

# 广从断裂对特大桥影响的研究<sup>\*</sup>

詹松 孙飞

(广东省公路勘察规划设计院 广州 510507)

**摘要** 广州街东高速公路一期工程流溪河特大桥穿过广从断裂,在分析活动断裂对桥梁工程影响的基础上,提出广从断裂带对流溪河特大桥的影响,并确定了总体研究思路和研究方法,得到了初步研究成果。

**关键词** 广从断裂 活动断裂 研究思路 研究方法

## THE STUDY OF THE SUPER BRIDGE INFLUENCE ON THE GUANGZHOU - CONGHUA FAULT STRUCTURE

ZHAN Song SUN Fei

(Guangdong Highway Design Institute, Guangzhou 510507)

**Abstract** The Liuxi river bridge of Jiedong expressway in Guangzhou goes from Guangzhou - Conghua fault zone. Based on the analysis of influence of active faults, proposing Guangzhou - Conghua fault zone to the Liuxi river special bridge influence, and has determined the overall research mentality and the research technique. Finally, obtained the preliminary research achievement.

**Key words** Guangzhou - Conghua fault, Active fault, Research mentality, Research technique

### 1 引言

目前,人们已清楚地认识到现代活动断层有可能导致其上工程发生难以抗拒的损坏。2006年4月16日,一个高切坡揭露的断裂带,让南京市江宁区某房地产施工现场被迫停止了施工,该断裂带主体隐伏,主城区内该断裂带通过的部位常有地质灾害发生,修建不久的鼓楼隧道、定淮门大桥等已发生过多次坍塌、沉降事故。

在广州街东高速公路一期工程(街口—良口段)咨询过程中,根据基岩面的起伏情况和地质条件异常现象,推测流溪河特大桥的11号钻孔有断裂带通过。经复查证实,广州—从化断裂(以下简称

广从断裂)在流溪河1号桥K13+175穿过路线,断层破碎带宽190m。广州街东高速公路一期工程在勘查过程中发现了这个问题,在无法采取避让的情况下,需要采取合理有效的工程防范措施进行处理,以确保工程安全。

### 2 断裂研究

活动断裂研究不仅是工程地质勘察中的一项基础地质工作,而且是决定工程可行性及其选址的重要因素<sup>[1,2]</sup>。中国活动断裂为数众多、分布广泛,公路建设中经常会穿越活动断裂带。这些路段工程地质环境受断裂影响变得极为复杂,场址稳定性差。

\* 基金项目:广东省科技厅项目,广东省公路勘察规划设计院科技项目(KJXM-018)。

第一作者简介:詹松(1962-),男,高级工程师,从事岩土工程和地质灾害防治工作。Email:zhansong@139.com

## 2.1 活动断裂的工程研究

活动断裂是在地质历史时期形成的,在新的地质时期活动过,将来仍有可能活动的断裂。目前国内对活动断裂的研究主要集中在对活动断裂年代和活动性的测量分析上。最基本最直接的方法就是进行地质地貌调查,主要工作包括遥感图像处理和分析、钻探、槽探、地震物探等<sup>[3]</sup>。

对断裂活动引起的地表断错、破裂效应(即抗断效应)问题,迄今为止,尚无完整的和成熟的方法可以解决,根据多方面资料所得到的结果都带有不确定性。所以,面对这一问题,国内外学者以往大多从地震地质特征角度描述的相对较多,一般也只进行定性分析或危险程度分类划分。在研究其扩展破裂机制上,采用的主要是传统断裂力学理论分析、实验模拟或基本裂纹的数值分析等。

## 2.2 关于广从断裂

广从断裂属于粤中规模较大的断裂构造带,它北起从化良口,经街口、神岗进入广州市郊的五雷岭,再延至市内的广州中医学院、越秀山的西侧、象岗山,断裂自流花湖向南隐伏在第四系之下,经荔湾区延至黄沙、珠江南岸的石围塘伸向南海<sup>[4,5]</sup>。

广从断裂在新构造运动时期以来有多次垂直方向的差异运动。根据有关研究成果反映出广从断裂新构造运动时期的活动特征:广从断裂有过多垂直方向的差异活动。活动方式正、逆断层交错进行。第四纪以来的活动中,早期以逆断层活动为主,晚期则以正断层活动为主。

