

# Valqua Technology News

# 华 尔 卡 技 术 志

2017年 夏季号 **90<sup>th</sup>**  
No.33 Summer 2017 ANNIVERSARY  
SINCE 1927

## 【客户解决方案特辑】

- 寄语 ..... 1  
常务执行董事 研究开发本部长  
青木 睦郎
- 技术论文  
密封垫片不符合使用条件的情况及其解决对策 ..... 2  
海外统括本部 海外技术解决方案组  
江西 俊彦
- 技术论文  
带金属平形密封垫片的管法兰连接体的基础密封特性评估 ... 4  
研究开发本部 开发部  
佐藤 广嗣  
新兴PLANTECH株式会社  
近藤 康治  
广岛大学名誉教授  
泽 俊行  
研究开发本部  
高桥 聪美
- 技术论文  
安装密封垫片时的问题及其解决对策 ..... 9  
营业本部 技术解决方案组  
秋山 聪
- 技术论文  
密封快速搜索 (SQS) 的介绍和使用方法 (弹性体篇) ... 12  
研究开发本部 开发部  
上田 彰
- 技术论文  
体验型密封施工研修中心 密封培训中心 ..... 15  
H & S 事业本部  
村松 晃
- 投稿  
工厂设备中的法兰连接体的紧固管理 ..... 19  
三菱化学株式会社 水岛事业所 设备技术部 机械 2 组  
森本 吏一
- 华尔卡技术志最近的过往刊号 ..... 22



日本华尔卡工业株式会社

<http://www.valqua.co.jp>

# 寄语



感谢各位读者长期以来对本刊物的爱戴与支持，在此致上无限感谢。

在全球环境剧变的背景之下，今年是我们公司集团的第7次中期经营计划“NV·S7”的最后一个年度，也是迈向下一个中期经营计划的比较关键的一年。我们将在“THE VALQUA WAY”的企业理念之下，通过“H&S”即H（硬件=产品）与S（密封工程和服务）实施旨在实现“客户价值最大化”、“感动客户”的措施，同时通过灵活的创意、敏锐的应对和全球风险管理，努力为迈向下一个100周年的成长创造基础，希望大家一如既往地给予支持与期待。

本公司的技术信息杂志于1957年以《华尔卡评论》第一期的形式创刊，今年是60周年。2001年杂志更名为《Valqua Technology News》后，本杂志已出版到了第33期。

本期《Valqua Technology News》延续上一期、上上期的内容，继续刊载以解决客户的问题为目的的内容，本期是特别从“安心与安全”的观点出发，以防范腐蚀与泄漏等问题于未然为目的的解决方案的特辑。

关于密封垫片，我们会介绍一部分“问题事例及其解决对策”。关于弹性体类密封，我们会对密封材料的选择服务《Seal Quick Searcher®弹性体篇》进行介绍，并还会对可以体验和学习密封施工的《密封培训中心(STC)》进行介绍。

本杂志的内容均基于本公司长年以来所积累的知识、评价及分析结果，希望这些内容能够对各位读者的问题风险排除与事前对策起到积极的作用。

本公司今后还会继续根据大家的需求进行新产品的开发、独家技术的开发和新服务的开发。本杂志今后也会加倍努力，希望本杂志能够帮助各位读者更加深入地了解本公司技术开发活动，能够为各位读者提供更多有用的信息，今后也请多多关照。

常务执行董事 研究开发本部长 青木 睦郎

# 密封垫片不符合使用条件的情况及其解决对策

## 1. 前言

通常，密封垫片的耐腐蚀性是指能够抵抗酸或碱等腐蚀性流体破坏的能力，但有时也指对特定流体引起的现象的应对能力。为了达到应对前述现象的目的，不但密封材料本身必须具备相应性能，合理选择密封材料并进行正确的施工也是极其重要的。本文将对前述现象的事例及其解决对策进行介绍。

## 2. 问题及其解决对策的事例

### 2-1) 聚合性单体导致的树脂类密封垫片的开花现象

开花现象是氟树脂包覆形密封垫片No.N7030系列、含填料氟树脂密封垫片No.7020、No.7026、No.GF300系列等产品中偶尔可见的现象。该现象应该不是由构成垫片的材料和流体之间的化学反应所致，并且根据对发生了该现象的密封垫片的分析，在其中发现了除构成材料以外的物质，同时根据破损形态等结果可以判断引发这种现象的机制是单体流体渗透到密封垫片内部，且渗透进入内部的流体在密封垫片内部发生聚合反应，导致体积膨胀，最终造成密封垫片破损。

作为解决对策，我们推荐改用即使流体渗透并发生聚合反应也不会导致破损的缠绕密封垫片(No.7596V)，或者采用更不易出现渗透的PTFE单体密封垫片。此外，也存在因紧固不充分而导致容易出现渗透的情况，此种情



Figure 1 树脂类密封垫片开花现象的示例

况下正确紧固处理也是一种行之有效的应对措施。

### 2-2) 因强酸渗透 N7030PTFE 外皮导致的

#### 内芯压缩密封垫片化学劣化

与压缩密封垫片等相比，PTFE 包覆密封垫片由于存在 PTFE 外皮，因此具有更优秀的耐化学性。但是，PTFE 也存在渗透性，长年使用偶尔也会出现因盐酸等流体渗透到内芯，导致内芯受到影响的现象。此时，PTFE 外皮的内侧或内芯内径侧会析出流体，可见变色等渗透痕迹，在内芯内径侧的分析中可以检测到流体成分。作为解决对策，推荐加厚 PTFE 包覆层内面侧的厚度，或者变更密封垫片材料(例如：使用 PTFE 类密封垫片 No.MF300 或者以 PTFE 为填料的缠绕密封垫片)。

### 2-3) 因在推荐温度以上条件下使用导致的

#### 膨胀石墨氧化消失

膨胀石墨具有优秀的耐化学性，蠕变松弛小等适合作密封材料的特点，另一方面，通常当温度达到 450℃ 以上时膨胀石墨会与空气中的氧气发生结合反应，从而转变为一氧化碳和二氧化碳等气体，引发消失现象。

因此，关于构成材料的使用温度范围，通常推荐更容易受影响的石墨密封垫片 No.VF-30、No.VF-35E 将使用温度控制在 400℃ 以内，即使是膨胀石墨缠绕密封垫片 No.6590 系列等结构上存在优势的产品也应该将使用温度控制在 450℃ 以内。在超出推荐范围的温度下使用时，即使只是相对较短的期间内也可能因为构成材料消失而导致泄漏。使用缠绕密封垫片时，在内外周配置无石棉填料或云母填料，能够防止材料与氧气接触，从而抑制氧化消失，即使在 450℃ 以上的环境中也能够保持密封功能。此外，无石棉填料在高温环境中有机成分会消失(无机成分通常无变化)，但通常只要能停留在环带之间就能够维持对膨胀石墨填料的隔氧效果。



Figure2 缠绕密封垫片氧化消失的示例

#### 2-4)因热载体油渗透密封垫片导致的泄漏

通常，对于作为热载体使用的油脂类，会降低其粘度，使之更容易流动，以便提升其效率。但这种做法会导致容易渗透到密封垫片中。虽然膨胀石墨本身通常不会因温度变化导致体积发生变化，属于稳定且适应性较高的材料，但相对而言其耐渗透性较差，作为密封垫片材料时，可能会出现渗透泄漏的情况。

作为解决对策，因可以通过压缩密封垫片提升密度来提高耐渗透性，因此部分情况可以通过施加更大的合理紧固力进行应对，而为了实现更切实可靠的密封效果，推荐将密封垫片变更为膨胀石墨缠绕密封垫片No.6590系列。

#### 2-5)将压缩密封垫片用于溶剂(酸、碱)生产线中导致的密封垫片化学劣化

当将密封垫片用于其不具抗性的流体中时，可能出现材料消失、部分构成材料溶解，从而导致脆化、软化，及随之发生的紧固应力下降等现象。这些现象情况都可以通过对使用过的产品进行分析来容易地作出判断。当发生了这些问题时，多数情况下会出现面目全非的破损程度，可以说非常危险。

作为解决对策，推荐将密封垫片变更为对流体具有较高抗性的密封垫片(No.UF300等)。

#### 2-6)淤浆流体导致的软质密封垫片侵蚀

外观状态存在较大破损，但紧固方面没有问题，通过对使用过的产品进行分析，未见因流体或温度导致的化学性劣化现象的情况，这是非常罕见的情况，推断属于物理性破损，因高速粉体对密封垫片冲击，导致发生了物理性作用下的侵蚀。是否产生侵蚀受流体的性状和流路的结构影响较大，通常这种现象在淤浆等含有微小粒子的流体中比较多见。

作为解决对策，可以在管的内侧配置强度足以抵御侵蚀的构成材料，具体而言，变更为带内环的缠绕密封垫片或者增加金属孔眼加工等处理方法都较为有效。



Figure3 软质密封垫片侵蚀的示例

### 3. 结语

本文对密封垫片的一小部分耐腐蚀性问题及其解决对策作了介绍。希望这能为您选择和考虑密封材料提供参考，以帮助消除泄漏问题，达到密封的目的。



江西 俊彦

海外统括本部 海外技术解决方案组

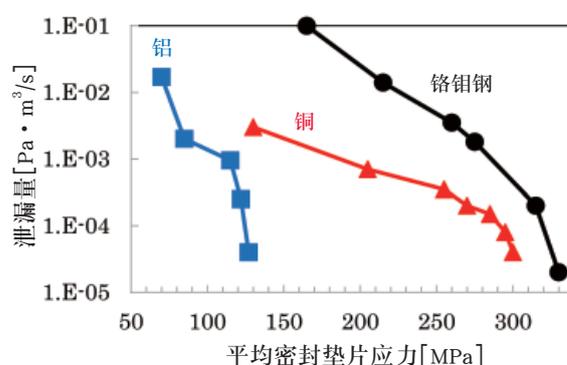
# 带金属平形密封垫片的管法兰连接体的基础密封特性评估

## 1. 前言

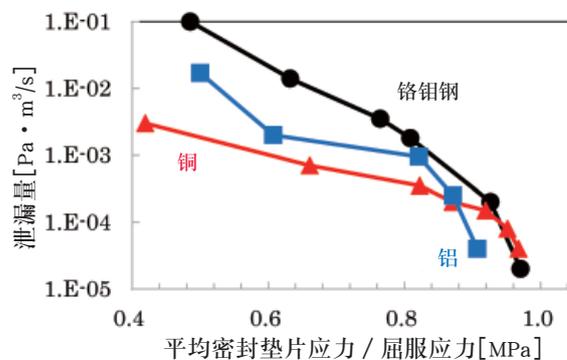
金属平形密封垫片以及环形金属密封垫片等金属密封垫片被广泛应用于炼油、石油化学、发电设备等的高温高压条件下的法兰连接体中,但经常会发生内部流体从连接体漏出的情况,这已经成为一大问题。关于此点推测是因为我们尚未完全弄清连接体的力学特性和螺栓紧固方法。关于压缩密封垫片、PTFE密封垫片、缠绕密封垫片等软质密封垫片、半金属密封垫片单体及用于连接体时的特性,ASME(美国机械协会)、HPI(日本高压技术协会)、大学及厂商都在做大量的研究。然而,目前几乎不存在与带金属密封垫片的法兰连接体相关的研究,因此此前仍未明确其特性<sup>1), 2)</sup>。

