

浅谈公路桥梁单梁静载试验

李振平

辽宁省交通规划设计院公路养护技术研发中心, 辽宁 沈阳 110166

摘要: 桥梁荷载试验是检验桥梁承载能力的重要方法, 本文叙述了桥梁单梁静载试验的具体过程和 Related 注意事项, 指明了其与成桥静载试验的区别, 在理论计算阶段, 有些细节在规范中没有明确规定, 作者提出了自己的观点和理论, 使单梁静载试验更趋于合理和完善。对桥梁的设计、施工、检测等各项目参与方均有一定的参考价值。

关键词: 单梁静载试验; 荷载效率; 加载控制; 承载能力评定

一 引言

近几年, 随着投资规模的不断加大, 国家政策的支持以及公路建设技术、工艺的不断革新与改进, 我国公路建设行业迎来了平稳发展, 公路总里程及公路密度逐年上升, 全国公路总里程已超过 500 万公里, 其中公路桥梁数量超过 80 万座。保障这些桥梁的运营安全必将是养护工作的重中之重, 通常情况下, 可以采取桥梁定期检测、特殊检测或者桥梁荷载试验进行技术状况检验, 但这些检验手段一般是在桥梁建成后进行的, 基本属于过程后质量控制, 往往效果并不理想。随着人民群众对工程质量的要求越来越高, 部分省市已经采取了更为可靠也更为合理的过程中质量控制方案, 这就是桥梁预制场单梁静载试验。

二 概述

单梁静载试验是在主梁预制完毕, 但尚未架设至梁位的时进行的, 一般多指预制箱梁、T 梁和空心板等结构在预制场中简支状态下, 对其施加静力荷载以检验其承载能力是否满足设计要求的一种方法。理论上它属于桥梁荷载试验的范畴, 但又与已成桥的桥梁静载试验不尽相同, 由于没有完全对口的规范、规程做指导, 现阶段只能参照现行的《公路桥梁承载能力检测评定规程》和《公路桥梁荷载试验规程》进行试验的相关工作。

三 试验计算

单梁静载试验应进行必要的与试验有关的计算, 如计算试验控制荷载、静力加载效率、试验荷载作用下主要测试断面的内力或变形控制值等。所有相关计算结果是试验荷载大小、加载等级等的理论依据, 也作为试验加载相应的期望值。

(一) 试验控制荷载确定

对于已成桥的静载试验, 试验控制荷载根据与设计作用(或荷载)等级相应的活载效应控制值或有特殊要求的荷载效应值确定。以使控制截面或断面产生最不利荷载效应(内力和变形最大)荷载作为试验控制荷载。具体计算时, 应选择一设计计算活载作用下能够产生最大截面应力和变形的控制截面或位置, 某些特殊桥梁还需考虑对关键构件的专项加载计算。

应该注意的是, 已成桥的静载试验试验时结构受力图式与设计时结构受力图式是一样的。但单梁静载试验却不同: 首先, 设计时主梁可能是简支结构, 也可能是连续结构或者是其他什么结构, 但预制场中的主梁一般只能是简支结构; 其次, 设计时主梁受活载作用是在运营阶段, 此时上部结构为多个主梁拼接而成的整体, 各梁刚度计算时需考虑湿接段、铺装混凝土等附加截面的参与, 而预制梁却只是裸梁, 不能考虑其它部分的刚度, 因而其控制荷载应比同条件下成桥静载试验的控制荷载小。这就是单梁静载试验与已成桥的静载试验的主要区别。

既然有区别, 就不能完全按照成桥静载试验的思路进行单梁静载试验, 那实际工作中又如何处理呢? 下面就以某一尺寸预制箱梁跨中弯矩效应为例, 研究一下两者的不同。首先单梁荷载试验时的裸梁截面与成桥时的组合截面关系如图 3-1 所示, 两者截面特性如表 3-1 所示, 不难发现成桥荷载试验计算时采用的组合截面(A+B)抗弯刚度最大, 假设此时其弯矩为 M, 而此截面中截面 A 的抗弯刚度为组合截面的 0.81 倍, 则理论上承担的弯矩为 0.81M, 这就是目标弯矩。组合截面中性轴比裸梁截面中性轴要高, 要在单梁试验中完全模拟出组合截面中截面 A 受力状态显然是不易实

现的,而裸梁截面 A 的抗弯刚度为组合截面的 0.75 倍,理论上承担的弯矩亦为 0.75M,虽比上述组合截面中截面 A 承担的弯矩小,但两者偏差较小,在通常情况下可直接取 0.75M,即 αM , α 为裸梁刚度与组合截面刚度之比。而且在设计计算中为了有较大的安全储备,一般考虑桥面铺装层参与受力的厚度也较小,所以 α 就更贴合实际。

表 3-1 裸梁截面和成桥截面特性对比表

截面特性	裸梁截面 A	组合截面 (A+B)	组合截面中截面 A
面积-A (mm ²)	1.09E+06	1.47E+06	1.09E+06
惯性矩 -I _x (mm ⁴)	3.49E+11	4.68E+11	3.79E+11
C _y + (mm)	6.29E+02	5.62E+02	-
C _y - (mm)	9.71E+02	1.14E+03	-

