

某跨海连续梁桥隔震研究

黄佳栋, 谭平, 郑建勋, 吴国斌

(广州大学 工程抗震研究中心, 广东 广州 510405)

摘要:以某跨海连续桥梁为工程背景,研究了不同隔震措施下该桥梁结构的地震响应。采用有限元软件 Midas Civil 对该工程中六跨连续梁桥建立三维有限元精细化分析模型,考虑将该桥梁支座分别设置为铅芯橡胶隔震支座、摩擦摆式支座,并与普通盆式橡胶支座时该梁桥的动力特性与地震响应进行系统的对比研究,以评价跨海连续梁桥的隔震性能。研究结果表明,与普通连续桥梁相比,隔震后桥梁结构自振周期延长,桥梁墩顶最大位移、桥墩墩底弯矩、剪力均显著减小。采用摩擦摆式隔震支座时该跨海连续梁桥可取得更好的减震效果,但其位移较铅芯橡胶隔震支座时大。

关键词:连续梁桥;铅芯支座;摩擦摆支座;隔震

中图分类号:U442.55 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-0373(2015)03-0018-07

0 引言

我国海域分布在欧亚板块与太平洋板块之间的洋壳与陆壳过渡带,陆地和近海的板内地震活动及日本岛弧或琉球-台湾-菲律宾岛弧板缘地带强震活动是影响我国近海工程场地的复杂地震地质环境^[1]。随着人们兴建近海交通工程,近海工程的抗震研究越来越受到关注和重视。跨海桥梁如果在地震中破坏,将导致巨大的经济损失^[2]。

国内外学者对陆地连续梁桥的抗震与减、隔震设防进行了研究。唐祖宁等采用 E 型阻尼器进行大跨度连续梁桥的减、隔震设计,并应用非线性时程方法研究了 E 型阻尼器的减震效果^[3-5]。范效贵针对地震中支座的破坏现象,提出了滑动摩擦隔震支座的研究思路^[6]。刘昕铭等通过分析摩擦摆隔震支座在不同激励下的响应,得出等效阻尼比超过 30% 的支座不宜进行等效线性化^[7]。E. Choi 等人提出一个新的概念的隔震设备结合了弹性形状记忆合金轴承,分析了三跨连续钢桥铅芯橡胶支座的性能与带记忆合金轴承,在地震作用下不同的响应^[8]。Mohammed Ismail 研究了一种新型隔震装置,集隔震、耗能、缓冲和复位装置于一体,同时还具有抗风、抗倾覆的功能^[9]。比较而言,对近海工程的研究则少得多,对其认识也远不如陆地地震情况。近海重大交通工程连接经济发达区域,如港珠澳大桥联通香港、澳门与内地,其投资巨大,且对全国或区域国民经济和社会发展作用巨大,其地震安全性至关重要。

随着减隔震技术的应用与发展,减隔震装置的开发与应用也不断取得新的发展,目前应用较多的减隔震支座主要有铅芯橡胶支座、叠层支座、阻尼橡胶支座、摩擦摆式支座,以及新型的拉索减震支座^[10],双曲面球钢减震支座^[11]。以某跨海连续桥梁为工程背景,研究了不同隔震措施下该桥梁结构的地震响应,并与普通盆式橡胶支座时该梁桥的动力特性与地震响应进行系统的对比研究,以期为此类桥梁的抗震设计提供有用的参考。

1 工程概况

某跨海大桥为 6 跨连续钢箱梁桥段,跨径布置为 110 m×6。每个盖梁顶部对称布置两个支座。等宽

收稿日期:2014-10-30 责任编辑:车轩玉 DOI:10.13319/j.cnki.sjztdxxb.2015.03.04

作者简介:黄佳栋(1988-),男,硕士研究生,从事桥梁隔震减震研究。E-mail:491921288@qq.com

基金项目:973 计划(2011CB13606),国家自然科学基金(1334209)

黄佳栋,谭平,郑建勋,等.某跨海连续梁桥隔震研究[J].石家庄铁道大学学报:自然科学版,2015,28(3):18-24.

