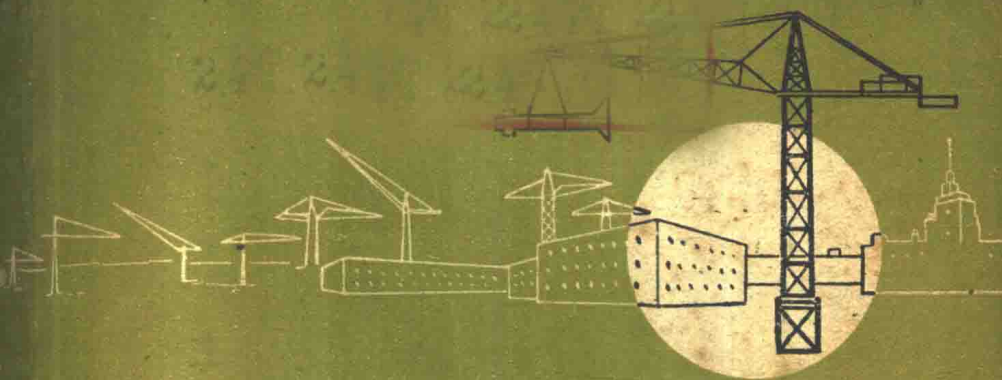




装配式钢筋混凝土浅说

談孚雄 編

上海科学技术出版社

装配式鋼筋混凝土淺說

談 孚 雄 編

上海科學技術出版社

內 容 提 要

本书較有系統地介紹了有关装配式鋼筋混凝土的一些基本知識。內容簡單扼要,包括装配式鋼筋混凝土的施工工艺、在建筑中的应用、构件的制造、运输、儲存、安装、露天預制場和預应力鋼筋混凝土等,并附有我国实际中預制构件施工的照片。本书可供初級技術人員及工长作为参考之用。

装 配 式 鋼 筋 混 凝 土 淺 說

談 孚 雄 編

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路 2004 号)

上海市書刊出版业營業許可証出 093 号

上海市印刷六厂印刷 新华書店上海发行所总經售

开本 787×1092 1/32 印張 4 1/16 字數 87,000

1959 年 4 月第 1 版·1959 年 4 月第 1 次印刷

印數 1—3,500

統一書号: 15119·1241

定 价: (十) 0.40 元

前 言

在現代建築工程中，鋼筋混凝土具有十分廣泛的意義和各種不同的用途，它是民用建築和工業建築中承重結構、交通運輸工程和農業水利建設中的一項主要建築材料。鋼筋混凝土在建築工程中所以起着主要的作用，是由於它的通用性和製造過程中有採用廉價材料的可能性。所以，從它的技術特性和經濟指標來衡量，鋼筋混凝土是超過鋼材、木材和其他建築材料的。

根據鋼筋混凝土結構是現場澆制或是預制安裝，又可分為整體式鋼筋混凝土結構和裝配式鋼筋混凝土結構。現時，不論在民用建築或是在工業建築中，裝配式鋼筋混凝土得到了廣泛的應用。為了提前使建築物早日投入生產，目前在全國範圍內正在掀起一個大搞快速施工的高潮。實踐證明，快速施工是當前建築業實現多、快、好、省全面指標的一個重要方法，肯定地說，它將得到大大的推廣。但是大量推行快速施工，以加速工程進度，就需要擴大構件預制裝配的程度，這樣，廣泛採用裝配式鋼筋混凝土結構就更有其特別重要的意義。此外，採用裝配式鋼筋混凝土對於促進建築工業化，施工機械化，提高工程質量和降低工程造價都具有十分顯著的效果。

裝配式鋼筋混凝土結構在建築工程中的應用正在日漸擴大，其中預應力鋼筋混凝土結構隨着建設的迅速發展，同樣被提到日益重要的地位。這裏，擬就裝配式鋼筋混凝土和預應力鋼

筋混凝土的有关基本知識,作一初步的介紹,以使从事建筑工程的专业和非专业人员对它有一个概要的了解,从而更好地发挥它在建設工作中的作用。由于匆促編写,不当之处,尚望予以批評指正。