虽全新世以后断裂活动已不明显,但在流花湖等某些地段则仍有一定的活动性<sup>[4]</sup>。尤其桥位经过断裂破碎带,钻探 98m 仍未揭露基岩、其两侧的基岩埋深 11m。广从活动断裂现代活动性、活动强度及其对工程建设的影响等问题已经成为工程建设的关键。

## 3 断裂对桥梁工程影响研究

国内外在此方面也做了深入研究<sup>[6~10]</sup>。国外将影响桥梁行为的断裂地面活动危害分为两类:由于地震波产生的动态位移和由于静态位移效应产生的永久位移。常见断裂活动对桥梁造成的破坏形式见图 1~图 4。



图 1 桥墩之间产生的断裂位移

Fig. 1 The fault displacement between piers



图 2 由于纵向位移产生的上部结构倒塌

Fig. 2 The collapse of the super structure for the long displacement



图 3 墩的剪切破坏

Fig. 3 Shear destruction of piers

国内外已经有不少专家学者研究断裂带的特性及其对桥梁的影响。但有关活动断裂对桥梁影响的综合研究、尤其是特大桥活动断裂因素综合分析还



图4 剪切裂缝  
Fig. 4 Shear cracks

未出现。

## 4 广从断裂对流溪河特大桥的影响

### 4.1 广从断裂对流溪河特大桥的影响

广从断裂三次与广州街东高速公路一期工程路线相交,具体位置在流溪河1#桥、2#桥和风水岭大桥东南方向附近。其中流溪河1#桥经过的断层破碎带宽度达230m,其基岩埋深由11m(K12+990)突变到大于98m(K13+85),桩基持力层和桩型选择对桥梁不均匀沉降影响很大。

广从断裂活动性较弱,其活动速率较小,孕发地震的可能性较小。广从断裂对流溪河1号桥的重要影响,主要表现在场地地基在地震作用下所受到的影响,如砂土液化,软土震陷、边坡滑动等<sup>[1,3,4]</sup>。

### 4.2 总体研究思路

在科研与生产结合的指引下,遵循工程安全、合理的原则,注重学科和研究方法的创新。集成研究成果,结合工程建设实际,满足工程建设的设计方案的需求。

(1)在研究广从活动断裂演变规律中,注重勘测方法的结合,增加新方法,详细分析活动异常原因及地震影响作用的关系,探讨广从断裂活动的活动性,并且与以往测试结果相对比。

(2)以反映广从活动断裂的各项表现特征为主要研究对象,宏观和微观相结合,研究广从活动断裂的特征与规律,阐明广从活动断裂变动趋势对工程建设的响应。

(3)在研究桥址设计方案过程中,充分考虑活动断裂对地质环境的控制作用和工程实际建设的需要,对广从断裂做出客观评估,并提出相应对策,使方案在满足工程需要的基础上,更加符合安全需要。

### 4.3 研究方法

#### 4.3.1 资料收集分析

充分收集研究区域的历史观测资料,进行野外地质勘察、合理布设钻孔和采样点等工作,收集断裂活动的直接资料(活动变化特征、岩芯、岩土样品、断层气等),掌握断裂活动变化特征。

#### 4.3.2 运用多种现代技术手段,进行多学科强化或补充现场观测实验<sup>[11,12]</sup>

在对已有资料进行充分分析、归纳提炼的基础上,在以桥址为中心向两侧选取多个断面,进行综合调查,开展水准测量、断层气测量、地质联井剖面等调查;综合运用地质、地球化学、地球物理学等学科,获取断裂活动变动资料与信息;并利用遥感遥测信息,克服现场观测的时空局限性,提高资料的丰度,增加信息的技术含量。

#### 4.3.3 室内试验<sup>[13,14]</sup>

对野外调查资料进行系统的整理,对外业采集的样品进行细致的室内分析,以获取研究所需的关键参数;探求各要素的相互关系。主要对断层物质采用电子自旋共振法(ESR)、热释光法(TL)、光释光法(OSL)、铀系法进行活动断层年代学测定;通过对断层泥中石英微形貌分析和断层泥和松散沉积物显微构造分析获得断裂层活动性的测量。