段钢箱梁梁宽 33.1 m,底板宽 15 m。钢箱梁梁高 4.5 m,梁高与跨径比值为 1/24.4。采用大悬臂单箱双室结构,悬臂长度 5.675 m,根部高度 1.45 m,端部高度 0.5 m。钢箱梁内部横隔板标准间距 10 m,横隔板之间设三道横肋,横肋间距 2.5 m。桥墩的基本结构尺寸以及配筋示意图如图 1 所示。基础设 6 根钢管复合桩,横向三排,桩径 2.2 m。承台为六边形,边缘顺桥向宽为 11.2 m,中心顺桥向宽 12 m,横桥向长 16 m,高 5 m。

2 桥梁分析模型

采用 Midas Civil 有限元程序建立三维有限元模型,进行模拟分析,三维有限元模型如图 2 所示。

铅芯橡胶支座的选型流程通常为:确定橡胶支座的剪切模量→支座本体形状→设计竖向承载力→设计剪切位移量→校核计算或优化设计→若不满足要求,重复上述步骤。采用的 LRB 隔震支座参数如表 1 所示。摩擦摆支座的隔震参数设计首先需考虑支座所需承受的竖向面压,然后通过分析计算地震作用下摩擦摆支座的最大位移,最终确定摩擦摆支座参数。本工程最终设计确定的摩擦摆式隔震橡胶支座参数如表 2 所示。对于普通盆式支座,取 3 个转动方向的刚度为 0,在水平方向,对于约束方向的刚度取一个大值,对于可滑动自由度取为 0。

在地震反应分析中,桥梁结构的动力计算模型必须真实反映结构的动力特性,因此,必须真实地模拟桥梁结构的刚度、质量和阻尼分布。在利用 Midas Civil 建立结构动力分析模型的过程中,上部结构采用能反映上部结构质量分布和刚度特征的简化的基于 Timoshenko 梁理论的梁单元来模拟,除了结构自身的质量以外,还包括桥面铺装等二期恒载的质量,并将这些质量转化成自重。

考虑到桩-土-结构的相互作用,采用弹簧来模拟土对桩的作用,土弹簧利用 Midas Civil 程序的“节点弹性支撑”功能施加在模拟桩的梁单元节点上。

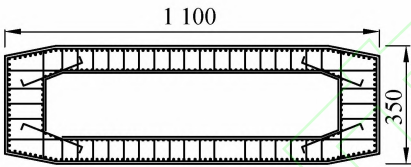


图 1 桥墩截面形状(单位:cm)

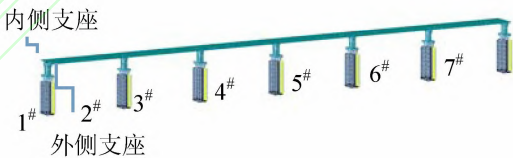


图 2 桥梁三维有限元模型

表 1 LRB 支座的参数表

支座类型	布置位置	竖向承载力/ kN	横向刚度/ (kN·mm ⁻¹)	竖向刚度 K _v / (kN·mm ⁻¹)	屈服力 Q _y / kN	屈服前刚度 K ₁ / (kN·mm ⁻¹)	屈服后刚度 K ₂ / (kN·mm ⁻¹)
LRB1250	1 [#] 、7 [#]	12 500	4.4	2 000	848	18.2	2.8
LRB2750	2 [#] 、6 [#]	27 500	10	4 922	965	50.9	7.9
LRB2500	3 [#] 、4 [#] 、5 [#]	25 000	9.2	4 357	877	46.5	7.2

表 2 摩擦摆式隔震橡胶支的参数表

支座型号	布置位置	竖向承载力/kN	线性特征值有效刚度/(kN·mm ⁻¹)			非线性特征值	
			D _x	D _y	D _z	D _x 竖向刚度/	D _y 纵向/D _z 横向
			竖向	纵向	横向	(kN·mm ⁻¹)	滑动前刚度(kN·mm ⁻¹)
KZQZ10000ZX	1 [#] 、7 [#]	12 500	6 250	7.452	7.552	6 250	318.75
KZQZ27500DX	2 [#] 、6 [#]	27 500	13 750	8.489	8.489	13 750	693
KZQZ25000ZX	3 [#] 、4 [#] 、5 [#]	25 000	12 500	7.717	7.717	12 500	630

