

文章编号: 0451-0712(2005)07-0057-04

中图分类号: U445.7

文献标识码: B

西藏尼木大桥病害原因分析及加固措施

杨小波, 李进洲, 王晓东

(西藏公路勘察规划设计院 拉萨市 850001)

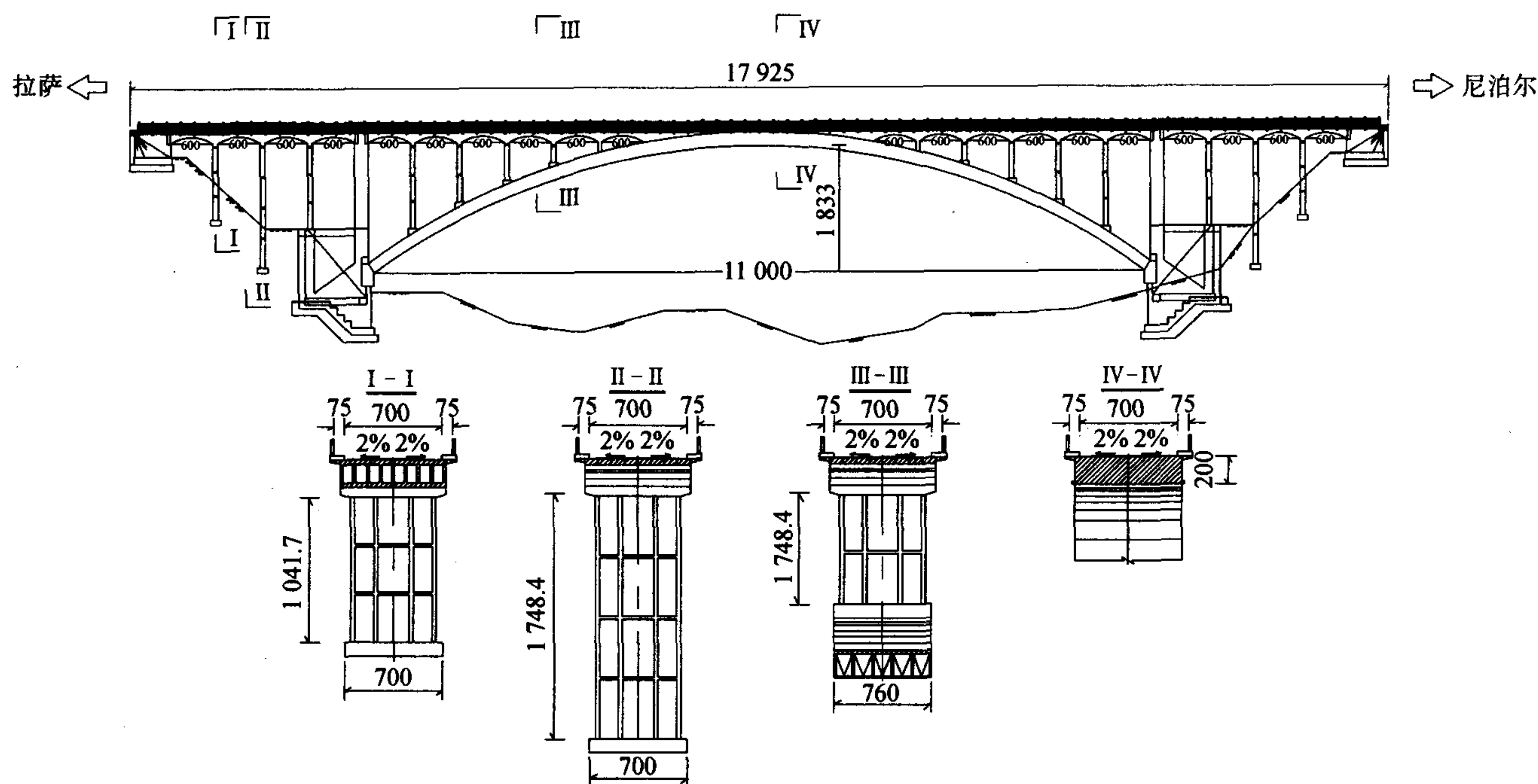
摘 要: 分析了西藏尼木大桥病害产生的原因, 并对该桥结构采用增设钢纤维钢筋混凝土、粘贴钢板的加固方案做了介绍。

