

钢筋套筒灌浆连接技术 及其在桥梁工程的应用研究

陆绍辉

(柳州欧维姆结构检测技术有限公司 广西柳州 545006)

摘要:钢筋套筒灌浆连接技术是近年来在我国发展应用的新型钢筋连接方式,介绍了钢筋套筒灌浆连接技术的国内外发展现状和钢筋套筒灌浆连接接头的构造,对灌浆料进行试验研究,基于S6公路上一座桥梁工程,对钢筋套筒灌浆连接技术在实桥中的应用进行了研究,取得了良好的效果,可为同类型的工程应用提供参考。

关键词:钢筋套筒灌浆连接 桥梁工程 施工工艺

DOI: 10.13211/j.cnki.pstech.2017.05.005

钢筋套筒灌浆连接技术是近年来在我国发展应用的新型钢筋连接方式,主要应用于装配式混凝土结构中竖向钢筋对接,将带有内螺纹的灌浆套筒预埋在预制混凝土构件端部,连接时,在灌浆套筒中插入带肋钢筋,并灌满钢筋连接用套筒灌浆料,利用灌浆料硬化后对钢筋的握裹力来实现钢筋与套筒间的力传递。

钢筋套筒灌浆连接技术在国外已有数十年发展历史,其由美国工程院院士余占疏博士于1960年发明^[1],从二十世纪六、七十年代开始,在欧美得到广泛的应用,至今已积累了大量的经验,相关标准、规范都很完善。日本在欧美的技术基础上,结合自身要求,在装配式混凝土结构体系整体性抗震和隔震设计方面取得了突破性进展^[2,3]。

近年来,国内对该技术也做了一定的研究,并在房建工程、海洋建筑工程中进行了应用^[1,4],但相对国外而言,国内相关的研究和应用目前尚处于起步阶段,综合技术水平有待提高,相关标准、规范、施工工法等均有待完善。

1 钢筋套筒灌浆连接接头构造

钢筋套筒灌浆连接接头构造图见图1。

连接套筒:连接套筒一般采用球墨铸铁精铸而成,也可采用钢材加工成型,其材料性能应达到以下指标:球墨铸铁灌浆套筒的材料性能:抗

拉强度 $\sigma_b \geq 550\text{MPa}$,钢质机械加工灌浆套筒的性能指标:抗拉强度 $\sigma_b \geq 600\text{MPa}$ 。