3 桥梁动力特性对比

选取铅芯橡胶隔震支座、摩擦摆式支座作为减隔震支座,与采用盆式支座的桥梁进行对比,比较其动力特性。

了解桥梁的自振特性是对桥梁进行动力分析的重要前提,对隔震与抗震的桥梁进行模态分析,得出该桥的自振周期及振型。桥梁的前 10 阶的自振周期如表 3 所示。桥梁采用铅芯支座前 5 阶的振型图如图 3 所示。采用盆式支座的前 5 阶振型图如图 4 所示。摩擦摆式支座的前 5 阶振型与铅芯支座的类似,故不再赘述。

表 3 自振周期										s
模态号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LRB	2.72	2.62	2.05	2.03	1.28	1.2	1.13	1.06	1.04	1.02
摩擦摆	2.84	2.78	2.44	1.83	1.15	1.14	1.1	1.01	0.94	0.93
盆式	1.8	1.31	1.28	1.26	1.2	1.19	1.03	0.99	0.87	0.74

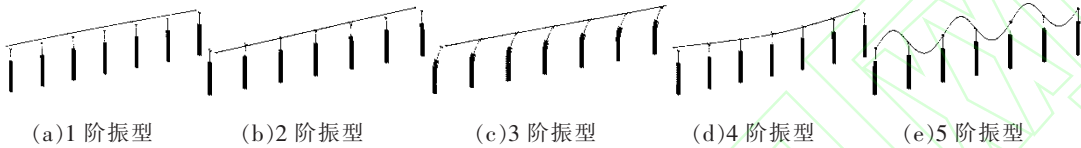


图 3 铅芯支座桥梁振型图

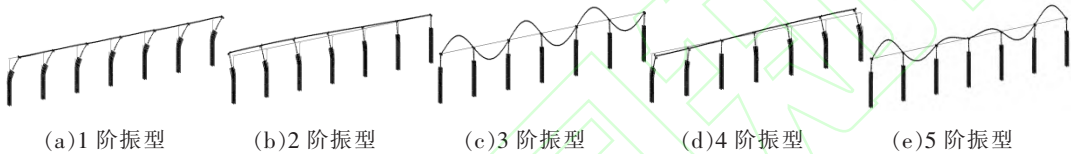


图 4 盆式支座桥梁振型图

由表 3 可知,当桥梁支座为普通盆式支座时桥梁的自振周期为 1.8 s,隔震后对应于铅芯橡胶隔震支座与摩擦摆式支座,该隔震桥梁的自振周期分别延长至 2.72 s、2.84 s,有效避开了地震的主要携能频带,从而可大大降低结构的地震响应。相比之下,采用摩擦摆式支座可使桥梁结构的自振周期进一步延长,达到更好的减震效果。随着阶数的增大,桥梁的振动周期越来越接近,说明隔震支座主要影响连续梁桥的前几阶模态,对于高阶振型影响较小。

对比图 3(a)与图 4(a),1 阶振型分别为主梁横飘与主梁纵飘。表明铅芯支座桥梁的整体横向刚度相对较弱,而盆式支座桥梁的整体纵向刚度相对较弱。因而抗震设计时,对于隔震桥梁应重点考虑横桥向的地震响应,对于抗震桥梁应重点考虑纵桥向的地震响应。此外,隔震桥梁的为主梁横向反对称弯曲,各墩横向弯曲;而抗震桥梁的 2 阶振型表现为主梁横飘,桥墩为横向弯曲。说明桥梁横向也会有较大的响应。图 3(c)振型为主梁纵向飘移,各墩纵向弯曲;图 4(c)振型为主梁竖向弯曲。由图 3(e)知铅芯支座桥梁到第 5 阶振型才出现竖向弯曲,说明隔震支座能延缓桥梁竖向弯曲的出现。在抗震设计时,应注意考虑抗震桥梁的竖向地震响应。

