

高温水素用途向け BLISTANCE[®]シリーズのご紹介

1. はじめに

世界中の多くの国や地域が、カーボンニュートラルの実現に向けて動き出す中、日本においても2050年のカーボンニュートラル社会の実現¹⁾を目指し、幅広い分野で脱炭素化への取り組みが行われている。

脱炭素化の取り組みを進める中で地球温暖化の原因となる温室効果ガスである二酸化炭素の排出をゼロにするため、燃焼時に二酸化炭素を排出しない水素は次世代エネルギーとして重要な役割を持つ。

水素エネルギーは、発電、輸送、産業といった幅広い分野で利用されてきているが、特に注目されるのが輸送分野への利用であり、特に自動車、トラック、バス、電車や航空機での利用が期待されている²⁾。

その中で、燃料電池自動車は究極のクリーンエネルギー自動車として開発が活発に行われ、水素ステーションは燃料電池自動車が普及するためのインフラとして重要な位置付けを担っている。現在、日本国内の水素ステーションは、商用ステーションが約160か所運営されている。また、第6次エネルギー基本計画では、2030年に1,000か所の目標が掲げられている³⁾。

水素ステーションの設備には、水素製造装置、貯蔵設備、圧縮機、蓄圧器、及びディスペンサなどがある。水素ステーションの概要⁴⁾をFigure1に示す。



Figure1 水素ステーションの概略

出典：資源エネルギー庁燃料電池推進室、
燃料電池自動車について、2014、p33

水素ステーションでは超高压・極低温の水素を取り扱っており、水素ステーションの安全性を確保するためには、長期間にわたって安定した性能を維持出来るシール製品が不可欠である。

当社では、水素市場向けシール材として、BLISTANCE[®]-HLT II、BLISTANCE[®]-HULTなどのBLISTANCE[®]シリーズを上市し、水素ステーションの蓄圧器やディスペンサなどの設備で採用をいただいているが、圧縮機の吐出口付近では200℃を超えるような環境にあると言われており、高温環境下においても安全に使用出来るシール材が必要不可欠になってきている。

本報では、プリスタ耐性を有し、かつ200℃を超える高温環境下においても安全に使用出来るBLISTANCE[®]シリーズについてご紹介する。

2. BLISTANCE[®] -HHT

BLISTANCE[®]-HHT (プリスタンス エイチエイチティー)は、BLISTANCE[®]-HLT II (プリスタンス エイチエルティー)と同等の耐プリスタ特性を有しながら、-30～200℃の幅広い温度環境下においても使用可能なFKM材料である。以下に特性を記載する。

2-1) 耐プリスタ特性

水素ステーションの設備の1つである圧縮機のシール材でプリスタが発生すると、水素ガスの漏えいにより大事故につながる恐れがある。そのため、シール材には、急激な圧力変動がある環境下においてもプリスタが発生しないことが求められる。

BLISTANCE[®]-HHTのプリスタ耐性を確認するため、水素曝露試験を実施した。評価は、Oリングを一定時間高压環境下で水素曝露し、急減圧後、水素曝露されたOリングの表面や断面にプリスタが生じるか否かで判断した。比較のため、当社高応力タイプのFKMも同一条件で試験を実施した。本試験は、公益財団法人水素エネルギー製品研究試





験センター（以下、HyTReCとする）で実施した。試験方法はTable1に示す。

Table1 水素曝露試験条件

試験圧力	90MPa
雰囲気温度	30℃
曝露時間	24h
減圧速度	大気圧まで10秒未満
試験片寸法	AS568-214 (φ3.53×24.99)

90MPaから大気圧まで急減圧させた高圧水素曝露試験後のBLISTANCE®-HHTのOリングの表面、及び断面ではプリスタは認められなかったが、高応力タイプFKMのOリングは、表面、断面ともにプリスタの発生が認められた。これらの結果により、高応力タイプFKMと比較し、BLISTANCE®-HHTのプリスタに対する優位性が確認された。試験後Oリングの表面、及び断面写真をTable2に示す。

