

利用微焦 X 射线 CT 系统观察腐蚀铜管的案例

01-00020-CN

桥本 继之助

对用户的好处

- ◆ 可轻松地将从外侧难以观察的铜管内面三维形状形成图像。
- ◆ 由于可无损地观察对象，因此可使用同一试样观察铜管腐蚀的进展情况。

简介

由于铜管易于加工，耐腐蚀性强，因此被用于空调冷媒管线和自来水管管线。但是，因所使用的环境不同，铜管可能发生腐蚀。为长时间安全使用铜管，研究、检查发生腐蚀的环境和进展情况十分重要。

为此，微焦 X 射线 CT 系统可以作为观察铜管腐蚀的有效工具。X 射线 CT 系统可无损地显示对象的三维结构。因此，可在不破坏铜管的状态下，观察管内外的三维形状。此外，可使用同一试样评估腐蚀的进展程度，不必担心丢失用于观察的腐蚀部位或形状发生变化。

本文将介绍通过微焦 X 射线 CT 系统 inspeXioSMX-225CT FPD HR Plus (图 1) 观察使用甲酸水溶液腐蚀铜管时的三维形状变化的示例。



图 1 微焦 X 射线 CT 系统
inspeXio™ SMX™-225CT FPD HR Plus

铜管的观察

图 2 所示为本次 CT 拍摄的铜管外观图像。铜管为外径 8.0 mm × 壁厚 0.8 mm × 长度 30 mm。使用浓度 10 g/L 的甲酸水溶液作为促进腐蚀的有机酸。铜管的腐蚀处理如图 3 所示，将放有铜管的玻璃瓶放置在装有甲酸水溶液的密闭容器中，在室温下使铜管暴露于甲酸蒸汽。在“开始暴露前”“开始暴露 2 个月后”“开始暴露 5 个月后”共进行了 3 次 CT 拍摄。

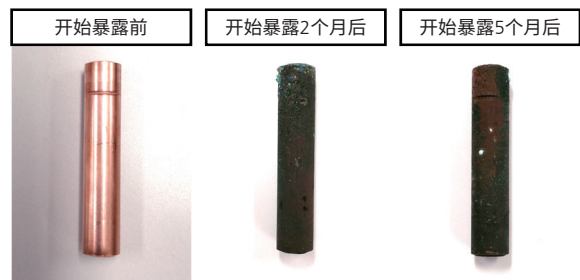


图 2 铜管外观图像

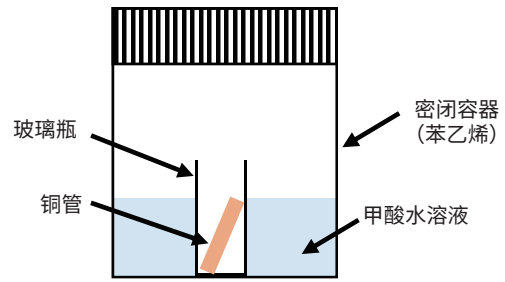


图 3 铜管的腐蚀处理示意图

图 4 所示为对开始暴露前的铜管进行 CT 拍摄得到的纵截面图像和三维显示图像。纵截面图像表示三维显示图像上的红色平面位置。在截面图像和三维显示图像中，密度越高的部分越显白，密度越低的部分越显黑。

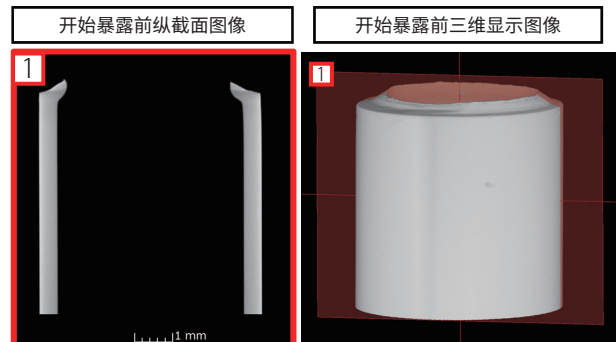


图 4 铜管开始暴露前纵截面图像三维显示图像

图5所示为对开始暴露前、开始暴露2个月后、开始暴露5个月等3阶段的铜管进行CT拍摄得到的横截面图像和三维显示图像。虽然开始暴露前没有明显损伤，但是开始暴露后发现，暴露时间越长，外表面越向中心凹陷。