密封环:密封环采用橡胶注塑成型,主要用于预制混凝土构件时,对钢筋的定位及防止水泥浆流入套筒。

端盖:端盖一般采用橡胶或聚氨酯等弹性体注塑成型,其作用是防止干接缝处的垫层砂浆在装配过程中被挤入套筒内腔。

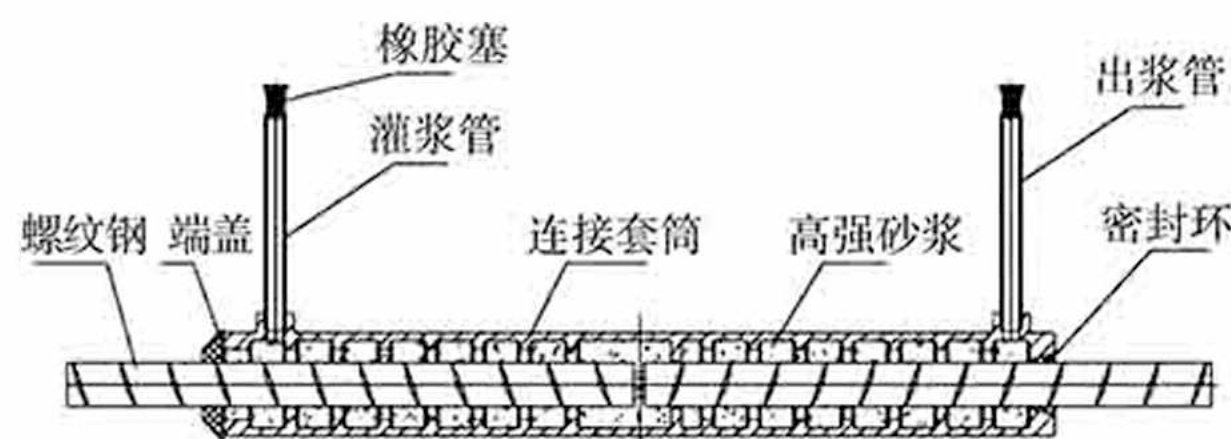


图1 钢筋套筒灌浆连接接头构造图

2 灌浆料及其试验研究

2.1 灌浆料简介

钢筋连接用套筒灌浆料是一种以水泥为胶凝材料,配以适当比例的细骨料、矿物掺合料、外加剂等,按一定的水灰比加水搅拌后,具有高早强、超高强、大流动度、微膨胀、低收缩等性能的灌浆料,简称“套筒灌浆料”。

套筒灌浆料主要用于填充连接套筒与钢筋间的空隙,并在硬化后,通过其作用于钢筋及套筒的机械咬合力、胶结力及摩擦力来完成接头的连接。作为装配式混凝土结构的连接节点,其力学

转自《江西建材》2016年第11期

性能、耐久性等都直接影响到工程的质量，是装配式混凝土结构的关键技术之一，其性能应符合规范规定。灌浆料基本技术性能见表1。

表1 灌浆料基本技术性能

检测项目		性能指标
流动度/mm	初始	≥300
	30min	≥260
抗压强度/MPa	1d	≥35
	3d	≥60
	28d	≥85
竖向膨胀率/%	3h	≥0.02
	24h与3h差值	0.02~0.5
氯离子含量/%		≤0.03
泌水率/%		0

2.2 灌浆料试验研究

2.2.1 原材料选择

(1) 水泥选择：根据套筒灌浆料所需性能，选择以后期强度高的普通硅酸盐水泥为主要胶凝材料，但因普通硅酸盐水泥以 C_3S 、 C_2S 为主，早期强度不能满足套筒灌浆料的需求，为使早期强度达到要求，再辅以一定量的硫铝酸盐水泥进行复配，硫铝酸盐水泥以水化速率快的 C_4A_3S 为主，早期强度高，3d可达到标号，但后期强度发展不足，甚至会出现强度倒缩现象，且因其液相碱度较低，不足以在钢筋表面形成钝化膜，不利于钢筋的保护。(2) 细骨料选择：骨料选用一定级配的高纯度石英砂，考虑到需要压力泵送，粒径范围需进行控制。(3) 矿物掺合料选择：矿物掺合料在灌浆料中起填充密实作用及微集料作用，还有一定的表面吸附作用及火山灰活性，这些功能可改善灌浆料内部孔结构，影响胶凝材料的水化进程，改善水化产物的组成及结构，优化界面过渡区的结构与性能，最终提高灌浆料的综合性能。根据各种矿物掺合料的特性，最终选择了粒度为200~500目，二氧化硅含量≥99.5%的石英粉；粒度为800~1500目，二氧化硅含量≥99.5%的硅微粉，堆积密度≥600kg/m³，活性二氧化硅含量≥92%的硅灰。(4) 外加剂选择：为达到灌浆料的各项性能，需加入外加剂进行改善。外加剂是以硫铝酸钙基复合膨胀剂和

聚羧酸减水剂粉剂为主，再辅以耐碱、耐高温且同时具备亲水基和亲油基的聚醚改性硅表面活性剂，以及葡萄糖酸钠、氧化锌等数种化学试剂复配而成。

2.2.2 实验结果

最终做出灌浆料性能指标如下：1d强度≥50MPa，3d强度≥80MPa，28d强度≥120MPa，56d强度≥28d强度，出机流动度≥330mm，30min流动度≥280mm，对 $\phi 20$ 带肋钢筋握裹强度≥25MPa，在压力泵送下不会出现离析、分层现象，配套OVM生产的 $\phi 40$ 灌浆套筒做单向拉伸试验、高应力反复拉压试验、大变形反复拉压试验，均能满足JGJ107-2010规范中对I级接头的规定。

