

对《岩土工程勘察规范》中“水和土腐蚀性评价”部分的分析

马建

(北京市勘察设计研究院, 北京 100038)

摘要: 本文对水和土的腐蚀的因素、类型及评价项目做了简要地讨论; 结合北京地区的地质环境对新旧规范的不同之处加以比较和说明, 分析了关于使用新规范所存在的问题, 并提出合理的建议; 最后, 列举了腐蚀性评价流程图。

关键词: 分解腐蚀; 结晶腐蚀; 原电池腐蚀; 含水量; 孔隙比

中图分类号: TU46⁺2

文献标识码: A

Abstract: Factors, types and evaluation items of causticity for water and soil are briefly discussed herein. The differences between the new and old codes are compared and stated in association with the geologic environment of Beijing district. Problems occurred in the use of the new code are analyzed and rational suggestions are proposed. Flow chart of caustic evaluation is given.

Key words: degradable corrosion; crystal corrosion; primary battery corrosion; water content; void ratio

1 前言

自然环境是一个复杂的物质体系, 由各种性质不同的环境介质组成。随着现代化事业和基本建设的迅猛发展, 自然环境受到的各种破坏以及环境介质对工程建设的侵害越来越引起人们的重视。尤其当今工农业废弃物及生活垃圾的大量无序地排放, 直接影响到周围环境, 造成地表水、地下水、土的污染, 大气中化学成分的改变甚至使气候也发生了很大的变化; 而这些又反过来直接或间接影响到建筑设施的安全, 进而对人类的生命财产构成威胁。因此, 全面了解环境介质的特征及其对建筑结构的腐蚀性, 有针对性地测试分析相关的腐蚀性参数, 以便采取安全合理的防护措施, 已成为工程建设中一个不容忽视的重要环节。岩土工程勘察工作中, 对环境介质腐蚀性评价以《岩土工程勘察规范》中“水和土腐蚀性评价”部分为依据, 本文据此作些分析。

2 腐蚀因素与类型

2.1 腐蚀因素及其来源和作用

影响腐蚀的因素包括化学因素、物理因素和气候因素。

化学因素指腐蚀介质水、土中化学组成的某些酸、碱、盐类, 是原岩化学成分分解以及地表水的溶解与渗透污染而形成的, 其腐蚀作用主要表现为化学腐蚀。此因素通过对水、土的测试而了解。

物理因素主要由土层的渗透性控制。土层渗透性的强弱取决于土中孔隙的大小和连通性, 其次是孔隙度的大小。具相同浓度的盐类, 强透水土层的腐蚀性强, 弱透水土层的腐蚀性弱。此因素通过现场调查和对土的测试而得知。

气候因素包括干湿度、气温、冰冻、海拔高度等有关内容; 其作用表现在干湿交替和冻融交替的频率越高, 越加速了混凝土的破坏。它受区域气候影响, 可向当地气象部门调查了解。

2.2 腐蚀类型

(1) 混凝土受腐蚀的类型有结晶类腐蚀, 分解类腐蚀及结晶分解复合类腐蚀。

结晶类腐蚀指水或土中某些盐类, 浸入混凝土的毛细孔中, 经干湿交替作用盐溶液浓缩至饱和, 当温度下降时析出盐晶体, 晶体不断积累膨胀或与混凝土中某些成分相结合生成新的结晶物质膨胀, 致使混凝土破坏。

分解类腐蚀指水或土中的盐类与混凝土的化学成分反应生成易溶盐, 被溶解或被水带走, 从而使混凝土组成分解破坏。

结晶分解复合类腐蚀指水或土中的盐类对混凝土既有结晶破坏又有分解破坏。

收稿日期: 2000-07-19

作者简介: 马建 (1972-), 男 (汉族), 河北辛集人, 助理工程师。

(2) 水或土对钢筋和钢结构的腐蚀主要为原电池腐蚀和酸类的腐蚀。

原电池腐蚀是指钢铁表面各部位受不同的物理或化学条件作用,形成电位差产生腐蚀电流,使钢铁被氧化导致锈蚀破坏。

酸类的腐蚀是指水、土中的酸类对钢铁的化学溶蚀破坏。

3 测试项目的分析

3.1 规范中规定的试验项目

阳离子: Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ ;