此前,近藤等人已在研究中证实,密封垫片表面发生的塑性变形,可以大幅提升金属平形密封垫片单体的密封特性<sup>3)-7)</sup>。Figure1(a)展示了铬钼钢、铜、铝制金属平形密封垫片的泄漏量与平均密封垫片应力之间的关系。根据图表可知,当密封垫片应力相同时,材料的杨氏模量及表面硬度越低,其密封性越好。此外,按照平均应力相对各材料的屈服应力的比例进行整理时,结果如Figure1(b)所示,该数值在1.0附近泄漏量迅速变小。据此可知,密封垫片材料的屈服应力对金属密封垫片的密封性存在较大影响。然而,此前的研究中受限于评价装置的测定能力,只能实现 $1 \times 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 级的泄漏评价。

本研究是金属密封垫片的基础研究,其目的是弄清金属平形密封垫片单体以及用于连接体时的微小泄漏特性( $1 \times 10^{-7} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 级)。研究对象材料仅限铝和铜这两类,各选取3种宽度尺寸,以刚性法兰为对象通过实验和有限元分析进行评价。此外,也使用ASME/ANSI class300 2inch法兰连接体进行评价。



(a) 泄漏量—平均密封垫片应力的关系



(b) 泄漏量—平均密封垫片应力相对屈服应力的比例的关系

Figure1 金属平形密封垫片的泄漏特性

## 2. 实验方法

Figure2展示了实验中所用的法兰试验机。它由万能压缩试验机(岛津制作所生产的AUTO GRAPH 500KND)、嵌入试验体金属平形密封垫片的法兰(SUS304制)、氮气瓶、压力计、泄漏量测量装置以及变形测量器构成。泄漏量测量装置可以在皂膜流量计和氮气检漏仪(ULVAC制)之间进行切换,当泄漏量约在 $1 \times 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 以下时,可以适用氮气检漏仪。密封垫片的材质分为铝(A1050)和铜(C1020)两种,直径尺寸有 $\phi 25 \times \phi 20$ 、 $\phi 30 \times \phi 20$ 、 $\phi 40 \times \phi 20$ 三种,厚度全部为3mm。加载规定的压缩载

荷后,承受4MPa氦气内压,测量泄漏量和密封垫片压缩量变形。关于密封垫片压缩以及恢复的试验顺序,铝时为使密封垫片应力按0→180→0MPa作阶段性变化,铜时为使密封垫片应力按0→450→0MPa作阶段性变化。

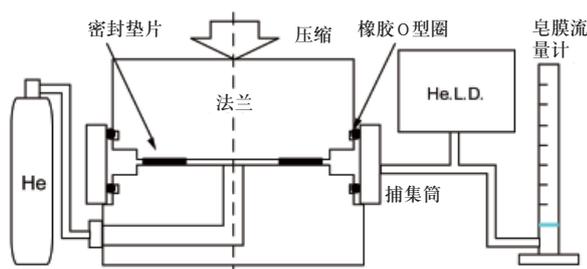


Figure2 法兰试验装置概要

### 3. 有限元分析方法

采用有限元分析方法对第2项中提到的实验进行评价。有限元分析采用通用代码ABAQUS。Figure3是有限元分析中所使用的带金属平形密封垫片的法兰试验装置的三维模型。原本采用轴对称模型也可以实现有效的评价,但为了与下面提到的连接体的情况保持相同条件,此处采用了三维模型。密封垫片采用弹塑性元素进行建模,法兰采用弹性元素进行建模。使用规定的压缩力压缩法兰,计算出此时的密封垫片应力、压缩量以及等效塑性变形。此处,等效塑性变形 $\bar{\varepsilon}^p$ 定义如下。

$$\bar{\varepsilon}^p = \int \sqrt{\frac{2}{3} \left\{ (d\varepsilon_{xx}^p)^2 + (d\varepsilon_{yy}^p)^2 + (d\varepsilon_{zz}^p)^2 \right\} + \frac{1}{3} \left\{ (d\gamma_{xy}^p)^2 + (d\gamma_{yz}^p)^2 + (d\gamma_{zx}^p)^2 \right\}}$$

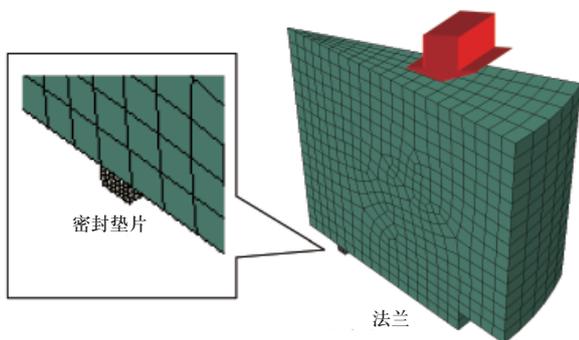


Figure3 针对法兰试验的有限元分析模型

### 4. 实验以及分析结果

Figure4展示了通过法兰试验获得的铝以及铜制平形密封垫片的压缩试验结果。两种材料的结果都显示外径越小(宽度越小)变形量越大。这应是由密封垫片形状的影响所致。

响所致。

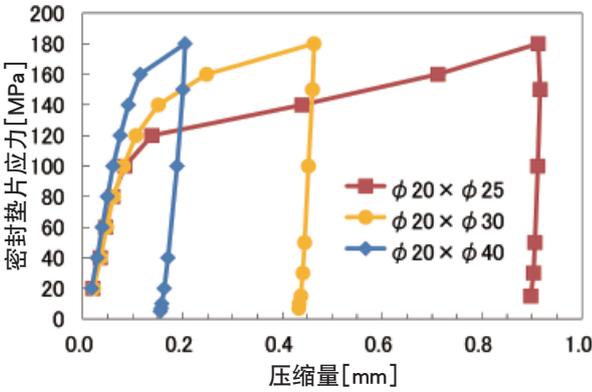
Figure5展示了直径尺寸为 $\phi 20 \times \phi 40$ 的铝平形密封垫片试验后的密封垫片以及法兰表面的情况。密封垫片表面和法兰表面两者的内径侧和外径侧均存在变色。这应是由于微细铝粉末残存,压缩导致密封垫片因泊松效应出现向内外径变形,与法兰产生了摩擦所致。

Figure6展示了通过法兰试验获得的泄漏量与平均密封垫片应力之间的关系。通过使用氦气检漏仪能够实现 $1 \times 10^{-7} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 级的微小泄漏量测定。铝以及铜制密封垫片的结果都显示,加载较高的平均密封垫片应力,泄漏量会减少,减小平均密封垫片应力,泄漏量会增加。此外,铝制密封垫片在120MPa左右泄漏量的减小程度会放缓,铜制密封垫片在250MPa左右泄漏量的减小程度会放缓。

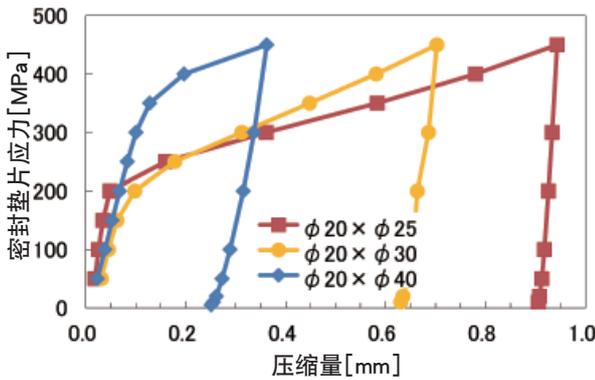
由于即使密封垫片宽度发生变化,泄漏量与平均密封垫片应力的关系也会保持不变,因此可以说我们能够通过平均密封垫片应力来调整金属平形密封垫片的密封性。

在卸压过程中,铝密封垫片在约30MPa时泄漏量会迅速增加,铜密封垫片在约50MPa时泄漏量会迅速增加。这应是由于压缩过程中获得的法兰面与密封垫片表面的贴合性消失所致。

Figure7是重现了法兰试验的有限元分析的结果。展示了密封垫片材料为铝、尺寸为 $\phi 20 \times \phi 25$ 时的密封垫片应力分布以及等效塑性变形分布的等值线图。据此可知,当平均密封垫片应力从100MPa增加到120MPa时,等效塑性变形迅速增加。这应是此时密封垫片出现较大塑性变形,较大程度填充了法兰面的微小凹凸,提升了密封性所致。根据这个现象,可以说金属密封垫片要想发挥较高密封性,则密封垫片表面的塑性变形不可或缺。