編 者

1959 年 2 月

目 录

前 言

一、钢筋混凝土施工工艺	1
(一) 組成混凝土的各項材料	1
(二) 混凝土和混凝土混合物的性質	7
(三) 鋼筋	9
二、装配式钢筋混凝土在建筑中的应用	15
(一) 采用装配式钢筋混凝土的优点	16
(二) 各种装配式钢筋混凝土预制构件	17
(三) 装配式钢筋混凝土结构在建筑中的应用	23
三、装配式钢筋混凝土构件的制造	35
(一) 混凝土混合物的制造	35
(二) 鋼筋骨架或鋼筋網的准备	44
(三) 构件的成型	52
(四) 构件的养护	58
四、露天預制場	62
(一) 露天預制場的建立	62
(二) 蒸汽养护設施	67
(三) 快速脫模	72
五、钢筋混凝土制品的儲存和运输	75
(一) 鋼筋混凝土制品的儲存	75

(二) 鋼筋混凝土制品的運輸	78
六、裝配式鋼筋混凝土結構的安裝	80
(一) 吊裝機械	80
(二) 安裝工作的施工方案和施工準備	84
(三) 安裝舉例	87
(四) 質量要求	96
(五) 安全問題	96
七、預應力鋼筋混凝土結構	99
(一) 預應力的概念	99
(二) 預應力鋼筋混凝土結構應用的材料	102
(三) 預應力鋼筋混凝土結構的應用範圍	104
(四) 預應力鋼筋混凝土結構的施工	108
八、裝配式鋼筋混凝土在建築中的發展遠景	117

一、鋼筋混凝土施工工艺

在叙述装配式鋼筋混凝土以前,先扼要介紹一下鋼筋混凝土施工工艺。大家知道,鋼筋混凝土的质量首先是决定于混凝土和鋼材的物理性能,只有很好地掌握和合理地使用这些組成材料的性能,才能获得坚固耐久和价廉的鋼筋混凝土制品。同时,制品的操作条件如混凝土混合物的拌和、澆灌、捣实、結硬和养护过程等对质量都有直接的影响。只有正确地認識到这些因素的相互关系后,才能获得良好的鋼筋混凝土結構物。

(一) 組成混凝土的各项材料

組成混凝土的材料是水泥、砂、石子(碎石或礫石)和水。水泥和水起水化作用而結硬,坚实地把砂、石材料結合成为一个整体,产生了混凝土的强度。此外,水泥和水結合而成的水泥浆还可减少砂、石材料間的摩擦力,易于得到和易性良好的混凝土混合物,因此可以密实地澆灌在制品的模板中。

在混凝土混合物中采用砂、石材料可以代替和节约其中最昂貴的水泥,通常在混凝土混合物中砂、石材料的含量为90%,水泥浆只为10%。采用砂、石材料既减少了水泥用量,也可以防止混凝土混合物中由于多用水泥浆而可能造成的收縮裂縫。同时,砂、石材料是一种彈性材料,它本身可以阻止混凝土的收縮。

(1) 水泥

在建筑工程中常常采用各种不同的胶結材料。根据它們的性質可分为气硬性和水硬性两类。石灰和石膏是属于气硬性的，它們可以在空气中結硬和保持强度。遇水或潮湿环境即起溶化作用。水泥如矽酸盐水泥、火山灰質矽酸盐水泥、矿渣矽酸盐水泥等是属于水硬性的，它們不但可以在空气中結硬，也可以在水中結硬和保持强度。水硬性胶結材料的强度較气硬性胶結材料为高。最近时期生产的无熟料水泥如石灰燒粘土水泥、石灰火山灰質水泥、石灰炉灰水泥、石灰矿渣水泥和石膏矿渣水泥等也是属于水硬性一类，并正在逐渐被应用于建筑工程中。預制装配式鋼筋混凝土构件，通常是采用矽酸盐水泥、火山灰質矽酸盐水泥和矿渣矽酸盐水泥。在有蒸汽养护的条件下，对于一定的构件也可以采用无熟料水泥。这里仅就矽酸盐水泥和几种无熟料水泥扼要地介紹一下：

