

裝配式基礎結構

И. 依万諾夫 著

建 筑 工 程 出 版 社

內容提要 基础是房屋最重要的一部分,它的質量好坏决定着整个房屋的坚固和寿命,因此必須很好地研究選擇基础結構。

裝配式基础是基础結構中最好的一种型式。采用它不但能縮短施工期限,而且还可大大地降低材料消耗量和工程造价。制造这种基础結構很簡單,不需要复杂的設備和机械,無論是在工厂或者是在工地都可进行組織制造。

此書就是为了推广和改进裝配式基础結構而編写的,書中叙述了較先进的基础結構型式,基础的生产、鋪設、計算及經濟分析等方面的問題,并簡述了地基和基础的基本理論和發展情况。

此書可供生产企業、工地、設計單位的工程师及技術員等参考,亦可作学校教学參考資料

原本說明

書 名 КОНСТРУКЦИИ СБОРНЫХ ФУНДАМЕНТОВ
著 者 И. Иванов
出 版 者 Издательство "московский рабочий"
出版地点 及 年 份 Москва—1957

裝 配 式 基 础 結 構

楊 靜 譯

*

建筑工程出版社出版(北京市阜成門外大街)

(北京市書刊出版業營業許可証出字第052号)

建筑工程出版社印刷厂印刷·新华書店發行

書号 902 32千字 787×1092 1/32 印張 1 1/2

1958年7月第1版 1958年7月第1次印刷

印数: 1—2,545册

*

統一書号: 15040·902

定 价: (10)0.26元

X131
Y326

目 录

关于地基与基础.....	4
采用装配式结构的经验及其发展情况.....	11
各种结构的技术经济估价.....	26
装配式基础的铺设.....	29
装配式基础构件的生产.....	34
几个计算问题.....	39

苏联共产党第二十次代表大会的指示規定，在1956—1960年的五年計劃期間，在許多城市、工人村及農業地区用国家的資金修建总面积为兩亿平方公尺以上的住宅。在同一时期內，还将修建大量的学校、医院和其它房屋。

苏联学者、設計工作者及施工人員們，由于不断地改善着房屋修建的方法及房屋結構，因此，获得了显著的成績。拿房屋修建期限來說就是一个例子。就在不久以前，一幢40,000—50,000立方公尺体积的住宅修建了2—3年，而且大量的原始建筑材料直接在施工現場上加工。那时候，手工劳动在建筑工程中占主要地位，每立方公尺房屋建筑体积的手工劳动量为3—4工日。

現在，修建大部分居住及其它房屋时，都采用工厂制作的扩大構件与結構。因此，在頗大程度上建筑期限縮短到6—8个月，而每一立方公尺的劳动量也降低到1.5工日。

如果能將房屋的主要部分之一——至今，在許多工程项目中，仍然用毛石来砌筑的基础用工業化方法制作，那么無論是工程修建的期限或者是劳动量还可大大地縮減。

誠然，毛石基础結構既耐久又坚固，但其价值昂貴，砌筑时很費力并要求較長的砌筑期限。基础的造价占房屋总造价的4—7%；砌筑基础的平均劳动量占修建整个房屋劳动力消耗的8—12%。砌筑40,000—50,000立方公尺房屋的基础，需耗費二个月左右的时间，当采用現代工業化結構及先进的施工組織方法时，整个房屋的修建期限根本不会超过6—8个月。

到目前为止，所采用的毛石基础結構已不能适应 現代建筑工業化的要求。因此，在大規模建筑的条件下急需更广泛地及更普遍地采用已被实际所証实的，行之有效的裝配式結構基础。莫斯科、列宁格勒 及其它城市的大批建筑經驗証实了这样做是十分合理的。1951年还很少采用裝配式基础，而現在在莫斯科已普遍地采用了裝配式基础，在任何季节，大多数工程 都在鋪設 这样的基础。

