

预应力砌体结构构造和施工建议

王艳玲 吕志涛

摘 要:结合诸方面的研究成果,特别是通过文献[1]中预应力砌体柱偏压试验和预应力砌体墙低周反复荷载试验及设计分析,总结了一些关于预应力砌体构造和施工方面的经验,以作为今后工作的参考。

关键词:预应力砌体 构造 施工

在钢结构、钢筋混凝土结构鳞次栉比的今天,配筋砌体和预应力砌体为设计师们提供了一种新型的、颇具竞争力的结构材料。最近十多年,它的研究与发展已经成为国际建筑工程界关注的热点。本文结合诸方面的研究成果,特别是通过文献[1]中预应力砌体柱偏压试验和预应力砌体墙低周反复荷载试验及设计分析,总结了一些关于预应力砌体设计和施工方面的经验,以作为今后工作的参考。同时结合国内外预应力砌体的研究和实践,就我国现阶段情况下预应力砌体的构造、施工提出了一些建议。

1、预应力材料和砌体截面的选择

1.1 预应力材料

预应力砌体中的预应力筋和预应力混凝土基本相同,可以选用高强钢丝、钢绞线和高强钢筋(如精轧螺旋钢筋 $\Phi 25$)。但根据国外多年的实践经验,竖向后张拉构件建议选择高强钢筋,这是由于砌体的施工过程(即一块一块向上砌)使细软的钢绞线或钢丝束的架设变得十分困难,而高强钢筋的刚度较大,不需要太多的临时支撑,且更容易定位,施工操作相对便捷。

1.2 截面形式

合理的几何截面形状,可以充分发挥砌体材料的性能,达到经济的结构效果。设计以受弯为

主的构件时,要注意提高截面 Z/A 的比值(Z 为截面抵抗矩, A 为横截面面积)。对于一个给定的预压力,增大 Z/A 将使截面产生更大的抗弯能力,提高截面的利用率。因此,在预应力砌体设计中,建议使用几何形截面,如:横隔空心墙截面、带肋墙截面以及 U 形或槽形截面等。其中,横隔空心墙可以看作是一系列相连的空心箱形截面,带肋墙可看作是一系列相连的 T 形截面,墙的转角可看作 L 形截面。一些后张预应力砖墙典型截面的砌筑方式见图 1。

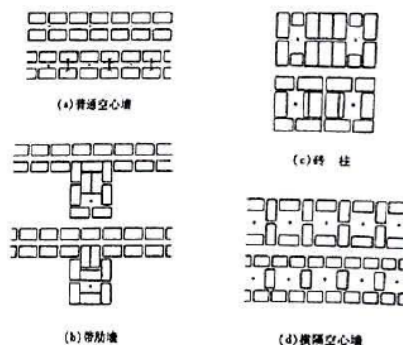


图 1 后张拉预应力砖墙的典型砌筑方式

2、预应力筋的布置

预应力筋的布置对砌体的承载能力有较大影

响。

王艳玲 南京航空航天大学 土木工程应用技术研究 所 博士后
吕志涛 东南大学土木工程学院 中国工程院院士 教授

在竖向偏心荷载或侧向荷载情况下,可以通过一个适当的偏心距来施加后张预应力,预应力筋一般设在截面核心区以内,以保证构件不至因预应力而横向开裂。对于挡土墙以及类似的只在一个方向作用横向荷载的构件,最经济的方法是按最大偏心距施加预应力。其偏心距一般要根据施工实际和构造设计加以修正。

对于反复作用的荷载,如风荷载、地震荷载,通常在截面中心处施加后张预应力,它是以均匀预压力来抵抗外荷载产生的弯曲拉应力,横截面对称的构件,每一表面产生的弯曲拉应力一般大致相等。

非对称截面在反复荷载作用下,结构外表面产生的应力会有相当大的差别,这是由于每一面的截面抵抗矩 Z 不同的缘故。此时,可以采用偏心施加预应力的方法,来提高预应力的使用效率。预应力筋位置示意图如图2。

