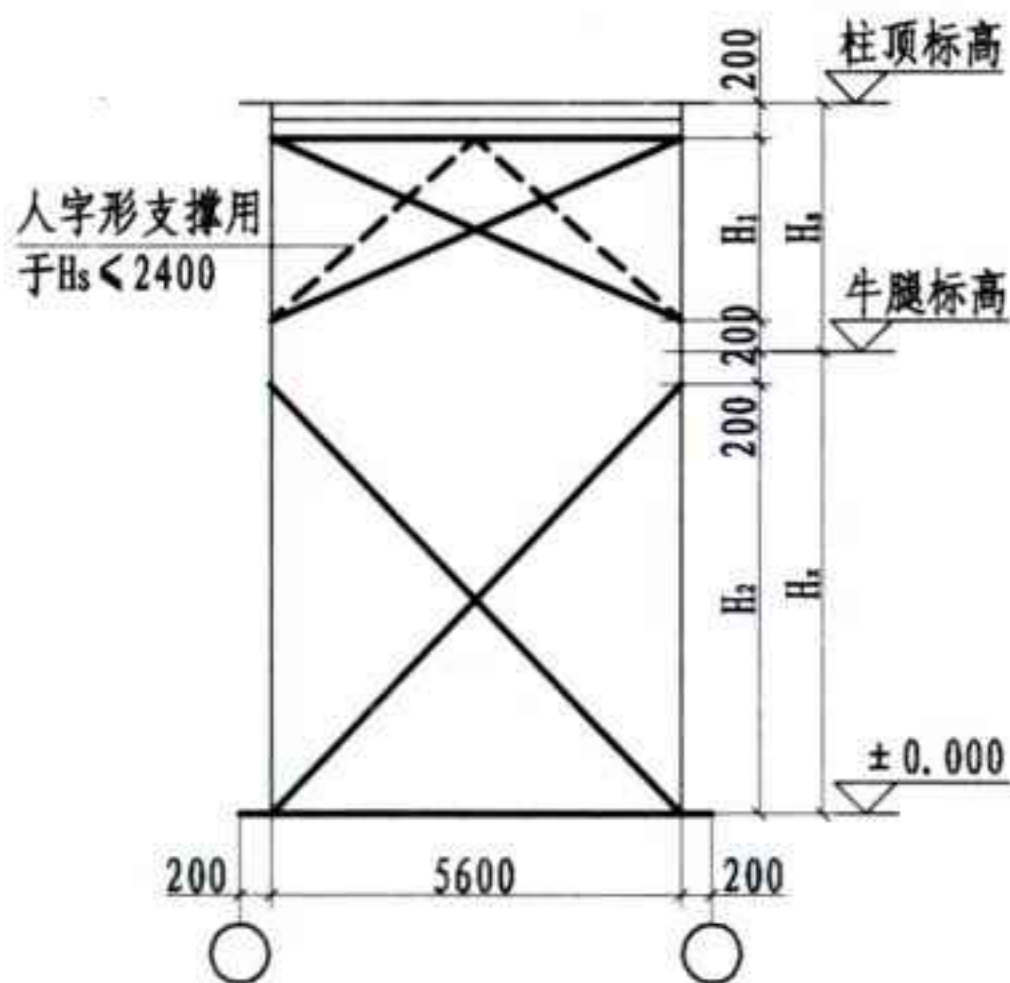


无吊车边、中柱
(单片支撑)

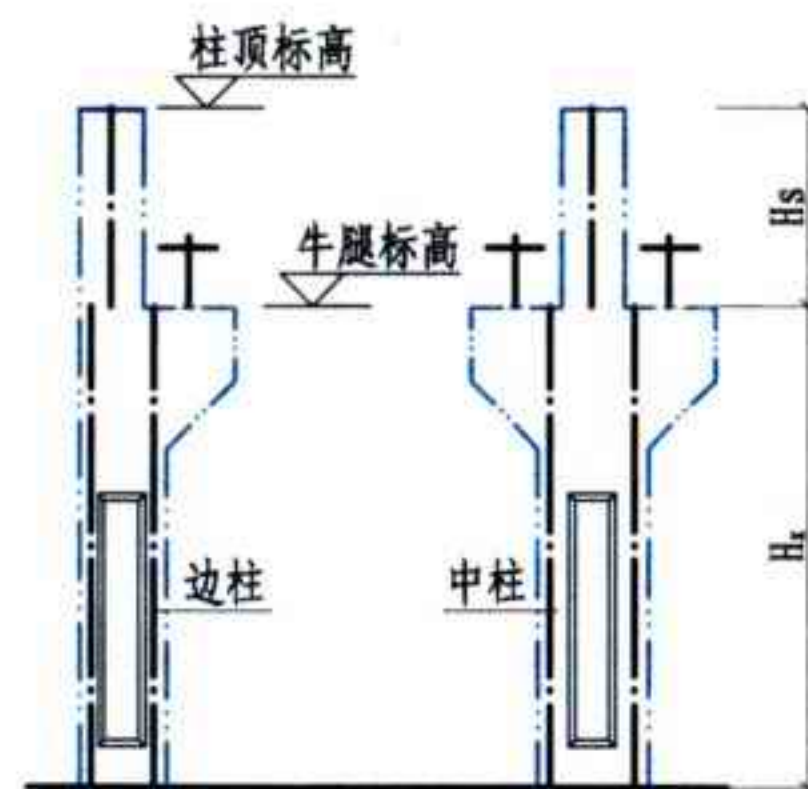
无吊车边、中柱
(双片支撑)



有吊车支撑参数
非抗震区及6、7度设防区



有吊车支撑参数
8度 I~III类场地



有吊车边、中柱

建筑结构体系加固	支撑参数						图集号	08SG311-2
侧向支撑加固							页	2-13
审核 李东彬	设计 万墨林	校对 陈瑜	设计 万墨林	设计 万墨林	设计 万墨林	设计 万墨林		

表 1 锚板选用表

支撑情况		支撑斜杆型号	≤6、7度抗震设防	8度抗震设防
无吊车站柱支撑	单角钢	L63×40×5	M-1	M-7
		L75×50×6	M-2	M-8
		L90×56×6	M-3	M-8
		L110×70×6	M-4	M-9
		L110×70×8	M-6	M-10
	双角钢	2L63×6	M-10	M-10
		2L75×6	M-12	M-12
		2L80×6	M-13	M-13
		2L90×6	M-14	M-14
		2L100×6	M-15	M-15
有吊车站柱支撑	上柱	2L63×6(人字撑)	M-1	
		L75×6	M-2	
		L90×6	M-4	
		L90×8	M-5	
		L100×8	M-12	
		L110×8	M-12	
	下柱	L63×40×5	M-1	
		L70×45×5	M-1	M-8
		L75×50×6	M-2	M-8
		L90×56×6	M-3	M-9
		L110×70×6	M-4	M-10
		L110×70×8	M-6	M-11
		L125×80×8	M-12	M-12
		L125×80×10	M-14	M-14
		[16a		M-14
		[18a		M-16
		[20a		M-17

注：1. 锚板位置应配合支撑详图设定，其形心尽量与杆件形心轴重合。
2. 锚板几何尺寸应根据支撑详图校核后方可选用。

表2 锚板与螺栓规格表

编号	简图	锚 板				螺 栓		
		长度 a	宽度 b	厚度 $t \geq$	边距 c	级别	规格	数量
M-1		400	150	12	40	8.8	M20	4
M-2		400	150	14	40	8.8	M24	4
M-3		450	160	14	40	8.8	M24	4
M-4		500	180	14	50	8.8	M22	6
M-5		500	180	16	50	8.8	M24	6
M-6		550	180	16	50	8.8	M24	6
M-7		400	170	14	50	8.8	M18	4
M-8		400	170	14	50	8.8	M22	4
M-9		450	200	16	60	8.8	M22	4
M-10		450	200	16	60	8.8	M22	6
M-11		450	220	18	65	8.8	M24	4
M-12		450	220	18	65	8.8	M24	6
M-13		500	220	18	65	8.8	M24	6
M-14		550	250	20	70	8.8	M24	6
M-15		550	250	20	70	10.9	M24	6
M-16		600	270	22	80	10.9	M24	6
M-17		600	270	22	80	10.9	M24	6

注：1. 锚板螺栓孔孔径 $d_r=d+2\text{mm}$ ， d 为高强螺栓直径。
2. 锚板厚度及构造应满足抗弯承载力要求。

建筑结构体系加固	锚板及螺栓规格选用表						图集号	08SG311-2
侧向支撑加固							页	2-14
审核 李东彬	设计 万墨林	校对 陈瑜	设计 万墨林	设计 万墨林	设计 万墨林	设计 万墨林		

构件延展与接长说明

旧房改造中常会遇到柱子接长、梁向外延伸、剪力墙向上延伸,以及楼板(屋面板)向外展宽等情况。本图集从受力,即确保弯矩和剪力的有效传递,选编了工程中的部分做法供参考。

1 柱子接长

柱子接长多见于框架结构的房屋增层,分为接柱截面与原柱截面相等、小于原柱截面两种情况。

1.1 接柱截面与原柱截面相等时,有两种接筋做法:一种做法是在接柱部位的顶框架梁底柱周设置钢板箍,接柱钢筋通过顶板钻孔焊接生根于钢板箍;另一种做法是局部凿除原柱顶混凝土保护层,露出原柱受力钢筋,并扳直收头弯折段,然后将接柱钢筋与原柱钢筋焊接连接。前者简单,但多费钢材;后者麻烦,且不适用于有抗震设防要求情况。

1.2 接柱截面小于原柱截面时,接柱钢筋采用化学植筋方法锚固生根于原下柱,但钢筋布置应满足最小边距 C_{min} 和最小间距 S_{min} 要求。

对于接柱采用钢柱铰接情况,由于连接点只传递压力和剪力,不存在弯矩,一般采用扩孔型锚栓锚固连接即可,本图集略。

2 剪力墙向上延伸

剪力墙向上延伸多见于房屋增层和上层结构平面布局的局部调整。分为接墙厚度较厚配置双排筋和接墙厚度较薄配置单排筋两种情况。接墙厚度较厚($\geq 160mm$)且与原墙相近,必须采用双排配筋,此时有三种做法:第一种做法是采用等代连接筋,以化学植筋方式锚固连接,连接筋规格一般为 $\phi 16 \sim 25 @ 400 \sim 600$,单排,居墙中配置,接墙本身配

筋不变,仍为双排;第二种做法是紧贴顶板上下面设置通长锚固角钢,然后将接墙竖筋与角钢焊接连接;第三种做法是局部凿除原墙顶混凝土保护层,露出原墙纵向钢筋,并扳直收头弯折段,然后将接墙钢筋与原墙钢筋进行焊接连接。当接墙厚度 $\leq 140mm$,且采用单排配筋时,接墙钢筋可采用化学植筋方法直接锚固于原下墙。

3 梁向外延伸

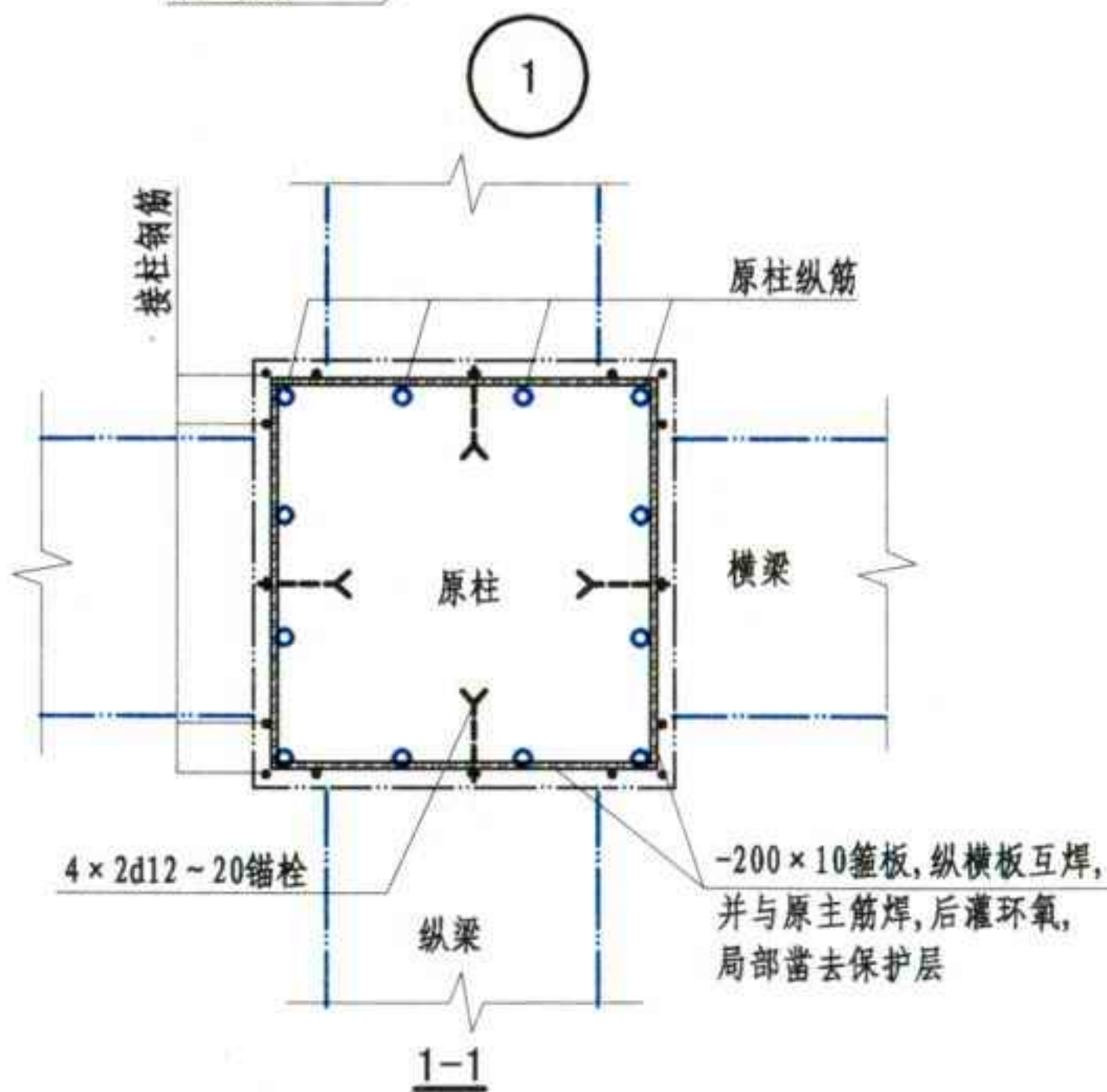
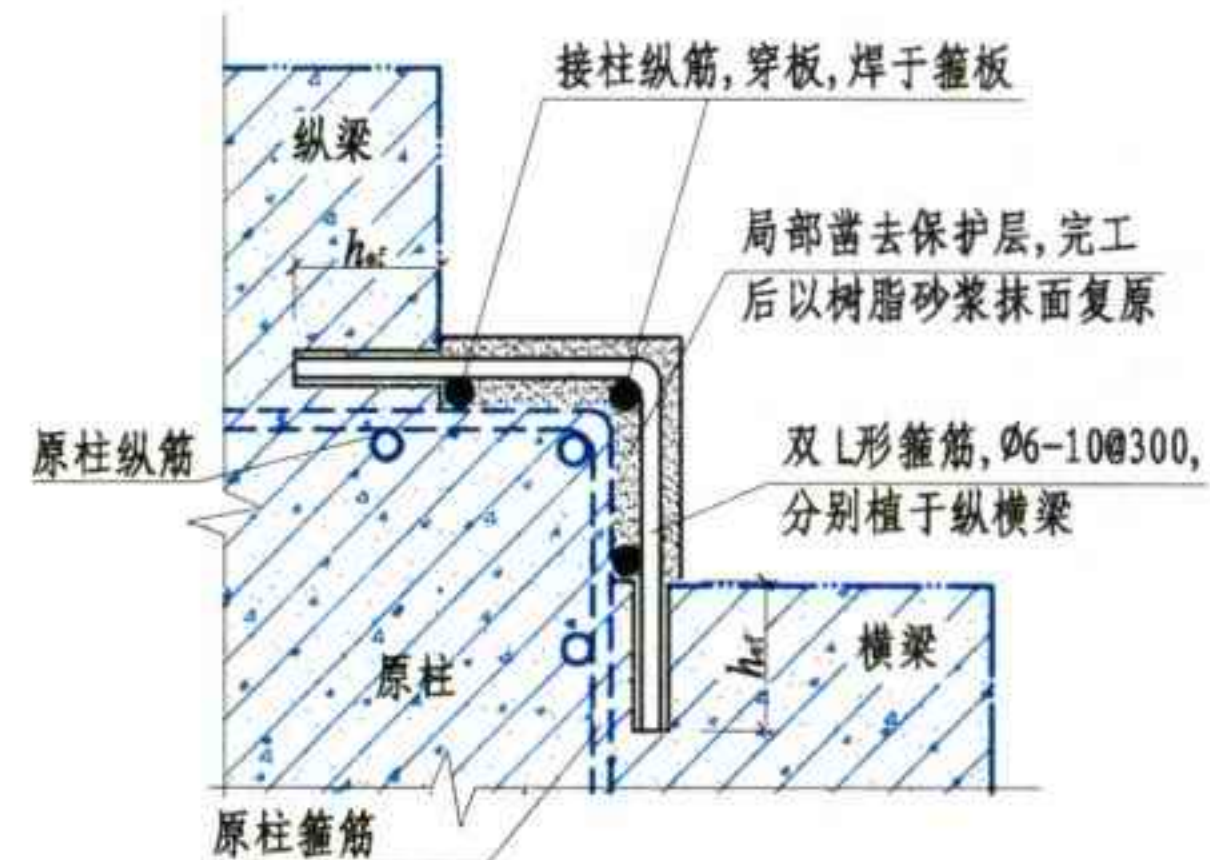
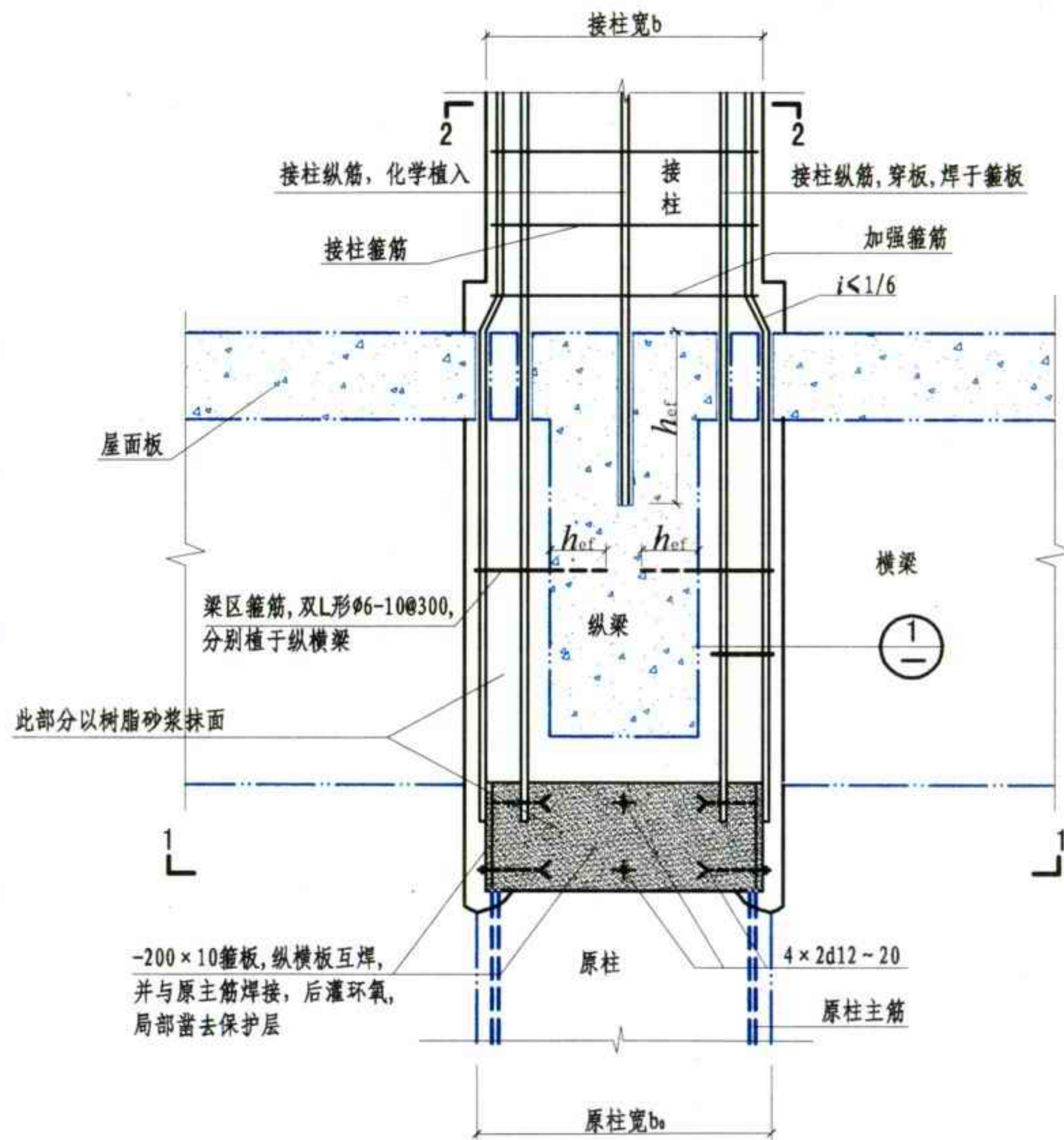
梁向外延伸多用于房屋外扩改造。外延框架梁一般接于边柱外侧,由于柱比梁宽,故可采用化学植筋方法将外延梁钢筋锚固生根于边柱。亦可局部剔凿去原梁端柱面混凝土保护层,露出原梁端上下收头钢筋,并扳直弯折段,然后将延梁钢筋与其焊接连接。对于顶层原梁负筋,则只需局部剔凿暴露,无需扳直,可直接焊接。

