建筑结构加固施工工艺

--外粘钢板加固施工



青岛中顺建筑工程有限公司

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

一、概述：

1.1、基本概念

粘贴钢板法是在混凝土构件表面用建筑结构胶粘贴钢板，使其如同原构件受拉(受压)钢筋一样，参与混凝土结构共同工作，以提高构件承载力的一种加固方法。

1.2、特点

粘钢加固法施工简便、快速，增加原结构的重量较小，基本不改变结构外形，不影响建筑使用净空。为提高其耐久性，延缓胶层老化，防止钢板锈蚀，粘贴完工后，需在钢板及邻接混凝土表面进行防水防腐处理；基层处理时，粉尘和噪声较大。

1.3、适用范围：

（1）粘贴钢板加固适用于承受静载作用的钢筋混凝土受弯、斜截面受剪、受拉及大偏心受压构件的加固。不适用于素混凝土构件及纵向受力钢筋配筋率低于0.2%的构件加固。

（2）粘贴钢板加固一般用于长期使用的环境温度不超过60℃、相对湿度不大于70%、无化学腐蚀、且无放射性环境的地区。处于特殊环境(如高温、高湿、介质侵蚀、放射性环境等)的混凝土结构，采用粘钢加固时，应采取特殊防护措施。

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

1.4、加固形式及原理：

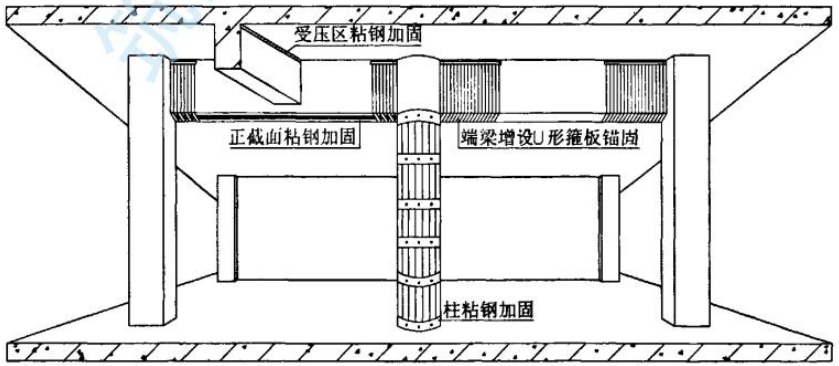


图 3.1.4-1　粘钢法加固形式示意图

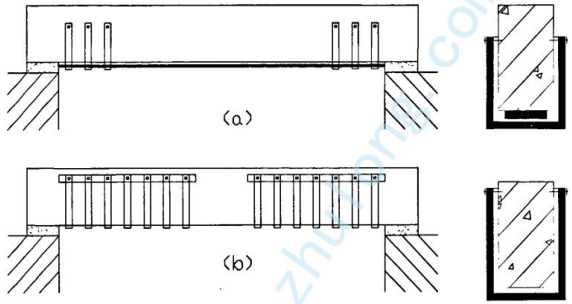


图 3.1.4-2　粘钢法加固构造

(a) 正截面粘钢加固；　(b) 斜截面粘钢加固

（1）通过结构胶高性能的粘结强度将钢板牢固地粘贴在混凝土构件表面，使其成为整体共同受力，两者的变形协调是利用结构胶的剪力传递。

（2）由于钢板粘结的边缘不均匀扯离强度与剥离强度低，容易造成钢板与混凝土构件粘结的纵向端头首先发生剥离破坏，从而导致钢板粘结失效。在端头增设锚栓或“U”形箍板或压条的构造措施。

混凝土结构加固施工技术

1.5、基本设计要求：

1、被加固的混凝土结构构件，其现场实测混凝土强度等级不得低于C15，且混凝土表面的正拉粘结强度不得低于1.5MPa。

2、粘贴钢板加固钢筋混凝土结构构件时，应将钢板受力方式设计成仅承受轴向应力作用。

3、长期使用的环境温度不应高于60℃，若处于特殊环境(如高温、高湿、介质侵蚀、放射等)的混凝土结构采用粘钢加固时，除应按现行国家有关标准的规定采取相应的防护措施外，尚应采用耐环境因素作用的胶粘剂，并按专门的工艺要求进行粘贴。

4、采用粘贴钢板加固时，应采取措施卸除或大部分卸除作用在结构上的活荷载。

5、粘贴钢板的宽度不宜大于100mm，采用手工涂胶粘贴的钢板厚度，不应大于5mm；采用压力注胶粘贴的钢板厚度，不应大于10mm。粘贴钢板的层数，对受拉区不应超过3层，对受压区不应超过2层，且钢板总厚度不应大于10mm。

6、当加固的受弯构件需粘贴不止一层钢板时，相邻两层钢板的截断位置应错开不小于300mm，并应在截断处加设U形箍。

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

二、材料要求

2.1、材料组成及一般要求：

（1）粘钢加固结构的加固材料，由高强度的钢板(型钢)与将钢板(型钢)粘贴于加固混凝土构件的结构胶粘剂组成。以及在混凝土结构加固前，将不平整表面及蜂窝孔洞修补平整的底层填料及涂料。

（2）对结构加固用的主材和粘结材料，要求强度高、弹性模量高、极限变形大、有较好的耐腐蚀性、耐久性，耐湿热环境、抗老化、抗疲劳性能好。

2.2、结构胶粘剂

1、结构胶粘剂的组成及作用

承重结构用的胶粘剂，按其基本性能分为A级胶和B级胶；对重要结构、悬挑构件、承受动力作用的结构、构件，应采用A级胶：对一般结构可采用A级胶或B级胶。结构胶选用按设计要求。

2.3、钢材

混凝土结构加固用的钢板、型钢、扁钢、角钢，其材质按设计要求选用。严禁使用无出厂合格证、未经检验的钢材以及再生钢材。

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

3、施工准备

3.1、技术准备

1、学习设计图纸，充分领会设计意图，做好图纸会审。

2、在施工前，编制详细的施工方案并报审，并绘制具体加固部位细部大样图。

3、粘钢前对被加固的构件卸载。

4、根据施工现场的状况，绘制被加固构件“卸荷”的支撑图纸，确保构件施工时的安全。

3.2、材料准备

钢板、型钢、粘钢胶、焊接材料、锚栓、混凝土界面剂、丙酮、聚合物砂浆、防腐涂料等。

3.3、主要机具

1、设备仪器

钢板切割机、水钻成孔设备或冲击钻、角磨机或砂轮机、电焊机、空压机。

2、主要工具

花锤或电锤、调料容器、搅拌器、衡器、钢尺、钢丝刷、毛刷、注胶器、夹具等。

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

3.4、作业条件

1、根据设计和施工组织计划安排，卸除或部分卸除被加固构件上的荷载。

2、钢板、胶粘剂、锚栓、焊接材料及聚合物砂浆等原材料均已进场且品种、规格、级别、型号、性能等符合设计要求：具备出厂合格证、进场复试证明、力学性能抽样检测合格报告。

