

# 半金属密封垫片的性能比较及金属齿形垫片系列的介绍

## 1. 前言

缠绕式密封垫片、金属包覆密封垫片、金属齿型垫片，这些半金属密封垫片被广泛应用于石油精炼、石油化学及能源等领域。

缠绕式密封垫片被广泛应用于配管及各类机器之中。金属包覆密封垫片密封宽度较窄，还能做成带筋的垫片，故被广泛应用于热交换器等设备之中。金属齿型垫片在海外的应用极为广泛，近年来，因其性能及良好的操作性，日本国内也逐步开始普及。

半金属密封垫片在使用上会有如上所述的区分。然而，随着对于设备的老化及保养管理的观念的多样化，需要我们根据使用条件再次进行选择。但是，我们却没有太多这些半金属密封垫片的性能比较数据。因此，这一次我们提供了一些半金属密封垫片的比较评价数据，希望它能够成为用户选择密封垫片时的一项指标。此外，也对本公司扩充产品阵容后的金属齿型垫片系列的特点进行了介绍。

本次的对象产品为使用了柔性石墨的缠绕式密封垫片(No.6596V)、金属齿型垫片(No.6540H)和金属包覆密封垫片(No.N520)。

## 2. 特性比较评价

### 2-1) 常温密封特性

常温密封特性如Figure1所示。评价方法为JIS B 2490。此外，根据一般的使用方法，对金属包覆密封垫片涂覆了密封膏(No.6)。

常温密封性的结果为，缠绕式密封垫片表现最好。金属齿型垫片和金属包覆密封垫片在低面压(12.5~50MPa)状态下泄漏较多，提升至50MPa以上后，泄漏量降到了测量灵敏度以下，可以获得足够的密封性，即低于在工厂成套设备运作时的泄漏量判定中使用的肥皂水气泡法所能检测到的泄漏量的密封性。

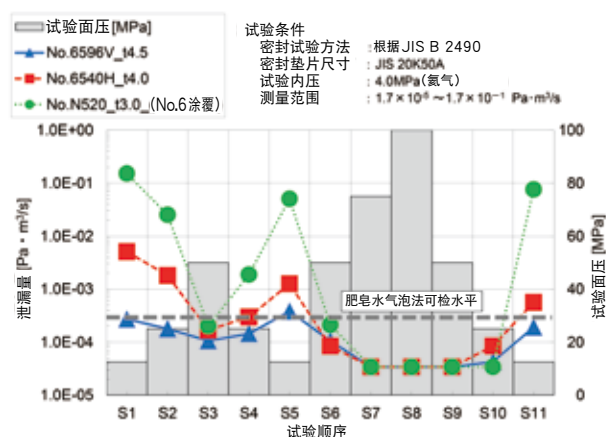


Figure 1 常温密封特性

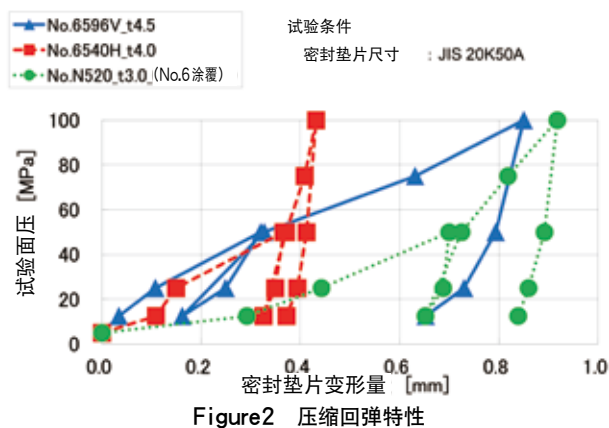
### 2-2) 压缩回弹特性

压缩复原特性如Figure2所示。将面压5MPa和面压100MPa时的密封垫片移位置差作为压缩量，将面压100MPa和之后降低至面压12.5MPa时的密封垫片移位置差作为回弹量。Table1显示了各密封垫片的压缩量和回弹量。

根据Table1，可以得知缠绕式密封垫片无论是压缩量还是回弹量，都是最大的。金属包覆密封垫片的压缩量虽大，但回弹量较小。而金属齿型垫片的压缩量和回弹量都较小。热循环等法兰面间隙的变化较大时，适合使用压缩回弹特性都最出色的缠绕式密封垫片。