矽酸盐水泥 简称普通水泥。凡以石灰石或粘土質类的天然矿物为主要原料，按适当比例配制成生料，經過高温煅燒而得的熟料，再加入适量石膏，最后經過磨制而得的水硬性胶結材料，称为矽酸盐水泥。按国家标准規定，允許按水泥重量均匀地加入不超过 15% 的活性混合材料如磨細粒状高炉矿渣，或不超过 10% 的填充性混合材料如石英石、石灰岩等，仍称为矽酸盐水泥。

矽酸盐水泥的早期强度較火山灰質水泥和矿渣水泥为高，硬化較快；抗冻性較火山灰質水泥和矿渣水泥好；水化热亦較火山灰質水泥和矿渣水泥高；但抗水性則較火山灰質水泥和矿渣水泥差。

矽酸盐水泥的强度标号一般自 200 ~ 600 号。表 1 示不同

标号的矽酸盐水泥强度增长表。

表 1 矽酸盐水泥强度增长表

矽酸盐水泥标号	极限强度 (公斤/平方公分)					
	抗 压			抗 拉		
	3 天	7 天	28 天	3 天	7 天	28 天
200	—	100	200	—	12	18
250	—	140	250	—	12	18
300	—	180	300	—	15	22
400	190	230	400	15	19	24
500	260	350	500	19	23	27
600	300	420	600	21	27	32

水泥和水調制以后就开始結硬,在适宜的条件下要繼續一个时期,但是强度的增长只是在第一阶段結硬时期內进行得比較迅速,以后就要迟緩一些,实际上要延續到五年以后才停止。水泥試件在第一个星期可达到 28 天强度的 50%,随后三个星期結硬时期的强度增长也可达到 28 天强度的 50%。

水泥的磨細程度直接影响水泥的强度。水泥的顆粒越細,它的强度越高,强度的增长也越迅速,这是由于水泥顆粒粒徑减小后,水泥和水所起的水化作用就越充分,速度也加快。水泥强度增长的速度在很大程度上决定了混凝土結硬的速度,这对鋼筋混凝土制品的生产有着十分重要的意义,因为混凝土要求的强度发展越快,則生产工艺过程的时间可以縮短,制品的成本也就可以降低。所以,在发展鋼筋混凝土的同时,如何創制快硬水泥是关系着水泥和混凝土工艺至为重要的一个課題。正确地选择生产水泥的原材料和水泥更細的碾磨可以达到快硬早强的要

求。

按建筑材料标准 101-56 的规定、矽酸盐水泥初凝时间不得早于 45 分钟，终凝时间不得迟于 12 小时。

石灰燒粘土水泥 石灰燒粘土水泥是无熟料水泥的一种，这类水泥是掺用石灰以代替矽酸盐水泥熟料，所以叫做无熟料水泥，亦可称为代水泥。共同磨細石灰、少量的石膏和預先在 $600 \sim 800^{\circ}\text{C}$ 温度下煅燒的粘土所得的一种水硬性胶結材料，就叫做石灰燒粘土水泥。石灰燒粘土水泥的配合比一般为石灰 20~25%、煅燒粘土 75~80% 和石膏 2~5%，均按重量計算。

石灰燒粘土水泥的生产过程比較簡單，只要把在 $600 \sim 800^{\circ}\text{C}$ 的温度下煅燒过的粘土、石灰和石膏混合在一起，在碾磨設備，最好在球磨机中磨細混合物就成，这样磨細的石灰燒粘土水泥就可貯存备用。

石灰矿渣水泥 共同磨細或分別磨細然后仔細混和的粒状高炉矿渣、石灰和石膏所得的一种水硬性胶結材料，叫做石灰矿渣水泥。由于全国高炉具有丰富的矿渣原料，因此利用矿渣制造石灰矿渣水泥，既可減輕生产成本，又可大大地扩大了这种胶結材料的使用范围。石灰矿渣水泥的配合比一般为石灰 15~30%，矿渣 75~80% 和石膏 2~5%，均按重量計算。

