

钢管混凝土混合结构设计原理及其在桥梁工程中的应用

李振宇 盖志伟 王轩隆

郑州华路兴公路科技有限公司 河南 郑州 450000

【摘要】随着我国经济水平的快速发展,相应的工程建设也得到了不同程度的提升。由于我国国土面积辽阔,且很多城市都处于地震带中,因此当前的工程建设材料中对于其抗震属性给予了较高的重视程度,钢管混凝土作为混合高性能结构具有较为有效的抗震性能,在实际的桥梁工程中具有广泛的运用基础。

【关键词】钢管混凝土;钢管混凝土混合结构;设计原理;桥梁工程

1 引言

在当前的结构工程领域中,组织结构和混合结构是研究和应用的重要课题之一。组织结构往往是通过不小于两种材料,通过在构件层次上的方式进行组合,形成全新的特性和功能的结构,一般来说其包括钢-混凝土组合板、型钢混凝土等。而混合结构中,主要是由各种材料的部件或结构构件进行相应的混合形成,换句话说,混合结构的原理就是在结构、结构体层次对结构构件或是部件进行一定的组合。

2 钢管混凝土混合结构的工作设计机理

根据钢管混凝土混合技术的设计激励以及在实际工程中的使用情况进行研究,完成了中国工程建设标准化协会标准 T/CECS 625-2019《钢管再生混凝土结构技术规程》、中国工程建设标准化协会标准 T/CECS 663-2020《钢管混凝土加劲混合结构技术规程》等相关法律法规的制定工作,随着时代科学技术的水平的不断发展,钢管混凝土技术在实际的桥梁建设工程中不断进行完善,在实际的工程中通过对实际问题的分析和总结,将钢管混凝土这一新型技术持续改进,为技术的进一步发展奠定了较为坚实的科学理论基础。而随着钢管混凝土混合结构的进一步推广和使用,高强钢材(屈服强度在 460MPa 以上)以及高强混凝土(等级大于 C90)进行组合而形成的高强钢管混凝土在当今条件下的形成成为可能,此材料的实际设计和运行的研究在下文进行详细介绍。

2.1 多灾害耦合下高强钢管混凝土混合结构界面的黏接滑移机理

对于在高温(高温下、高温后)和往复荷载的情况

下对于钢管和混凝土的力学特性进行较为清晰的分析,根据不同的实际情况高强混凝土截面与高强钢管关于粘结强度的科学结算方式以及在往复荷载的条件下的截面关系模型。

2.2 高强钢管混凝土混合结构在长期荷载与多种灾害工况下的机理

对于各种核心构件或是连接节点位置在收到不同灾害侵袭的情况下的实际抗震能力,根据材料结构的实际情况给予相应合理有效的抗震设计方案。

2.3 高强钢管混凝土混合结构桥梁工程中连接节点的抗震性能

节点类型相对较为复杂,其中包含了桥墩与桥面的连接节点以及桁架节点等,而在进行抗震性能的研究过程中,也可以分为长期荷载后的抗震性能、火灾后抗震性能、长期荷载后火灾与地震耦合作用的条件下形成的力学性能。根据对多灾害耦合作用的情况下高强钢管混凝土混合结构中连接节点工作原理的深入研究,规划较为合理的设计方案。

2.4 钢管混凝土杆件的抗拉性能

在钢管混凝土的结构中,钢管混凝土旋杆长时间保持轴向受拉的条件,所以对于钢管混凝土受拉性能的研究分析,有利于了解各个关键节点与结构体系中的运行原理。利用钢管混凝土轴拉试验对材料的含钢率、强度以及界面性能等具体参数进行较为细致的研究工作,实验结果显示钢管混凝土轴拉试件有着较为突出的延性以及承载能力。

2.5 钢管混凝土受侧向局压时的力学性能

钢管混凝土中的结构节点位置中,钢管混凝土旋杆会受到来自于腹杆传导的局部荷载力。而钢管混凝土处

于侧向局部荷载作用的情况下进行受性能分析的过程中相对较为困难。根据相关的实验研究显示,在钢管混凝土节点部分受到压力后的主要破坏形式是核心混凝土的溃散以及钢管塑性破坏。而在这个过程中通过钢管与核心混凝土相互进行协同配合,导致构件处于侧向局部荷载的情况始终呈现了较为优质的承载能力以及延性。