Table 1 压缩量和回弹量

	压缩量[mm]	回弹量[mm]
	面压 5MPa → 面压 100MPa	面压 100MPa → 面压 12.5MPa
No.6596 t4.5	0.850	0.198
No.6540H t4.0	0.432	0.060
No.N520 t3.0 (No.6 涂覆)	0.918	0.079

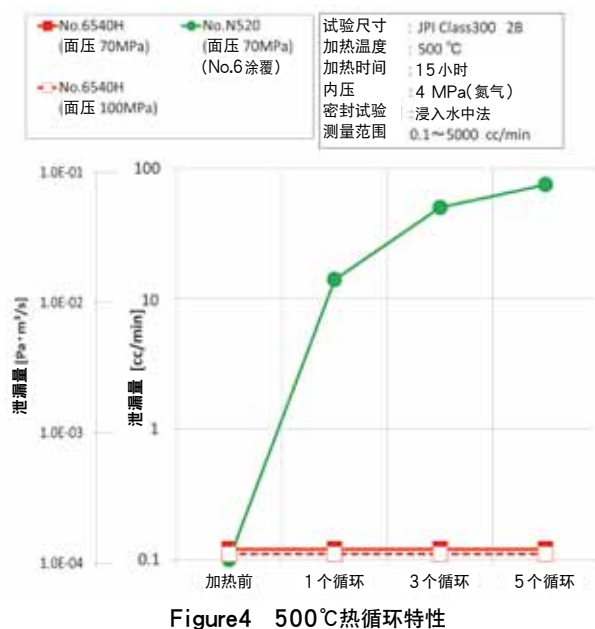


### 2-3)热循环特性

作为高温密封特性评价方法,其通过将密封垫片紧固于法兰的状态下反复进行加热、冷却,对冷却后的常温密封性进行评价。

热循环特性如Figure3、4所示。所有试样的紧固面压均采用了70MPa,此外还在各密封垫片的推荐紧固面压下也进行了试验。加热温度设为400℃及500℃。

根据Figure3、4所示,缠绕式密封垫片、金属齿型垫片都能维持稳定的密封性。另一方面,虽然金属包覆密封垫片加热前的泄漏量在可检水平以下,但加热后泄漏量有所增加。这应该是因为反复的温度循环导致中芯材料的回弹性出现了下降的原因所致。



### 2-4)半金属密封垫片的区分使用

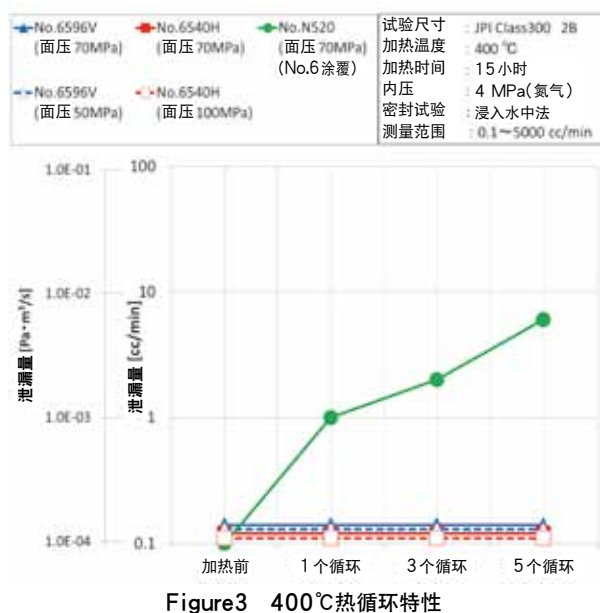
在半金属密封垫片中,性能最为出色的为缠绕式密封垫片。但是,如操作难度大的大口径、及密封垫片宽度较窄的形状等,也存在一些缠绕式密封垫片难以使用的情况。因此,密封垫片直径不足 $\phi 1000$ ,及可以保证足够密封宽度的场合,适合使用缠绕式密封垫片。另一方面,大口径( $\phi 1000$ 以上)、无法确保足够密封宽度的场合,以及高处作业的场合则适合使用金属齿型垫片及金属包覆密封垫片。此外,金属包覆密封垫片还具有可加工成椭圆、矩形等各种形状的优点,和金属齿型垫片比较是相对较为经济的一款密封垫片。