4 地震响应分析

4.1 选用的地震波

采用的地震波(1-3)San Fernando 波、El Centro 波和人工波加速度时程如图 5 所示。3 条地震波的功率谱如图 6 所示。由图 6 知 San Fernando 波、人工波的能量在频率上主要在 8 Hz 以内,分布相对集中,而 El Centro 波的能量则相对分散。

4.2 主梁加速度

图 7 为 3 条地震波作用下主梁加速度反应谱图。3 条地震波作用下,对应于普通盆式支座的桥梁主梁加速度小于 2 种隔震支座时的情形,这表明隔震技术都能显著减小该跨海连续梁桥的地震反应。相比之下,采用摩擦摆隔震支座时能更有效地减少主梁加速度反应,这主要是由于摩擦摆支座其等效刚度较铅芯橡胶隔震支座更小。

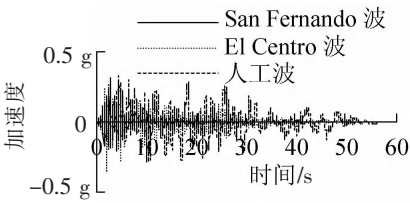


图 5 地震波加速度时程图

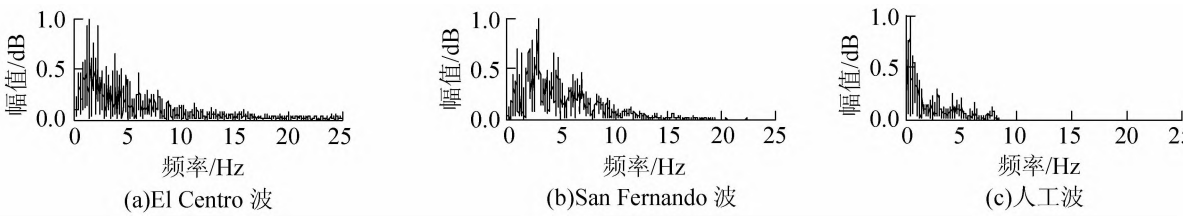


图 6 3 条地震波功率谱图

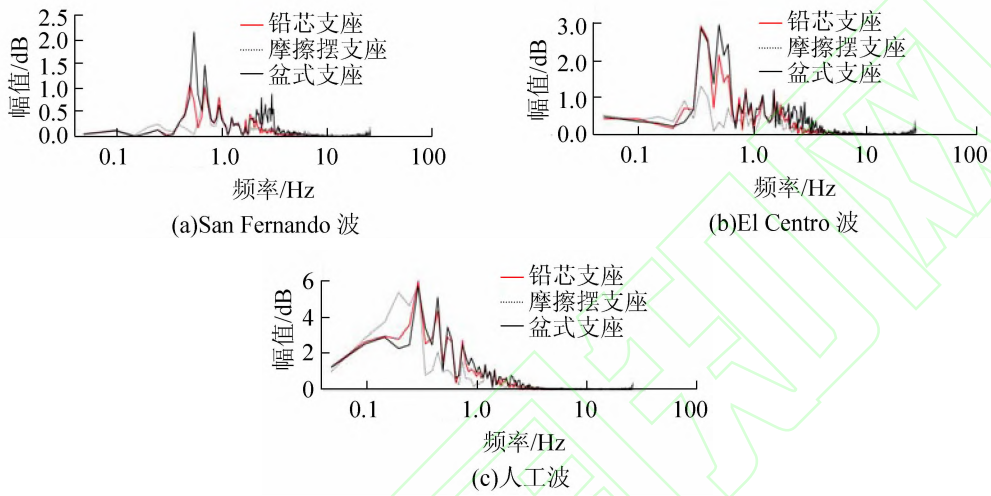


图 7 主梁加速度反应谱图

4.3 桥梁墩顶位移

对桥梁双向输入地震波形时程分析,得到顺桥向桥梁的墩顶位移峰值如图 8 所示,纵坐标从下往上依次为 San Fernando 波、El Centro 波和人工波作用。

由图 8 可知:纵向地震力作用下,桥梁采用盆式支座的墩顶位移峰值都比采用铅芯支座和摩擦摆式支座的大。人工波作用下采用铅芯橡胶支座的桥墩墩顶的位移峰值都比采用摩擦摆式支座的峰值大,但 San Fernando 波、El Centro 波作用下时情况不一定。由此可知,地震波的种类,对隔震支座的性能具有影响。