3 钢管混凝土混合结构设计在桥梁工程中的应用举例

3.1 雅安干海子特大桥

雅安干海子特大桥地处四川省雅安市,在进行设计的过程中,其主体结构的使用年限为 100 年,设置的相关抗震强度为 9 度,是目前世界上第一座全钢管混凝土桁架桥。在桥梁的建设过程中,雅安干海子特大桥通过对钢管混凝土桥墩与钢管混凝土桥面技术进行合理的使用,相比于早期的钢筋混凝土简支梁桥,桥梁从之前的 51 跨缩减至目前的 36 跨,有效控制钢材、混凝土的材料成本,同时也一定程度上缩短了施工工期,提高了桥梁整体的经济效益。雅安干海子大桥于 2012 年 4 月 22 日完成了相关修筑工作,从运行以来始终保持着较为稳定的运行效果,此外,在 2013 年的雅安地震中,雅安干海子大桥成功经受住了地震的考验,在后期的抗震救灾工作中起到了极其重要的作用。

3.2 汶川克枯特大桥

汶川克枯特大桥地处四川省阿坝州汶川县,“5.12”大地震的震中映秀镇与其只有 50km 的距离,是由国家交通运输部门与四川省交通厅联合牵头建立的科研型桥梁。此桥梁的设计使用年限为 100 年,进行相关抗震强度设计的过程中根据当地的实际情况,将抗震强度设置为 9 度。在进行汶川克枯特大桥的建设过程中使用了大量的钢管混凝土结构,其中钢管混凝土桥墩以及钢管混凝土梁为结构的主体部分。由于当地处于山区之中,施工条件相对较为恶劣,且相关设计中要求抗震强度为 9 度,钢管混凝土混合结构体系成为其最为合理的结构体系选择。在工程的进行过程中,由于钢管混凝土结构体系的特殊性,使施工主体结构截面尺寸较小同时无钢筋,更方便架桥机进行整孔架设工作,通过钢管混凝土作为模具浇筑,在施工阶段中“全桥不需要模板”,使得桥梁工程中的高空作业工作得到明显减少。相比于早期的简支梁桥的施工设计方案,钢管混凝土混合结构有效减少了混凝土材料的实际用量,混凝土的用量只有之前

的 40%,而钢材用量只有之前的 30%,同时由于其较为先进的施工模式还大大缩短了工期。汶川克枯特大桥于 2018 年 11 月 3 日完成了相关的修建工作,在 2019 年 8 月 20 日经历了阿坝州 8.20 泥石流灾害的冲击,但桥梁的主体结构没有受到影响,在灾害面前保证了良好的质量,避免了大量人员财产损失的发生,在后期的灾害救援工程中也起到了重要作用。

4 结论

根据相关研究人员对钢管混凝土结构进行试验和理论相结合,又通过实际的工程进行重复验证和应用,当前的钢管混凝土研究工作主要有以下研究成果。

(1) 对于钢管混凝土弦杆与钢管腹杆连接节点进行了较为清晰的受力原理、抗疲劳抗腐蚀性能的分析,对于钢管混凝土结构中的各种受力过程特点进行深入探讨,探索出计算连接节点与结构体系的承载力的计算方式以及相关的抗震设计构造,很大程度上保障了钢管混凝土结构的科学稳定。

(2) 对于钢管混凝土加劲混合结构受力-变形全过程进行较为完整的诠释,其主要解释了结构在不同的受力条件所造成的破坏形式以及结构损伤特点,提出了较为有效的长期荷载情况下的结构承载力计算方式以及抗震设计措施,为钢管混凝土加劲混合结构的发展提供了强有力的科学依据。

我国近年来多发较为严重的自然灾害,随着国内科技水平的不断发展,完善相关抗震措施、保障人们的生命财产安全成为当前交通建设的重要前提。根据研究数据表示,钢管混凝土结构用于桥梁的建设上具有较为卓越的抗震性能表现,通过结合实际工程案例,也充分证明了钢管混凝土结构在抗震性能上有着较为突出的作用,相关行业的工作人员也要不断对钢管混凝土混合结构进行深入研究,不断开发材料潜力,保证人们的正常生产生活。

【参考文献】

- [1] 韩林海,李威,王文达.现代组合结构和混合结构——试验、理论和方法[M].第二版.北京:科学出版社,2017.
- [2] 韩林海.钢管混凝土结构——理论与实践[M].第三版.北京:科学出版社,2016.
- [3] 牟廷敏,范碧琨,赵艺程.钢管混凝土桥梁在中国的应用与发展[J].公路,2017(12): 161-165.