低转矩&长寿命旋转接头
LFR JOINT

1. 前言

目前，人口老龄化成为了日本的重大社会问题之一，产品制造现场也面临着非常严峻的事态。特别是年轻技术人员的人数和技术传承追不上现场熟练工老龄化的速度，现场的技术力衰退现象在各个企业的生产现场都已经出现。另外，海外的人口老龄化趋势也呈急加速状态，从全球视角来看，也是非常重要的课题。

在这一背景下，将设备的维护也纳入各工序的运用成本中进行综合性思考的效率化趋势变得活跃。要凭借有限的人数取得最大成果，不仅要削减设备和材料采购费等短期成本，还要从包含维护所需工时和长期可靠性的持久性视角出发来提高效率。这样的课题并不仅仅落在作为工序主力的设备上，密封件类和接头类等所谓的消耗品也应当起到很大的作用。

本文中介绍的旋转接头产品“LFR JOINT”是在听取了此类顾客现场的课题后诞生的“解决方案型产品”。

下面，为大家介绍本公司运用作为密封件制造商而积累的技术，为降低顾客的维护成本、提高各设备的生产效率做出很大贡献的产品。

2. 以往旋转接头的课题

旋转接头是对可进行低速连续旋转及摇动运动的接头的统称。迄今为止，旋转接头被广泛用作为运输相当于各工序血液的各种流体(机油、空气、水等)的重要部件。

例如，在铸铝工序等的自动生产线中使用的机器人的软管部，旋转接头被用作接头，以消除因机器人动作的复杂性和高运行频率导致的软管扭曲并减轻负荷。

Figure1　LFR JOINT的切割模型图

然而，通常情况下旋转接头旋转时的阻力较高，难以有效减轻软管的负荷，从而引起软管提前破裂，结果导致生产效率大幅降低。

另外，在制铁现场等周边环境非常恶劣的条件(高温、高压流体、粉尘等)下使用时，旋转接头中安装的密封件提前磨损，导致生产线的维护周期缩短的情况也不在少数。

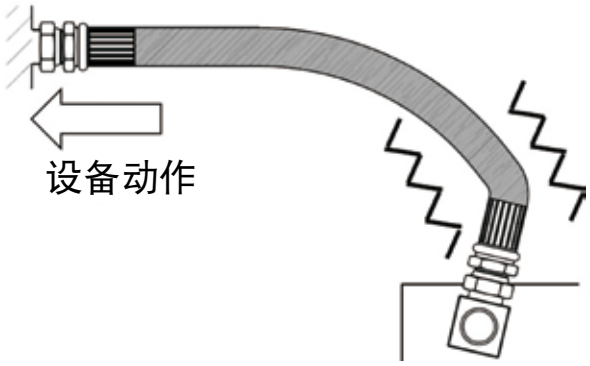

Figure2　软管提前破裂示例

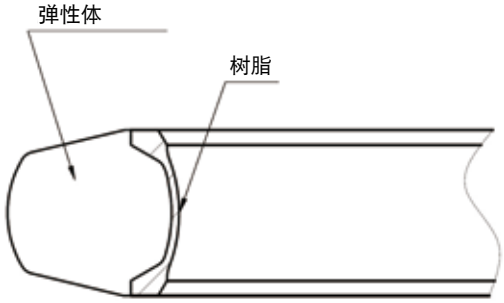

Figure3　LFR SEAL的截面图

3. 课题的原因

上述旋转接头的2大课题①高旋转阻力、②短寿命在很大程度上受所使用密封材料的影响。

过去，旋转接头使用主要采用橡胶材料的O形圈作为密封件。在低速旋转或摇动运动时，该O形圈在旋转轴上滑动以填补缝隙，防止流体泄漏。

但是，根据橡胶材料的特性，在旋转轴上滑动时的摩擦阻力会变得非常高。另外，当流体压力为高压时，这一趋势更加显著。因此，这一因素导致旋转接头的旋转阻力非常高，妨碍了旋转和摇动运动等原本的功能。

另外，橡胶材料通常都不是耐磨损的材料。因此，特别是在高温、高压下，润滑条件较差时O形圈会剧烈磨损，从而导致旋转接头自身的使用寿命缩短。

4.通过“LFR JOINT”解决课题

LFR JOINT可以解决常年困扰旋转接头的课题，是兼顾低扭矩和长寿命的旋转接头。

除了密封机构外，以密封槽为代表的周边设计也采取了密封件生产商所独有的各种独创设计，本文中将对该密封机构进行阐述。

5.“LFR JOINT”的密封机构

为解决旋转接头的课题，LFR JOINT1采用了我们独创设计的旋转用密封材料LFR SEAL。

Figure3所示为其截面图。

5-1)低扭矩化

要使旋转接头低扭矩化，需要降低密封材料的滑动阻力，本公司认为密封材料的滑动阻力与摩擦系数、与对象面(旋转轴)的接触面积、压紧力有关，通过逐一采取措施，形成如Figure3所示的设计。

Ⅰ.摩擦系数

在与对象面(旋转轴)接触的密封内面，使摩擦系数较低的树脂与弹性体同时成形，实现复合化。

Ⅱ.接触面积

流体压力发挥作用时，通过非压力侧的锥面与槽侧面接触而产生的倾斜，可控制与旋转轴接触的圆弧状密封面的接触面积。由此，可抑制接触面积随压力上升而增加。如Figure4所示。

