

软基桥台位移病害分析及预防措施

张永宏 刘永新(连云港市交通规划设计所,连云港 222006)

摘 要: 在软土地基中,因桥台位移造成的桥梁破坏比较突出,结合连云港市高等级公路已建桥梁,对桥台位移产生的病害进行分析,并从设计、施工等方面提出相应的预防措施及注意事项。

关键词: 软基 桥台位移 病害 分析 预防措施

Analysis of Abutment Movement on Soft Ground and Preventive Measures

Zhang Yonghong & Liu Yongxin

Abstract: Abutment movement is a major cause for bridge damage, especially when the bridge is built on soft ground. Analysis is made of such distress to the existing bridges on high standard highways in Lianyungang, with preventive measures and warning points in design, construction, etc.

Key Words: soft ground; abutment movement; distress; analysis; preventive measures

连云港软基是全国有名的四大软基之一,为多年淤积而成,上表有 2~3m 的粘土层,下面即为十几米深的淤泥质粘土,最大含水量超过 80%,此层次软土强度低,压缩性大,主要影响两个方面:①软基压密下沉;②填土引起软基塑性流动。对于桥墩只考虑前者就可以了,但对于桥台,后一问题更重要,地基失稳产生的塑性流动将引起桥台的前移和台后的下沉,导致桥梁的破坏,影响桥梁的使用。目前尚无彻底有效的对策,本文就桥台发生位移的几个原因及几种预防措施进行简单论述。

1 桥台位移造成的主要病害

因桥台地基的塑性流动或地基沉降引起的桥梁破坏主要有:

1) 引起路基沉陷和桥台向河心的滑动,使台下桩、支座及墩台支承面发生破坏,桥台前倾,也将使梁无法安装。如新墟路排淡河桥桥头滑坡把桥台桩挤斜,使桩报废重打,不得已,在滑坡岸增加一孔;蔷薇河老桥实施时,东桥台滑移,由单排桩变更为双排桩结构;310 国道大浦河老桥也因桥头滑坡而增加一孔;其中尤以连市魏跳桥破坏最为典型,该桥布设三孔(20m+30m+20m),处于软基中,西幅采用框架埋置式桥台,东幅采用带基桩“U”型台,桥头填土 5m 高,又处于改河、临河段,当时限于经费,存在压缩河道现象,桥台前移使墩、台缝全部顶死,背墙、耳墙、

台帽、台身出现较大裂缝,台后路基出现很大范围的不均匀沉降及滑动裂缝,桥头严重跳车,1999 年不得不对该桥作较大的整治加固。

2) 伸缩缝装置破坏和使接缝宽不够,影响伸缩机能。当移动量大时,梁端与背墙紧帖,严重时,将导致背墙破坏及大梁局部压曲、开裂、破碎;正在施工中的桥,将导致大梁无法安装,如大浦河老桥背墙和梁端顶死且严重开裂、破碎,蔷薇河老桥东桥台变更后仍有较大前移,只得为边孔制做短十几厘米的 T 梁。

3) 桥头跳车,软基桥梁,由于桥梁与路堤在完工后的沉降不同,桩基础桥台完工后沉降很小,而台后高路堤完工后沉降较大,从而出现桥头跳车现象,影响桥梁的使用功能。虽然可设置桥头搭板来过渡、调整沉降差,由于调坡距离短,只能解决小的沉降,如果发生较大沉降,反而造成二次跳车;如果不设搭板,为防跳车要频繁调整加铺引道面层,给养护带来麻烦,若行车快仍然不舒适。如南城桥、排淡河桥、运盐河桥、新滩桥等台后都已出现较大沉降,造成桥头严重跳车。

2 影响桥台位移的几个因素

1) 台背填土高

软基高填土造成土压力增加及安全系数降低,使桥台产生较大的位移。

2) 软土层埋置深度

连云港市软土层一般埋置在地表下约 2~3m, 深约 10m, 属于浅埋置深度, 埋置越浅, 越易沉陷和滑动。对多层软土, 主要是上层影响, 下层影响较小。

3) 软土层厚度

软土层越厚, 越易发生较大的沉降及滑移。

4) 软土层强度

连云港市软土层为海淤泥质粘土, 形成时间不一, 强度不一, 其中强度越低处, 也就越易发生沉降和滑动现象。市区及以东软土层强度低, 西部稍好, 因此在市区及以东建桥更应注意软基的破坏影响。