3、衡器、钢尺等计量器具已定期校核。

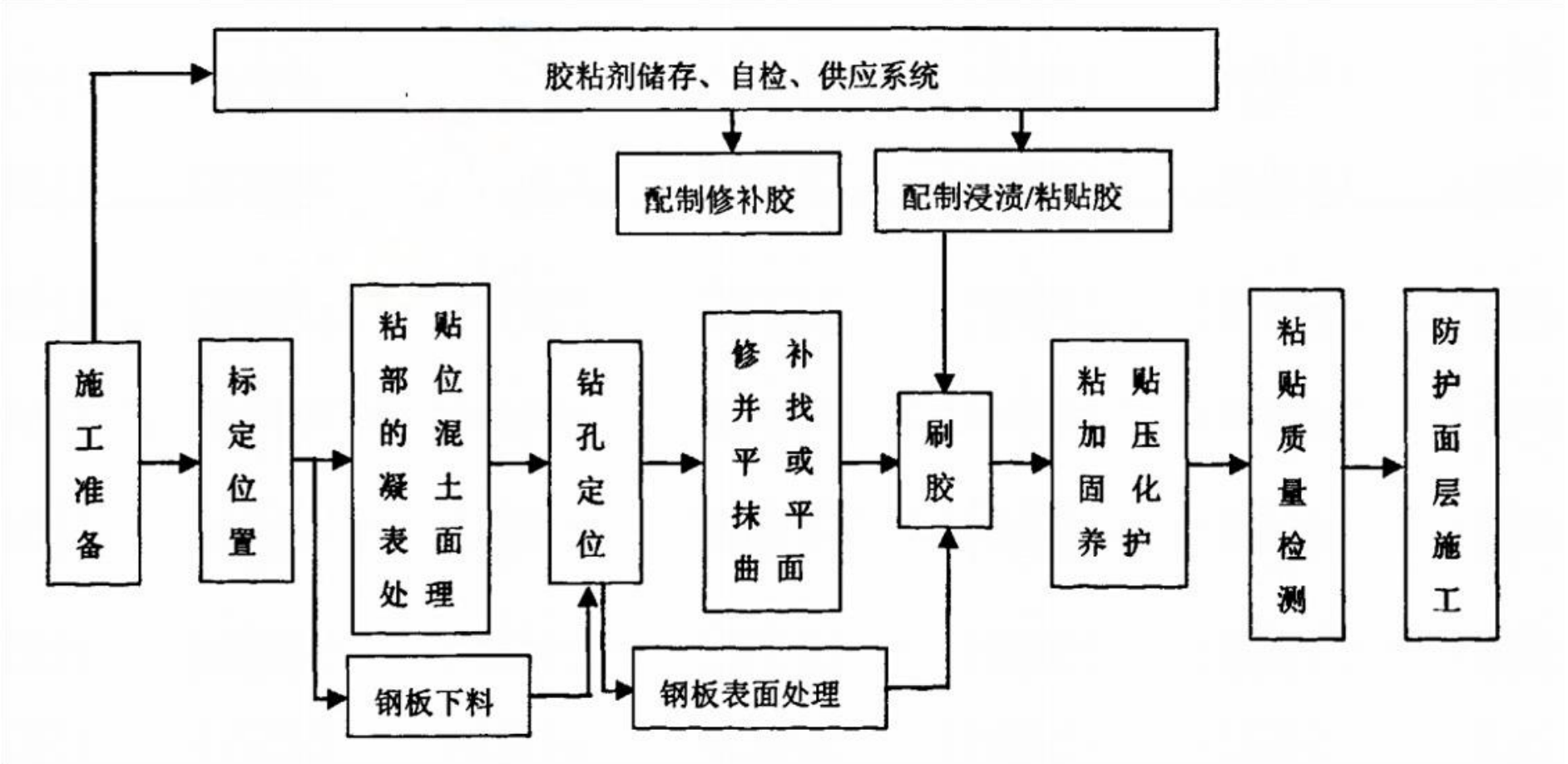
4、检查施工电源、线路。

5、工长已根据施工方案对操作班组进行全面施工技术交底。

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

四、施工工艺

4.1 工艺流程：



混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

4.2 施工流程：

1、界面处理

（1）基层清理及找平：对混凝土构件（如基层构件表面脏污严重，应先用硬毛刷沾高效洗涤剂，刷除表面油垢污物后用水冲洗），再对粘合面用电动砂轮打磨除去2-3mm厚表层，直至完全露出基层平整面，并用无油空压机吹除粉尘，若表面严重凹凸不平，可用环氧砂浆补平，修补后表面平整度偏差不应大于1.5mm/m。

（2）糙化处理：混凝土粘合面的糙化一般采用砂轮打磨或喷砂处理，角部应打磨成圆弧状，糙化或打磨的纹路应均匀，且应尽量垂直于受力方向。

（3）钢板处理：钢板粘合面上胶前，应进行除锈、糙化和展平。先对钢板用喷砂或砂轮打磨除锈，直至表面显露出金属光泽；打磨纹路，尽量与钢板受力方向垂直。

（4）杂质、粉尘的清洁：打磨混凝土构件和金属构件表面产生的杂质、粉尘，极易粘附在处理后的构件表面，用白布或棉纱沾工业丙酮擦拭干净。

（5）干燥处理：对于湿度超标的混凝土构件，尚须进行人工干燥处理。

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

2、标定位置

被加固构件表面清理、修整后，按设计图纸进行划线确定钢板粘贴位置，锚栓位置处尚应探测钢筋对锚孔有无影响，若锚孔位置有大的变化，应经设计单位同意后进行调整。

3、钻孔

（1）钢板钻孔位置与混凝土构件上钻孔位置应一致，钻孔不应伤及原钢筋，允许偏差应符合设计要求，且应进行试装配。

（2）钢板粘贴后，采用锚栓进行固定。

4、配胶

结构加固用的胶粘剂一般为A、B双组分，采用现场配制，配制比例应按产品使用说明书规定进行。按选定配比称量，将A、B两组分分别倒入干净容器，采用胶料搅拌器进行搅拌，搅拌时按同一方向进行机械搅拌，至色泽完全均匀为止。搅拌转速应采用慢速(400-600转／分钟)，搅拌时间3～5分钟左右。

配胶前准备好案秤、配胶用的干净容器、丙酮、干棉纱、抹刀、搅拌器具等。称料前应对A、B双组分分别进行充分的上下搅拌。注意A、B取胶器具不能混用。

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

5、刷（涂）胶

(1)用专用工具将胶液涂布到被粘构件表面上。涂布时尽量顺一个方向，不要往复，速度要慢，以防带进气泡，尽可能均匀一致，中间稍多点，边缘可少些。涂刷遍数与胶粘剂的性质和胶层厚度有关，如无溶剂的环氧胶只涂一遍即可，而多数的溶液胶粘剂都要涂胶1-3遍。对于混凝土构件这种多孔材料的被粘物，要适当地增加涂胶量和涂胶遍数。

(2)对于配有底胶的胶粘剂，应首先在混凝土基材表面涂刷底胶。底胶应涂刷均匀饱满，涂刷范围应超出粘贴范围四周20-30mm。

(3)拌合好的胶粘剂应依次反复刮压在已处理好的混凝土表面和钢板贴合面，宜先用少量胶于结合面来回刮抹数遍，再添抹至所需厚度(2-3mm)使胶能充分浸润、渗透、扩散、粘附于结合面。俯贴时，胶层宜中间厚、边缘薄；竖贴时，胶层宜上厚下薄；仰贴时，胶液的下垂度不应大于3mm。竖贴、仰贴时，为防止胶液流淌，可加一层玻璃丝布。经检查胶粘剂无漏抹后即可将钢板与混凝土粘贴。