(二) 试验荷载确定

根据现行的《公路桥梁荷载试验规程》,可参照对交、竣工验收荷载试验,静载试验荷载效率系 η_q 宜介于 0.85~1.05 之间,

静载试验效率 η_q 可按下式计算:

$$\eta_q = S_s / (\alpha \cdot S \times (1 + \mu))$$

S_s —单梁静载试验荷载作用下,某一加载试验项目对应的加载控制截面内力或位移的最大计算效应值;

S —设计活载产生的同一加载控制截面内力或位移的最不利效应计算值;

α —修正系数,裸梁刚度与组合截面刚度之比;

μ —按规范取用的冲击系数值。

实际工程上,选用车辆荷载进行加载时,要综合试验荷载效率 η_q 、与设计活荷载的等效性、车辆的机动性等因素。

四 加载试验

正式加载试验是整个单梁静载试验的核心内容,准备工作是否充分更是决定了整个试验的效率与成败。首先是配重物的确定,一般情况预制场内没有专门供加载的重物,需临时搜集,根据加载面尺寸大小可选择比如钢筋圆盘、预制块、石料袋、涵洞盖板等,基本上有什么加什么,配重凑不够将直接影响静载试验;其次是主梁的选择,原则上应随机抽取,但从安全角度考虑尽量选择中梁作为试验梁,以减小加载时

梁体倾覆的风险;仪器设备选择也从安全角度出发,选择可以电子采集、自动记录的仪器设备,避免人工读数带来安全隐患。

单梁静载试验一般安排在晚上进行,主要是考虑加载时温度变化和环境的干扰。如果这种干扰不大或对试验数据不会产生任何影响(如适逢阴天),不一定非要安排在晚上。

加载试验过程如下:

(一) 预加载

正式加载前采用 1 级荷载进行预加载,消除结构非弹性变形。

(二) 静载初读数

静载初读数是指试验正式开始时的零荷载读数,不是准备阶段调试仪器的读数。从初读

数开始整个测试系统就开始运作,项目组各类人员进入状态各司其职。

(三) 正式加载

参照现行《公路桥梁荷载试验规程》,试验荷载应分级施加,加载级数应根据试验荷载总量和荷载分级增量确定,一般可分成 3-5 级,对重点桥梁或有特殊要求的桥梁可适当加密加载等级。

加载过程中,应保证非控制截面内力或位移不超过控制荷载作用下的最不利值。

当试验条件限制时,附加控制截面可只进行最不利加载。

加载时间间隔应满足结构反应稳定的时间要求。应在前一荷载阶段内结构反应相对稳定、进行了有效测试及记录后方可进行下一荷载阶段。当进行主要控制截面最大内力(变形)

加载试验时,分级加载的稳定时间不应少于 5min;首一个工况的分级加载稳定时间不宜少于 15min。

(四) 加载控制

根据各工况的加载分级,对各加载过程结构控制点的应变(或变形)、薄弱部位的破损情况进行观测与分析,并与理论计算值对比。当试验过程中发生下列情况之一时,应立即停止加载,查明原因,采取措施后再确定是否进行试验:

- (1) 控制测点应变值已达到或超过计算值;
- (2) 控制测点变形(或挠度)超过计算值;
- (3) 结构裂缝的长度、宽度或数量明显增加;
- (4) 实测变形分布规律异常;

(5)梁体发出异常响声或发生其他异常情况。

(五) 卸载读零

一个工况结束,荷载退出梁顶各测点读回零值,同样要有个稳定过程。

试验加卸载要求稳定后读数,实际要观测结构残余变形或残余应变,当结构变形或应变在卸载后不能正常回复时,反映的可能是结构承载能力不足或其他原因,需要仔细分析。

(六) 重复加载要求

试验过程中必须时时关注几个控制点数据的情况。一旦发现问题(数据本身规律差或仪器故障等)要重新加载测试。

五 承载能力评定

通过对试验结果的整理分析,归纳汇总出各主要静力测点位移、应变的校验系数、相对残余变位(或应变)的校验系数以及试验荷载作用下裂缝的扩展宽度等指标,依据现行的《公路桥梁承载能力检测评定规程》进行评定。

六 结束语

随着国家对基础建设行业施工质量的重视以及人民群众质量意识的提高,工程项目的监督部门对施工过程中的质量管控也逐渐加强,以往都是在成桥竣工

验收阶段才进行的桥梁荷载试验,开始提前至在梁体的预制阶段,这就像体检一样越早越好,早发现早控制早处理,以免后患。国内多个地区的新建项目已经开始实施桥梁单梁静载试验,其理念是先进的、超前的、是值得借鉴的,但其试验过程与成桥荷载试验并不完全相同,相关规范也未明确涵盖这一方向,作者通过自己的理解对结构图式进行了微调,使之更趋于合理。希望相关内容可以对桥梁设计、施工、检测等项目参与方提供一定的帮助和参考。

参考文献

- [1]中交公路规划设计院, JTG D62—2004, 交通部标准, 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范, 北京, 人民交通出版社, 2004 年.
- [2]交通运输部公路科学研究院, JTG/TJ 21-2011, 交通部标准, 公路桥梁承载能力检测评定规程, 北京, 人民交通出版社, 2011 年.
- [3]长安大学, JTG/TJ 21-01-2015, 交通部标准, 公路桥梁荷载试验规程, 北京, 人民交通出版社, 2015 年.
- [4]宋一凡、贺栓海. 公路桥梁荷载试验与结构评定. 北京, 人民交通出版社, 2002 年.