第 2 卷◆第 4 期◆版本 1.0◆2019 年 4 月
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4651

对桥梁震害的分析和启示

刘志宏　刘军
湖北省交通规划设计院股份有限公司
DOI:10.32629/btr.v2i4.2035

[摘　要] 通过对典型地震及桥梁震害的实例分析,归纳桥梁震害产生的内因及表现形式,总结桥梁震害教训,改进桥梁结构设计理论和方法,使桥梁抗震设计水平不断得到提高。
[关键词] 桥梁震害；移位；延性；抗震结构体系

我国处于欧亚板块地震带和环太平洋地震带的交汇地带,是一个地震频发的国家,近些年来我国发生了几次较大的地震,比如唐山大地震和汶川大地震,造成了严重的人员伤亡和经济损失。对于桥梁结构物,地震对其造成的破坏显示的是 1:1 客观真实的足尺实验结果,揭示了桥梁结构在设计和施工方面的缺陷。所以,分析研究在地震中被破坏或幸存的结构物对于改进桥梁结构设计理论和方法具有很大的价值。

1 典型地震及桥梁震害

1.1 1976 年唐山大地震

1976 年 7 月 28 日我国唐山发生大地震,地震震级为里氏 7.8 级,震源深约 11 米。唐山市区大部分陷入地震烈度高达Ⅺ度的极震区,大部分结构物倒塌,震害极为严重,造成 24 万余人死亡,约 16 万重伤。在地震之前,唐山地区的抗震设防烈度被划为Ⅵ度区,按当时抗震规范,结构物没经过抗震设计,这是酿成大灾的主要内因,一个极为惨重的教训。

唐山地震后,通过对桥梁结构物的震后调查,唐山地震中桥梁的基本震害现象有：①落梁：主要是由于桥墩断裂、梁与桩柱之间纵向错动超出盖梁宽度、横向移动较大而导致的；②桩墩震害：主要有桩墩单向倾斜,下端开裂、折断,桩墩呈八字形或倒八字形倾斜而产生的破坏；③支座震害：油毡支座从梁底拉出,摆柱支座倾斜、压碎,弧形钢板支座脱落,锚固螺栓剪断,橡胶支座移位；④桥台与河岸滑移现象突出,主要的震害是桩柱式桥台的桩柱倾斜、折断、开裂,重力式桥台的胸墙开裂、滑移、下沉,侧墙开裂等。

1.2 2008 年汶川大地震

2008 年 5 月 12 日,汶川发生 8.0 级大地震,震中烈度达到Ⅺ度,实际烈度远远大于抗震设防烈度。汶川地震中桥梁结构主要震害有：整体垮塌,落梁,梁体移位,碰撞,挡块剪切破坏,桥墩剪切破坏,支座损坏等。汶川地震带给桥梁设计的启示如下：

(1)桥梁设计应尽量采用刚度和质量均匀的结构型式。

(2)对于跨越断层带的桥梁,应尽量采用简支桥体系,避免出现全桥垮塌。

(3)对于两岸基础条件良好,两岸边坡存在潜在地质灾害的情况,建议采用拱桥来提高桥梁抵御落石的能力。

(4)对于连续梁结构,上下部之间的构造连接应尽量均匀,把地震力均匀分布给各桥墩；当连接构造必须采用固定连接时,应对下部构造进行特殊处理措施,增加纵筋、加密箍筋等。

(5)对于刚构桥梁,应注意“保险丝式”单元设计,在便于检测、修复部位预设结构薄弱位置,利于结构耗散地震能力,便于震后修复。

1.3 2010 年玉树地震

2010 年 4 月 14 日青海省玉树县发生两次地震,最高震级 7.1 级。这次地震引起的桥梁震害主要有：梁体移位,支座脱落、移位,挡块剪裂等。通过对震害中的 20 米跨径空心板梁桥的震害分析,再结合汶川地震中的震害分析,得到有益的启示：采用板式橡胶支座的中小跨径桥,其支座和挡块的损伤保护了下部结构。

化的安装和拆卸,相比钢模板减少了吊装设备占用时间,施工效率大大提高；强度大,韧性好,不易发生变形,外模板设置的紧固卡扣可有效防止漏浆、增加模板的整体稳定性；圆模板上上覆环氧树脂膜,力学性能强、耐腐蚀,周转次数较多,其中外侧模板一般可周转 10-12 次,内侧模板可周转 6-8 次,大大节约施工成本。同时,由于浇筑的混凝土构件外观质量良好,也间接节省了检查井后续处理费用。木质圆模板一般标准节为 3m,高度也可根据现场实际进行定制,遇到有孔洞时可现场任意切割。

故在类似工程及圆形墩柱及其它圆形构筑物施工中具有很大的推广价值。

[参考文献]

[1]李敏.城市道路中检查井病害的成因及防治对策[J].公路与汽运,2015,(03):147-149.

