

沿江断裂在南京长江第四大桥的位置确定

严从容

(江苏省水文地质工程地质勘察院,江苏 淮安 223005)

摘要:为了确定沿江断裂在南京长江第四大桥桥址区的位置及对设计和施工的影响,根据遥感、物探及钻探等多种方法取得的有关沿江断裂的资料,归纳出断层破碎带的各种不同特征,较为准确地确定了断层破碎带的具体位置、产状及规模。根据断层破碎带的特征,进行了科学评价,提出了工程设计和施工措施建议,对涉及断层破碎带的工程设计和施工具有一定的指导意义。

关键词:沿江断裂;位置确定;断裂特征;工程措施;江苏南京

中图分类号:P642

文献标识码:A

文章编号:1674-3636(2009)02-0199-04

1 构造背景

沿江断裂(幕府山—焦山断裂)沿宁镇断块隆起北缘的长江河道或长江近南岸分布,大致沿幕府山北缘、经燕子矶、栖霞山、龙潭至镇江焦山一带,全长约100km。总体呈近东西向延伸,主断面沿石埠桥南、栖霞山北缘通过。该断裂在地貌上有明显表现,由于沿江断裂的正断层断错活动,使幕府山、栖霞山等复式背斜的北半部(断裂上盘)沿断裂发生了大幅度跌落,在江北形成了相对低洼的仪征断陷盆地,在江南则形成了相对隆起的宁镇断块山脉(断裂下盘),沿断裂表现为显著的断块升降差异运动。

南京长江第四大桥位于南京市栖霞区石埠桥,为了科学评价沿江断裂对南京长江第四大桥设计和施工的影响,必须准确查明断层的位置和断层的产状、破碎带宽度,并对断裂特征作进一步的研究,提出工程措施建议。

2 勘探断层的方法

断裂的不利影响主要是破坏岩体的完整性,断裂破碎带胶结不牢、自稳能力差,裂隙发育加剧了可溶岩的发育。

针对工程设计与施工需要,勘察工作内容的重点应为:查明和确定断层,确定断层面的产状和性质以及断裂带规模、带内岩石破碎程度和胶结情况,断层两盘相对运动和断距的确定等。

判别断层的存在可通过地貌、构造、地层标志和岩浆活动与矿化作用以及岩相与厚度的突变等方法。通过区域地质和前期资料初步推断裂位置后,为准确确定沿江断裂的位置,勘察采用遥感图像解析法、地球物理勘探法、钻探揭露法,每一类勘探方法中又包含了多种勘探手段。重点采用钻探揭露法来进一步确定该断层的位置、规模和产状,此方法的优点是直观、经济、时间短。

2.1 遥感工程地质调查

遥感调查工作以航天遥感为主要手段,在充分收集已有资料的基础上,通过数据处理、信息提取与实地调查相结合的技术路线来完成。工作过程中,充分利用遥感资料,制作信息丰富、层次分明、真实美观的影像图,并注重工程地质岩组、地质构造背景、隐伏断裂(包括活动性断裂)等的信息提取研究。

沿江断裂部分段落卫星影像上有较清晰的线性影纹,地貌上沿断裂带出现一些陡崖。在石埠桥桥位沿长江南岸的水、陆交接部位,断裂在地貌上的表现为线性特征。同时,该断裂在地球物理场上亦有很好的反映。沿断裂带存在一条重力异常梯级

带。在航磁图上也可以看出,沿断裂带存在一条重要的航磁异常分区界线,断裂北侧为稳定的磁场区,磁场一般为 $5 \times 10\text{nT} \sim 10 \times 10\text{nT}$ 。断裂南侧为杂乱磁场区,沿断裂为一巨大的航磁负异常带,最低值为 $-50 \times 10\text{nT}$ 。沿断裂带由侵入岩体引起的正异常,最高值为 $50 \times 10\text{nT} \sim 60 \times 10\text{nT}$ 。

2.2 工程物探调查

物探勘察采用人工浅层地震方法,浅层地震覆盖次数4次~6次。共完成12条顺江浅层地震测线剖面,有效长度25.13km。工作结果较好地查明了测线通过位置的覆盖层厚度及分层,确定了基岩面埋深、形态及断裂构造。

江南基岩埋深较浅,岩面起伏大,桥位附近发现断裂异常2处。该断裂是由多条断层(断面)组成的断裂带,断裂带内由火山岩充填,断层面分别发育在中下侏罗系象山组($J_{1-2}x$)与上侏罗系龙王山组(J_3l)之间、侏罗系龙王山组(J_3l)与晚白垩浦口组

