

温差导致的法兰连接力变化 体验学习设备

1. 前言

在石油精炼工厂成套设备中，配管等的连接用的法兰多到难以计数。由于几乎没有内部流体从这些法兰连接部泄漏而出，因此很多人在运行操作工厂成套设备时，几乎都不会意识到还有内部流体可能会从法兰泄漏的这个问题。此外，尽管金属材料会因温度变化而伸缩是众所周知的常识，但能否将其与法兰连接力关联起来进行操作，则很大程度上取决于知识和经验。

老员工会从过往的失败经验中认识到法兰会有泄漏这个问题，但经验不足的年轻员工大多不会想到法兰连接部会发生泄漏这一问题。

配管发生了温度变化时，会对法兰紧固力产生影响，根据情况可能会因面压下降导致内部流体泄漏，对此的学习是工厂成套设备安全作业所不可或缺的，是工厂成套设备作业相关人员必须掌握的知识。

本炼油厂过去曾经发生过运行启动作业中清洗用油(汽油)从法兰连接部泄漏的案例。泄漏是在引入清洗油(约25℃)时，与连接的热油配管(约200℃)之间的连接法兰发生了急剧的温度下降，导致配管发生热变形，法兰连接部的面压下降所致。

有鉴于此，我们认为通过体验学习了解温度变化引起的法兰连接部的面压下降及之后的内部流体泄漏，明白其形成机制在工厂成套设备的安全作业方面是不可或缺的，并委托株式会社华尔卡制作体验用装置，并制定使用该装置的体验学习计划。

本文将对使用体验学习装置进行实际培训的情况进行报告。

2. 体验学习装置概要

2-1) 规格研究

在研究体验学习装置的规格时，流体温度(高温、低温)

采用了与本公司的案例相近的温度，并考虑到了作为培训使用时的安全性。我们以培训计划为基础进行装置设计，对设计方案由双方进行协商后，委托华尔卡制作反映了协商结果的装置。

2-2) 装置概要

完成的装置外观如Figure1所示。中央部为要监视法兰紧固力的法兰，通过左边桌上的监视器显示各螺栓的紧固力。



Figure1 体验学习装置 外观
(左侧为高温部、右侧为低温部)

2-3) 学习步骤(参考Figure2)

- ①将高温侧的流体温度设定为约200℃，对无低温侧流体(约20℃)状态的法兰紧固力进行在线监视，并通过监视器确认紧固状况(平衡)。
- ②慢慢引入低温侧流体，通过观察窗(Figure1的右侧法兰)目测确认配管内的液面。
- ③确认因为低温流体进入，法兰连接力(平衡)发生怎样的变化。
- ④通过本体验，可以体验导致内部流体泄漏的法兰连接力下降，对所担当的工厂成套设备装置运行时的注意事项各自进行考察。



Figure2 体验学习装置学习情景
(近处为学员, 远处为讲师)

3. 培训课程

我们将本体验装置安装在STC奈良, 对在与法兰连接有关的现有装置和培训课程中加入本培训的内容进行了研讨。培训课程方面, 生产部门与工务部门采用了不同的内容。(生产部门因为需要自行实施小直径配管的密封垫片更换和加固, 因此在法兰连接方面的培训时间比工务部门增加了约1小时。)

3-1) 生产部门

课堂学习 1.5小时(参考Figure3)

- 什么是密封垫片
(什么是密封 / 容许泄漏量 / 要求的特性等)
- 密封垫片的种类、施工
(紧固方法 / 追加紧固等)
- 故障案例
(施工不良、选型错误等)



Figure3 课堂学习时的情形

实际技能培训 4.5小时(参考Figure4、5、6)

- 密封垫片的法兰紧固方法
(对于目标紧固力, 与实际由各培训者紧固时的紧固力进行比较, 了解自身的技术水平。)
- 密封垫片的蠕变松弛、密封性、压坏
(体验作为密封垫片温度特性的蠕变现象、过度或紧固力不足导致的故障)
- 螺栓管理状态的影响
- 使用新装置进行的实习(前述)



Figure4 实际技能培训时的情形



Figure5 实际技能培训时的情形

3-2) 工务部门

课堂学习 2.5小时

- 什么是密封垫片
- 密封垫片的种类、选型、施工

实际技能培训 3.5小时

- 密封垫片的法兰紧固方法
- 密封垫片的蠕变松弛、密封性
- 螺栓管理状态的影响
- 使用新装置进行的实习(前述)



Figure6 实际技能培训时的情形

培训将课堂学习与实际技能培训相关联，为了让各参加者自行思考、体验学习目的并切实理解其结果，以每次4人的小班形式，带着紧张感进行实习。另外，虽然事先已经充分考虑到了安全方面的措施，但以小班形式进行培训可以保持紧张感，因此小班形式教学也是为了防止意外伤害事故的发生。

再者，当初的培训时间为9:00~17:00，从四日市到此单程约需2小时，给翻班制员工的工作带来了很大的负担，因此我们进行了变更，将课堂教学合并成多次在公司内实施，在奈良STC只实施实际技能培训。

4. 培训成果

株式会社华尔卡会在培训结束时实施问卷调查，将参加者的意见反馈到之后的培训中。

对本公司迄今为止的参加者(12人)的问卷调查结果进行汇总后，发现：

- ①整体满意度：平均4.7
(5档 满意度高5 低1)
- ②当初期望与实际内容的差异：平均 4.8
(5档 符合期望5 不符合期望1)
- ③课堂教学的理解度：平均 4.3
(5档 非常理解5 不理解1)
- ④实际技能的理解度：平均 4.7
(5档 非常理解5 不理解1)

在实际技能方面的平均分为4.7，反映出较高的理解度。

此外，对于体验学习装置，参加者抱有“法兰迅速冷却带来的紧固力变化比预计的更快，让我吃了一惊”

“可以实时确认冷却带来的紧固力下降，让我更容易理解”

“在与实际发生的案例有关的装置上的体验在10年后、20年后也不会忘却，可以识别危险，是非常出色的体验”等好感。

大部分参加者都希望将该培训介绍给单位的同事(特别是后辈)，加之在满意度和理解度方面也像上述数据反映的那样高，我们判断参加本培训有助于加强对法兰紧固力的管理，计划今后继续将本培训作为教育计划的一个环节，让未听课者参加培训。

5. 结语

本公司在内部设置了培训用配管和阀门设备，作为新员工培训的一环，让员工掌握法兰紧固等基本操作，了解到作为自主维护活动进行的密封垫片更换和法兰紧固作业的重要性。法兰连接部的面压降低可能会导致内部流体泄漏等重大的事故。另一方面，即使负责炼油厂的运转与维护，也几乎没有机会实际体验面压降低的机制，往往是在发生问题后才重新认识到其重要性。

此次，我们认为通过体验学习了解温度变化引起的法兰连接部的面压下降及之后的内部流体泄漏，明白其形成机制在工厂成套设备的安全作业方面是不可或缺的，因此委托株式会社华尔卡制作了体验用装置并制定了使用该装置的体验学习计划。

使用体验学习装置实际进行员工培训后，确认了其有效性，因此希望今后继续通过本装置及体验学习计划的培训，让员工了解法兰紧固力管理的重要性。此外，通过让更多的企业接受本计划培训，如能防止工厂等发生相同的问题，我们将不胜荣幸。

最后，要感谢为我们制作本装置、并提供了本次报告机会的株式会社华尔卡和代理商东洋产业株式会社。

6. 参考文献

- 1) 村松晃：华尔卡技术志No.33，15-18(2017)



高村 健一
昭和四日市石油株式会社
四日市炼油厂
工务部装置管理课