

文章编号:1673-9469(2009)04-0013-04

日本桥梁抗震中的防落梁设计

王德钧,陈涛

(大连市市政设计研究院 国际事务部,辽宁 大连 116011)

摘要:针对桥梁在地震中容易落梁的现象,以及国内现行规范对于防落梁设计规定得比较简单和笼统的现状,借鉴性地介绍了日本桥梁抗震中的防落梁系统,对系统的设计思想、构成部分和选择流程做了重点说明。

关键词:日本桥梁抗震;防落梁装置;防止落梁构造;变位限制装置;段差防止构造

中图分类号: U442.55

文献标识码: A

Collapse - proof systems design of Japanese bridge aseismic

WANG De-jun, CHEN Tao

(Dalian Municipal Design & Research Institute Co., LTD, Liaoning Dalian 116011, China)

Abstract: This paper analyzes the phenomenon of bridge collapse in earthquake, and introduces the bridge collapse preventing equipments in Japanese bridge aseismic in view of the domestic present standard. To the system's design concept, the constituent part and the choice flow has been given key explanation.

Key words: Japanese bridge aseismic; bridge collapse preventing equipments; the structure for bridge collapse preventing; displacement preventing device; structure for ramp preventing

汶川大地震之后,交通生命线迟迟难以打通,严重影响了紧急救灾与医疗救援的时效性,究其原因,作为交通咽喉的桥梁发生落梁是重要原因之一。回顾历年各国桥梁的震害调查可以发现,桥梁构造在强震作用下,往往于上、下部结构间产生较大的相对位移,当此位移量超过桥梁的实际防止落梁长度或防止落梁装置之极限时,即发生落梁。落梁对紧急救援的阻隔、灾后重建的妨碍以及整体社会机能的降低,影响巨大,所造成的间接损失更是难以估计。因此强震时如何让桥梁不发生落梁,是桥梁抗震中一项非常重要的课题。

现代桥梁的抗震设计思想,已经加入延性设计的考虑,允许桥梁在强震时发生局部损坏,但同时也要求不致严重影响交通,且易于修复补强。综观桥梁的各个部位,支承和防落梁设施最容易修复。所以,防落梁设计在桥梁抗震的各个设计环节中也就显得尤为重要。我国现行的《公路工程抗震设计规范》(JTJ004-89)仅在第4.4.4条和第4.4.5条中极为简单地提到了应考虑防落梁的措施,对其设计没有量化的规定;相比之下,日本

在防落梁系统的设计使用方面有比较系统的研究和比较成熟的设计理念,即多次防范设计,并在实际工程中大量应用,有比较好的效果。值得我们“拿来”借鉴。

1 日本的防落梁设计思想

1972年日本颁布《道路桥耐震设计指针·同解说》,其中首次引入了防落梁的规定,要求在所有梁的末端提供一个较大的搁置长度或变位限制装置,即使是固定支座也不例外。对于特别重要的桥梁,在满足最小搁置长度的同时,还要安装变位限制装置。对支座长度和梁搁置长度也规定了最小尺寸要求。

1995年日本兵库县南部发生强震,桥梁大量倒塌,抗震设计规范随之做了大幅度修订。翌年颁布的《道路桥示方书·同解说V·耐震设计篇》(H8)中,要求特别考虑桥梁系统整体的抗震性能,把支座和连梁装置作为主要结构构件进行设计。针对地震的不可预见性,日本规范从双重保险的

收稿日期:2009-09-08

作者简介:王德钧(1972-),男,山东烟台人,助理工程师,从事日本桥梁抗震设计。

目的出发,除在桥梁上安装变位限制装置以外,还需要安装连梁装置,目的是在超出预期强度的大地震发生时,支座可以破坏,但不能落梁。

2002年日本又颁布了新版的《道路桥示方书·同解说V·耐震设计篇》(H14),对防落梁系统的设计做了进一步的细化和完善,提出了防落梁系统要根据桥梁形式、支座种类以及地质条件等因素,从四个组成要素—梁的搁置长度、防止落梁构造、变位限制装置及段差防止构造中选择,组成适当的防落梁系统。