仅在莫斯科建筑总局第一区域性一般建筑工程处負責兴建的工程項目上，所鋪設的裝配式結構基础的工程量，从400立方公尺(1951年)增加到27,800立方公尺(1954年)，即几乎增加到70倍。就是在列宁格勒，这一增長速度也是相当可觀的。但是，在其它許多城市內，裝配式基础結構采用得很不够。这一点是令人非解的，因为科学研究工作和实践已确鑿地証实：在大量修建居住及民用房屋时，普遍鋪設裝配式 基础的合理性。

在这本書內，作者向設計工作者和施工人員 介紹裝配式基础結構的現时生产狀況及其發展远景，借以促使进一步 扩大这类結構的采用規模，从而有助于縮短工期，降低劳动量和建筑造价。

关于地基与基礎

任何房屋和構筑物，都建筑在地壳的上層，因而所有作用在房屋上的力，以及房屋的自重都傳于房屋下面的土壤上。直接承受荷重的地質層以及为提高土壤 承重能力所采用的專門結構，都叫做地基。地基修筑在地表面以下的深处，因为土壤的上層很松软，其結構經常会因受到人們的活动和气候的影响(水、風、严寒)而被破坏，也会因植物根等的影响而削弱。

地基支承能力，应大于或者等于地基平方單位 面积所应承受的荷重。地基支承能力用 計算抗力值(公斤/平方單位面积)来表示。地基的計算抗力值可根据土壤試驗結果来确定或取自額定資料。

整个房屋的每平方單位地基表面所承受的荷重，必須保証均匀。如果在地段上，土壤的承重能力有所不同，則需用增加或减少地基面积的方法来改变其荷重。

如同施工人員常說，地基應該是坚固的。这就是說，地基不应由于運輸及附近开动的联动机等而發生震动，也不能將震动傳于地基上面的構筑物上。为了使地基具有坚固性，地基应設置在厚而密实的土層上，并使基础埋于足够的深处。

地基表面应与它所承受的荷重之合力相垂直，这也同样是很重要的。地基也应防止受到地下水和地面水的經常作用及土壤的有害膨脹作用。为了防止上述的作用，一般采用降低水位、防潮或圍护等設備，而在膨脹土壤上，則將基础 鋪設在溫度 經常不变之深处。

傳于地基上的压力，用特殊結構来承受，并根据土壤的支承能

力把这项压力均衡地进行分布。房屋中承受全部荷重并将荷重傳到地基上的这一部分結構叫做基础。

基础应完全符合一系列的必須遵守的条件。首先,基础必須坚固,即必須具有足够的抗压、抗弯、抗切、抗翻及抗剪强度。同样也必須使基础均衡地承受房屋或構筑物的压力并将压力傳于地基上,且能抵抗气候条件(潮湿、寒冻)的作用。

为了實現这些条件,設計工作者必須正确地選擇适宜的基础材料、結構及尺寸。

地基,其土壤的性能符合于对地基所提出之各項要求而不需要采取补充措施以提高其承重能力者,叫做天然地基。

在这样的土壤中,可先挖地槽(其深度由設計資料或其它文件决定),平整地基表面,然后放置基础。

需采用特殊的措施或專門的結構来增加其承重能力的地基,叫做人工地基。

在各种不同荷重作用下,土壤的变形程度及变形值也各不相同,并直接取决于作用在每平方單位面积上的荷重。因此,同一种土壤可以是天然地基,也可以是人工地基;在后一种情况下,地基必須經加固或采用專門結構以提高其承重能力。

根据土壤之名称及物理机械性能,作为房屋地基的土壤可分成粘土类土壤、砂土类土壤、大块碎石类土壤及岩石类土壤等。

粘土类土壤的粘結性强,能壓縮且可塑。它是稳定和坚固的地基。如果粘土类土壤在自然結構中具有肉眼可見的孔隙,而孔隙大小远超过組成土壤本身的顆粒大小时,則这种粘土叫做大孔隙粘土。土壤如果在結構性的沉淀中形成,在自然状态下,湿度超过液性限度,其孔隙度系数^①在1以上(亞粘土类及亞砂土类土壤)或1.5以上(粘土)时,这种粘土类土壤叫做淤泥。