针对采用的不同地震波作用下,采用铅芯支座与摩擦摆式支座的 2[#],3[#],4[#],5[#],6[#] 桥墩的墩顶位移峰值减小幅度相对边墩 1[#],7[#] 的墩顶位移峰值要大,这是由于采用支座的水平刚度不一样导致位移不一样;各墩隔震相应抗震的位移减小幅度也不同,人工波作用下时,减小的幅度最大,最大值为 27.16 cm。这是由于隔震支座具有极为优良的特性,随地震作用增强隔震层位移增大,隔震支座刚度相应减小,从而可以取得更好的隔震效果。

4.4 墩底剪力

双向地震力作用下,各墩顺桥向墩底剪力峰值分别如图 9 所示,纵坐标从下往上依次为 San Fernando 波、El Centro 波和人工波作用。由图 9 可知:纵向地震力作用下,盆式支座的墩底剪力最大值都比隔震支座的大。地震波的种类不同,各墩隔震相应抗震的墩底剪力的减小幅度也不同,人工波作用下减小的幅度最大,最大值为 4 820.1 kN,在 5[#] 墩墩底。对比 3 条地震波作用下,隔震支座的隔震效果也不相同。在进行跨海连续梁桥隔震设计时,应通过选择合适的隔震支座参数延长隔震桥梁的前几阶模态自振周期,使之避开地震卓越周期,从而可明显改善跨海连续梁桥的地震安全性。

4.5 桥墩墩底弯矩

考虑双向地震动作用下桥梁的地震响应。因桥墩的底部区域,在地震力作用下易形成塑性铰区域,因而有必要分析不同地震波作用下,桥梁墩底的横向和纵向的弯矩峰值。3 条地震波作用下各桥墩纵向、横向弯矩峰值与隔震率如表 4 所示。

