

装配式桥墩的关键抗震构造措施研究

李瑞生

安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司；公路交通节能环保技术交通运输行业研发中心

摘要：为了进一步探索提升装配式桥墩抗震性能的具体构造措施，本文首先对装配式桥梁的技术特点进行了分析，认为连接位置是装配式桥墩抗震设计的薄弱点，并分别对桥墩节段以及与盖梁、桥墩与基础之间的连接进行了系统的研究，旨在促进我国装配式桥梁设计事业的发展。

关键词：装配式桥墩；加固；抗震构造

装配式结构是在工厂内预制加工所生产出来的，其成型质量相比于现场浇筑具有较大的优势。随着我国桥梁工业化进程的全面推进，装配式桥梁建设也已经开始大范围推广开来，基于此种情况，在本文的研究当中笔者将结合自己的实际工作经验对装配式桥墩的关键性抗震构造措施进行研究与分析。

一、装配式桥墩的技术特点分析

在对装配式桥墩的抗震构造措施进行研究之前，首先要明确装配式桥墩的主要技术特点，具体而言主要包含以下几个方面内容：（1）墩身节段的构造必须要完全统一，只有这样才能尽量减少模板的生产量，同时尽量成批的生产出更多的预制产品，同时也只有这样才能更好的进行质量管控；

（2）连接设计也必须要实现设计标准化。标准化的设计能够最大程度上降低现场工作量，同时也更能有效满足结构的受力性能。桥墩一般均为混凝土结构，必须要确保纵向受力钢筋的上下连通，从而确保整体结构在地震、冲击荷载下具备足够的延性与稳定性；（3）桥墩的抗震性能是预制结构设计的关键影响因素。现浇结构由于钢筋均是连续的，因此，在地震作用下的变形大多是延性变形。然而，预制结构的连接在地震作用下会在下部出现塑性铰，并在接缝处张开。在设计中必须要确保预制构件的抗震性能必须要得到有效保障才能确保结构的安全性。由此可见，桥墩抗震设计的关键构造措施主要集中在桥墩不同部位的连接构造，在下文当中也将针对不同连接部位对具体的连接构造措施展开论述。

二、桥墩节段以及与盖梁的连接构造措施

（一）连接构造形式

预制桥墩必须要与盖梁连接起来，同时预制桥墩不同之间也必须要稳妥的连接起来，实际上这两种连接方式并无明显差异性。为了确保连续的可靠性与稳定性，一般情况下往往采用套筒连接或者后张预应力连接的方式进行连接。此外，为了满足桥墩节段的运输需求，预制构件在设计时必须要考虑我国公路运输的实际要求，一般情况下，预制构件最大的宽度不得超过4.2m，同时最大节段重量也必须要控制在45t之内，预制构件的高度则必须控制在3m以内。与此同时，为了确保拼装连接位置能够更好地连接起来，接缝位置往往采用键齿状的方式，最终选择采用后张预应力或套筒+环氧树脂的方式进行连接。

（二）灌浆套筒之间的连接

钢筋连接是预制墩节之间连接的关键所在，钢筋连接则必须要精准定位钢筋之间的搭接。通常情况下灌浆套筒的连接往往选择优质结构钢，其中一端为中空结构，往往通过灌注高强无收缩水泥来实现，另一端则通过内外螺纹进行连接，墩身上下的精轧螺纹钢则通过套筒直接连接，在完成连接之后，还需要在套筒内部灌浆，从而使得节段之间能够形成整体。灌浆套筒的最大优势主要体现在良好的延性，同时施工的精度也能得到有效控制。此外，由于套筒的强度能够达到普通钢筋的1.5倍以上，通过灌浆套筒连接能够有效转移薄弱部位，在地

震作用下结构整体的抗弯与抗剪能力。但是相对于其他连接形式，灌浆套筒连接的抗震延性稍显不足，这主要是由于在接缝张开之后，钢筋连接器内部存在较大的应力集中，会使得其抗震耗能能力快速下降，最终使得延性变形能力下降。因此，灌浆套筒建设不适用于高抗震等级的桥墩连接。

（三）后张预应力连接

后张预应力连接能够将所有的墩身节段连接成一个整体，可以通过施加预应力的方式来提升接缝的连接刚度，从而使得结构的复位能力得到全面提升。为了满足桥墩连接部位的耗能需求，一般情况下需要在接缝位置布设一定数量的钢筋，从而满足接缝耐久性设计需求。此外，为了满足接缝结构使用需求，还必须要采用环氧树脂粘结墩身节段的接缝位置，在必要的情况下还应当适当提升接缝位置的抗剪承载力。

三、桥墩与基础的连接构造措施

预制墩柱与承台连接也是该装配式工艺的重点和难点，目前有现场浇筑和承插连接两种方法。现场浇筑跟传统的浇筑工艺相同，通过在承台顶部和预制墩柱底部分别预留连接钢筋，带墩柱吊装到位进行浇筑，往往具有施工量大、人力要求多、连接质量难以保证等特点。承插式是近年来发展的墩柱与承台连接方式，目前也主要有后张预应力连接和灌浆套筒连接两种方式。

后张预应力连接则是利用预应力钢筋将墩身节段与基础连接起来，同时采用钢筋连接器对普通钢筋进行截断与连接处理。预应力能够在一定程度上提升墩身的可复位能力，从而增加结构的耗能能力。若采用灌浆套筒连接，同样也会存在接缝位置耗能能力不足等问题。

承插式连接的根本原则是在承台上预留插孔，在后期施工时将预制墩柱插入到插孔之中，并需要在插孔底部铺设砂浆用细石混凝土填充。随着旋转成型工艺等现代化技术的应用，钢筋焊接的牢固性得到了大大提升，规范化设计程度也逐步增强，这些都在很大程度上减少了实际工作量。

当前阶段，大多数装配式预制桥墩设计中，预制墩柱与基础的连接依然还是采用传统的湿接头，这主要是由于当前阶段我国装配式预制桥梁设计的起步相对较晚，对于装配式接缝的研究还不够深入，在工程经验方面也有所欠缺，出于多种考虑只能选择较为常用的湿接头。此种接头形式不利于结构耗能能力的提升。在未来，随着后张预应力连接以及承插式墩柱连接应用范围的进一步推广，装配式桥梁结构的抗震性能必将得以进一步提升。

参考文献

- [1] 蔡叶澜. 采用灌浆波纹管连接的预制拼装双柱式桥墩抗震性能研究[J]. 福建交通科技, 2020(03): 93-98.
- [2] 黄鹤, 秦攀, 黄汉义. 新型桥墩模型在钢筋混凝土桥梁结构中的应用研究[J]. 中外公路, 2020, 40(03): 137-141.
- [3] 邵长江, 漆启明, 韦旺, 肖正豪, 何俊明. 矩形混凝土空心墩延性抗震性能试验研究[J/OL]. 西南交通大学学报: 1-9
- [4] 欧智菁, 谢铭勤, 秦志清, 林上顺, 俞杰. 带钢管剪力键的装配式混凝土桥墩抗震性能研究[J/OL]. 西南交通大学学报: 1-9
- [5] 陈嘉佳, 马玉宏, 黄金, 赵桂峰. 基于橡胶隔震支座老化作用的近海隔震桥梁地震响应时变规律[J]. 科学技术与工程, 2020, 20(13): 5247-5254.