

架梁柱节点对大跨度礼堂屋面钢梁连接性能的影响研究

葛文博

中国建筑第七工程局有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 研究目的在于深入探究架梁柱节点对于大跨度礼堂屋顶钢梁连接结构的影响规律。通过全面分析架梁柱节点基本理论和分类,大跨度礼堂屋面钢梁结构特点及节点对钢梁连接性能影响机理,有针对性地提出优化设计和建议。研究表明,合理设计架梁柱节点可显著改善钢梁连接性能并保证大跨度礼堂结构安全稳定。该研究不仅对相关方面的设计和实践提供理论支持,而且对今后的研究和创新指出方向。

关键词: 架梁柱节点; 大跨度礼堂; 屋面钢梁

引言

在现代建筑技术日益发展的今天,以大跨度礼堂为主要代表的公共建筑屋面结构设计日益引起人们的重视。这类结构以钢梁为主要承重构件,钢梁的连接性能对整个礼堂结构的安全性和稳定性有着直接的影响。而架梁柱节点是钢梁和柱之间的关键连接点,设计的合理性对钢梁连接性能优化起着决定性的影响。但目前对于大跨度礼堂屋盖钢梁架梁柱节点连接性能影响的研究还不够深入,在某种程度上限制了有关设计理论和实际应用。为此,本研究旨在深入探究架梁柱节点在钢梁连接性能中的作用,从而为大跨度礼堂结构设计提供更科学合理的理论依据,也促进相关方面技术的创新和进步。通过本次研究,希望能对大跨度礼堂屋顶钢梁设计方法做进一步改进,改善结构性能,为社会营造一个更安全,更优美的建筑环境。

1 架梁柱节点的基本理论与分类

1.1 架梁柱节点的定义与核心功能

架梁柱节点作为建筑结构的关键部位是指架梁和柱之间的结合点。其对建筑体系整体起到了传递与分散荷载、保证建筑结构整体稳定的作用。对架梁柱节点进行设计时,既要考虑节点承载能力,又要考虑节点刚度及变形能力等因素,防止节点在极端条件下出现损伤或者变形过大等。在现代建筑尤其是大跨度礼堂这类结构要求非常高的地方,架梁柱节点设计就显得更加关键。不仅与建筑物的安全性有关,而且对其使用寿命及维修成本也有直接影响。所以对架梁柱节点进行深入的研究,尤其是研究它对大跨度礼堂屋顶钢梁联接性能的影响有着重要的理论意义与实践意义。

1.2 架梁柱节点的多样分类及其特点

架梁柱节点结构设计时表现出多样性,按不同分类标准可分为多种类型。节点按连接方式可分为刚性连

接,半刚性连接及柔性连接。刚性连接强度大、刚度大,能使连接部分几何形状不发生变化。半刚性连接位于刚性与柔性的中间位置,并拥有某种程度的变形特性,柔性的连接方式使得连接的位置可以有较大的相对移动。另外按节点构造形式又可分为焊接节点,螺栓连接节点及铆接节点。焊接节点连接牢固,强度和刚度较高,但是在焊接时可能会出现应力与变形等问题,因此对焊接工艺需进行严格控制^[1]。螺栓连接节点在装配和拆卸方面具有明显的便利性,但在使用过程中需要特别关注螺栓的预紧力和防止松动的措施。铆接节点主要适用于某些特定的应用场景,例如那些需要承受较大的振动或冲击的建筑结构。不同种类架梁柱节点各有自身特点及用途,实际使用时需结合具体情况合理选用与设计。与此同时,伴随着新材料与新工艺的开发,架梁柱节点形式与性能得到持续改进与优化,给现代建筑发展带来更大可能。

1.3 架梁柱节点在设计中的关键应用考虑

工程师在进行架梁柱节点设计时,要考虑很多因素。一是节点承载能力要达到设计要求就涉及材料强度,截面尺寸及连接方式等方面的合理选用。二是节点刚度应与整体结构匹配,避免产生过大变形或者位移。另外,节点是否稳定是设计中的重点,尤其是当节点受到动力荷载时,节点应能使节点处于原平衡状态。除上述基本要素之外,设计师还要兼顾节点施工便捷性,维护方便性和成本效益。

2 大跨度礼堂屋顶钢梁构造特点

2.1 大跨度礼堂屋面结构形式及美学追求

大跨度礼堂是现代建筑中的优秀代表,它所采用的屋面结构形式在承载实用功能的同时,也体现出建筑美学和工程技术上的完美融合。此类建筑一般以钢结构为主要承重体系,钢梁是关键构件之一,因其具有重量

