

关于地道桥箱体的顶进变形问题

冯生华

XX (天津市市政工程勘测设计院) XXX

【提要】 本文对宽度较大的地道桥箱体在顶进过程中发生过大变形和开裂的原因进行了剖析,并对如何防止过大变形的出现提出了建议和措施。

用顶入法修建地道桥,在我国已有二十多年历史了。目前各地已用此法修建了许多立交桥涵,由于我国城市交通中非机动车较多,因此,随着交通发展,修建的立交地道,其桥洞宽度越来越宽。如早年城市主干道上修建的桥洞,采用三孔5.5—9.0—5.5m时其总宽度仅21.6m,而现在修建的不少8.0—12.0—12.0—8.0m的四孔桥洞总宽度已达40多米。采用顶入法施工,其顶进高程与挖土的均匀性关系很大,在顶入法施工工艺的发展初期,有的工程由于箱体过长,顶进中纵向变形过大,曾发生过箱体断裂事故。同样,目前有的工程,由于箱体过宽,顶进过程中横向变形过大,也发生了箱体严重开裂的事故。本文拟对此进行探讨,以供工程设计与施工中参考。

一、顶进变形的分析

用顶入法修建地道桥,在顶进桥体时,其端部应随顶随将土体挖除。顶进方向的误差往往取决于挖土的质量,而在软土地基上顶进时,由于土质松软,箱体端部会产生“扎头”现象,有的工程,顶程仅40多米,端部“扎头”甚至超过100cm,即使如此,由于地基刚

度小,多孔箱涵底板横向各点的相对位移都不大,因此,由此产生的附加内力也很小。所以以往设计中一般都不予考虑。但是,如果工程处在地基很好的密实、坚硬的土层上,而箱体又很宽,相应的结构横向刚度较小时,情况就不同了。因为此时,顶进中不易产生“扎头”现象,施工人员往往不太严格控制挖土质量,尤其在箱体底板端部设“船头坡”或钢刃脚外形不合理时,随着箱体的顶进,底板各点的随机变形,有可能使底板的相对位移逐步增大。造成顶进变形产生的附加内力超过结构承受能力时,就会产生意想不到的开裂现象。使结构受到严重损坏,而此时,一般都处在运营的铁路线下,补强工作较为困难。

现将顶进中箱体会产生较大变形的各种原因列举如下:

1. 箱体因城市道路交通需要,其横向宽度较大,造成结构横向刚度较小,顶进中易随挖土误差逐步积累变形。
2. 地基土质较坚硬,挖土误差不易在箱体顶进时土体被压缩而消除底板变形。
3. 挖土的随机误差呈现结构最不利变形,如底板中心与底板两侧出现反向的顶进高程误差等。

对曲线上股钢轨的侧面磨耗比其它类型机车更为严重。据了解,当曲线半径为300~500m时,电力牵引钢轨磨耗约为蒸汽牵引时的1~2倍。为减缓钢轨的磨损,延长其使用寿命,采用合金和轨顶全长淬火钢轨确是行之有效的办法。但目前国家财力有限,一时难以实现;而工务部门组织钢轨涂油工作又简单易行,效果立竿见影,且以较少的投入,获得较大的经

济效益。据了解,目前仍有一些工务部门对钢轨涂油效果认识不足,至今未开展此项养护工作,或者即使开展了工作,也是时断时续。建议上级在检查考核线路质量时,同时也要检查考核钢轨的磨耗情况,并且制定具体考核标准,把钢轨涂油作为重要工序纳入工务养护作业中。

(责任编辑 余存齐)

