

珠海市鸡啼门大桥桥址区断层的勘查研究

王业新 李子权 彭承光 李运贵 廖方琼

(广东省地震局, 广州)

赖 燮 林

(广东省金东勘测实业公司, 广州)

提要 本文叙述了鸡啼门大桥桥址区断层勘查研究的内容、方法和结论。指出斜穿大桥轴线的 F_3 断层, 破碎带宽约28m, 垂直落差约6m, 规模较大, 在晚更新世时期重复活动, 活动方式粘滑为主。但在距今22000多年以来, 已逐渐趋于稳定, 全新世时期的活动迹象不明显。

关键词: 珠海市 鸡啼门 桥址区断层 勘查研究

拟建的鸡啼门大桥, 是珠海市西部开发区快速干道上的一座特大型桥梁。桥址区原先做过水下物探声波探测。为了给大桥桥墩基础抗震设计提供充分的依据, 广东省地震科技咨询服务中心承接了桥址区的工程地震综合探测研究任务。物探推断断层的验证及其活动性研究是其其中的内容之一。

一、桥址区地质概况

鸡啼门大桥桥址位于珠海市西部鸡啼门水道靠近出海处(图1), 该处河道宽800m, 两岸地貌由三角洲河口—滨海淤积平原上的第一级海成阶地和孤立的残存山丘组成。地质构造上属珠江三角洲断陷盆地中的次级断块差异活动区。

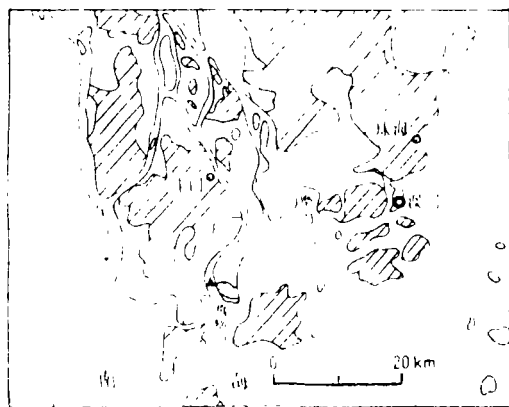
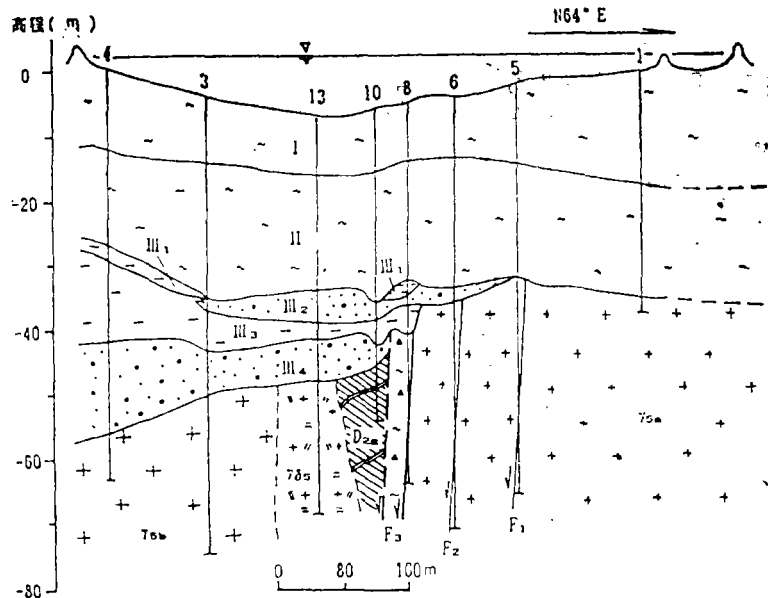