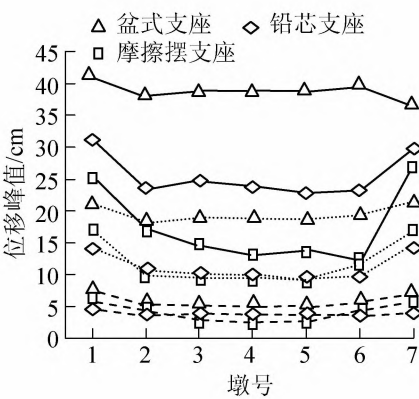


图 8 地震波作用下墩顶位移峰值图

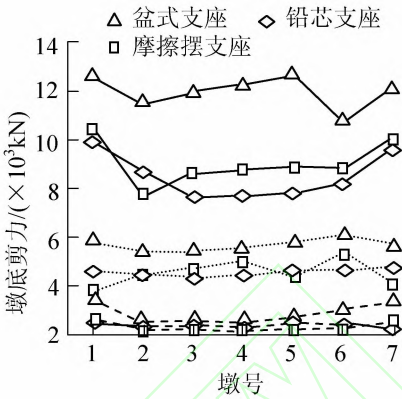


图 9 地震波作用下墩底剪力峰值图

表 4 各桥墩纵向与横向弯矩峰值与隔震率

桥墩号	支座类型	San Fernando 波纵向		El Centro 波纵向		人工波纵向		San Fernando 波横向		El Centro 波横向		人工波横向	
		弯矩峰值/ (kN·m)	隔震率/%	弯矩峰值/ (kN·m)	隔震率/%	弯矩峰值/ (kN·m)	隔震率/%	弯矩峰值/ (kN·m)	隔震率/%	弯矩峰值/ (kN·m)	隔震率/%	弯矩峰值/ (kN·m)	隔震率/%
1 [#]	LRB	48 613.85	25.76	86 804.63	8.71	130 952.95	5.55	90 301.82	13.52	169 307.80	9.57	237 229.98	36.04
	摩擦摆	44 166.03	32.55	64 063.21	32.62	120 784.92	12.88	85 920.00	17.71	145 355.10	22.36	230 535.43	37.84
	盆式	65 483.88		95 082.46		138 649.91		104 414.56		187 228.26		370 899.10	
2 [#]	LRB	49 176.20	26.82	74 936.56	17.93	108 103.80	18.88	45 052.22	58.99	116 699.04	31.21	220 010.43	45.07
	摩擦摆	38 480.64	42.74	65 905.59	27.82	88 867.83	33.31	35 785.70	67.43	81 870.11	51.74	95 636.40	76.12
	盆式	67 201.19		91 304.26		133 258.62		109 866.93		169 657.23		400 554.16	
3 [#]	LRB	49 709.70	18.93	73 491.89	19.69	109 257.89	19.26	45 217.23	58.37	128 335.20	25.27	237 506.41	43.69
	摩擦摆	40 331.44	34.22	68 867.83	24.74	102 102.62	24.55	33 638.78	69.03	95 636.40	44.31	133 876.30	68.26
	盆式	61 315.13		91 504.82		135 325.31		108 629.74		171 725.70		421 804.53	
4 [#]	LRB	50 108.24	20.76	74 432.63	20.58	109 939.61	19.78	44 954.85	58.37	133 975.92	21.11	241 275.21	42.46
	摩擦摆	40 598.90	35.80	70 466.07	24.82	104 053.79	24.07	36 380.96	66.31	79 920.00	52.94	137 420.25	67.23
	盆式	63 239.90		93 725.94		137 043.85		107 997.60		169 822.69		419 311.90	
5 [#]	LRB	49 812.49	21.73	73 812.14	22.25	109 151.99	7.12	45 195.72	59.67	127 034.73	29.13	239 737.88	42.24
	摩擦摆	39 007.33	38.71	72 251.11	23.90	104 140.79	11.38	35 688.39	68.15	97 915.45	45.38	131 868.42	68.23
	盆式	63 643.55		94 941.18		117 520.06		112 054.44		179 254.74		415 037.80	
6 [#]	LRB	53 646.95	18.36	77 946.93	22.66	116 174.36	13.27	49 288.62	60.20	113 463.01	37.14	237 640.60	42.77
	摩擦摆	42 943.16	34.65	73 883.54	26.69	104 237.56	22.18	33 013.27	73.34	91 415.36	49.36	114 904.66	72.33
	盆式	65 713.76		100 780.30		133 942.47		123 840.84		180 511.92		415 252.68	
7 [#]	LRB	51 879.54	25.16	77 577.84	8.71	130 512.54	5.50	89 235.60	20.46	168 756.67	6.92	235 294.77	32.86
	摩擦摆	44 269.52	36.14	66 522.85	21.72	120 886.50	12.47	80 720.97	28.05	144 194.14	20.47	228 752.14	34.73
	盆式	69 325.23		84 976.09		138 103.83		112 196.06		181 311.86		350 476.06	

在表 4 中,对比抗震与隔震桥梁,采用隔震的桥梁的纵向与横向弯矩峰值都要比抗震桥梁的小。纵桥向铅芯橡胶支座隔震率最大为 26.82%,摩擦摆支座的隔震率最大为 42.74%。横桥向铅芯橡胶支座的隔震率最大为 60.2%,摩擦摆支座的隔震率最大为 76.12%。桥梁在各条地震波作用下,对比桥墩横向与纵向的隔震效果,横向的隔震效果峰值一般较大,这与桥梁采用的隔震支座横向刚度都是小于纵向刚度有一定关系。

此外,地震波的种类对隔震效果也有较大的影响。不同地震波作用下,相同桥墩纵向、横向的隔震效果差异较大。说明不同的地震波对隔震支座的隔震性能与效果有影响。

4.6 支座的滞回耗能

本文选取了桥梁在各条地震波作用下顺桥向 2[#]墩内侧,铅芯橡胶支座与摩擦摆支座滞回曲线如图

10 所示。从图中可以看出,摩擦摆支座与铅芯橡胶支座逐渐进入塑性耗能阶段,因为摩擦摆支座的纵向刚度较小,有利于减小桥梁结构的地震响应。

不同地震波作用下,摩擦摆支座与铅芯橡胶支座的耗能效果不同。El Centro 波作用下铅芯支座的耗能效果优于摩擦摆支座,但 San Fernando 波、人工波作用下,摩擦摆支座的耗能效果更好。铅芯橡胶支座的纵向最大位移在此 3 条地震波的作用下,一般比摩擦摆支座的小。