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

6、钢板粘贴、固定与加压

钢板粘贴好后立即用卡具、支撑或锚栓等固定，并适当加压。锚栓一般兼作钢板的永久附加锚固措施，其埋设孔洞与钢板一道于涂胶前配钻。加压有利于胶粘剂的扩散渗透及与被粘物的紧密接触：有助于排除气体、水分等低分子物，防止产生空洞和气孔；有益于胶层的均匀和被粘物位置的固定。加压大小须适当，并应均匀，加压大小一般以0.2～0.5MPa为宜。粘合加压注意事项：

(1)钢板粘贴应均匀加压，顺序由钢板的一端向另一端加压，或由钢板中间向两端加压，不得由钢板两端向中间加压，以利于空气的顺利排除。

(2)钢板粘合后可用木锤敲打，压平排除空气使之紧密接触，保证钢板粘贴表面平整，高低转角过渡平滑，没有折角。

(3)在粘贴的钢板表面上固定加压时，不应采用点加压或线加压的方法，应在粘贴的钢板面上均匀加压，以增加接触，调匀胶层使钢板周边有少量胶液挤出。

(4)加压时最好是逐步增压，开始时因胶粘剂黏度较低，压力可小些，然后再逐步升到规定压力。

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

8、固化养护

在固化过程中，温度是最重要的一个影响因素。胶粘剂固化养护应注意几点：

(1)混凝土与钢板粘结的养护温度不低于15℃时，固化24h后即可卸除夹具或支撑；72h后可进行下一工序。养护温度低于15℃时，应适当延长养护时间。养护温度低于5℃时，应采取人工升温措施。

(2)无论采用化学反应或物理作用完成固化，为了固化完全，得到最大的粘结强度，必须保证有足够的固化时间。

(3)每一种胶粘剂都有它的最佳固化条件，必须按其规定进行固化，方能获得预期效果。

9、多层粘贴

当粘贴多层钢板时，首层钢板粘贴按上述工序完成后，以下每层钢板粘贴施工前应划线定位，锚栓钻孔孔位应准确；粘贴施工按第3-7条的要求进行。

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

10、检验

粘钢的同时必须以相同条件配制钢一钢拉伸剪切试件及钢一混凝土双剪试件各3个，进行粘贴抗剪强度试验。钢一钢粘结抗剪强度设计值不得低于该种胶粘剂的相应规定，钢一混凝土抗剪破坏必须发生在混凝土上。加固构件的粘钢质量，一般采用非破损检验，即先查看其外观，检查钢板边缘溢胶色泽、硬化程度，并以小锤轻轻敲击粘结钢板，从音响判断粘结效果，或用超声波探测粘贴密实度，有效粘结面积不小于95%。

11、防腐处理

外部粘钢加固钢板，应按设计要求进行防腐处理。当外抹砂浆保护层防腐时，为利于砂浆粘结，可于钢板表面粘结或外包一层钢丝网，也可涂刮结构胶后点粘一层豆石，并在抹灰时涂刷一道混凝土界面剂。

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

五、施工质量检验与验收：

5.1 界面处理

1、混凝土粘合面除应按规定进行清理和修整外，尚应按设计要求进行喷砂糙化或砂轮打磨处理，混凝土表面糙化或打磨后应清理洁净。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，触摸。

2、粘贴钢板部位的混凝土，其表层含水率不宜大于4%，且不应大于6%。对含水率超限的混凝土应进行人工干燥处理，或改用高潮湿面专用的胶粘剂。

检查数量：每根构件不少于一处。

检验方法：含水率测定仪测定。

3、钢板粘合面应进行除锈、糙化和展平。除锈后的表面应显露出金属光泽；糙化的纹路应垂直于钢板受力方向；展平后的钢板与混凝土表面应平整服帖，且轮廓尺寸与划线基本吻合。钢板粘合面经处理后擦拭洁净并妥善保护，不得再受水、油和粉尘的污染。

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

4、在混凝土粘合面处理的同时，尚应由检测机构派员到现场做好粘贴质量检验的预布点工作，即按抽样规则随机抽取受检构件。在受检构件的非加固部位选择一处100mm×100mm见方的混凝土表面进行同条件的界面处理，以备在粘钢施工的同时，粘贴检验用的钢标准块。

5、若需在钢板和混凝土上钻制锚栓孔时，应先探明混凝土中原钢筋的位置，并在划线定位时予以避让。若避让有困难，且已在钻孔时遇到钢筋的障碍，允许移位2d（d为钻孔直径）重钻，应用植筋胶填充原废孔。钻好的孔洞，应采用压缩空气吹净孔内及周边的粉尘、碎渣；若孔壁的混凝土含水率超限，宜采用电热棒吊入烘烤孔壁。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，触摸，测量孔壁混凝土含水率。

6、钢板粘贴施工前，应用工业丙酮擦拭钢板和混凝土粘合面各一道，若胶粘剂产品说明书要求涂刷底胶时，应按规定进行涂刷。

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

5.2钢板粘贴施工

1、粘贴钢板专用的结构胶粘剂，其配制和使用应按产品说明书的规定进行。拌合应采用低速搅拌机充分搅拌。拌好的胶液色泽应均匀，无气泡，并应采取措施防止水、油、灰尘等杂质混入。严禁在室外和尘土飞扬的室内拌合胶液。胶液应在规定的时间内使用完毕。严禁使用超过规定时间的胶液。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，并对照产品说明书检查配制记录及施工记录。

2、拌好的胶液应同时涂刷在钢板和混凝土粘合面上，经检查无漏刷后，即可将钢板与原构件混凝土粘接，胶层厚度应控制在2-3mm。俯贴时，胶层宜中间厚、边缘薄；竖贴时，胶层宜上厚下薄；仰贴时，胶液的下垂度不应大于3mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测并按隐蔽工程验收。

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

3、钢板粘贴时表面应平整，段差过渡应平滑，不得有折角。钢板粘贴后应均匀布点加压固定。其加压顺序应从钢板的一端向另一端逐点加压，或由钢板中间向两端逐点加压；不得由钢板两端向中间加压。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，以钢板周边应有少量胶液均匀挤出为合格

4、加压固定可选用：夹具加压法、锚栓(或螺杆)加压法、支顶加压法等。加压点之间的距离不应大于500mm，加压时应按胶缝厚度控制在2mm-2.5mm进行调整。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

5、在粘贴钢板施工同时，应将钢标准块粘贴在指定的位置上，以同样条件进行加压和养护，以备检验使用。

检查数量：全数检查。

检验方法：由监理人员监督检测机构人员粘贴作业，并做好记录。

6、钢板粘贴位置与设计中心线位置的线偏差不应大于5mm，长度负偏差不应大于10mm。

检查数量：全数检查。检验方法：钢尺量测

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

7、混凝土与钢板粘结的养护温度不低于15℃时，固化24h后即可卸除加压夹具及支撑；72h后可进入下一工序。若养护温度低于15℃，应按产品使用书的规定采取升温措施，或改用低温固化型结构胶粘剂。

检查数量：同一检验批的养护环境中，测温点应不少于2处，且应布置在朝西和朝北两部位。

检验方法：检查测温记录。

5.3、钢板与混凝土的粘结质量

1、钢板与混凝土之间的粘结质量可用锤击法或其他有效探测法进行检查。按检查结果推定的有效粘贴面积不应小于总粘贴面积的95%。

当采用锤击法检查时，应将粘贴的钢板分区，逐区测定空鼓面积(即无效粘贴面积)；若单个空鼓面积不大于10000mm2，可采用钻孔注射法充胶修复；若钻孔有困难，或单个空鼓面积大于10000mm2，应揭去重贴，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查检测报告及处理记录。