图1 大桥桥址位置图

Fig. 1 Position of the bridge site

桥址周围出露的古老地层主要为中泥盆统桂头组, 燕山期花岗岩广泛分布, 断层以北东—北东东走向者最为发育, 北西和东西向断层也有其踪迹。桥址区内全为第四系覆盖, 据钻孔揭露, 第四纪沉积土层厚30.2~56.0m, 下覆基底主要为燕山期中细粒花岗岩和中粒似斑状花岗岩, 其次为蚀变花岗岩、角闪岩和玄武岩(图2、3)。基岩强风化层一般厚0~5m, 个别地段厚达12m。在第四系土层中, 未发现玄武岩喷出或贯入, 据区域对比, 玄武岩可能形成于喜山期。

第四系土的类型, 上下部差别较大。上



I—河口相淤泥；II—滨海相淤泥；III₁—杂黄色亚粘土；III₂—灰黄、灰白色含砾中粗砂；III₃—灰、深灰色淤泥质亚粘土夹黄色及花斑状亚粘土；III₄—灰色、锈黄色含小卵石砾砂；γ_{5a}—燕山期中细粒花岗岩；γ_{5b}—燕山期中粒似斑状花岗岩；γ_{5c}—蚀变花岗岩闪长岩；D_{2a}—中泥盆统（角岩）；F₃—断层编号及破碎带；10—钻孔编号。

图2 大桥轴线地质剖面图

Fig. 2 Geologic section of the bridge axial line

二、桥址区断层特征

据物探成果，有三条断层斜穿大桥轴线，走向约N40°W。在现场工作中，除了采用钻探验证物探成果以外，还根据所获地质钻探资料和对物探资料的再分析布设钻孔勘查，证实了原有的F₁、F₂断层，另发现了F₃断层。其中F₁、F₂断层规模较小，破碎带的真厚度仅10~20cm，对大桥工程影响不大。而F₃断层规模较大，是大桥桥墩基础设计不可忽视的断层。

F₃断层位于主河道附近，为中细粒花岗岩和玄武岩的接触带。据8、9号钻孔控制，破碎带总宽约28m，原岩包括中细粒花岗岩、角岩化砂岩和玄武岩。8号钻孔中，中细粒花岗岩破碎带厚10.3m，岩芯的上段已强风化，呈亚粘土状并混杂有3—4cm大小的角砾，经切片鉴定为蚀变裂变岩，原岩为花岗岩。岩芯的下段呈碎块状混杂灰白色岩屑，有些碎块上见有灰绿色蚀变花岗岩与灰白色花岗岩呈紧密裂隙接触。破碎带以下，岩芯十分完好，呈长柱状，但经切片鉴定，仍具轻度破碎。9号钻孔所见基岩全为断层破碎带，其上段为破碎的玄武岩，下段为破碎的角岩化砂岩，但破碎程度不一。在孔深55.6m以上，采芯率小于10%，岩芯呈碎块状，最长者约10cm，有的碎块形似构造透镜体，有的碎块上具平整的错动面，在其顶部的强风化层中，仍可看出有近乎直立的裂隙面。在孔深55.6米以下，岩芯多为柱状，紧密裂隙发育，但仍较破碎，采芯率仅大于30%，而且岩石的强度也大幅度减

部主要为河口相淤泥层和滨海相淤泥层，底部局部为淤泥质粉细砂，总厚28~36m，成层较为稳定，底部最老¹⁴C年代为7820±170年。下部为冲积相含小卵石砾砂、中粗砂和淤泥质亚粘土、亚粘土互层，总厚度0~34m，由主航道往东逐渐尖灭缺失，往西厚度逐渐增大。