3 工程应用

3.1 工程概况

S6公路是上海市高速公路网三联中的一联，东起S20公路北段西端，向西跨越S5公路，西止G15公路，全长约11.77km。主线道路以高架桥梁形式为主（高架桥总长约9.6km），沿线设置外环高速、沈海高速两座枢纽立交以及浏翔公路、永盛路两座菱形立交。主线采用高速公路建设标准，设计车速100km/h，双向6车道；匝道设计车速40~60km/h；地面辅道采用城市次干路标准，设计车速40km/h。

该工程共有7根立柱、2片盖梁采用钢筋套筒灌浆连接，连接钢筋采用 $\phi 40$ HRB400，每个拼接面用28套钢筋灌浆连接接头。工程拼装示意图见图2。

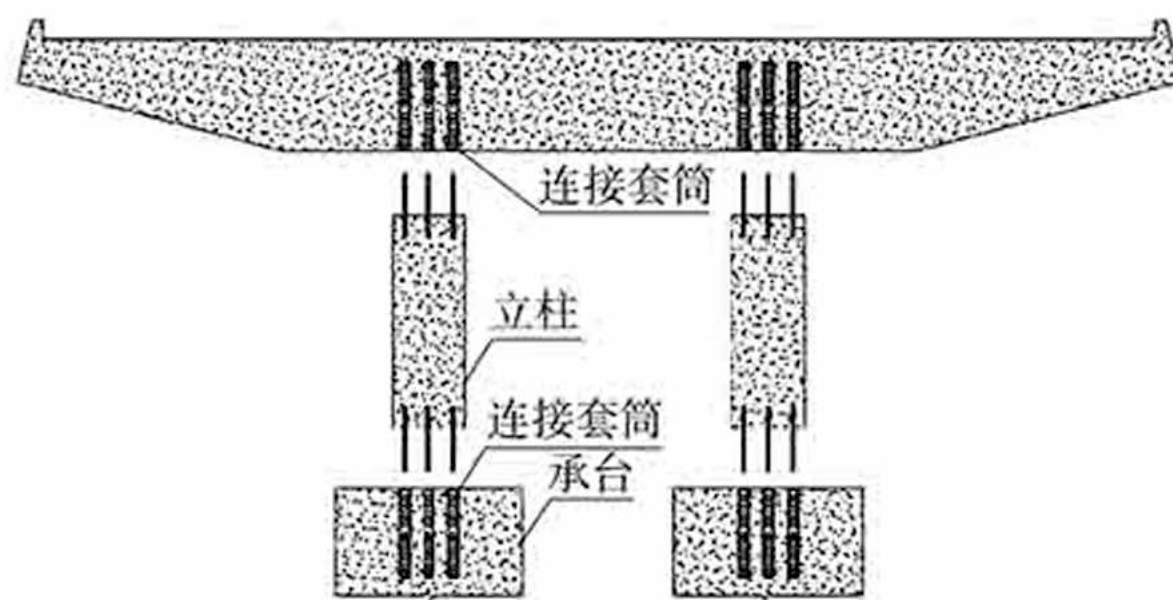


图2 工程拼装示意图

3.2 施工工艺流程

钢筋套筒灌浆连接技术工艺流程如下：

(1) 混凝土构件预制；(2) 拼接面处理；

(3) 预拼装; (4) 铺垫层砂浆; (5) 拼装;
(6) 调整垂直度; (7) 养护垫层砂浆; (8)
拌合套筒灌浆料; (9) 连接套筒灌浆。

3.3 施工具体步骤

(1) 混凝土构件预制。将连接套筒与钢筋按图定位绑扎, 用密封环、橡胶塞等将套筒密封, 接缝处需涂抹胶黏剂密封, 以防水泥浆从缝隙处渗入套筒内腔, 密封完毕后倒入混凝土, 养护成型以待装配, 混凝土构件预制见图3。

