

Finite Element Analysis of the Mechanical Performance of the Oblique Splicing Structure of T-beams and Box Beams in Bridges

Xiaolong Wang

Tibet Zhengxin Engineering Testing Technology Co., Ltd., Lhasa, Xizang, 851414, China

Abstract

In order to solve the stability and other usage problems of the diagonal splicing structure of bridge T-beams and box beams, this paper takes the stress performance of the diagonal splicing structure of bridge T-beams and box beams as an example, and analyzes the stress performance of the diagonal splicing structure of bridge T-beams and box beams under static loads through finite element analysis method. A finite element model was established for the oblique splicing structure of T-beams and box beams, and the influencing factors of the structural stress were analyzed. The results indicate that within a certain angle range, the diagonal splicing structure of T-beams and box beams has better stress performance, but excessive diagonal splicing angle can lead to a decrease in structural strength. Measures to improve structural performance have been proposed through optimized design and recommendations.

Keywords

T-beam; box girder; diagonal splicing; finite element analysis

桥梁 T 梁与箱梁斜向拼接结构受力性能有限元分析

王小龙

西藏正信工程检测技术有限公司, 中国·西藏 拉萨 851414

摘要

为解决桥梁 T 梁与箱梁斜向拼接结构稳定性及其他使用问题, 论文以桥梁 T 梁与箱梁斜向拼接结构受力性能为例, 通过有限元分析方法, 分析了桥梁 T 梁与箱梁斜向拼接结构在静态荷载作用下的受力性能。建立了 T 梁与箱梁斜向拼接结构的有限元模型, 剖析了结构的受力的影响因素。结果表明, 在一定角度范围内, T 梁与箱梁斜向拼接结构的受力性能较好, 但是斜接角度过大导致结构强度减小。通过优化设计与建议, 提出了改善结构性能的措施。

关键词

T 梁; 箱梁; 斜向拼接; 有限元分析

1 引言

桥梁在现代化的道路上起着举足轻重的作用, 其中 T 型梁、箱梁桥是桥梁中常见的受力构件, 为了达到设计要求, 往往需要将其拼接起来。但斜向拼接 T 梁结构的力学特性不可忽视, 其不足之处会给桥梁带来极大的安全隐患。因此, 采用有限元法对斜向拼接 T 梁与箱形梁的受力特性进行研究, 不仅在理论上具有重要意义, 在实践上也有很大的应用价值。论文深入分析了桥梁 T 梁与箱梁斜向拼接结构的受力性能, 结合具体实践经验总结了桥梁 T 梁与箱梁斜向拼接结构的受力性能参数影响, 提出了桥梁 T 梁与箱梁斜向拼接结构的受力性能优化设计与建议, 以供参考。

2 桥梁 T 梁与箱梁斜向拼接结构的受力性能分析

2.1 应力分布特征

2.1.1 正常荷载下的应力响应

如图 1 所示, 在荷载的情况下, T 梁与箱梁桥间将形成横向剪力与纵向弯矩, 并在此过程中引起了较大的应力集中。T 梁箱梁界面处受侧向剪切力作用, 将产生很大的剪应力, 从而加剧界面受力状况。在箱梁底板及 T 梁上部, 受纵向弯矩影响, 将产生较大的弯应力。为保证结构的稳定与安全, 必须对其进行适当的加固。在正常荷载下, 斜向拼接 T 梁和箱形梁的受力特性将呈现出应力集中、应力非均布的特征。为确保该工程的稳定与安全, 应对其进行合理的强度计算与加强。

【作者简介】王小龙(1988-), 男, 中国海南海口人, 硕士, 高级工程师, 从事桥梁检测研究。

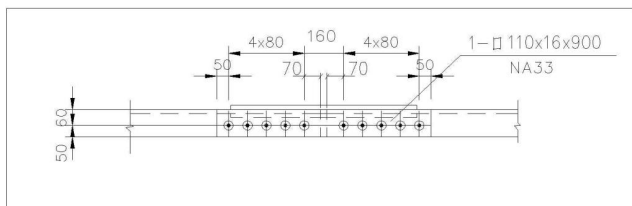


图1 斜拉桥钢箱梁拼接示意图

2.1.2 极端工况下的应力响应

在极端工况下，T梁和箱梁斜向拼接结构将面临更加严峻的考验。此时，在外荷载的影响下，结构的受力特性将表现出其特有的应力分布特点。一方面，极端工况下，T梁和箱形梁对角连接处的受力更为集中，从而使这一部分产生了很大的应力。这将导致结构局部出现应力集中，从而提高其疲劳失效的风险。另一方面，当外界环境发生改变时，结构将承受较大的温度和风载作用，从而导致结构受力不均。这种情况下，在局部区域会出现较高的应力水平，从而使结构出现应力集中，从而引起结构的破坏。