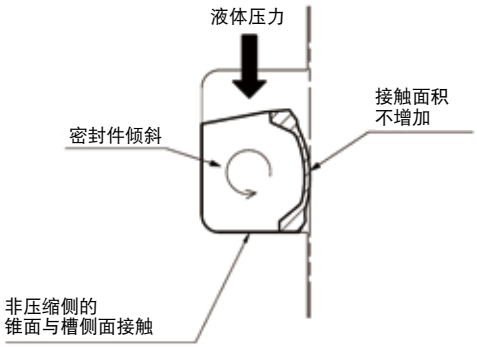

Figure 4　接触面积的控制

Ⅲ.压紧力

通过缩小作为基础部分的弹性体的外径大小，将作为密封面的内面与外面设为圆弧状，以降低压紧力。

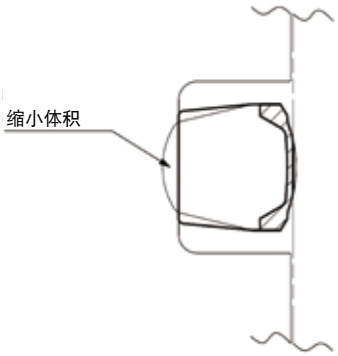

Figure5　弹性体部的外径形状

5-2)长寿命化

旋转接头的寿命与来自密封材料的泄漏紧密相关，因此，提高密封材料的耐久性可说是延长旋转接头使用寿命的有效手段。

本密封件在密封件滑动面使用了树脂，耐磨损性优于以橡胶材料面进行滑动的O形圈。此外，如5-1项所示地实施了低扭矩化的处理能够减轻密封件滑动时产生的摩擦热，从而抑制密封材料的磨损和老化。

6.“LFR JOINT”的效果

6-1)延长软管材料等附件的寿命

LFR JOINT与使用O形圈的普通旋转接头的旋转扭矩的比较如Figure6所示。即使流体压力增加，LFR JOINT的扭矩上升也非常小。

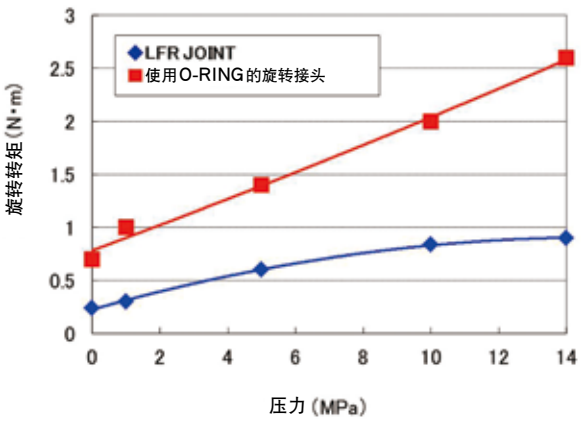

Figure6　旋转扭矩的比较

由此，可大幅降低旋转给软管材料等附件带来的负荷。

在市场成绩方面，可切实延长软管材料的耐用期限，有的产品最大可产生10倍以上延长效果。

6-2)延长接头寿命

LFR JOINT和使用O形圈的旋转接头的寿命比较如Figure 7所示，评价条件如Table 1所示。

与本公司产品相比，LFR JOINT的寿命延长了约2倍以上，可削减接头的维护成本。

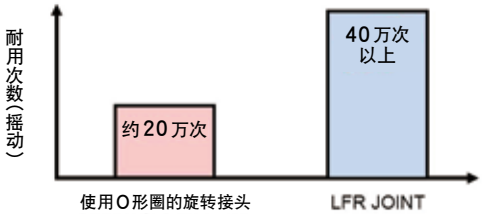

Figure7　寿命比较

Table1　寿命比较的试验条件

流体	空气
压力	0.7 MPa
温度	120℃
摇动角度	90度
旋转轴径	φ42

另外，Figure 8所示为寿命比较评价前后的密封材料截面的比较。细线为评价前的截面形状，实线为评价后的截面形状。

现有旋转接头的O形圈在约20万次的摇动后产生较大磨损，这一磨损导致了泄漏。另一方面，LFR JOINT中安装的LFR SEAL在约40万次摇动后也未出现较大磨损，仍可继续使用。

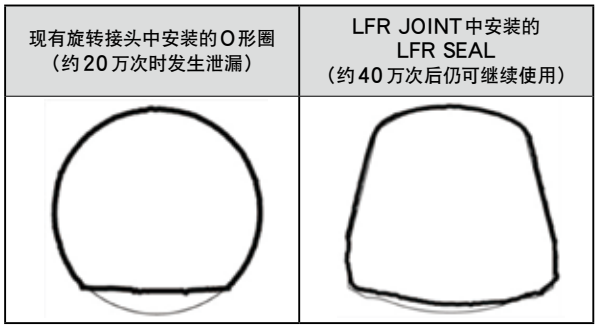

Figure8　寿命评价前后的密封件截面比较

7. 结语

本公司正在努力向全方位提供密封材料产品乃至周边服务的“H&S企业”转变，本产品作为其中的一环，是本公司首个模块产品。

今后，除了开发市场需求的产品，我们还将与顾客一起挖掘Unmet Needs，将独创技术与服务相结合，为提供真正的解决方案而努力。

8. 参考文献

1）永野　晃广：华尔卡技术志．No.30，9-13（2016）

*“LFR JOINT”、“LFR SEAL”是株式会社华尔卡在日本的注册商标。

西 亮辅
研究开发本部
第1商品开发部