① 所謂土壤孔隙度系数就是孔隙的体积与土壤矿物顆粒体积之比。

根据粘土顆粒含量的百分数不同,土壤可分为三类:

編 号	土 壤 名 称	粘土顆粒在总組成中的含量(%)
1	粘 土 类	25以上
2	亞 粘 土 类	12—18
3	亞 砂 土 类	3—12

砂土类土壤中粘土顆粒的含量不超过 3 %, 砂土类土壤很少压缩,在干燥状态下是松散的,不具有可塑性;是一种相当坚固和稳定的地基。

根据顆粒大小及其比例关系不同,砂土类土壤可分为: 1. 礫砂(大于 2 公厘的顆粒,按其重量是佔25%以上者); 2. 粗砂(大于0.5公厘的顆粒,按其重量超过50%者); 3. 中砂(大于0.25公厘的顆粒,按其重量超过50%者); 4. 細砂(大于0.1公厘的顆粒,按其重量超过75%者); 5. 粉砂(大于0.1公厘的顆粒,按其重量在75%以下者)。

大塊碎石类土壤,实际上是不能压缩的,抗压时强度極限为 15—25公斤/平方公分。这种土壤是一种十分坚固和稳定的地基。

根据粒度級配,大塊碎石类土壤可分成下列几类:

碎石——卵石土壤(大于 10 公厘的顆粒,按其重量超过50%者); 角礫—圓礫土壤(大于 2 公厘的顆粒,按其重量超过50%者)。

确定砂土类土壤和大塊碎石类土壤的种类时,应当依次將10公厘、2公厘、0.5公厘等各級顆粒的百分含量列出,視合計的結果而定。

岩石类土壤是一种高强度的,稳定的地基;这种土壤是不可压缩的,就是在水饱和状态下也还具有50公斤/平方公分的抗压强度極限。

属于岩石类土壤的有花崗石、閃長岩、玄武岩、砂岩、石灰岩和

其它类似的密实岩体及岩層 或象干砌体似的未移位的碎塊（即所謂碎裂岩石）。

岩石类土壤的变种是半岩石类土壤。半岩石类土壤在水飽和状态中的抗压强度極限低于50公斤/平方公分。属于半岩石类土壤的有泥灰岩、砂化土、粘土——砂石膠結的砂岩等。这类土壤包括可軟化的和可溶解的土壤：石膏、石膏砂岩等。

軟化系数^①为0.75的岩石类土壤叫做可軟化的岩石类土壤。

根据現行的規程确定土壤受压强度極限，以及划分土壤为可溶解的和不可溶解的。

砂土类，以及粘土类大孔性土壤，如果水充滿整个孔隙体积的50%以下时，叫做微湿的大孔性土壤；如果水充滿整个孔隙体积的50—80%时，叫做很湿的大孔性土壤；而如果水充滿80%以上时，則叫做水飽和的大孔性土壤。

粘土类大孔土壤具有压缩性及沉陷性。相对沉陷值按現行規程确定。

在分析粘土类土壤及砂土类土壤的性能时，必須要弄清楚，在土壤內是否有植物殘渣——泥炭、腐植質等。当在105°温度下烘干的土壤試样中的植物殘渣含量（按重量）佔無机部分5%以上（粘土）或3%以上（砂土）时，要作土壤內植物殘渣的含量說明。