2 日本桥梁的防落梁系统

2.1 梁的搁置长度

当桥梁的上、下部结构间产生预期以外的较大相对位移时,此搁置长度用以防止上部结构发生逸脱和落下(参见图1)。

$$S_E = \mu_R + \mu_G > S_{EM} \quad (1)$$

$$S_{EM} = 0.7 + 0.005l \quad (2)$$

$$\mu_G = \epsilon_C L \quad (3)$$

式中 S_E —梁的搁置长度; μ_R —L2 地震等级(日本

桥梁抗震设计中的地震种类划分方法—在桥梁使用期间内,发生概率高的地震为 L1 地震等级(功能设计地震);发生概率低强度大的为 L2 地震等级(安全设计地震))上部结构与桥墩之间的相对变位; μ_G —地震发生时由于地基变形引起的地基的相对变位; S_{EM} —梁的最小搁置长度,斜桥与曲线桥需用另外的公式计算; l —梁的跨度(单位: m),当两侧的跨度不同时,取较大值; L —对梁的搁置长度有影响的下部结构间的距离。

梁的搁置长度对于以下桥梁要考虑加大:(1)土壤液化有可能引起下部构造产生较大变位的桥梁;(2)斜角 60° 以下的斜桥及半径 100m 以下,交角 30° 以上的曲线桥;(3)基本震动周期 1.5 秒以上的高桥墩桥梁。

