

ICS

中国标准文献分类号

T/CSCP

中国腐蚀与防护学会标准

T/CSCP 0032—2017

建筑材料土壤腐蚀试验

Soil corrosion tests of building materials

2014年1月1日发布

2018年1月1日实施

中国腐蚀与防护学会 发布

目 次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 试件的制备.....	1
5 试件的埋设和挖掘.....	2
6 普通混凝土及钢筋混凝土试件检验.....	2
7 石棉水泥管试件的检验.....	7
8 塑料管试件的检验.....	9

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则进行起草。

本标准是对中国腐蚀与防护学会 2014 年发布的 FB/T 0032—2014《建筑材料土壤腐蚀试验》按团体标准的编写要求和格式进行修订。

本标准由中国腐蚀与防护学会提出并归口。

本标准主要起草单位：北京科技大学。

本标准参加起草单位：中国科学院金属研究所、大庆油田工程有限公司、中国科学院南京土壤研究所、电信科学技术第五研究所、中国石油天然气管道工程有限公司天津分公司、中国建筑材料科学研究总院、北京有色金属研究院、中国建筑科学研究院。

本标准主要起草人：李晓刚、杜翠薇、何树全、李双林、鹿中辉、王永红、孙成、程学群、郑玉贵、孙慧珍、弓爱君、杨建平、杨黎晖、冷发光、高瑾、董超芳、吴俊升、刘智勇、肖葵、汪崧、卢琳。

建筑材料土壤环境腐蚀试验

1 范围

本标准规定了建筑材料在土壤环境中暴露腐蚀试验的具体试验操作程序，适用于各种砂浆、混凝土（钢筋混凝土）材料、石棉水泥管、塑料管试件在土壤环境中的腐蚀试验及结果评定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 16545-2015 金属和合金的腐蚀试样上腐蚀产物的清除
GB/T 18590-2001 金属和合金的腐蚀点蚀的评定方法
GB/T 50081-2002 普通混凝土力学性能试验方法
GB/T 50082-2009 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法
JB/T 10579-2006 腐蚀数据统计分析标准方法

3 术语和定义

GB/T 10123-2001 界定的术语和定义适用于本文件。

4 试件的制备

4.1 材料

4.1.1 水泥：配制混凝土所用的水泥，可采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥（GB/T 175-2007）；矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥（GB/T 175-2007）。必要时可采用抗硫酸盐水泥（GB/T 748-2005）或其它水泥。

4.1.2 集料（又称骨料）：普通混凝土所用的骨料，应符合《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准（附条文说明）》（JGJ 52-2006）。

4.1.3 水：拌制混凝土用水应符合《混凝土用水标准（附条文说明）》（JGJ 63-2006）。

4.1.4 外加剂：混凝土中掺用的外加剂，应符合下列有关标准《混凝土外加剂》（JB/T 4095.1-1999）、《混凝土外加剂匀质性试验方法》（GB/T 8077-2012）、《混凝土外加剂应用技术规范》（GB/T 50119-2013）、《高性能混凝土用矿物外加剂》（GB/T 18736-2017），并经试验符合要求后，方可使用。

4.1.5 掺合料：在硅酸盐水泥拌制的混凝土中，可掺用混合材料，其掺量应通过试验确定，并应符合下列标准：《用于水泥中的粒化高炉矿渣》（GB/T 203-2008）《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》（GB/T 1596-2005）和《用于水泥中的火山灰质混合材料》（GB/T 2847-2005）。

4.1.6 钢筋：钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构所用的热轧钢筋、热处理钢筋、碳素钢丝、刻痕钢丝和钢绞线的质量，应分别符合国家标准。

4.2 试件的形状和尺寸

混凝土试件取150×150×150mm试件的抗压强度为标准值，用其它尺寸试件测得的强度值，均应乘以尺寸换算系数。对200×200×200mm试件为1.05，对100×100×100mm试件为0.95。