## 3. 金属齿型垫片系列

### 3-1)特点

正如前面所述,近年来金属齿型垫片正开始在日本国内普及。有鉴于此,本公司开发出了新的金属齿型垫片,扩充了产品阵容。现在,已可根据使用条件来选择贴合在带槽的金属密封垫片上的表层材料了。

贴合了柔性石墨板材的产品(No.6540H)为可用于各种条件下的通用产品。在柔性石墨存在氧化消失问题的400℃以上的温度区域使用时,适合使用耐热性更高的贴合了VALQUA HEAT RESIST SHEET™的产品(No. HR540H)。贴合了PTFE板材的产品(No.7540H)与柔性石墨产品相比,虽然其使用温度较低,但非常适合用于因担心污染而无法使用柔性石墨的管线。



### 3-2)特性评价

No.HR540H的特点是其耐热性。Figure5所示为表面层使用了VALQUA HEAT RESIST SHEET™、柔性石墨板材的金属齿型垫片在600℃时的热循环特性。

根据600℃的结果，可以知道No.HR540H即使提高了加热温度，其泄漏量也不会出现太大的变化，但No.6540H的泄漏量却出现了较大的增加。这是由于柔性石墨的氧化消失所导致。柔性石墨在400℃以上时，会慢慢氧化消失，因此难以长期维持密封性。Figure6、7中显示了柔性石墨板材和VALQUA HEAT RESIST SHEET™随温度、时间变化而出现的重量减少率。Figure7所示为到240小时为止的评价结果。可知即使在400℃~500℃左右的温度下，柔性石墨也会出现减少，因此从2~4年的长期观点来看，其密封稳定性存在不足。而VALQUA HEAT RESIST SHEET™则仅在加热初期出现了少量的减少，长期来看大部分都能得到保存。此外，即使提升了加热温度，减少率也不会变化，从长期来看减少率比较稳定，因此可获得稳定的密封性。

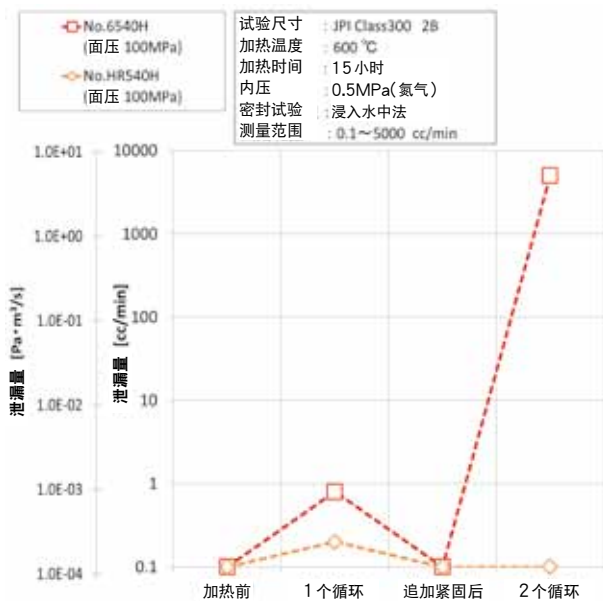


Figure5 600℃热循环特性

大口径因法兰偏转等问题，可能会对密封垫片施加高于推荐紧固面压的负荷。这可能会导致紧固时致使金属部分外露，从而伤到法兰。使金属齿型垫片负荷过大面压后，对其表层材料是否龟裂实施了评价，结果如Table2、Figure8所示。No.HR540H、No.6540H时，即使负荷了200MPa的面压，也未见金属外露，因此即使负荷了过大面压，对法兰造成伤害的可能性也较小。而

No.7540H在140MPa面压时，就出现了金属外露的情况。这可能是因为PTFE板材与柔性石墨板材相比更易出现滑移的原因所致。但是，No.7540H的推荐紧固面压为60MPa，即使负荷了2倍的推荐紧固面压也未见金属外露情况，因此使用上没问题。

