

真空辅助压浆工艺技术 在南京长江二桥索塔预应力施工中的应用

周明华

提 要 真空辅助压浆工艺的基本原理是在普通压浆工艺基础上,采用真空泵排除孔内空气,使孔道内形成负压 0.1Mpa 的真空度,然后再压浆。同时对压浆材料的配置也作了改进,降低了水灰比,使压浆达到饱满密实的效果。

关键词 真空辅助 压浆工艺 压浆混合料 预应力施工 应用

一、后张预应力孔道压浆的重要性

后张预应力施工中,孔道压浆有两个重要作用:一是保护预应力钢筋不过早锈蚀;二是保证预应力筋与砼共同工作,更好地发挥预应力的有效作用,增强预应力结构的耐久性。要达到这两个目的,孔道压浆必须密实、饱满才能做到。然而在具体工程施工中,孔道压浆往往不被人们重视,或者说施工比较马虎,随机性比较大,使孔道压浆质量很差。导致大部分预应力结构过早开裂,尤其是承受动荷载的大跨度桥梁结构,普遍出现裂缝,预应力筋过早锈蚀,严重影响结构的耐久性,寿命缩短,令人担忧。1998年在荷兰召开的 FIP 国际预应力学术讨论会上,压浆技术研究成为热点问题。瑞士 VSL 公司推出的真空辅助压浆工艺技术得到了与会专家们的认可。近几年在欧洲国家已普遍推广应用。南京长江二桥斜拉桥索塔预应力施工中,为保证孔道压浆质量,在国内首次引进了该项新技术,并获得成功。

二、真空辅助压浆工艺的基本原理和技术要点

2.1 基本原理

在普通压浆基础上,采用真空泵排除孔内多余空气,使孔内形成 0.1Mpa 的负压,然后再压

浆,操作时,抽真空与压浆是一个连续过程,从而使孔道压浆达到饱满而密实的效果。

2.2 解决的两项关键技术

1. 采用真空泵排除孔内多余空气,使孔形成负压,消除普通压浆方法引起的不饱满。尤其对超长孔道和小曲率半径孔道及扁管孔道的压浆极为有利。

2. 压浆混合料的功能开发和配合比设计,作了突破性改进,并大幅度降低水灰比,使压浆密度获得了理想效果。

2.3 成功的真空辅助压浆工艺取决于对四个要素的控制

1. 预应力筋孔道,不管使用何种留孔材料成孔,不允许有裂缝或存在其他任何缺陷,必须保证有足够的密封度。采用真空泵排除多余空气后,孔道内能维持 0.1Mpa 的负压的真空度。

2. 孔道内,经过清孔,不允许有水。

3. 按设计的压浆混合料和水灰比配制后的浆体中不允许有空气,并保证有足够的稠度和流动度。

4. 配置好的浆体温度必须在 25℃ 以下,若大于 25℃ 浆体会过早凝固,稠度增高,流动度降低,对压浆不利。高温季节施工时必须采用冰块降温,拌和水的温度降至 5℃~7℃ 为宜。

2.4 压浆混合料的设计、配置和技术要求

1. 技术要求

要保证后张法中的孔道压浆质量,压浆工艺和方法固然重要,压浆混合料的设计和配置更为重要。孔道压浆作为空隙填料,其有效性主要取决于浆体材料的化学、物理性能。要求浆体材料必须具有几方面的功能,除了具有足够的粘结强度以外,浆体必须保证有良好的防腐性能(不渗透氯离子和高电阻性)和良好的稠度,不析水、离析,不收缩或低收缩。同时还必须具有足够的流动性,保证压浆持续过程的正常进行。

2. 压浆混合料的设计和配置功能

普通硅酸盐水泥:PⅡ—525R,作为粘结作用的基本材料。

掺合料 I (Flowcable):为粉末状,主要成份有硅末或粉煤灰、微量铝粉等组成。其主要功能:增塑、抗折水及离析、抗收缩,其掺合量为水泥用量的 3%。

掺合料 II (Plozzlith 300R):为液体状。其主要功能:缓凝作用并具有抵抗腐蚀的功能,其掺合量为 4 毫升/公斤水泥。

拌和水:生活用水,要求无污染,无有害矿物质特别是氯离子。水灰比控制在 0.33。

3. 浆体的拌和程序

采用经过计量认证的台秤,将水泥和掺合料 I 按设计重量比称料,加入拌浆机内干拌均匀,然后按水灰比 0.33 的比例加水拌和,同时以量杯计量加入掺合料 II 即缓凝剂,继续拌和均匀。