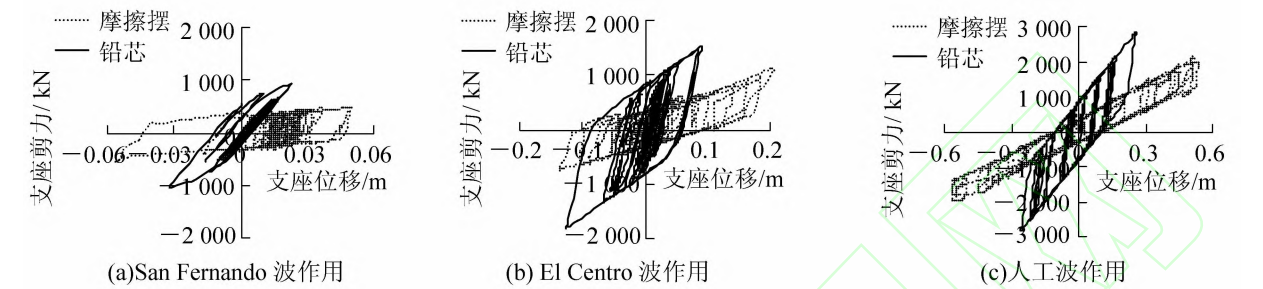


图 10 2[#]桥墩支座的滞回曲线

4.7 塑性铰转角

桥梁在各地震波作用下,2[#]桥墩顺桥向塑性铰转角峰值如表 5 所示。由表 5 知,人工波作用下,摩擦摆支座的塑性铰转角的峰值比盆式支座减少 0.008 97 rad,能极大地降低桥墩墩底的塑性铰转角。3 条波作用下,采用摩擦摆支座的桥梁塑性铰转角峰值减小幅度都优于铅芯橡胶支座。

表 5 2[#]桥墩顺桥向塑性铰转角峰值与隔震率

地震波	铅芯支座		摩擦摆式支座		盆式支座塑性铰 转角峰值/rad
	塑性铰转角峰值/rad	隔震率/%	塑性铰转角峰值/rad	隔震率/%	
San Fernando 波	0.000 47	65.4	0.000 41	69.8	0.001 37
El Centro 波	0.001 87	66.8	0.001 76	68.9	0.005 65
人工波	0.007 15	53.0	0.006 44	57.7	0.015 23

5 结论

为了研究该跨海连续梁桥在不同抗震措施下的地震响应,通过 Midas Civil 软件建立有限元模型,进行了仿真分析,得出了以下结论:

在进行跨海连续梁桥隔震设计时,应通过选择合适的隔震支座参数延长隔震桥梁的前几阶模态自振周期,使之避开地震动卓越周期,从而可明显改善跨海连续梁桥的地震安全性。

隔震桥梁的主梁加速度、墩底剪力等地震响应较抗震桥梁均大幅减小。当采用铅芯橡胶支座时隔震后其纵桥向弯矩峰值的隔震率最大为 26.82%,采用摩擦摆支座隔震率最大为 42.74%;横桥向对应铅芯橡胶支座的隔震率最大为 60.2%,对应摩擦摆支座时的隔震率最大为 76.12%。说明隔震后能大大减小跨海连续梁桥桥墩的地震响应,起到保护桥墩的作用。