5) 软土层比例

为软土层厚度与基础埋置深度之比, 越大, 基础在软土中, 则易移动, 若基础埋置在以下良好的持力层中, 位移量相应减小。

6) 顺桥向桥台长度

桥梁顺桥向受力起主要作用, 因此顺桥向位移受到严格限制, 如采用桩基础时, 当顺桥方向的排数越多, 大部分弯矩转化为桩轴向力, 桥台破坏与前移的程度将大为减少。

7) 桥台型式

重力式桥台自重大, 对地基要求高, 而且土压力不能从中间传过去, 在软基中, 发生前移比例较高, 连云港市软基中, 不宜采用重力式桥台, 宜采用底部以桩基为主的轻型桥台, 将力传递至较好的土层上, 并减轻水平土压力对桥台的影响。从连云港市魏跳桥可看出, 西幅采用框架埋置式桩基桥台, 东幅采用带基桩“U”型台, 东西幅同宽, 东幅用桩多, 造价高, 反而桥台前移较大, 破坏更严重。

3 预防桥台位移的几种措施

针对影响桥台位移的几个因素及软土自身性质, 可从以下几个方面进行处理, 防止桥台位移造成的破坏。

1) 采用溜坡式、搭板式、箱式等形式桥台, 减轻填土荷载; 采用轻型结构及顺桥向多排桩结构, 减少土压力对结构的影响。

2) 人工加固、改善地基法

① 挖除全部或部分软基, 换填压缩性低、强度高、透水性好的材料。宁连路中小桥桥头锥坡及台后填土全部换填山场碎石处理, 效果很好。

② 用挤(压)密法(如砂桩、粉喷桩、木桩、振冲碎石桩等)使土密实脱水, 减少土体中的孔隙, 从而减少土的压缩性, 增强复合地基的抗剪和竖向承载力, 其中, 尤以粉喷桩处理桥头软基效果为佳。

③ 用预加荷载法使土压密脱水, 增加软基的抗剪及竖向强度, 使桥台软基位移提前发生, 从而减少建桥后桥台的位移量, 对于工期不急情况下, 效果好, 造价低。宁连路的南宋高填土段大部分采用此方法, 最好能与砂桩、塑料排水板、粉喷桩等措施相结合, 处理效果更好。

3) 减轻荷载及平衡荷载法

① 桥台标高下移, 采用低填土方式。

② 用压力分散法(如竹筏、土工布、整板基础等), 加大底面, 分散受力, 使基底压应力小于软基容许承压力(40~80kPa)。宁连路的武马低填土段, 设计用砂井、塑料排水板结合为期一年半的预压进行处理, 后根据软基情况对路基进行变更设计, 采用数层土工布加强地表硬壳层的处理方法, 避免了深层处理, 既保证了质量, 又缩短了工期, 节省了造价。

③ 减轻台背荷载法, 台后用轻质材料或中间设空箱减少台后路基重量。

④ 平衡压重填土法, 先在台前填土压重, 然后再进行台背填土。

⑤ 支撑填土荷载法, 就是在台后填土下设置桩及承台板, 或利用原先废桩, 使填土荷载大部分直接传到前置桩基上, 使台本身桩受到的力大为减少, 从而减少桥台位移。如灌云县东门河桥利用台后老桥废桩; 1999 年魏跳桥加固也是通过台后加打排桩来处理的。

⑥ 采用支撑梁法和锚碇板法, 当河床不宽时, 为减少桥长、节省造价, 可采用靠河较近墩台身直立的桩基薄壁墩台, 墩台下面设支撑梁, 整个桥梁构成框架结构系统, 并借助两端台后的被动土压力来保持稳定, 薄壁墩台已在我市得到广泛应用。如果河道孔跨较大, 又有通航要求, 可采用台后以锚碇板锚住的方法。

⑦ 采用台后加孔减轻地基荷载法。淤泥质软土层极为软弱, 加上桥头高填土, 则软土下卧层难以承受高路堤的土压力, 轻则使桥台出现沉陷和水平位移, 重则发展为软土下卧层剪切滑动, 使桥台和路堤一起塌入河中。台后可采用增设小跨径的方法, 适当增加桥长, 减轻地基荷载及台后土压力, 防止软土滑动。并制止桥台移动和沉陷的继续发展。此法极为有效, 如排淡河桥及妇联河桥、大浦河老桥桥台发生滑动后皆用此法处理。因此在软基中不可盲目压缩河道, 减少桥长, 这样将增加桥台滑动的可能性, 造成更大的浪费, 设计者一定要慎重考虑, 根据实际验算情况, 适当增加桥长, 增加抗滑系数, 也是

较好的选择。

4 设计注意事项:

1) 软基负摩阻力影响

地基压密下沉对桥台基础造成向下的负摩阻力,在设计中必须考虑,否则桥台易产生较大的下沉。

2) 桥头路基沉降及滑动验算

台基底压应力及台后的土压力使桥台及台后软基下沉或滑移,将桥台向河心推移,使桥梁连同桥头路堤一起倒塌,危及桥梁的行车安全,而此类事故处理是非常困难的。一旦路基滑坡,桥台在巨大的水平推力下很难不被破坏,故在桥台设计中,应重视并综合考虑基底压应力及台后土压力对桥台沉降、滑动、结构的影响,确保路基稳定。桥头路基滑动同路堤滑动虽大致相同,但仍有区别,桥头填土加河床深度,使桥台前后土体高差更大,滑动面往往通过较深的软土下卧层,滑动范围大,土体滑动的下端将河床土层抬高,且有剪断桥台基桩的可能。在验算滑动稳定性时可将桥台和基桩的抗滑作用考虑进去,从桥台软基滑动的事例中,可以看到桥台后面填土被挤得隆起,说明桥台及基桩起了一定的抗滑作用。

3) 临河、改河段桥头路基滑动验算

桥台软基滑动验算要特别考虑边沟、临河的影响,不仅加大了基底压应力及沉降量,也加大了路基滑动的可能性,边沟、临河的影响计算尚无专论,而此在实际工程中广泛涉及,对此,需要作更深入的研究。

设计者往往只考虑填河岸的桥头路基滑动验算,并采取换填、打桩等措施,而忽略挖河段的桥头路基滑动验算,事实上由于挖河破坏了原来的稳定体系,挖河段桥台软基由于失去平衡土重而失稳滑坡已不在少数,对此,应引起足够的重视。连云港市新墟路排淡河桥因与排淡河夹角过小而在桥的位置进行改河,最后填河岸桥头路基没有失稳,挖河岸桥头路基失稳造成重大损失。

4) 软基蠕变影响

软基滑动稳定验算即使通过,有时桥台仍会出现较大的前移和持续不断的下沉,主要是软基蠕变的影响,临近沟、河的路基蠕变现象更加明显,而此无法计算,多靠经验判定,处理也较为困难,这也是桥梁不能过多压缩河道的主要原因,台前应有一定范围的平衡土重,减少蠕变造成的破坏。采取文中措施可有效减轻软基蠕变的影响,但难以彻底根除。

5 施工注意事项

桥台沉降和前移多发生在台后填土施工中及刚完工之后,故施工顺序得当,就能在很大程度上减少

沉降和前移。

1) 缓慢填土,分层压实,保证压实度及填土稳定。对于挖基部分,在保证压实的情况下,应尽快回填,防止四周塌方。

2) 挖方及施工材料不能堆于临台岸上,避免堆载不当造成的路基滑坡及桥台失稳破坏。

3) 先填河桩,后开挖河道的施工方法将对河床及两侧软土造成“加载再卸载”的扰动破坏,软土失稳,蠕变滑动使墩台向河心前倾破坏,若桥台离河床较近,加上台后高填土,破坏将更加严重。此种施工方法应尽量避免。

4) 采取合理的施工顺序,可以先填土预压,再桩施工桥台;上部可以先安装好大梁,再进行桥头填土;先做好台后以外填土,再做台后填土。

6 工程应用典例

我所在海连西路蔷薇河大桥设计中,就是综合运用以上处理措施而获得相当的成功。在新建幅设计中:考虑老桥东桥台曾失稳变更而再增加一孔;桥头采用无横系梁、无台身、少开挖的短凳框架式桥台,以减少施工难度;桥头软基用粉喷桩处理;新、老桥桥台加设桥头搭板;引道新、老路基连接处采用挖台阶、铺土工布处理,以防止路基不均匀沉降及滑动造成的开裂;台后用轻质粉煤灰填料等措施。该桥已建成通车两年多,尚无桥头跳车、桥台移动、路面裂缝等破坏现象,行车效果很好。

7 总结

连云港市软基情况各处不一,在建桥之前,一定要弄清桥位地质情况,根据上部构造对承载力、变形及稳定性的要求,结合当地所产材料和经济条件,作充分研究,再决定应采取的设计方案和施工方案,确保桥台稳定,提高工程质量,以期桥梁使用功能的完善和服务水平的提高。

参考文献

- 1) 古道、正南. 软土地基上桥台的前移. 日本:《土木技术》1983年第2期(王惠普摘译)
- 2) 《公路桥涵设计规范》汇编. 北京:人民交通出版社,1989.
- 3) 《公路软土地基路堤设计与施工技术规范》. 北京:人民交通出版社,1996.
- 4) 徐启友.《桥梁修理及技术改造》. 北京:人民交通出版社,1992.
- 5) 《新墟一级公路施工图设计》. 兰州:铁道部第一勘测设计院,1986.
- 6) 《宁连一级公路施工图设计》. 西安:交通部第一勘测设计院,1992.

(收到修改稿日期:2002-07-20)