

ASME PVP 2016 获奖论文说明

1. 前言

本公司于2016年向美国的机械学会 ASME (American Society of Mechanical Engineers) 中的 PVP (Pressure Vessels & Piping Conference : 压力容器和配管相关的技术学会) 投稿了一篇与大口径法兰连接件的力学特性有关的论文, 即“内压作用下的带管道大口径法兰连接件的应力分析和密封性的评价”。

ASME 的 PVP 共分为 12 个委员会, 每年都会举行发表论文的学会, 其中会选出约 10 篇左右的优秀论文, 本公司的论文获得了作为委员会之一的 Computer Technology & Bolted Joints Technical Committee 的表彰。

Figure1 是表彰式的情景。Figure2 则是所获优秀奖的奖状。

本报将就该论文的内容进行说明, 并对今后基础研究的展望进行叙述。

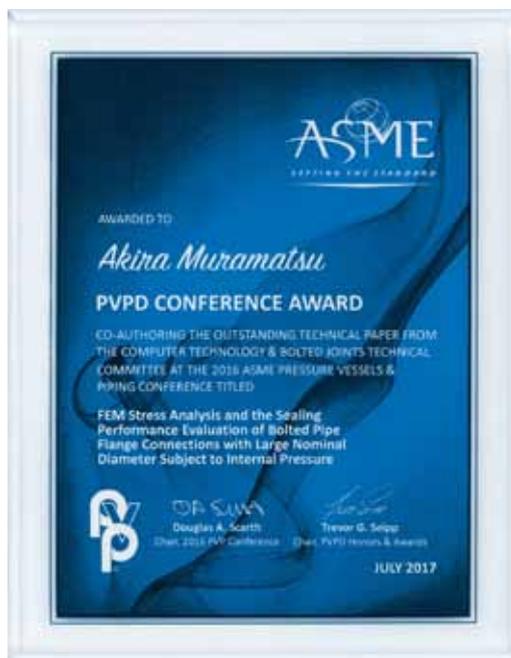


Figure2 ASME PVP AWARD



从 Honors and Awards Chair 的 Trevor G. Seipp (左) 手中接受奖状的情况

Figure1 表彰式的情景

2. 基础研究方面的努力

本公司以密封工程技术作为核心, 根据客户的工厂设备运作所需的作业提供与法兰施工相关的服务以进行相关的开发。

我们知道, 根据法兰的大小, 螺栓的紧固力等会有所不同, 紧固螺栓时所使用的工具也可能不同。作为我们的服务之一, 本公司会向客户提供适合其使用环境的最佳工具选择方案。

随着如上所述的提案慢慢渗透市场, 在大口径法兰的紧固方面, 不仅仅是工具的选择, 关于最佳的紧固步骤等施工要领相关的咨询也越来越多。

但是, 大口径法兰的紧固使用的螺栓数目较多, 而保证密封垫片密封性的螺栓轴力受相邻螺栓的紧固的影响较大, 这种被称之为相互弹性作用的现象是法兰紧固所特

有的，其发生情况比较显著，无论密封垫片性能如何，常有泄漏问题发生。

因此，如要提出最佳的法兰施工要领提案，则必须弄清楚与法兰连接件相关的力学特性，开展构建螺栓紧固法的基础研究。

因此，如Figure3所示，本公司制作了最大规格24英寸的法兰连接件，对使用有限元(FEM)应力分析来预测密封性的技术展开了相关研究，找到了其方法并发表了论文。

所谓有限元(FEM)应力分析，是指从力学特性对结构体的变形动作等进行计算，并对变化进行预测的技术。



Figure3 24英寸法兰连接件

3. 论文说明

本论文中，通过有限元(FEM)应力分析，提出了法兰连接件的密封性评价法及螺栓紧固法的提案。

首先，考虑到法兰连接件的密封性来自于密封垫片被压缩时所产生的内部应力，因此通过有限元(FEM)应力分析，对密封垫片因螺栓而受到压缩后，法兰连接件的内部承受来自流体的压力时的面压进行了计算。此外，所使用的密封垫片为膨胀石墨填料带缠绕式密封垫片和压缩板(No.6596 V, No.6500)，使用A B A Q U S作为分析代码。