2.2 变形与位移分析

2.2.1 荷载作用下的位移场

在荷载作用下，对斜向T梁和斜向结构的位移场将产生很大的影响。T梁、箱梁受力特性各不相同，其受力状态也各不相同。T型梁将发生横、纵两个方向的变形，而箱形梁将发生竖向和侧向变形。由于二者之间存在斜向连接，导致节点受力过大，需采用适当的节点构造以确保结构的稳定与安全。根据位移场的变化，可以评价受力状态下结构的变形状况，从而指导结构的合理设计与调节。在工程建设与运营过程中，对位移场进行实时监控与修复，是保证结构安全可靠的重要手段。因此，对斜向T梁与箱梁之间的位移场进行细致的分析与研究十分必要。

2.2.2 斜向拼接处的变形协调性

斜向拼接结构中，梁体由于受力而产生变形，因此，斜向拼接接头的变形协调至关重要。在斜向结构中，斜向拼接的连接形式有别于常规水平缝，因此对斜向拼接的变形协调应给予足够的重视。斜向拼接结构中，梁体所承受的载荷将引起其变形，而斜向接缝的变形协调则是指该变形能否以一种协调的方式传递给邻近构件，从而避免出现局部变形过度或不均匀的现象。应在保证各构件之间相互协调的情况下，整体结构才能满足设计要求。为此，在对斜接缝进行设计时，应充分考虑对角线接缝的变形协调作用，并对接缝进行合理的构造与构造设计，使其能将变形均匀地传递至相邻构件，防止因局部变形过大而引起的结构不稳定或失效。与此同时，对斜向拼接的变形协调也要加以重视，保证构件间的协调配合，防止因变形不均引起的结构不稳定和安全隐患。

2.3 结构细部分析

2.3.1 焊缝与接合部位的应力集中

在桥梁T梁与箱梁斜向拼接结构中，焊缝和接头处易

产生应力集中。对角缝结构T梁与箱梁采用焊接方式进行，其焊接质量对整体受力有很大的影响。若焊接工艺出现缺陷，或焊缝设计不当，则易造成接头局部应力集中，造成接头疲劳断裂及脆性失效。在焊接过程中，接头也是应力集中的区域。T梁、箱梁斜向连接在外荷载下，接头处受拉、剪力大，极易产生应力集中。当连接节点设计不当或连接材料强度不够时，不仅会增大其疲劳失效的危险，还可能造成结构坍塌。

2.3.2 裂缝发展与破坏模式预测

对于斜向连接的T梁和箱形梁，裂缝的发育和失效形式是一个非常重要的问题。裂纹的产生往往是由各种因素共同作用的结果，如结构的受力状况、材料的性质等。为了保证结构的安全，在进行受力分析时，必须对裂纹的发展趋势做出预测。裂纹通常是由某些薄弱环节开始，然后逐步扩大直至失效。当T型梁和箱梁斜向连接时，裂纹往往从焊缝、接头等部位产生。在进行裂缝预报时，应从结构受力角度出发，对可能出现的裂纹部位进行检测、分析，从而决定裂纹的发展方向及发展速率。当裂纹扩展到某一点时，就有可能引起结构的失效。对角线连接的T梁和箱形梁，其断裂形态可以是扭转、弯曲和拉伸等多种类型。为保证结构安全，必须对其进行修补或补强，以防止其进一步损坏。

3 桥梁T梁与箱梁斜向拼接结构的受力性能参数影响分析

3.1 材料性能的影响

混凝土T梁和箱梁斜向拼接结构的力学特性是影响其力学行为的关键因素。一方面，构件的强度与刚度会对整体的受力与稳定产生很大的影响。若选择高强材料，则可显著提高其抗压、抗弯性能，提高其安全承载力。此外，抗腐蚀能力也很重要。桥梁承受着长期的自然腐蚀，若选择抗腐蚀性差的材料，会严重影响其服役寿命及可靠性。所以，在选用这种材料时，应充分考虑它在不同的环境中的耐腐蚀性。另一方面，还应考虑材料的疲劳特性。桥梁在服役期间将持续承受车辆荷载，若材料疲劳强度不足，极易产生疲劳损伤，危及结构安全。因此，在进行桥梁结构设计时，应充分考虑其疲劳特性，并选用适合其使用寿命的材料。材料特性是影响T梁斜向拼接结构力学性能的主要因素，合理选择材料是提高结构安全、稳定、耐久的关键。

3.2 拼接角度的影响

在对角线方向连接方式下，接缝角度是决定T梁对焊结构受力性能的一个关键因素。连接角的大小对结构的应力分布和梁间的接触面有很大的影响。一般而言，在连接角很小的情况下，梁间的接触区域很小，应力分布不均，在施工过程中，易产生局部应力集中，从而降低结构的承载力。

3.3 载荷类型和大小的影响

荷载形式及荷载幅值对T梁对焊结构受力特性参数的

影响很大。不同的荷载形式、不同尺寸的荷载将引起不同的变形、应力及位移,进而影响结构的稳定与安全。其一,荷载的种类可划分为静态荷载与动态荷载。静力荷载是指施加于建筑物上的固定力或分布荷载,如自重、预应力,永久荷载等。动态荷载是对建筑物产生影响的荷载,如交通荷载和地震荷载。不同的荷载对结构的影响是不一样的,从而引起结构的变形、应力分布也不一样。其二,荷载的大小对结构力学特性参数也有很大的影响。荷载过大,可能造成结构变形超限或超限,造成结构失效甚至坍塌。