2.2 防止落梁构造

为了防止落梁而在上、下部结构上设置的连梁装置或是突起构造(参见图 2~图 4)。

防止落梁构造的耐力

$$H_F = 1.5R_d \quad (4)$$

$$S_F = C_F S_E \quad (5)$$

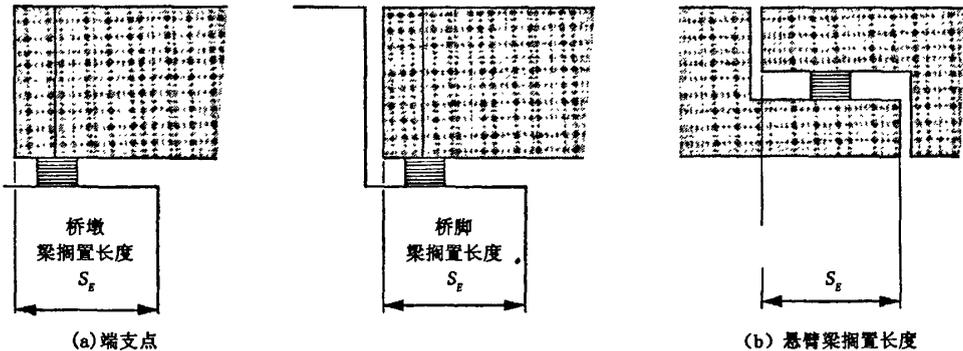


图1 梁搁置长度

Fig.1 Adequate seat length of bridge

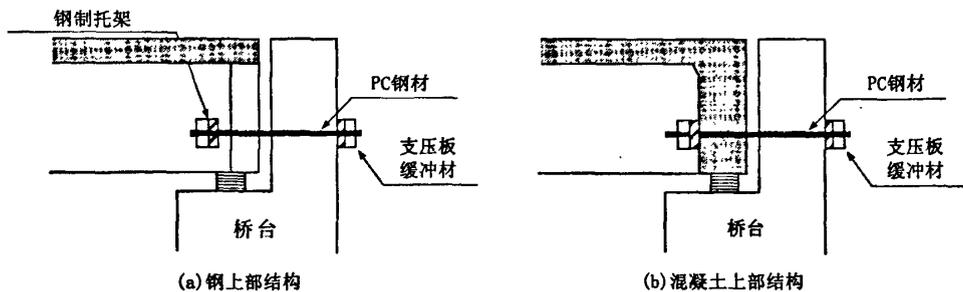


图2 连接上、下部结构的防止落梁装置

Fig.2 Collapse-proof device connecting superstructure and substructure

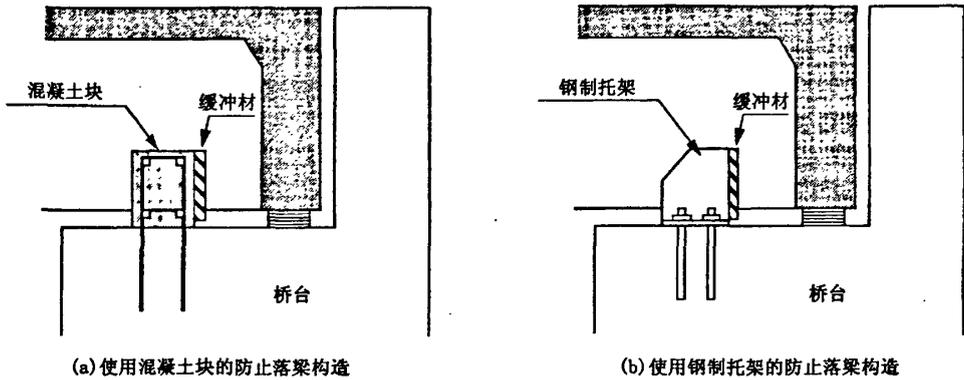


图3 设置突起构造的防止落梁装置

Fig. 3 Collapse-proof device with protuberance structure

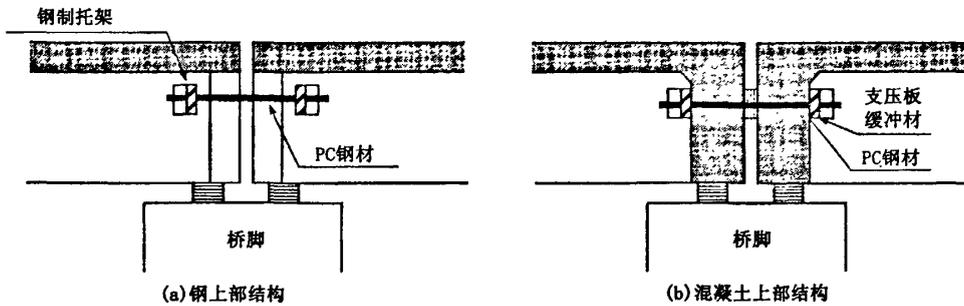


图4 连接相邻上部结构的防止落梁装置

Fig. 4 Collapse-proof device connecting adjacent superstructure

式中 H_F —防止落梁构造的设计地震力; R_d —一支座的恒载反力; S_F —设计最大位移; C_F —设计变位系数,一般取 0.75; S_E —梁的搁置长度。

防止落梁构造一般应采用缓冲材以缓和地震时的冲击;应留有余裕空间即可动距离以免损害支座及其它防落梁设施

2.3 变位限制装置

与 A 型支座(两端由桥台支持,梁长小于 50m 的桥梁以及支座构造有不得已情况的桥梁,可以使用 A 型支座;包括橡胶支座和钢支座。A 型支座可以独自承担 L1 地震产生的水平力和铅直力;但需和变位限制装置共同承担 L2 地震产生的水平力。)配合使用,以抵抗 L2 地震等级的惯性力,在支座损伤的情况下,防止上、下部结构间产生较大变位。使用 B 型支座(除了 A 型支座中罗列情况以外的一般桥梁均需使用 B 型支座,包括免震支座、橡胶支座和钢支座。B 型支座在 L1、L2 地震水平力和铅直力作用下,均需保证支座性能。)时,

为了限制某些特殊桥梁在桥轴直角方向上产生的变位,也需要设置变位限制装置。

变位限制装置的设计抗拉力

$$H_s = 3 K_h R_d \tag{6}$$

式中 H_s —变位限制装置的设计地震力; K_h —L1 地震等级的设计水平震度系数; R_d —一支座的恒载反力。

变位限制装置的设计移动间隙要大于支座在 L1 地震等级下的变形量,即在小震或正常使用时变位限制装置不起作用。变位限制装置的安装不能妨碍连梁装置的安装位置和功能。另外,在滚动支座处设置挡块来限制支座上、下部间的相对位移,以减少支座脱位的危险。

在桥轴直角方向上,上部构造发生逸脱乃至落梁的可能性很低,所以在使用 B 型支座的桥梁上,直角方向无需设置防止落梁系统。但是对于某些特殊桥梁,比如斜桥和曲线桥、下部构造顶部幅比较狭窄的桥、单一支座中轴线上支座数较少的桥以及由于地盘流动化(伴随着地盘液化而产生的,地盘在水平方向上的移动。)可能引起桥