Table2 水素曝露試験後Oリングの表面、及び断面写真

	表面	断面	プリスタ発生の有無
BLISTANCE®-HHT			プリスタ無し
高応力タイプFKM			プリスタあり

2-2) 低温特性

低温特性は、JISK6261-4の低温弾性回復試験（以下、TR試験とする）で確認した。評価は、50%伸張させた試験片を低温で凍結させ、温度上昇に伴い弾性率が回復し、10%収縮した値=TR10値を指標として評価した。TR10値が低いほど、低温特性が高い材料とする。

BLISTANCE®-HHTのTR10値は-30℃と、当社汎用FKMのTR10値-17℃と比較しても小さく、低温特性に優れた材料ということが出来る。試験結果をFigure2に示す。

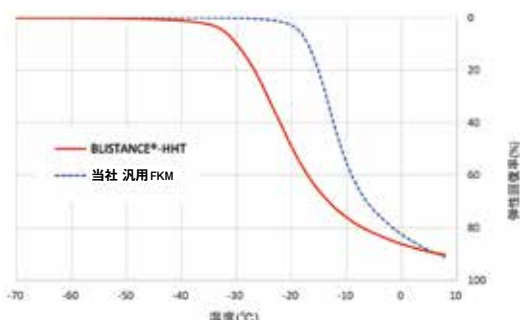


Figure2 BLISTANCE®-HHTと汎用FKMの弾性回復率の比較

2-3) 製作可能形状

BLISTANCE®-HHTは、Oリング(No.4640)、Vパッキン(No.4631)、異形シール成型品(No.4060)など、様々な断面形状についても製作可能である。

2-4) 機械的特性

BLISTANCE®-HHTの常態物性、及び各種耐久試験を実施した。試験結果をTable3に示す。

Table3 BLISTANCE®-HHTの物性試験結果*

試験方法	試験項目	単位	BLISTANCE®-HHT
常態物性			
JIS K6253-3	硬度	ShoreA	94
JIS K6251	引張強度	MPa	19.4
	伸び	%	125
	100%引張応力	MPa	14.1
引裂き試験			
JIS K6252-1	引裂き強度	N/mm	37
	アングル型試験片		
熱老化試験			
JIS K6257	硬度変化	ポイント	+1
条件:200°C×72h	引張強度変化率	%	+3
	伸び変化率	%	+26
圧縮永久ひずみ試験			
JIS K6262	圧縮永久ひずみ率	%	19
条件:200°C×72h	25%圧縮、φ29×12.5h		

*数値は実測値であり、規格値ではない。

3. BLISTANCE®-HUHT

BLISTANCE®-HUHT(プリスタンス エイチユーエイチティ)は、BLISTANCE®-HHTよりも更に厳しい200℃以上の高温環境下において、使用可能なFFKM材料である。以下に特性を記載する。

3-1) 耐プリスタ特性

BLISTANCE®-HUHTのプリスタ耐性についても、BLISTANCE®-HHTと同一条件にてHyTReCにて水素曝露試験を実施した。

高圧水素曝露試験後のBLISTANCE®-HUHTのOリングの表面、及び断面ではプリスタは認められなかったが、当社標準FFKMのOリングは、表面では円周方向に、断面で

は全体にわたり数本のプリスタの発生が認められた。これら結果より当社標準FFKMと比較し、BLISTANCE[®]-HUHTのプリスタ耐性が確認された。試験後Oリングの表面、及び断面写真をTable4に示す。

Table4 水素曝露試験後Oリングの表面、及び断面写真

	表面	断面	プリスタ発生の有無
BLISTANCE [®] -HUHT			プリスタ無し
当社標準FFKM			プリスタあり

3-2) 耐熱特性

シール材の耐熱性の指標の1つとして、圧縮永久ひずみ率が用いられている。同一環境下においては、圧縮永久ひずみ率が小さいほど良好なシール材として、より長期間の使用が期待出来る。圧縮永久ひずみ率の測定、及び算出方法をFigure3に示す⁵⁾。