(K_2p)之间,或晚白垩浦口组(K_2p)之中,带宽可达数百米。根据浅层地震勘探资料,其中最前沿(最北边)的断层面(F_1)断点由原始记录可以看出,基岩在101#CDP点处同相轴不连续,存在100ms的时差。综合判断该断裂为上盘下降、下盘上升的正断层,位于初勘CZK23钻孔与CZK24钻孔之间(图1);最南边的断层面(F_2)断点由原始记录可以看出,基岩在377#CDP点处同相轴不连续,存在30ms的时差。综合判断该断裂为上盘下降、下盘上升的正断层,位于初勘CZK28~CZK29之间。对幕府山—焦山断裂带最北边的断面已初步确定,断层参数如下:该断裂具正断层活动性质,断距约12m~15m,落差为5m~6m,走向近东西向,倾向北,倾角约 $65^\circ \sim 70^\circ$ 。桥位处发现的断层面 F_2 ,此段亦为侏罗系龙王山组与象山群的接合部(图2)。

在电测深剖面上也表现为高阻体和低阻体的接触面,其倾角陡立(图3)。

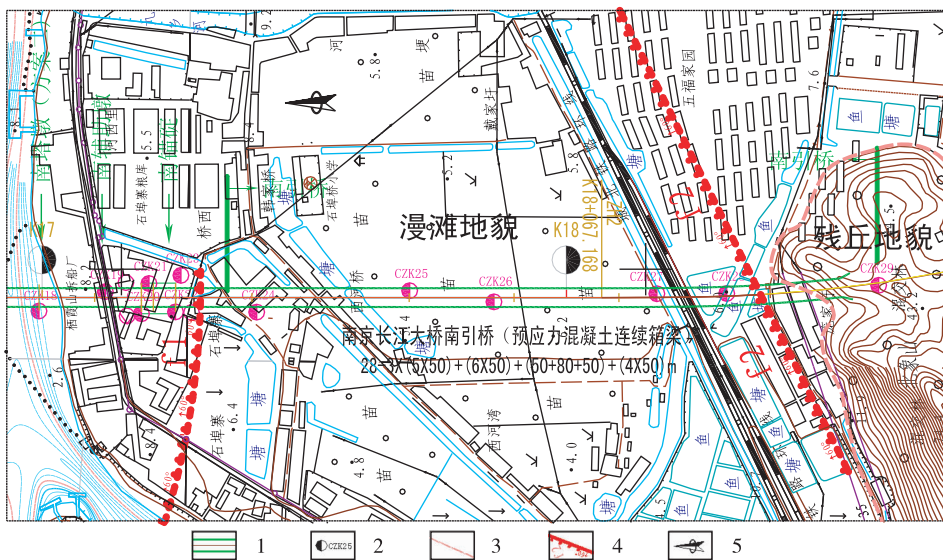


图1 勘探点及断层位置示意图

1-四桥轴线;2-钻孔及孔号;3-地貌分区界线;4-断层及编号;5-地理正北方向

2.3 工程钻探调查

断层位置初步确定后,一般通过钻探来揭示断层活动的特征。当任何线状或面状地质体,如地层、岩脉、片理或相带等沿走向突然中断或被错移,则直接标志着断层的存在。而断层活动引起的构造强化,如构造透镜体、挤压破碎现象和各种擦痕,也是识别的重要依据。

勘探线在遥感、工程物探调查及初步勘察所确定断层位置布置,勘探线与断层走向近垂直。在勘探线上首先布置两个钻孔,在断层上、下盘各布置1个钻孔。如果在钻孔中发现有破碎带,则再用追踪法向两侧或周边进行追踪勘察,直至查明破碎带的范围为止。