关键词: 西藏尼木大桥; 病害分析; 加固措施

1 尼木大桥概况

西藏自治区在 20 世纪 70~80 年代修建的大型桥梁, 主要是拱桥。由于受当时“轻台、细肋、少拱波”的思潮影响和技术水平、施工工艺、设备、材料及其他条件的限制, 加上近年来, 由于超限车辆大量增

多, 以及其他因素的作用和影响, 导致桥梁结构产生病害, 严重影响了桥梁的正常使用, 有的甚至达到危及行车安全, 影响正常交通运行的程度。因此桥梁加固、维修便成为一个十分突出的、亟待研究解决的课题。尼木大桥平面布置如图 1 所示。



单位: cm

图 1 西藏尼木大桥平面布置示意

西藏尼木大桥是国道 318 线中尼公路(中国~尼泊尔)曲水~大竹卡段跨越尼木河的一座大桥。该桥于 1989 年建成通车。尼木大桥全长 179.25 m, 主孔为一净跨为 110 m 的等截面悬链线空腹式钢筋混

凝土箱形拱, 矢跨比为 1/6, 拱轴系数 1.988。大桥主拱圈高 2 m, 由 6 肋和下底板及上顶板组成 5 个封闭箱, 其上左、右各设 6 个腹拱, 两岸引孔各 4 个腹拱, 引孔净跨径和矢高与腹拱相同, 即为 6 m 矢跨比为

1/7 的圆弧线变截面箱形拱(仅跨中区段为实体)。大桥原设计荷载为:汽车—20 级,挂车—100,人群—250 kg/m²。

2 病害状况及其成因分析

2.1 病害状况

经现场调查、检测,该桥病害主要表现在以下几个方面。

(1)主拱圈病害。

构成各腹拱及引拱的 8 块预制拱圈拼接纵缝拉开,朝上、下游侧向移动并伴有转动发生;主拱圈拱顶上、下游平均下挠 11.45 cm;拱波的波腹顶部在拱脚与跨中区段出现局部纵向裂缝;拱波与拱肋连接处多处开裂;拱顶下游边拱肋之下游出现 4 m 长的环向裂缝;东岸上游拱脚区段拱板与混凝土填平层间有一长约 5.6 m 的裂缝;靠近两岸预制安装的引孔在三铰拱拱顶处错位严重,且靠岸半跨后仰,靠河半跨下沉,分别下沉 5 cm、7 cm。

(2)腹拱、横墙(立柱)病害。

排架立柱和立柱间横系梁存在局部裂缝;排架立柱下底梁有竖向裂缝;腹孔拱板连接处多处开裂,有的腹拱跨中出现横向裂缝;腹拱圈与立柱以及立柱与拱背连接处有横向水平裂缝;各立柱挖空小拱圈预制质量极差,蜂窝、麻面严重,且在拱顶区段均出现竖向开裂;横墙下底梁在各挖空处出现顺桥向贯通裂缝。

(3)桥面系病害。

桥面分散裂缝较多,桥面积水严重;车行道沥青表处有的位置局部沉陷,且有较多纵向、横向及斜向裂缝;两岸人行道位于变形缝处变形开裂,其上铺装的水泥砂浆破损、脱落。

2.2 病害原因分析

现场测量结果表明主拱圈有明显的下降,究其原因是拱肋、拱波、拱板先后组成的主拱圈整体性较差,刚度受到削弱,两岸桥台挖空设引拱导致在坦拱较大水平推力下因其抗倾和抗滑能力不足发生位移。主拱圈断面偏小以及混凝土的收缩变形等也是造成跨中下挠的原因。

(1)主拱圈病害原因分析。

主拱圈的裂缝可分为环向裂缝、径向裂缝和波顶裂缝三大类。

环向裂缝是产生在拱肋和拱波的结合面上,平行于拱轴线方向的裂缝,其产生的原因主要是主拱

圈整体性差和桥台水平位移较大所致。环向裂缝分为法向拉力环向裂缝和剪力环向裂缝两种。法向拉力环向裂缝多出现在拱顶附近正弯矩较大的区段,如拱顶腹面开裂的纵向长缝、拱底下游边拱肋下游面的 4 m 长裂缝;剪力环向裂缝出现在拱脚附近剪力较大的区段,如拱脚腹背面开裂的纵向裂缝。

