

飲料市場用エラストマー製品

1. はじめに

食品、飲料業界では食の安全に対する意識の高まりに伴い、異物混入や衛生上の問題が大きく取り上げられるようになり、各メーカーでは、消費者ニーズを満たした安全な製品を提供することが最も重要視されている。飲料市場においては消費者ニーズの多様化により、様々な種類の飲料が次々と販売され、その入れ替わりも激しく、年々増加する飲料品種への対応や、味、香りなどの品質の向上への対応も必要となってきている。更には厳しい製品価格競争に対応するためにコスト削減技術、あるいは環境に配慮した技術の導入も盛んに行われている。

このような飲料市場を取り巻く状況の中で、エラストマー製品は様々な飲料製造設備でガスケット、パッキンなど各種部品に使用され、安全、安心な飲料製品の製造に重要な役割を果たしている。

本報では、飲料製造設備に使用されているエラストマー製品に求められる特性、使用される材料と各種製品について説明する。

2. エラストマー製品に求められる特性

エラストマー製品は、Oリング、ダイアフラムをはじめ様々な形で各種装置に使用されているが、飲料市場用として求められる特性は機械的強度や圧縮永久ひずみなどのエラストマー材料としての基本的な特性の他に、次に示した様な特性が要求される。

2-1) 耐溶出性

食の安全の観点により、飲料製造設備に使用されるエラストマー製品には人体に有害な物質が溶出しないことが求められる。その判断基準の一つとして、食品衛生法・食品、添加物等の規格基準、ゴム製の器具または容器包装(哺乳器

具を除く):厚生労働省告示第595号があり、材質試験及び溶出試験について試験方法及び規格値が規定されている。規格に示されている成分以外の耐溶出性が求められる場合もあるが、飲料製造設備に使用するエラストマー製品として、この規格に準拠しているということは最低限必要である。

2-2) 耐CIP性

製造ラインを殺菌して清潔な状態に保つために、酸、アルカリ、蒸気などを用いたCIP洗浄が行われる。そのため、CIP洗浄に使用される酸、アルカリなどへの耐薬品性をはじめ、耐熱性や耐蒸気性が求められる。近年では、飲料品種の増加に伴い、品種切り替えに伴う洗浄頻度も増加する傾向であり、洗浄条件も高温化するなどエラストマー製品にとってますます過酷になってきている。

2-3) 非着香性

市販されている飲料には、様々なフレーバーが使用されており、このフレーバー成分がエラストマー製品に吸着し、残存してしまうことがある。この吸着したフレーバー成分が別のものに移ってしまう現象を着香という¹⁾。吸着したフレーバー成分が洗浄で除去しきれずに、次に生産した飲料に移ってしまうと風味が失われ、商品価値がなくなり大きな損失となる。フレーバーにもよるが、果汁系飲料などフレーバーを使用した飲料を生産した後に茶系飲料などを生産した場合に起こりやすい。エラストマー材料は着香が起こりやすく、着香の対策として一般的には洗浄頻度、洗浄時間を増やしたり、四ふっ化エチレン樹脂(以下PTFE)被覆ガスケットへ変更するなどして対応している。

2-4) 耐次亜塩素酸性(耐墨汁現象性)

エラストマー製品を水道水などの消毒剤として使用される次亜塩素酸を含む流体に長時間曝すと、徐々に劣化が進行し、黒い異物や黒く濁った流体が流出することがある。この現象は墨汁現象(Figure1参照)と呼ばれる。墨汁現象はエ

ラストマーが次亜塩素酸によって塩素化、あるいは酸化されて劣化が進むことによりエラストマーの崩壊が起こり、エラストマー中に添加されているカーボンブラックの脱離、表面からの流出が起こり、水が黒く濁る現象である。²⁾³⁾ この現象は飲料への異物混入要因の一つであり、商品価値を著しく低下させてしまうため、エラストマー製品には墨汁現象の発生しないことが要求される。



Figure1 墨汁現象による異物

2-5) 水環境における耐摩耗性

エラストマー製品が摺動用途で使用される場合は耐摩耗性が求められる。流体が油であれば、適度な厚さの油膜を形成するため、これによって潤滑性を保持するが、水の場合、粘性が低いため膜厚が薄くなってしまい、適度な潤滑膜を形成することができず、潤滑不良を起こしやすいことが問題である。⁴⁾ そのため、潤滑不良の場合、エラストマー製品が摩耗し、異物の脱落、混入の可能性があるため注意が必要である。