本试验混凝土试件采用100×100×100mm标准试件或40×40×160mm的水泥砂浆标准试件。

4.3 试件的数量

4.3.1 各种试验材料，各种配合比，每组不得少于3块。

4.3.2 为了求得各种试验材料在不同土壤中的腐蚀速度与埋设时间的关系，作出埋设时间与腐蚀关系曲线。埋设周期为1、2、4、8、12、16年，每站共6个坑，分6次取完，每种材料一个配比，共为3×6=18块。

4.4 试件的制作及养护

4.4.1 混凝土物化性能试验，应以3个试件为一组，每组试件所用的拌合物，应从同一盘混凝土中取出。

4.4.2 以试验室拌制的混凝土制作试件时，其材料用量应以重量计，称量精度为：水泥、水和外加剂为±0.5%，骨料为±1%。

4.4.3 作试件用的试模，可由铸铁或钢制成。应具有足够的刚度并拆装方便，试模的内表面应进行机械加工，其不平度应为100 mm不超过0.05mm。组装后各相邻面的不垂直度不应超过0.5度。

4.4.4 采用震动类型时，振动应持续到混凝土表面出浆为止，刮除多余的混凝土，并用抹刀抹平，垂直插入钢筋，钢筋两端应各留20mm的保护层。试验室震动台的振动频率应为59±3Hz，空载时的振幅约为0.5mm。

4.4.5 采用标准养护。试件成型后应覆盖表面，以防止水分蒸发，应在温度为20±5℃的情况下静停1-2昼夜。然后编号拆模。拆模后的试件，应立即放到温度为20±3℃、湿度为90%以上的标准养护室中养护。

4.4.6 钢筋加工的形状、尺寸必须符合规定要求，在试验前表面应清除干净。试样用感量为0.01g的天平称重，并作好原始记录。

4.5 试件编号及标记

4.5.1 每一种试件必须作统一编号并在试件上作永久性的标记，用红漆书写编号。

4.5.2 试验站名称编号，以当地的汉字拼音字母的第一个字母表示。如在同一地区埋设两个站，可在地名右下方，分别注以“1”和“2”，表示第一埋设点和第二埋设点。

4.6 试件登卡存档

4.6.1 所有埋设的试件和对比试件，都要认真登记存档，包括试件在埋设前的全部原始资料（详见附表1到3）。

4.6.2 试件登记卡在试件埋设前要全部填写清楚，一式四份，分别由制样归口单位、试验站、组长单位、中心保存。

5 试件的埋设和挖掘

按照《材料环境腐蚀试验规程 土壤环境腐蚀试验通则》的相关规定执行。

6 普通混凝土及钢筋混凝土试件检验

6.1 混凝土试件外观检验

把埋藏于土壤并经预定龄期的试件挖出后，在现场将其表面的土或其它附着物除去，但不要损伤试件本身或附着于试件上的腐蚀产物，观察试件的颜色光泽、湿润程度、表面附着物等，并立刻按附表16要求填写并拍照。然后立即将试件装入塑料袋内，防止水分蒸发。

在室内打开塑料袋，取出试件，用毛刷将泥土刷净，用小刀小心地刮下腐蚀物但不要刮着试件，将腐蚀物装入玻璃瓶中，密封好瓶口，作化学分析用。

6.2 混凝土试件含水率检验

6.2.1 检验目的：测定试件的含水率，为检验和分析混凝土试件强度、钢筋锈蚀等物理力学性能时提供原始资料。

6.2.2 主要设备：

- (1) 工业天平称——称量为5kg，感量为2g。
- (2) 恒温烘箱——温度可控制在105—110℃范围内。
- (3) 瓷盘。

6.2.3 试验步骤：

- (1) 在天平上称量潮湿试件的重量，精确到1g。
- (2) 把试件放在室内，经过自然风干后再按附表17第4栏要求逐项填写。以上各点，要严格分清是机械损坏还是腐蚀作用，并拍摄照片作为依据。
- (3) 检验后的试件留作吸水率中测定用。在做吸水率试验时，测定试件的烘干重量，供计算试件含水率用。