(a) 铝平形密封垫片的压缩特性

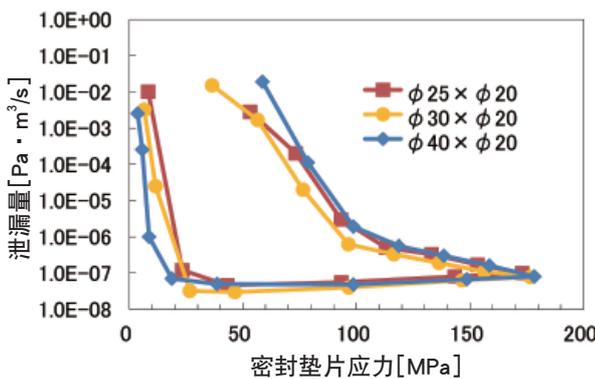


(b) 铜平形密封垫片的压缩特性

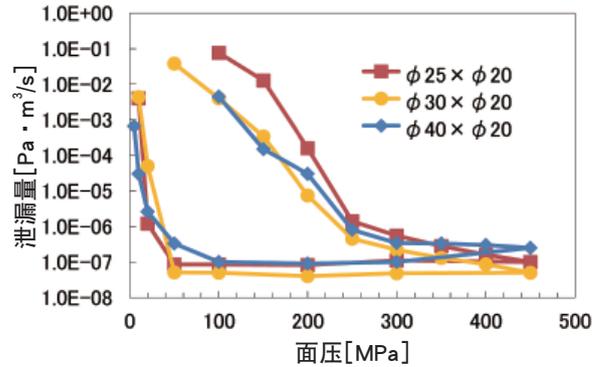
Figure 4 金属平形密封垫片的压缩特性



Figure 5 压缩试验后的密封垫片与法兰面



(a) 铝平形密封垫片的泄漏量—密封垫片应力关系



(b) 铜平形密封垫片的泄漏量—密封垫片应力关系

Figure 6 各尺寸的泄漏量与密封垫片应力关系

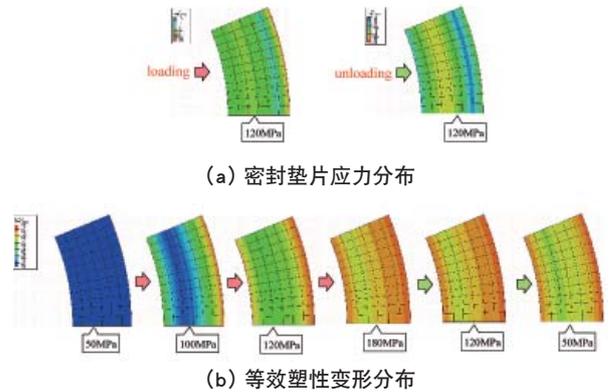


Figure 7 通过有限元分析获得的各阶段中的密封垫片应力与等效塑性变形分布图

## 5. 带金属密封垫片的管法兰连接体的特性评价

No.33

前面的评价中采用的是理想情况下可实现均匀压缩的法兰，之后将采用实际的管法兰连接体进行特性评价。Figure 8 是管法兰连接体试验装置的示意图。Figure 9 展示了其有限元分析模型。尺寸为 ASME/ANSI class 300 2inch，采用 8 根 M16 螺栓。有限元分析中考虑了对称性，轴方向进行 1/2 分割，圆周方向进行 1/16 分割，整体采用 1/32 的模型。向螺栓的 z 轴对称面施加与紧固相当的压力，重现螺栓紧固情况。实验中以贴在螺栓上的应变计测得的轴力为指标进行螺栓紧固。利用相连的氦气瓶注入 4MPa 的氦气，通过压力下降法测定泄漏量。

Figure 10 以  $\phi 65 \times \phi 55$  的铝平形密封垫片为对象，展示了安装到法兰装置和管法兰连接体中时的泄漏量与密封垫片应力的关系。管法兰连接体中，由于采用了压力下降法，故无法测定微小的泄漏量，但大体与法兰试验的结果一致。据此可知，承受 100MPa 密封垫片应力时泄漏量显著减小。采用有限元分析方法计算得到的此时的密封

垫片应力和等效塑性变形的结果如Figure11所示。根据Figure11可知,在90MPa的密封垫片应力下等效塑性变形的程度比较轻微,但在100MPa的情况下,等效塑性变形突然变大。在压缩程度不一样的管法兰连接体中,密封垫片的等效塑性变形的增加,会带来密封性的显著提升。

此前的研究中,在以 $1 \times 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 为标准泄漏量的情况下,进行了使用了公式(1)的初始螺栓轴力的决定方法的研究<sup>8)</sup>。

$$F_{\text{fmin}} = b \times \sigma_{\text{yield}} \times \frac{\pi}{4} (d_2^2 - d_1^2) / (N \times 1000) \quad (1)$$

此处,  $F_{\text{fmin}}$ : 为最低限度的必要初始螺栓轴力[N]、 $b$ : 为与金属密封垫片发生塑性变形相关的系数、 $d_2$ : 为密封垫片接触外径 [mm]、 $d_1$ : 为密封垫片接触内径 [mm]、 $N$ : 为螺栓数量[根]。

在以 $1 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 为标准泄漏量的情况中,对管法兰连接体的初始螺栓轴力进行研究。Figure12展示了上述ASME/ANSI class300 2inch 管法兰连接体中的3种尺寸的铝平形密封垫片与铜平形密封垫片的泄漏量-螺栓轴力关系。实线代表实验数据,○、△、□的标记代表根据公式1计算得到的数值。根据公式(1)计算得到的数值基本上是实验数据特性的延长,能够确认公式(1)的妥当性。由此判断,通过采用公式(1),能够实现合适的初始螺栓轴力的研究。

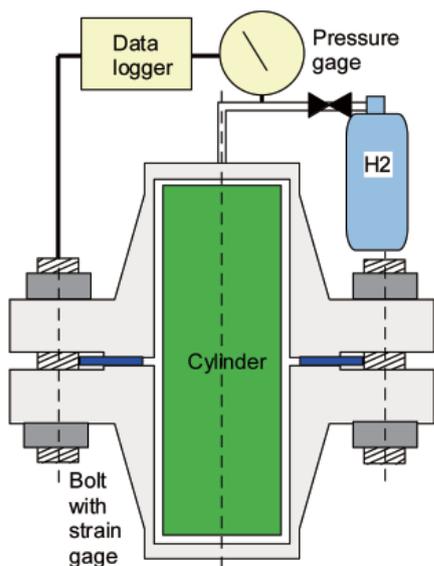


Figure8 管法兰连接体装置示意图

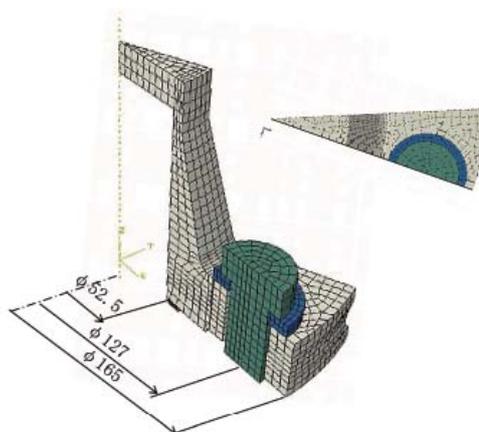


Figure9 带金属密封垫片的管法兰连接体的有限元分析模型

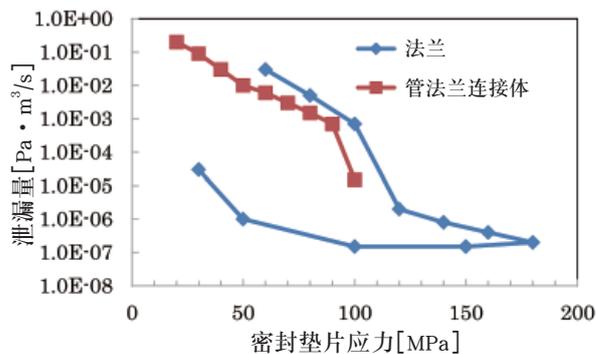


Figure10 法兰试验结果与管法兰连接体试验结果的泄漏量比较

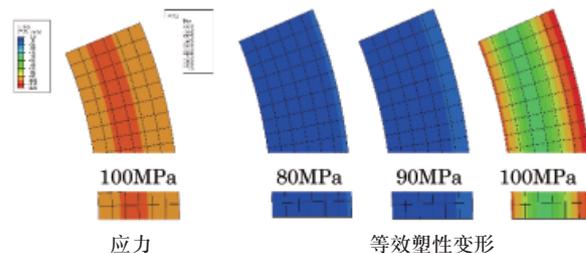
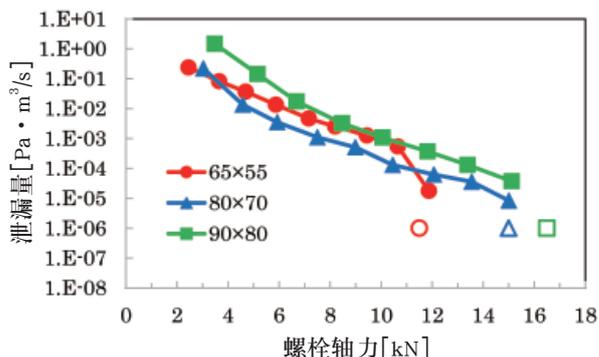


Figure11 管法兰连接体中的铝平形密封垫片的应力与等效塑性变形分布图



(a) 铝平形密封垫片

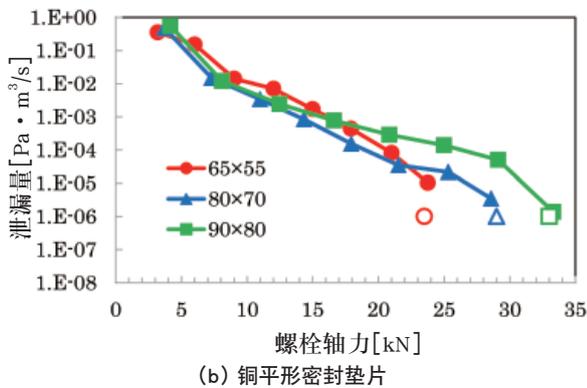


Figure12 管法兰连接体中的泄漏量测定结果与推算结果

## 6. 结语

本研究中通过实验和有限元分析对法兰以及管法兰连接体中的铝和铜制平形密封垫片的泄漏特性进行了评价,并得出以下结论。

- (1) 使用捕集筒回收来自密封垫片的泄漏,利用氦气检漏仪对法兰试验中的金属平形密封垫片进行了  $1 \times 10^{-7} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  级的泄漏特性评价。
- (2) 在法兰试验中,由于金属密封垫片表面屈服产生塑性变形,因此密封性得到了显著提升。此外,试验结果表明当泄漏量降到  $1 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  以下时,密封性提升就会放缓。并且即使密封垫片宽度发生变化,其特性也不会改变。
- (3) 试验结果表明在 ASME/ANSI class300 2inch 管法兰连接体中,当密封垫片接触面出现部分屈服时,密封性同样会得到显著提升。
- (4) 展示了在以  $1 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  为标准泄漏量的情况中,连接体实现密封所必须的螺栓初始紧固轴力的计算方法,并通过与实验结果进行比较,确认了其妥当性。

