

一种新桥型——单向坡斜拉桥

王新忠^{1,2} 李峰辉² 焦玲²

(1.湖南城市学院 湖南益阳 413000 2.重庆交通学院 重庆 400074)

摘要: 指出单向纵坡斜拉桥是区别于双向纵坡斜拉桥的一种新桥型, 由于其单向坡度, 其力学性能、施工阶段稳定性等和双向纵坡斜拉桥都有所不同。分析了单向坡斜拉桥的特点、优点, 对单向坡斜拉桥的最佳坡度选择、最佳体系、索力调整次数、非线性分析等内容进行了探讨。

关键词: 桥 单向坡斜拉桥 力学性能 分析

斜拉桥是大跨度桥梁中应用较广的桥梁形式, 以其优越的力学性能, 卓越的跨越能力, 优美的外形、良好的动力性能, 便捷的施工, 成为大跨度桥梁首选的结构形式。自1956年瑞典建成第一座现代化斜拉桥以来, 全世界已建成300多座跨度不等的斜拉桥。设计理论, 计算分析都取得很大的进展。常见的斜拉桥都是双向坡, 坡度小, 而将结构设计成单向坡国内少见。随着结构技术的发展, 单向纵坡斜拉桥逐渐进入我们的视野, 特别是在地势起伏较大的山区, 单向坡斜拉桥有其独特的优势, 作为一种新的桥梁形式推动桥梁结构的发展。

1. 单向坡斜拉桥特点

单向坡斜拉桥与一般斜拉桥相比有如下特点:

(1) 单向坡斜拉桥桥面两端的高度有一定的落差。随着桥跨度的增加, 落差也越大, 能更好地适应跨河两岸的地形地势特点。

(2) 单向坡斜拉桥由于有坡度的存在, 在施工过程中和成桥阶段各索的拉力都不同, 坡度对主梁的应力有一定影响(坡度不大时影响不大); 主梁在悬臂施工时的挠度也不对称, 因而, 施工控制的要求更高, 难度也较大。

(3) 单向坡斜拉桥与双向纵坡斜拉桥的受力区别主要在全桥合拢后的受力和体系转换的过程中, 解除临时约束对桥梁的影响, 由于单坡桥的受力的不对称性, 对桥梁的整体控制非常重要。

双向纵坡桥在设计和施工控制过程中, 由于其受力和几何形状对称, 控制过程能够正负削减。特别是合拢后, 比单坡桥更具有稳定的优势。单坡斜拉桥有整体的动势, 有单向移动的特点, 其位移控制要求更高。特别是塔顶位移, 对塔的施工控制和配筋有较大影响。

(4) 对于漂浮体系的单向纵坡斜拉桥, 体系合拢后解除临时约束, 此时, 由于坡度的存在, 单坡桥会释放巨大的势能, 使桥面出现单向滑移, 如果控制不好将会对桥塔产生很大的作用力, 同时会对边墩造成损害, 这时桥面出现单向的水平位移, 控制不好, 位移比同等条件下的双坡斜拉桥大的多, 必将影响桥梁的稳定, 所以, 其位移控制十分重要。

(5) 单向坡斜拉桥的坡度随地形地势的特点而变化。但总的来说应该比同类的双坡斜拉桥的坡度小一些, 这样更有利于施工和运营阶段的稳定控制。特别是在单向纵坡斜拉桥设计理论和实践都不是十分成熟的情况下, 控制斜拉桥的坡度是十分必要的。

2. 单向坡斜拉桥的优点

(1) 斜拉桥设计一般都考虑到桥位所在地两岸的地势高差较大, 和对称双坡斜拉桥相比, 单向纵坡斜拉桥能更好地适应地形地势的特点。

(2) 单向坡斜拉桥有利于减少工程量。如果以低端高度建成对称双坡斜拉桥, 进入高端引桥的开挖土方量大, 增加工程量; 以高端的高

度建成对称双坡斜拉桥,则使进入低端的引桥下墩较高,不利于引桥稳定,特别是引桥较长的对称双坡斜拉桥也会增加工程量。

(3) 单向坡斜拉桥的坡度,对主梁应力、全桥稳定以及合拢难度有一定影响,但计算表明如果坡度较小,坡度对桥梁的这些影响都较小,通过调索可以适当控制位移、挠度等,不会影响全桥的安全。