在预应力砌体柱偏压试验中^[1],我们发现,L形柱部分试件的破坏形式为劈裂破坏,分析其原因是由于预应力施加在L形凹角处,预留管道在凹角处形成缺陷,产生了应力集中。建议实际设计中,可将凹角处的预应力筋一分为二,分别布置在L形的两翼,以防止在转角应力比较复杂的地方产生应力集中,同时可以加大预应力偏心距,提高构件的抗弯能力。

砌体剪力墙中预应力筋的布置可分为集中式和分布式两种。设计时,建议优先考虑分布式布置。从试验结果和有限元分析^[1]可以看到,集中布置预应力筋的墙体,由于砌体的内拱作用,预应力荷载大部分传递到边框两侧,只有很少部分传给了中间砌体墙,预应力主要通过加强构造柱与圈梁“框”的作用,提高了墙体的抗剪能力。而分布配置预应力筋,预压应力向墙体的传递比较均匀,同时,预应力加强了芯柱混凝土对砌体的约束作用,破坏时裂缝细而密,表明预应力及各材料性能的利用率较高。

3 预应力钢筋的连接

在后张法施工的砌体中,应考虑的一个主要

问题就是钢筋自施工截面的伸出长度。从设计的观点来看,并不需要钢筋的连接。但即使施工质量完全符合设计要求,钢筋的连接也还是十分必要的。这对减少施工的复杂性大有裨益,而施工方法的简单化也就意味着工程造价的降低。

对于竖柱或墙,钢筋直径在20mm以下,从施工截面钢筋的伸出长度可以在1.5m~2.0m之间;对大于20mm直径的钢筋,长度可以放至3.0m^[2]。对小型空心砌块,由于是在自身孔洞中布置钢筋,砌筑时砌块要将钢筋套入,其伸出长度建议在1.5m左右,以减少脚手架费用。具体作法可根据实际环境、现场条件及设计要求,本着最简化施工的原则来确定。

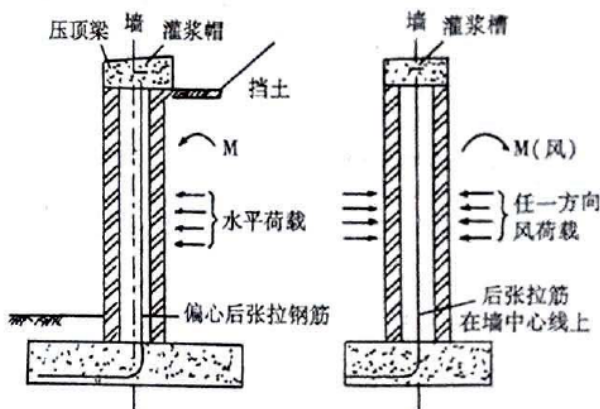


图2 预应力筋位置示意图

预应力筋向上延伸,钢筋的连接可以采用螺纹套筒,但必须确保有足够的锚固长度,以使套筒处的连接能够传递外荷载。

4 锚固

预应力砌体使用的锚具和端部垫块与预应力混凝土基本相同。锚具有锥形锚、夹片锚、墩头锚和螺丝端杆锚具等多种,设计者可以根据各自的适用范围,参照预应力混凝土选择合适的锚具。一般构件上部为张拉端,下部为固定端。固定端有两种锚固方式:一种是用与上部张拉端配套的锚具来固定,锚具和高强钢筋一起浇筑在混凝土中;另一种是直接将预应力钢筋浇筑在下部混凝土基础中,依靠钢筋和混凝土间的握裹力进行锚固。

高预应力度一般采用第一种锚固方式,在选择锚具及锚固方式时,要仔细考虑锚具的施工过程,即施工的可操作性。第二种锚固方式首先要保证钢筋的锚固长度,对此可参照混凝土规范中关于预应力钢筋锚固长度的规定,总锚固长度不应包括包封在保护层内的不粘结长度。这种方式基本上应用于低预应力度的情况。