径向裂缝是垂直于拱轴线方向的裂缝,主要有拱肋径向缝和拱背径向缝两种。拱肋径向缝产生在拱顶附近正弯矩较大的区段,往往是由于桥台发生过大的水平位移,拱顶部位正弯矩大大增加,拱肋的拉应力超过极限拉应力所致。拱背径向缝多产生在拱脚附近负弯矩较大的区段。桥台发生过大的水平位移时也常出现拱背径向裂缝。

波顶纵缝。早期采用的填平式拱板,波顶为最弱截面,现浇混凝土厚度大、收缩多,容易因收缩而在波顶拉裂而产生波顶裂缝。横向联系薄弱,拱肋发生扭转或横向挠度过大也会引起波顶裂缝。如拱波的拱腹顶部在拱脚与跨中区段出现的局部纵向裂缝就是波顶裂缝。

(2)腹拱、立柱病害原因分析。

所有腹拱圈均未设置起拱面,其受力状态实为等截面微弯板的受力状态,加之预制分块太多以及勾缝水泥砂浆标号过低,导致其整体性差,在荷载反复作用下必然造成各腹孔产生不同程度的纵向、横向裂缝。

拱波波顶是最为薄弱之处,在立柱 3 个竖向集中荷载的反复作用下,使其拱波波腹顶部处的弯曲拉应力超过允许值,便沿纵向开裂,继而发展延伸。

各排架立柱和立柱横系梁出现裂缝主要是因为截面尺寸偏小,整体刚度偏低,在荷载的反复作用下,使其排架立柱及立柱横系梁的弯曲拉应力超过允许值,便沿竖向开裂,继而发展延伸。

各立柱下底梁的受力状态实为在 3 个竖向集中力作用下的弹性地基连续梁,当底梁上缘未配置或配筋较少时,就导致底梁产生沿顺桥向的贯通裂缝。

(3)桥面系病害原因分析。

造成桥面破碎主要有两方面原因:一是缺乏基层,拱桥上填料厚薄不一,对面层的刚性不一,沉陷不一,砂砾填料只能算桥面的垫层,具有足够的强度,但整体性差;二是重车交通量增加,重车的轴重大大超过路面设计标准轴重,加剧了桥面的破坏。

另外,材料性能不好、施工工序或施工加载不正

确,再有气候条件也是产生和加剧病害的主要原因。

3 加固措施

通过多方案比较,在不改变原桥结构体系的前提下,采用锚喷钢筋混凝土、钢纤维混凝土、压注膨胀水泥砂浆,粘贴碳纤维、钢板和箍套等技术对尼木大桥进行综合整治加固,以恢复和提高尼木大桥的荷载等级。

喷锚混凝土加固桥梁的实质就是增大受力断面和补强钢筋,加强结构的整体性,使其能承受更大的

外荷载。其中增设的补强钢筋主要是帮助原结构承受拉应力,同时成为新增混凝土的骨架;喷锚混凝土的作用则是将补强钢筋与原结构连结组成整体受力结构,并与锚杆一道在结合面上传递拉应力和剪应力。但这一技术在施工过程中需要搭架操作,考虑到尼木大桥主拱跨径较大,施工难度较大,成本较高,施工周期较长等因素,在整治加固中,喷锚混凝土仅用于腹拱拱圈的加固。对主拱圈加固则采用现浇钢纤维混凝土的方法,各排架立柱则采用粘贴钢板和箍套的方法进行加固,如图 2 所示。

