

耐塩素性 EPDM の材料開発 — VUCA 時代における配合の多様化 —

○高木 秀是（清水合金製作所） 川崎 幸一（清水合金製作所）
小谷 久人（清水合金製作所） 竹内 僚佑（清水合金製作所）

1. はじめに

新型コロナウイルス感染症の拡大はビジネス環境に多大な影響を及ぼしライフスタイルの変化とともにサプライチェーンの混乱をも引き起こした。他にも地震や風水害の多発、紛争なども重なり、将来の予測が困難となる所謂「VUCA の時代」と呼ばれ、水道インフラに関わる製品を供給する企業側にも情勢に適応しながら迅速な意思決定と行動が求められている。

実際に管路更新に不可欠な水道用ソフトシール仕切弁（図1）の弁体ゴム材料である耐塩素性 EPDM の配合に用いるポリマーとプロセスオイルが入手困難となる事態に直面した。これらはゴム材料の特性を発揮させるための主要配合材料であり代替が容易ではない。苦慮しながらも供給は継続することができたが、当該事態を教訓として複数の入手先から材料を選定し、配合の組合せを多様化する取り組みを行った。このことにより製品の安定供給を図るとともに他製品への用途拡大ができるようになったので報告する。

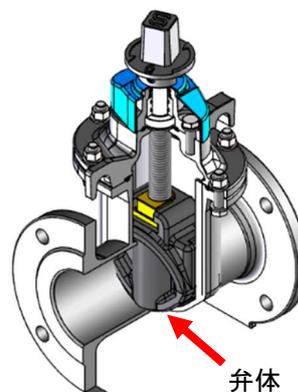


図1 ソフトシール仕切弁

2. 耐塩素性 EPDM の配合

現行弁体ゴム材料の入手先を含む複数の素材メーカーから主要配合材料である EPDM ポリマーを4種類（表1）、プロセスオイルを2種類（表2）選定し現配合のポリマーとプロセスオイルを変更し組み合わせた配合を5パターン用意した（表3）。

表1 EPDM ポリマーの種類

供試品	メーカー	ポリマー
現行m0	A社	mA0
代替m1	B社	mB1
代替m2	C社	mC2
代替m3	C社	mC3

表2 プロセスオイルの種類

供試品	メーカー	プロセスオイル
現行o0	D社	oD0
代替o1	E社	oE1

表3 配合材料の組合せ

供試品	ポリマー	プロセスオイル	残部
現配合	mA0	oD0	現配合と同じ
配合①	mB1	oD0	
配合②	mB1	oE1	
配合③	mC2	oD0	
配合④	mC3	oD0	
配合⑤	mC3	oE1	

3. 試験方法

水道用ソフトシール仕切弁の日本水道協会規格 JWWA B 120 の浸出試験、弁体ゴムの耐塩素性試験に従う。さらに水道事業者固有の要求性能を追加して試験を行う。両試験の基準を満足した供試品に対して JIS K 6257 の促進老化試験を行い、物性変化を確認する。

(I) 浸出試験

EPDM の浸出性が表4の項目に対して基準に適合しているか確認する。

表4 EPDM 評価項目

規格	項目	単位	基準値
JWWA B120	味	-	異常でないこと
	臭気	-	異常でないこと
	色度	度	0.5以下
	濁度	度	0.2以下
	亜鉛及びその化合物	mg/L	0.1以下
	フェノール類	mg/L	0.005以下
	有機物等(全有機炭素(TOC)の量)	mg/L	0.5以下
	残留塩素の減量	mg/L	0.7以下
固有要求性能	臭気強度(TON)	-	1未満

耐塩素性 EPDM の材料開発

－VUCA 時代における配合の多様化－

(II) 耐塩素性試験

JWWA B 120 の塩素水処理日数 28 日間に加え、固有要求性能の 44 日間、90 日間その間の 60 日間を追加する。判定基準は各塩素水処理日数の劣化レベルを確認した上で 90 日間の劣化レベル 1 以下とする。

表 5 浸出試験結果

(III) 試験結果

浸出試験結果を表 5、耐塩素性試験結果を表 6 に示す。浸出試験結果から配合②、⑤が有機物等（全有機炭素（TOC）の量）で基準値を超え、耐塩素性試験結果から配合②、③が処理日数 90 日間で劣化レベル 2 となったため、判定基準を満足しなかった。従って両試験の基準を満足した供試品は現配合、配合①、配合④の 3 種類となり、これらに促進老化試験を実施し、物性変化が実用上問題ないことを確認した。

項目	単位	基準値	現配合	配合①	配合②	配合③	配合④	配合⑤
味	-	異常でないこと	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
臭気	-	異常でないこと	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
色度	度	0.5以下	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.1未満
濁度	度	0.2以下	0.01	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満
亜鉛及びその化合物	mg/L	0.1以下	0.06	0.02	0.04	0.05	0.04	0.01
フェノール類	mg/L	0.005以下	0.0005未満	0.0005未満	0.0005未満	0.0005未満	0.0005未満	0.0005未満
有機物等(全有機炭素(TOC)の量)	mg/L	0.5以下	0.2	0.5	0.7	0.5	0.4	0.6
残留塩素の減量	mg/L	0.7以下	0.04	0.07	0.05	0.02	0.09	0.02
臭気強度(TON)	-	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満	1未満

表 6 耐塩素性試験結果

処理日数	現配合	配合①	配合②	配合③	配合④	配合⑤
28日間	レベル1	レベル1	レベル1	レベル1	レベル1	レベル1
44日間	レベル1	レベル1	レベル1	レベル1	レベル1	レベル1
60日間	レベル1	レベル1	レベル1	レベル1	レベル1	レベル1
90日間	レベル1	レベル1	レベル2	レベル2	レベル1	レベル1

4. 耐塩素性 EPDM の用途拡大

素材メーカーを複数化した場合、生産の持続性が向上する反面、1 社あたりの使用量が減りコストアップの要因になるため、耐塩素性 EPDM の多用途展開を検討した。その一例として図 2 に示す耐震補強形ガスケット¹⁾を挙げる。地震等でフランジが開くことがあっても内蔵された芯金によってゴム材料の移動を抑制し水密性を保持することのできる耐震補強性能を有するガスケットである。当該ガスケットに耐塩素性 EPDM を採用することで元来 EPDM が持つ耐候性が付加されるとともに、耐塩素性の配合による絶縁性、耐久性、耐薬品性などの副次的な性能が加わり、異種金属配管や屋外配管等への耐震補強形ガスケット採用の要望に応えることができた。



図 2 耐震補強形ガスケット

5. おわりに

水道事業者の固有要求性能を満足する耐塩素性 EPDM において複数の配合パターンを確保することができた。当該材料は副次的な特性があり、一部紹介した耐震補強形ガスケットの他にも長寿命化を要求される外面防食塗装製品など様々な用途に寄与することがわかった。当該材料の多用途展開を進めることで特定の素材メーカーに依存せず安定供給ができる体制を整えた。

今後はプロセスオイルの多様化など残る課題を解決しながら、VUCA の予測不可能な時代においても優れた性能のゴム材料を用途拡大していき、水道インフラの持続的な運用のためにより良い製品を安定して供給するよう努めたい。

【参考文献】

1) 清水合金製作所：耐震補強形ガスケットの開発－フランジ継手部の耐震性の確保－、令和元年度水道研究発表会, pp. 572-573, 2018. 11