

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ダイヤフラムを組み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ダイヤフラムを組み込み、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