(4) 单向坡斜拉桥桥面有中心对称,不同于对称双坡斜拉桥的轴对称,线型更加流畅,美观,特别是在山区地势落差较大的地区。

3. 实例分析

3.1 桥梁概况

彭溪河特大桥位于云阳县双江镇,是云阳至万州高速公路跨越彭溪河的一座特大桥。桥梁平面位于直线上,桥面至水面约110m。主桥布置为158m+316m+158m,主桥结构形式为双塔、双索、密索、对称扇形布置预应力混凝土箱梁,塔梁分离的漂浮体系,主梁从云阳到万州方向设有2.1%的纵向上坡。距边墩49.225m各设1个辅助墩,桥塔采用H型,空心薄壁箱型截面。上塔柱顺桥向宽6.2m,横桥向宽4m,中塔柱横桥向宽4m,下塔柱横桥向宽度由5.85m渐变为8.5m,顺桥向宽度由中塔柱顶渐变到下塔柱底10m,上塔柱高45.671m,中塔柱高43.379m,下塔柱高25.15m。左墩高84.53m,右墩高91.84m。主梁采用预应力混凝土分离式倒梯形断面,梁中心高3m,顶板厚0.25m,三角箱型的底部宽2.5m,侧腹板厚0.25m,竖腹板厚0.35m,箱梁全宽27.40m。云阳岸有8孔40m的先简支后连续梁桥,万州岸有一孔40m简支梁桥。全桥布置见图1。

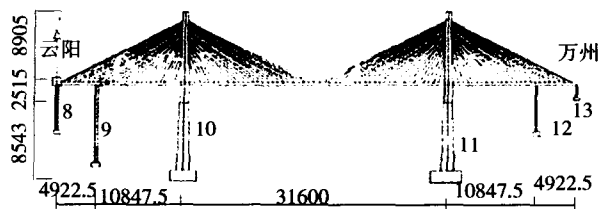


图1 彭溪河特大桥全桥布置图

3.2 静力分析

由于主梁有2.1%单向纵坡,在塔梁临时固结转换为漂浮体系时,产生的向万州岸的不平衡纵桥向水平推力使主梁向万州岸水平移动7.2cm,因而,在由塔梁临时固结转换为漂浮体系的过程中,必然密切观察主梁向万州岸的纵向位移情况,采取措施保证施工安全。

主桥竣工时云阳岸主梁端向万州岸累计水平移动9.7cm,万州岸主梁端向万州岸累计水平移动3.5cm。收缩徐变完成后,云阳岸主梁端向万州岸累计水平移动17cm,万州岸主梁向云阳岸累计水平移动3cm,因而,边跨合拢段云阳岸需加长9.7cm,伸缩缝安装云阳岸需预压3.65cm,万州岸需预压3.25cm。

另外,通过对此桥进行有限元分析,发现此桥主塔根部应力、塔顶位移,都在安全范围之内,跨中挠度也符合要求。

3.3 动力特性分析

结构的动力特性包括结构的自振周期(频率)、振动的形态、结构的阻尼等。了解结构的动力特性不仅是以后时程分析、谱分析的前提,也为工程施工、检测提供必要的依据。根据文献[1]计算结构前10阶振型及频率如表1。

表1 结构自振周期频率值

振型	频率/Hz	周期/s	振型描述
1	0.14939	6.694	纵飘
2	0.32123	3.113	对称侧弯
3	0.39216	2.550	辅助墩纵向弯
4	0.40502	2.469	交界墩纵向弯曲
5	0.47574	2.102	反对称侧弯
6	0.51653	1.936	主梁对称竖弯
7	0.56529	1.769	主梁反对称竖弯
8	0.58479	1.710	对称扭转
9	0.62893	1.590	反对称扭转
10	0.77700	1.287	主梁墩柱竖向弯曲

(下转第31页)