阴离子: SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , OH^- ;

其他: pH 值, 游离 CO_2 , 侵蚀性 CO_2 , 总矿化度, 氧化还原电位, 电阻率, 极化曲线, 质量损失。

3.2 各项目的腐蚀作用

水中 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 能与 SO_4^{2-} 生成结晶物(如 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), 使混凝土产生结晶类腐蚀; 其中 Mg^{2+} 比 Ca^{2+} 更为活泼, 还能将混凝土中 Ca^{2+} 的置换出来, 使混凝土分解腐蚀。

NH_4^+ 可生成强酸弱碱盐, 与混凝土中的碱性物质反应, 使混凝土发生分解类腐蚀。

SO_4^{2-} 为混凝土结晶类腐蚀中最为主要的阴离子; 另外, SO_4^{2-} 与 Cl^- 的盐类都对钢铁具有原电池腐蚀。

苛性碱溶液(阴离子为 OH^-) 能在混凝土中干湿交替部位产生腐蚀。

pH 值较小, 含侵蚀性 CO_2 , 低矿化度水的 HCO_3^- 较少, 都说明水中 H^+ 含量高, 具酸性, 可与混凝土中 CaCO_3 等物质反应发生分解腐蚀。另外, pH 值小还会对钢铁有酸腐蚀。

总矿化度值越大, 则说明水中离子成分越多, 对混凝土的腐蚀性越强。

氧化还原电位, 电阻率, 极化电流密度和质量损失是测定土对钢铁的原电池腐蚀指标; 前两者值越小腐蚀性越强, 后两者值越大腐蚀性越强。

4 新旧规范比较

新的《岩土工程勘察规范》(征求意见稿) 对原规范中的“水和土腐蚀性的评价”部分做了若干补充与修改, 使得某些概念更简洁, 更明确; 一些判断方法更为合理、简单。这不仅方便了我们在工作中的使用, 而且在理论研究方面为我们提供了更新的思路。

笔者认真学习了其中的“水和土腐蚀性的评价”这一部分, 并与旧规范做了比较, 结合我院对规范的使用状况及北京地区的地质环境, 对修改部分做以说明和分析。希望读者能以此作为参考, 迅速了解新旧规范的不同之处。

新规范相对于旧规范的不同之处主要为以下几点:

(1) 对场地水、土所采取的试验样品数量做了明确的补充规定(对单幢建筑的建筑场地不应少于各2件; 建筑群不宜少于各3件)。

(2) 腐蚀性试验项目有所减少, 去掉了 $[\text{K}^+ + \text{Na}^+]$ 和 $[\text{NO}_3^-]$ 。

(3) 在“水和土对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性评价”这一节中, 对 Cl^- 含量由文字叙述改为公式描述, 即 Cl^- 含量 = $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} \times 0.25$, 从而消除了许多疑问; 另外, 在“防护措施”中增加了对此类腐蚀的防护方法。

(4) 对气候带的判断更简单。例如北京地区的海拔高度小于3000 m, 从所附“我国干燥度分布图”可看出, 北京地区的干燥度指数 K 值小于1.5, 属于湿润区。

(5) 在场地环境类别划分部分有了新的规定, 改为以土的含水量(ω) 作为判断条件之一。

下面以北京地区(湿润区) 为例加以讨论。

新规范规定:

湿润区含水量 $\omega \geq 20\%$ 的强透水土层或含水量 $\omega \geq 30\%$ 的弱透水土层, 属 I 类环境;