轻, 强度大, 可塑性强等优点而满足大跨度空间无柱或者少柱要求, 给室内活动以广阔的视野, 灵活多样的空间。设计中, 大跨度礼堂屋顶力求线条流畅, 典雅, 同时又有动感与现代感。钢梁结构布置与其建筑造型密切相关, 在确保结构合理性、安全性的同时, 也达到了建筑师的审美要求。所以在钢梁设计中经常会用到先进的计算方法以及结构优化技术来实现力与美的协调统一。

2.2 钢梁材料力学性能研究及在礼堂屋面上的应用

钢梁是大跨度礼堂屋面最主要的承重构件, 钢梁材料力学性能对于结构安全性与稳定性起着决定性的影响。钢材强度高, 弹性模量大, 塑性好, 韧性好, 这些特性使钢梁在荷载作用下仍能保持变形很小, 承载能力比较稳定。礼堂屋面结构的钢梁主要受弯矩与剪力^[2]。为充分发挥钢材力学性能, 钢梁一般采用工字形或者箱形等截面形式, 这类截面形式可以有效提高梁体抗弯、抗剪能力。同时通过对钢梁截面的合理设计以及连接方式的选择也能使钢梁受力性能得到进一步的优化, 从而提高钢梁整体稳定性。

2.3 钢梁在礼堂屋面结构中的关键作用与挑战

钢梁对大跨径礼堂屋面结构起决定性作用。它们既承受屋面自重及活荷载又担负向下部结构转移荷载。钢梁布置形式及连接性能的好坏, 直接关系着整个屋面结构是否稳定, 安全。但由于建筑跨度越来越大、造型越来越复杂等原因, 钢梁的设计与施工面临许多挑战。如怎样合理设置钢梁来降低结构变形及内力峰值、怎样提高连接节点承载能力及抗震性能。这些问题都要求工程师在应用先进理论知识与实践经验时深入研究, 在实践中不断创新。

2.4 钢梁设计关键问题及解决方法

工程师进行钢梁设计时, 要面临一系列关键性问题。一是荷载的精确计算及合理分配这就需要工程师对建筑物使用功能及荷载特性有一个全面的认识, 并运用先进的计算方法及软件对其精确分析^[3]。二是对截面形式作最佳选择, 要求按荷载大小及分布、钢材力学性能等因素来考虑, 才能达到经济、合理的设计截面。另外, 钢梁连接节点在设计过程中存在较大困难。为确保节点承载能力与稳定性, 工程师需采取可靠连接方式与构造措施对节点进行细致分析与试验验证。与此同时, 施工时还要对焊接质量、螺栓预紧力这些关键参数进行严格把控, 才能保证节点安全可靠。

3 架梁柱节点对大跨度礼堂屋面钢梁连接性能的影响分析

3.1 对连接性能进行了评价

评价大跨度礼堂屋顶钢梁连接性能受架梁柱节点影响程度时, 有必要先明确其连接性能评价指标。其中一般包括承载能力, 刚度, 稳定性和疲劳性能。承载能力体现了节点处于极限状态时的力学行为, 它是保证结构安全的根本。结构的刚度直接影响其在受到荷载时的变形水平, 进而决定了建筑的实际功能。稳定性涉及节点受长期荷载作用或者受复杂环境作用时性能的改变, 它是结构耐久性问题的一个重要表现, 并对疲劳性能以节点重复加载抗疲劳能力为评价对象^[4]。把这些评价指标用于架梁柱节点分析, 可全面深刻地认识节点对于钢梁连接的作用。比如对承载能力的分析就能判断节点能否达到设计要求以及有无安全隐患等。通过刚度分析, 我们可以更好地优化节点设计, 降低结构的变形, 并增强建筑的舒适性。稳定性分析可以预测节点长期服役后的性能劣化程度, 从而对结构进行养护与加固, 但疲劳性能分析对保证节点承受动态荷载时的安全性和可靠性具有重要意义。

3.2 不同架梁柱节点对钢梁连接性能的理论分析比较

不同架梁柱节点形式对于钢梁连接性能影响不一。理论分析时, 一般对刚性连接, 半刚性连接及柔性连接这几类典型节点进行比较。刚性连接因其较高强度与刚度可保证钢梁加载过程中的稳定与变形控制。半刚性连接位于刚性与柔性的中间位置, 它拥有某种程度的形变能力, 可以适应某些结构的变化, 但柔性连接允许钢梁与节点之间产生很大的相对位移, 这对于一些变形要求比较大的情况是合适的。通过对这几种不同节点的力学性能, 变形特点和适用范围等方面进行比较和分析, 可以更清楚地了解其对钢梁连接性能影响的差异性。这一区别不仅表现在承载能力, 而且涉及结构整体稳定性及使用舒适度。