对于边主梁垂直方向外接次梁情况,次梁正负筋可采用钻孔穿过主梁,然后弯折环抱主梁,并互焊连接,钻孔内应灌注结构胶对钢筋进行锚固。

4 板展宽

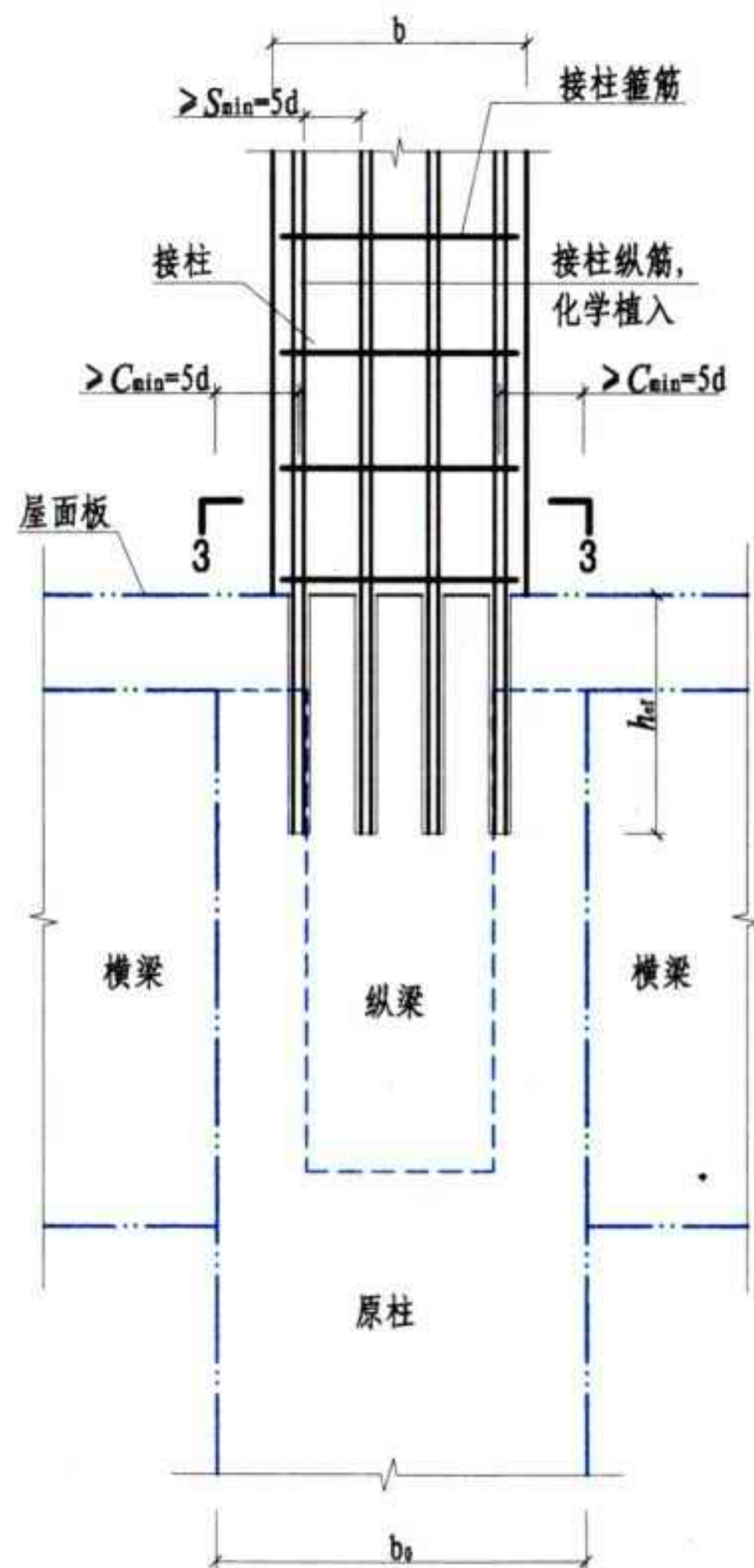
楼板、屋面板向外展宽多用于房屋外扩改造。外延板多接于边梁或外剪力墙外侧,一般按连续板设计。外延板正负钢筋,可采用化学植筋办法锚固生根于原剪力墙或原边梁。当边梁顶与板齐平时,可局部凿除梁顶混凝土保护层,露出原板负筋,然后将外延板负筋与其焊接连接。若原板负筋规格偏小,则可采用外粘扁钢替作外延板负筋,但应满足延伸长度 l_a 要求。

构件延展与接长	构件延展与接长说明							图集号	08SG311-2
审核	李东彬	张明	校对	陈瑜	王明	设计	万墨林 万墨林	页	3-1

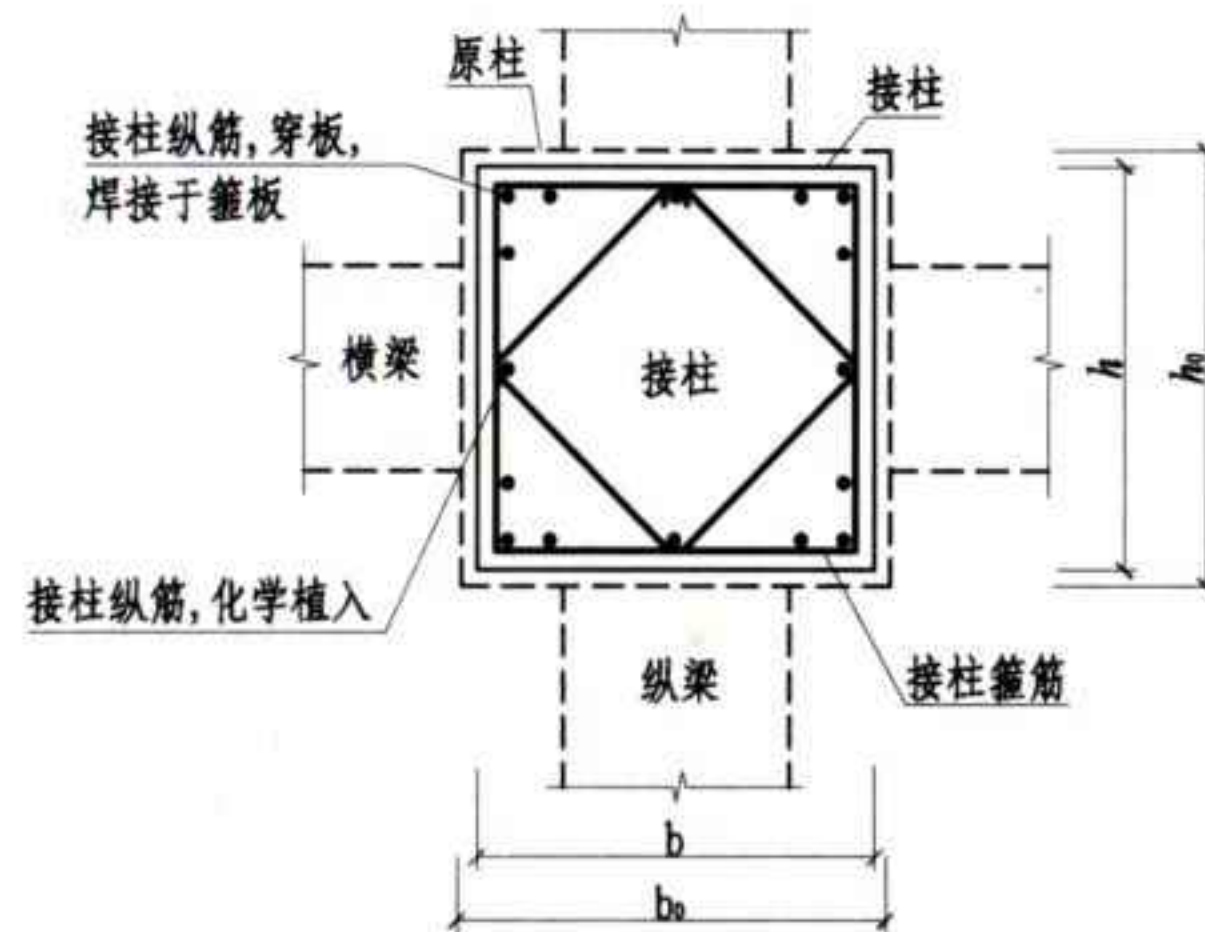


注: 1. 接柱与原柱截面相近, 即 $b \approx b_0$, $h \approx h_0$
2. 剖面2-2详见本图集3-3页。

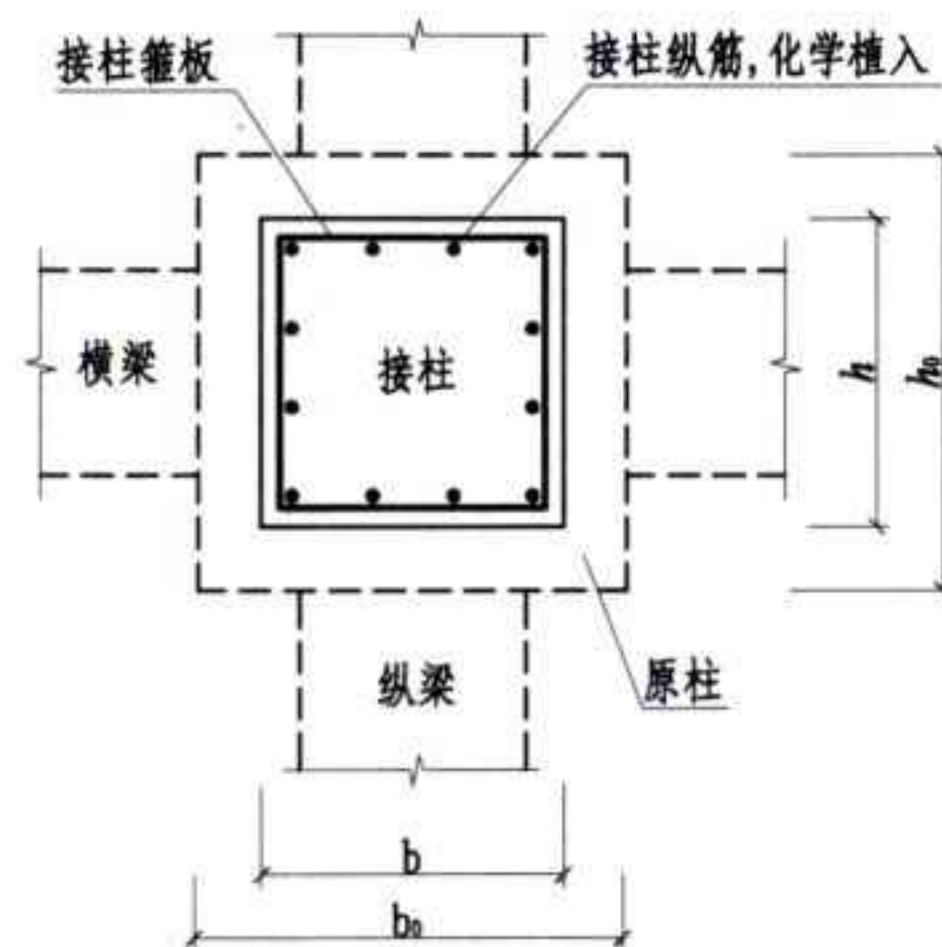
构件延展与接长	箍板连接						图集号	08SG311-2
柱子接长							页	3-2
审核	李东彬	校对	陈瑜	设计	万墨林	万墨林		



接柱截面比原柱小时, 植筋连接
($b \leq b_0 - 2C_{min}$, $h \leq h_0 - 2C_{min}$)