6.2.4 结果计算：

- (1) 试件含水率按下式计算：

$$W_1 = \frac{G_1 - G}{G} \times 100 \quad (1)$$

式中：W1—试件埋置后经过X龄期的含水率（%）

G1—埋置后试件的湿重量（g），

G—烘干后试件的干重量（g）。

6.3 混凝土试件吸水率检验

6.3.1 检验目的：测定混凝土试件经受土壤侵蚀后的吸水率变化。吸水率大小可说明试件中孔隙的多少。埋置后吸水率大小的变化，可间接地说明土壤对混凝土试件的腐蚀程度。

6.3.2 主要设备：

- (1) 工业天平——称量5kg，感量为0.01g。
- (2) 恒温烘箱——温度可控制在105—110℃范围内。
- (3) 水槽——水温为20±5℃。

6.3.3 试验步骤：

(1) 将做过含水率试验的3个试件放置水档中。放置时勿使试件底部直接与槽底压紧，而妨碍水的自由通过，槽中应分3次加水，第一次加水员达试件的三分之一高度，第二次经过4小时后加水至试件的三分之二高度，第三次经过8小时后加水至试件的全部高度以上，即试件全部被水覆盖。

(2) 自第一次加水算起，试件在水中浸泡共72小时后取出，擦净表面上的水滴，进行称重，记下读数。为了检查试件吸水是否已达到饱和，将试件再度浸入水中持续24小时，取出重新称量，两次重量之差不得大于试件重量的1%，试件称量后放入标准养护室。

- (3) 把试件放在105—110℃的烘箱中，供到恒重（两次称量之差不超过0.2g）。

6.3.4 计算结果

- (1) 试件受土壤腐蚀x龄期后的吸水率：

$$W_2 = \frac{G_2 - G_1}{G_1} \times 100 \quad (2)$$

式中：W2—埋置后经过X龄期的吸水率（%）

G1—烘干后试件的干质量（g），

G2—浸水饱和后试件的湿质量（g）。

取3个试件的吸水率平均值，作为经过土壤腐蚀X龄期后试件的吸水率。

6.4 混凝土试件抗压强度变化检验

6.4.1 检验目的：检验埋置后经过X龄期的混凝土试件抗压强度，以评定混凝土的耐久性。

6.4.2 试验设备：

(1) 压力试验机——试验机的精度（示值的相对误差）应不低于±2%，其量程应能使试件的预期破坏荷值不小于全量程的20%，也不大于全量程的80%。

(2) 钢尺——测量试件尺寸用。

6.4.3 试验步骤：

(1) 在试压前，将挖出试件的表面附着物擦拭干净，测量尺寸并检查外观，试件尺寸测量精确至1mm，并据此计算试件的承压面积值 F_x ，如实测尺寸与公称尺寸之差不超过1mm，可按公称尺寸进行计算。

(2) 将试件安放在试验机下压板上，试件的中心应与试验机下压板中心对准，试件的承压面应与成型时的顶面垂直，开动试验机，当上压板与试件接近时，调整球座，使接触均衡。

(3) 以每秒钟 0.6 ± 0.4 MPa的速度连续而均匀地加荷（低标号混凝土取较低的加荷速度，高标号混凝土取较高的加荷速度），当试件接近破坏并开始迅速变形时，应停止调整试验机油门，直至试件破坏，然后记录破坏荷载（ P_x ）。