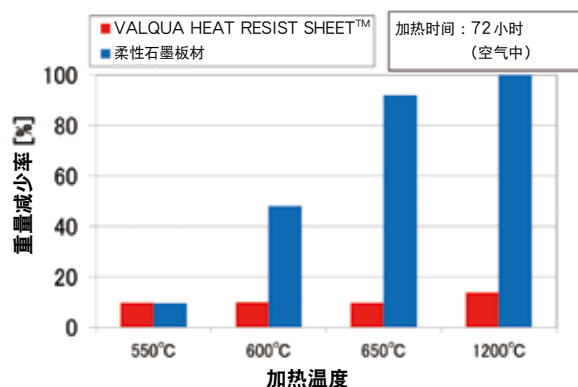


Figure6 由温度带来的重量减少率的变化

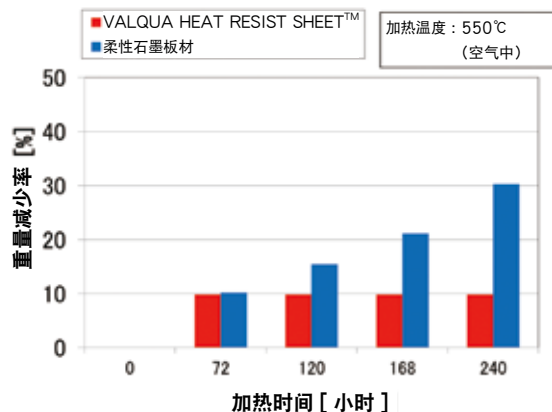


Figure7 由时间带来的重量减少率的变化

Table2 压缩变形特性

尺寸: JPI Class300 2B		金属外露的有无
No.HR540H	VALQUA HEAT RESIST SHEET™	200MPa, 无金属外露
No.6540H	柔性石墨板材	200MPa, 无金属外露
No.7540H	PTFE 板材	140MPa, 金属外露

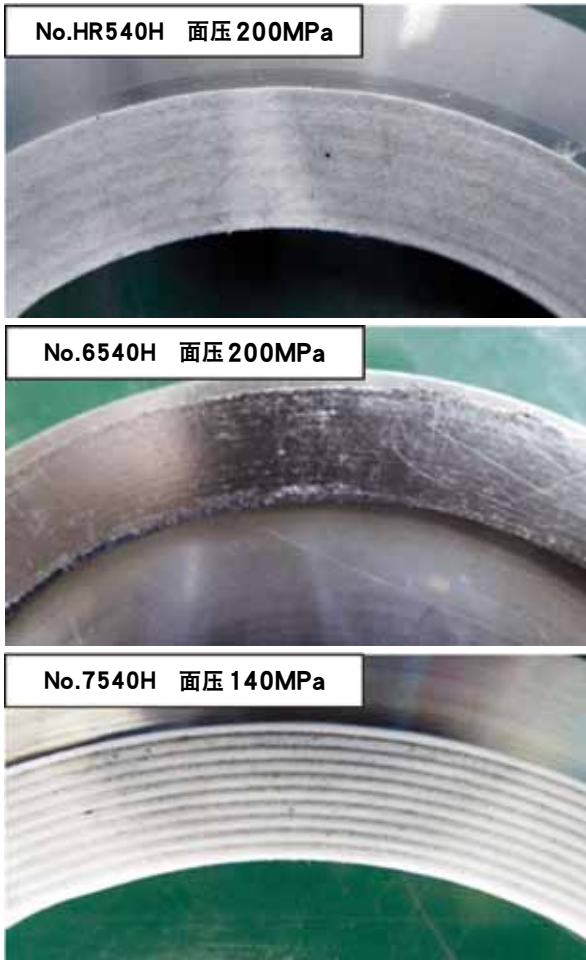


Figure8 负荷过大面压后的外观照片

#### 4. 结语

在日本国内的石油精炼及石油化学的工厂成套设备中，因工厂设备的老化及定期维护的长期化，需要更加稳定的密封产品。希望本次的半金属密封垫片的性能比较，以及扩充了产品阵容的金属齿形垫片系列能够成为选择密封垫片时的一项指标，对密封垫片选择有所帮助。



高桥 聪美  
研究开发本部  
商品开发部