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

2、钢板与原构件混凝土间的粘结正拉强度应符合《建筑结构加固工程施工质量验收规范》第10.4.2的规定。当不合格时，应揭去重贴，并重新检查验收。检查数量：

(1)对梁柱类构件，应以同种类、同规格的构件为一检验批，按每一检验批构件总数的10%确定抽样数量，但不得少于3根构件，每根构件应在粘贴施工时，预贴不少于3个钢标准块，作为一组试样进行检验。

(2)对板、墙类构件，应以同种类、同规格的构件为一检验批，并按实际粘贴的钢板表面积，每100m2(不足100m2，按100m2计)取一组试样，每组试样由3个钢标准块组成。

3、胶层应均匀，无局部过厚、过薄现象，胶层厚度应按（2.5±0.5mm）控制。

检查数量：每一构件检查最厚和最薄各一处

检验方法：观察、测量。

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

六、成品保护：

1 、基层处理后应予以保护，避免基层的二次污染。

2、粘钢作业完毕后，对粘钢作业面在固化期内应进行有效的保护、防护，禁止在被加固构件上堆载、振动、撞击、或松动加压配件。

3 、粘钢周边的电汽焊作业应与粘钢部位保持不低于200mm的作业距离，如避让不开时应采取隔离措施。

4、不得磕碰损坏粘钢加固构件的防护面层。

七、环保措施：

1、粘钢的作业现场环境应保持清洁、无污染及良好的通风。

2、剔凿混凝土表面产生的大量渣土和小尘土，应由专人采取确实可行措施，予以清除。

3、混凝土粘合面打磨、糙化，钢板糙化过程中应采取减小扬尘、降低噪声的措施。

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

八、安全措施：

1、结构胶粘剂应密封贮存在环境温度5-40℃的干燥、清洁的库房内，不得露天堆放或雨淋，包装开启后不得长时间存放；不同品种胶粘剂及A、B两组分应明显标识存放，避免混杂。自生产之日起，包装完好时有效贮存期为6个月。

2、结构胶粘剂不属于易燃、易爆、有毒危险品，能以一般交通工具运输，运输途中不得损坏包装、曝晒或雨淋，不得倾斜或倒置。

3、粘钢作业施工人员应采取必要的安全防护措施(如配戴口罩、手套、护目镜、安全帽等)，现场注意防火并保持良好的通风。若不慎将胶粘剂弄上皮肤或衣物，可立即擦拭干净并用大量清水冲洗；若不慎误食胶粘剂或溅入眼睛，要立即就医。

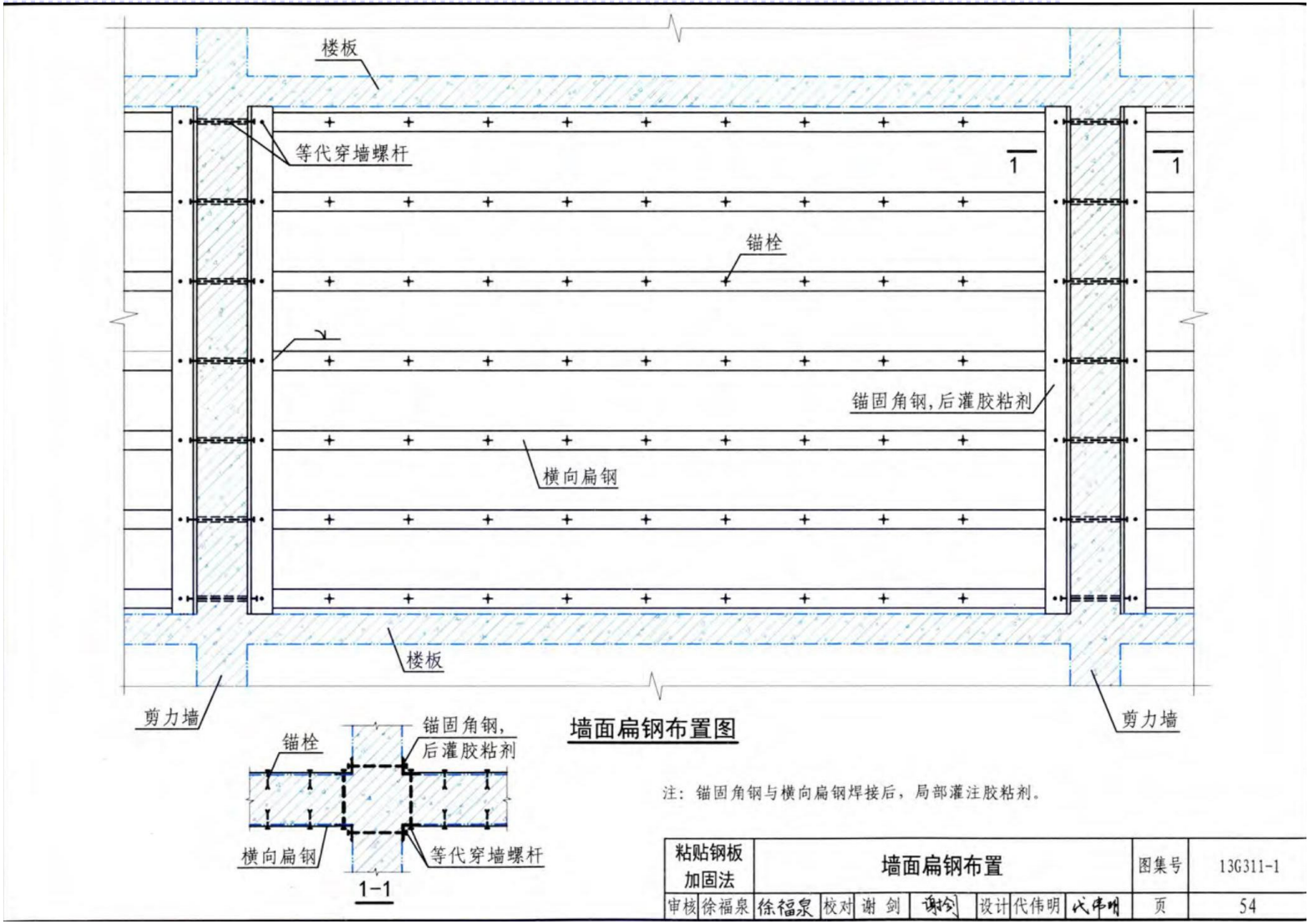
4、粘钢作业的钢板试装时应对施工作业功能架和钢板的重量进行复核，保证施工人员的安全。