6.4.4 结果计算：

(1) 混凝土立方体试件抗压强度按下式计算：

$$R_x = \frac{P_x}{F_x} \quad (3)$$

式中： R_x —经过土壤腐蚀X龄期后混凝土立方体试件的（MPa）。

P_x —经过土壤腐蚀X龄期后混凝土试件的破坏荷载（N），

F_x —经过土壤腐蚀X龄期后混凝土试件的承压面积（mm²）

(2) 混凝土试件受土壤腐蚀后抗压强度的变化率按下式计算：

$$C_3 = \frac{R_{\text{标}} - R_x}{R_{\text{标}}} \times 100 \quad (4)$$

式中： C_3 —抗压强度变化率（%），

$R_{\text{标}}$ —同种混凝土在标准养护室中放置相同龄期后试件的抗压极限强度（取3个试件的算术平均值）（MPa）。

R_x —混凝土试件受土壤腐蚀X龄期后抗压强度平均值（取3个试件的平均值*）（MPa）。

如缺乏土壤腐蚀试件相同龄期的标准试件，则改用原在标准室中养护28天的抗压强度 R_{28} 作为比较值，其抗压强度变化率按下式计算：

$$C_3 = \frac{R_{28} - R_x}{R_{28}} \times 100 \quad (5)$$

6.5 混凝土试件中性化深度检验

6.5.1 检验目的：检验埋设后混凝土试件的中性化深度，以评定混凝土的耐腐蚀能力。

6.5.2 设备和试剂：

- (1) 切石锯或钢锯。
- (2) 钢板尺或钢卷尺。
- (3) 酚酞乙醇溶液，浓度为1%。

6.5.3 试验步骤：

(1) 将挖出的混凝土试件，经抗压试验后，按其埋藏时上下位置，从上而下地用切石锯或钢锯在试件的正中央截开。

* 如果3个试件试验结果中的最小值和最大值的差数大于中间值的20%，则按两个较大值的平均值计算。

(2) 刷去断面上残存的粉末，立即喷上（或滴上）浓度为1%的酚酞乙醇溶液，经30秒后，显示紫红色者为未中性化区，不显色者为中性化区。必要时，可测定中性化区与未中性化区水泥石的pH值或Ca(OH)₂的含量。

(3) 在混凝土试件的中性化区上，每个侧面随机选取7个点（最大和最小深度各1个点，其它5个点可随机量取），两例共14个测点，用游标卡尺测出试件上下左右的中性化深度，精确到0.1 mm，并填写和记录表中（见附表5），以便进一步分析。

6.5.4 结果计算：每个龄期的试件分别计算，按埋设年限记龄期。

(1) 中性化平均深度：

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (6)$$

式中：X_i—各测点实测的中性深度（mm）

n—测点数，本试验测点数n=14。

(2) 标准差：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (7)$$

(3) 变异系数：

$$C_v (\%) = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100 \quad (8)$$

(4) 最大值：

$$X_{\max} = \bar{X} + 3\sigma \quad (9)$$

(5) 最小值：

$$X_{\min} = \bar{X} - 3\sigma \quad (10)$$

6.6 混凝土试件中钢筋腐蚀的检验

6.6.1 检验目的：测定埋设混凝土试件中预埋钢筋在不同腐蚀介质条件下的锈蚀情况（锈蚀失重、锈蚀速度、锈蚀面积、见附表6），以评定混凝土对钢筋的保护作用。

6.6.2 试验设备：

- (1) 烘箱——温度可控制在105—110℃。
- (2) 水池——水温为20±5℃。
- (3) 工业天平——最大称量1kg（感量为0.001g）。
- (4) 游标卡尺——精确至0.05mm。
- (5) 求积仪及pH酸度计等。