(14) 混凝土洒水养护, 每2小时洒水一遍, 保证混凝土充分硬化。

(15) 浇注七天之后, 并继续拆模洒水养护。

5. 结语

本盖梁维修加固工程完成至今, 已一年有余, 盖梁运营情况良好, 未再出现裂缝, 可见加固的效果满足承载能力及正常使用极限状态的应力和裂缝要求。通过本维修加固工程, 可以得到如下结论:

(1) 用体外预应力方法加固盖梁是可行

(上接第11页)

从抗震要求来看, 周期长对地震反应较小, 但位移反应大, 故在设计中在索塔下横梁设置了纵向挡块。挡块和主梁间安装了橡胶支座, 防止主梁纵向移过大。另外, 文献[1]还对该桥的反应谱进行分析, 当桥址处发生7度及7度以下的地震作用时, 斜拉桥的主要功能部件均可较好的工作, 不会受到破坏。

4. 单向坡斜拉桥发展有待解决的问题

4.1 最佳坡度选择

考虑到单向纵坡对主梁的应力、位移有一定的影响, 其坡度必须控制在一定的范围之内, 才是安全、经济的。由于实际工程较少, 没有更多的经验可以借鉴, 且理论分析和实际情况会有差别, 所以随着斜拉桥的发展, 最佳坡度的研究十分重要。

4.2 最佳体系的研究

那种体系更有利于控制坡度对斜拉桥的影响, 减小塔顶位移及主梁水平滑移, 减小坡度对主梁应力的影响, 这对斜拉桥的发展至关重要, 只有选择合理的体系才能更有利于桥梁的安全和经济, 现在这方面研究的较少, 随着发展必将得以加强。

4.3 减少索力调整次数

由于单向坡斜拉桥的索力都不相同, 且不对称, 这样就增加了调索的难度和次数。调索的次数越多, 工程量越大, 难度较高。彭溪河大桥除了每个施工阶段进行调索外, 全桥合拢后还进行

的, 既满足承载能力的要求, 又满足正常使用极限状态的应力和裂缝要求;

(2) 本加固工程未改变盖梁高度, 未中断现有交通, 而且施工工作面仅限于绿化带里, 施工操作简单, 周期短, 社会负面影响小, 对同类型工程的加固具有一定的推广价值。

参考文献:

- [1] 李有丰, 林安彦. 桥梁检测评估与补强[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [2] JTG D62-2004, 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
- [3] JTG D60-2004, 公路桥涵设计通用规范[S].

了多次调索。因此, 研究单向坡斜拉桥合理的调索方案, 是推动单向坡斜拉桥发展的难点和重点。根据我们的经验, 斜拉桥进行3次以下调索较为合适。

4.4 开展单向坡斜拉桥的非线性分析

相对于双坡斜拉桥, 单向坡斜拉桥各索长都不尽相同, 且不对称, 其非线性影响也不完全对称, 研究其对单向纵坡斜拉桥稳定性的影响及单向纵坡斜拉桥动力特性分析, 是推动单向坡斜拉桥发展必不可少的内容。

我们国家地势复杂, 山地较多, 特别是西部地区, 研究单向纵坡斜拉桥在这些地区的应用十分必要。我们对单向坡斜拉桥力学特性的研究有待于进一步深入, 设计理论需更加完善。相信单向坡斜拉桥必将以其独特的性能在山区公路桥梁建设中占有一席之地。

参考文献

- [1] 苏启旺, 邬贵全. 彭溪河特大斜拉桥地震反应分析[J]. 四川建筑, 2005, (2): 94-95.
- [2] 刘远平, 肖理, 程向阳. 大跨度PC斜拉桥主梁施工工艺[J]. 桥梁建设, 2003, (5): 58-61.
- [3] 周绪红, 狄谨, 戴公连. 大跨径预应力混凝土斜拉桥主梁节段模型的研究[J]. 土木工程学报, 2005, (3): 59-63.
- [4] 黄侨, 吴红林, 刘绍云. 大跨度斜拉桥几何非线性分析及程序实现[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2004, (11): 1521-1523.
- [5] JTJ027-96, 公路斜拉桥设计规范[S].
- [6] 马坤全. 大跨径斜拉桥建设与展望[J]. 国外桥梁, 2000, (4): 60-65.
- [7] 严国敏. 现代斜拉桥[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 1996.