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

九、图集节点做法-墙：

1、横向粘贴钢板适用用提高墙体受剪承载力的加固。

2、穿孔部位及局部位置焊接后，应灌注胶粘剂。



墙面扁钢布置图

注：锚固角钢与横向扁钢焊接后，局部灌注胶粘剂。

粘贴钢板加固法	墙面扁钢布置								图集号	13G311-1
审核	徐福泉	徐福泉	校对	谢 剑	谢剑	设计	代伟明	代伟明	页	54

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

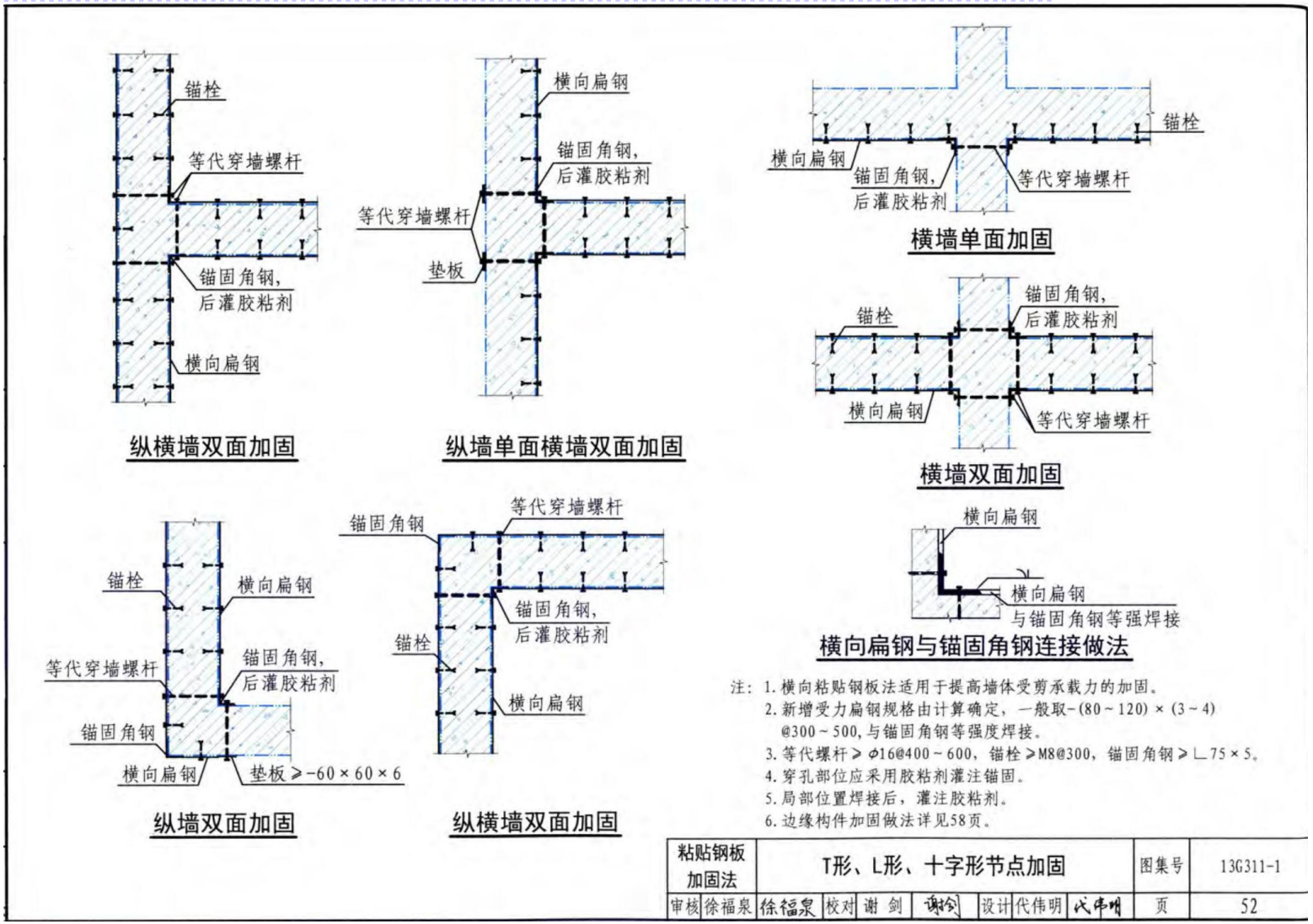
九、图集节点做法-墙：

1、横向粘贴钢板适用用提高墙体受剪承载力的加固。

2、新增受力扁钢规格按设计要求确定，一般取-（80~120）×（3~4）@300~500，与锚固角钢等强度焊接。

3、等代螺杆≥Φ16@400~600，锚栓≥M8@300，锚固角钢≥L75×5。

4、穿孔部位及局部位置焊接后，应灌注胶粘剂。