4. 对浆体拌和后的检测

①检测浆体的稠度和流动度,必须控制在 20—24 秒为宜。

②检测拌和后的浆体温度不大于 25℃,若大于 25℃时为废浆。

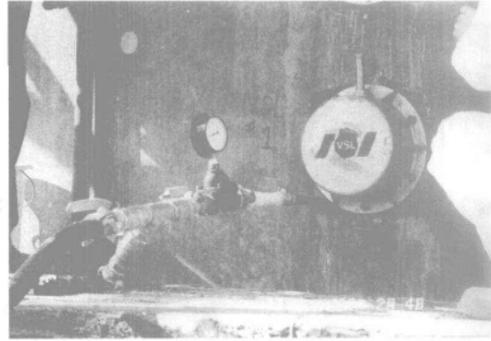
2.5 真空辅助压浆工艺设备的组成及现场装备工艺流程

1. 真空辅助压浆工艺设备的组成和现场施工工艺装备流程图,见图 1 和图 2。

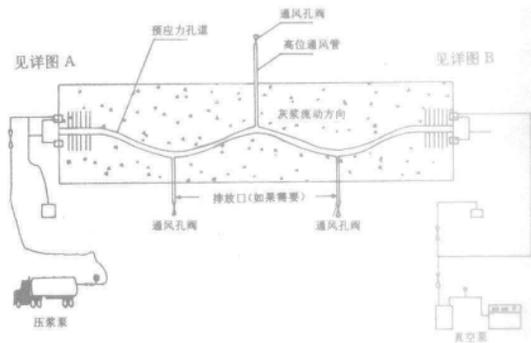
2. 砼结构两端锚具处设置密封盖帽,见照片 1。主要目的是锚具防锈,孔道压浆时防止漏浆。

三、真空辅助压浆施工程序

1. 按图 1 和图 2 现场装备工艺流程,首先关



照片 1



真空辅助压浆工艺流程图

图 1 真空辅助压浆操作布置图

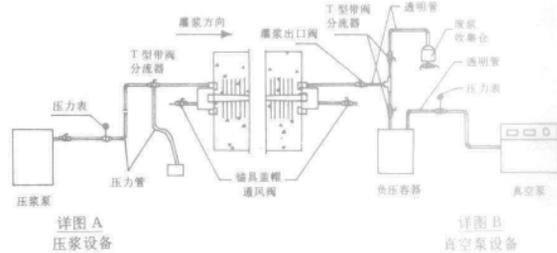


图 2 真空辅助压浆两端工艺组成详图

闭除与真空泵连接外的所有压浆口、通风口、排水口、出浆口等的气密阀,然后启动真空泵,从孔内排除空气。若真空压力达到 0.095Mpa 的负压时,表明孔道密封度良好。如果达不到 0.095Mpa 的负压,表明孔道内密封不严。

2. 孔道在负压下,将浆体用压力泵送入孔内,压浆过程可通过透明出浆管得知。压浆过程连续进行,直至浆体从出浆口进入负压容器,当流出浆体达到合适稠度时,关闭出浆口阀门。

3. 在压浆泵正压力下,打开通风孔排水孔关闭的气密阀,在锚端盖帽进浆口和通风孔处压入一定量的浆体,关闭阀门。

4. 当孔道压浆加压到 0.04Mpa 正压时,在加压情况下,关闭进浆口阀门之前持续一定时间(按设计或规范要求,一般 1~2 分钟)。

5. 在压浆的同时,用拌好的浆体制作试块,以检查浆体的抗压强度是否达到设计强度。

四、真空辅助压浆技术在南京长江二桥斜拉索塔桥预应力孔道压浆中的应用

4.1 索塔上塔柱 1:1 模型 U 形预应力孔道压浆操作工艺试验

南京长江二桥在国内首次引进 VSL 公司的真空辅助压浆技术,为保证索塔上塔柱 U 形预应力孔道(图 3)的压浆质量,对引进新技术的可操作性进行了现场操作工艺试验,并与普通压浆工艺进行对比。