所有土壤类别的名称，由土壤形成的地質紀，以及有关岩类学、顏色、鹽漬度和粒度級配等的資料作补充說明。

应根据地基的承重能力、性質及荷重来确定磚石房屋的基础結構及其規格。

磚石房屋的特点是自重较大，以及房屋所有各部分的强度高。因此，磚石房屋的基础也应具有必要的强度和耐久性。

最普遍采用的基础是連續帶形基础。这种基础呈牆狀，鋪設

① 所謂軟化系数就是水飽和状态与空气状态时的受压强度極限之比。

在地面下的深处并直接砌筑在地基上。这类基础的横截面有对称的及不对称的两种。当基础所承受的全部力的合力没超出基底平均三分之一的范围以外，而且隣壁的建筑物不妨碍其砌筑的情况下，可采用第一种类型的基础。

对称基础的主要形状可分为矩形的和梯形的，有带台阶的和不带台阶的。

当作用在基础上的全部力的合力大大偏离基础的垂直轴心线，以及当房屋设有地下室或因与其它房屋并列修建而不允许向原来的房屋一方铺设基础时，则可采用不对称断面的基础结构。

基础的铺设深度可根据一系列的情况来确定。必须考虑以下几点：房屋的用途，有否地下室，地下管道的深度及性质，施工现场的地质及水文条件，作用于地基上的荷重大小及其性质，冻结时土壤膨胀的可能性和隣壁房屋基础铺设的深度等。

在各种土壤上面（岩石类土壤除外）所修建的房屋的柱子及外墙的基础的铺设深度不得浅于平整表面以下0.5公尺。

为防止基础受膨胀土的影响，平整表面基础的铺设深度应根据下列资料来决定：

在岩石类及大块碎石类土壤上，以及在礫砂、粗砂和中砂上铺设基础可不考虑地下水的深度及冻结深度；

在细砂及粉砂土壤上，以及在有自然湿度的亚砂土类土壤上铺设基础时，如从平整表面到地下水位的距离超过计算的冻结深度的2公尺甚至2公尺以上时可不考虑其冻结深度；

在细砂及粉砂土壤上，以及在亚砂土类土壤上铺设基础时，不论其湿度如何，如从平整表面到地下水位的距离少于计算冻结的深度或超过深度比2公尺大，则埋设深度应不浅于计算冻结深度；

在有自然湿度的亚砂土类土壤上铺设基础时，不管地下水的深度如何，其埋设深度应不浅于计算冻结深度；

在有自然溫度的亞粘土類及粘土類土壤上鋪設基礎時，如从平整表面到地下水位距離超过了計算凍結深度 2 公尺甚至 2 公尺以上時，可不考慮凍結深度；

在有自然溫度的亞粘土類和粘土類土壤上鋪設基礎時，如从平整表面到地下水位距離超过了計算凍結的深度 2 公尺甚至 2 公尺以上時，則埋設深度亦不得淺于凍結深度；

在有任何潮濕程度的亞粘土類及粘土類土壤上鋪設基礎時，如从平整表面到地下水位距離少于計算凍結的深度或超过不到 2 公尺時，則埋設深度不得淺于計算凍結深度。

在規定內牆基礎和有采暖設備的房屋 柱子基礎的埋置深度時，無需考慮土壤凍結問題。

計算凍結深度，由額定凍結深度乘之以房屋內的溫暖狀況對外牆附近土壤凍結的影響係數而求得。

額定土壤凍結深度适用于蘇聯各地區，并符合于土壤的季節性凍結最大深度的平均值。季節性凍結最大深度的平均值是根据多年來对建筑區域內扫除雪層的露天地面下的土壤凍結情况进行实际觀察結果而确定的。对亞砂土類土壤以及細砂和粉砂等，其額定凍結的深度采用 1.2 的係數。

房屋內的溫暖狀況對外牆附近土壤凍結的影響係數，根据下列数据进行選擇：对于室內計算氣溫在 10° 以上的、有經常采暖設備的房屋來說，当地板鋪設在土壤上時為 0.7，当地板鋪設在土壤上的楞木上時為 0.8，当地板鋪設在格柵上時為 0.9，对于其他房屋來說——1。

