

ふっ素樹脂ライニング弁の静電破壊対策に！

CNT(カーボンナノチューブ) 添加帯電防止ダイヤフラム

流路が絶縁材料で構成されるダイヤフラム弁において、静電破壊による漏洩対策として、帯電防止ダイヤフラムを開発しました。このダイヤフラムは極少量のCNT添加で、PTFE樹脂の物性をほぼ維持しながら、帯電防止レベルの導電性を有するものです。

1. 静電破壊とは

ダイヤフラム弁材料であるふっ素樹脂(PFA、PTFE等)は耐薬品性、耐熱性等の特性より、多くの設備で使用されておりますが、電気を通さない絶縁性から、流体と弁箱内面との流動摩擦により帯電して、放電電圧に達すると静電気放電による静電破壊を生じ、本体ふっ素樹脂ライニング、PTFEダイヤフラムを損傷し、漏洩を生じることがあります。(写真-1,2参照)

写真-1
本体母材に貫通



赤丸印部にピンホール発生



赤丸印部断面

写真-2
ダイヤフラム損傷



損傷状況



損傷部拡大(100倍)

2. CNT添加(*1) 帯電防止ダイヤフラム

大陽日酸株式会社が開発しましたCNT配合高機能ふっ素樹脂を用いて、帯電防止ダイヤフラムを開発しました。このダイヤフラムはふっ素樹脂の物性をほぼ維持しながら、導電性及びクリーン性(極少量のカーボン含有量のため)を有するものです。

(*1) 大陽日酸株式会社にて、ふっ素樹脂原材料への添加処理を実施。

3. CNT添加TXダイヤフラム(CTX)仕様

製作サイズ: DN15,20,25,40,50

材料: 極少量のCNT添加NEW PTFE

形状・寸法: 現行TXダイヤフラムと同一

弊社部品コード: 4-CTX/CE-015~050

4-CTX/CX-015~050

最高使用圧力/温度: 現行TXダイヤフラムと同一

耐食性: 現行TXダイヤフラムと同等

色: 黒色 (写真-3参照)

写真-3 CTXダイヤフラム (現行TXダイヤフラムは白色(半透明))



4. CTXダイヤフラムの性能

- (1) 体積抵抗率が低く、十分な除電性能を有しており、CTXダイヤフラムを組込むことにより流体摩擦による帯電防止ができ、静電破壊対策となります。
 - (2) 微細なカーボンナノチューブを極少量添加しているため、ダイヤフラム弁としての機能、及び流体に対するクリーン性 (パーティクル、TOC、並びに金属不純物)は現行TXダイヤフラムと同等です。
 - (3) 既設弁のTXダイヤフラムをCTXダイヤフラムに交換するだけで、静電破壊対策となります。
- 以下に各種検証結果概要を示します。

物 性	
現行TXを100%とした場合のCTX物性は次のとおりで、現行品とほぼ同等です。	
項目	CTX物性
比重	100% (*1)
引張強度	約114%
伸び	約97%

(*1) TXの規定範囲内

体 積 抵 抗 率
DN25CTXダイヤフラム2枚について、1枚当たり4ヶ所の体積抵抗率を夫々3回測定した平均値は次のとおりです。
体積抵抗率: $1.0 \times 10^2 \sim 2.1 \times 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$
除電に必要な体積抵抗率は $10^2 \sim 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ であり、十分な導電性を有します。

開 閉 耐 久 試 験
次の弁開閉耐久試験に合格しております。
(1) 飽和蒸気151℃、室温水のヒートサイクル試験で200サイクル、弁開閉24000回。(全サイズ)
(2) 室温弁開閉耐久試験100万回(DN25)
(3) -20℃雰囲気下での10万回弁開閉耐久試験。(DN25)

TOC (全有機炭素) 分析			
PFA引本体の手動弁に現行TX/CE、及びCTX/CEを組み込み、TOC分析を実施したところ、試験液と同値でした。			
区 分	試験液(超純水)	標準TX	CTX
TOC(μg/L)	<100	<100	<100

試験液:超純水(比抵抗値 $\geq 18.0 \text{M}\Omega \cdot \text{cm}$)

パ ー ティ ク ル 測 定					
PFA引本体の手動弁に現行TX/CE、及びCTX/CEダイヤフラムを組込み、パーティクルの測定を実施したところ、現行品と同等のパーティクル量です。					
単位:count/ml					
供試ダイヤフラム	工程	測定粒径			
		$\geq 0.1 \mu\text{m}$	$\geq 0.2 \mu\text{m}$	$\geq 0.3 \mu\text{m}$	$\geq 0.5 \mu\text{m}$
現行TX	弁開通水	1.7	0.2	0.0	0.0
	3回開閉後通水	1.0	0.2	0.1	0.0
CTX	弁開通水	0.6	0.1	0.1	0.0
	3回開閉後通水	0.5	0.1	0.1	0.0

注. 試験液:超純水(比抵抗値 $\geq 18.0 \text{M}\Omega \cdot \text{cm}$)

金 属 不 純 物 分 析			
PFA引本体の手動弁に現行TX/CE、及びCTX/CEを組み込み、3.6%塩酸を封入して金属不純物(33元素)を分析した結果、現行TXとCTXとで金属不純物の溶出はほぼ同等でした。ダイヤフラム及びPFAライニングの金型の金属成分の溶出と思われる、CNT添加による不純物の溶出はないものと考えます。			
検出限界を超えた元素の測定値 (単位:PPb)			
元素	検出限界	標準TX	CTX
Al	< 0.010	0.016	0.016
Ba	< 0.002	< 0.002	0.005
Ca	< 0.010	0.082	0.065
Fe	< 0.040	0.085	0.082
Mg	< 0.005	0.008	< 0.005
Na	< 0.005	< 0.005	0.010
Ni	< 0.010	0.012	< 0.010

検出限界以下の元素 Ag,As,B,Be,Bi,Cd,Co,Cr,Cu,Ga,Ge,In,K,Li,Mn,Mo,Nb,Pb,Pd,Sb,Sn,Sr,Ta,Ti,Zn,Zr