初步研究结果表明:幕府山—焦山断裂是由多

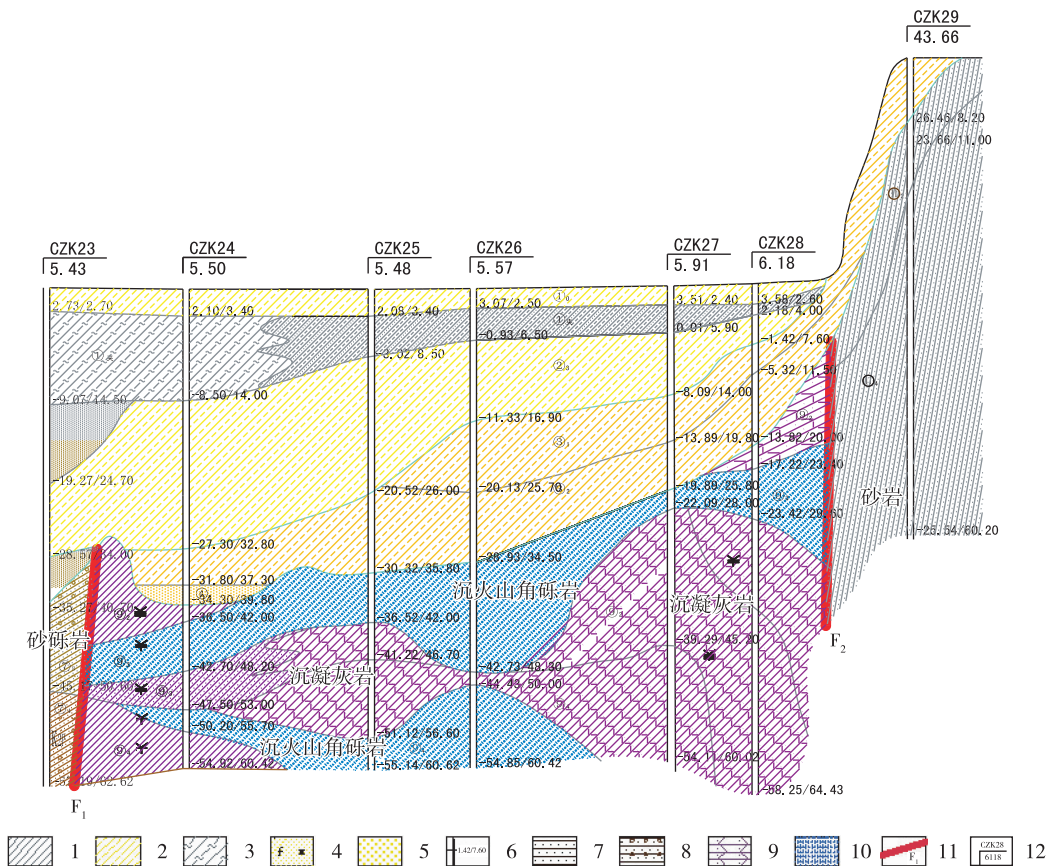


图 2 物探、钻探确定的 F₁、F₂ 断裂

1-粘土;2-粉质粘土;3-淤质粉质粘土;4-粉砂、细砂;5-圆砾;6-地层标高及埋深(m);7-砂岩;
8-砾岩;9-沉凝灰岩;10-沉火山角砾岩;11-断裂带及编号;12-孔号及标高(m)

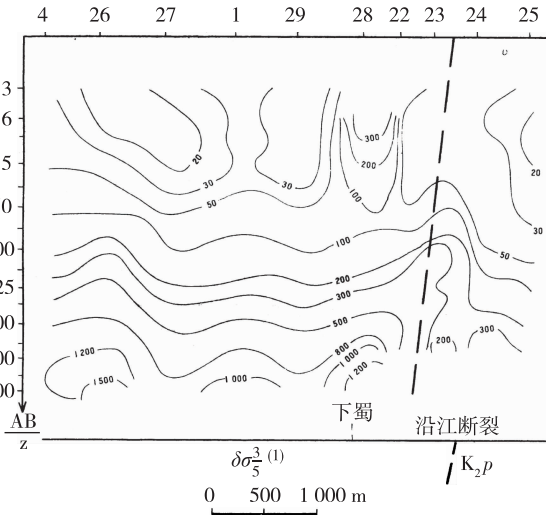


图 3 沿江断裂电测深断面图

条断层(断面)组成的断裂带,断裂带内由火山岩充

填。桥位处发现的断层面 F₂,此段亦为侏罗系龙王山组与象山群的接合部。钻探发现在 CZK26 ~ CZK28 孔处发育强风化沉火山角砾岩,岩心破碎,特别是 CZK26 号孔 45.30m ~ 48.30m,岩心多呈土状,易散,见少量擦痕、少量绿泥石和绿帘石,角砾多呈次棱角状一次浑圆状,CZK27 号孔岩石以压紧胶结为主,呈挤压状态。CZK28 号孔上部弱风化沉火山角砾岩,岩心破碎,角砾呈棱角状,局部可见擦痕,底部 40.60m ~ 64.43m,岩心风化强烈,破碎,易折断,天然抗压强度 5.64MPa ~ 10.30MPa,与其上部的弱风化岩天然抗压强度 25.60MPa ~ 66.30MPa 相比,岩性强度上有明显差别,这些特征均表明附近有断裂存在,与物探资料相吻合。