6.6.3 试验步骤：

(1) 从抗压破裂后的混凝土试件中取出钢筋，按附表6要求记录试件编号、钢筋品种和保护层厚度。混凝土保护层厚度按钢筋直径的外表面至试件最近的外表面计算。

(2) 描下锈蚀图形，用求积仪求出锈蚀面积。

(3) 用12%的盐酸溶液进行酸洗，然后用石灰水中和，烘干后用工业天平称重，计算锈蚀失重。

6.6.4 结果计算：

(1) 钢筋锈蚀失重的计算：

$$A = \frac{g_0 - g}{g_0} \times 100 \quad (11)$$

式中：A—埋设后经过X龄期的钢筋锈蚀失重百分数（%）

g_0 —未锈蚀前钢筋的质量（g），

g —锈蚀后钢筋的质量（g）。

（2）钢筋锈蚀速度的计算：

$$K = \frac{g_0 - g}{Ft} \quad (12)$$

式中：K—钢筋的锈蚀速度（g/m².h），

F—钢筋的展开面积（m²），

t—钢筋锈蚀时间（h），从埋入地下时算起。

（3）钢筋面积锈蚀率的计算：

$$S = \frac{F_1}{F} \times 100 \quad (13)$$

式中：S—埋置后经过X龄期钢筋面积锈蚀率（%），

F—钢筋的展开面积（m²），

F₁—用求积仪求得的锈蚀面积（m²）。

$$F = \pi DL \quad (14)$$

式中：D—用游标卡尺量得的钢筋6点平均直径。

L—钢筋长度（cm）。

6.7 混凝土材料抗硫酸盐侵蚀加速试验方法

6.7.1 全浸泡法

6.7.1.1 为了使混凝土抗硫酸盐侵蚀试验有统一的标准方法，特制定本试验方法标准。

6.7.1.2 本试验方法适用于强度等级在C30以下普通混凝土抗硫酸盐侵蚀试验。

6.7.1.3 试验采用尺寸为100×100×100mm的立方体混凝土试件。混凝土试件每组3块。

6.7.1.4 混凝土的取样应符合《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》（GB/T50080-2016）第2章中的有关规定。

6.7.1.5 混凝土试件的制作、养护应符合《普通混凝土力学性能试验方法标准》（GB/T 50081-2002）中的有关规定。

6.7.1.6 泡时间从将混凝土试件移入5%Na₂SO₄溶液中起计算时间。

6.7.1.7 验用硫酸盐应采用化学纯无水硫酸钠试剂。试验用容器应采用带密封盖的耐腐蚀塑料制品，防止溶液的蒸发。

6.7.1.8 照下述方法进行混凝土全浸泡试验。按设计要求的混凝土配合比，在试验室制作100×100×100mm的立方体混凝土试件。然后将养护28天的混凝土试件取出，分别浸泡在5%Na₂SO₄溶液和清水中。液面至少高出试件顶面30mm。浸泡龄期为30天、60天、90天、120天、150天、180天。按规定龄期分别取出一组（3块）混凝土试件测定在侵蚀介质和清水中相同龄期相同配合比的混凝土抗压强度，求其抗腐蚀系数K值。

6.7.1.9 混凝土抗腐蚀系数K按照下式计算：

$K = \text{在溶液中抗压强度} R_2 / \text{在清水中抗压强度} R_1$

6.7.1.10 混凝土抗硫酸盐侵蚀能力的评价：

当混凝土抗蚀系数 $K > 0.8$ 为抗硫酸侵蚀性能合格。

6.7.2 干湿循环法

6.7.2.1 为了使混凝土抗硫酸盐侵蚀试验有统一的标准方法，特制定本试验方法标准。

6.7.2.2 本试验方法适用于强度等级在C30以上（含C30）普通混凝土抗硫酸盐侵蚀试验。

6.7.2.3 试验采用尺寸为100×100×100mm的立方体混凝土试件。混凝土试件每组3块。

6.7.2.4 混凝土的取样应符合《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》（GB/T 50080-2016）第2章中的有关规定。

6.7.2.5 混凝土试件的制作、养护应符合《普通混凝土力学性能试验方法标准》（GB/T 50081-2001）中的有关规定。

6.7.2.6 浸泡时间从将混凝土试件移入5%Na₂SO₄溶液中起计算时间。

6.7.2.7 试验用硫酸盐应采用化学纯无水硫酸钠试剂。试验用容器应采用带密封盖的耐腐蚀塑料制品，防止溶液的蒸发。

6.7.2.8 干湿循环试验按照下述方式进行。按设计要求的混凝土配合比，在试验室制作100×100×100mm的混凝土试件，然后将标准养护28天的混凝土试件进行干湿循环试验。循环制度是：室温5%Na₂SO₄溶液中浸泡16小时，取出凉干1小时；放入80℃烘箱中烘干6小时，冷却1小时后称重或压强度。一个循环为24小时。然后再放入5%Na₂SO₄溶液中。每10个循环称一次质量，并做一组抗压强度试验，同时观察经过循环后混凝土表面的破损情况。