第四系土层为晚更新世中晚期以来的沉积，其底部¹⁴C年代为25028±759年至35097±2625年。

可见该区断块差异活动开始发生于晚更新世中晚期；同时河流冲积层底部的¹⁴C年代较新，其下覆基岩埋深较大，最大埋深在西岸附近，说明河道曾因构造变动发生过变迁。

弱, 据抗压试验结果, 其抗压强度仅为4.8MPa。而西侧10、11号钻孔中的角岩, 其抗压强度为113—125MPa。

由岩芯上裂隙面倾角和钻孔剖面判断, 该断层向西倾, 倾角约75°。由基岩面起伏和第四系底部¹⁴C年代可看出, 断层性质属正断层(图3)。

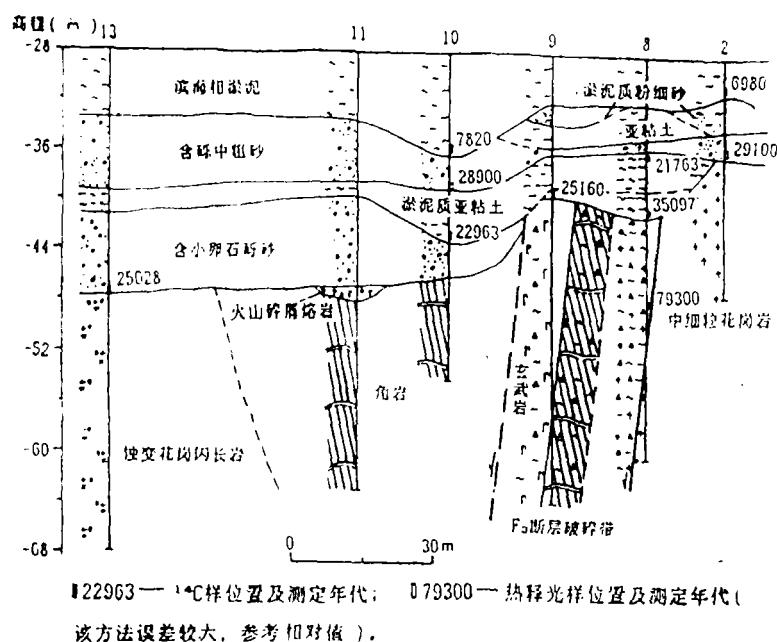


图3 F₃断层钻孔剖面图

Fig. 3 Bore section at F₃ fault

断层的走向, 据桥址外围调查, 在大木遭花岗岩中, 发现一条由云英岩脉和次级断面组成的裂隙密集带, 带宽30—40m, 走向北30°西, 倾向南西, 倾角75°—85°。按其走向延伸, 正好指向大桥轴线中间附近。物探成果表明, 在通过F₃断层部位, 基岩面起伏形成一条走向北北西的梯度带。物探推测的F₁和F₂断层, 走向也约为北40°西。卫片处理结果, 在主河道偏东部位, 有一条清晰的北北西方向线性信息穿过大桥轴线。因此推断F₃断层走向为北30°西左右, 陆地

部份延伸15km, 东南端延入海域。但该断层可能是由多条断面组成, 由于斜列, 或者沿走向破碎不均, 断层的走向局部不连续, 因此, 在大桥轴线上游50m处, 按推断的破碎带延伸布设钻孔控制, 基岩仍为中细粒花岗岩, 其中仅有1m厚的软弱段, 其余岩芯完好, 未见到相应规模的断层破碎带。

三、断层活动性研究

断层活动性研究是研究断层的最新活动年代、活动方式以及估算活动量。所用方法, 主要根据第四系土层的变化及其¹⁴C年代、断层破碎带测年结果以及石英形貌电镜扫描结果进行综合分析判定。

在前述三条断层的破碎带中, 都见有玄武岩, 据玄武岩年代的推断认为, 它们均是前第四纪已经发生的断层。至第四纪, F₁和F₂断层的活动迹象不明显, 而由图3可看出, F₃断层在晚更世时期再次重复活动, 最早一次为晚更新世中早期, 断层的花岗岩破碎带热释光年代为79300±5900年。

图3的基岩面起伏和第四系底部¹⁴C年代可表明, F₃断层于晚更新世中早期活动以后, 首先沿破碎带遭受剥蚀, 形成负地形, 并接受区内最老的第四系沉积, 其底部的¹⁴C年代为35097±2625年。至距今25028年±759年前后, 断层的西界又发生一次错动, 使其上盘的地