3.3 节点刚度对连接性能的影响

节点刚度是钢梁连接性能中最主要的影响因素。加载过程中节点刚度大小决定钢梁变形大小及内力分布。若节点刚度不够, 将造成钢梁变形过大、应力集中等问题, 影响结构整体稳定安全^[5]。为使节点刚度设计达到最优, 可采用一系列的策略。一是节点构造形式及连接方式的合理选取是刚度增大的关键。如通过焊接或者高强度螺栓连接可加强节点整体性及刚度。二是优化节点截面尺寸及形状还有利于刚度增加。增大截面面积或者采取合理截面形状分布均能有效提高节点抗弯、抗剪刚度。

3.4 节点构造对连接性能的影响

节点构造细节显著影响连接性能。实际工程中因施工误差, 材料缺陷或者设计不合理, 节点构造经常会出

现问题。这些问题都会造成节点承载能力降低,刚度不足或者稳定性恶化等不良后果。完善节点构造设计可从如下几方面进行。第一,强化施工质量控制的重要性。提高施工精度,严把材料质量关,采取先进施工工艺可保证节点构造质量满足设计要求。第二,优化节点设计细节同样非常重要。如改善焊缝布置形式,加大螺栓数量及直径,优化节点几何形状均能改善节点连接性能。

4 优化设计及建议

4.1 架梁柱节点优化设计策略研究

对架梁柱节点进行优化设计时,首先必须清楚地认识到优化并不是单纯增强某一性能,而必须使结构效率达到最大,同时又能满足全部功能。这就意味着需要从承载能力,刚度,稳定性和施工便捷性几个维度进行权衡。对大跨度礼堂等建筑物来说,屋面钢梁受到的载荷复杂多变,所以对节点进行优化设计就显得非常重要。我们可由节点几何形状出发,利用有限元分析这一工具准确模拟节点受力情况,寻找应力集中区,有针对性优化形状,使应力分布均匀。

4.2 改善大跨度礼堂屋顶钢梁连接的对策

改善大跨度礼堂屋顶钢梁连接性能需要多方面努力。第一,增强节点刚度与稳定性。通过增大节点截面尺寸,采取合理截面形状及对节点构造细节进行优化等措施可有效提高节点刚度及稳定性,进而保证钢梁受载后变形及内力分布符合设计要求。第二,对节点连接方式进行改进。选择合适的连接方式能够显著改善节点连接性能。如高强度螺栓连接或者焊接连接可加强节点承载能力及整体性。与此同时,还要重视连接部位施工质量以及细节处理等问题,以保证其紧密性与可靠性。

4.3 设计建议与未来研究方向

根据以上分析我们给出了如下设计建议,架梁柱节

点设计时要充分考虑对大跨度礼堂屋顶钢梁连接性能的关键性影响,选择适当节点形式及连接方式,达到设计要求。同时要重视节点细节设计并优化构造措施,增强节点承载能力及稳定性。施工期间要对施工质量进行严格把控,保证节点连接质量安全。今后的研究方向主要有,对架梁柱节点力学性能及破坏机理进行更深入的研究,为节点优化设计提供更精确的理论依据。探索新的、有效的节点连接方式及构造措施来改善其连接性能及施工便捷性,对大跨径礼堂屋顶钢梁的连接性能进行了长期的监测与评价,为安全运行与维修提供了强有力的保证。

5 结语

本次研究深入探究架梁柱节点在大跨度礼堂屋顶钢梁连接性能中的作用,并采用理论分析与实证研究相结合的方法,获得一系列重要结论。架梁柱节点设计是否合理对于钢梁连接性能有显著影响,节点设计优化可以有效增强整体结构稳定性与安全性。同时该研究还指出现有研究的缺陷与局限性,例如对一些复杂节点形式力学性能认识不足,缺少长期实测数据支撑。

参考文献

- [1]马维.某办公楼梁柱节点混凝土置换施工技术[J].工程质量,2020,38(08):6-9+13.
- [2]申兆纬.钢框架梁柱节点外肋环板负载加固研究[D].河北工程大学,2020.
- [3]史希峰,何高龙,吕玉玲.超高层型钢梁柱节点优化设计施工技术[J].建筑技术开发,2019,46(02):49-50.
- [4]姚山,张继文,张鹤等.某礼堂大跨度弧形预应力梁设计[J].建筑科学,2011,27(05):89-92.
- [5]郑艺城.某礼堂大跨度屋盖设计选型与研究[D].华南理工大学,2021.