混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

九、图集节点做法-梁：

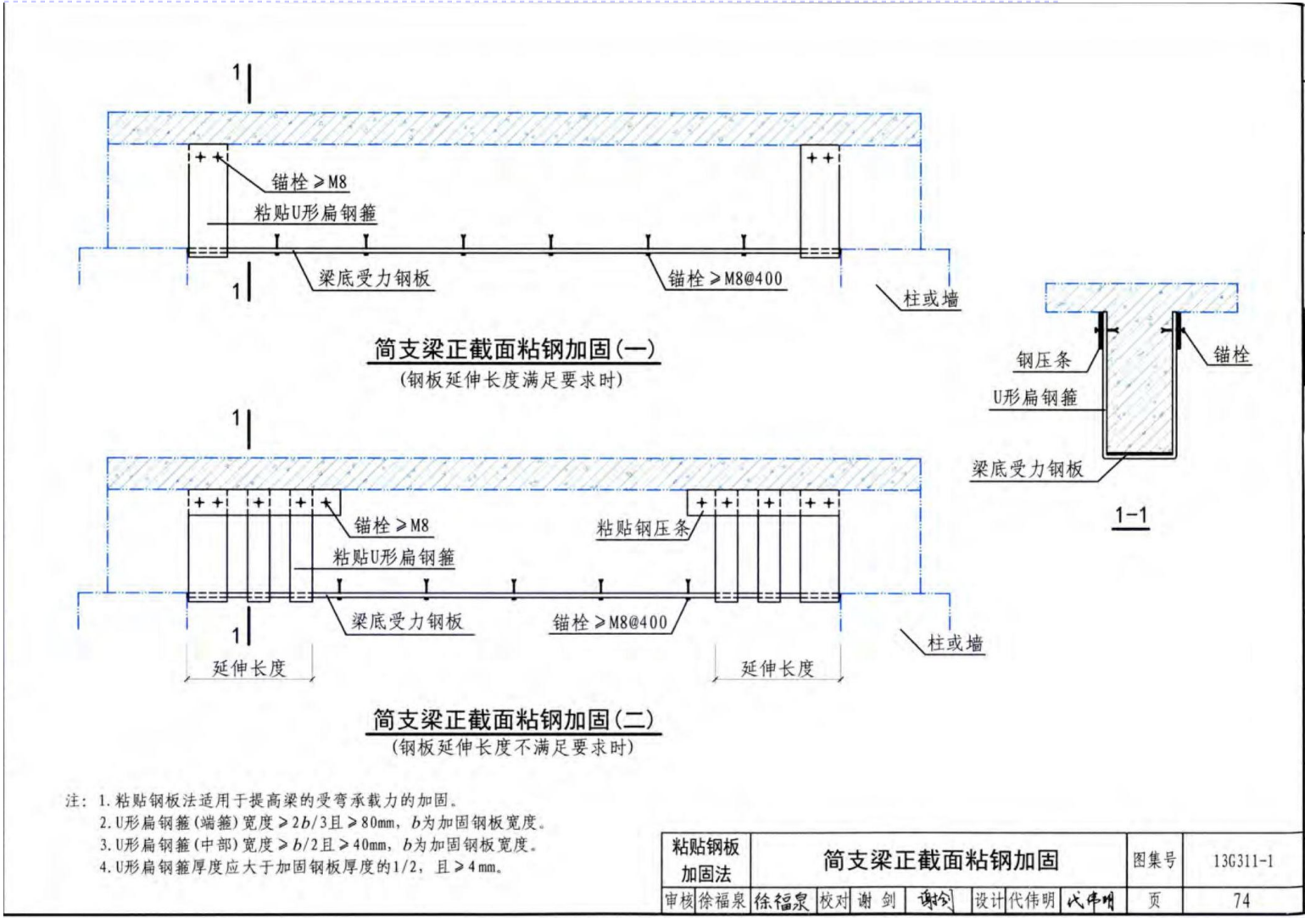
1、粘贴钢板适用于提高梁的受弯承载力的加固。

2、U形扁钢箍（端箍）宽度≥2b/3且≥80mm，b为加固钢板的宽度。

3、U形扁钢箍（中部）宽度≥b/2且≥40mm，b为加固钢板的宽度。

4、U形扁钢箍板应大于加固钢板厚度的1/2，且≥4mm。

5、钢压条采用锚栓锚固。

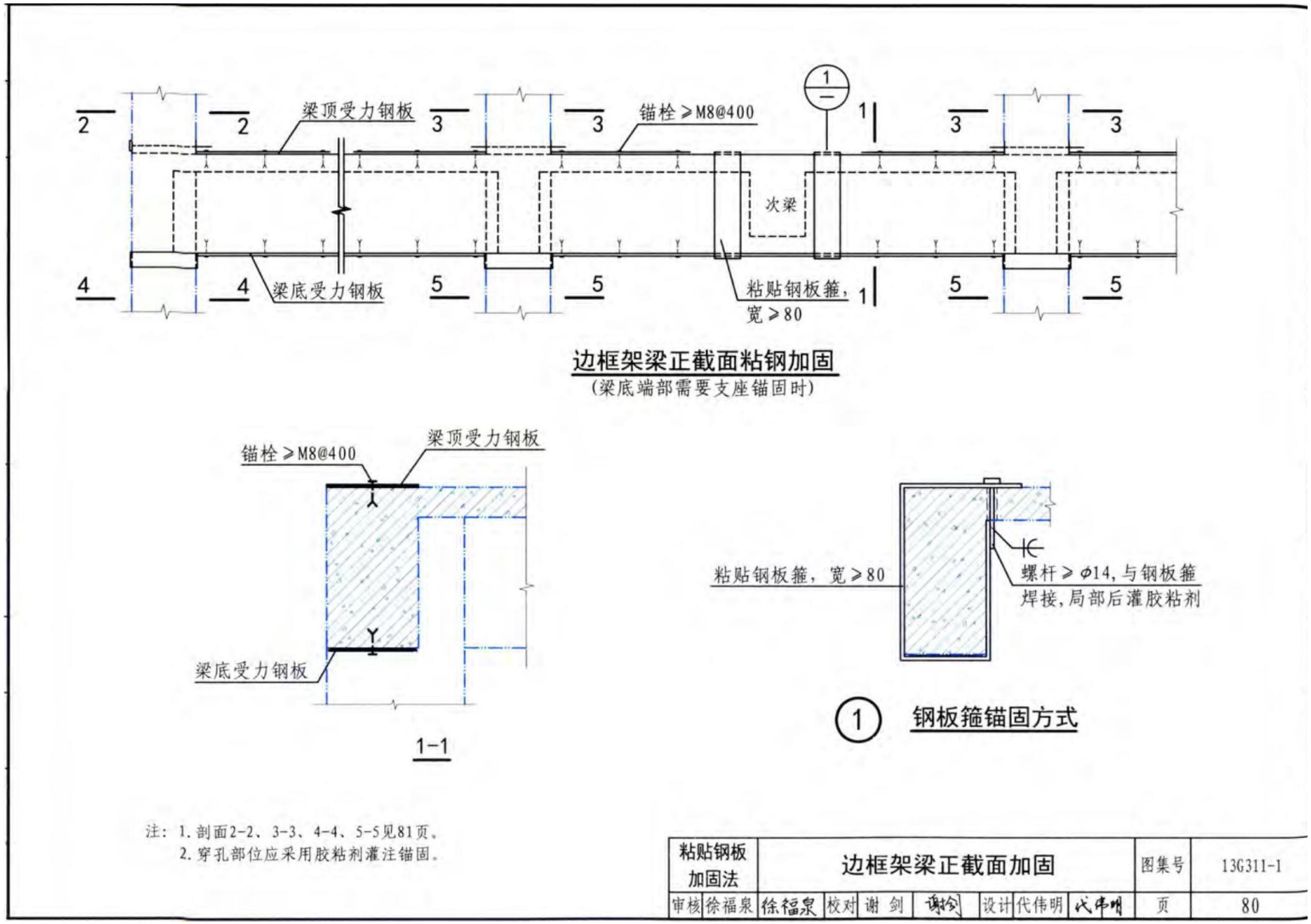


混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

九、图集节点做法-梁：

1、锚栓≥M8@400。

2、穿孔部位应采用胶粘剂灌注锚固。



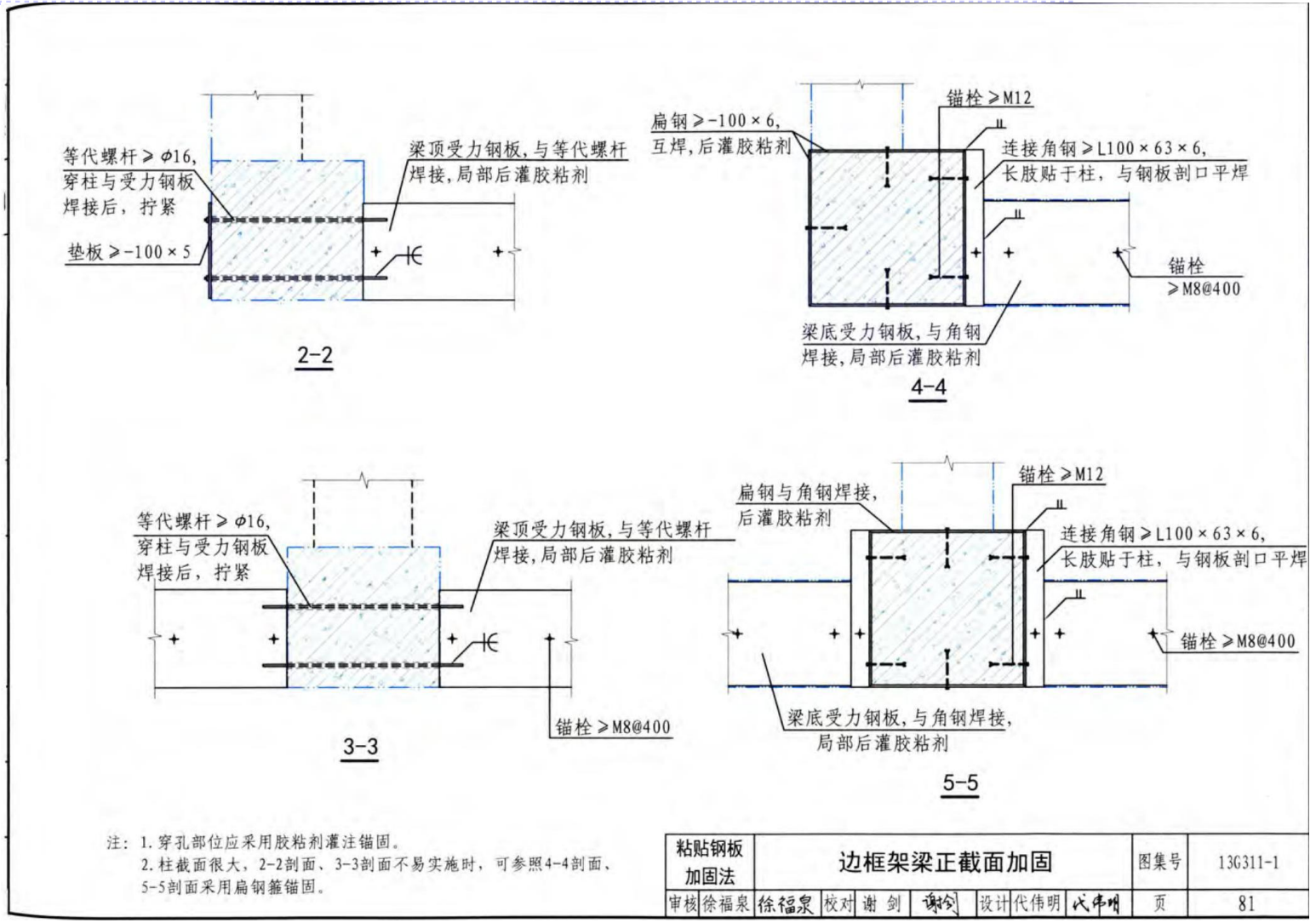
混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