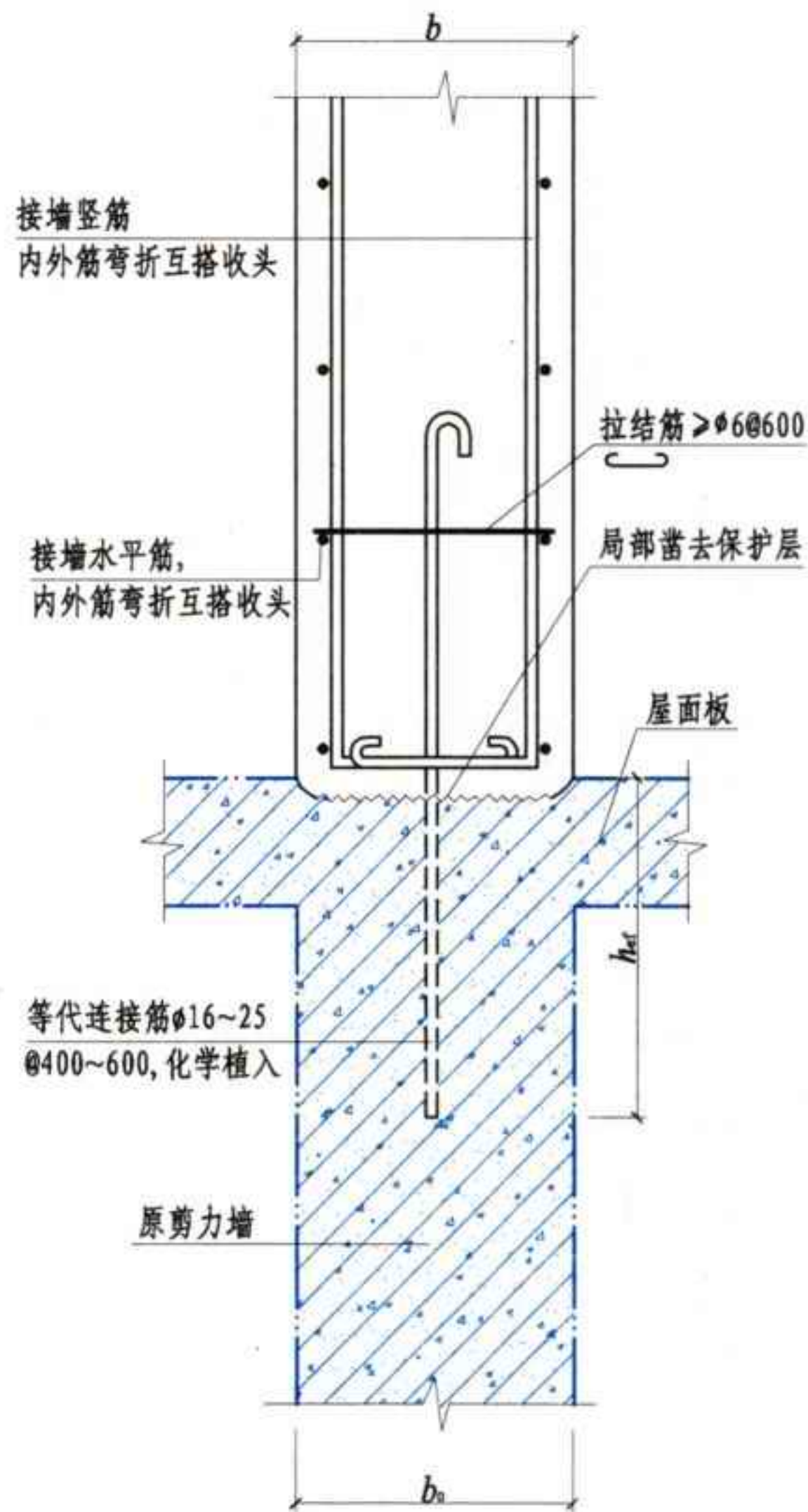


2-2 ($b \approx b_0$, $h \approx h_0$)

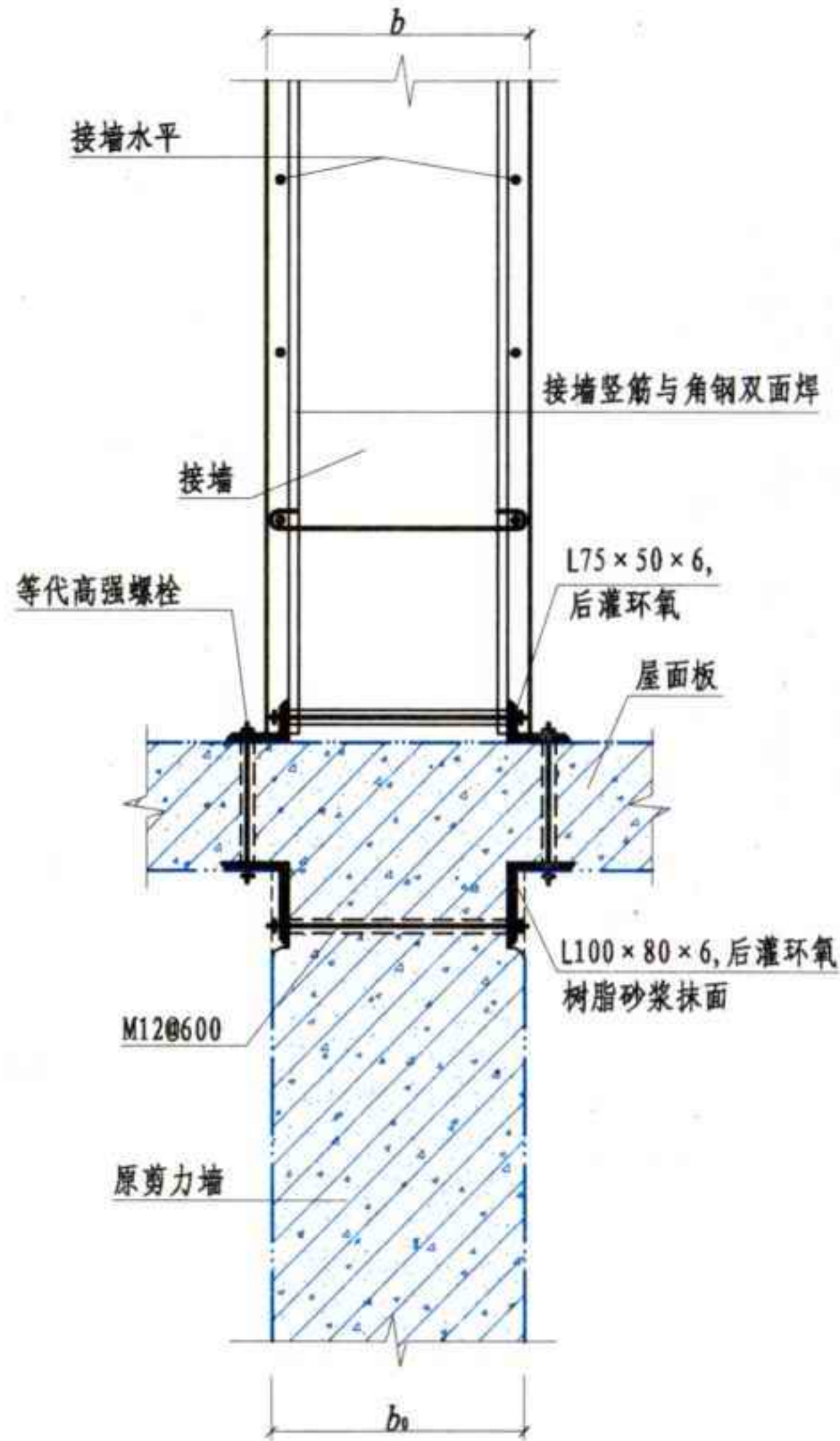


3-3 ($b < b_0$, $h < h_0$)

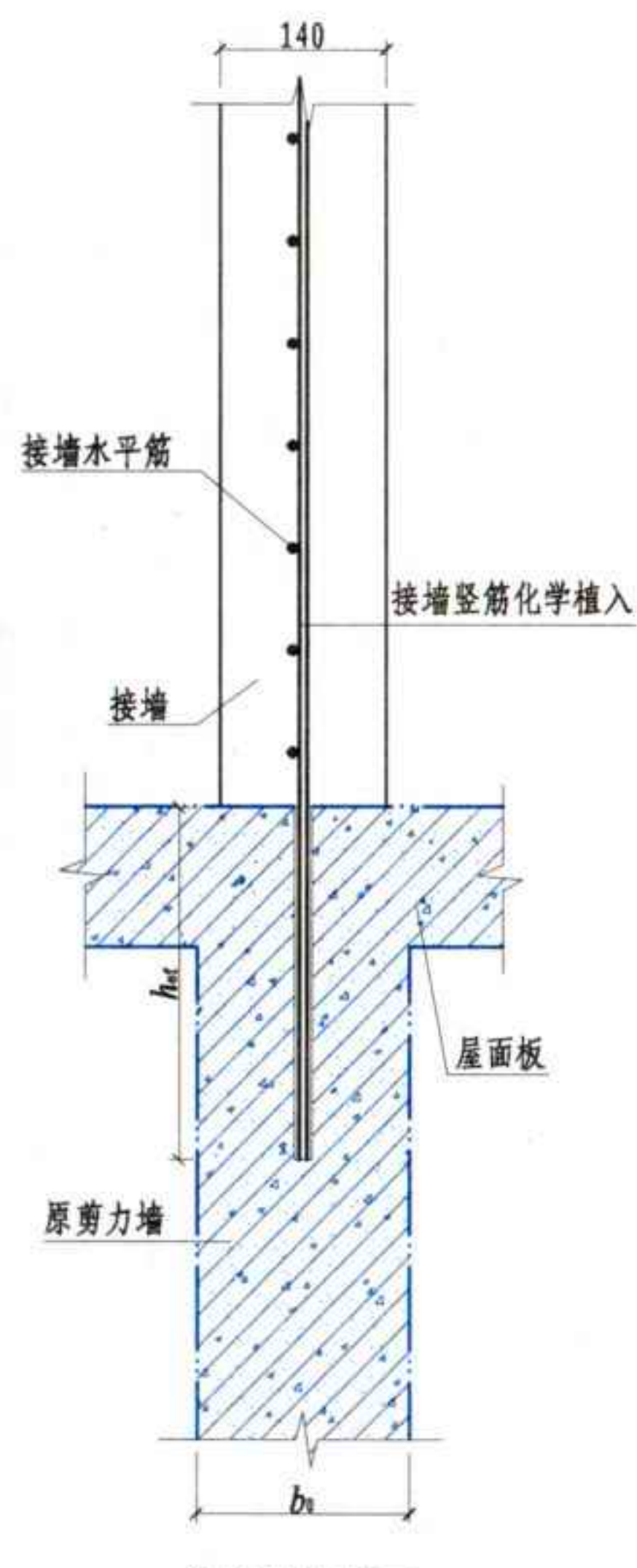
构件延展与接长	焊接连接、植筋锚固				图集号	08SG311-2
柱子接长					页	3-3
审核 李东彬	[Signature]	校对 陈瑜	[Signature]	设计 万墨林 万墨林		



等代连接筋植筋锚固连接



锚固角钢焊接连接 ($b < b_0$)