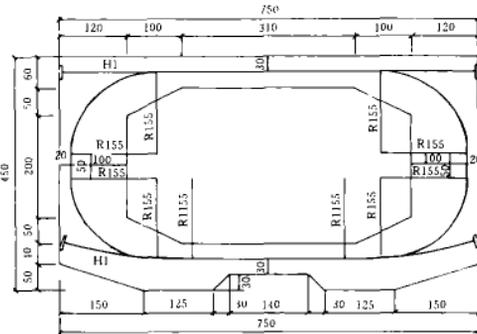


图 3 南京长江二桥上塔柱周壁内 U 形预应力束布置

1. 真空辅助压浆工艺试验及试验结果

孔道编号:5、6、7、8 孔道材料:PT-PLUS 塑料波纹管

测试日期:99.2.4

水泥生产厂家	江 南 水泥厂	水泥品种与 强度等级	普通硅酸盐 水泥 P I -525R
水泥生产日期	98.12	水泥进场日期	99.1
水灰比	0.33	水泥浆流动度	20-22 秒
外加剂名称	Flowable plozzlith 300R	外加剂生产厂家	VSL 公司
外加剂生产日期	98.12	外加剂掺加量 (%)	Flowable 水泥用量的 3% Plozzlith4 毫升/公斤水泥
水泥浆设计强度	50#	水泥浆实测强度	R ₃ 平均值 30.7Mpa R ₇ 平均值 57.2Mpa
真空辅助压浆效果	从解剖试验结果来看,饱满度、密实度均优于普通压浆。		

2. 普通压浆工艺试验及试验结果

普通压浆试验。主要探索真空辅助压浆技术的国产化,采用国产材料配置,大幅度降低水灰比,并用普通压浆工艺压浆与 VSL 的新工艺的压浆效果作对比。

孔道编号:1、2、3、4 孔道材料:钢管、金属波纹管

测试日期:99.2.6

水泥生产厂家	江 南 水泥厂	水泥品种与 强度等级	普通硅酸盐 水泥 P I -525R
水泥生产日期	98.12	水泥进场日期	99.1
水灰比	0.336	水泥浆流动度	20-24 秒
外加剂名称	IM-Ⅱ	外加剂生产厂家	江苏省建科院
外加剂生产日期	99.1	外加剂掺加量(%)	水泥用量的 12%
水泥浆设计强度	50#	水泥浆实测强度	R ₃ 平均值 30.3Mpa R ₇ 平均值 63Mpa
压浆效果	从解剖试验结果来看,灌浆饱满度是好的,密实度稍差。		

4.2 索塔上塔柱实际施工中真空辅助压浆的应用效果

1. 真空辅助压浆的高空作业施工进度顺利

南京长江二桥索塔上塔柱距离地面高度 125m~195m 之间,有效工作面很小,施工难度较大。由于通过 1:1 模型操作工艺试验,操作人员取得了有素的训练,实际高空作业压浆时,进展比较顺利。这里特别指出的是上塔柱施工时,正值南京夏季高温季节,而操作工艺试验时为冬季,所以压浆混合料配置时与冬季有所区别,除了降低水温之外,将水灰比由 0.33 调整为 0.35,浆体流动度控制在 20~26 秒,使浆体的泌水率、收缩率之和与膨胀率相等。

2. 压浆后的效果

压浆后,打开锚具密封盖帽的出气塞检查,发现只有 10%左右的锚头有约 1mm 的顶端空隙,表明饱满度很好。再通过对压浆密实度的各项检查后,均优于普通压浆效果。由于夏季高温,水泥浆 3 天后实测强度均大于 50Mpa。

五、结论

1. 真空辅助压浆的两项关键技术:一是采用真空泵排除预应力孔道内的多余空气,维持负压 0.1Mpa 的真空度,保证孔道压浆饱满度;二是压浆混合料的设计和配置,有严格的技术和功能要求(详见 2.4),并大幅度降低水灰比(0.33),才能保证压浆的密实度。两者中,压浆混合料的配置是最重要的技术,真空压浆只是辅助手段而已。

2. 真空辅助压浆工艺设备的配置和现场装备工艺流程对保证压浆质量至关重要。

3. 成功的真空辅助压浆工艺取决于四个要素的控制,详见 2.3。

4. 浆体的配置要重视温度影响,尤其在高温季节要采取降温措施,拌和水温度在 5℃~7℃为佳。

5. 从两种压浆对比试验来看,真空辅助压浆技术国产化是完全有可能的。压浆设备没有问题,主要是压浆混合料的功能设计与配置以及控制低水灰比。