九、图集节点做法-梁：

1、等代螺杆≥Φ16，穿柱与受力钢板焊接后拧紧。

2、梁顶受力钢板与等代螺杆焊接，局部后灌注胶粘剂。

3、穿孔部位应采用胶粘剂灌注锚固。



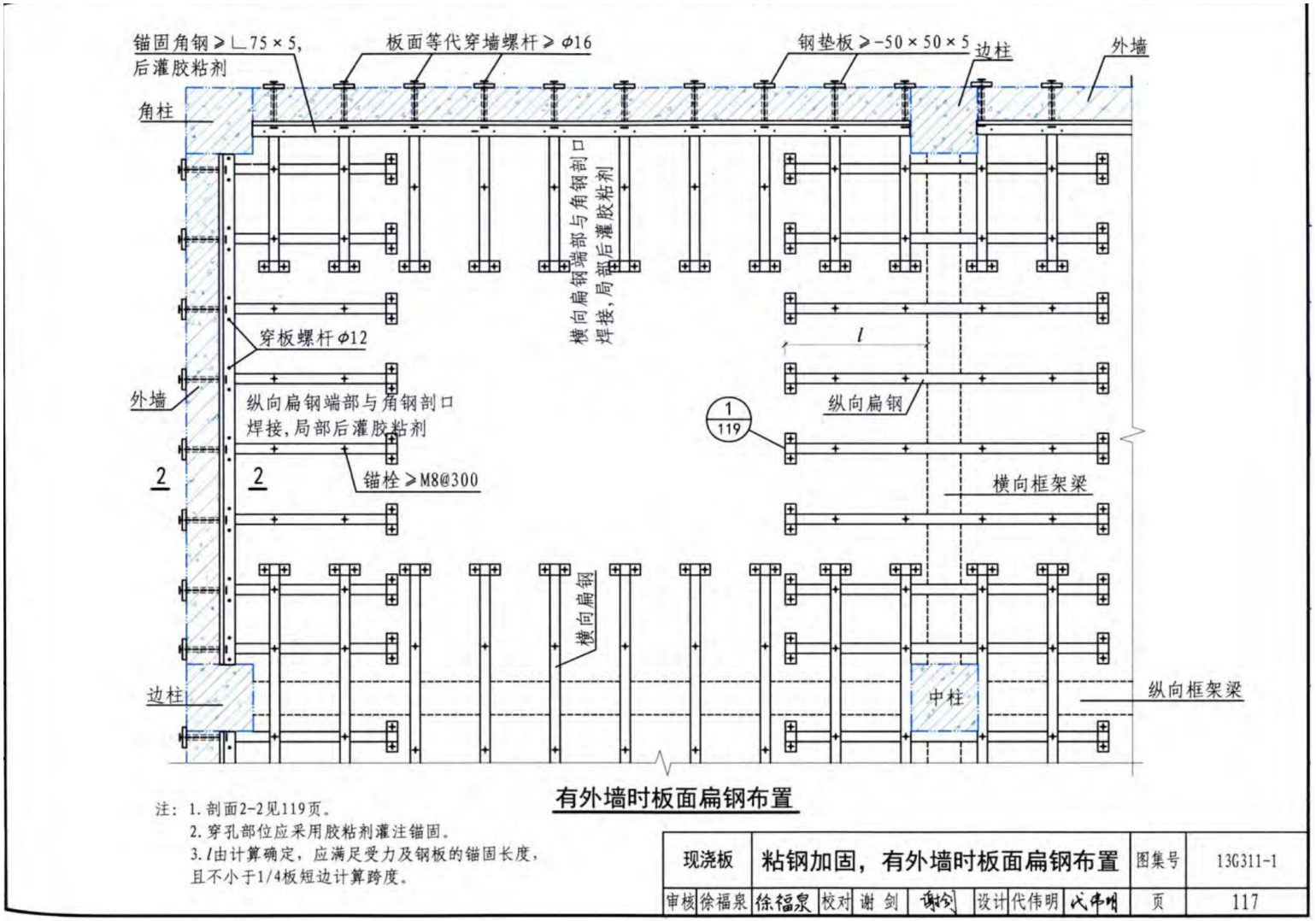
混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