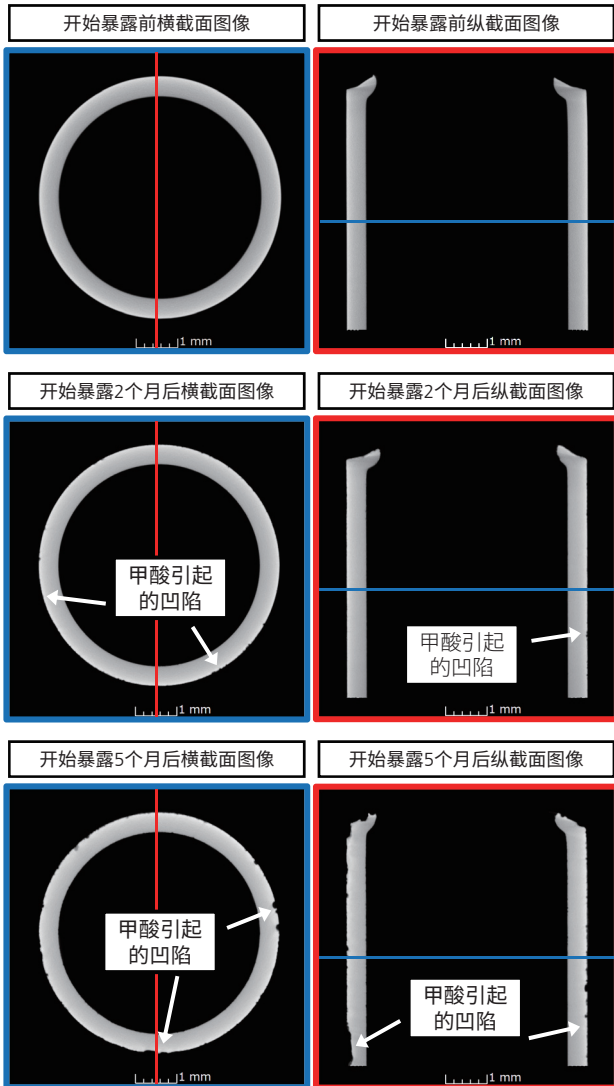


图5 腐蚀前后的铜管截面图像

为观察铜管外表面的腐蚀状态，图6为比较开始暴露前后的三维显示数据的图像。图6a所示为开始暴露2个月后，图6b所示为开始暴露5个月后的比较结果。将各自数据与开始暴露前的数据重叠，彩色映射开始暴露后的铜管外表面相对于开始暴露前的形状偏差。可以观察到暴露时间越长，腐蚀进展越严重，表面的凹陷越深。图7为根据图6分析结果表示各偏差面积大小的直方图。偏差的大小与颜色的关系统一显示在图6和图7中。此外，还将直方图的一部分放大，以便观察偏差较小的部分(红框部分)。开始暴露2个月后，相比开始暴露前的变化较小，黄绿色面积较大。而在开始暴露5个月后，相比开始暴露前的变化较大，出现较深的凹陷，蓝绿色到紫色的面积随着深凹的产生而增加，直方图向负值侧扩展。

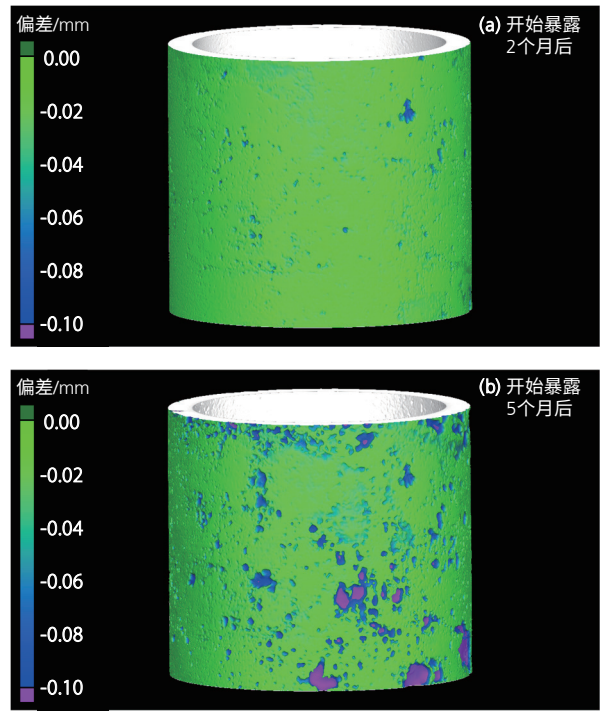


图6 腐蚀铜管形状分析三维显示图像
(a) 开始暴露2个月后、(b) 开始暴露5个月后

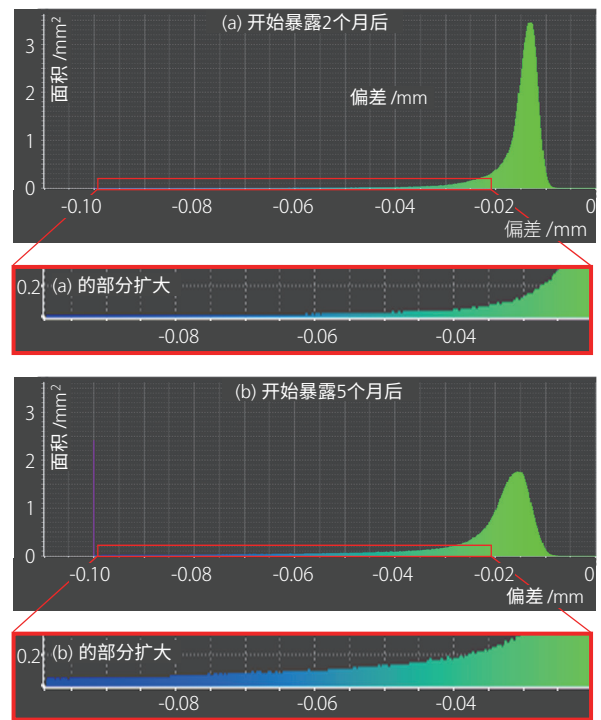


图7 腐蚀铜管形状分析面积直方图
(a) 开始暴露2个月后、(b) 开始暴露5个月后

结论

综上所述，微焦点X射线CT系统可以创建铜管的截面图像及三维显示图像，通过同一试样观察腐蚀进展给铜管带来的形状变化，有益于金属腐蚀的研究和管材的开发。

岛津应用云



inspeXio 和 SMX 是岛津制作所株式会社在日本及其他国家的商标。



岛津企业管理(中国)有限公司
岛津(香港)有限公司

<http://www.shimadzu.com.cn>

用户服务热线电话: 800-810-0439
400-650-0439

免责声明:

* 本资料未经许可不得擅自修改、转载、销售;
* 本资料中的所有信息仅供参考, 不予任何保证。
如有变动, 恕不另行通知。

第一版发行日: 2021年3月