3. 飲料市場用エラストマー材料

飲料製造設備に使用されるエラストマー材料は、主にエチレンプロピレンゴム (EPDM)、ニトリルゴム (NBR)、水素添加ニトリルゴム (HNBR)、シリコンゴム (VMQ)、ふっ素ゴム (FKM、FEPM)、パーフロロエラストマー (FFKM) などがあげられる。以下にそれぞれのエラストマー材料の特長を示した。

また、当社における代表的な飲料市場用エラストマー材料のラインアップを Table1 に示した。飲料製造装置の各種用途に対応できるよう、高機能なラインアップを取り揃えており、ますます過酷になってきている洗浄環境などに対応できる高機能材料として、汎用材料より耐熱性や耐薬品性を向上させた H3070 (EPDM)、H0880 (EPDM) や B5170 (HNBR)、白色系エラストマー材料として H1770 (EPDM) や B5490 (HNBR) を上市している。

3-1) エチレンプロピレンゴム (EPDM)

エチレンプロピレンゴムは、主鎖に二重結合を持たない分子構造を有しており、耐熱性、耐薬品性、耐熱水性、耐蒸気性に優れた材料である。特に熱水や蒸気の使用にできる材料として、価格も比較的安価であることから、現在では水に関連した用途のエラストマー材料として、最も一般的に使用されている材料である。⁵⁾⁶⁾⁷⁾ ただし、耐油性は有しておらず、また、その他エラストマー材料と同様に非着香性も劣るため、着香が問題となる用途では PTFE で被覆して使用される。

Table1 飲料市場用エラストマー材料

試験環境	材料記号	B0570	B5070	B5170	B5075	B5490	H0870	H0970	H1770	H3070	H0880	E0170	D0970	FLUORITZ-SB
	ゴム種類	NBR	HNBR	HNBR	HNBR	HNBR	EPDM	EPDM	EPDM	EPDM	EPDM	VMQ	FEPM	FFKM
	区分	汎用	汎用	耐熱性 耐摩耗性	潤滑性	白色	運動用	汎用	白色 耐墨汁用	耐熱性 耐CIP性	耐熱性 耐CIP性	耐熱性 低温性	耐アルカリ性 耐蒸気性	耐熱性 耐薬品性
硬さ	(shore A)	72	72	72	74	90	72	75	70	73	79	70	70	77
引張強さ	(MPa)	18.6	30.7	29.9	18.1	28.8	20.0	17.9	14.2	17.4	19.8	8.5	17.8	17.9
伸び	(%)	290	280	260	250	270	340	230	390	160	160	240	320	160
100%引張応力	(MPa)	6.0	5.6	6.8	6.9	8.9	3.9	5.0	3.7	7.4	9.1	3.4	4.0	8.1
耐酸性		×	△	○	△	○	○	○	○	○	○	×	○	◎
耐アルカリ性		○	○	○	○	○	◎	◎	△	◎	◎	△	◎	◎
耐熱水性		△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎
耐蒸気性		×	○	◎	○	◎	○	○	○	◎	◎	△	◎	◎
耐次亜塩素酸性 (耐墨汁現象性)		×	△	○	△	◎	△	△	◎	○	○	◎	◎	◎
食品衛生法		適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合
用途		固定用	固定用 運動用	固定用 運動用	固定用 運動用	固定用 運動用	運動用	固定用	固定用	固定用 運動用	固定用 運動用	固定用	固定用	固定用
		Oリング等	パッキン ダイヤフラム等	Oリング パッキン等	Oリング パッキン等	Oリング パッキン等	パッキン ダイヤフラム等	Oリング等	Oリング等	Oリング パッキン等	Oリング パッキン等	Oリング等	Oリング等	Oリング等

◎: 優、○: 良、△: 可、×: 不可 表中の値は測定値の一例であり、規格値ではありません。

3-2) ニトリルゴム (NBR)