九、图集节点做法-板：

1、锚栓≥M8@300。

2、板面等代穿墙螺杆≥Φ16。

3、穿孔部位采用胶粘剂灌注锚固。



有外墙时板面扁钢布置

注：1. 剖面2-2见119页。
2. 穿孔部位应采用胶粘剂灌注锚固。
3. l由计算确定，应满足受力及钢板的锚固长度，且不小于1/4板短边计算跨度。

现浇板	粘钢加固，有外墙时板面扁钢布置							图集号	13G311-1
审核	徐福泉	徐福泉	校对	谢剑	谢剑	设计	代伟明	代伟明	页	117

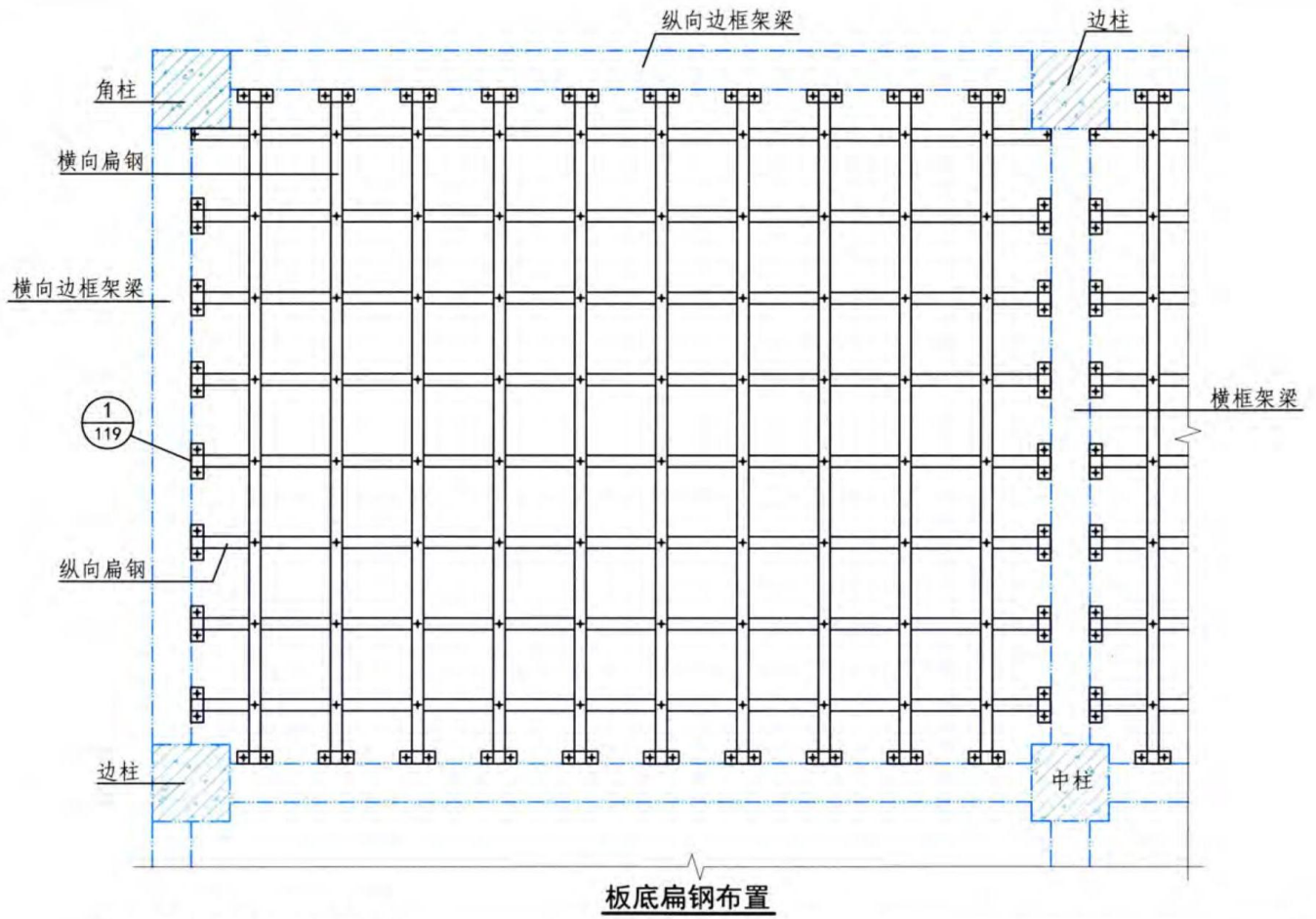
混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

九、图集节点做法-板：

1、锚栓≥M8@300。

2、板面等代穿墙螺杆≥Φ16。

3、穿孔部位采用胶粘剂灌注锚固。



板底扁钢布置

注：板底扁钢锚固措施由计算确定。

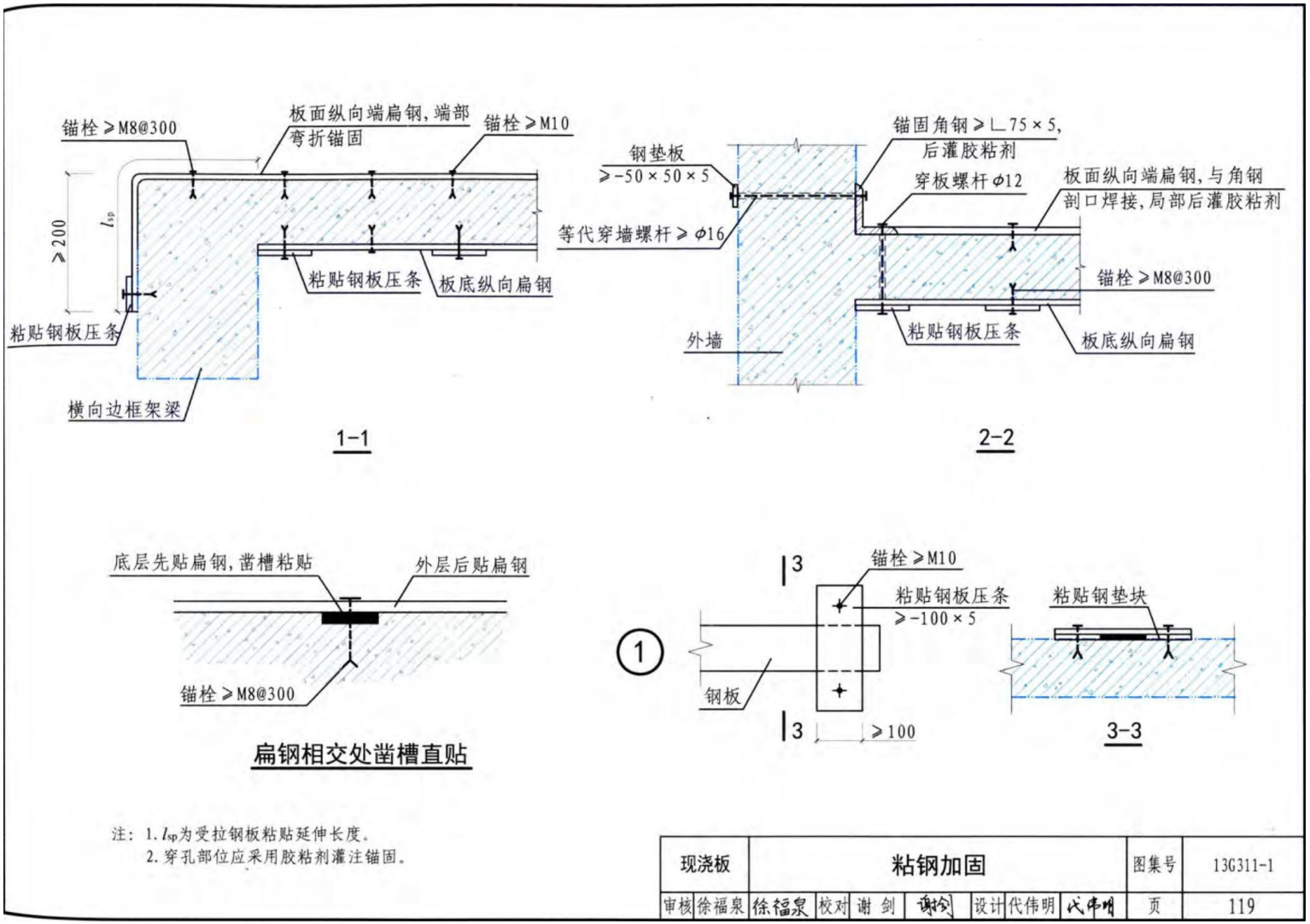
现浇板	粘钢加固，板底扁钢布置								图集号	13G311-1
审核	徐福泉	徐福泉	校对	谢 剑	谢剑	设计	代伟明	代伟明	页	118

混凝土结构加固施工技术---外粘钢板施工

九、图集节点做法-板：

1、等代穿墙螺杆≥Φ16。

2、穿孔部位应采用胶粘剂灌注锚固。



注：1. l_{sp}为受拉钢板粘贴延伸长度。
2. 穿孔部位应采用胶粘剂灌注锚固。

现浇板	粘钢加固							图集号	13G311-1
审核	徐福泉	徐福泉	校对	谢 剑	谢剑	设计	代伟明	代伟明	页	119