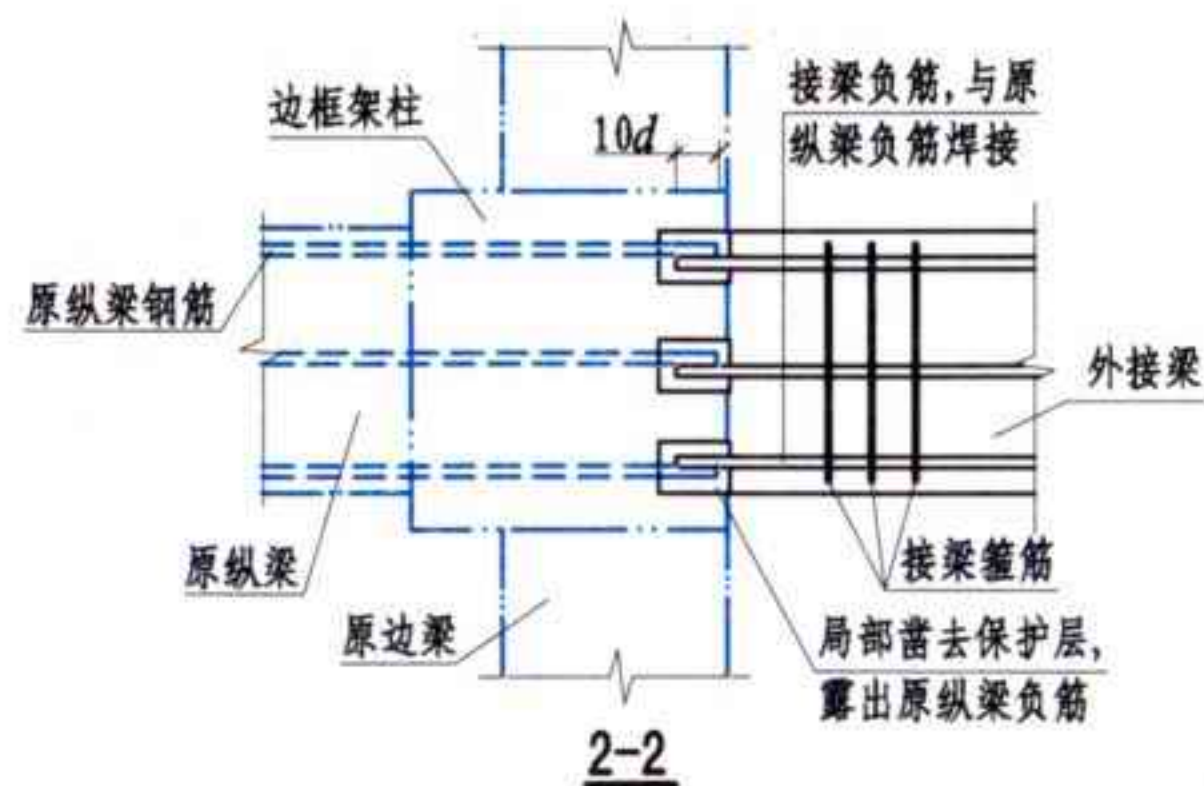
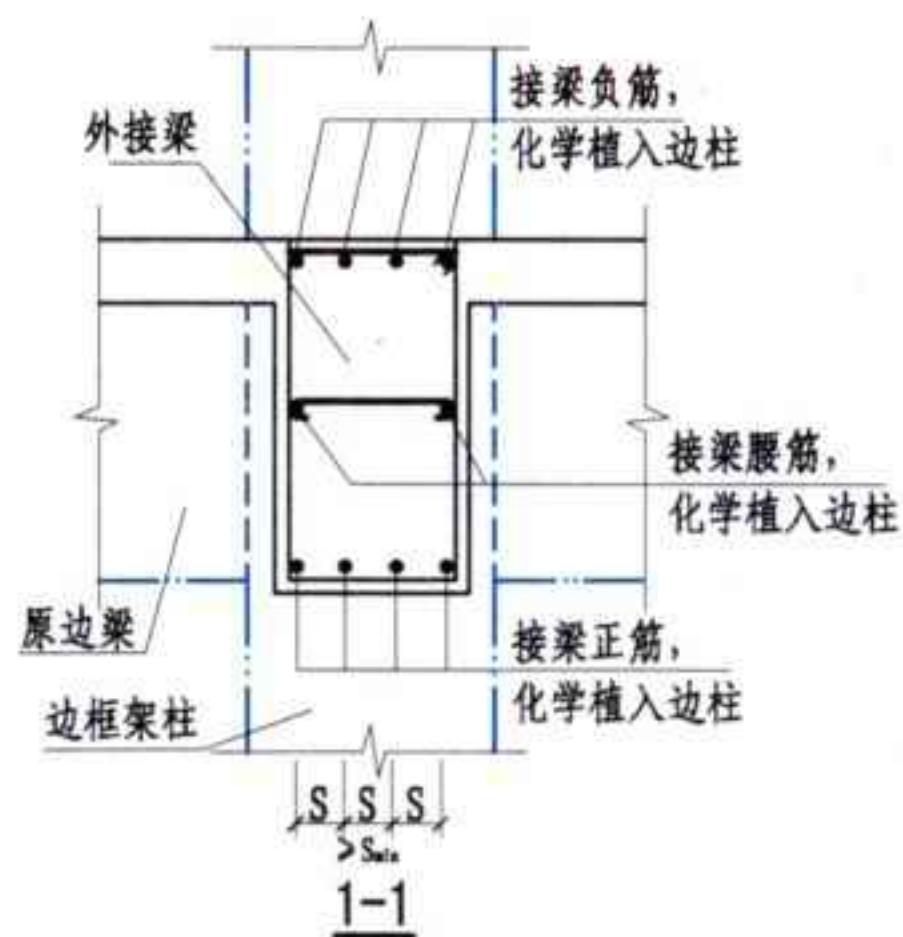
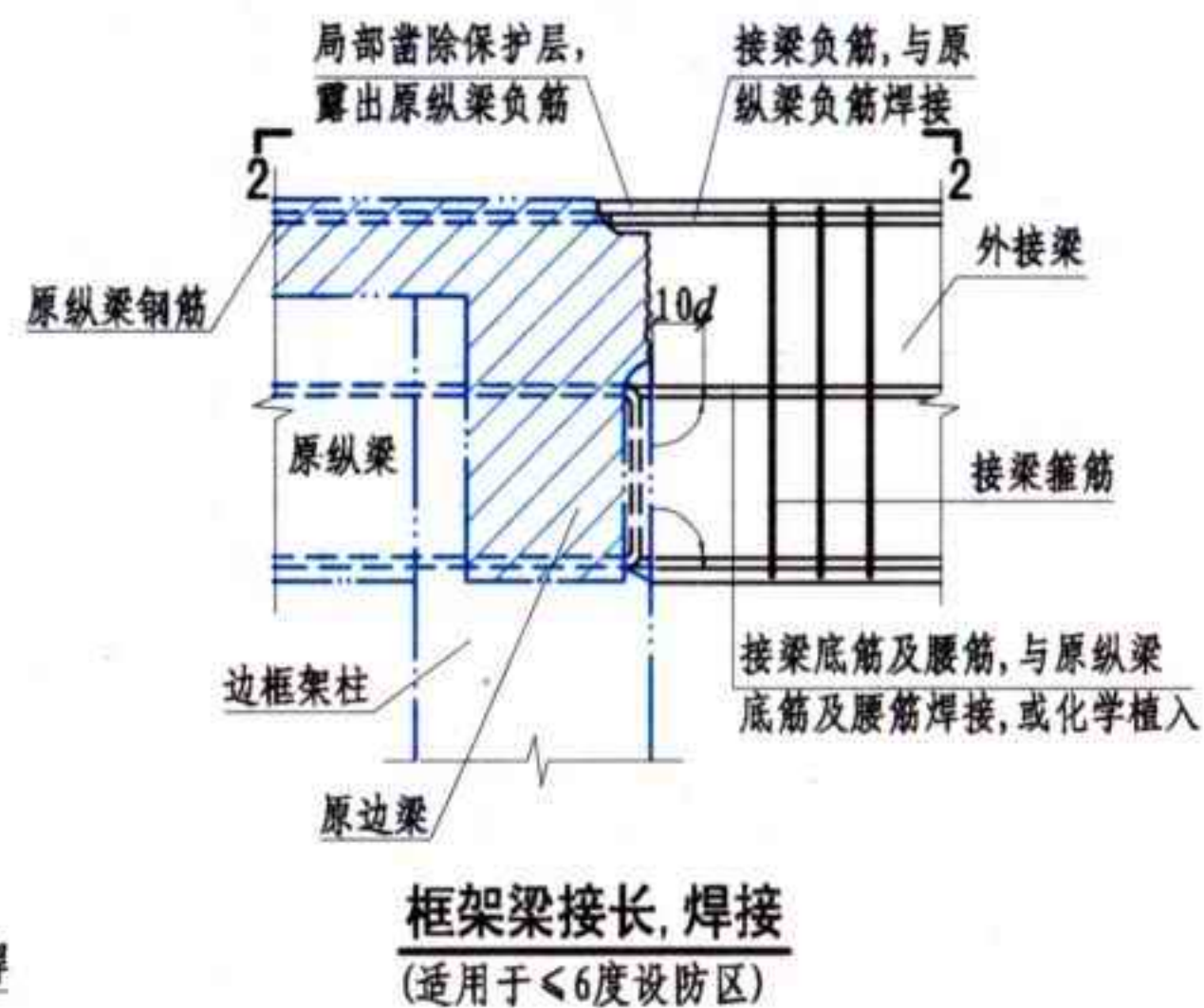
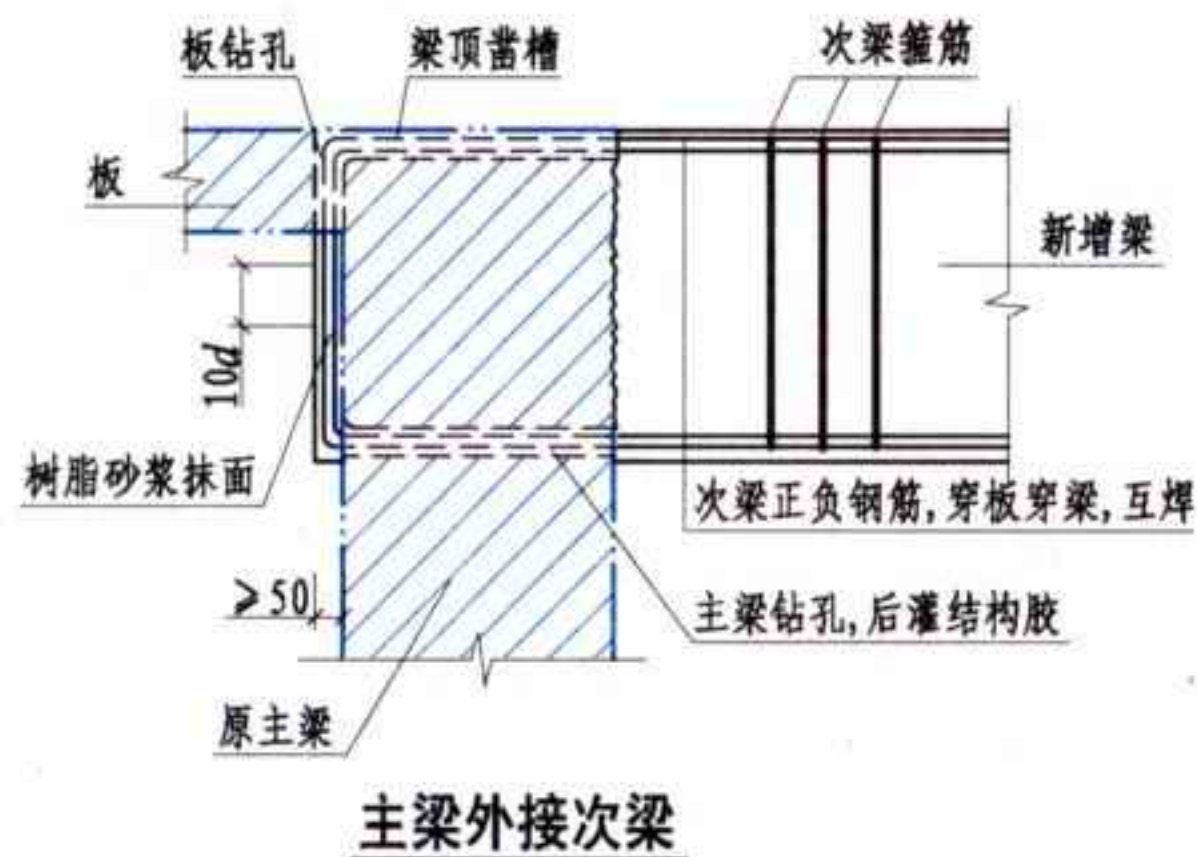
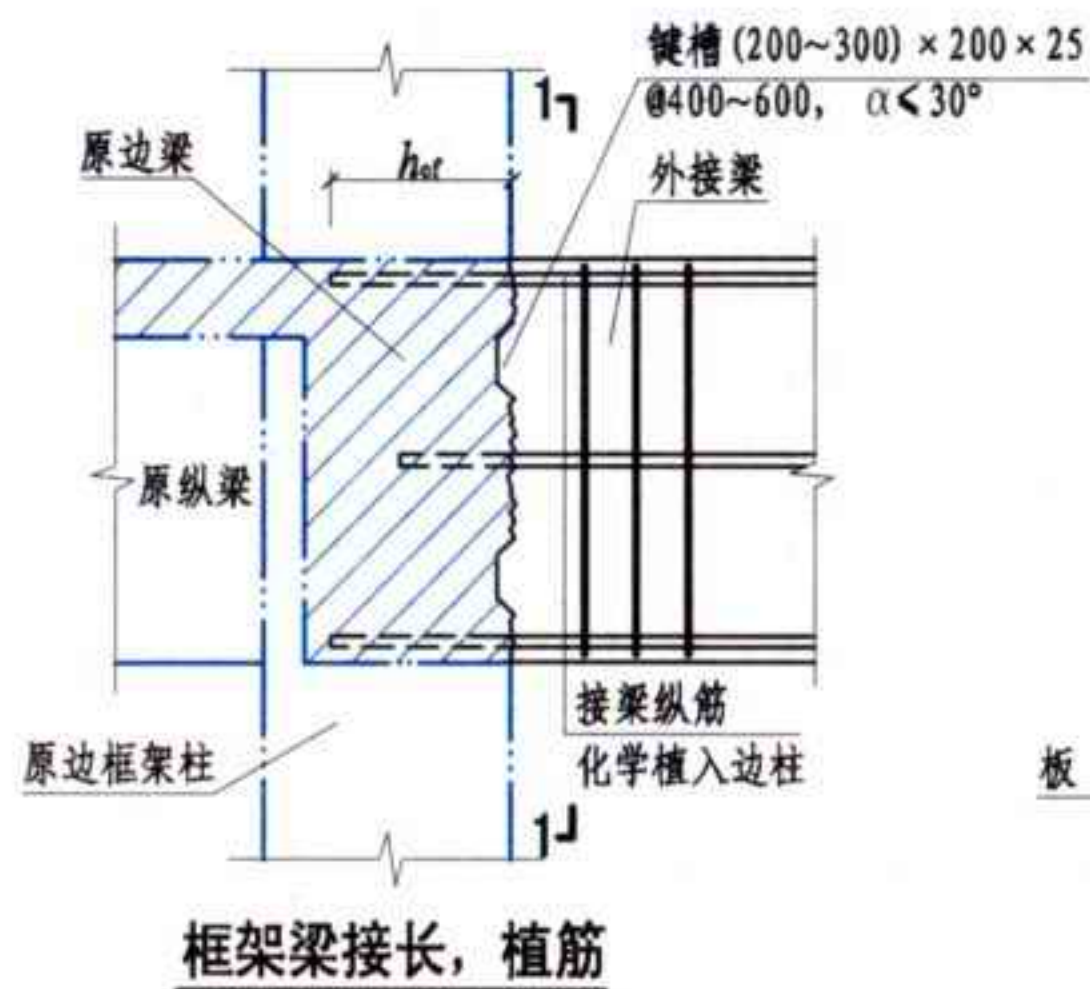


化学植筋锚固

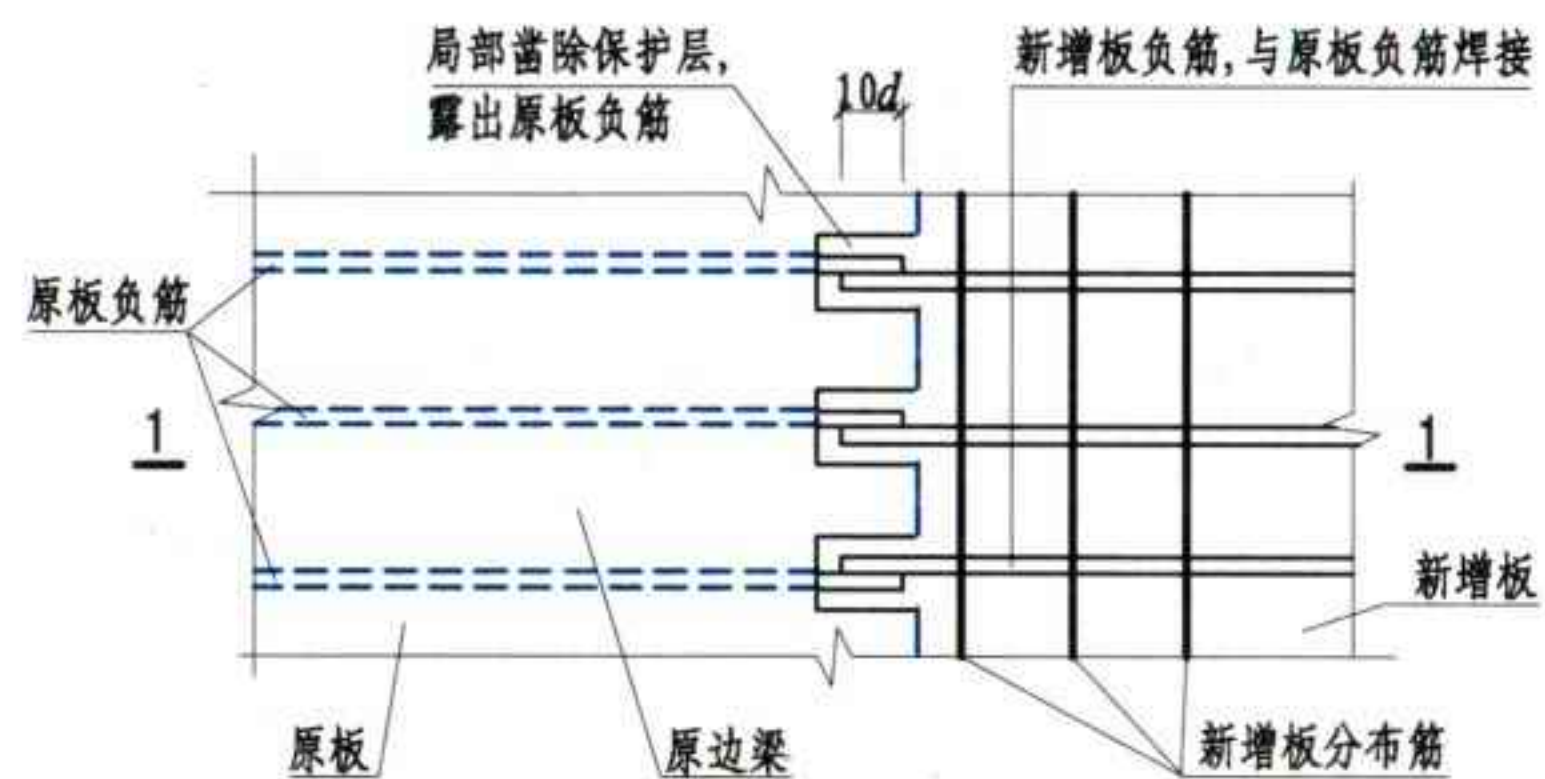
接墙较薄单排筋时

- 注: 1. 接墙竖筋 $\phi 10 \sim 12 @ 200 \sim 300$, 内外筋弯折互搭收头。
2. 接墙水平筋 $\phi 10 \sim 12 @ 200 \sim 300$, 内外筋弯折互搭收头。
3. 等代高强螺栓M12 $\sim 16 @ 400 \sim 600$, $A_M = A_s f_y / f_M$, f_M 为螺栓抗拉强度设计值, f_y 为接墙竖筋抗拉强度设计值。

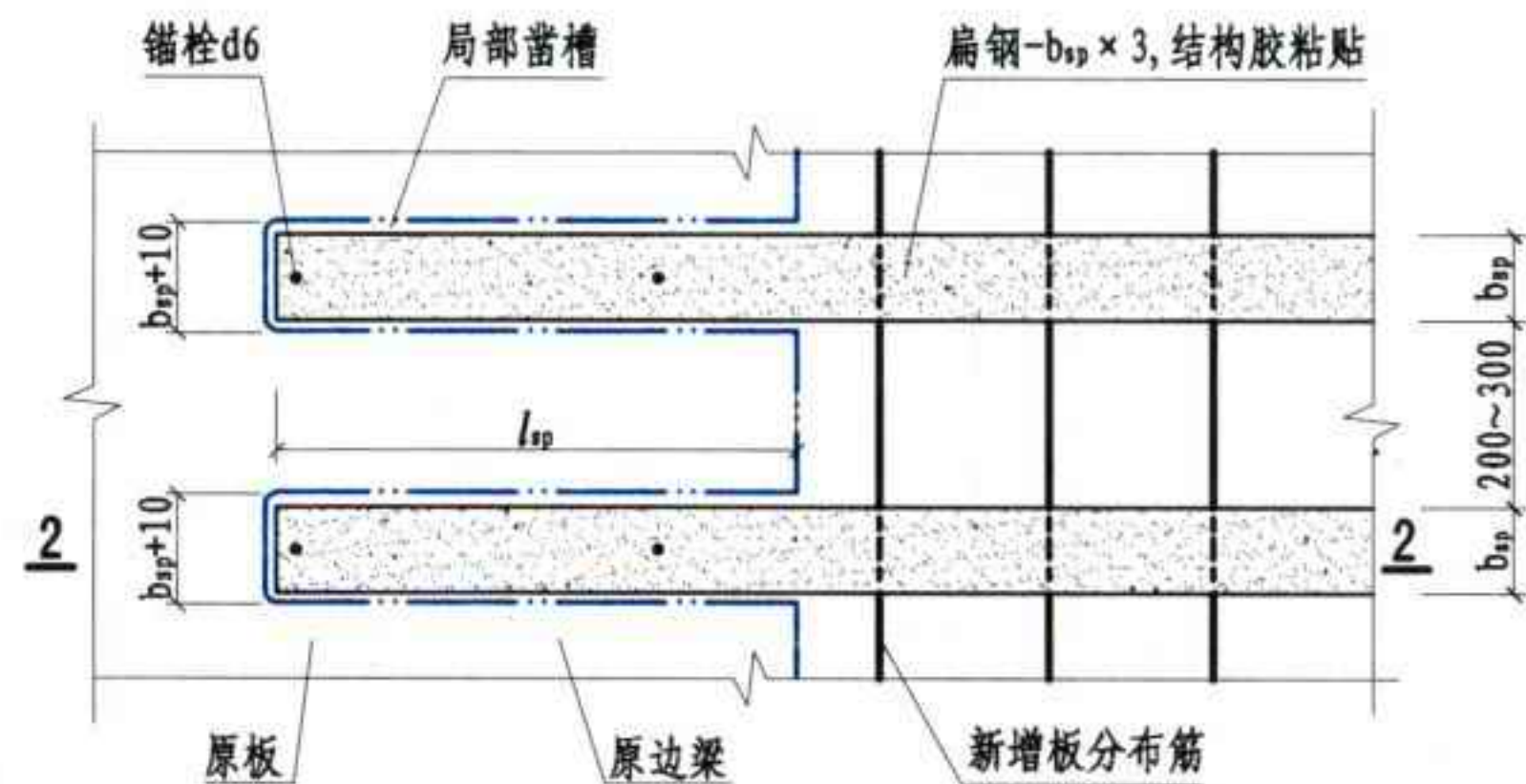
构件延展与接长	接墙配筋及连接构造						图集号	08SG311-2
剪力墙向上延伸							页	3-4
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		



