

q_c -N 复判法在工程地质勘察中对砂土液化的定性、定量化评价

卢长伟

(吉林省水利水电勘测设计研究院, 吉林 长春 130012)

摘要:就静力触探-标准贯入法(q_c -N 复判法)在砂土液化中定性、定量化评价进行阐述。 q_c -N 复判法可以通过静力触探资料反应用到标贯中去,其优点是人为误差小,精度高。

关键词: q_c -N 复判法;砂土液化;液化评判

中图分类号:TU413.5

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2001)07-0045-02

影响砂土液化的因素很多,单凭某个因素难以说明其具有液化的可能性,应在充分考虑各因素的基础上,根据多种方法进行综合评判。液化评判分初判和复判。先初判有没有液化的可能性,如果有,再进行复判,确定液化指数和液化等级。在水利水电工程中,应先初步确定水库运行后可能诱发地震的最大震级和烈度,然后再据此进行砂土液化判定。

1 初判

应充分考虑砂土液化形成条件,以此作为初判依据。经归纳,初判可依据下述条件进行:

a. 地层条件.地面下一定深度范围埋藏有可液化土层,可液化土层包括砂土和粉土。颗粒愈细愈易液化,平均粒径在 0.1 mm 左右的抗液化性最差,不均匀系数愈小,抗液化性越差;圆粒形砂比较角形砂容易液化。

b. 地下水条件.可液化土层必须位于地下水位以下,且排水条件不畅,工程正常运行后,地下水位以上的非饱和土,可判为不液化。

c. 振动条件.振动条件分构造地震、水库诱发地震、人工爆炸振动、机械振动。振动强度和历时是产生液化的一个必要条件,据宏观经验,液化一般出现在相当于地震烈度大于 6 度区,较严重的液化一般出现在 7 度以上地区。特殊工程,当地震烈度为 6 度时可按 7 度考虑。

d. 上覆地层条件.上覆地层愈厚,土的上覆有效压力愈大,就愈不易液化。据有关资料,液化层顶板埋深小于 9 m,地下水埋深小于 4 m,可作为液化条件。

e. 地貌条件.主要出现在地势低平的地貌部位,如河漫滩、河口三角洲砂体内,一级阶地沉积及

古河床沉积,二级阶地上很少出现砂土液化现象。

f. 地基土的地质年代为第四系晚更新世(Q_3)或其以前时,可判为不液化土,主要根据为唐山地震、邢台地震、海城地震、通海地震及其它历次地震中尚未发现 Q_3 以前的饱水砂(粉)土层发生砂土液化现象。

g. 天然地基上基础埋藏深度 d_b 和上覆非液化土层厚度 d_u 位于图 1 中非液化影响区时可不考虑液化影响。当 $d_b > 2$ m 时, d_w 和 d_u 应减去 $(d_b - 2)$ m 后查得, d_w 宜按建筑物使用期内年平均最高水位采用,亦可按近年内最高水位采用,计算 d_u 时宜将淤泥和淤泥质土扣除。

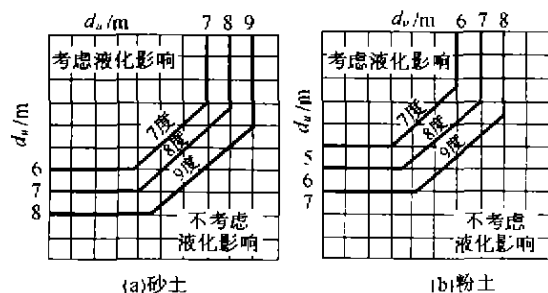


图 1 砂土液化初判图

h. 土的粒径大于 5 mm 颗粒含量的质量百分率大于或等于 70% 可判为不液化;粒径大于 5 mm 颗粒含量百分率小于 70% 时,可按粒径小于 5 mm 这部分判别其液化性。

i. 粒径小于 5 mm 颗粒含量质量百分率大于 30% 的土,其中粒径小于 0.005 mm 的颗粒 ρ_c 含量质量百分率相应于地震设防烈度 7 度、8 度、9 度分别不小于 16%、18%、20% 时可判为不液化。

j. 当土层剪切波速大于按公式 $V_{st} = 219$

$(K_H Z \gamma_d)^{1/2}$ 计算的上限剪切波速时,可判为不液化。其中, V_{st} 为上限剪切波速, m/s; Z 为土层深度, m; K_H 为地面上水平地震加速度系数,可按地震设防烈度为 7 度、8 度、9 度分别采用 0.1、0.2、0.4; γ_d 为深度折减系数,可按表 1 计算。

