

105 国道黄沙岌隧道 花岗岩区溶洞的形成机理及治理措施探讨

李正文 惠州市惠阳区建筑工程质量监督站

摘 要:在 105 国道改造工程流溪河—从化新丰交界段详细勘察阶段钻探过程中,在黄沙发隧道出口花岗岩区 K30+065 里程中心处在 23.4—28.10m 处发现有一空洞。本文对该道花岗岩区溶洞的形成进行论述,阐明其形成机理,由于断裂构造发育的方解石脉或方解石富集在地下水的作用下也可形成溶洞,并提出了治理措施。

关键词: 花岗岩; 构造; 溶洞

前言

在 105 国道改造工程溪溪河—从化新丰交界段详细勘察阶段钻探过程中,在黄沙发隧道出口花岗岩区 K30+065 里程中心处在 23.4~28.10m 处发现有一空洞,钻具自由下落,无充填,仅底部见及少量砂质,含大量铁锰质。

1. 场地位置、地形地貌

场地位于从化市吕田镇大排村西南约2公里处。该地段为陡倾斜坡地貌,坡度约为60度,植被发育,为两沟谷交界地段,其中一沟谷切割较深,基岩出露,上游有泉水出露,常年有水流;另一沟谷切割较浅,无基岩露头,有泉水出露,但流量较小。

2、岩土分层

于该地段共施工 5 个钻孔, 在钻孔控制的深度和范围内的岩土层按其成因、风化程度、物理力学性质的不同可分为:

2.1, 坡残积亚黏土层 (Q^{el+dl}) : 广泛分布, 褐黄色, 硬塑为主, 局部坚硬, 含约15%的石英砂砾。厚度1-3 m。

2.2, 全风化碎裂花岗岩带($\gamma_{>2(3)}$): 广泛分布, 褐黄、浅灰白色, 除石英外, 其余矿物均风化成次生粘土矿物, 岩芯呈坚硬土状, 岩质极软, 厚度 3—5 m。

2.3, 强风化碎裂花岗岩带($\gamma_{2(3)}$): 广泛分布, 褐黄、褐色, 矿物已严重风化变异, 岩芯呈碎块状, 岩质软, 用手可折断, 锤击声哑, 厚度 2~5 m。

2.4. 弱风化碎裂花岗岩带 ($\gamma^{22(3)}$): 广泛分布, 浅肉红间灰白色, 似斑状结构, 碎裂构造。岩芯呈块状和短柱状, 岩质较软, 局部已糜棱岩化, 微裂隙严重切割斑晶, 且有错动现象, 方解石脉、石英脉和煌斑岩脉发育, 且见方解石溶解后残留的菱形孔洞, 局部方解石富集, 绿泥石蚀变严重。节理、微裂隙很发育。厚度 20~45m。

2.5, 微风化碎裂花岗岩带($\gamma^{2(3)}$):仅ZK1孔揭露到, 肉红间灰白色, 似斑状结构, 碎裂构造。岩芯完整, 呈10~40cm的长柱状, 方解石脉、石英脉发育, 节理、微裂隙发育, 绿泥石蚀变严重。岩质较坚硬。

有代表性钻孔柱状图见下图:

3. 溶洞的成因分析

3.1, 地质构造: 根据钻探成果及现场踏

钻孔柱状图

[illegible]

勘分析, 该地段无大的主断裂通过, 位于附近主断裂产生的挤压破碎带中, 有小的次一级断裂通过。

3.2, 地下水: 由于该地段位于挤压破碎带中, 岩体结构面很发育, 有多数未充填, 这就为地下水的活动提供了地下通道, 附近沟谷泉水出露也证明了这一点。同时, 附近沟谷地表水的汇集为地下水的活动提供了大量的水源补给; 旱季成为地下水排泄的场所。因此, 上述因素使该场地下水的补给、径流、排泄成为良性循环。

3.3. 可熔岩: 从钻探成果可知, 地层中方解石脉发育, 且见方解石溶解后残留的菱形孔, 局部方解石富集。而方解石为可熔岩, 这就为溶洞的形成提供了必要的物质条件, 方解石的化学成分为 CaCO_3 , 其与环境中的水和二氧化碳发生反应, 生成碳酸氢钙 ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$), 化学反应过程如下:

$$\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$$

在常温条件下, 碳酸钙为固态, 而碳酸氢钙为液态, 液态碳酸氢钙易随地下水流失而形成空洞, 即通常所说的溶洞。

4. 结论

从以上溶洞成因分析来看,该地段已具

备了形成溶洞的一切条件，该空洞排除了人为的可能为自然形成。且形成溶洞区原是方解石富集部位或是大的方解石脉，地下水沿方解石或含方解石的岩层的各种结构面（断层面、节理裂隙面）进行溶蚀作用，在形成初期，以溶蚀为主，方解石中不能溶解的碳酸钙与水及二氧化碳作用形成可溶解的碳酸氢钙，随着孔洞的扩大和水流的加强，机械侵蚀作用也起很大的作用，最后就形成了我们所见到的溶洞。事实上，在别的钻孔中见到的方解石溶解后残留的菱形孔洞是该结论的有力证据，只是程度和大小不同而已。

5、治理措施

5.1, 地下水: 隧道通过含水层, 便成为通道, 改变了原来地下水的动力条件。地下水常以承压水的形式汇入洞内, 水头高, 冲力大, 影响施工; 突然涌水,

会造成严重事故。本地段在钻探时是旱季,因此抽水试验测得的涌水量偏小,不能反映雨季的实际情况,且地下水与地表水联系密切。因此,隧道施工宜选择在旱季,同时采取有力措施疏导地表水和切断与沟谷的水力联系。

5.2, 溶洞: 据当时设计资料, 隧底到底溶洞顶板只有 3.5 m, 且为岩质较软的弱风化碎裂花岗岩, 节理、裂隙很发育, 承载力较低。因此, 设计必须验算在动荷载作用下隧底板(溶洞顶板)的强度是否满足要求。否则, 要对溶洞进行处理。据当时勘察成果, 溶洞体积小于或等于 $30 \times 12 \times 4.7$ 立方米, 可采用灌浆法进行堵填。

6. 结语

溶洞(喀斯特)的存在,可产生一系列对工程很不利的地质问题,严重影响建(构)筑物场地的使用和安全,已受到广泛的重视。其在灰岩地区很常见,但在花岗岩地区罕见。任何工程地质问题都有其的形成原因,是各种因素共同作用的结果。只有弄清其产生的原因,才能更好地预防其产生不良后果和采取有效的治理措施,更好地指导设计和施工,达到工程勘察的目的。