ニトリルゴムは分子構造に極性基であるニトリル基を有していることから、耐油性に優れる材料である。安価な材料であるため、これまで汎用のシール材料として様々な用途で使用されてきたが、耐熱性、耐薬品性、耐熱水性、耐蒸気性など、飲料製造装置に必要とされる特性に関してはEPDMと比較して劣り、非着香性も良くないため、飲料関連の用途では、耐油性が求められる個所、条件が比較的緩やかな個所など、限定的な使用となっている。

3-3) 水素添加ニトリルゴム (HNBR)

ニトリルゴムの持つ二重結合を水素化して二重結合を限りなく少なくした構造を有する材料であり、NBRの耐油性はそのままだけに、耐熱性、耐薬品性、耐熱水性、耐蒸気性を向上させた材料である。また、優れた機械的強度を有しているため、耐摩耗性にも優れる。そのため、摺動用途や耐摩耗性が要求される用途に適した材料である。しかし、汎用的に使用するには価格が高価であり、費用対効果を考慮しながら、EPDMの特性では不十分な個所などに使用される。

3-4) シリコンゴム (VMQ)

シリコンゴムは炭化水素系のエラストマー材料とは異なり、主鎖がシロキサン結合(-Si-O-)で構成されている材料である。そのため、耐熱性、低温性に優れ、極低温から高温まで広範囲にわたって使用できる材料である。耐熱性ではEPDMやHNBRより優れる。しかし、耐油性、耐薬品性、耐熱水性、耐蒸気性、耐摩耗性、機械的強度が劣り、価格もやや高価であることから、飲料製造装置用途での使用は一部の限定された個所のみとなっている。

3-5) ふっ素ゴム (FKM, FEPM)

ふっ素ゴムは、分子構造に結合エネルギーの大きなふっ素原子を有する材料であり、耐熱性、耐薬品性、耐油性に優れる材料であり、耐熱性に関しては、EPDM、HNBRやシリコンゴムよりも優れた材料である。一般的なふっ素ゴムは、アルカリ、熱水、蒸気に対して劣るが、これらに対して耐性を持たせたグレードのふっ素ゴム(FEPM)もある。また、非着香性は、EPDMに比べて優れている。しかし、価格が高価であるため、HNBR、シリコンゴム同様、費用対効果を考慮してメリットがある場合のみ使用されることが多い。

3-6) パーフロエラストマー (FFKM)

パーフロエラストマーは、PTFEと類似した構造を持つゴム弾性体で、分子構造に水素原子を持たず、炭素、ふっ素、酸素原子のみで構成されている。そのため、エラストマー材料の中で最も広範囲な耐薬品性を有し、耐熱性、耐熱水性、耐蒸気性に極めて優れた材料である。耐熱性についてもエラストマー材料の中で最も優れた材料である。⁸⁾また、非着香性にも優れる。特性だけをみると最も高性能なエラストマー材料と言えるが、価格が極めて高価であることが課題である。そのため、イニシャルコストが非常に大きくなり、ランニングコストでメリットがある場合などに使用は限られている。また、グレードによっては耐熱性が前述のふっ素ゴムと同等レベルのものや耐熱水性、耐蒸気性に劣る種類もあるので材料選定の際には注意が必要である。

4. 飲料市場で使用されるエラストマー製品

当社では、長年の実績で培った材料選定、製品設計技術を駆使して飲料市場向けにシール製品を主体として様々なエラストマー製品を提供している。以下に、飲料製造設備で使用されるエラストマー製品を紹介する。

4-1) 規格品

4-1-1) Oリング

Oリングは、固定用、運動用の両方に使用できるシール材で、低コスト、省スペース、装着性が容易などの理由から、最も汎用的に使用されている製品である。使用用途に合わせた各種エラストマー材料での製作が可能である。



Figure2 各種Oリング

4-1-2) Uパッキン

Uパッキンは、リップタイプのパッキンであり、主に往復運動用として使用される。往復運動部位ではOリングなどのスクイズタイプの場合、作動抵抗が高いことがしばしば問題と

なるため、作動抵抗を低減できるUパッキンのようなリップタイプのシール製品が使用される。



Figure3 Uパッキン

4-1-3) Xリング

Xリングは、断面がほぼ角形に近いX形状をしたスクイズタイプのパッキンで、ワンリングで両サイドのシールが可能である。主に回転運動用として使用されるが、Oリングのねじれ対策用と往復運動用にも使用されることもある。



