

某管道鹿溪河穿越岩土工程勘察的液化问题分析

张魁 彭朝洪

四川省地质工程勘察院集团有限公司

[摘要] 针对某管道在鹿溪河河道的穿越, 对穿越处表层的饱和砂土进行液化判别和计算, 并分析计算结果的合理性与可靠性, 提出合理的抗液化措施。

[关键词] 管道穿越; 液化判别; 液化指数; 液化等级

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.09.1019

引言

砂土(粉土)受到振动荷载之前, 若处于松散状态, 在其受到振动荷载作用时, 土体颗粒有挤密趋势。饱和土体在其密实度的过渡阶段, 土颗粒会与原位置有相对位移, 脱离接触四周颗粒, 并悬浮于土体状态。当孔隙水压力消弭, 土体颗粒的相对位置更稳定, 土体形成被加固状态; 而假使振动剧烈, 孔隙水压力又不能相融, 可能会导致水压力的增至, 根据应力的有效性原理可知, 有效应力会降至零点。再由库伦公式的有效应力表达式 $\tau_f = c' + \sigma' \tan \phi'$, 可知出土的抗剪强度变为零(特指 $c=0$ 的砂土层)。这样, 土体就处于流动状态, 即出现液化现象。

一、管道穿越处的工程地质情况

管道穿越处地形为第四系冲洪积平原, 两岸地形较平坦, 局部有起伏。东岸基岩出露, 西岸表层覆盖粉砂土, 厚度为3.6m左右, 粉砂土下为卵石土, 下覆基岩为砂岩和泥岩互层的地质。管道穿越处第四系松散堆积层孔隙潜水主要埋藏于松散覆盖层中, 含水较丰富, 季节变化明显。地下水水位一定程度上受鹿溪河水位影响, 丰水期水位上升, 枯水期水位下降。工作时地下水位为2.10m。

二、土的液化判别

鹿溪河所处位置处抗震设防烈度为7度, 设计地震加速度为0.10, 其西岸表层的饱和砂土需进行液化判别。

(一) 初步判定

1. 地质年代。鹿溪河所处地质年代为第四系全新统冲洪积层 (Q_4^{al+pl}), 需进行液化判别。2. 管道埋置深度、上覆土层和地下水位。管道埋置深度为2m, 上部无非液化土层, 地下水位埋藏深度为2.1m, 不符合 $d_w > d_0 + d_b - 2$ 、 $d_w > d_0 + d_b - 3$ 和 $d_w + d_0 > 1.5d_0 + 2d_b - 4.5$ 的判定条件, 因此需要进行液化判别。

综上所述, 平常地下水位使下部砂土处于不饱和状态, 但在最高水位特别是历史最高水位时, 河流西岸场地内分布的砂土有可能成为饱和砂土或部分成为饱和砂土, 在地震中可能发生液化。

(二) 标准贯入试验判别

在西岸对粉砂土进行标准贯入试验, 标贯点深度分别为2.0m和3.3m, 标贯技术实测值分别为3击和4击。标准贯入锤击数临界值计算公式如下:

$$N_{cr} = N_0 \beta [\ln(0.6d_s + 1.5) - 0.1d_w] \sqrt{\frac{3}{\rho_c}}$$

N_{cr} —临界值;

N_0 —基准值, 可按表1选取7;

d_s —贯入点深度(m);

d_w —地下水位(m);

ρ_c —土体黏粒含量百分率, 当小于3或为砂土时, 应采用3;

β —调整系数, 设计地震第一组取0.80, 第二组取0.95,

第三组取1.05。

表1 液化判别标准贯入锤击数基准值 N_0

设计基本地震加速度(g)	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40
液化判别标准贯入锤击数基准值	7	10	12	16	19

计算后液化判别标准贯入锤击数临界值为3.53击和4.67击, 判定西岸粉砂土为液化土。

(三) 液化指数

对管道穿越处西岸的粉砂土需进行液化指数的计算, 采用岩规中的液化指数计算公式划分地基液化等级。

$$I_{LE} = \sum_{i=1}^n (1 - \frac{N_i}{N_{cri}}) d_i W_i$$

I_{LE} —液化指数;

n —判别深度范围内每一个钻孔标准贯入试验点的总数;

N_i 、 N_{cri} —分别为 i 点标准贯入锤击数的实测值和临界值, 当实测值大于临界值时应取临界值;

d_i —第 i 点所代表的土层厚度(m), 可采用与该标准贯入试验点相邻的上、下两标准贯入试验点深度差的一半, 但上界不高于地下水位深度, 下界不深于液化深度;

W_i — i 土层单位土层厚度的层位影响权函数值(单位为 m^{-1})。当该层深度不大于5m时应采用10。

试验数据及结果见表2。

表2 粉砂土的液化指数及判别结果

孔号	土名	埋深(m)	水位埋深(m)	标贯深度(m)	标贯击数(击)	液化指数	判别结果
ZK1	粉砂	0~3.6	2.1	2.0	3	3.47	轻微液化
			2.1	3.3	4		

三、成果分析

根据上述计算结果可知, 管道穿越处的粉砂土液化指数为3.47, 属轻微液化土层, 地震中不会发生地面喷水冒砂等现象, 但是在局部洼地河边可能会有零星冒点。液化土层厚度不大, 地震时若发生液化, 一般不会引起不均匀沉降, 液化对管道的危害性小。

四、结语

能源输送管道是国家能源的生命线, 地震时不能中断或需尽快恢复, 属于抗震重点设防类(乙类)。因此, 管道在液化土层中埋置, 应挖除或加固液化土层, 或埋置于液化土层下的非液化土层中, 同时应做好排水措施和稳管措施, 以保证管道安全。本文通过采集勘察过程中的原始数据, 结合本地建设经验, 综合分析出管道穿越处土层液化结果, 可信程度较高。

参考文献:

[1] 杜文斌等. 砂土液化分析及抗液化措施[J]. 中州煤炭, 2003年第4期, 总第124期, 2003年4月。

[2] 吕菲. 砂土液化机理及判别方法研究[J]. 西部探矿工程, 2010年第8期, 总第125期, 2010年8月。

作者简介: 张魁(1982-), 男, 贵州毕节人, 高级工程师, 学士, 主要从事水文地质、工程地质、环境地质工作。