以上两种无熟料水泥的性能是抗水能力較好，和易性好，硬化和凝結均較慢，早期强度低，需水性和干縮性均大，抗冻性差，它們的适用范围是水中和潮湿环境中的一般砌筑工程、低标号无筋混凝土工程以及有蒸汽养护的制品和工程。这种水泥不宜用于干燥以及无保温条件在低温环境中施工的工程。

石膏矿渣水泥 除此以外，还有一种强度較高的无熟料水泥叫做石膏矿渣水泥，也叫做矿渣硫酸盐水泥。这种水泥是以

粒状高炉矿渣为主,加上适当的激发剂(石灰或矽酸盐熟料)和在 $600\sim 750^{\circ}\text{C}$ 的温度下煅烧过的石膏,按适当的比例配合,经过共同磨细而得的一种水硬性胶结材料。它的性能是密实性和不透水性较普通水泥好,抗蚀性能强,水化热低,强度比一般的无熟料水泥高,在低温环境下强度发展慢,对湿度的敏感性较普通水泥大。但是必须注意的是这种水泥不可与其他水泥混合使用。

湿碾矿渣混凝土 在碾磨机中放入矿渣、活化剂、塑化剂和水共同碾磨而得的一种混凝土混合物叫做湿碾矿渣混凝土,一般可采用石灰、石膏或水泥作为活化剂,此外在这种混合物中也可加入一定数量的碎石骨料。湿碾矿渣混凝土经过蒸汽养护可达到较高的标号,如采用加压湿热处理则其强度更高。采用湿碾矿渣混凝土可以不用或少用水泥制成质量良好的混凝土制品。湿碾矿渣混凝土是目前综合利用矿渣的一个重要建筑材料。

(2) 砂、石材料

砂、石材料是组成混凝土的粗细骨料。砂是颗粒粒径从0.15公厘到5公厘组成的疏松的混合物。砂的颗粒级配是它在工艺上和經濟上的重要特征之一。颗粒级配系利用烘干的砂进行筛分析来加以确定,筛孔为5、2.5、1.2、0.6、0.3和0.15公厘。混凝土能否达到规定的强度,在很大程度上是决定于砂的颗粒级配。良好的级配是含有一定数量的不同粒径的颗粒,以使砂的空隙率小,这样用作填充空隙的水泥浆数量也可较少。砂的空隙率一般不应大于40%。

通常采用碎石或砾石作为混凝土的粗骨料,其颗粒粒径自5~150公厘。碎石或砾石的最大颗粒粒径应不超过钢筋间的

最小間距。良好的粗骨料应有最小的空隙率，这就要求在混合物中具有各种不同粒徑的顆粒，空隙率一般不应超过 45%。混凝土的粗骨料还應該是抗冻的，也就是在饱和水状态下，能經受一定次数的冻融循环作用而不致破坏。用作为水工建筑物的混凝土，抗冻性指标是特別重要的，因为在經常处于饱和水的状态下，很可能遭受冻融循环作用。

輕質骨料 装配式鋼筋混凝土肯定地說是我們今后发展的方向，而減輕結構物特別是装配式結構物的重量又是全体建筑工作者的重要任务。減輕結構物的重量是一項具有十分重要意义的工作，这是由于結構物重量的減輕可以相应地縮小結構构件的尺寸和地基基础的型式，大大节省了原材料的使用。減輕結構物的重量对装配式結構而言則更为有利，它可以大大压縮构件的运输和吊装工作量，对快速吊装、快速施工具有显著的效果，此外，对原材料的运输工作也得到很大的节省。总之，減輕結構物重量是具有巨大的技术和經濟意义的，这就需要广泛生产和使用輕質骨料。目前研究成功的輕質骨料有浮石、燒結粉煤灰和燒脹陶粒等。用这些骨料可以制成輕質、高强度的混凝土。

燒結粉煤灰 它是利用火力发电厂的一种廢料——粉煤灰和粘土、木屑配合，經過 1250°C 高温煅烧而成的一种粒料，这种粒料可以根据需要制成不同大小的粒徑。燒結粉煤灰的表面光圓，重量很輕，約为普通石子的一半，可以代替普通石子制成質地良好的輕質混凝土承重构件。采用燒結粉煤灰輕質骨料制成混凝土的强度可以达到 300 号以上。由于这种骨料的粒徑可以根据需要而变化，因而可得到最佳的顆粒級配。这种骨料的吸水性小，可制成和易性极为良好的混凝土混合物。