4. 顶进施工中不注意横向变形的测量, 如仅测箱体两边线而不测中线, 而一般顶进大型箱体, 至少应观测三点的轨迹, 掌握结构变形的量。

5. 底板刃脚设船头坡, 造成箱体在顶进时有爬坡现象, 如中部上爬, 两侧由于超挖, 不爬或少爬坡时, 就会出现过大相对位移。

6. 底板刃脚不规则, 误差大。如中部刃脚呈“扎头”状, 两侧刃脚却上翘, 势必在顶进中箱体中部下沉, 逐步扩大变形。

以上六种原因中的几种在一个工程中凑合在一起时, 就有可能在箱形桥体顶进时发生结构严重开裂事故。这是某些工程发生事故的原因所在。

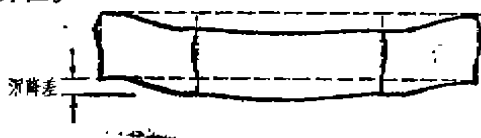


图1 箱体变形图

图1为箱体顶进中的变形示意图, 这种变形是由于底板中部严重超挖造成的, 而两侧由于土基坚硬压缩量小, 不能消除底板变形。显然, 将使结构产生很大的附加内力。

二、顶进变形产生的附加内力

用顶入法修建的立交桥涵, 其主体结构常采用箱形框架结构。这是因为箱形结构不但使桥涵的建筑高度减小, 而且整体性好, 便于顶进施工。但是箱形框架底板柱脚的不均匀沉降, 却会产生很大的附加内力。此项内力在过去的设计中很少考虑, 现举例说明以便进行分析。

1、箱形结构断面

某工程为8—16—8m钢筋混凝土三孔箱涵, 其顶板厚0.7m, 中墙厚0.7m, 边墙厚0.7m。图2为其断面示意图。

2. 变形产生的内力分析

为便于分析, 将上部结构视为一座三孔刚架, 故顶进中底板的不均匀沉降, 可视作刚架柱脚产生竖向位移, 并以此计算上部结构的内力值。图3为刚架各点有不均匀沉降时的弯矩图。从图中可见此类结构, 如底板产生变形, 对上部结构的影响十分巨大。图中, a为A点沉降1.0cm时产生的结构内力; b为B点沉降1.0cm时产生的结构内力; c为A、B点均沉降1.0cm产生的结构内力; d为A、D点均沉降1.0cm时产生的结构内力。

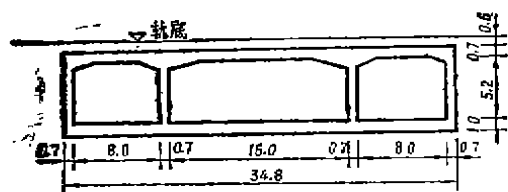


图2 箱形框架断面图

架, 故顶进中底板的不均匀沉降, 可视作刚架柱脚产生竖向位移, 并以此计算上部结构的内力值。图3为刚架各点有不均匀沉降时的弯矩图。从图中可见此类结构, 如底板产生变形, 对上部结构的影响十分巨大。图中, a为A点沉降1.0cm时产生的结构内力; b为B点沉降1.0cm时产生的结构内力; c为A、B点均沉降1.0cm产生的结构内力; d为A、D点均沉降1.0cm时产生的结构内力。

3. 讨论

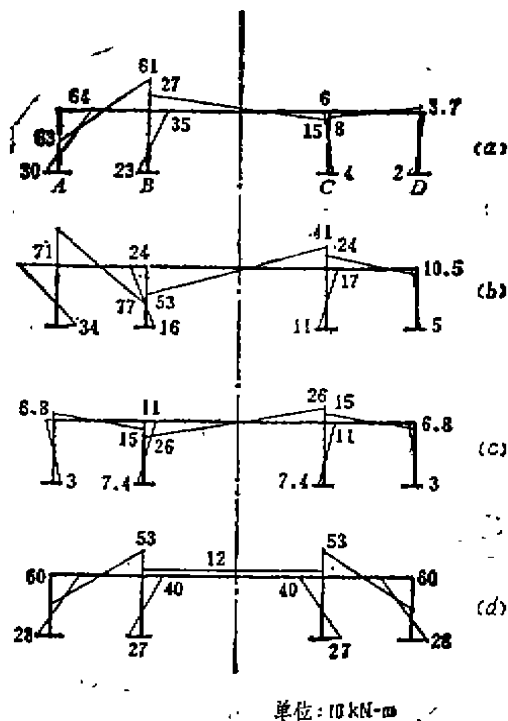


图3 刚架柱脚变形的弯矩图

从图3所示内力图可以看到, 此类刚架, 边孔柱脚的不均匀沉降会产生很大内力。根据计算, 刚架在恒载及铁路活载作用下, 顶板边墩处弯矩在 $+20 \sim -30 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}$ 范围内; 顶