## 7. 参考文献

- 1) SAWA, T., HIGURASHI, N., AKAGAWA, H., "Stress Analysis of Pipe Flange Connections", Transactions of the ASME, Journal of Pressure Vessel Technology, Vol.113, No.4, pp.497-503(1991.11)
- 2) 福田忠生,尾崎公一,加治屋纯,早川梯二,“承受内压的配管法兰结构部的结构特性与泄漏特性(基于金属平形密封垫片的研讨)”,日本机械学会论文集,75卷,756号,pp51-56(2009)
- 3) 近藤康治,椿翔太,泽俊行,大宫祐也,“内压作用下的带金属平形密封垫片的法兰连接体的密封特性”,压力技术,Vol. 52, No.1, pp. 4-15(2014)
- 4) 近藤康治,椿翔太,泽俊行,大宫祐也,“承受内压的带环形金属密封垫片的管法兰连接体的有限元应力分析与密封性能评价”,日本机械学会论文集,80卷,816号,pp.1-13(2014)
- 5) Kondo, K., Sawa, T., Sato, K., T., Kikuchi, and Tsubaki, S., "The sealing characteristics of bolted flange connection with metal gasket", ASME Pressure Vessels and piping Conference, PVP2012-78413(2012)
- 6) Kondo, K., Tsubaki, S., Sawa, T., Sato, K., and Omiya, Y., "Sealing performance evaluation in bolted flange connections with ring joint gasket subjected to internal pressure", ASME Pressure Vessels and piping Conference, PVP2013-97173(2013)
- 7) Kondo, K., Tsubaki, S., Sawa, T., Omiya, Y., and Sato, K., "FEM stress analysis and the sealing performance evaluation of bolted flange connections with metal flat gaskets", ASME Pressure Vessels and piping Conference, PVP2013-97828(2013)
- 8) Kondo, K., and Sawa, T., "A Determination method of bolt preload for bolted pipe flange connections with metal gaskets under internal pressure", ASME Pressure Vessels and piping Conference, PVP2015-45163(2015)



佐藤 广嗣

研究开发本部 开发部

近藤 康治 新兴PLANTECH株式会社

泽 俊行 广岛大学名誉教授

高桥聪美 研究开发本部

# 安装密封垫片时的问题及其解决对策

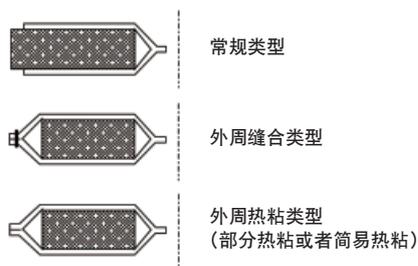
## 1. 前言

密封是指在各种工厂设备的配管、机器或装置中，防止流体从内部流出到外部或者从外部流入到内部而采取的措施，也指实现该目的所使用的元件。为了实现密封这个目的，首先密封材料必须具有相应的性能，而选择合适的密封材料、进行合理的施工同样非常重要。其中，我们在之前已经介绍了密封垫片的紧固问题及其解决对策以及合理的紧固方法<sup>1)</sup>。本文将进一步对安装密封垫片时的问题及其解决对策进行介绍。

## 2. 安装时的问题及其解决对策的事例

### 2-1) 氟树脂包覆密封垫片的外皮翻起

氟树脂包覆形密封垫片No.N7030系列的外皮呈V字形、U字形、コ字形，各种形状的外径侧均呈开放状态。因此，安装密封垫片时，特别是安装到狭窄的法兰之间时，可能会出现氟树脂外皮翻起，在其向内径侧翻折的状态下被紧固操作的情况。如发生这种情况，则将因该位置存在高低差，会形成泄漏流路，从而导致密封不良。因此，安装时必须注意避免氟树脂外皮翻起。或者，可以根据如下所述，使用紧贴外周侧的对策产品防止出现翻起现象。此时，不需要对整个外周进行完全热粘处理，只需进行部分热粘或者简易热粘即可。



※)外周缝合仅支持外径 $\phi$ 400以下的垫片。无法进行缝合处理的情况可通过外周热粘进行应对。

Figure 1 氟树脂包覆密封垫片的外皮示例

### 2-2) 氟树脂包覆密封垫片的毡片弄湿

氟树脂包覆形密封垫片No.N7030系列中存在内芯使用毡片的产品，当毡片弄湿时，会容易出现压缩破坏。因此，最好不要在雨天时安装或紧固。

### 2-3) 膨胀石墨类密封垫片的表面受损

膨胀石墨具有优秀的耐化学性，蠕变松弛小等适合用作密封材料的特点，另一方面，它也存在容易受损、易碎等使用上的缺点。因此，在搬运或者安装膨胀石墨类密封垫片时，如果操作不慎可能会导致密封面受损，从而形成泄漏流路造成密封不良。

因此，对于膨胀石墨填料密封垫片No.VF-35E、膨胀石墨缠绕密封垫片No.6590系列、齿形垫片密封垫片No.6540H、膨胀石墨贴片型金属平形密封垫片No.6560、膨胀石墨贴片型金属包覆密封垫片No.N6520，保管和搬运时必须保持包装完整以避免表面受损，安装时必须谨慎操作。最好不要使用指甲或工具等尖锐的物品进行抓挠，或者直接将产品放置在地面上。

### 2-4) 大口径缠绕密封垫片在搬运等时使用前的破损

小口径的缠绕密封垫片不存在这类问题，而大口径的缠绕密封垫片不论是否存在内外环，在保管、拆封、搬运、安装时，如果对产品施加蛮力，可能会导致破损(也就是所谓的松动)。特别是尺寸超过2000mm的缠绕密封垫片更可能出现这个问题。一旦出现破损，必然导致产品无法使用。

因此，处理产品时必须避免施加会导致扭转、变形等的蛮力，请注意以下事项。

- 保管时最好避免靠着放置，而是采用水平放置。
- 拆封时避免使用蛮力拆除固定夹具(大口径缠绕密封垫片的包装中附有拆封说明书，请按照说明书的指示进行拆封)。
- 搬运和安装时，最好根据产品的尺寸按下述人数进行操作。

Table1 密封垫片操作人数的参考值

密封垫片内径尺寸	操作人数
1000 ~ 1500 mm	2 ~ 3人
1500 ~ 2000 mm	3 ~ 4人
2000 ~ 3000 mm	4 ~ 6人
3000 ~ 4000 mm	6 ~ 8人

### 2-5) 大口径缠绕密封垫片的错位安装

嵌入型法兰与槽型法兰中凹凸的缝隙较大时，特别是缠绕密封垫片采取纵向配置时，可能会出现缠绕密封垫片的本体部脱离法兰座，呈V字形在内径侧与法兰的前端接触的情况。如此一来，缠绕密封垫片可能会从缝隙突出导致破损或者泄漏。

因此，用于热交换器的缠绕密封垫片会增加外径侧的环带空卷数以及各卷的点焊数，同时外径尺寸也会以正公差为目标进行制作。如此一来，即使本体部脱离法兰座，也有助于减轻突出、破损、泄漏的程度。

即便如此依然出现问题时，也可以在常规的4.5mm本体部的更外径侧和内径侧追加3.2mm用环带的空卷。如此一来，可以避免本体部脱离法兰座。此外，也可以通过在内径侧安装金属制圆棒的方法实现同样的目的。

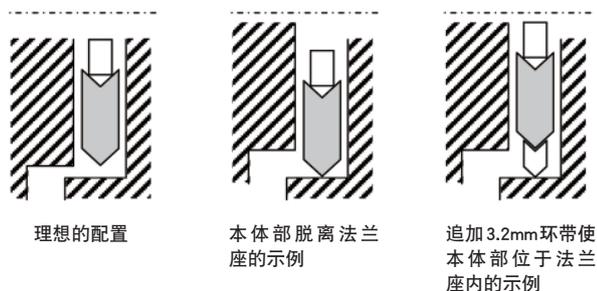


Figure2 缠绕密封垫片与法兰座的位置关系

此外，还可以采取如下安装方法：使用用于临时固定的固定板和固定板专用螺栓将密封垫片固定在合适的位置，通过导向螺栓正确对齐法兰，使用实机的螺栓临时固定后，去除固定板并正式锁紧螺栓。

### 2-6) 金属包覆密封垫片的安装方向错误

将金属包覆密封垫片用于嵌入型法兰或槽型法兰中时，如果按照使金属包覆的折叠部分与法兰的突出部接触的方向进行安装，安装时可能会在法兰的前端导致金属包覆的折叠部分破损。

因此，安装金属包覆密封垫片时必须确保其金属包覆的折叠部分处于槽底部。此外，由于是区分正反面的密封垫片，因此左右不对称的带筋垫片必须在图纸上注明哪一面是金属折叠部分。

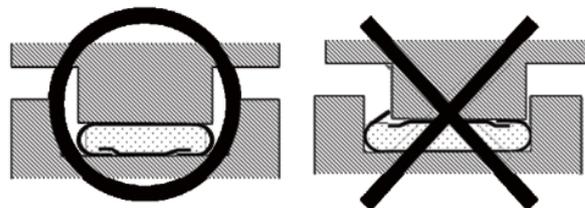


Figure3 金属包覆密封垫片的安装方向

### 2-7) 环形金属密封垫片与法兰之间的紧贴性不良

法兰、密封垫片两者都是新品时不会出现此问题，但在经过长年使用后的法兰中使用环形金属密封垫片时，可能会因法兰与密封垫片之间的紧贴性不良导致无法获得充分的密封性。

因此，首先必须确认是否全周接触。为此，需使用红铅等颜料涂抹密封垫片，以目标的20%左右的扭矩进行紧固，然后松开并确认染色情况。接触可以在外径侧也可以在内径侧(压力较高时，最好在外径侧)，也可以是线接触，确认是否全周都有接触。确认全周都有接触后，进行合适的紧固后即可使用。

如果没有全周都有接触，则必须进行研磨处理。此外，研磨处理也可以用于去除法兰槽的伤痕或腐蚀。具体的操作为，在密封垫片上涂抹研磨粉，在法兰槽内旋转密封垫片。而后再次使用红铅等颜料确认是否全周都有接触。此外，如为八角形时，可以直接使用八角形密封垫片进行研磨处理，但当为椭圆形时，如使用椭圆形密封垫片直接进行研磨处理，则会降低原本线接触实现的高密封性，因此必须使用八角形密封垫片或者研磨夹具进行研磨处理。

此外，特别是气封或者SUS等较为坚硬的材质时，最好涂抹一层薄薄的密封膏。

即便如此依然不能获得充分密封性时，则可以采用膨胀石墨、铜等软质材料包覆的环形金属密封垫片进行替代，或者可以根据法兰采用特别尺寸这一对策。

### 2-8) 所有密封垫片的通用事项

下面记载了所有密封垫片通用的安装注意事项。

- 确认法兰上是否存在可能影响密封性的锈迹、伤痕、划痕等。
- 确认法兰上是否附着了上次使用的密封垫片。
- 确认密封垫片表面是否存在伤痕或者附着了异物。(特别是，在水平配管上部插入螺栓时，当螺栓孔里存在异物时，异物可能落下并附着在密封垫片上。)
- 确认密封垫片的尺寸是否正确。(存在外径相同但内径不同的规格尺寸。该情况下，如果内径尺寸太小，可能会导致垫片突出到流路中)