燒脹陶粒 它是利用粘土和泥炭配合，做成印石狀，經過 1100°C 高溫煅燒而成的一種粒料。它的表面光圓，重量很輕，是一種良好的製造混凝土的輕質骨料。用這種骨料制成的混凝土重量輕、强度高，其他方面的優點和燒結粉煤灰相同。燒脹陶粒可以在迴轉窯、也可以在隧道窯中進行生產。

水 調制混凝土混合物最好採用清潔的自來水，不允許採用泥塘的水和含有油質或雜質的水來調制，否則將大大減低混凝土的強度。

(二) 混凝土和混凝土混合物的性質

混凝土混合物的性質在很大程度上決定了混凝土的性質。一般對於混凝土混合物有流動性以及和易性的要求，這些要求都是在模板中澆灌混凝土時所必需的；此外，混凝土混合物在運輸過程中同樣不應有分層的現象。

混凝土的強度 混凝土的強度是一項最重要的指標，一般用標號來表示。裝配式結構的混凝土標號要稍高些，這樣可減小構件的截面和重量，在構件運輸和吊裝時比較便利。通常混凝土的標號為：受壓鋼筋混凝土構件時，應不低於 200 號，重荷載構件如多層房屋的低層柱或單層廠房承受很大吊車荷載的柱，不低於 300~400 號。受彎構件如梁和板不低於 150 號，薄壁構件時不低於 200 號，預應力鋼筋混凝土構件時不低於 400 號。

在正常和相同的結硬條件下，混凝土的強度主要決定於水泥標號、水灰比、骨料的種類以及結硬時間等。水和水泥的重量稱為水灰比。水灰比的大小與混凝土的強度成反比，水灰比越小，強度越高，但是應保證操作時和易性的便利。現時正在廣泛研究用小的水灰比以提高混凝土混合物和易性的可能性，而采

用塑化剂掺加料如亚硫酸盐酒精廢液是一个良好的方法。塑化剂的掺加量为水泥重量的 $0.15 \sim 0.25\%$ 。掺用塑化剂可以节约水泥用量 10% ，还可以提高混凝土的抗冻性和抗渗水性。

混凝土的密实性 密实性是影响混凝土物理性质的另一因素。粗细骨料配合得合理可获得密实程度较高的混凝土，混凝土越密实，强度就越高。混凝土的密实性和强度同样与混合物的捣实程度有关。装配式钢筋混凝土制品大都采用震动以及震动结合真空和压实的方法进行捣实。

蒸汽养护 为了缩短混凝土制品在工厂中的生产过程，可使制品经受蒸汽养护，其温度在 $80 \sim 90^{\circ}\text{C}$ 左右。采用蒸汽养护有可能使制品的强度在 $10 \sim 14$ 小时以内接近 28 昼夜的强度。在蒸汽养护的同时，也可进行新成型制品的受压加工，制品在八个大气压力下进行加工，蒸汽的温度大约为 170°C 。热压处理不但缩短了生产周期，也节约了水泥用量，还可以部分地用磨细的矿渣代替水泥，得到强度更高的制品。这一方法与以前所述的湿碾矿渣混凝土相类似，虽然目前在装配式钢筋混凝土工艺中还很少采用，但将有着广泛的推广前途。钢筋混凝土制品的热湿加工可以缩短工艺过程，但是生产设备较为复杂，费用较贵。目前，采用快硬混凝土是有可能省去热湿处理的方法之一，用快硬水泥和干硬性混凝土混合物可以制成所要求的快硬混凝土。

混凝土混合物的流动性 混凝土混合物在自重下并不分层而坍落的程度称为它的流动性。混凝土混合物的流动性越高，它的坍落度越大。干硬性混凝土混合物的坍落度为零。塑性混凝土为 $10 \sim 180$ 公厘。选择混凝土混合物的流动性时，应考虑结构的要求和尺寸、钢筋的排列以及混凝土混合物的浇灌方法。