面下落，并接受河床砾砂层沉积。在13号钻孔的砾砂层底部尚保存约15cm的泥炭土，其年代与9号钻孔淤泥质亚粘土底部的 ^{14}C 年代接近，据此估算，该次错动及其以后的垂直落差约6m左右。在距今约 22963 ± 573 年以后，沉积土层的层位起伏不大，断层逐渐趋于稳定，全新世的活动迹象已不明显。

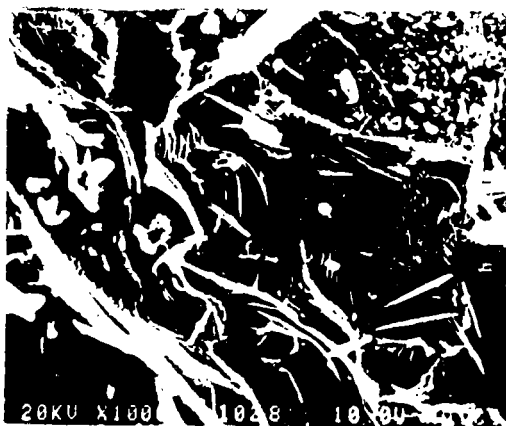


照片1 20KU×10 石英颗粒全貌，棱角、次棱角，次圆状。

据8号钻孔的断层破碎带中2个石英形貌样品的电镜扫描结果，石英颗粒多为棱角、次棱角和次圆状（照片1），表面具贝壳状断口，阶步和各种擦痕，表明断层活动以脆性破裂（粘滑）为主，也有缓慢的蠕滑痕迹（照片2）。石英颗粒表面普遍有硅溶蚀、硅沉淀现象，但严重程度不一。在不同颗粒或同一颗粒表面上，有的部分硅溶蚀、硅沉淀现象较重，使其原有错动痕迹模糊或清晰度减弱，有的部分则仅有少量硅球沉淀，错动痕迹仍比较清晰（照片3），显示断层经历过两次新的活动，同时断层的粘土矿物主要是高岭土、伊利石，属温热、强烈淋滤和缺乏碱金属的酸性介质环境，表明断层经过最后一次活动以后已趋于稳定。这个结论，与据土层年代资料分析所得出的看法基本相符。



照片2 20KU×20 透明石英颗粒，表面具贝壳状断口、擦痕和擦坑。



照片3 20KU×100 石英颗粒表面，右上角硅溶蚀硅沉淀显著，隐约可见阶步。下方贝壳状断口、擦痕清晰。

四、结 论

珠海市鸡啼门大桥桥址区 F_1 、 F_2 断层规模小; F_3 断层的破碎带宽约28m,规模较大,晚更新世时期经历过2次活动,活动方式以粘滑为主,经最后一次活动以后,已逐渐趋于稳定,全新世时期的活动迹象不明显。因此,它们均不影响大桥工程的建设,但在大桥桥墩基础设计时,必须避开 F_3 断层破碎带所处不良地段。

参 考 文 献

黄镇国等,1982,珠江三角洲形成发育演变,科学普及出版社广州分社。

PROSPECTING AND STUDYING THE FAULT AT THE AREA OF JITIMEN BRIDGE SITE IN ZHUHAI CITY

Wang yexin, Li ziquan, Peng Chengguang, Li yungui Liao xiaoqiong
(Seismological Bureau of Guangdong Province)

Lai Xielin

(Jindong prospecting Industrial Company of Guangdong province)

[Abstract] This paper describes the content, method and conclusion of prospecting and studying the fault at the area of Jitimen Bridge site in Zhuhai City. It points out that large scale of tattered belt (about 28m in wide) and verticle drop (about 6m) occurred at F_3 fault crossing to the bridge axis. In the period of Epileistocene, this fault moved repeatedly, which took strik slip as the major motion. But since 22 thousand years, it has gradually tended to stable and it was not very active in the period of Holocene epoch.

[key words] Jitimen area, Zhuhai city; Fault at the bridge site; Prosepect and study