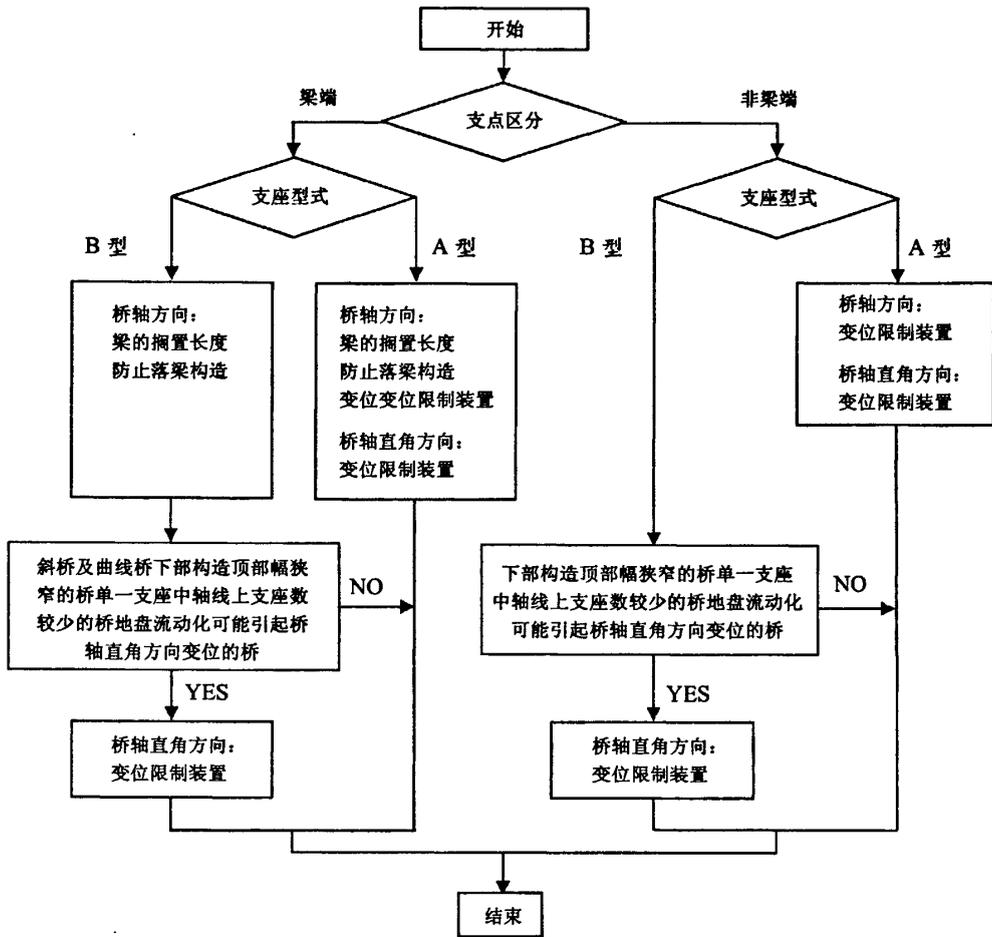


图5 防落梁系统的选择流程
Fig.5 Flow chart of collapse-proof system

轴直角方向产生变位的桥,需要在桥轴直角方向上设立变位限制装置。

2.4 段差防止构造

较高的支座发生破坏时,为了防止桥面产生大的沉降而预设的支撑构造。一般在混凝土台座上设置橡胶支座构成。支座发生破坏时,如果防止落梁构造及变位限制装置能够起到支持上部构造的作用,可以与段差防止构造兼用。

3 防落梁系统的选择流程(参见图5)

4 结语

本文简要介绍了日本桥梁抗震中的防落梁设计,希望能给国内的桥梁设计工作者一点参考并

结合我国防落梁系统的应用现况及相关法规,学习和借鉴日本的设计理念,开阔思路,设计出安全经济的防落梁系统。

参考文献:

- [1] 日本道路协会.道路桥示方书·同解说V·耐震设计篇(H14)[S].
- [2] 日本道路协会.道路桥示方书·同解说V·耐震设计篇(H8)[S].
- [3] 日本道路协会.道路桥耐震设计指针·同解说[M].东京:财团法人日本道路协会,1972.
- [4] JTJ004-89,公路工程抗震设计规范[S].
- [5] 许铠麟.防止桥梁落桥装置设计与现场施工技术之研拟及手册编撰[Z].台湾,2000.
- [6] 范立础.桥梁抗震[M].上海:同济大学出版社,1997.

(责任编辑 刘存英)