应尽可能选择流动性低的混凝土混合物，但要保证浇灌便利、质量良好。混凝土混合物的流动性与水泥品种、混合物的含水量、水泥浆含量、骨料颗粒的型式和粒度以及砂的含量等因素有关，可参阅有关书籍。

混凝土混合物的和易性 混凝土混合物采用一定的制造方法时，它能够密实地、方便地浇灌在模型中的程度称为它的和易性。混凝土混合物震动的延续时间用秒来表示就是它的和易性指标，测定的方法系将一个圆锥形筒安置在制作混凝土试块的模型内，模型尺寸为 $20 \times 20 \times 20$ 公分，在圆锥形筒内装满混凝土混合物，然后取下圆锥形筒，使装有混合物的模型放在震动设备上经受震动，直到混合物充满模型且其表面呈现水平为止。

(三) 鋼 筋

在钢筋混凝土构件中采用钢筋的主要用途是承受拉应力。个别情况下，在混凝土中使用钢筋同样是为了提高钢筋混凝土制品的受压强度。

屈服限度 屈服限度是钢筋的重要指标。当钢筋试件受到拉力时，它随着荷重的增加而伸长。图 1 示钢筋的应力应变图，垂直轴系表示荷载 P (公斤/平方公分)，水平轴系表示试件在某一荷载时的伸长 ΔL 。曲线 1 表示试件随着荷载的增加而伸长。在试验开始时，它的伸长与荷载成比例(图中曲线的直段部分到点 P_1)；当荷载超过 P_1 时，试件的伸长和荷载间的比例被破坏，从直线段过渡到曲线段部分 ($P_1 P_2$ 部分)；当荷载为 P_2 时，图中形成了一个水平阶段。水平阶段表示荷载虽保持不变而试件仍

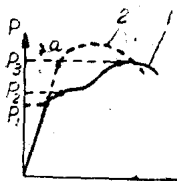


图 1 钢筋应力应变图

1—未经机械加工的钢筋；2—经过机械加工的钢筋

然在伸长, 这样的情况称为钢筋的屈服。相应于钢筋屈服时的荷载 P_2 (公斤/平方公分) 称为屈服限度。

极限强度 继屈服限度以后, 钢筋重又促使承受荷载, 当增加到一定的限度以后, 试件就产生破裂。试件破裂时的荷载 P_3 (公斤/平方公分) 称为极限强度。

钢筋混凝土构件受弯时, 钢筋延伸而承受拉应力。假使拉应力超过了屈服限度, 钢筋就会产生很大的拉伸, 近乎超过屈服限度以前荷载时的拉伸 15~20 倍, 这样, 梁会强烈地产生裂缝, 循着高度而增加。在裂缝以上不大的混凝土受压区域不能承受这样的荷载以致于消失作用, 梁就破损了。所以钢筋混凝土梁的支承能力不是决定于钢筋的极限强度, 而是决定于它的屈服限度。因此, 为了节约钢筋, 应采用有较高屈服限度的钢筋: 屈服限度较低的钢筋应使经受专门的冷加工——机械加强(冷轧、冷拔、冷拉), 使金属内部造成结构组织上的变化而提高钢筋的屈服限度。图 1 中曲线 1 系表示未受到机械加强钢筋的延伸, 曲线 2 系表示同样的钢筋, 但经过机械加强以后钢筋的延伸。经过机械加强钢筋的屈服限度(曲线 2 的点 α) 比未加强的, 能承受更高的荷重而无很大的延伸, 这样就节约了钢筋混凝土制品的用钢量。

钢筋的种类 一般钢筋混凝土结构中采用由不同钢号制成的热轧光圆钢筋和规律变型钢筋以及冷压规律变型钢筋。钢筋和混凝土之间的粘着力在保证钢筋和混凝土相互之间的共同工作中起着十分重要的作用。采用规律变型钢筋以代替光圆钢筋, 可以提高钢筋和混凝土间的粘着力, 降低了受弯构件受拉混凝土部分裂缝的开展。同时, 采用了规律变型钢筋, 由于屈服限度或计算强度的提高, 与光圆钢筋相比较可节约金属 20~25%。