- 确认密封垫片的种类是否正确。

### 3. 结语

本文按照密封垫片的种类对安装密封垫片时的问题及其解决对策进行了介绍。由于密封材料的施工是由客户进行的，希望本文的内容能够为您提供参考，帮助您消除泄漏问题，实现密封的目的。

### 4. 参考文献

- 1) 藤原 隆宽：华尔卡技术志，No.31，8-11（2016）



秋山 聪

营业本部 技术解决方案组

# 密封快速搜索 (SQS) 的介绍和使用方法 (弹性体篇)

## 1. 前言

Seal Quick Searcher<sup>®</sup> (密封快速搜索)的概念是,让使用者能够通过自己的话语自由且迅速地在宽泛的搜索范围中获得有关产品和规格的信息。密封垫片篇的服务于2014年4月开始提供。

该密封快速搜索(SQS)并不是如WEB产品目录那样的单纯的产品搜索,而是在输出显示中搭载了“根据温度、压力选择图表进行产品选择”的功能的本公司独家系统。(专利申请中《推荐密封材料选择系统》)

本文将对开始于2014年10月的弹性体篇的服务进行介绍。

## 2. 密封快速搜索 (SQS) 的特征

在设计密封快速搜索(SQS)时,其定位的使用群非常广泛。从一直以来都在使用本公司产品的客户,到对于在一定条件下应该使用何种产品、或是可以使用何种产品毫无头绪的客户,全都被包括在内。本项中将该特点进行介绍。

### 2-1)丰富的搜索方式

在密封快速搜索(SQS)弹性体篇中,形状、用途、橡胶材料都可以作为搜索路径。我们根据选择产品时客户的“形状已定,但哪个型号最合适呢?”、“基于实际成绩,材质已定,但是都可以选择哪些形状呢?”或者“使用条件已定,不知道哪个形状和材质才最合适呢?”等心理,设计了这种丰富的搜索方式。

### 2-2)选择最合适的材料

用于密封的弹性体材质通常为10种左右,最多也就15种左右,但相同材质根据其用途,其适合的物性、耐油性、耐化学性及其他特性等都会不同。

其明显的特性区别例如,同样是O型圈形状,固定用途

时会优先考虑长期的可靠性,因此采用将重点放在耐压缩永久变形特性(耐疲劳性)上的材料更为合适,而运动用途时,不但要考虑耐压缩永久变形,还必须优先考虑耐磨耗性等能够对抗因滑动产生的损伤的特性。

在密封快速搜索(SQS)弹性体篇中,我们通过在系统中追加本公司选择材料的经验知识,确保系统能够根据客户选择的用途和使用条件等自动选择出最合适的材料。

### 2-3)与技术信息之间的连接

如Figure1所示,在密封快速搜索(SQS)中可以选择将所选产品的特征和服务条件(可使用的条件范围)等相关信息作为输出进行显示的方式。此外,与此同时还可以显示通向华尔卡手册的技术篇和尺寸篇的链接,方便客户同时掌握更加详细的产品信息和尺寸列表。



Figure1 输出示例

### 3. 密封快速搜索 (SQS) 的搜索示例

相信已经有许多客户用上密封快速搜索(SQS), 对于前项中介绍的密封快速搜索(SQS)弹性体篇的代表性部分, 下面将通过演示实际的搜索操作, 进行实例介绍。

#### 3-1) 搜索方式

如Figure2所示, 在密封快速搜索(SQS)弹性体篇中可以通过①形状 ②用途与产业领域 ③橡胶材料等条件进行搜索。使用①形状进行搜索时, 通过输入Figure3所示的[选择形状]→[输入使用条件], 会显示出Figure6所示的一级输出内容。使用②用途与产业领域进行搜索时, 通过输入Figure4所示的[领域]→[输入使用条件], 使用③橡胶材料进行搜索时, 通过选择Figure5所示的材质/材料符号, 会显示出Figure6所示的一级输出内容。



Figure2 搜索方式



Figure4 使用②领域进行搜索时的输入

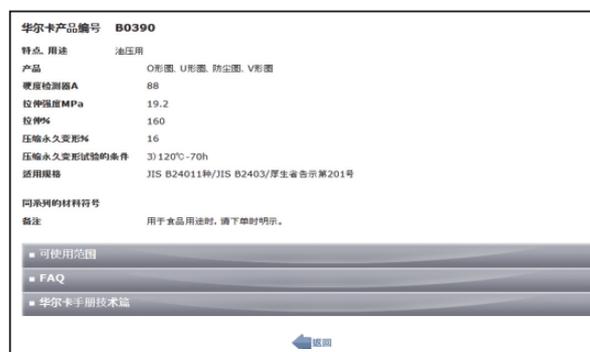


Figure5 使用③材料进行搜索时的输入

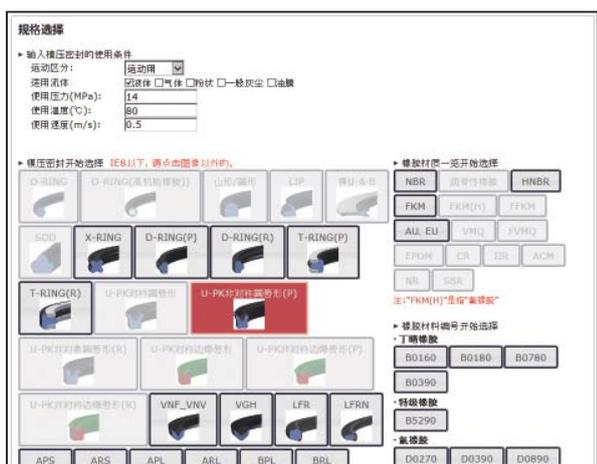


Figure3 使用①形状进行搜索时的输入



Figure6 一级输出

#### 3-2) 输出

一级输出中显示的型号和产品是适合输入项目的产品一览, 选择任意的型号和产品后, 会如Figure7所示显示产品的详细信息作为二级输出内容。在二级输出显示(画面下方的标签)中选择任意项目, (作为一个示例)能够获得Figure8、Figure9(产品内容以及使用压力等信息)等进一步的详细信息。

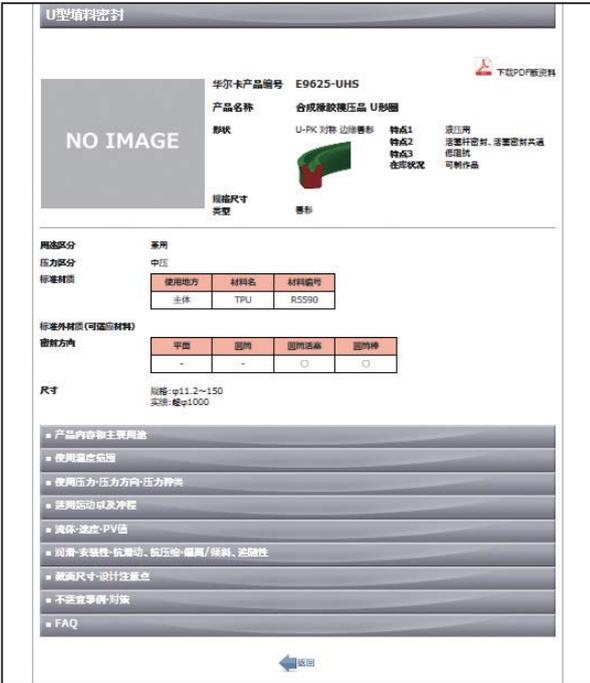


Figure7 二级输出



Figure8 三级输出 产品内容与主要用途



Figure9 三级输出 使用压力、压力方向、压力种类

## 4. 结语

与使用WEB版的产品目录进行产品选择相比，密封快速搜索(SQS)弹性体篇可以根据使用条件或使用设备，更快、更准确选择处合适的密封材料，该搜索系统可以有效防止选择失误的发生。敬请客户多多使用该系统，我们将帮助您顺利选择出最合适的密封材料。

此外，今后我们还将继续改进系统，进一步提升操作性、提升显示内容的易读性，充实技术信息，为客户提供更加高效有用的服务。



上田 彰  
研究开发本部 开发部

# 体验型密封施工研修中心 密封培训中心

## 1. 前言

近年来,随着日本1947~1949年高出生率一代的相继隐退,开始浮现出技能传承以及工厂设备老旧化的问题,维护管理的重要性不断提升,同时因连续运转期间的延长等问题,导致年轻作业人员能够积累定期维修经验的现场环境呈减少趋势,如何维持并提升工厂设备的维修技能已经成为一大课题。特别是工厂设备的管理者,通常只是在研修中学习有关法兰施工的标准和步骤等的要领,几乎没有法兰施工的经验,但是必须在现场对故障问题进行应对的事件却在不断增加。但是,只凭研修中掌握的知识并不足以找到导致问题的根本原因,不得不依靠现场作业人员的经验和直觉的情况着实不少,实际上也时有发生因密封问题引发的重大事故。根据总务省消防厅的数据,自2006年以后在日本全国主要石油联合企业发生的火灾或泄漏事故(排除因地震引发的事故)的数量一直保持在较高水平。

此外,在新设备以及设备增设计划较多的新兴国家等地区,也因人手不足以及选择了不适当的密封材料或者进行了不正确的施工导致泄漏的情况也呈现出常态化,确保和培养作业人员已经成为当务之急。

为了应对这方面的需求,为了提供一个可学习在日本工作现场中实施的各种密封的场所,本公司开始着手制定技能研修课程、培养专属培训师、完善各课程所需的硬件设施,并于2014年在奈良县的研究开发据点设立了体验型密封施工技能培训中心“密封培训中心(STC)”。

## 2. 市场扩展

如Figure1所示,我们以奈良县的研究开发据点为起点,进一步在日本国内的东京都町田市的研究开发据点、以及在海外有本公司据点的中国、台湾、越南、泰国、韩国等地开设了STC,对国内外的客户提供密封施工的培训服务,由此,该培训服务获得了广泛的认知,且对其有效性

亦获得广泛好评。

特别是在越南,在其最大的国营能源企业越南石油旗下的技能培训机构越南人力培训学院(PVMTC)中,有关工业用密封材料的操作相关技能培训采用了本公司的培训系统。PVMTC是越南唯一的有关工艺工厂设备的职业培训学校,各种工业的现场作业部门合计每年有超过1万5000名研修生参加了培训。

本公司派遣了1~2名越南人专业培训师,在搬迁与出租STC的主要设备的同时还通过培训所必需的相关知识、课本等方式提供技术支持。通过实施该培训服务,除了能够借助密封施工技能的培训支援为越南重化学工业的发展提供支持外,还有助于宣传普及本公司的品牌。