表 1 深度折减系数

深度 Z /m	γ_d
< 10	1.0 - 0.01 Z
10 - 20	1.1 - 0.02 Z
20 - 30	0.9 - 0.01 Z

经过以上方法中的一种或多种方法初步判定,若认为存在液化的可能性,需进一步进行复判,常用的方法有标准贯入击数法、相对密度复判法、相对含水量法或液性指数复判法、静力触探复判法、剪应力比较法、 q_c - N 复判法。这里主要介绍 q_c - N 复判法,其前提是必需经过初判定具有液化的可能性。

2 q_c - N 复判法

建立 q_c - N 相关关系曲线,可以通过现场静力触探与标准贯入试验对比,得出锥尖比贯入阻力 q_c 与标准贯入击数 $N_{63.5}$ 的相关关系曲线,如 1977 年 Schmertmann 提出纯砂 $q_c/N \approx 4 \sim 5$; 粉土 $q_c/N \approx 3.5 \sim 4.5$; 1983 年 Robertson 等人在总结前人经验的基础上,总结出了不同的粒径组合的 q_c - N 相关关系曲线(图 2)。得出 q_c - N 相关关系曲线之后便可通过静力触探曲线解译出可能液化土层锥尖阻力 q_c ,通过相关曲线,确定相应的标准贯入击数 $N_{63.5}$,按标准贯入击数法的判别标准 $N_{63.5} < N_{cr}$ 进行判别是否为液化土。若为液化土,再依据 N_i 和 N_{cr} 按式(2)计算液化指数 I_E ,判别液化等级,得出定性、定量标准。

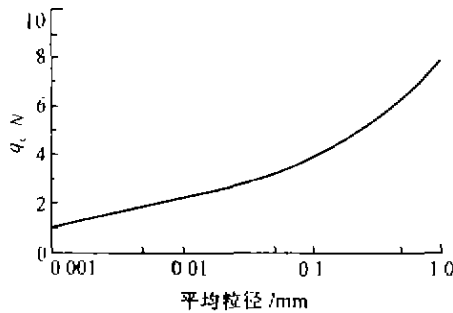


图 2 标贯击数 N 和锥尖阻力 q_c 的相关关系曲线

临界标准贯入击数 N_{cr} 可根据下式确定:

$$N_{cr} = N_0 [0.9 + 0.1(d_s - d_w)] (0.03/\rho_c)^{1/2} \quad (1)$$

式中: N_0 为液化判别标准贯入锤击数基准值,根据不同地震烈度由表 2 查得; ρ_c 为粘粒颗粒含量质量百分率,当 $\rho_c < 3\%$ 时,取 $\rho_c = 3\%$ 。

表 2 不同地震烈度时的标准贯入击数基准值 N_0

地震远近 程度	烈 度		
	7 度	8 度	9 度
近震	6	10	16
远震	8	12	—

液化指数可按下式确定:

$$I_E = \sum_{i=1}^n (1 - \frac{N_i}{N_{cr}}) d_i W_i \quad (2)$$

式中: I_E 为液化指数; n 为 15 m 深度范围内钻孔标准贯入(或经过 q_c - N 关系曲线反算出来的)试验点的总数; N_i , N_{cr} 分别为 i 点标准贯入锤击数的实测值(或经过 q_c - N 关系曲线反算出来的标准贯入值)和临界值,当实测值数值大于临界值时应取临界值的数值; d_i 为 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,但上界值不小于地下水位埋深,下界值不大于液化深度; W_i 为 i 土层考虑单位厚度的层位影响权函数值, m^{-1} ,当该层中点深度不大于 5 m 时应采用 10,等于 15 m 时应采用零值,5 ~ 15 m 时应按线性内插法取值,见图 3。

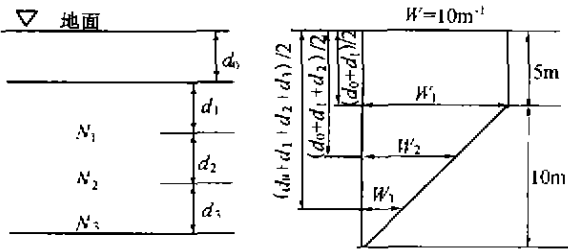


图 3 权函数

地基液化等级根据液化指数按表 3 确定。

表 3 液化等级

液化指数	液化等级
$0 < I_E \leq 5$	轻微
$5 < I_E \leq 15$	中等
$I_E > 15$	严重

3 结 论

q_c - N 复判法的优点为静力触探连续性强,精度高,速度快,可以减少人为因素误差,且较为经济,有利于保质保量保工期。由于作者掌握的基本数据有限,尚未积累出区域性资料以建立出相应各地区的 q_c - N 相关关系曲线,还有待进一步积累研究。

(收稿日期:2001-08-20 编辑:马敏峰)