[2]高小平.老城区雨污分流改造工程的对策与思考[J].中国给水排水,2015,31(10):16-21.

[3]张团结.城市排水管网恶臭发生影响因素研究[D].长安大学,2014,(02):82.

Copyright © This word is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

2 桥梁震害内因：

通过对地震中桥梁破坏的实例分析，引起桥梁震害的内部原因主要有：(1)发生时的地震强度超过桥梁抗震设计时的设防标准；(2)地震的发生引起了桥梁结构物的地基失效或地基变形；(3)由于桥梁结构物的设计、施工不合理；(4)桥梁结构物的本身抗震能力不足。

从结构抗震设计的角度来划分，可以把桥梁震害的内因分为两类，由于地基失效引起的破坏和由于结构强烈震动引起的破坏。从桥梁震害的内因出发，总体结构设计和细部构造等不合理引起的震害。

2.1 桥梁上部结构震害

移位震害：一般在设置伸缩缝的地方容易发生，在地震破坏中常见。移位震害表现为桥梁上部构造的纵向移位、横向移位和扭转移位。

碰撞震害：相邻跨上部结构的碰撞、上部结构与桥台的碰撞以及横向相邻梁间的碰撞发生的震害。

自身震害：主要是钢结构的局部屈曲破坏，在少量实例中有发现。

2.2 桥梁支座震害

在震害现象中，支座是常见的受损部件。通过对汶川地震、玉树地震的观测和分析，中小跨径桥梁的普通橡胶支座在地震中发挥了“保险丝式单元”的作用，支座的震损保护了桥墩和基础，对桥梁的整体抗震是有利的，需要挡块和连梁装置的合理设计，确保支座破坏后不落梁。

2.3 桥梁下部结构震害

墩柱弯曲破坏：是常见的震害形式，多表现为开裂、混凝土剥落压溃、钢筋裸漏和弯曲等，主要是墩柱箍筋配置不足、纵向主筋的搭接或焊接不牢等引起的墩柱延性能力不足。

墩柱剪切破坏：在历次大地震中这种破坏形式不少，会造成墩柱截断、弯折及上部结构的倒塌。

墩柱的承台破坏：这种破坏形式少见，但一旦发生，会造成墩梁倒塌的严重后果。

框架墩的震害：主要表现为盖梁破坏、墩柱破坏和节点破坏；盖梁的破坏形式有剪切破坏、弯曲破坏及钢筋锚固长度不足引起的破坏；节点破坏主要表现在剪切破坏。

桥台震害：较为常见，主要表现形式有地基丧失承载力等引起的桥台滑移、台身与上部结构的碰撞破坏和桥台倾斜。

2.4 桥梁基础震害

桥梁基础震害是许多地震中的重要震害之一，大量地震实例资料表明，地基失效如砂土液化和土体滑移，是桥梁基础震害的主要原因。扩大基础的破坏一般由地基失效引起，桩基础的震害除了这一原因外，还有由于上部结构惯性力影响引起的桩基剪切、弯曲破坏。

3 结束语

分析桥梁震害，可以对桥梁抗震设计理论和设计方法进行检讨、修正和发展，使桥梁抗震设计水平不断得到提高。总结桥梁震害教训，关于桥梁抗震设计有以下启示：

桥梁结构的总体设计，选择较理想的抗震结构体系；重视延性抗震，并且避免出现脆性破坏；重视结构的局部构造设计，避免出现构造缺陷；重视桥梁支承连接部位的抗震设计，采取有效的防落梁装置；重视采用减隔震技术，提高结构的抗震能力。

[参考文献]

[1]臧万军.汶川地震公路隧道震害规律研究[J].现代隧道技术,2017,54(02):17-25.

[2]朱海兰.建筑结构设计中抗震概念设计的重要性分析[J].城市建设理论研究(电子版),2018,(16):56.

[3]周廷军.浅谈建筑抗震结构设计[J].中国新技术新产品,2018,(08):113-115.

[4]杨丽.桥梁工程抗震设计要点分析[J].黑龙江交通科技,2019,42(03):118-119.

Copyright © This word is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.