Figure4为承受内压(P)时的法兰连接件的模型。

Figure5为有限元模型的元素分割情况，考虑到法兰连接件的对称性，轴向为1/2，周向为1根螺栓时的模型。

Figure6显示了相对于缠绕式密封垫片半径方向的轴向面压分布。横轴为密封垫片半径方向位置除以密封垫片内径后的无因次数。

此外，本次的研究中，假定法兰是平行紧固的，并假定密

封垫片的面压在周向上基本没有变化，而仅分布在半径方向上。

通过该图可知，法兰越大，则密封垫片外径侧所承受的面压越高。

这是因为在紧固螺栓后会附加来自流体的压力，在法兰的外周侧发生了变形的旋转。

另外，密封垫片的基本泄漏量通过J I S B 2490求取。

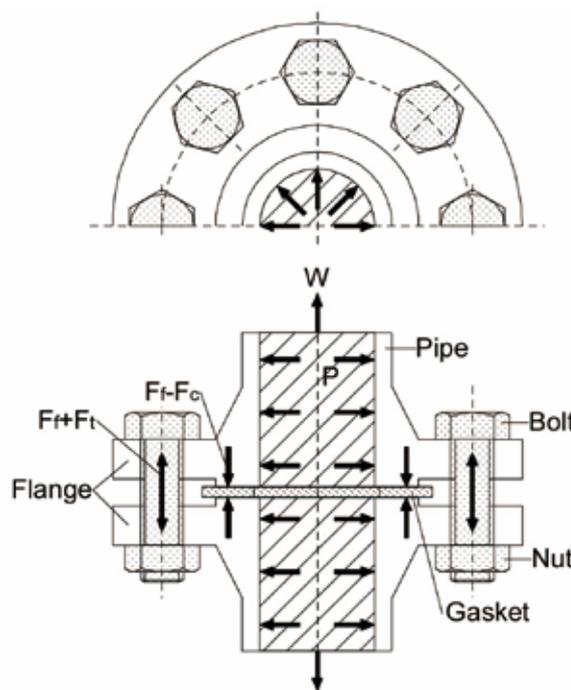


Figure4 法兰连接件的分析模型

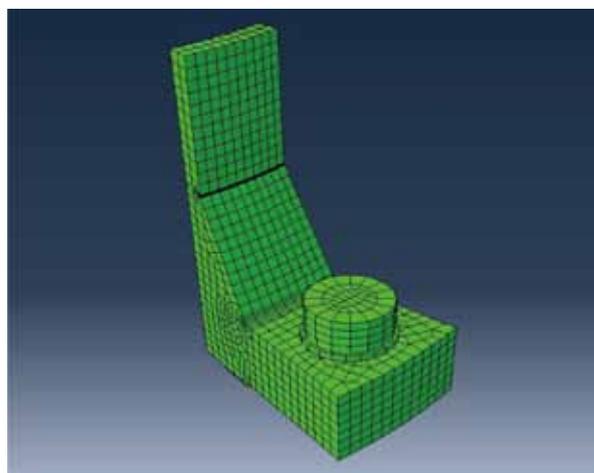


Figure5 有限元模型

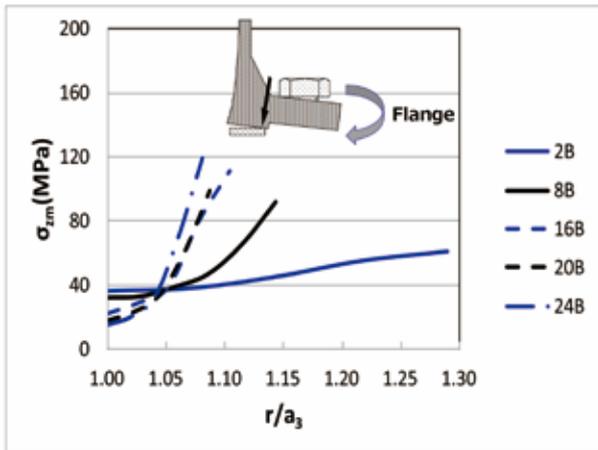


Figure6 缠绕式密封垫片的半径方向面压分布

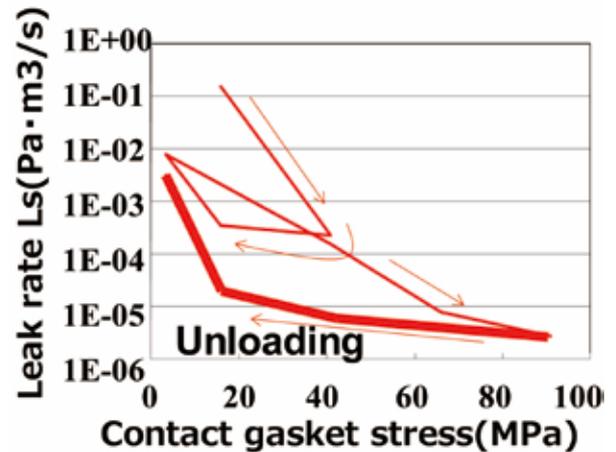


Figure8 缠绕式密封垫片的基本泄漏量测定结果

Figure 7 显示了 JIS B 2490 的试验装置的概要。

Figure 8 显示了 JIS B 2490 的试验结果，密封垫片的基本泄漏特性按粗线所示的去载时的密封垫片面压泄漏量求得。

对该密封垫片基本泄漏量和通过 Figure 6 的密封垫片面压分布的平均值计算出的法兰连接件泄漏量的结果与通过实验求得的泄漏量进行了比较。

Figure 9 显示了实验结果和分析结果的比较。

红线为缠绕式密封垫片，蓝线为压缩板，在垫片面压上升时，两种密封垫片的泄漏量均下降。此外，实验结果和分析结果完美一致，从而确认了分析方法的妥当性。