湿润区含水量 $\omega < 20\%$ 的强透水土层或含水量 $\omega < 30\%$ 的弱透水土层, 属 II 类环境。

注: 强透水土层指碎石土、砾砂、粗砂、中砂和细砂; 弱透水土层指粉砂、粉性土和粘性土。

由含水量的计算公式 $w = \frac{S_r \times e}{G_s}$

得到
$$e = \frac{w \times G_s}{S_r}$$

其中, S_r ——土的饱和度; G_s ——土粒比重; e ——土的孔隙比。

1) 强透水土层

含水层的 S_r 值取1.00; 我院对砂类土的 G_s 值取2.68;

当 $\omega \geq 20\%$ 时, 得
$$e \geq \frac{20\% \times 2.68}{1.00}$$

即 $e \geq 0.536$ 。

试验证明, 北京地区绝大多数饱和砂土 e 值大

于0.536,含水量值能满足大于20%的条件,因此具有此类土层的场地能判为Ⅰ类环境。

2) 弱透水土层

S_r 值取1.00,当 $\omega \geq 30\%$ 时,由前面公式得到 e

的理论计算值见表1;经搜集北京地区各类饱和土的室内试验数据,从而分别绘制出“各类饱和土的孔隙比(e)频率图”(图1),并将孔隙比频率约占95%的取值(实测统计 e 值)也列入表1。

表1

参数	土质类别					
	粉砂	砂质粉土	粘质粉土	粉质粘土	重粉质粘土	粘土
G_s	2.68	2.69	2.70	2.71	2.72	2.73
理论计算 e 值	≥ 0.804	≥ 0.807	≥ 0.810	≥ 0.813	≥ 0.816	≥ 0.819
实测统计 e 值	0.54~0.66	0.54~0.70	0.56~0.72	0.59~0.80	0.73~0.88	0.85~1.06

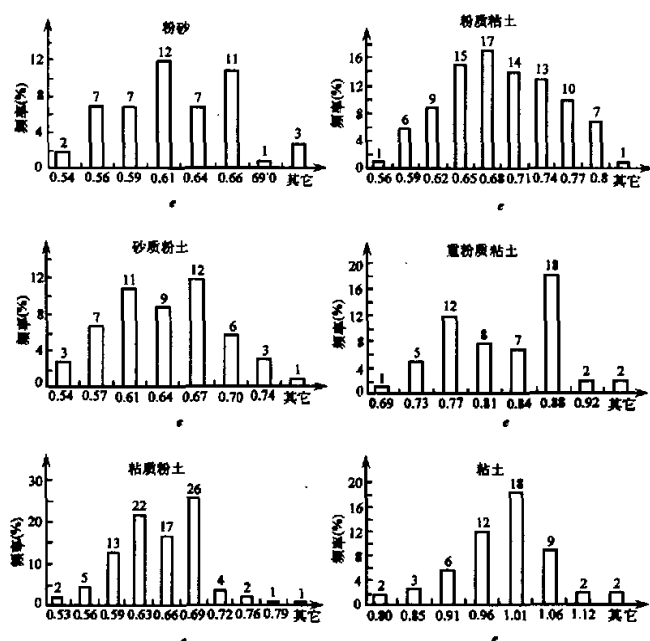


图1 各类土的孔隙比(e)频率

对比表1中 e 值可以观察到:粉砂、砂质粉土、粘质粉土和粉质粘土的实测统计 e 值均小于理论计算 e 值;粘土的实测统计 e 值与理论计算 e 值相一致;而重粉质粘土的实测统计 e 值部分与理论计算 e 值之间的偏差较大。

因此我们可以对北京地区的弱透水土层作出初步判断:饱和的粉砂、砂质粉土、粘质粉土或粉质粘土,其含水量值普遍小于30%,对具有此类土的场地一般可以判为Ⅲ类环境;饱和粘土的含水量值一般大于30%,具此类土的场地一般可以判为Ⅰ类环境;而具有饱和重粉质粘土场地的环境类型,尚应以含