强度试件在进行上述含硫酸盐溶液的干湿循环试验时，需准备足够数量的试件进行标准养护，作为测试基准抗压强度用。

当质量耐蚀系数低于95%或强度耐蚀系数低于75%，或者干湿循环次数达到50次，即停止试验。

（注：鼓励采用符合上述要求的自动干湿循环试验设备）

6.7.2.9 按照下述公式计算混凝土抗蚀系数：

$$\text{强度耐蚀系数： } K_s = \frac{f_c \times N}{50} \quad (15)$$

$$\text{质量耐蚀系数： } K_s = \frac{W_c \times N}{50} \quad (16)$$

其中， f_c —N次循环后混凝土试件抗压强度相对值，计算至1%；

W_c —N次循环后混凝土试件质量相对值，计算至1%。

$$f_c = \frac{C_n}{C_0} ; \quad W_c = \frac{G_n}{G_0}$$

C_n ——N次循环后浸泡溶液的一组混凝土试件抗压强度平均值（MPa）；

C_0 ——与N次循环后具有相同龄期标养的一组混凝土试件抗压强度平均值（MPa）；

G_n ——N次循环后浸泡溶液的一组混凝土试件的平均质量（g）；

G_0 ——该组混凝土试件浸泡之前的平均质量（g）。

6.7.2.10 混凝土抗硫酸盐侵蚀能力的评价：

当混凝土质量耐蚀系数在95%以上或混凝土强度耐蚀系数在75%以上为抗硫酸盐侵蚀性能合格。

7 石棉水泥管试件的检验

7.1 石棉水泥管试件外观检验

将埋置于土壤并经预定龄期的石棉水泥管挖出后，小心将其表面的泥土和管端的堵塞物除去，但不要损伤试件本身或附着于试件上的腐蚀产物，立刻按附表7要求填入表中，拍摄照片作为存档和分析参考用。然后装入塑料袋内，防止水分蒸发。

在室内打开塑料袋，取出石棉水泥管，用毛刷将泥土刷净，用小刀小心地刮下腐蚀物但不要刮着试件，将腐蚀物装入玻璃瓶中，密封好瓶口，作化学分析用。

7.2 石棉水泥管含水率检验

7.2.1 检验目的：测定石棉水泥管的含水率，以检验不同含水率对石棉水泥管外压强度的影响。

7.2.2 设备：

- (1) 工业天平——感量为0.01g。
- (2) 恒温箱——温度可控制在105-110℃范围。

7.2.3 检验步骤：

- (1) 称量湿石棉水泥管的质量 G_1 (g)。
- (2) 将试件放在室内，经过自然风干1-2天后再按附表5第4栏要求逐项填写，并拍摄照片作为根据。
- (3) 把试件放在105-110℃的烘箱中，烘至恒重，记下读数 (G)。

7.2.4 结果计算：

$$W_1 = \frac{G_1 - G}{G} \times 100 \quad (17)$$

式中： W_1 —埋置后经过X龄期石棉水泥管的含水率 (%)

G_1 —潮湿试件的质量 (g)，

G —烘干后试件的质量 (g)。

7.3 石棉水泥管吸水率检验

7.3.1 检验目的：吸水率可说明石棉水泥管的充水程度，吸水率大小，也可以说明石棉水泥管孔隙率的大小。埋藏后吸水率的变化，可以间接地说明土壤对石棉水泥管试件的腐蚀程度。

7.3.2 设备：

- (1) 工业天平——感量为0.01g。
- (2) 恒温烘箱——温度可控制在105—110℃范围。
- (3) 水槽——水温为 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 。

7.3.3 检验步骤：

- (1) 将作含水率试验并称至恒重的3个石棉水泥管浸入常温清水中，使其三分之二浸入水中，试件中的气体可以从露出水面部分排出。
- (2) 经过2—3小时后，将试件全部浸入水中，两块试件中间，应留有约5mm的空隙以免影响试件吸水。
- (3) 浸水24小时后，将试件取出，用潮湿的布迅速擦干净，并立刻称重 (g)，然后放入标准养护室内。

7.3.4 结果计算：

吸水率按下式计算：

$$W_2 = \frac{G_2 - G}{G} \times 100 \quad (18)$$

式中： W_2 —埋置后经过X龄期后石棉水泥管吸水率 (%)，

G —石棉水泥管烘干后的质量 (g)，

G_2 —石棉水泥管饱和水后的质量 (g)。

7.4 石棉水泥管外压强度的检验

7.4.1 检验目的：测定经过土壤腐蚀后的石棉水泥管弯曲应力的变化，以评定石棉水泥管的耐久性。

7.4.2 主要设备

(1) 压力机——压力机的精度 (示值的相对误差) 应不低于 $\pm 2\%$ ，其量程应能使试件的预期破坏荷载值不小于全量程的20%，也不大于全量程的80%。