3.4 几何尺寸的影响

对角缝式 T 梁与斜向拼接结构的受力特性参数,是决定其力学特性的一个关键因素。研究 T 型梁、箱型梁的截面形状、截面尺寸及倾斜角度等几何参数至关重要。首先,分析 T 型梁对其受力特性的影响。在荷载作用下,梁的受力各不相同,对整体的强度、刚度都有很大的影响。对其截面形式进行适当的选取,可有效地改善其承载力及稳定性。其次,梁的几何尺寸对其力学特性也有很大的影响。截面尺寸太大或太小都会影响到结构的强度与刚度,严重时还会引起结构的不稳定。为此,必须对梁的截面进行合理的设计,才能使其达到受力的要求。最后,梁的倾斜角度对其力学行为也有一定的影响。倾斜角度的不同将会对受力的方向及分布产生影响,从而对结构的承载能力产生一定的影响。

4 桥梁 T 梁与箱梁斜向拼接结构的受力性能优化设计与建议

4.1 结构设计的改进

对角缝 T 梁与箱梁桥受力性能的优化,对其进行结构设计十分重要。首先,可考虑在拼接部位增设连接形式,采取更坚固、更稳固的方法,例如补强螺栓、焊接等,从而保证了对角缝结构的稳定与承载力。其次,通过对 T 梁、箱型梁的材质及断面形式的优化,改善了整个结构的承载能力;选用高强、抗拉性能好的材料,根据实际受力状况,进行合理的断面形状与尺寸设计,保证结构在受力时不发生疲劳、变形等现象。最后,对斜向拼接支撑结构的合理配置以及对角缝结构的布局也有一定的参考价值。为降低非均布应力对结构应力分布的影响,设计合理的支撑位置及个数,同时考虑外荷作用下的传力途径,确保结构的稳定与安全。

4.2 施工工艺的优化

为使 T 梁与箱梁斜向拼接结构的力学性能达到最优,在进行 T 梁与箱梁斜向拼接结构时,必须严格遵循设计及工艺规程,以保证施工质量。如果使用不当,将会造成结构

的受力性能降低,严重时会产生安全隐患。对角缝的 T 梁节点采用高强螺栓等高强度连接材料进行加固。从而增加了节点的承载力,加强了整个结构的稳定与安全。在 T 梁与箱梁对角缝合结构施工之前,要制订具体的施工方案及工序,包括分段施工、连接顺序等,保证每一步都能顺利完成,不会发生施工跳跃、漏漏等问题。在工程建设中,要强化现场监理与质量检验,对 T 梁、箱梁的斜向拼接构造进行定期的检验与评定,及时发现问题,并加以解决,保证工程的质量满足规定。经过对上述施工技术的优化和改进,可使 T 梁对角缝结构的承载能力得到有效提高,从而确保结构的安全性和可靠性。同时,该方法还可以有效地提高施工效率,减少施工风险,保证项目的顺利实施。

4.3 维护与监测的建议

为保证 T 梁桥对角缝结构的长期稳定性及可靠性,应加强对斜向拼接结构的养护与监测。经常对接头处的连接螺栓进行检查,以保证其紧固,无松脱或锈蚀。对连接部位的防腐保护层要经常检查,并保持完好无缺。经常清除梁上的杂物、污物,使梁表面洁净。利用超声波、磁粉检测等非破坏性检测方法,对重点部件进行定期检测,发现裂纹、腐蚀等缺陷,及时进行修补。对建筑物进行周期性的位移、变形监控,以保证其处于良好的应力状态。为了保证接头的受力均衡,防止因局部超载而导致的结构损伤。通过上述养护和监控手段的实施,可使 T 梁-箱梁斜向拼接结构的服役寿命得到有效延长,从而保证桥梁的安全运营。并提出了具体的养护维修计划及监控措施,以保证桥梁的长期稳定与安全。

5 结语

采用有限元法对 T 梁和斜向拼接结构进行了较为深入的研究,研究表明,只要合理的设计与构造措施,该体系的受力性能及稳定性能十分显著。随着科技的发展,倾斜角度 T 梁与箱梁将会越来越多地被推广使用,桥梁 T 梁与箱梁斜向拼接结构的受力性能分析对桥梁的设计与施工具有重要的理论意义和实用价值。

参考文献

- [1] 邓年春,张志豪,韦承勋,等.考虑倾斜角度T梁与箱梁极端波浪作用受力研究[J/OL].海洋工程,1-14[2024-04-01].
- [2] 贾凡鑫.某高速公路互通匝道桥现浇箱梁变T梁可行性分析[J].福建交通科技,2023(5):64-67.
- [3] 刘吉祥.预制箱梁结构桥运梁车过桥的结构影响分析研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(1):121-123.