F₁ 断层面位于南引桥的 CZK23 ~ CZK24 之间,1 号孔位置 24.55m 为二者的接合部,在 CZK24 顶部发育的弱风化火山角砾岩,岩心破碎,易散,岩石

主要成分为变质砂岩、石英岩、蚀变火山岩等组成,此段亦为白垩系葛村组与侏罗系龙王山组的接合部,CZK23 ~ CZK24 之间地层倾角由 $18^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 突变为 $75^{\circ} \sim 85^{\circ}$,此迹象表明附近有一条断裂存在。用追踪法向两侧增加机动孔 4 号、5 号,进一步发现 4 号孔 47.50m ~ 48.20m 和 5 号孔 43.9m ~ 45.95m 处在弱风化砂岩、砾岩下部发育强风化砂岩、泥岩,岩心破碎,易散,局部绿泥石化,断面光滑,可见擦痕,为断层破碎带。本次物探发现的 F_1 和 F_2 断点均位于该断层面处,钻探与物探资料相吻合。

3 工程措施建议

通过钻探、岩矿鉴定以及遥感、物探手段,查明了沿江断裂的位置及主要特征,工程设计与施工中,应充分研读勘察报告,并作为设计与施工的基础;采取有效措施,避免或减少断裂对工程建设造成的不利影响。

桥梁设计时主桥墩应避开断层破碎带,其他桥墩、锚碇应该尽量避开断层,无法避开的,应采取结构抗震设防措施。

沿江断层在南京长江第四大桥桥址区由几条断裂面构成,因此除对地质报告中述及的断层破碎带发育部位着重制定设计、施工预案,还应考虑整个断裂带的可能范围,断层破碎带内岩石抗压强度的差异和地层软硬不均情况,以便指导设计与桩基施工;桩基施工中应注意观察进尺的速度、刀具磨损程度,判断地层的破碎情况。此外,对于钻孔成桩施工中应控制漏浆、偏桩,可投粘土球或加片石甚至采用钢护筒支护等措施。

由于断裂发育的复杂性、勘察钻孔密度和孔位选择所限,造成地质报告有一定局限性,因此要边施工边进行必要观察,及时发现问题,及时采取防范措施。

4 结 语

南京长江第四大桥针对沿江断裂勘察手段方法应用较多,应用了遥感、物探和钻探等多种勘察手段方法,基本查明了沿江断裂在桥址区的位置、范围、产状及对工程的影响程度分布等主要工程特征。勘察成果在一定程度上较好地指导了桥梁设计和施工,设计中对位于断层破碎带的墩位尽量避让或优化,有效避免或减少了沿江断裂对桥梁设计和施工的不利影响。

笔者仅应用遥感、物探和钻探等勘察手段方法,确定沿江断裂在南京长江第四大桥桥址区的存在、位置,以及断裂的产状及断裂破碎带特征。未对断裂与地震活动等方面对沿江断裂进行论证;另外,影响断裂带活动的因素很多,对断裂活动性质的分析应结合各方面的资料和各种信息,并进行长期的跟踪观测和分析研究,才能做出科学的判断。

参考文献:

- [1] 严从容. 南京长江第四大桥工程地质专题报告[R]. 淮安:江苏省水文地质工程地质勘察院,2004.
- [2] 江苏省地质矿产局. 宁镇山脉地质志[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1989.
- [3] 江苏省地质矿产局. 江苏省及上海市区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1984.

Site orientation of fracture along river in fourth Nanjing Yangtze River Bridge

YAN Cong-rong

(Exploration Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Jiangsu Province, Huaian 223005, Jiangsu)

Abstract: In order to identify the influence of the fracture along the river on the site of the fourth Yangtze River Bridge and its design and construction, the author concluded the characteristics of the faulted fracture zone and determined the proper location, occurrence and scale of the fracture zone based on the information along the river obtained by remote sensing, geophysical exploration and drilling exploration. The author conducted a scientific evaluation on the characteristics of the fracture zone, and put forward the concerned engineering design and construction suggestions that were of guidance to the future engineering design and construction in the fracture zones.

Keywords: Fracture along river; Site orientation; Fracture characteristics; Engineering measures; Nanjing, Jiangsu