采用摩擦摆支座主梁位移峰值会比铅芯支座的大,在桥梁隔震设计时相邻主梁应注意预留适当的距离,必要时还需考虑相邻桥墩的碰撞作用对桥梁地震响应的影响。

参 考 文 献

[1]李三忠,余珊,赵淑娟,等. 东亚大陆边缘板块重建与构造转换[J]. 海洋地质与第四纪地质,2013,33(3):65-94.
[2]王增忠,张宇鑫,范立础. 桥梁工程抗震减灾决策研究[J]. 公路交通科技,2011(7):243-254.
[3]唐祖宁,聂志宏,李建中. 大跨度连续梁桥减、隔震设计与分析[J]. 中国市政工程,2013(6):20-22.
[4]王来,陈相龙,关巧英. 反复荷载下端板连接半刚性钢框架滞回性能研究 [J]. 山东科技大学学报,2013(4):52-56.
[5]丁磊,舒赣平. 单向软钢隔震耗能支座的滞回性能研究 [J]. 建筑结构, 2013,43(15): 107-112.
[6]范效贵. 桥梁减隔震措施研究[D]. 成都:西南交通大学,2010.
[7]刘昕铭,王少华,严情木,等. 摩擦摆隔震支座阻尼特性研究[J]. 铁道建筑,2012(4):10-13.

- [8]Choi E, Nam T H, Oh J T, et al. An isolation bearing for highway bridges using shape memory alloys[J]. Materials Science and Engineering, 2006, 438(440): 1081-1084.
- [9]Mohammed Ismail, Joan R. Casas, José Rodellar, et al. Near-fault isolation of cable-stayed bridges using RNC isolator [J]. Engineering Structures, 2013, 56: 327-342.
- [10]Wei Zhenghua, Yuan Wangcheng, Cheung Pak-chiu, et al. Seismic performance of continuous girder bridges using cable-sliding friction aseismic bearing [J]. Procedia Engineering, 2011, 14: 914-921.
- [11]顾正伟, 钟铁毅, 张贞阁. 双曲面球型减隔震支座曲线连续梁桥的减隔震[J]. 中国铁道科学, 2011, 33(3): 47-51.

Study on Isolated Sea-crossing Continuous Girder Bridge

Huang Jiadong, Tan Ping, Zheng Jianxun, Wu Guobin

(Earthquake Engineering Research & Test Center, Guangzhou University, Guangzhou 510405, China)

Abstract: In order to investigate the dynamic response and isolation effectiveness of base-isolated continuous bridge, a sea-crossing continuous girder bridge is studied and different types of isolators are considered, including lead rubber bearing and friction pendulum bearings. The refined finite element model of a continuous girder bridge with six spans is established within the environment of Midas Civil. Dynamic characteristics and responses of sea-crossing isolated continuous girder bridge to a set of earthquake records are compared with the corresponding bridge with ordinary pot rubber bearings. Research results show that the isolated sea-crossing bridge possesses longer natural vibration period, whose maximum displacement of the pier-top, maximum shear, bending moment of the bottom of the bridge and piers of the base-isolated continuous bridge are much smaller than the bridge with ordinary pot rubber bearings. In contrast, friction pendulum bearings can achieve better performance than lead rubber bearings at the cost of larger isolation displacement.

Key words: continuous girder bridge; lead rubber bearing; friction pendulum bearing; seismic isolation

(上接第 17 页)

- [3]中华人民共和国铁道部. 铁运函[2004]120 号铁路桥梁检定规范[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2004.
- [4]石家庄铁道大学. 朔黄铁路清水河特大桥检测报告[R]. 石家庄: 石家庄铁道大学工程结构检测中心, 2010.
- [5]北京交通大学. 朔黄铁路清水河特大桥检测报告[R]. 北京: 北京交通大学, 2013.

Experimental Study on Transverse Vibration of Heavy Load Railway Cylindrical Piers

Wang Feng

(Development Co. Ltd. of Shuo-Huang Railway, Suning 062350, China)

Abstract: With the implementation of heavy load railway transportation in China, increased operating train axle load and transport volume has brought more and more serious effect to the cylindrical pier, such as too large horizontal amplitude, severe impact vibration and so on, seriously affecting the safe operation of the railway bridge. In this paper, taking Shuohuang Railway cylindrical pier as the object of study, combining theory and experimental analysis of the transverse dynamic characteristics of bridge pier before and after reinforcement in the condition of increased train load. The pier transverse vibration under different train operation rules are studied to analyze and evaluate of the cylindrical pier reinforcement effect, and provide scientific basis for the strengthening and maintenance of heavy-haul railway bridge piers.

Key words: heavy railway, cylindrical piers, reinforcement study, vibration experiment