自然地基的計算是根据影响額定荷重的變形而进行的。此時，这种房屋地基的垂直變形可分为沉降（不引起土壤構造的 根本變化的變形）和沉陷（因土壤構造的 根本變化、因土壤浸潮時大孔性土壤壓實而引起的變形，因震動使松砂土壓實和構造物下面土壤

隆起等引起的变形)。

微小的不均衡的沉降影响不大，其地基可按計算抗力值來計算。計算地基抗力值以公斤/平方公分來表示。對居住及民用房屋當在深度 2 公尺和寬度為 0.8 公尺以上鋪設基礎時，這個值也是土壤允許壓力的中和值。用切土的方法平整現場時，基礎的埋置深度從平整標高算起，而用填土方法平整現場時，從土壤的自然地平綫算起。

以平方公分表示的基礎的承重面積可用求出的承重面積荷重(公斤)除上地基土壤的計算抗力(公斤/平方公分)的方法求得。計算抗力根據“幾個計算問題”一章中所列的表來確定。

當基礎埋置的深度在 2 公尺以上時，每超過 10 公分可將計算抗力(見表 1、2 及 3)提高 1%，這樣便可算出地基土壤的抗力。

如果基礎埋置的深度不到 2 公尺，則計算抗力(表中所指的)，不到 2 公尺者每減少 10 公分的深度就減去 1%。

有偏心荷重時，基底邊緣附近的土壤上最大壓力，不應超過定額所規定的計算抗力的 20% 以上。同時，作用在基底上荷重的合力不應超出基底平均三分之一的範圍以外。

如果作為地基用的土壤，在長時期內處在極限荷重的作用下，它們就受到擠壓，并被壓實。由此，地基的承重能力有所增高，從而可以增高地基的額定計算抗力值。這個增高可以根據土壤試驗資料確定，也可根據計算而確定(以極限荷重擠壓土壤，每年增高 1%，但在房屋整個使用期內不得超過 40%)。

當基底寬度小於 0.8 公尺時，額定的地基計算抗力值(表中指定的)應乘上基底實際寬度除以 0.8 而得出的商數。在這種情況下求得的數值是小于 1，因此，額定地基計算抗力當然也就降低。

如果在地基承重層下面是軟土墊層，則應根據軟土墊層在荷重壓力下穩定情況來檢驗地基的強度。

为了加固自然地基，經常采用樁。根据土壤条件和工作性質，樁可分为自立樁和浮樁。

所謂自立樁，就是樁的底端支承在計算抗力不小于3公斤/平方公分的岩石类、大塊碎石类或其它土壤上。

浮樁，就是樁的兩端悬置在計算抗力小于3公斤/平方公分的土壤中。

根据适合于土壤計算抗力及樁的材料之現行技术規範，来計算浮樁的垂直荷重及确定軸心受压自立樁的承重能力。

木樁头及木格床①頂部的埋設标高应低于地下水的最低水位。在粘土类和亞粘土类的土壤中，如果地下水位表現的不明显，木樁头可埋置在土壤的流动稠度范围以內。

定期使用的木樁以及木料混凝土或鋼筋混凝土混合樁，其計算垂直受压荷重值不应超过同样尺寸整体樁的允許荷重的80%。

采用裝配式結構的經驗及其發展情况

早在第一个五年計劃期間，日益增長的建築規模必須縮短修筑房屋的期限和减少劳动量等情况，就已經提出拟制和采用新型結構的要求了。

早在1930年前，在建築實踐中除了改善房屋地上部分的結構之外，有时还采用了整配式基础。現在举出这样一个例子，就是1929年在馬哈其卡尔城，由于自然災害必須馬上用工厂制造的裝配式構件修建二層木制的居住房屋。裝配这样一所房屋仅仅占了8—10天的時間，砌筑毛石或磚的柱形基础也用去了同样的時間。