此外,在中国,我们在中国摩擦密封材料协会的协助下,与中国石油和化学工业联合会共同举办了密封以及氟树脂产品的技术讲习会“华尔卡讲习会”,我们在2016年讲习会上对提供的在客户现场实施STC培训这一上门服务进行了介绍,并获得了很大的关注。



Figure 1 STC所在地

## 3. 基本概念

获得了市场高关注度的STC是以前本公司积累起来的与密封相关的技术,特别是通过对问题的分析和改善获得的工程技术为基础构筑而成的。Table1展示了由高压

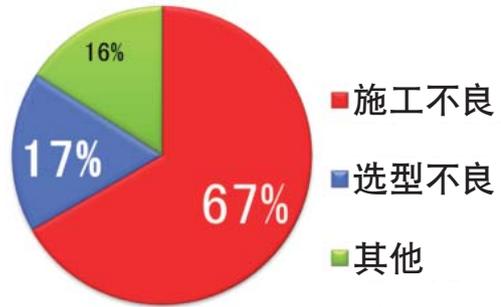
气体保安协会公布的高压气体的事故原因分析结果。表格中带底色的部分为因密封方面问题导致事故数量，占整体事故数量的20~25%。

Table1 按高压气体事故原因分类的分析

类型	设备的设计、制作不良			设备的维护管理不良					组织体制不良			人为因素			合计				
	设计不良	制作不良	施工管理不良	小计	腐蚀管理不良	检查管理不良	点检不良	连接管理不良	密封管理不良	容器管理不良	小计	组织运营不良	操作标准等不完善	信息传达不完善		合计	误操作与误判	不良行为	小计
2015年	54	9	24	87	85	30	13	28	26	21	203	2	6	1	9	40	6	46	345
2014年	53	14	19	86	72	19	11	29	26	17	174	0	15	6	21	33	6	39	320
2013年	38	14	23	75	77	28	18	23	33	19	198	0	15	1	16	50	4	54	343
2012年	35	11	10	56	65	65	8	28	31	11	208	0	13	1	14	69	13	82	360
2011年	22	17	11	50	67	66	8	38	28	20	227	0	8	1	9	45	4	49	335

高压气体保安协会《高压气体相关事故统计》截止到2015年12月

如Figure2所示，在因密封方面问题导致的事故中，密封施工不良以及密封材料选型不良的情况占80%以上。



※出处：高压气体保安协会

Figure2 泄漏原因调查结果

于是，如Figure3所示，在STC中本公司对有关密封的问题进行了分析，找出了现场发生的问题并在培训之中加入了相应的解决对策。具体而言，就是从选择密封材料的基础知识到密封相关部件的管理，从为什么会发生泄漏、为什么选择与施工非常重要的Know-Why，到应该如何施工、应该如何解决问题，结合讲座理论和施工技巧对Know-How(技术经验知识)进行培训的概念。



Figure3 STC的基本概念

## 4. 培训计划

在STC, 我们根据对因密封方面问题导致的事故中最常见的选错密封产品和错误施工进行的检验查证, 对有效的解决对策进行重点培训。在选择的培训中, 主要学习根据客户的规格条件即流体的种类、压力、温度等因素选择最合适的密封垫片所需的密封垫片的基础选择指针。之后学习特殊环境中密封垫片的力学特性, 掌握关于如果没有进行正确的选择可能导致什么样的不良情况并引发事故的知识。

在培训中心不仅能够学习到有关密封垫片的知识, 还可以通过学习法兰连接体中所使用的法兰和螺栓等周边部件的管理状态对密封效果的影响, 掌握现场的管理和监督业务的关键之所在。

施工培训中, 我们使用Figure4所示的法兰实习装置, 首先为了掌握培训人自身的螺栓连接技能, 使用特殊感应螺栓确认对于目标紧固力, 可以以怎样的精度完成螺栓紧固作业。此处, 对于法兰紧固后的螺栓轴力, 将通过数据记录器将特殊感应螺栓发出的电子信号转换成螺栓轴力并在PC显示器中显示。如此可以对事先设定的目标螺栓轴力与作业结果进行比较。

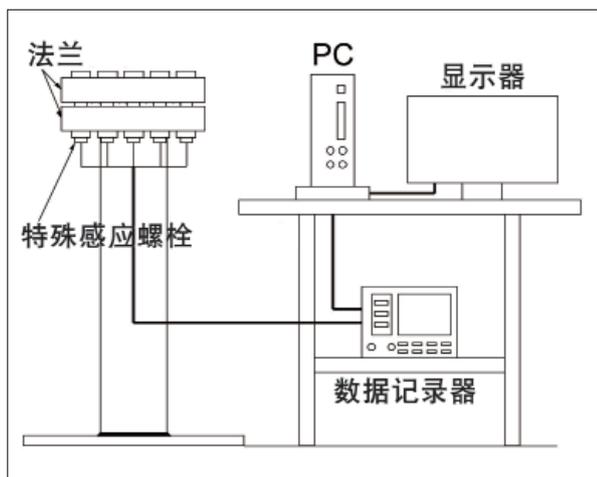


Figure4 法兰紧固实习装置

之后, 使用Figure5所示的扭矩感觉实习装置, 掌握受训人的紧固特性和力度, 反复练习直至螺栓紧固作业中不再有强弱差为止。在扭矩感觉实施装置上, 在承口上设置了紧固工具, 显示器上会显示作业人员的状态和力度下的紧固扭矩。



Figure5 扭矩感觉实习装置

此外, 还将进行发生过度紧固或紧固不足时确认不良状况的技能训练。首先, 通过Figure6的密封性实习装置, 紧固法兰, 使密封垫片表面压力低于密封所需要的表面压力, 通过体验经压力计调节压力后的空气漏气问题, 令受训人理解选择合适紧固条件的必要性。接着, 通过Figure7的压缩破坏实习装置, 让受训人体验并理解过度紧固会导致的问题。

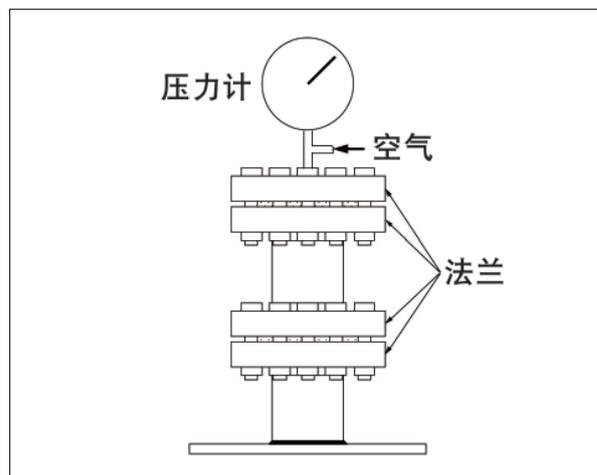


Figure6 密封性实习装置

此外, 除了上述内容外, 还有许多在现场必须要注意的课程, 如让受训人体验和理解密封垫片的温度特性即蠕变现象的装置, 以及重现配管的对准问题, 让其体验和了解由此引起的问题及其解决对策等的装置。

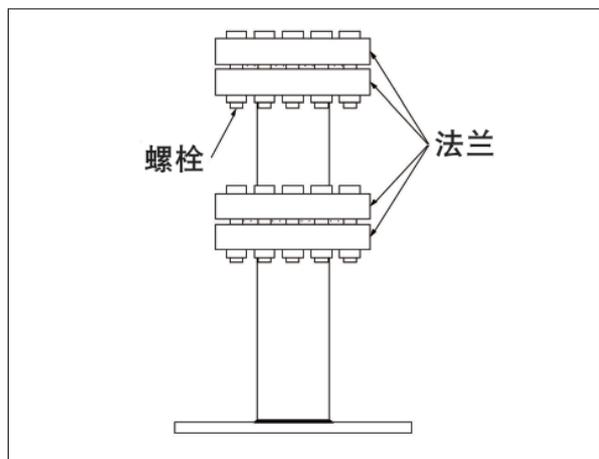


Figure7 压缩破坏实习装置

在培训课程的最后，通过Figure8所示的现场模拟紧固实习装置，假定高处作业，重现踏足之处狭窄的作业环境、因紧固对象以外的配管导致作业环境变得狭窄的情况，确认受训人是否正确掌握连接技能，是否能够正确发挥所掌握的技能。

本公司在这方面的努力和成绩获得了工厂设备所有人以及工厂设备工程相关企业等众多客户的好评。

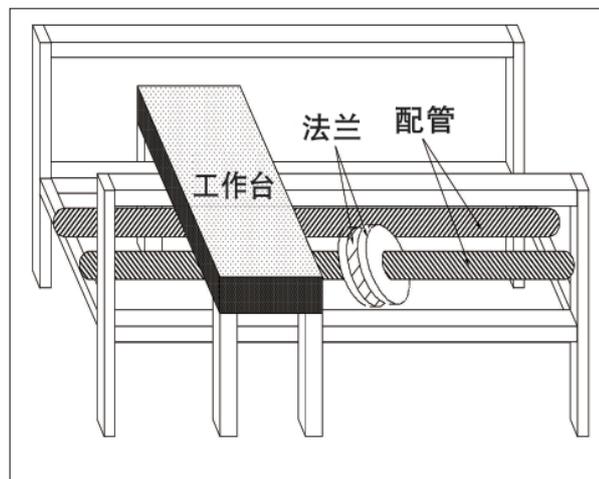


Figure8 现场模拟紧固实习装置

## 5. 结语

之前接受过STC培训服务的客户们给予了我们肯定的评价，他们表示希望能够作为教育课程继续培训。此外，我们也收到客户关于希望追加加热交换器等容易引发问题的设备的培训内容的请求，今后我们将继续充实课程内容。此外，我们也收到以在工厂设备定期维护现场中从事法兰施工的全体作业人员为对象的相关培训查询，我们正在研究提供更多上门服务的可能性。

对于海外市场，我们正计划在其他国家采取同在越南或中国一样的，与公共机构合作的方式推广培训服务。

此外，作为融合了产品和服务的“硬件&密封工程服务”业务，本公司正在推进集成使用了IT技术的维修维护以及异常诊断等的服务体系的构筑，并正在着手反映了技能研修中得到的需求信息的服务开发。