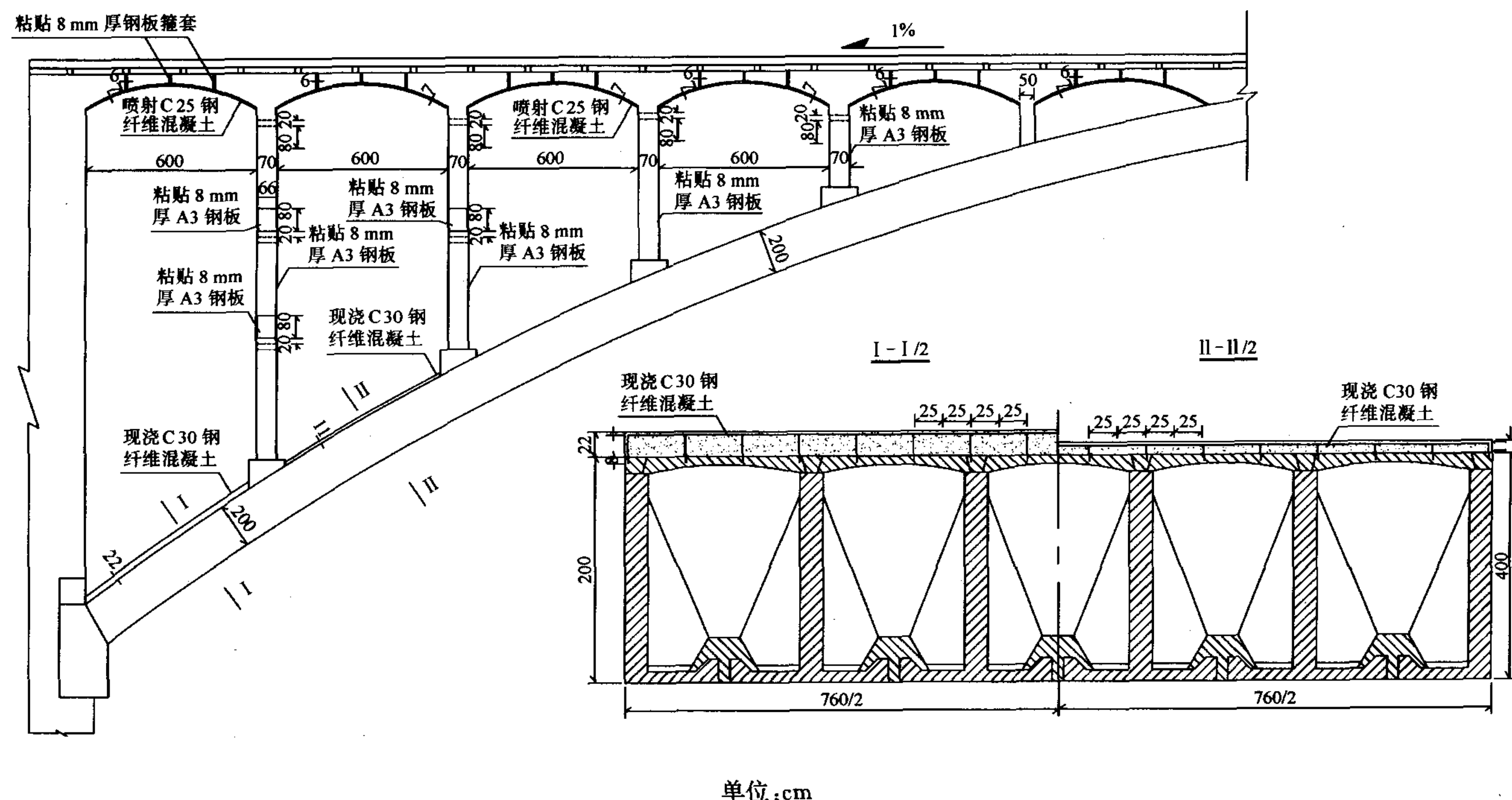


图 2 尼木大桥加固示意

(1) 腹拱、引拱的整治加固。

将 20 个引拱、腹拱已拉开的纵向拼缝和两起拱面中的空隙,一律采用压注膨胀水泥砂浆予以封固处理,再各加设 3 道钢板箍套将其 8 块预制拱圈牢固连接成整体。另外,在各拱腹下增设 7 cm 厚钢纤维钢筋混凝土附加拱圈,以提高预制拱圈的整体性,增强预制拱圈的整体刚度和强度。

在安装各引拱和腹拱钢板箍套前,在相应桥面和拱腹及上、下游侧面准确定出箍套中心位置,要求顶、底面横线要垂直轴线,而上、下游竖线则应铅直。然后铺装原桥面 C20 钢筋网混凝土,并凿除两侧拱箱上下轮缘混凝土,要求前者露出拱箱顶面,后者应和中间腹板齐平。同时,还需要凿除箍套上层钢板位置处路缘石下混凝土和填充物。