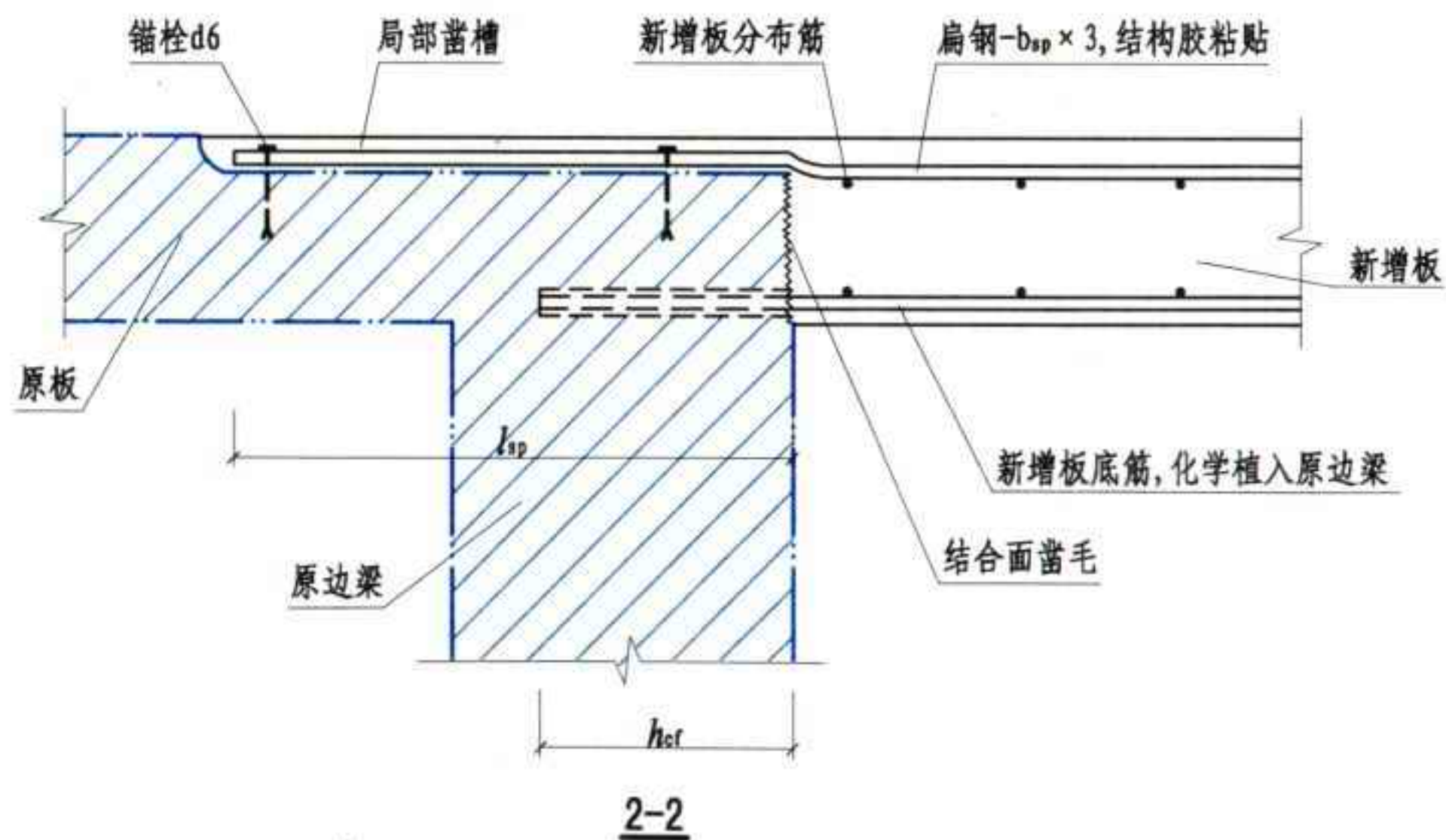
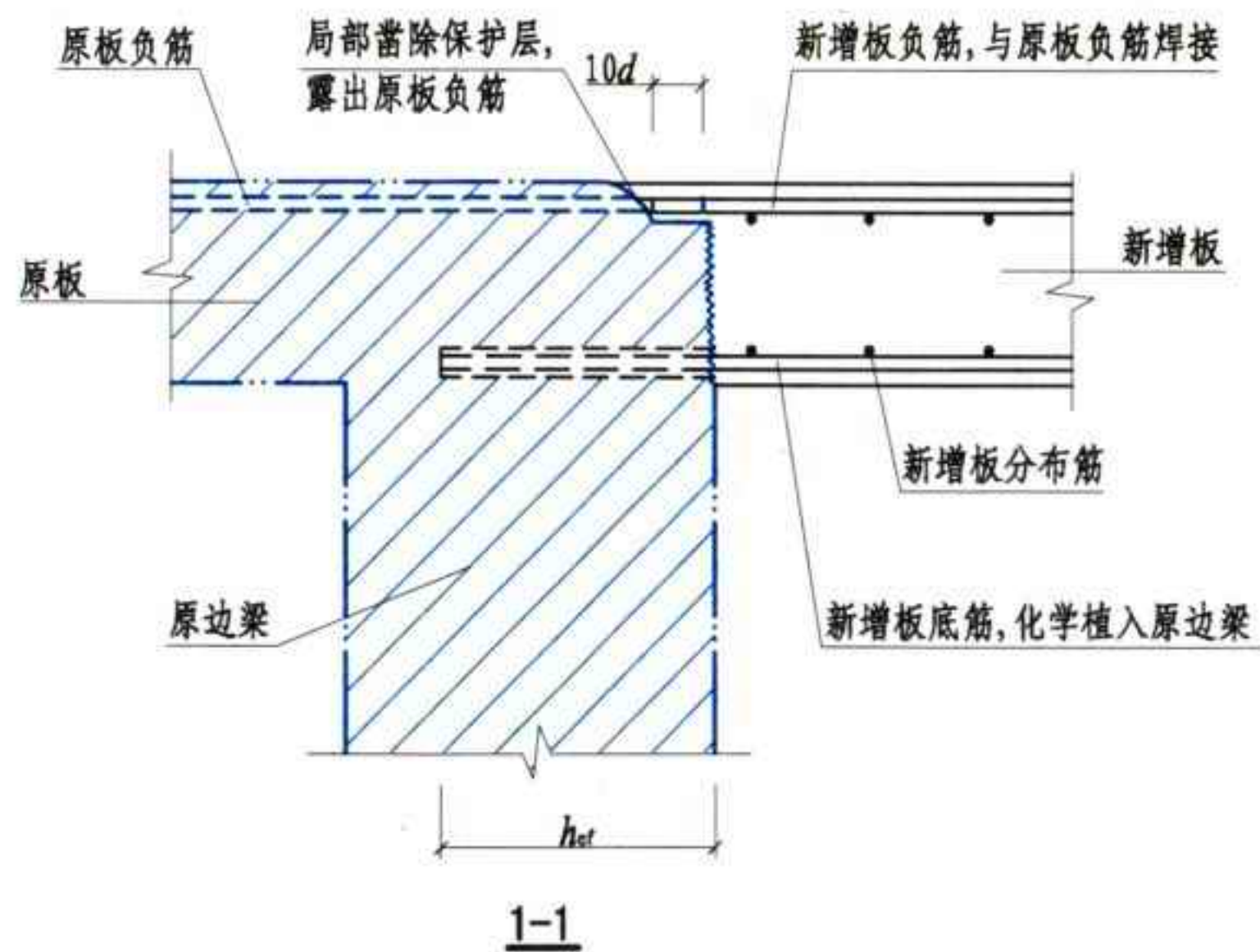
构件延展与接长	框架梁接长, 主梁外接次梁						图集号	08SG311-2
梁向外延伸							页	3-5
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜		



焊接 (原板负筋较粗时)



粘钢 (原板负筋较细时)



注: t_{sp} 、 b_{sp} 、 l_{sp} 分别为扁钢厚、宽及延伸长度(粘贴长度)。

构件延展与接长	板展宽						图集号	08SG311-2
板展宽							页	3-6
审核	李东彬	设计	万墨林	万墨林	校对	陈瑜	设计	万墨林

相关技术资料

地震区适用定型化学锚栓 - HIT RE500SD 定型化学锚栓	产品制造商: 喜利得公司
适用于抗震设防区开裂和未开裂的干燥及潮湿的混凝土或天然石材上种植化学锚栓, 也适于浸水饱和的混凝土	通过国际规范委员会认证, 不需要特殊螺杆的定型化学锚栓系统
WWW.ICC-ES.ORG 国际规范委员会官方网站免费下载试验和评估报告, 亦符合我国 JG160-2004 附录 F 抗震测试要求	注胶后, 高温下可供锚栓安装及调整的时间充裕, 在光滑水钻钻孔内植筋固定。对基材无膨胀应力, 用于小边距和小间距情况下安装, 亦可在靠近植入点处对植入钢筋进行焊接, 承载力无损失
化学粘着剂在混凝土中的渗透作用克服了裂缝作用, 只需配合普通通丝螺杆即可达到适用于开裂混凝土和抗震作用	
提供我国以及欧洲、美洲的各项认证试验报告	

HIT-RE 500-SD 是不需要特殊螺杆的定型化学锚栓。
具有适用于混凝土张力区(裂缝混凝土)和地震区的国际认证。



ETA-07/0260 HIT-RE 500-SD



ES REPORT™

ICC Evaluation Service, Inc.
www.icc-es.org

ICC-ES 国际规范委员会 评估报告

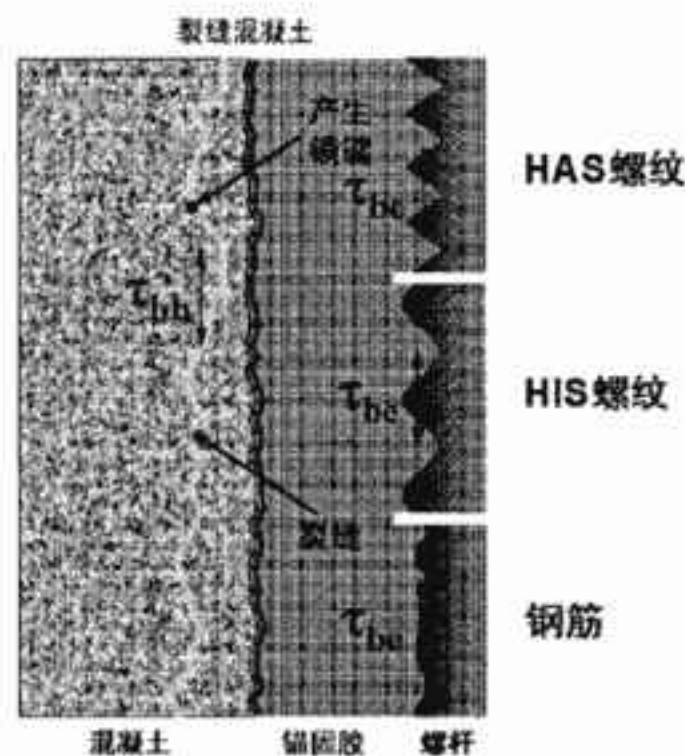
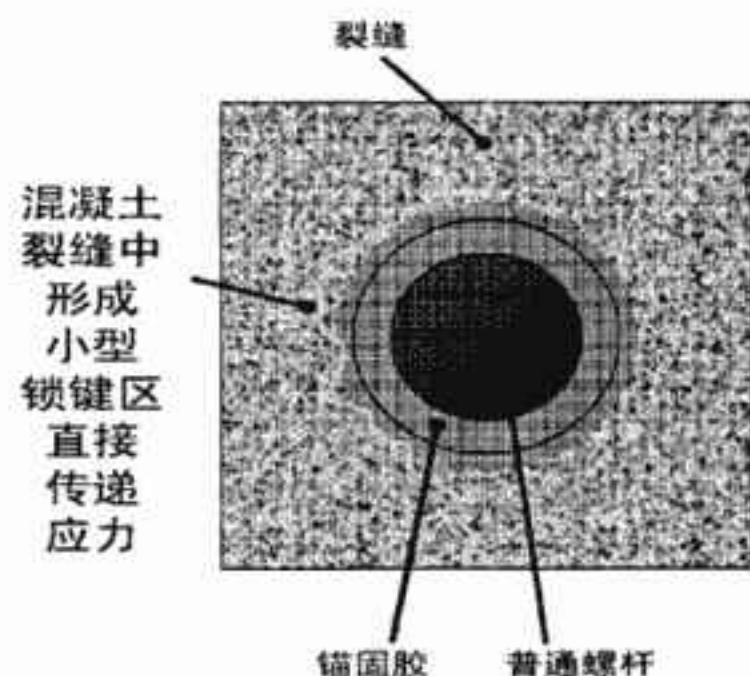
标的: Hilti HIT-RE 500 SD 混凝土用粘结型锚栓

编号: ESR-2322 日期: 2007 年 11 月 1 日

隶属章节: 03151 混凝土用锚栓 (可查阅 ICC 官方网站)

HIT-RE 500 SD 粘结型锚栓, 适用于开裂及非开裂的混凝土中, 抵抗静态、地震及风力引起的拉力及剪力荷载。本锚栓系统可作为预埋锚固件的替代品。ETA 欧洲技术认证机构认证, 此锚栓的使用年限为 50 年以上。

HIT-RE 500-SD



系统组成

HIT-RE 500 SD 粘结型锚栓系统是由以下部分组成:

HIT-RE 500 SD 锚固胶粘剂 (铝箔包装), 两剂式药剂包, 改性双酚 A 酯 (改性环氧树脂)。

混合及注胶设备。

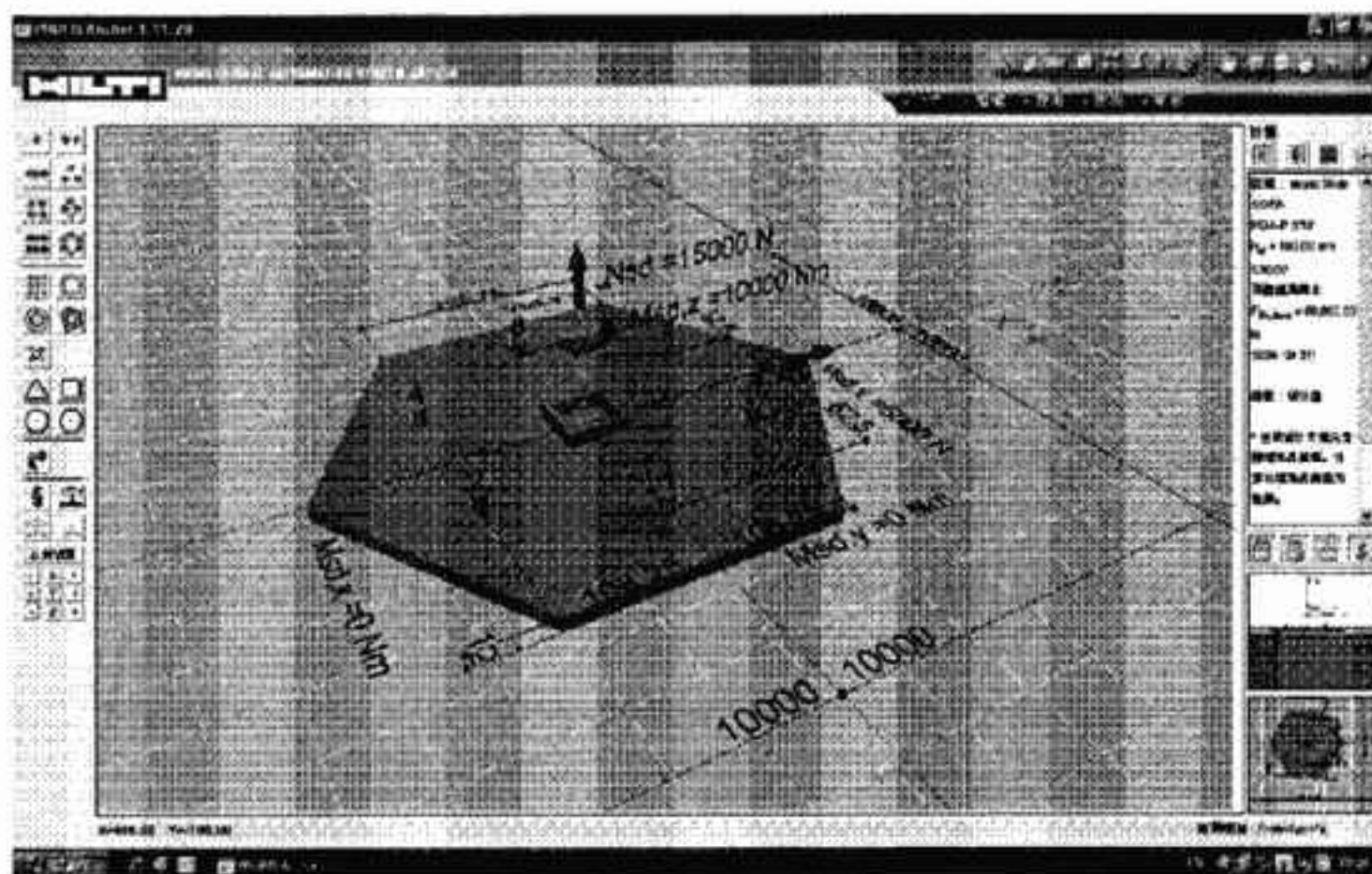
清孔与注胶工具。

HIT-RE 500 SD 锚固胶粘剂可配合普通全螺纹螺杆、HIS-N 及 HIS-RN 内螺纹套管或普通带肋钢筋使用。

HIT-RE500-SD 化学锚栓通过渗入并强化锚栓周围的混凝土, 使张力裂缝不再延着胶-混凝土界面, 而是绕过锚栓发展, 并能在混凝土裂缝中形成小型锁键区, 不需要特殊螺杆提供额外压紧力, 试验及相关测试报告表明:

HIT-RE500-SD 定型化学锚栓满足规范对裂缝可靠定型化学锚栓的各项要求。

本页根据喜利得公司提供的相关技术资料编制。

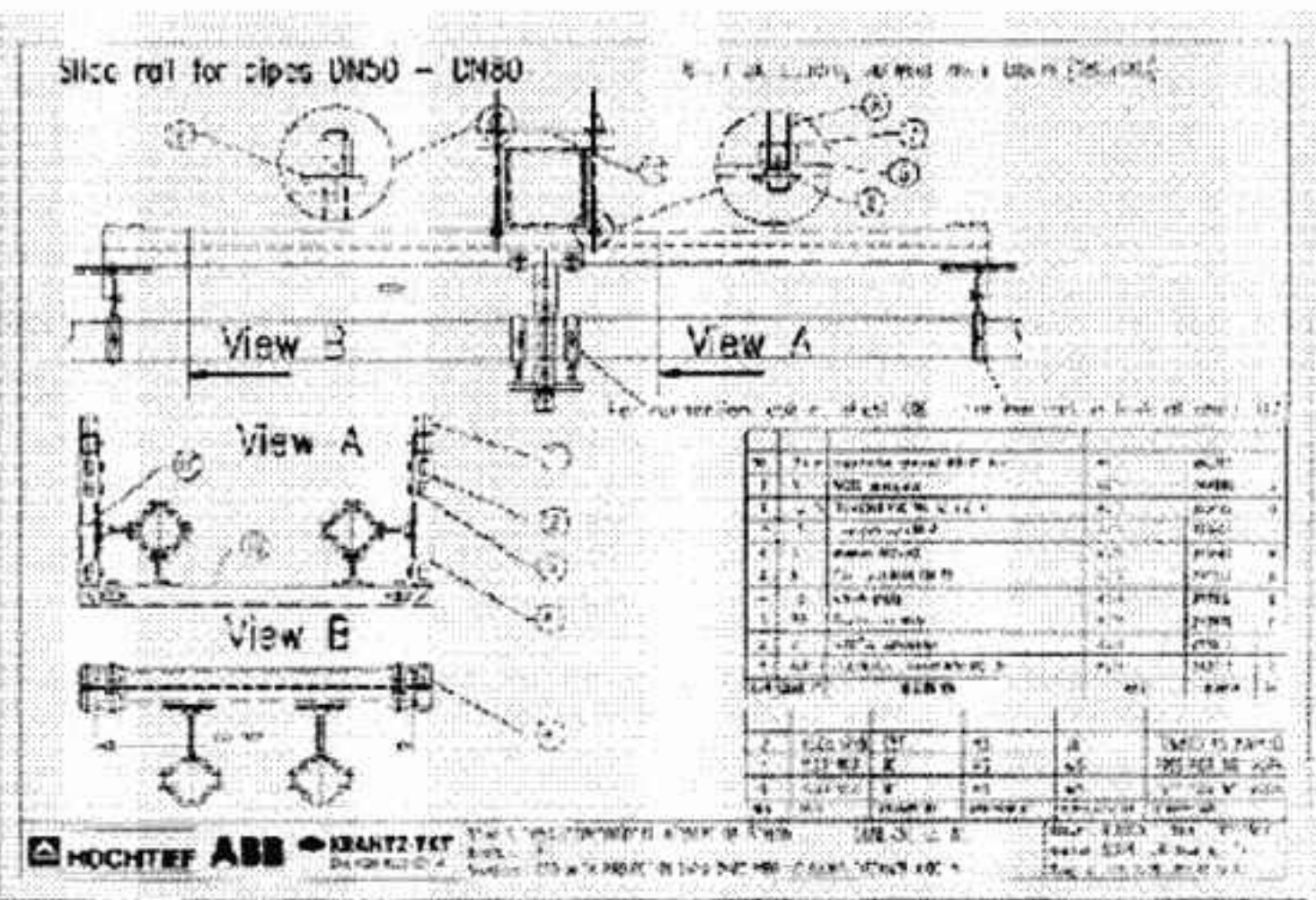


PROFIS Anchor 锚栓设计软件界面

PROFIS Anchor 锚栓设计软件

结构后锚固设计的复杂度对于钢筋混凝土结构或钢结构毫不逊色，需透过专业软件的辅助以提高设计效率。相对于其他锚栓设计程序，Hilti PROFIS Anchor 锚栓设计软件提供更直观、方便、强大的功能，帮助您进行更为便捷高效的后置式紧固设计。

- 方便实用、全面的锚栓选型功能
- 通过拖放菜单调用所有喜利得锚栓的图库，支持不同文件格式（含 pdf）的输出
- 基材 3D 建模，以有限元分析方法计算基板厚度
- 在 2D/3D 建模应用中自由选择锚栓位置
- 个性化界面，用户可自定义并保存个人设置
- 提供不同精度模式——既可进行简单的快速计算，也可完成全变量的复杂计算
- 全屏图像式显示，提供无级多视角立体图
- 自定义打印输出
- 配备简单易懂的锚栓安装动画演示
- 支持 13 种不同的设计方法和 16 种语言（含中文）
- 定期下载更新，紧跟最新行业标准



IDS 软件界面

IDS 设计软件

喜利得支吊架系统设计软件（英文版本），全面考虑各种支吊架结构、支座结构、管道型式、节点型式，按照承载力控制、挠度控制等因素提供满足设计要求的支吊架系统，生成计算书和设计图纸，同时生成材料数量表。

Exbar 植筋设计软件

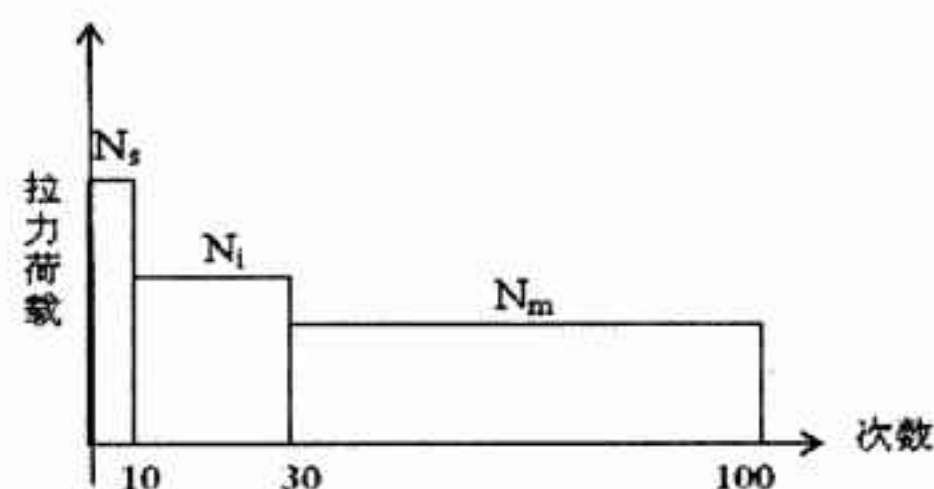
植筋设计软件 EXBAR（中英文版），可进行完善的后锚固钢筋锚固设计，除了分析锚固材料的强度外，可考虑原结构抵抗劈裂、剥落及剪切破坏时的稳定性。

动荷载技术

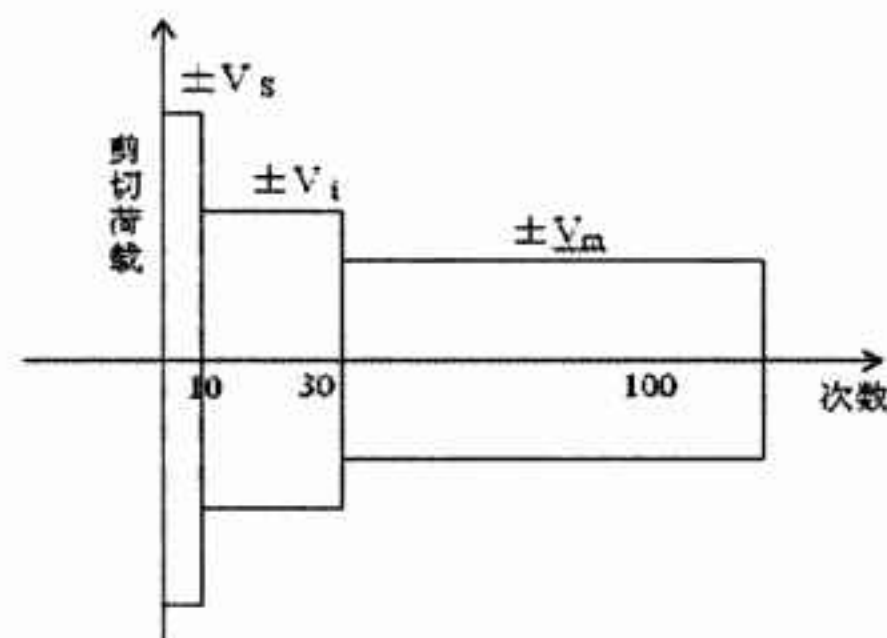
适用范围: 抗震设防地区应用喜利得动荷载技术, 可使被加固结构与后固定结构同步受力变形。

动荷载技术工作机理：通常情况下，为了保证锚栓的顺利安装，锚板孔应大于锚栓直径，这些孔隙的存在会造成群锚内部锚栓剪力分配不均匀，第二排锚栓只有在毗邻排锚栓发生变形，随即锚板发生位移后才能受力。这种情形通常在混凝土边缘发生破坏时才能发生。如果在使用过程中再次发生剪力方向的变化，这些离散的空隙将会更加严重地影响剪力在锚栓间的重新分配。