Figure4 Xリング

4-1-4) ヘルールガスケット

ヘルールガスケットは、 санитар配管のヘルールフランジに対応したガスケットである。使用用途に合わせて、各種エラストマー材料での作製が可能である。



Figure5 ヘルールガスケット

4-2) オーダーメイド品

4-2-1) PTFE被覆ガスケット

エラストマー材料は着香が起りやすいため、着香が問題となる個所にはPTFE被覆ガスケットが用いられる。PTFE被覆ガスケットはエラストマー材料の接液部を非着香性に優れたPTFEで被覆したガスケットである。



Figure6 PTFE被覆ガスケット

4-2-2) ダイアフラム

ダイアフラムは圧力の作用により変位を生じる膜で、圧力変動によりダイアフラムに生じる力により駆動させたり、圧力を調整したりする役割を担っている。ダイアフラムは各種バルブなどに使用されているが、使用環境が過酷になるに従い、長寿命化が求められる。材料選定、補強布との組み合わせ、及び形状設計により各使用条件に最適な製品の提供が可能である。



Figure7 各種ダイアフラム

4-2-3) 各種専用設計品

その他のエラストマー製品として、充填パッキンなど個別装置向けの専用設計品や、打ち抜きシートガスケット、エラストマー材料と金属、あるいは樹脂との複合製品、摺動用途に使用されるスリッパシール、往復運動、回転運動のいずれにも使用できるTリングなど様々なニーズに応じた製品が使用される。

当社では、これまでエラストマーと樹脂などの複合製品の開発にも積極的に取り組んできており、製品設計においてはFEA解析技術を駆使して、使用環境に合わせた製品形状の検討を行っている。そのため、飲料市場における各種製品に対して、長年培った実績と経験を生かした高性能、長

寿命なエラストマー製品の提案が可能である。



Figure8 スリッパシール

5. おわりに

飲料市場におけるエラストマー製品は、食の安全、品質の向上、コスト低減などに対応するため、異物対策や、耐薬品性、非着香性の向上が求められている。一つの材料ですべての特性を満足することは現状では困難であるため、用途、使用個所に応じて最適な材料を使い分けたり、エラストマーにPTFEを被覆するなどして対応している。そのため、

なるべく多くの用途に対応できる製品の開発が望まれる。

今後、皆さまからの貴重なご意見、情報を頂きながら、エラストマー材料の特性を十分に生かした付加価値の高い製品を開発し、ご紹介していきたいと考えている。

6. 参考文献

- 1) 平野耕生, 鈴木憲, 下村泰弘, バルカー技術誌, No.8 (2004)
- 2) 武義人, 古川睦久, 工業材料, Vol.45, No.7 (1997)
- 3) 武義人, 古川睦久, 工業材料, Vol.50, No.9 (2002)
- 4) フルードパワー工業会, フルードパワーの世界追補版 (2014)
- 5) 平野耕生, バルカー技術誌, No.3 (2002)
- 6) 鈴木憲, バルカー技術誌, No.13 (2007)
- 7) 鈴木憲, バルカー技術誌, No.15 (2008)
- 8) 岡崎雅則, バルカー技術誌, No.1 (2001)

(Abstract)

Contamination and hygiene issues are getting more focused with increasing awareness of food safety by consumers. For beverage manufacturers, providing safer products which meet the consumer's needs are becoming the most important issue.

Elastomeric products e.g. gaskets, packing and diaphragms are used in various locations of the beverage manufacturing equipment and are playing a very important role in providing safe beverage products.

In this paper, our elastomeric products and materials for beverage manufacturing equipment are explained in point of view of the required characteristics.

Keywords:

elastomeric products, gaskets, packing, diaphragms, beverage manufacturing equipment

(摘要)

随着消费者对于食品安全的意识不断提高, 异物混入和卫生上的问题经常被热议。各饮料生产厂家把提供满足消费者需求的safe的产品作为最重要的任务。

弹性体产品用于各种饮料生产设备的垫片、密封圈、隔膜密封圈等各种部件中, 为提供安全的饮料产品发挥了重要作用。

本文对饮料生产设备上使用的弹性体产品所要求的特性、使用的材料及各种产品进行说明。

关键词:

弹性体产品、饮料生产设备、垫片、密封圈、隔膜密封圈



岡崎 雅則

研究開発本部 開発部