① 木格床——用来加固軟土的人工地基（木制的、混凝土的、鋼筋混凝土的）。

为了縮短建筑期限，該書的作者曾拟制了一种 扩大構件制的 裝配式鋼筋混凝土柱形基础結構。部分房屋曾采用过这种基础，同时直接在 施工現場上制作 过每一墩柱 由三塊方形 截面的構件組成：底座板、箱形柱和頂板，在頂板上鋪設房屋牆的第一層連系木梁（圖1）。

根据土壤的承重能 力和作用在墩柱上的荷重，来确定底板支 承面积的大小。其它構件的大小，对所有墩柱来講都是相同的。

1930—1935 年之間，在許多不同地区曾由許多作者拟制并采 用裝配式基础結構。工程师 C. A. 謝 明超夫和 З. П. 克斯琴斯卡娃曾論述 过建筑多層居住房屋所采用的裝配式 帶形基础。

沿基底鋪設矩形截面的混凝土砌 塊一底座寬900公厘时，其高度为 400 公厘。在底座上面鋪設基础砌塊，然后 砌筑勒脚和牆砌塊（圖 2 ）。

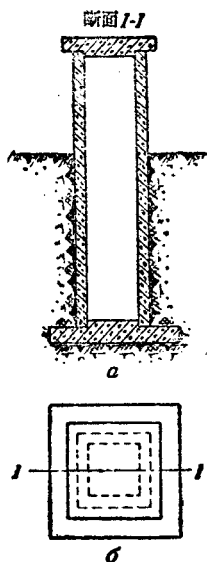


圖 1 1929年在馬哈契卡尔 城內所采用的 木制 房屋 裝配式 柱形基础結構

α—I—I 断面圖；

б—上視圖

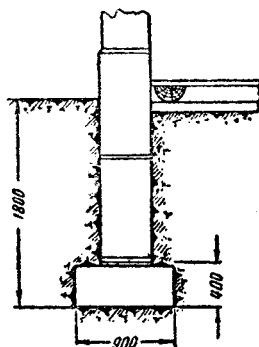


圖 2 大型砌塊磚石 房屋用的裝 配式帶形基础結構（1933年）

工程師謝明超夫和 克斯琴斯卡娃 所論述的基礎結構非常簡單，因此，這種裝配式基礎在後來得到了非常廣泛的應用。

1935—1940 年期間，在莫斯科大規模地修建大型礦渣混凝土砌塊牆的房屋，此時裝配式基礎結構採用的特別廣泛。

基礎構件，按其結構形式有三種類型：實體砌塊——底座；外牆用實體砌塊；內牆用空心砌塊。為了減少水泥的消耗量和減輕裝配式基礎構件的重量，均已開始採用箱形砌塊，以及空心砌塊（空心以垂直或水平位置設置）（圖3）。空心可減輕砌塊的重量和減低混凝土的消耗量。這種構件（厚65及40公分）在工廠中制作，其長度是25公分的倍數，主要砌塊的高度為88公分，而上層砌塊的高度為43公分。在砌塊的兩端留有凹口，用來填塞砂漿。混凝土的標號為“50”號（圖4）。

沿基坑的平整表面鋪設底座砌塊，在底座上砌築基礎牆砌塊。為了加固砌塊的角隅部分和加固橫牆與縱牆的連接處，水平縫應用金屬網進行加筋（圖5）。

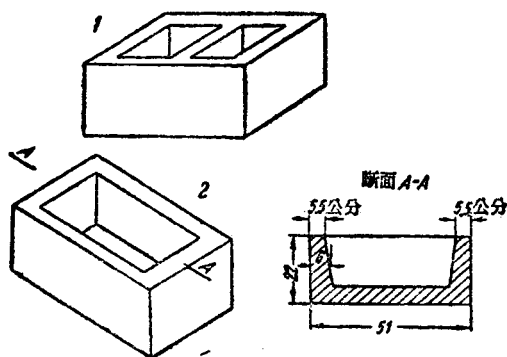


圖 3 裝配式基礎用箱形空心混凝土砌塊（1937年）：

1—雙空心砌塊；2—單空心砌塊

战前在莫斯科采用装配式基础的經驗証明，这种基础比起广泛采用的毛石基础具有極大的优点——大大地縮短了砌筑基础的期限，减少了劳动力的消耗，并且更重要的是在冬季可以不采用暖棚的方法来完成基础的安裝工作。