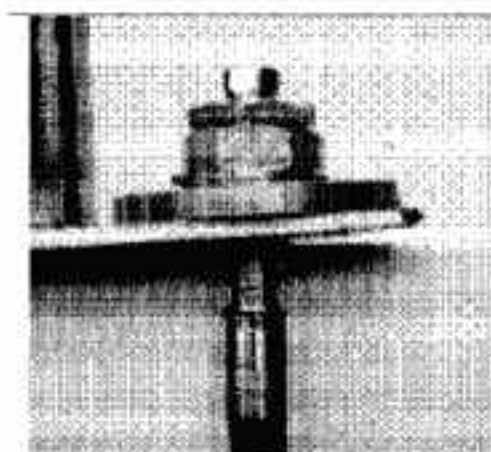
喜利得公司研发的动荷载技术和配套的机具及装置可以使得所有锚栓同步受力。



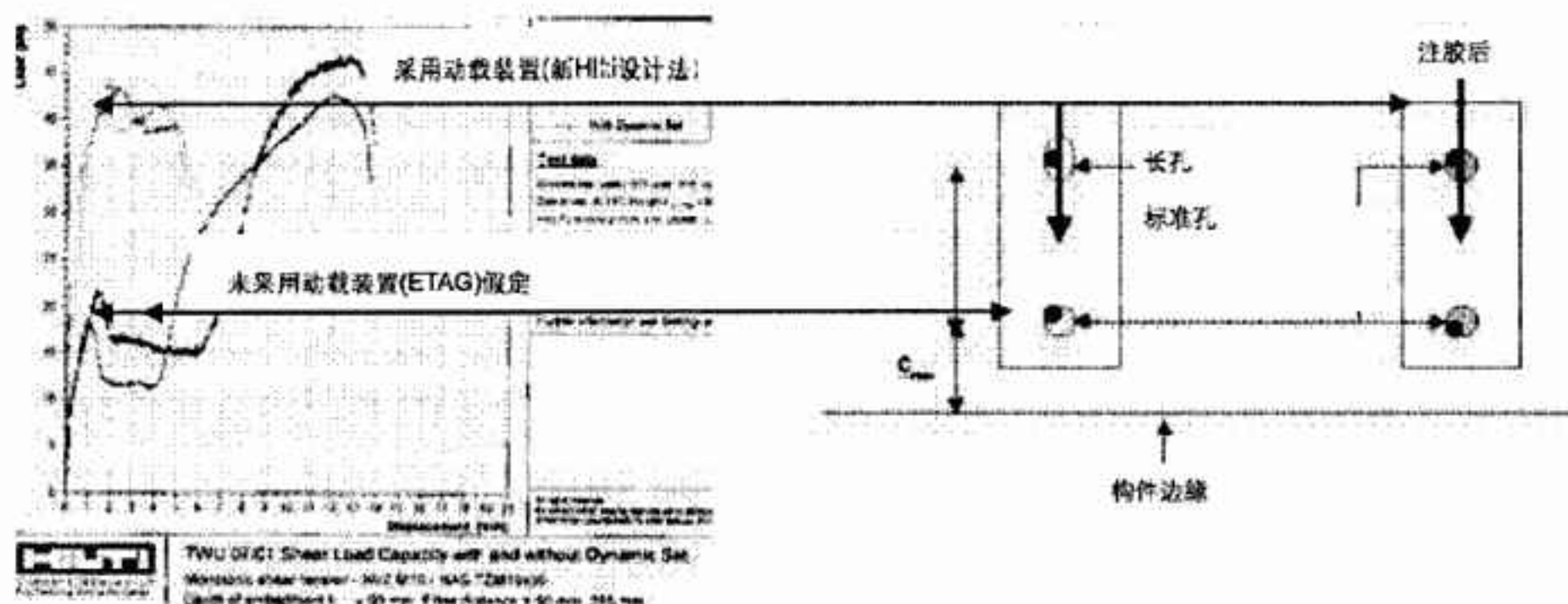
地震区适用锚栓的拉力试验要求



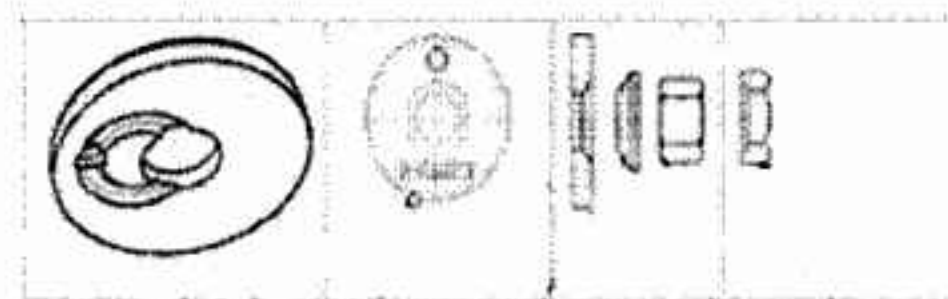
地震区适用锚栓的剪力试验要求



采用的荷载
技术锚固
连接件安装
实物图及安
装步骤图

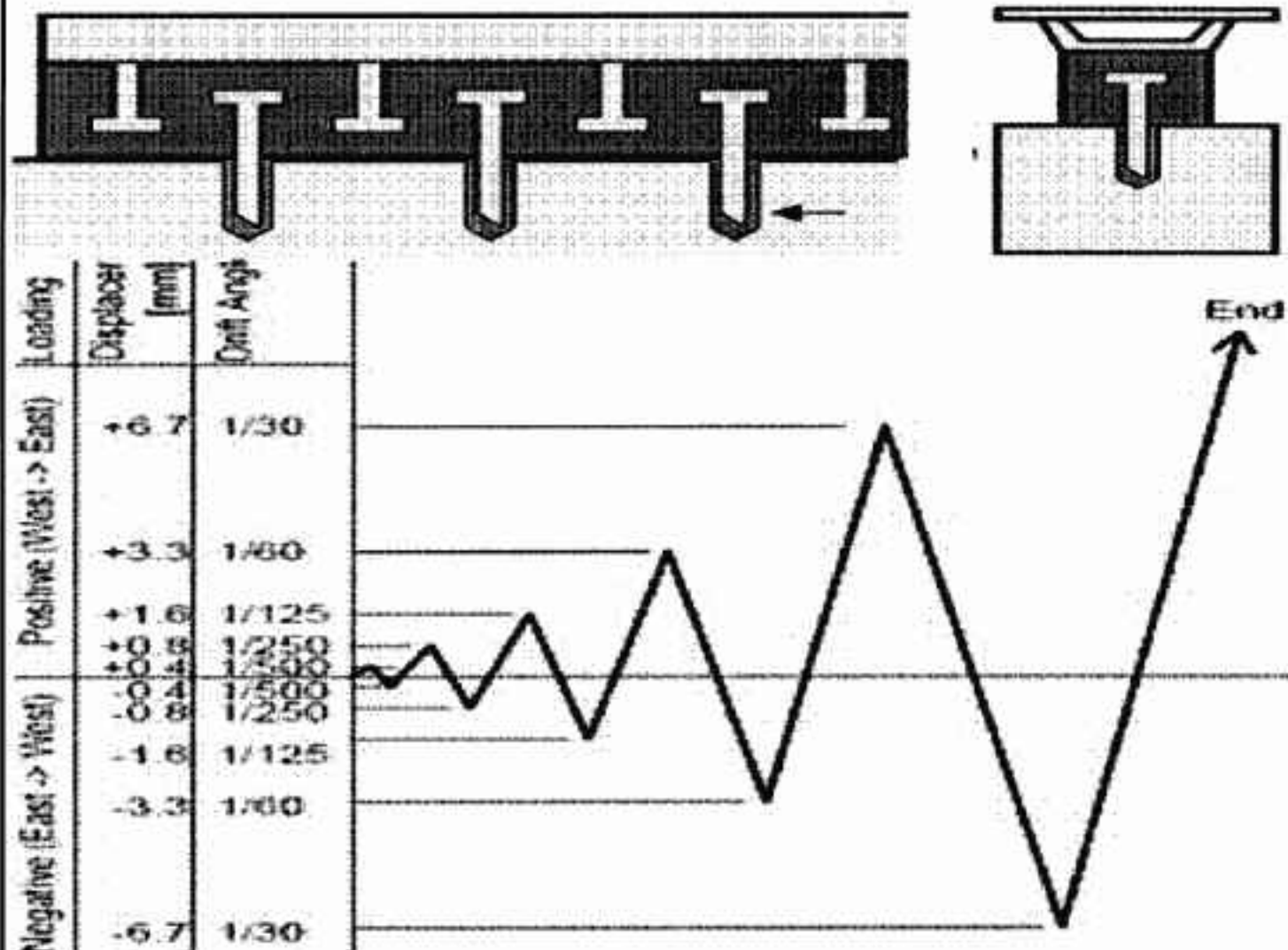


使用动荷载技术与未使用此技术的装置对比试验



地震作用中的锚固连接件，承受超过静态下的荷载。喜利得在美国圣地亚哥的地震实验室对锚固连接件进行专门的“地震适用性研究，锚固连接件的性能受地震荷载大小、荷载的方向、基材以及锚栓的种类的影响”。考虑地震作用的锚固件设计承载力将减小，试验过程和结论符合 ACI 以及我国规范 JG160 的要求。

后锚固整体结构加固



新旧结构间接连接法—外层加固

试验方法:

- 新添加的钢结构焊有大头件, 旧有的混凝土结构后锚固了地震适用锚栓 HVA, 两结构间灌注无收缩水泥砂浆, 砂浆内填充了螺旋钢筋。

试验过程:

- 施加循环模拟水平地震力/剪力于水泥砂浆连接层, 位移发生在砂浆连接层与钢支撑、砂浆与混凝土结构之间, 两位移不相等。

试验结果:

- 整个结构表现出良好的延性, 具有强度和弹塑性。
- 计算过程依据欧 4 标准, 即钢混组合结构设计规范。

试验证实:

- 采用地震适用锚栓 HVA, 在抗压强度 5MPa 的低质混凝土或者 15MPa 的轻质混凝土旧有结构上可以同样达到抗震加固效果。

结构加固直接连接法—内部加固

试验方法:

- 葡萄牙国家实验室设计试件, 按照 1: 1 比例在德国 Darmstadt 大学进行试验, 采用地震适用锚栓 RE500SD、HVZ 和 HAD。
- 通过锚栓将钢支撑直接固定在混凝土结构框架内, 加强填充墙。
- 尺寸为 12.5m×10.8m 的钢支撑替换了一个结构单元中的砖墙砌体 (见右图)。
- 使用 Hilti Dynamic Set, 即动荷载技术, 将地震适用锚栓与混凝土钻孔间及锚栓与钢支撑梁间的空隙填塞, 使新旧结构共同变形和受力。

试验过程:

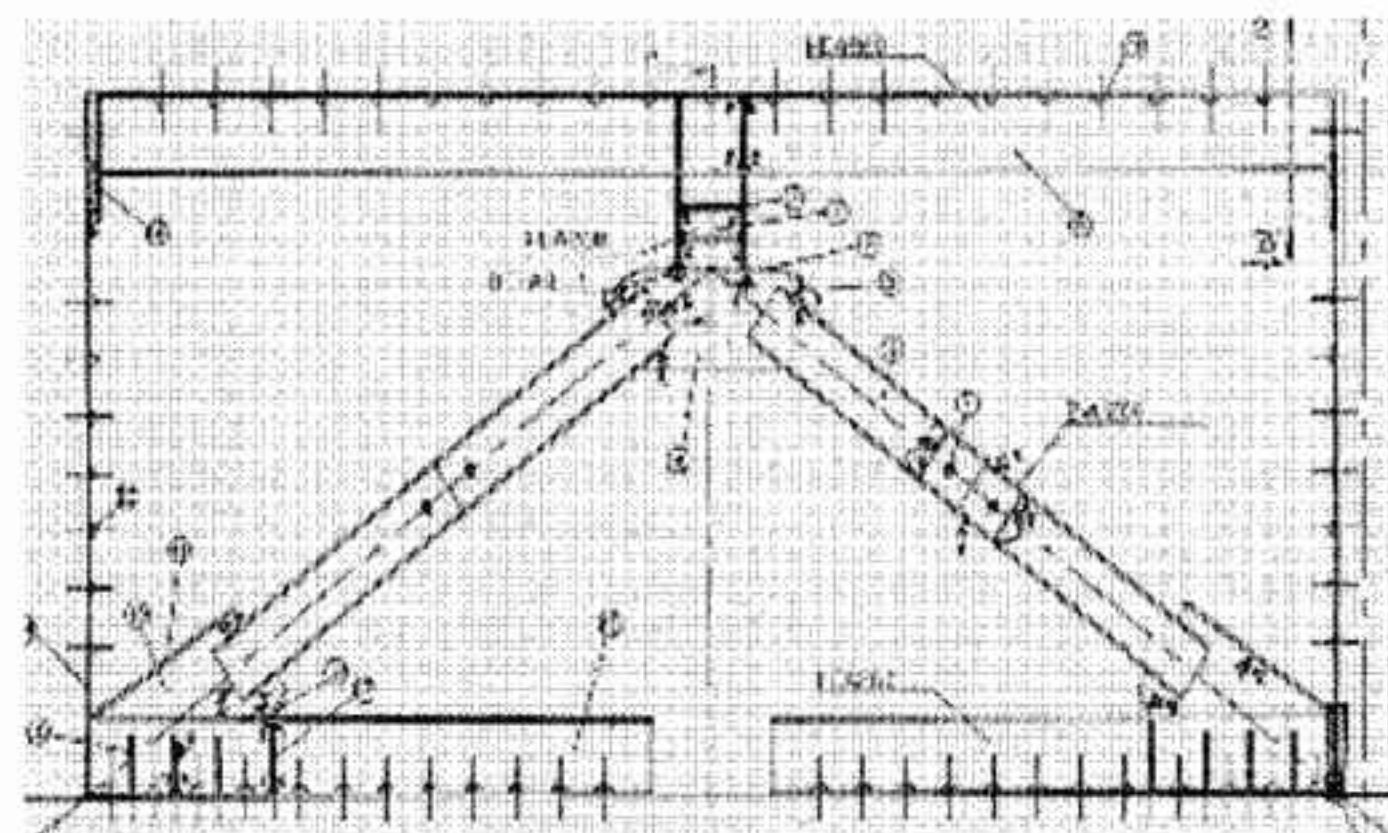
- 使用动荷载技术后, 可以避免个别连接件先期变形, 使所有连接件同时承受剪力。

试验结果:

- 同步——使用动荷载技术后连接件位移明显衰减。
- 变形——使用钢支撑后结构延性明显增大。

试验证实:

- 整个框架在水平往复荷载以及水平位移量施加后, 没有出现破坏。
- 开裂混凝土上的试验也很成功。



锚栓产品技术资料

锚栓分类	产品型号	品种	材质	适用范围			
				开裂混凝土	非开裂混凝土	结构构件	非结构构件
膨胀型锚栓	HSL-3 系列	M8~M24	镀锌 8.8 级钢材, A4 不锈钢	○	○	○	○
	HST	M8~M24	镀锌碳钢, A4 不锈钢	○	○	○	○
	HSA	M6~M20	热浸镀锌碳钢, A4 不锈钢		○	○	○
	HKD/HKV	M6~M20	热浸镀锌碳钢, 不锈钢		○		○
	HLC	M5~M16	镀锌 6.8 级钢材		○		○
扩孔型锚栓	HDA	M10~M20	粉末渗锌或热浸镀锌 8.8 级钢材, A4 不锈钢	○	○	○	○
	HSC	M8~M12	镀锌 8.8 级钢材, A4 不锈钢	○	○	○	○
	HUS-H	M10.5~M16.5	镀锌 8.8 级钢材	○	○	○	○
粘结型锚栓	HVA	M8~M39	聚胺酯主剂, 螺杆热浸镀锌 5.8 或 8.8 级碳钢, A4 不锈钢		○	○	○
	HVZ	M10~M20	聚胺酯主剂, 螺杆热浸镀锌 8.8 级碳钢, A4 不锈钢	○	○	○	○
	RE500 SD	M8~M39	双组分合成树脂, 可水中施工。螺杆为热浸镀锌 5.8、8.8 级碳钢, 多种不锈钢	○	○	○	○
化学植筋	HY 150 系列	HRB335/HRB400 钢筋/螺杆 Φ6~40mm	双组分合成树脂	○	○	○	○
	RE 500	HRB335/HRB400 钢筋/螺杆 Φ6~120mm	双组分合成树脂, 可水中施工	○	○	○	○

注: 1. 本页是根据喜利得公司提供的相关技术资料编制。

2. 执行标准《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》JG 160-2004; ○表示适用, 对执行国外标准的产品, 设计选用时应注意与我国规范的衔接。

地震区适用的锚栓和植筋系统

HDA 重型自切底锚栓 <ul style="list-style-type: none">• 自切底系统，不需专用切底工具• 加长型切底锚栓，有效锚固深度$\geq 10d$• 在各种强度混凝土上都可靠• 适用于小间距、小边距• 安装快速、方便，效果与预埋螺栓相同• 可安全拆除	HST 螺栓式锚栓 <ul style="list-style-type: none">• 用于贯穿式物件的紧固（金属结构、栏杆、电梯、管路支架、木梁、机器设备、导轨等）• 抗弯冷轧钢材，强度高，韧性好• 端头标记，便于检查锚栓型号• 特殊设计膨胀片保证了在混凝土张力区的可靠性	HY 150 MAX 植筋胶粘结剂 <ul style="list-style-type: none">• 高强紧固力• 固化时间快，提高工作效率• 宽广的温度适应范围，可在-10°C的低温条件下使用• 与预埋钢筋的力学表现相似• 良好的耐久性能、抗震与再焊接性能• 不含苯乙烯等增塑剂，无毒无异味
HSL-3 重型锚栓 <ul style="list-style-type: none">• 红色安全指示螺帽+绿色指示环• 固定物厚度范围为$5\sim 100\text{mm}$• 高强度钢套筒，提供超高剪力强度• 埋深标示，易于安装• 黑色可压缩的塑胶部分，使锚栓能牢固于钻孔中及防止锚栓安装时自转• 改良后的膨胀片及锥体设计，加强锚栓在裂缝混凝土及钻石钻孔中的表现	HVA 化学锚栓 <ul style="list-style-type: none">• 固化时间快，提升施工效率• 良好的耐久性能，抗震性能及耐火性能• 对混凝土基材不产生挤压应力，适用于小间距、小边距的重型安装• 新一代铝箔包，特殊倒钩外形，方便不规则孔洞及垂直头顶的安装• 安全环保，可用于饮用水设备的安装	RE 500 植筋胶粘剂 <ul style="list-style-type: none">• 强劲而稳定的粘结力沿锚固深度均匀分布，锚固效果如同预埋结构• 大尺寸钢筋及螺杆尤其适用• 安装不受恶劣环境影响，设计力值在潮湿孔与光滑孔中可完全发挥，水钻钻孔不需凿毛处理，并可在明水环境下安装• 良好的耐久性能、抗震与再焊接性能
HUS-H 切底自攻锚栓 <ul style="list-style-type: none">• 大范围重复固定• 冷轧成型技术，极佳的延展性• 方便快捷，省去一般机械式锚栓需撑开膨胀片的程序• 可直接深入吊挂系统槽钢底部进行安装• 安装完成时表面平整，不会阻碍槽钢固定件（如锁扣、扣垫等）的后续安装	HY 150 植筋胶粘剂 <ul style="list-style-type: none">• 可靠性强的植筋胶• 固化时间快，提高工作效率• 与预埋钢筋的力学表现相似• 良好的耐久性能、抗震与抗再焊接性能• 不含苯乙烯等增塑剂，无毒无异味	RE 500-SD 定型化学锚栓 <ul style="list-style-type: none">• 强劲且具渗透性能的粘结作用，弥补开裂混凝土基材承载能力的不足• 适用各种尺寸钢筋、螺杆和锚栓• 安装不受恶劣环境影响，可用于潮湿环境与光滑钻孔，并可在明水环境下安装• 良好的耐久性能、抗震与再焊接性能

植筋锚固胶粘剂

产品性能符合《混凝土结构加固设计规范》（GB 50367-2006）A 级胶指标、《室内装饰装修材料胶粘剂中有害物质限量》（GB 18583-2001）指标

材质 改性环氧树脂
使用形态 软包装双组分、电动压胶注入
散包装、现场配制

- 特点
- 1. 由于WDZ型锚固胶与钢筋、混凝土有很强的粘结抗剪强度，因此能避免不发生胶筋界面破坏或胶混凝土界面破坏
 - 2. 胶体固化后的收缩率仅为0.2%
 - 3. 存放时间可长达一年以上
 - 4. 能在-10~60℃温度下施工并固化
 - 5. 有三种包装、三种施工、三种固化时间可供选择

适用 适用于静力及抗震烈度≤8度的结构构件或非结构构件的后锚固连接的胶结固定

表内数据均满足有关规范植筋极限抗拔力破坏性检验的规定：
 $N_{Rm}^c \geq [\gamma_u] N_{Sd}$ [JGJ 145-2004：(A.5.2-1)]
 N_{Rm}^c —植筋极限抗拔力实测平均值
 N_{Sd} —钢筋拉力设计值
 $[\gamma_u] = 1.7$

WDZ 型锚固胶粘剂安全性能

胶体强度	抗压强度	≥ 75 MPa	耐湿热老化剪切强度降低率		< 6%
	劈裂抗拉强度	≥ 12 MPa	耐温性能	常温型	45 ~ 80℃, 剪切 ≥ 18 MPa
	抗弯强度	≥ 60MPa		高温型	45 ~ 150℃, 剪切 ≥ 14 MPa
			冻融性能	在-25 ~ 35℃范围内, 50 次冻融循环后剪切 ≥ 18MPa	
钢—钢（钢套筒法） 拉伸抗剪强度		≥ 20 MPa	固化时间	快速型	5 ~ 10 min
				中速型	10 ~ 20 min
				慢速型	20 ~ 120 min
钢—混凝土粘结拉拔		C30, > 17MPa	施工与固化温度		10 ~ 60℃
		C60, > 22 MPa			