Figure3 圧縮永久ひずみ率の測定、及び算出方法

一般的に圧縮永久ひずみ率80%が、評価した温度帯でのシール材に用いられる材料の寿命として用いられている⁶⁾。

200～300℃の高温環境下におけるBLISTANCE[®]-HUHTの耐熱特性を確認するため、圧縮永久ひずみ試験を実施した。200～300℃においては、温度と圧縮永久ひずみ率が一直線上に並び比例関係にあることが確認された。また、300℃×72時間の圧縮永久ひずみ率がシール限界の80%を超えていないことから、BLISTANCE[®]-HUHTは、使用条件や環境にもよるが、短期間では300℃環境下でも使用可能と判断出来る。試験結果をFigure4に示す。

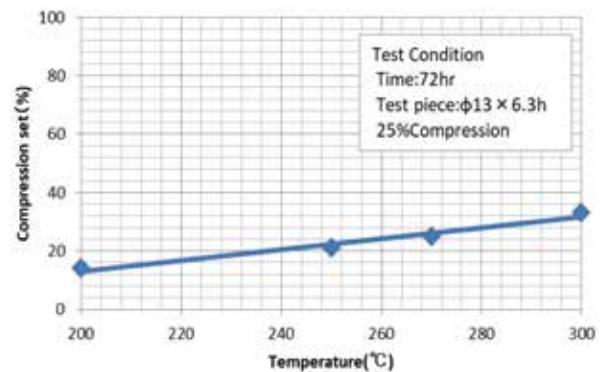


Figure4 BLISTANCE[®]-HUHTの圧縮永久ひずみ率

3-3) 製作可能形状

BLISTANCE[®]-HUHTは、BLISTANCE[®]-HHTと同様に、Oリング(No.4640)以外にも、様々な断面形状についても製作可能である。

3-4) 機械的特性

BLISTANCE[®]-HUHTの常態物性、及び各種耐久試験を実施した。試験結果をTable5に示す。

Table5 BLISTANCE[®]-HUHTの物性試験結果*

試験方法	試験項目	単位	BLISTANCE [®] -HUHT
常態物性			
JIS K6253-3	硬度	ShoreA	94
JIS K6251	引張強度	MPa	28.3
	伸び	%	120
	100%引張応力	MPa	22.7
引裂き試験			
JIS K6252-1	引裂き強度	N/mm	49.8
	アングル型試験片		
熱老化試験			
JIS K6257	硬度変化	ポイント	+1
条件:200℃×72h	引張強度変化率	%	+3
	伸び変化率	%	+4
圧縮永久ひずみ試験			
JIS K6262			
条件:200℃×72h	圧縮永久ひずみ率	%	14
条件:300℃×72h	圧縮永久ひずみ率	%	34
	25%圧縮、φ13×6.3h		

*数値は実測値であり、規格値ではない。

4. おわりに

本報でご紹介させていただいた高温高圧水素環境向けに上市したBLISTANCE®-HHT、BLISTANCE®-HUHTがBLISTANCE®シリーズのラインアップに追加されたことで、水素市場向けシール材として想定されている温度領域全体をカバーすることが出来た。

政府が掲げる2050年カーボンニュートラル社会の実現には、まだまだ多くの課題が残るが、水素エネルギー社会の早期実現に、当社BLISTANCE®シリーズのシール材が貢献出来れば幸いである。

また、当社はシールメーカーとして、今後もユーザー各位へのご要望に対して、お応え出来るよう、水素市場に限定されることなく、様々な市場の最新動向をいち早く捉え、新規材料の開発、及び既存材料の改良に努めていく所存である。

5. 参考文献

- 1) 資源エネルギー庁、令和2年度エネルギーに関する年次報告(エネルギー白書2021)
- 2) 資源エネルギー庁、平成26年度エネルギーに関する年次報告(エネルギー白書2016)
- 3) 経済産業省、第6次エネルギー基本計画、2021
- 4) 資源エネルギー庁 燃料電池推進室、燃料電池自動車について、2014
- 5) 圖師浩文、バルカーテクノロジーニュース、No.36、2019
- 6) 川村敏夫、バルカーレビュー、Vol.26、No.6、1982



圖師 浩文

H&S事業本部
商品開発部
エラストマー開発チーム

※BLISTANCEは、株式会社バルカーの登録商標です。