上部锚固的主要结构要求是允许不受约束地施加预应力,并将这个力按设计要求分布到周围的砌体上。施工中如将预应力筋保护层挤入螺纹中,就会增大扭矩扳手或千斤顶的反力,妨碍预应力的正确施加,故在上部锚固施工中,要考虑钢筋的伸长余量。下部锚固的主要要求是抵抗预应力对锚体的局部作用。锚固必须保证对预应力荷载的抗力不超过锚体的允许粘结应力、剪应力、承压应力等。

5 预应力筋的防护

后张拉钢筋防锈蚀是预应力砌体体系耐久性的主要考虑因素之一,特别是暴露位置,施工细部做得不好,将使预应力筋周围混凝土、砌体产生裂缝或剥落,导致结构性能的丧失。防腐蚀的方法有许多种,如:直接处理钢筋表面,采用涂料或包缠防腐材料以防周围环境的影响;用塑胶套管和外包胶带防护;钢筋施加预应力后采用灌浆保护等。预应力筋防护的典型例子详见图3^[3]。

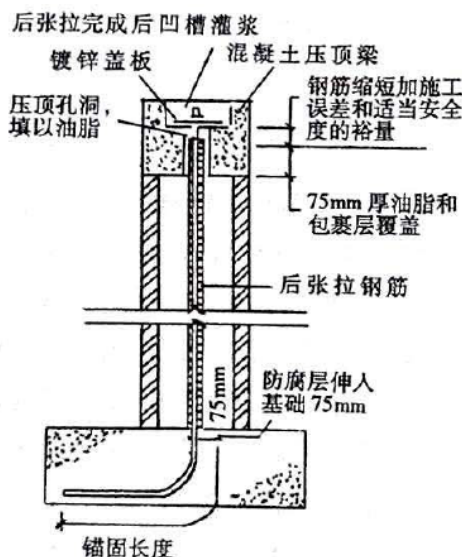


图3 预应力筋锚固、防护细部

6 施加预应力

新建的砌体需要一定的凝固和硬化时间,然后才可施加预应力。从施工角度来讲,越早施加外荷载,施工越快;但从设计角度来讲,砌体养护的时间越长,截面强度越高。一般砌筑后养护14天,可以对砌体施加预应力,冬天需加长养护期。施工后28天,可在砌体上面任何地方施加预应力。

施加较小的预应力,一般体系采用扭矩扳手。较大的可用液压千斤顶。使用扭矩扳手时,为了保证施加正确的预应力,一定要注意:

1. 锚具、剩筋和连接件的螺纹必须干净,且加少许润滑油,使螺母可以自由转动;
2. 所有缝隙、孔洞和预应力筋孔道的净空必须容许张拉筋自由拉伸,同孔道没有摩擦以避免带来不必要的预应力损失。

为了保持张拉筋的预应力值,必须满足以下条件:

1. 砌体的徐变和膨胀应与设计条件一致;
2. 使用的钢材必须与设计中的假设一致;
3. 预应力经过时效损失后,必须再张拉到设计要求值,孔隙灌浆一定在所有的预应力(包括超张拉)施加后进行;
4. 螺母固定,防止任何可能的松动;
5. 一定要有适合设计寿命的防腐措施;
6. 防潮层不应在荷载作用下挤压延伸,避免影响初预应力和损失。

参考文献

- [1] 王艳晗. 预应力砌体柱和砌体剪力墙试验研究与理论分析. :[学位论文]. 南京,东南大学,2001,10
- [2] W·G·柯廷,G·肖,J·K·贝克. 砖石结构设计师手册. 上海:同济大学出版社,1989
- [3] W·G·柯廷,G·肖,J·K·贝克. 配筋及预应力砌体. 北京:中国建筑工业出版社,1992