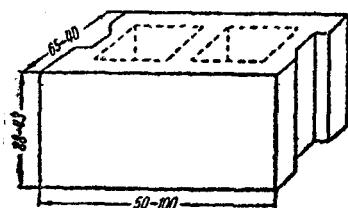


圖 4 1938—1940年在莫斯科采用的标准基础牆砌塊（虛綫表示內牆用砌塊的空心）

砌筑30,000—40,000立方公尺房屋的裝配式結構基础，仅占用5—7天的時間，但砌筑毛石基础，则需要1—2个月的时间。

在1951年苏联共产党莫斯科市委員会召开的第一次莫斯科建筑會議以后，裝配式基础結構才进一步得到更大的發展和广泛的采用。應該回忆到，当时有該會議的許多参加者并没有拥护我們报告的主要原則。而我們根据对各种基础結構的分析，証明了在大規模的居住和民用建筑中鋪筑裝配式結構基础的技术經濟合理性，并提出了有关广泛采用裝配式基础的問題。但是，技术决不容忍停滯不前，而且技术發展的要求已得到了某些实现；在設計和建筑實踐中都已开始采用新型的基础結構了。

在1950—1953年期間，莫斯科設計院所拟制的混合結構基础获得了較广泛的应用。这种基础，在工厂中制造的主要和唯一的構件是鋼筋混凝土底板——底座。該底座沿基坑的平整底面而鋪設。在这种底座上用磚砌筑基础牆和地下室牆，然后砌筑房屋牆的勒脚。基础的外表面应設置防潮層。防潮層是用卷材膠①粘合起来的双層油毛毡而構成。砌筑混合結構基础的作法証实，此时

① 卷材膠——由煤焦油組成，用来粘合油紙和油毛毡。

砌磚工作成为砌筑基础和牆的主要而同一的工作(圖6)。当然,这是頗为重要的情况,但它又不是决定性的。

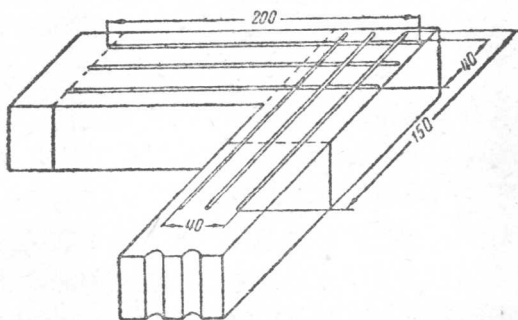


圖 5 用加筋方法加固裝配式基础的角隅部分的实例圖

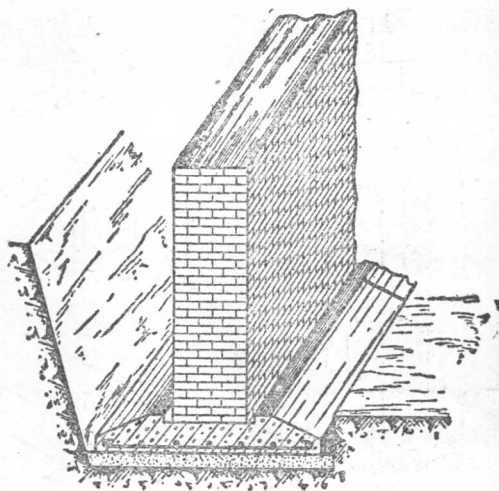


圖 6 混合結構基础 (1950—1952年)