- (2) 游标卡尺——精确至0.05mm。

7.4.3 检验步骤:

(1) 将经过吸水率试验后的3个石棉水泥管从标准养护室取出, 检查外观, 测量每个管的长度, 内外径的尺寸, 精确至0.1mm。

(2) 将石棉水泥管横置于抗压试验机上安放好, 在试件的中点沿垂直方向逐渐增加负荷, 管件当受外力作用时, 其最大弯距在顶部与底部, 要注意观察随着压力的增加, 其裂缝在内壁上下两点开始, 试验可采用二点法集中荷载加压。

7.4.4 结果计算:

土壤腐蚀后石棉水泥管弯曲应力的计算:

$$S_x = \frac{P(d=h)}{lh^2} \times 0.954 \quad (19)$$

式中: S_x —经土壤腐蚀X龄期后石棉水泥管试件的弯曲应力 (MPa),

P—外加荷载 (N),

l—管件长度 (mm),

d—管件内径 (mm)。

h—管内壁下端或上端压裂处的管壁厚度 (mm)。

取3个试件弯曲应力的平均值, 作为土壤腐蚀后的弯曲应力。

8 塑料管试件的检验

8.1 外观检验

将埋置于土壤并经过预定龄期的塑料管挖出后, 将其表面的泥土和管端的堵塞物除去, 但不要损伤试件本身或附着于试件上的腐蚀产物, 立刻按附表8要求填入表中, 拍摄照片作为存档和分析参考用, 然后将试件装入塑料袋内, 防止水分散失。

在室内打开塑料袋取出塑料管, 用毛刷将泥土刷净, 用小刀小心地刮下腐蚀产物, 但不要刮着试件。将腐蚀产物装入玻璃瓶中, 密封瓶口, 作化学分析用。

8.2 塑料管含水率的检验

8.2.1 检验目的: 确定塑料管的含水率, 以检验不同含水率对塑料管抗压强度的影响。

8.2.2 设备:

(1) 工业天平——感量为0.01g,

(2) 恒温箱——温度可控制在47—53℃范围。

8.2.3 检验步骤:

(1) 将挖出的塑料管试件锯成2.5cm长的样品, 锯断的一端必须与中心轴成90°直交, 管边用细沙纸磨擦光滑, 不要有裂缝或凹凸不平, 共取3个样品 (每节1个)。

(2) 称取潮湿试样的重量 (G_1), 精确到0.01g。

将试件放在室内经过自然风干1-2天后再按附表5第4栏要求逐项填写, 并拍摄照片作为根据。

(3) 把样品放入47-53℃的烘箱中, 烘4小时, 在干燥器中冷却并称重 (G), 精确至0.01g。

8.2.4 结果计算

$$W_1 = \frac{G_1 - G}{G} \times 100 \quad (20)$$

式中: W_1 —埋置后经过X龄期塑料管的含水率 (%)