将已凿除外露的拱箱顶面、两侧面及拱腹下需设置箍套的混凝土表面彻底清圻并打磨平整。安装钢板时,经打磨除锈的钢板内侧至混凝土面层净距为 4 mm,封边后压注 GA-30 混凝土灌缝剂。压注灌缝剂应从下至上进行,应避免钢板内出现无胶空隙。待胶液硬化后,再将上、下游竖向钢板外露面打磨除锈后,均匀地涂刷红丹漆及 FT37 中绿灰氟碳漆。

(2) 主拱圈的整治加固。

在主跨左、右拱脚区段的两段拱背上,现浇钢纤维钢筋混凝土层,以增大起控制作用的拱脚区段的有效高度和截面积,并达到改善也起控制作用的拱顶区段的应力状况。

尼木大桥腹拱圈拱背现浇 C40 钢纤维混凝土,

施工过程中遵循从桥两端向跨中方向对称浇注的原则。待主拱圈拱背现浇钢纤维混凝土全部浇注完毕,强度达到设计值的 70% 以上时,按照从拱脚到拱顶的顺序锚喷腹孔腹面下 C25 钢纤维混凝土附加拱圈。

(3) 排架、立柱的整治加固。

在各排架立柱顺桥向两侧粘贴 8 mm 厚钢板,以增强在动载作用下的抗冲击能力。另外,在立柱接头处,在横桥向两侧再粘贴长 80 cm 厚 8 mm 的钢板,以克服接头歪斜造成偏心带来的受力影响。用灌注胶对立柱、横系梁、底梁的裂缝予以灌注封闭处理,再在外面粘贴一层进口碳纤维,以确保不再开裂。

对于立柱、立柱间横系梁、立柱下底梁,以及除引拱、腹拱拱腹以外所发现的裂缝,一律采用 CA-30 混凝土灌缝剂予以灌注处理,并在裂缝处再粘贴一层进口碳纤维,其宽度不小于 15 cm。如裂缝较长、较多时,就在裂缝位置处贴满。

(4) 桥面系的整治加固。

凿除原人行道铺装,重新浇注钢纤维小砾石混凝土铺装;凿除车行道原沥青表处层,安置新增的 4 条钢制伸缩装置后即铺筑 4.5 cm 等厚沥青混凝土;栏杆柱涂刷涂料、栏杆节间管筋刷漆、浆砌大竹卡岸

引道两侧矮墙。

4 结语

整治加固后的尼木大桥进行了静载试验,共用 4 辆载重为 206~557 kN 的试验车,按与汽车-20 级、挂车-100 标准弯矩等效的原则布载,试验荷载效率 $\eta=0.972\sim1.05$,满足鉴定荷载试验要求。桥梁加固一年来,一直是繁忙的交通,加固效果非常明显。

此文得到了西藏交通厅重点公路建设管理中心和西藏交通厅公路管理局工程管理处的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢!

参考文献:

- [1] 湛润水,胡钊芳,帅长斌. 公路旧桥加固实例[M]. 北京:人民交通出版社,2002.
- [2] 刘自明,王邦楣. 桥梁检测手册[M]. 北京:人民交通出版社,2002.
- [3] 王国鼎,袁海庆,陈开利. 桥梁检测与加固[M]. 北京:人民交通出版社,2003.
- [4] 西藏公路勘察规划设计院. 西藏尼木大桥施工图设计[Z]. 1988.
- [5] 重庆交通学院旧桥加固改造研究所. 西藏尼木大桥改造整治优化施工图[Z]. 2002.

Analysis of Disease Causes and Strengthening Measures of Nimu Bridge in Tibet

YANG Xiao-bo, LI Jin-zhou, WANG Xiao-dong

(Tibet Institute of Communications Planning and Design, Lhasa 850001, China)

Abstract: An analysis of disease causes of Nimu Bridge in Tibet is presented and the strengthening scheme of the bridge structure by using steel fiber concrete and pasting steel plate are introduced.

Key words: Nimu Bridge in Tibet; analysis of disease causes; strengthening measures

声 明

我刊 2004 年第 11 期上发表的论文《仰拱型式对隧道结构的影响》的作者陈贵红的署单位名称应为:(西南交通大学土木工程学院 成都市 610031)。