无毒无害达到指标“同WDZ型碳纤维专用粘结胶粘剂”

钢筋安装参数和受拉承载力设计值(kN) (HRB335 级钢筋)

钢筋直径			d (mm)	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
计算截面面积			A _s (mm ²)	50.3	78.5	113.1	153.9	201.1	254.5	314.2	380.1	490.9	615.8	804.2
钻孔直径			d ₀ (mm)	12	14	16	18	20	22	26	28	32	36	40
最小基材厚度			h _{min} (mm)	锚固深度 h _{er} + 2d ₀										
最小边距			C _{min} (mm)	80	80	100	100	120	120	140	160	180	200	220
最小间距			S _{min} (mm)	80	80	100	100	120	120	140	160	180	200	220
锚固深度 h _{er} (mm)	开裂混凝土	C20	160	200	240	280	320	360	400	440	500	650	640	
		C30	140	170	210	240	280	310	340	380	430	480	550	
		≥C40	120	140	170	200	230	260	280	310	350	400	450	
	未开裂混凝土	C20	100	120	150	170	200	220	240	270	300	340	390	
		C30	80	100	120	140	160	180	200	220	250	280	320	
		≥C40	64	80	100	120	130	150	160	180	200	230	260	
受拉承载力设计值 (kN)			15.1	23.6	33.9	46.2	60.3	76.4	94.3	114.0	147.3	184.7	241.3	

HRB400 级钢筋锚固深度及承载力设计值按上表乘以系数1.2

注：本页是根据武汉大筑建筑科技有限公司提供的资料编制。

碳纤维专用粘结胶粘剂		浸渍/粘结胶粘剂的技术性能			
		混合粘度	< 380 mPa, s (25℃)	可操作时间	≥ 40min/ (20℃)
本产品符合《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367-2006) A 级胶指标、《室内装饰装修材料胶粘剂中有害物质限量》 (GB 18583-2001) 指标。		浸渍胶用量	0.6 ~ 0.8kg/m²	施工温度	- 10 ~ 60℃
		混合比例	甲: 乙 = 1: 0.3 ~ 0.5	固化时间	6 ~ 12h/ (20℃)
		有害物质/限量值			
		甲醛 (g/kg)	0.004 / 标准 ≤ 0.5	苯 (g/kg)	无 / 标准 ≤ 5
材 质	改性环氧树脂	甲苯+二甲苯 (g/kg)	0.02 / 标准 ≤ 200	总挥发性有机物 (g/L)	59 / 标准 ≤ 750
特 点	1. 与碳纤维片材有很好的配套性 2. 底层树脂能快速浸透于混凝土表层, 增强碳纤维与混凝土的粘结力 3. 能完全浸透于碳纤维丝之间 4. 有优良的力学性能和工艺性能 5. 耐老化性, 耐水性和耐化学腐蚀性优良 6. 粘度低, 但不流淌, 每平方米用胶量: 0.6 ~ 0.8kg 7. 可根据不同的施工环境湿度, 选择在不同湿度下固化的粘结树脂 8. 可根据不同的施工环境温度 (- 10 ~ 60℃), 选择在不同温度下固化的粘结树脂 9. 可根据不同的使用环境温度 (- 40 ~ 150℃), 选择不同的耐温粘结树脂	碳纤维布复合材 (200、250、300g / m²) 安全性能			
		抗拉强度	> 3800 MPa	弹性模量	> 2.5 × 10 ⁵ MPa
		伸长率	> 1.8 %	弯曲强度	> 800 MPa
		仰贴正拉粘结	> 3.5MPa, 且混凝土破坏	层间剪切强度	> 50 MPa
		底胶的安全性能指标			
		剪切强度	≥ 16 MPa	正拉粘结强度	> 3.5 MPa, 且混凝土破坏
		修补胶的安全性能指标			
		胶体抗拉强度	≥ 36 MPa	胶体抗弯强度	≥ 50 MPa
				正拉粘结强度	同底层树脂
		浸渍/粘结胶粘剂的安全性能指标			
		钢—钢 剪切强度	≥ 16 MPa	钢—钢 不均匀扯离	≥ 24 kN / m
		胶体拉伸强度	≥ 50 MPa	胶体弹性模量	≥ 2.8 × 10 ³ MPa
		胶体抗压强度	≥ 80 MPa	胶体伸长率	≥ 1.7%
		胶体抗弯强度	≥ 50 MPa	耐湿热老化剪切 强度降低率	< 8%
适 用	适用于静力及抗震烈度 ≤ 8度结构构件或非结构构件的加固	碳纤维与混凝土的正拉粘结强度		≥ 3.5 MPa, 且混凝土破坏	

注: 本页是根据武汉大筑建筑科技有限公司提供的资料编制。

粘 钢 及 外 粘 型 钢 建 筑 结 构 胶		技 术 性 能									
		涂抹用胶量		3 ~ 4kg / m²		可操作时间		≥40min/20℃			
产品性能符合《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367-2006) A 级胶指标、 《室内装饰装修材料胶粘剂中有害物质限量》(GB 18583-2001) 指标		施工温度		- 10 ~ 60℃		固化时间		6 ~ 12h/20℃			
		混合比例		甲: 乙 = 1: 0. 3 ~ 0. 5		混合密度		1. 1 ~ 1. 7g/cm³			
		有害物质质量/限量性									
		甲醛		0. 004 / 标准 ≤ 0. 5 (g/kg)		苯		无 / 标准 ≤ 5 (g/kg)			
材 质	改性环氧树脂	甲苯+二甲苯		0. 02 / 标准 ≤ 200 (g/kg)		总挥发性有机物		59 / 标准 ≤ 750 (g/L)			
		对小鼠急性经口毒性试验《生活饮用水卫生规范》									
使用形态	1. 膏状, 用涂抹方法粘贴钢板 2. 液体状, 外包钢板需焊接时, 用压力灌注方法粘贴钢板	剂量分组	5000 (mg/kg)		动物数	20 (只)		死亡动物数 (只)	0		
		安全性能 (粘钢胶)									
		钢—钢剪切强度		≥18MPa		钢—钢抗拉强度		≥40MPa			
特 点	1. 粘结强度高, 有优异的韧性和冲击性能 2. 立面和仰面施工不流淌, 明显减少用量 3. 耐老化、耐水性和耐化学腐蚀性能优良 4. 可操作时间长, 方便施工 5. 有常温固化, 低温固化和潮湿环境下固化三种类型 6. 有常温胶 (- 40 ~ 80℃), 耐高温 (- 40 ~ 150℃) 二种类型	钢—混凝土正拉粘结强度		≥3. 5 MPa		胶体抗压强度		≥70 MPa			
		胶体抗拉强度		≥40 MPa		弹性模量		≥4. 0 × 10³ MPa			
		胶体抗弯强度		>60 MPa		耐湿热老化剪切强度降低率		<8%			
		胶体伸长率		>1. 4 %		钢—钢不均匀扯离		≥20 KN / m			
		安全性能 (外粘型钢胶)									
		钢—钢剪切强度		≥18 MPa		钢—钢抗拉强度		≥40 MPa			
		钢—混凝土正拉强度		≥3. 5 MPa		胶体压缩强度		≥80 MPa			
		胶体抗拉强度		≥38 MPa		弹性模量		≥3. 5 × 10³ MPa			
		用 途	适用于静力及抗震烈度 ≤ 8 度结构构件或非结构构件的加固	胶体抗弯强度		>50MPa		耐湿热老化剪切强度降低率		<8%	
				胶体伸长率		1. 5 %		钢—钢不均匀扯离		≥18 kN / m	

注: 本页根据武汉大筑建筑科技有限公司提供的资料编制。

高强度粘结膨胀锚栓			内螺纹内塞膨胀型锚栓	锚栓安装参数							
			WDZ 型锚固胶	型 号		M12	M16	M20	M24	M30	
WDZ 型锚固胶性能符合《混凝土结构后锚固技术规程》（JGJ 145-2004）指标、符合《混凝土结构加固技术规范》（GB 50367-2006）A 级胶指标及《室内装饰装修材料胶粘剂中有害物质限量》（GB 18583-2001）指标				抗拉有效截面积		A_s (mm)	84.3	157	245	353	561
				有效锚固深度		h_{ef} (mm)	140	200	250	300	360
				钻孔直径		d_o (mm)	20	22	28	32	42
材质	锚 栓	6.8 级钢材，5~10 μ m 镀锌，碳素钢		锚栓外径		d_{nom} (mm)	18	20	24	30	36
		抗拉强度标准值： f_{stk} =600 (MPa)		最小基材厚度		h_{min} (mm)	210	300	375	450	540
		屈服强度标准值： f_{yk} =480 (MPa)		被连接件最大厚度		t_{fix} (mm)	30	45	60	80	100
	WDZ 型 锚固胶	改性环氧树脂，管装式、注入式、现场配制式		被连接件钻孔直径		d_f (mm)	14	18	22	26	33
		改性环氧树脂（安全性能和有害物质量指标）见“WDZ 型锚固胶粘剂”		混凝土 锥体破坏	临界边距	$C_{cr,N}$ (mm)	210	300	375	450	540
		临界间距	$c_{r,N}$ (mm)		420	600	750	900	1080		
安 装 图				混凝土 劈裂破坏	最小边距	C_{min} (mm)	140	200	250	300	360
					最小间距	S_{min} (mm)	140	200	250	300	360
					临界边距	$C_{cr,sp}$ (mm)	210	300	375	450	540
					临界间距	$C_{cr,sp}$ (mm)	420	600	750	900	1080
					最小基材厚	h_{min} (mm)	200	280	350	400	460
				注：有抗震设防要求的锚固深度应满足 JGJ 145—2004 规定							
				锚固胶施工参数							
特 点	WDZ 型锚固胶与膨胀型锚栓可以产生很好的机械锚固力，锚栓和锚孔间的锚固胶，起到了粘结锚固效果，还改善和扩大了锚栓的应用范围。另外，可以通过调整螺杆长度而改变锚固深			施工时间		10~20min/20℃					
				固化时间		快速：5~10min 中速：10~20min 慢速：20~120min					
				施工或固化温度		-10~60℃					
适 用	适用于静力及抗震设防烈度 ≤ 8 度的结构构件或非结构构件的后锚固连接。耐火时间 2h。防腐的环境类别为室内外无侵蚀性的水或土壤接触的环境			施工环境		干燥或潮湿混凝土基材					
				存放时间		一年					
				注：本页是根据武汉大筑建筑科技有限公司提供的资料编制。							

高强度粘结膨胀锚栓				M12	M16	M20	M24	M30	锚栓规格			M12	M16	M20	M24	M30				
承载力设计值 (kN)									钢材破坏	V _{Rd,s} (碳素钢)		16.9	31.4	49.0	70.6	112.2				
										分项系数 γ _{Rs,V}		1.5								
受	混凝土破坏	N _{Rd,s} (碳素钢)		33.7	62.8	98.0	141.2	224.4	混凝土边缘破坏	开裂混凝土 V ⁰ _{Rk,c} /γ _{Rc,V}	C20	21.6	41.0	63.6	92.2	127.4				
		分项系数 γ _{Rs,N}		1.5							C30	26.5	50.3	78.0	113.0	156.2				
	开裂混凝土 N ⁰ _{Rk,c} /γ _{Rc,N}	C20	24.1	41.2	57.5	75.7	95.3	C40			30.6	58.0	90.0	103.4	180.2					
		C30	29.5	50.4	70.5	92.7	116.8	C50			34.2	64.9	100.6	145.8	201.6					
		C40	34.1	58.2	81.4	107.0	134.8	C60			37.5	70.8	108.9	159.2	200.1					
		C50	37.2	63.5	88.7	116.6	146.9	分项系数 γ _{Rc,V}			1.8									
	C60	40.7	69.5	97.2	127.7	161.0	混凝土 剪撬破坏 N ⁰ _{Rk,c} /γ _{Rcd} k=2	C20		57.6	98.4	137.5	180.6	227.8						
	分项系数 γ _{Rc,N}		2.15					C30		70.6	120.4	168.4	221.3	278.9						
	开裂混凝土 N ⁰ _{Rk,c} /γ _{Rsd}	C20	20.0	34.2	47.8	62.8		79.1		C40	81.9	139.0	194.3	255.6	322.1					
		C30	24.5	41.9	58.5	76.8		96.9		C50	88.8	151.5	211.8	278.5	350.1					
C40		28.3	48.3	67.6	88.8	111.9	C60	97.3	166.1	231.9	305.1	384.5								
C50		30.8	52.7	73.6	96.8	122.0	分项系数 γ _{Rcd}		1.8											
C60	33.8	57.7	80.6	106.0	133.6	混凝土 锥体破坏 A _{c,N} /A ⁰ _{c,N} =K ₁₋₄	单栓靠边		K1	1										
分项系数 γ _{Rsd}		2.15					双栓垂直		K2	2										
1. 表内数据计算依据:《混凝土结构后锚固技术规程》(JG J145—2004) 2. 开裂混凝土单根锚栓,理想混凝土锥体破坏受拉承载力标准值: N ⁰ _{Rk,c} =7.0 f _{cu,k} · h _{ef} ^{1.5} 3. 计算 A _{c,N} /A ⁰ _{c,N} 面积比时考虑: C ₁ =C ₂ =C _{cr,N} (C _{cr,sp}) S ₁ =S ₂ =S _{cr,N} (S _{cr,sp}) h=1.5C ₁ L _f =h _{ef} 4. 混凝土剪撬破坏时 A _{c,N} /A ⁰ _{c,N} 与混凝土锥体破坏时相同								双栓平行		K3	2									
								四栓角部		K4	4									
								注: 本页是根据武汉大筑建筑科技有限公司提供的资料编制。								单栓靠边		K5	1	
																双栓垂直		K6	2	
双栓平行		K7	2																	
四栓角部		K8	4																	
								混凝土 边缘破坏 A _{c,N} /A ⁰ _{c,N} =K ₉₋₁₁	单栓角部		K9	0.83								
									双栓边缘		K10	1.67								
									四栓角部		K11	1.50								

混凝土裂缝修补胶		技 术 性 能							
		项 目		参 数					
产品性能符合《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367-2006) A 级胶指标、《室内装饰装修材料胶粘剂中有害物质限量》(GB 18583-2001) 指标		可灌注裂缝宽度		0.05 ~ 0.3 (mm)					
		施工温度		0 ~ 60 (℃)					
		可操作时间		> 40 (min/20℃)					
材 质	改性环氧树脂	固化时间		2 (d/20℃)					
		混合后密度		1.05 (g/cm ³)					
特 点	1. 可根据裂缝的宽度, 选择不同灌缝胶 2. 可操作时间长, 固化配比范围较宽 3. 粘结强度高, 柔韧性好, 渗透性好 4. 耐老化性、耐水性和耐化学腐蚀性优良	混合后粘度 (MPa, s20℃)		< 100 ~ 200					
		混合比例		1: 0.3 ~ 0.5					
		安 全 性 能							
		钢—钢拉伸剪切强度		≥ 12 MPa					
		胶体抗拉强度		> 25 MPa					
		胶体抗压强度		> 60 MPa					
使 用 形 态	1. 空压机压力灌浆 (可对多处裂缝同时灌注灌缝胶) 2. 弹簧自动压力灌浆器灌浆	胶体抗弯强度		> 35 MPa					
		胶体弹性模量		> 1500 MPa					
用 途	1. 混凝土结构裂缝的灌浆修补 2. 大理石、花岗石、瓷砖贴面空鼓后的灌注密实修复 3. 电子元件、仪表零件的粘合、密封、涂敷及表层保护	有 害 物 质 量 / 限 量 值							
		甲 醛 (g/kg)		0.004 / 标准 ≤ 0.5		苯 (g/kg)		无 / 标准 ≤ 5	
		甲 苯 + 二 甲 苯 (g/kg)		0.02 / 标准 ≤ 200		总挥发性有机物 (g/L)		59 / 标准 ≤ 750	
		对小鼠急性径口毒性试验《生活饮用水卫生规范》							
		剂 量 分 组 (mg/kg)		5000		动 物 数 (只)		20	
						死 亡 动 物 数 (只)		0	

注：本页是根据武汉大筑建筑科技有限公司提供的资料编制。

主编单位、参编单位、联系人及电话

主编单位	中国建筑科学研究院结构所	万墨林	010 - 64517426
------	--------------	-----	----------------

参编单位	喜利得（中国）有限公司	曾智杰	021 - 64853158-219
	武汉大筑建筑科技有限公司	祝亦霖	027 - 82843259

组织编制单位、联系人及电话

中国建筑标准设计研究院	马颖芳	010 - 68799100（国标图热线电话） 010 - 68318822（发行电话）
-------------	-----	---