G_1 —潮湿试件的质量 (g),

G —烘干后试件的质量 (g)。

8.3 塑料管吸水率的检验

8.3.1 检验目的：测定试件吸水率的变化，可以间接地说明土壤对塑料管试件的腐蚀程度。

8.3.2 设备：

- (1) 工业天平——感量为0.01g。
- (2) 恒温烘箱——温度可控制47-53℃范围。
- (3) 水箱——盛蒸馏水的水槽温度保持在23±1℃范围。

8.3.3 检验步骤：

(1) 将上述用作含水率试验并已称重的塑料管样品放入盛蒸馏水的槽中，保持温度为23±1℃，样品应垂直放置，并全部浸入水中。

(2) 经过24小时后逐个取出，并用布擦去内外表面的水层，立刻称重（G₂），精确到0.01g。

8.3.4 结果计算：

$$W_2 = \frac{G_2 - G}{G} \times 100 \quad (21)$$

式中：W₂—埋置后经过X龄期塑料管吸水率（%），

G—塑料管烘干后的质量（g），

G₂—塑料管饱和水后的质量（g）。

取3个样品吸水率的平均值，作为经过土壤腐蚀后X龄期的吸水率。

8.4 塑料管抗压强度的检验

8.4.1 检验目的：测定经过土壤腐蚀后塑料管的抗压强度，以评定塑料管的耐久性。

8.4.2 设备：

(1) 压力机——压力机的精度（示值的相对误差）应不低于±2%，其量程应能使试件的预期破坏荷载值不小于全量程的20%，也不大于全量程的80%。

(2) 游标卡尺——精确至0.05mm。

8.4.3 检验步骤：

(1) 取3个已经锯好的样品（长2.5mm，两端均须与中心轴成90°直交，管边用细砂纸擦光滑），测量塑料管的内径和外径，每一量度至少2次，取其平均值，两次测量时中心角相距为90°，然后求平均壁厚，精确至0.1mm。

(2) 将塑料管直放于压力机下压板上，试件的中心应与压力机下压板对准，上边加一金属调整球座，使接触均衡。

(3) 以每分钟不大于15mm的速率连续加压，注意观察，记录塑料管发生变形和破裂时的最大荷载。

8.4.4 结果计算：

塑料管抗压强度的计算：先由壁厚求得管子的平均截面积（cm²）。

$$F_x = \pi(R^2 - r^2) \quad (22)$$

式中：R—外圆半径，

r—内圆半径。

$$R_x = \frac{P_x}{F_x} \quad (23)$$

式中：R_x—经过土壤腐蚀X龄期后，塑料管的抗压强度（MPa），

P_x—经过土壤腐蚀X龄期后，塑料管的破坏荷载（kg），

F_x—经过土壤腐蚀X龄期后，塑料管的承压面积（cm²）。

取3个试件的平均抗压强度，作为土壤腐蚀X龄期后塑料管的抗压强度（MPa）。

附录 A
(规范性附录)

附表 1 混凝土试件土壤腐蚀试验登记卡

原材料						成型工艺	成型日期	成型地点	养护条件	埋设地点	埋设日期
水泥	石子	砂子	水	掺合料	外加剂						

附表 2 混凝土土壤腐蚀试验登记卡

序号	试件名称	试件编号	混凝土配合比 (kg/m ³)						坍落度 (cm)	抗压强度 (MPa)				备注
			水泥	石子	砂子	水	掺合料	外加剂		R ₃	R ₇	R ₂₈	R _x	

附表 3 钢筋试件土壤腐蚀试验登记卡

站名	序号	钢筋型号	钢筋编号	钢筋重量 (g)	钢筋展开面积 (cm ²)	钢筋抗拉强度 (MPa)	成型试件 (年、月、日)	埋设时间 (年、月、日)	备注

附表7 石棉水泥管土壤腐蚀后物理力学性能检验结果记录

中心站名称 _____ 埋设地点 _____
 成型日期 _____ 埋设日期 _____ 挖取日期 _____
 检验日期 _____

编号	试件名称	埋设深度 (m)	外观描述								埋后湿重 (g)	浸水饱和重 (g)	烘干后重 (g)	含水率 (%)	吸水率 (%)	试件尺寸 (cm)			外加荷载 (kN)	弯曲应力 (kN/cm ³)	备注	
			风干前			风干后										管长 L	内径 d	壁厚 h				
			颜色光泽	潮湿程度	表面附着物	铁边掉角	表面凸凹	腐蚀分布	表面粉化	裂缝松散												

附表8 塑料管土壤腐蚀后试验记录表

中心站名称 _____ 埋设地点 _____
 成型日期 _____ 埋设日期 _____ 挖取日期 _____
 检验日期 _____

编号	试件名称	埋设深度 (m)	外观描述								埋后湿重 (g)	浸水饱和重 (g)	烘干后重 (g)	含水率 (%)	吸水率 (%)	试件尺寸 (mm)			外加荷载 (kN)	抗压强度 (kN/cm ³)	弯曲度 (%)			
			风干前			风干后										内径 r	外径 R	长 l						
			颜色光泽	潮湿程度	表面附着物	铁边掉角	表面凸凹	腐蚀分布	表面粉化	裂缝松散														