水量试验结果作为判别依据。

我院在依据旧规范做场地环境类别判断时通常按Ⅰ类环境考虑,这会使某些评价为有腐蚀性的水、土,而按新规范可能评为无腐蚀性。因此,应对这方面提起注意。

建议:在取水样的同时,取含水层土样做含水量试验,以便对场地环境类型作更准确的判别。

(6)在“水、土对混凝土结构腐蚀性评价”这一节中,旧规范要求在有冰冻区(段)的情况时,Ⅰ、Ⅱ类环境下评价表中的判断值乘以系数(0.8或0.9);新规范则规定在Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类环境下都乘以系

数。这也会造成按旧规范评价为无腐蚀性的水、土(Ⅱ类环境中),而依新规范可能评为有腐蚀性。

5 腐蚀性评价流程图

随着工程建设项目的不断增加,对场地水、土测试的任务越来越多,腐蚀性评价的工作量也越来越大。为了能够迅速地完成对各项指标的分析,提交出准确的评价结果,可采用计算机这一有效工具来实现。

下面例举一计算机评价流程图(图2),望读者一作参考。

6 结语

本文详细介绍了新旧规范中“水和土腐蚀性的评价”部分的不同之处,并分析其对腐蚀评价结果产生的影响;着重针对北京地区的地质环境对水、土的腐蚀方式、腐蚀评价条件作了一系列分析与说明。这在使读者了解水、土腐蚀的基本机理,正确使用规范和方便评价工作等方面有一定的参考作用。

愿读者能对规范的修改之处一目了然;对分析不当之处恳切希望多加指正。

本文的撰写过程中曾得到张在明总工程师,顾宝和研究员和规范该部分起草者王铠老先生的指导与具体帮助,在此表示热忱的谢意。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国国家标准. 岩土工程勘察规范(征求意见稿). 北京: 2000.
- [2] 中华人民共和国国家标准. 岩土工程勘察规范(GB 50021-94). 北京: 中国建筑工业出版社, 1995.
- [3] 朱根逸. 地下水分析及对混凝土的侵蚀性. 北京: 中央重工业部设计公司, 1954.

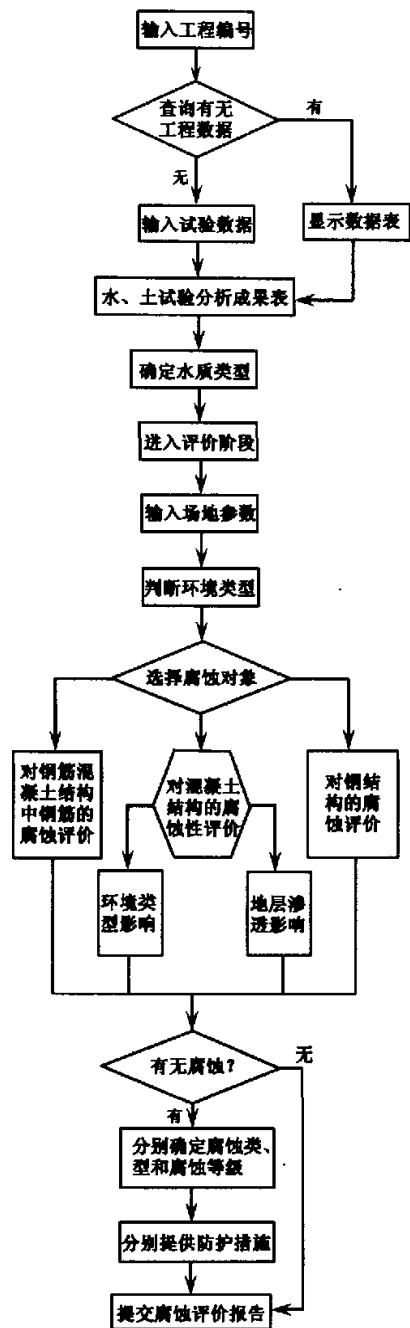


图2 计算机评价流程图