可以认为，通过本分析方法可以预测法兰连接件的泄漏量。另外，从中可知，设计较高的螺栓初始紧固力可以起到降低泄漏量的效果。

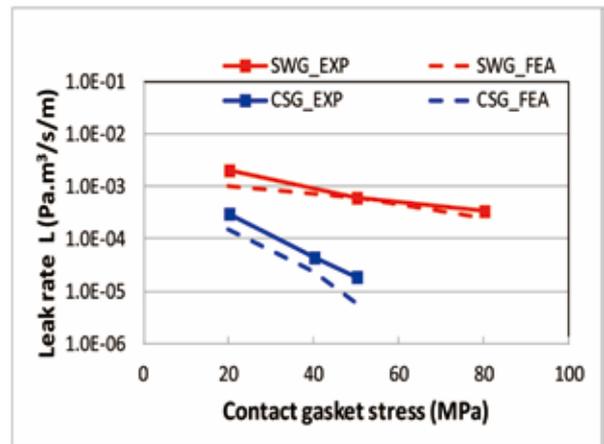


Figure9 实验结果和分析结果的比较

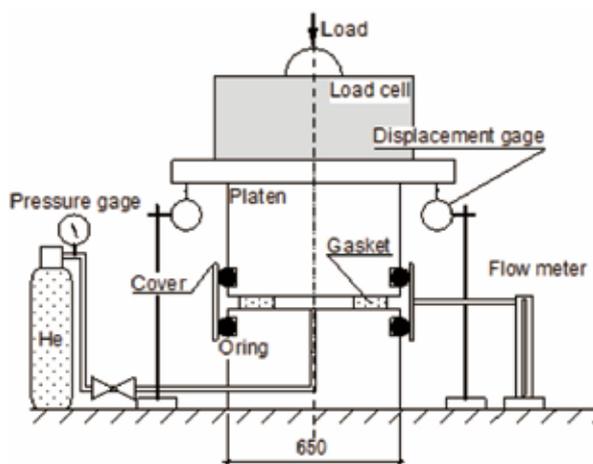


Figure7 JIS B 2490 试验装置概要

4. 今后的展望

目前，本公司正在研究将本次的成果应用至我们正在推动的法兰施工要领的提案服务中去。

也就是说，通过应用该基础研究的技术，可由本公司对客户感到有问题的施工要领进行评价、分析，并提供最佳的施工方法方案。

此外，本次的论文获奖意味着密封技术相关研究盛行的美国学术界对此研究给予了肯定，这不仅会对提高本公司品牌形象有所贡献，也是对公司提供的法兰连接件的评价方法及施工要领妥当性的肯定。本论文发表之后，立刻就收到了美国的大型石油企业关于大口径法兰连接方法的咨询，这充分体现了国际社会对该课题的高度关注。

此外，从中我们也可了解到，石油巨头同样有着大口径法兰连接上的苦恼和问题，并谋求与拥有密封技术的企业开展合作。通过本研究夯实本公司的技术基础，就能获得与石油巨头之间的合作的可能性。

5. 结语

在本次的研究中，我们构建的是一个理想状态的法兰连接件模型，其法兰及螺栓都没有任何伤痕及变形，密封

垫片均衡紧固等等。

但是，现场可不会存在如此理想的法兰连接，或多或少都会存在密封垫片压缩状态不均衡的问题。今后，我们的目标是弄清上述不均衡的紧固状态对于法兰连接件密封性的影响，据此确立解决现场问题的方法。

此外，实际的配管还极有可能会受到热负载或外力的作用，今后我们也将进行将这些影响一并考虑在内的各种研究。



村松 晃
H & S 事业本部