村松 晃  
H & S 事业本部

# 工厂设备中的法兰连接体的紧固管理

## 1. 前言

今年是日本华尔卡工业株式会社创业90周年，在纪念版杂志发行之际，我衷心地表示祝贺，同时对于一直以来支撑起密封行业的各位相关人士致以最深的敬意。

对于工厂设备的稳定、安全作业，法兰连接体中防内部流体泄漏技术占据着非常重要的地位。此外，作为工厂设备连续运行长期化、基于泄漏排放管制的环境方面的应对需求，对其可靠性的要求也越来越高。为了实现可靠性，必须确立Figure1所示的各阶段的技术和技能。特别是板材密封垫片方面，由于石棉管制的无石棉化，使氟树脂密封垫片成为主流。其中考虑了运行过程中特性的紧固力的设定和与该设定相符的可靠正确的紧固作业、以及管理都非常重要。

本文将对在无石棉化背景下而采用的替代型密封垫片的评价，对阐明氟树脂类密封垫片在运行时的特性的共同研究内容，以及对以实施正确紧固管理为目的的公司的认证制度进行介绍。

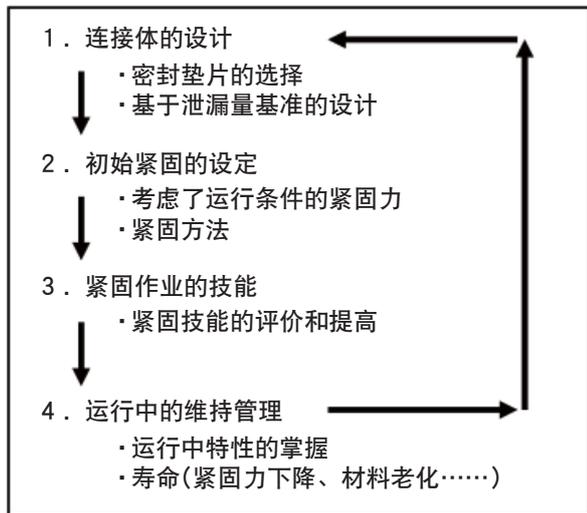


Figure1 连接体的管理概念

## 2. 密封垫片的选择

关于板材密封垫片，以往出于耐热性、密封性、使用性以及成本方面等因素的考虑，主要使用石棉压缩板材密封垫片。

2006年根据劳动安全卫生法施行令的修正案，除了部分特殊情况外，一律禁止制造和使用石棉等材料。因此，必须使用无石棉密封垫片替代以往的石棉压缩板材密封

垫片，作为石棉压缩板的替代品，首先跃上备选清单的是使用了芳纶纤维等有机纤维或无机纤维材料的无石棉压缩板。然而，石棉纤维比较细长，纤维之间能够紧密缠绕在一起，纤维本身就是密封垫片确保强度的部件，而非石棉纤维由于纤维较粗，纤维之间的相互缠绕性较差，主要是由作为粘合剂的橡胶承担强度保证。因此，如果在超出橡胶耐热温度的条件下使用，就可能因橡胶硬化导致功能下降。因此，本公司针对无石棉压缩板的温度实施了评价测试。

Figure2展示了试验管线的概要图。在内压为1.3MPa、温度为190℃的工厂设备蒸汽线中设置测试用配管，实施了为期6个月的负荷试验。虽然试验期间未能通过目测到确认泄漏至外部的情况，但在试验结束后打开时，将无石棉压缩板材密封垫片从法兰密封面拆除时，发现了因硬化产生的裂痕(Figure3)。根据该结果判断，无石棉压缩板材垫片无法在高温环境中长期使用，且无法再次紧固，因此判断不能以此替代。此外，本试验中同时安装了其他种类的密封垫片，膨胀石墨类密封垫片容易粘着在法兰密封面上，使用性较差，因此判断不能以此替代。另一方面，氟树脂类密封垫片在外观上不存在大的问题，因此它成为了首选替代品。

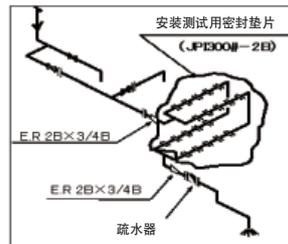


Figure2 试验管线概要



Figure3 拆除品

## 3. 氟树脂类密封垫片的特性确认试验

在无石棉化以前，氟树脂类板材密封垫片就一直被作为具有高耐化学品性的密封垫片使用。由于氟树脂独特的流动性，当紧固力下降时，可以通过再次紧固进行应对，但关于是否需要追加紧固以及应在何时追加紧固，则大多依靠经验进行判断，为了实现合理的维护管理，有必要掌握氟树脂类密封垫片的这些特性，以采取合理正确的应对措施，为此我们实施了各种实验。

### 3-1) 试验装置

Figure4展示了试验概要图, Table1展示了试验条件<sup>1)</sup>。通过贴在连接螺栓上的应变计测定螺栓轴力, 根据密封垫片接触面积计算出密封垫片表面压力。根据JIS B 2251 (2008)实施了紧固操作<sup>2)</sup>, 使该密封垫片表面压力达到25MPa(以下的螺栓连接依据相同标准)。其中, 密封垫片采用No.GF300。

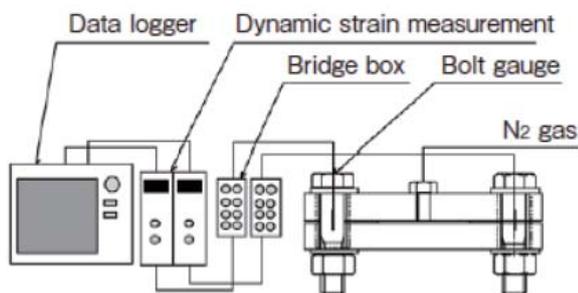


Figure4 应力松弛试验概要图

Table1 应力松弛试验条件

试验尺寸	JIS 10K 50A RF
试验温度	200℃ (24 小时循环)
密封垫片	V/NO.GF300
法兰	材质: SS400 密封表面粗糙度: Rz = 14.4 μm (Ave.)
螺栓 (带应变计)	尺寸: M16 X 4 根 材质: SS400

### 3-2) 热循环应力松弛试验

利用电炉加热到200℃, 测定密封垫片表面压力的经时变化。比较常温、作为加热条件持续加热到固定200℃的情况、以及在200℃和常温之间进行热循环的情况。其中, 热循环以24小时为一个周期, 升温2小时, 降温约3小时。

Figure5展示了试验结果。与常温情况相比, 温度负荷时, 表面压力的下降程度变大。在热循环中, 降温时确认到较大的表面压力下降, 再次加热时密封垫片表面压力会上升, 但并没能恢复到降温前的表面压力。在定期修理后开始投入运行前, 在常温状态(该试验的降温时)下实施气密测试, 为了在确认不存在泄漏问题后进入开始准备, 当因降温导致的表面压力下降量较大时, 必须实施恢复表面压力的应对措施。此外, 对于热循环频繁部位, 由于密封垫片表面压力会缓慢下降, 因此同样需要恢复表面压力。

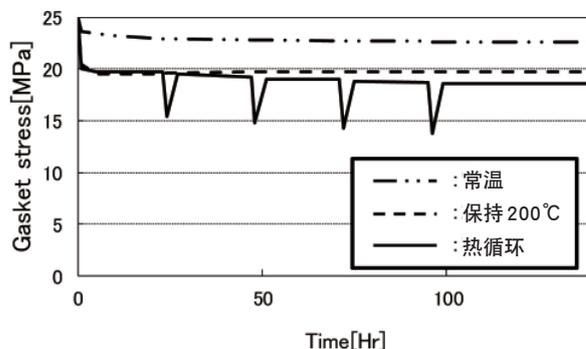


Figure5 热循环应力松弛试验结果

### 3-3) 追加紧固效果的确认

作为表面压力下降时的应对措施, 通常会实施追加紧固操作。关于应在何时实施追加紧固操作, 包括在开始运行后的高温状态下实施的情况和在因定期修理等原因停止运行的常温状态下实施的情况, 我们分别针对上述情况实施了效果确认试验。

Figure6展示了试验结果。确认了通过追加紧固能够提高残留表面压力, 并具维持表面压力的效果。关于应在何时进行追加紧固操作, 试验结果表明, 在高温状态下实施比在常温状态下实施, 可以获得更高的残留表面压力。这应是因为在高温状态下, 密封垫片的刚性下降, 在其具流动性的情况下进行的紧固, 因此紧固后的流动量较少, 应力松弛也随之减小了的缘故。但是, 在刚性下降状态下实施的追加紧固操作也可能导致破坏强度下降, 因此必须注意紧固力的大小。虽然效果不如在高温状态下实施的追加紧固, 但在常温状态下实施的追加紧固也具有维持表面压力的效果, 且判断此方法已足够应对在开始运行前的气密测试。

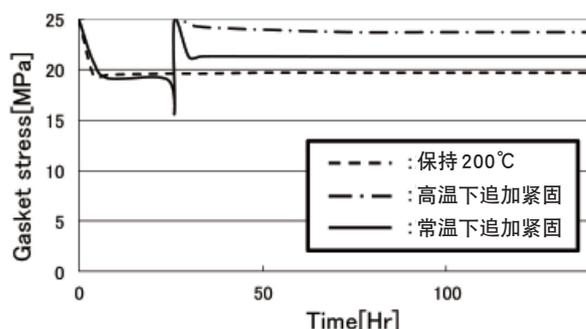


Figure6 追加紧固效果确认试验结果

## 4. 公司内部认证制度

掌握法兰连接体的特性, 对所有法兰进行定量的紧固管理, 按照受到管理的方法实施紧固是最为理想的状态,

但因实施管理需要工具、测定会产生费用、还有工期等因素，故实施对象具有局限性。因此，大部分的法兰连接体的紧固操作是基于作业人员的技能和经验实施的。以往存在因安装时弄错密封垫片的规格、紧固不足、紧固不均匀等导致的不良现象，本公司制定并在使用密封垫片作业负责人认证制度。Table2展示了认证讲习内容。由通过考核的密封垫片作业负责人在密封垫片安装作业中指挥、指导、监督作业人员作业，并在安装完成后亲自实施最终确认，对密封垫片的安装负责，当密封垫片作业负责人不在时，禁止实施密封垫片安装作业。到目前为止，已经有约3,000名密封垫片作业负责人通过了认证。此举在防止发生不良现象方面具有一定的效果，认证讲习全部为讲座培训，有助于提升受训人的知识面，但关于技能方面，则非常依赖现场的作业经验。然而，仅凭现场的经验，虽然能够理解弹性相互作用导致的螺栓轴力下降与因紧固姿势带来的紧固问题的区别，但对于螺栓轴力值以及扭矩值在何时，是如何影响的等问题，无法通过数值来实现可视化。有鉴于此，我们将部分移动培训系统带入了本公司水岛事业所，实施了针对作业人员的技能讲习会。Figure7展示了技能讲习会上的情形。讲习会的内容包括法兰紧固技能评价、扭矩感觉培训、螺栓整備重要性的理解、容易压缩破坏的密封垫片的理解等四个方面，包括没有现场经验的新员工以及具有30年经验的熟练工等，合计有43名受训人参加了讲习会。关于听讲后的感想，超过90%的受训人表示能够很好的理解、完全理解，得到了“螺栓轴力变化被可视化，非常容易理解”的好评，效果非常好。今后，我们将研究如何将其加入到使用了本系统的本公司认证制度之中。但是，本次的课程中仅安排了每天40名受训人听讲，对于定期修理时期等的以数百人听讲为假定前提的情形，则必须对课程的内容以及增加装置数量等进行研究。