板中墩处弯矩最高达 $-160 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。如在顶进施工期间,控制顶进变形产生的内力值不超过结构恒载与活载内力的总和,那么显然,边孔的柱脚不均匀沉降应控制在5mm以内;中孔柱脚不均匀沉降应控制在30mm(一个中墩下沉)或60mm(边孔两个墩均匀下沉)以内。这对于大型箱体的顶进施工来说,这已是十分困难了,而对于箱体结构的承受能力来说,已几乎没有安全储备了。

由此可见,必须改变在坚硬土层中顶进时挖土质量可控制在较大误差范围内的观念,过去认为,土质松软时要严格掌握挖土质量,以免使顶进时箱体纵向“扎头”,高程不能控制。而土质坚硬时,挖土质量常要求不严或根本不予控制,尤其当留有较大的顶进高程误差时,(按规定,顶进30m长箱体,其容许高程误差为 $+20 \sim -200 \text{ mm}$)更是如此。然而,大型箱体,底板宽40多米,全宽各段如有局部地段连续超挖现象,势必使底板下部悬空,造成顶进中局部沉落。在挖土正常地段,如底板底设有“船头坡”,则在坚硬地基上会随顶进而使底板上爬,最后造成柱脚发生不均匀沉降而产生结构难以承受的内力,并出现严重开裂

事故。

由此可见,早年控制箱体过长是正确的,如今则已到了该控制箱体过宽的时候了。

三、几点建议

1. 为控制工程施工质量,建议今后设计中应考虑框架变形的附加内力。并将结构在顶进过程中容许产生的最大变形作为施工荷载列入内力组合中。设计规范应对此作出规定。

2. 一次顶入法有许多优点,而当立交桥涵宽度较宽时,应考虑采用多箱分次顶入法设计方案。减少单箱宽度,避免产生过大的附加内力。

3. 大型箱涵的顶进,应分别对每个柱脚进行顶进变形的观测,及早发现柱脚的相对变形趋势,以便及时分析原因,采取必要的措施。

4. 在坚硬的地基上顶进,不应设置“船头坡”,同时要特别注意严格控制挖土质量。另外,除为纠偏控制高程的特殊需要外,一般不容许有超挖现象发生。

(责任编辑 邵根大)

突破阳离子乳化沥青水泥砂浆填充道床施工温度关

济南铁路分局和铁道部第三设计院等单位密切配合,运用阳离子乳化沥青水泥砂浆填充铁路道床新技术,在改造济南车辆段客车库检线过程中,突破了该技术在高温、低温情况下不能施工的难关,使改造工程圆满完成。

钢筋混凝土轨枕阳离子乳化沥青水泥砂浆填充道床,是使道床既防水又使道碴整体化的一种新技术。该技术应用于施工,温度要求非常严格,按常规只能在 $5^\circ\text{C} \sim 25^\circ\text{C}$ 之间才能适用。由于该新技术的应用,今年元月上旬,济南车辆段客车库检线改造工程在冬季施工,现已完成投入使用。

(姬铁)

(上接第36页)

实验室研究的另一内容是评估低碳贝氏体钢的性能。某些初步试验的结果见图3。与最佳的珠光体钢相比,最低碳的贝氏体钢显示出更佳的耐重磨损能力,增大接触压力对其影响也较小。看来,为了适应更大的轮载可以用某些新钢轨钢种来替代常规的钢轨钢。

总起来说,AAR的轮/轨磨损研究结果要在现场测试、实验室试验及模型化分析间加以权衡,以便定量地确定增大轮载的恶果,以及改进钢轨钢和钢轨润滑所带来的益处。钢轨润滑的效益已经众所周知,而改进金相组织这一途径还不是大家所熟悉的。

摘译自《Railway Age》1990年6月

摘译者 章武华 校者 李家驹

(责任编辑 陆培林)