#### 4.3.4 活动性验证及方案设计

对历史资料、现场观测资料和实验数据进行综合分析,获得活动断裂的活动性,分析对桥梁建设的危害。结合工程实际完成桥梁基础设计建议方案。

### 4.4 初步研究成果

按照安全、适用、经济、美观的设计理念,建议流溪河特大桥的跨径组合为:2×30m+45m(跨水泥路)+16×30m+30m(转正孔)+45m跨河堤+30m+7×45m+30m转正孔+12×30m预应力混凝土T梁。采用45m跨径的简支梁方案多跨跨越断裂带,不仅与周边环境协调,而且经济,施工周期短,对流溪河的污染小。从结构受力角度考虑,简支梁桥受基础沉降影响相对较小,足以保证桥梁结构在设计基准期100年以内的安全(图5)。

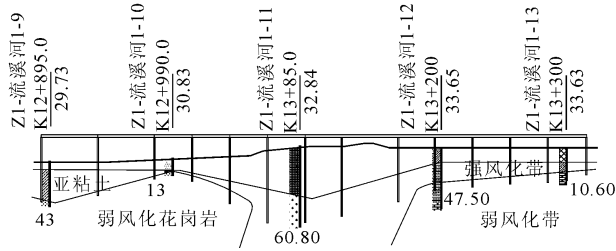


图5 流溪河特大桥桥位示意图

Fig. 5 The location of Liuxi river No. 1 super bridge

桥位处覆盖土为粘土、亚粘土及粗细砂或卵石土,下伏基岩,基岩大多数为花岗岩,基岩埋置较深,不可能采用明挖基础,加之岩体抗压强度较高,桥梁基础设计时采用钻孔灌注桩基础。

## 5 结 语

我国交通事业迅速发展,在工程地质环境复杂地区(尤其活动断裂)深入研究活动断裂分布规律、其活动性及其对公路建设的影响方式和作用强度,不仅有利于规划和设计方案的最佳选择,而且可以直接指导工程实践减轻灾害的发生。根据初步研究成果,确定了流溪河特大桥的桥型方案、孔跨布置及基础形式,并提出了基础设计中应注意的问题。研究工作正在进行中,下一步工作有待深入开展。

## 参 考 文 献

[1] 陈伟光,赵红梅,常郁. 广州地区活动断裂的特征及其与工程抗震的关系[J]. 华南地震,2000,20(2):47~56.

[2] 陈伟光,张虎男,张福来. 珠江三角洲地区新构造运动年代学的研究[J]. 地震地质,1991,13(3):213~219.

[3] 李平日,郑建生,方国祥. 广州地区第四纪地质[M]. 广州:华南理工大学出版社,1989,91~117.

[4] 钟晓清. 广州地区新构造特征及稳定性评价[J]. 广东地质,1991,6(1):33~42.

[5] 陈志明. 应用综合物探方法查明广州地区主要断裂构造的地质效果[J]. 广东地质,1991,7(1):74~80.

[6] 汪明武,章杨松,李丽,罗国煜. 镇扬大桥桥基区优势断裂显微构造特征及分段研究[J]. 地震地质,2001,23(4):581~587.

[7] 金保和. 羽状断层不良地质带上的桥梁设计[J]. 桥梁建设,1996,(4):24~26.

[8] Wintle A. G., Huntley D. J. Thermoluminescence dating of sediments[J], 1982. Quaternary Science Reviews,1:31~35.

[9] Himmelbleu, D. M. Fault Detection and Diagnosis in Chemical and Petrochemical Processes. University of Texas, Austin, Elsevier Scientific Publishing, 1978.

[10] Sorsa, T. & Koivo, H. N. Application of artificial neural networks in process fault diagnosis. Automatica, 29(4),843~849.

[11] Kanaori Y, Tanaka K, Miyakoshi K. Further studies on the use of quartz grains fault gouges of establish of the fault[J]. Engineering Geology,1984,21:175~194.

[12] Yeats, R. S. . Faults related to folding with examples from New Zealand. R. Soc. N. Z. Bull,1986,24,273~292.

[13] Tomoo Ariyama 1985. Conditions of resetting the ESR clock during faulting. ESR Dating and Dosimetry, 1985,249~255.

[14] Bonilla, M. G. & Lienkaemper, T. T. . Factors affecting the recognition of faults exposed in exploratory trenches, US Geological Survey Bulletin, 1991,1~32.