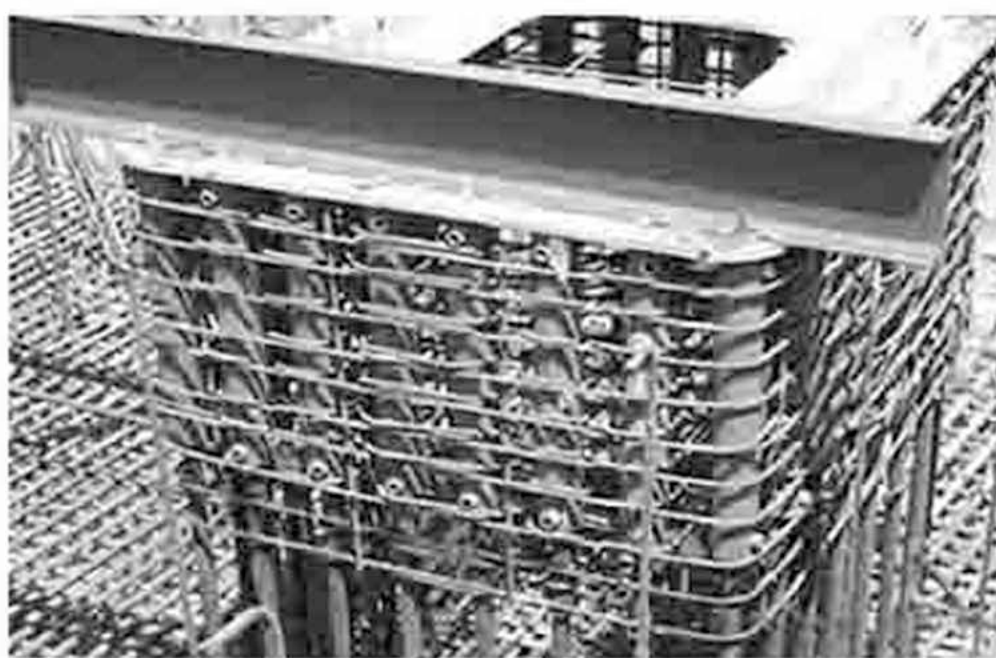


图3 混凝土预制构件

(2) 拼接前处理。吊装拼接前, 需对承台及立柱的拼接面进行凿毛处理, 并清洗表面浮灰、松动碎石等, 拼接面在吊装前1小时内应保持湿润, 且不得出现明水。拼接前处理见图4。



图4 拼接前处理图

(3) 做干接缝。在承台拼接面放四氟板, 用于调整立柱基本垂直度, 做好套筒拼接口密封工作, 将搅拌好的C60垫层砂浆铺到承台拼接面上, 砂浆厚度略高于设计厚度, 以保证拼接密实。

(4) 拼装。将预制好的立柱吊装至承台拼接面上方, 完成对中后缓慢落下, 用经纬仪测量, 并用手动千斤顶调整垂直度。拼装示意图见图5。



图5 拼装示意图

(5) 制浆。将套筒灌浆料倒入特制的高速搅拌机, 加入一定量的拌合水, 搅拌至规定时间, 取样做流动度检验。制浆过程图见图6。



图6 制浆过程图

(6) 灌浆。将制好的浆液倒入螺杆式灌浆泵, 以8L/min的排量进行套筒的灌浆, 灌浆泵排量不能过大, 否则易使套筒填充不满。

4 结语

装配式混凝土结构凭借其远短于现场浇筑的施工周期、工程质量易控制、现场污染少等优势, 在土木工程中具有广阔的应用前景, 钢筋套筒连接技术作为装配式施工的关键技术之一, 其在S6高速公路工程的成功应用, 可为今后该技术在其它桥梁工程的应用提供了借鉴参考。

参考文献

- [1] 吴子良. 钢筋套筒灌浆连接技术[J]. 住宅产业, 2011(6): 59-61.
- [2] 李晓明. 装配式混凝土结构关键技术在国外的发展及应用[J]. 住宅产业, 2011(6): 16-18.
- [3] 蒋勤俭. 国内外装配式混凝土建筑发展综述[J]. 建筑技术, 2010(12): 5-8.
- [4] 韩瑞龙, 施卫星, 周洋. 灌浆套筒连接技术及其应用[J]. 结构工程师, 2011(3):