Table2 认证讲习的内容

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 密封垫片作业人员的职责</li> <li>2. 防止错误安装密封垫片的培训             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 密封垫片的种类与操作</li> <li>· 压力评级与法兰规格</li> <li>· 各工厂设备的螺栓规格</li> <li>· 芯、紧固不均匀的确认要领</li> <li>· 紧固要领(全周紧固)</li> <li>· 验收以及记录的提交</li> </ul> </li> <li>3. 石棉密封垫片的操作</li> <li>4. 过往的问题事例</li> <li>5. 确认试验</li> </ol>
---



Figure7 讲习会现场

## 5. 结语

由于熟练作业人员因高龄化隐退以及年轻作业人员远离职场等原因，导致现实情况中从事法兰连接作业的作业人员正在减少，技术及技能水平正在走下坡。今后，需要一套不依赖熟练作业人员也能够实现正确紧固管理的机制。例如，采用密封施工管理系统，就可以通过自动紧固工具按照程序化的紧固步骤，以事先设定好的扭矩值自动实现紧固操作，因此即使是紧固作业的新手也能够以正确的紧固力按照步骤完成紧固操作。

我们希望通过本文中介绍的培训与认证制度、和通过移动培训系统实施的讲习会等来努力维持技术水平，并通过导入新系统，探究可靠性更高的防泄漏技术。

## 6. 参考文献

- 1)野野垣 肇，山边 雅之，森本 吏一：密封垫片连接体的应力松弛特性，配管技术，Vol.52.No.7，p28(2010)
- 2)法兰接头紧固方法，JIS B 2251(2008)



森本 吏一

三菱化学株式会社  
水岛事业所 设备技术部  
机械 2 组

# 华尔卡技术志最近的过往刊号

No.32 Spring 2017

## 【创业90周年特辑】

- **卷首语** 代表取締役社長 兼 CEO 泷泽 利一
- **创业90周年特辑发行寄语** 常务执行董事 研究开发本部长 青木 睦郎
- **值此90周年特辑刊行之际** 华尔卡技术新闻创业90周年特辑编辑委员会
- **华尔卡的技术与客户价值的变迁** 资深专家 西田 隆仁
- **投稿** 日本华尔卡工业创业90周年特辑寄语 广岛大学名誉教授 泽 俊行  
不断发展的垫片与密封技术 沼津工业高等专科学校 机械工程学科教授 小林 隆志  
祝贺华尔卡创业90周年 日本华尔卡工业株式会社 前董事技术本部长 岩根 孝夫  
华尔卡技术新闻90周年特辑刊行寄语 日本华尔卡工业株式会社 前常务董事（技术、事业开发担当） 森 嘉昭  
CTO 时代的回忆 日本华尔卡工业株式会社 前 CTO 黑田 博之
- **技术论文** 在 PTFE 中添加了填充材的材料种类与用途介绍 研究开发本部 开发部 功能树脂产品开发小组 和田 阳一郎  
PTFE 加工品的精度与成形品的方向性说明 研究开发本部 开发部 功能树脂产品开发小组 树脂第3组 川井 成子  
研究开发本部 开发部 功能树脂产品开发小组 树脂第3组 太田 伸幸  
密封件快速查找器 (SQS) 的说明和运用方法 (垫片篇) 营业本部 技术解决方案团队 江西 俊彦  
油缸用活塞密封系统的异响故障的原因和解决方法 研究开发本部 开发部 高桥 谦一  
O 形圈的粘着故障原因和解决方法 研究开发本部 开发部 冈崎 雅则  
带 PTFE 系列垫片螺栓法兰连接体的高温长期特性评估 研究开发本部 开发部 佐藤 广嗣
- **技术年表**

No.31 Summer 2016

## 【客户解决方案特辑】

- **寄语** 常务执行董事 研究开发本部长 青木 睦郎
- **解说** 客户解决方案与评价技术 研究开发本部 开发部 部长 池田 隆治
- **技术论文** 密封垫片的紧固问题及其解决对策 研究开发本部 开发部 藤原 隆宽  
大口径密封填料的安装问题事例与安装指针 研究开发本部 开发部 滨出 真人  
高压气体、高挥发性液体导致的气泡问题的原因及其解决方法 研究开发本部 开发部 图师 浩文  
O 型圈的转动问题的原因及其解决方法 研究开发本部 开发部 西 亮辅  
衬里配管的问题事例 研究开发本部 开发部 功能树脂产品开发组 树脂第1小组 沓泽 义文  
PTFE 线膨胀系数解说 研究开发本部 开发部 功能树脂产品开发组 树脂第3小组 太田 伸幸
- **投稿** 一般工业机械用油压气缸的特点与所使用的密封系统的问题、针对 MRO 市场的应对措施 (株)TAIYO 油压机器本部 技术统括部 上田 利典

No.30 Winter 2016

## 【支撑日本主要产业的弹性体产品特辑】

- **寄语** 董事长总经理 兼 CEO 泷泽 利一
- **值此支撑日本主要产业的弹性体产品特辑发行之际** 常务执行董事 研究开发本部长 青木 睦郎
- **技术论文** 高压油压用密封系统 研究开发本部 开发部 山下 纯一  
旋转用低扭矩密封 研究开发本部 开发部 永野 晃广
- **产品的介绍** 耐放射线弹性体产品的发展 高性能 EPDM H3070 H0880 研究开发本部 开发部 铃木 宪  
工业设备用弹性体产品 研究开发本部 开发部 南 畅  
饮料市场用弹性体产品 研究开发本部 开发部 冈崎 雅则  
高性能全氟弹性体产品 研究开发本部 开发部 大住 直树

关爱地球、人类的产品制造

# 现代垫片概论



定价 70 元 + 运费

伴随着近年来的各种环境管制，垫片的种类及其材料发生了重大改变，螺栓紧固法兰接头的设计标准也出现了大幅变动。

受上述技术情况变化的影响，JISB0116“密封圈及垫片术语”也在时隔 37 年之后做出了全面修订。

前段时间刊行的“现代垫片概论”可说是在顺应 JIS 术语标准修订的技术背景的基础上，对垫片和螺栓紧固法兰接头的技术基础进行简单说明的首份《垫片说明书》，相信可以成为从事垫片相关工作的广大人士的参考。

著者：日本华尔卡工业株式会社  
资深专家 西田 隆仁

**日本华尔卡工业株式会社**

邮编 141-6024 东京都品川区大崎 2-1-1 ThinkPark Tower 24F  
联系窗口：总务部 Email: sr@valqua.co.jp  
TEL: (81) 3-5434-7370 FAX: (81) 3-5436-0560

## VALQUA's Sales Network

### ■JAPAN

NIPPON VALQUA INDUSTRIES, LTD.  
【Main Number】 TEL: (81)3-5434-7370 FAX: (81)3-5436-0560  
【Sales Group】 TEL: (81)3-5434-7379 FAX: (81)3-5436-0571

VALQUA SES CO., LTD.  
TEL: (81)436-20-8511 FAX: (81)436-20-8515

VALQUA TECHNO, LTD.  
TEL: (81)3-5434-7520 FAX: (81)3-5435-0264

GARLOCK VALQUA JAPAN, INC.  
TEL: (81)3-5510-2177 FAX: (81)3-3591-5377

### ■CHINA

VALQUA(SHANGHAI) TRADINGCO., LTD.  
TEL: (86)21-5308-2468 FAX: (86)21-5308-2478

SHANGHAI VALQUA FLUOROCARBON PRODUCTS CO., LTD.  
【Head Office】 TEL: (86)21-5774-1130 FAX: (86)21-5774-1244  
【Jingansi Office】 TEL: (86)21-3253-5588 FAX: (86)21-3253-5568

### ■KOREA

VALQUA KOREA CO., LTD.  
【Head Office】 TEL: (82)2-786-6718 FAX: (82)2-786-6719  
【Ulsan Office】 TEL: (82)52-227-6717 FAX: (82)52-227-6719

### ■TAIWAN

TAIWAN VALQUA ENGINEERING INTERNATIONAL, LTD.  
【Head Office】 TEL: (886)7-556-6644 FAX: (886)7-556-9907  
【Hsinchu Office】 TEL: (886)3-572-0467 FAX: (886)3-573-7232  
【Luzhu Office】 TEL: (886)7-696-2400 FAX: (886)7-696-7100

### ■SINGAPORE

VALQUA INDUSTRIES(THAILAND), LTD. SINGAPORE BRANCH  
TEL: (65)6352-2650 FAX: (65)6352-2653

## VALQUA TECHNOLOGY NEWS

No.33 Summer 2017



### NIPPON VALQUA INDUSTRIES, LTD.

1-1, Osaki, 2-chome, Shinagawa-ku, Tokyo 141-6024, Japan  
TEL: 81-3-5434-7370 FAX: 81-3-5436-0560  
<http://www.valqua.co.jp>

### ■THAILAND

VALQUA INDUSTRIES(THAILAND), LTD.  
【Head Office】 TEL: (66)2-324-0400 FAX: (66)2-324-0787  
【Bangkok Branch】 TEL: (66)2069-9961 FAX: (66)2069-9964  
【Rayong Branch】 TEL: (66)3802-6136 FAX: (66)3802-6137

### ■USA

VALQUA AMERICA, INC.  
TEL: (1)408-986-1425 FAX: (1)408-986-1426

### VALQUA NGC, INC.

TEL: (1)713-691-1193 FAX: (1)713-691-4407

### ■VIETNAM

VALQUA VIETNAM CO., LTD.  
【Head Office】 TEL: (84)220-357-0075 FAX: (84)220-357-0079  
【Hanoi Branch】 TEL: (84)24-3222-2213 FAX: (84)24-3222-2216

\*The VALQUA registered trademark stands for VALUE and QUALITY.

\*The contents of this journal also appear on our home page. \*Unauthorized reprinting/reproduction is prohibited.