

亜硝酸態窒素除去 カソード A-62MP(FG)

はじめに

平成 26 年 1 月 14 日 「水質基準に関する省令」(平成 15 年厚生労働省令第 101 号)の一部が改正され、亜硝酸態窒素に係る基準 (0.04mg/L) が追加され、平成 26 年 4 月 1 日から施行となりました。(厚生労働省ホームページ)

従来の硝酸態および亜硝酸態窒素 (10mg/L) 以下と比べると、格段に厳しく規制されることとなり、亜硝酸態窒素 1 項目だけのために水道水基準不適合となるケースも考えられます。

塩再生 A-62MP(FG)

亜硝酸態窒素を除去する方法は、逆浸透膜 イオン交換などが考えられます。亜硝酸態窒素以外にも除去すべき項目がある場合には、逆浸透膜が優位になることがありますが、硝酸と亜硝酸除去のみが目的の場合には、塩再生できるイオン交換法が小型、安価、安全でかなり優位な方法です。

塩再生できる陰イオン交換樹脂(タイプ I)は、性能の差はありますが硝酸及び亜硝酸を除去できます。しかし、A-62MP(FG)は、一般のタイプ I 樹脂と比べ、硝酸及び亜硝酸を選択的に吸着できる官能基を持っていることから、硝酸及び亜硝酸をより低濃度に処理でき、また実際の交換能力も大きくなっています。

亜硝酸態窒素に対する除去性能

今回、信頼できる協力会社様に、テスト、分析を依頼し、以下にその結果をお知らせします。また、メーカーであるサマックス社の硝酸に対する選択除去のデータも追記します。設計のガイドラインにお使ください。

私どもでは樹脂のみでなく、FRP タンク、自動再生コントロールバルブ、塩タンク等周辺機器もご提案させていただきますので、お気軽にご相談ください。

2014 年 5 月

神奈川県逗子市桜山 6-10-26
有限会社ジュンズ・コーポレーション
代表取締役 小西 潤

亜硝酸態窒素除去試験

試験方法

- (1) 福岡県内水道水にチオ硫酸ナトリウムを少量添加し、残留塩素を除いた。
- (2) これに亜硝酸態窒素として① 5 mg/L, ② 0.5mg/L, ③ 0.05mg/L となるように亜硝酸ナトリウムを添加し試験原水とした。
- (3) 10mm のガラスカラムに A-62MP(FG)を 10mL 充填し(樹脂層高 132)、SV=20 で通液した。
- (4) 樹脂通過水を適宜サンプリングし、イオンクロマトグラフにて亜硝酸態窒素濃度を測定した。

*SV=20 20BV/Hr のこと。BV は樹脂量(Bed Volume)。1 時間当たり樹脂量の 20 倍量の原水を流すこと。今回樹脂量が 10mL であるから、200mL/Hr の流速でカラムに通水した。

1. 原水分析

分析項目	水道水	①	②	③
電気伝導率(μ S/cm)	203	250	213	210
NO ₂ -N(mg/L)	-	4.7	0.45	0.05
NO ₃ -NO ₃ (mg/L)	6.2	-	-	-
SO ₄ -SO ₄ (mg/L)	10.3	-	-	-

2. 亜硝酸態窒素測定結果

① 4.7mg/L

通過量(BV)	NO ₂ -N(mg/L)
300	<0.006
390	<0.006
480	0.020
510	0.032
540	0.055
570	0.082
660	0.280

②0.45mg/L

通過量(BV)	NO ₂ -N(mg/L)
480	<0.006
660	<0.006
840	<0.006
1020	0.018
1110	0.038
1170	0.060
1200	0.073
1290	0.124

③0.05mg/L

通過量(BV)	NO ₂ -N(mg/L)
480	<0.006
840	<0.006
1020	<0.006
1200	0.011
1380	0.024
1470	0.031
1560	0.038
1650	0.045
1800	0.055

亜硝酸態窒素を 0.04mg/L 以下に処理できる水量は、

- ①原水でおよそ 500BV.
- ②原水でおよそ 1100BV
- ③原水でおよそ 1500BV となった。

①原水の 5mg/L (実際 4.7mg/L) は、自然水でこれより高い濃度はないであろう、を想定。

③原水の 0.05mg/L は、基準値をごくわずかに超えている、を想定。

試験結果からの交換容量

①原水の場合

$$\text{NO}_2\text{-N} \quad 4.7\text{mg/L} \times 3.28 = 15.42\text{mg/L} \quad \text{NO}_2\text{-NO}_2$$

$$\text{NO}_2\text{-NO}_2 \quad 15.42 \text{ mg/L} \times 1.087 = 16.76 \text{ mg/L as CaCO}_3$$

$$\text{NO}_3\text{-NO}_3 \quad 6.2 \quad \times 0.81 = 5.02 \text{ mg/L as CaCO}_3$$

$$\text{SO}_4\text{-SO}_4 \quad 10.3 \quad \times 1.04 = 10.71\text{mg/L as CaCO}_3$$

$$16.76+5.02+10.71 = 32.49 \text{ mg/L} \quad \text{①原水の負荷}$$

500BV をブレイクポイントとすると

$$32.49 \times 500 = 16.25 \text{ g as CaCO}_3 / \text{L-R} \quad \text{樹脂 1 L あたりの交換能力}$$

②原水の場合

$$\text{NO}_2\text{-N} \quad 0.45 \times 3.28 = 1.47 \text{ mg/L} \quad \text{NO}_2\text{-NO}_2$$

$$\text{NO}_2\text{-NO}_2 \quad 1.47 \times 1.087 = 1.59 \text{ mg/L as CaCO}_3$$

$$\text{NO}_3\text{-NO}_3 \quad 6.2 \times 0.81 = 5.02$$

$$\text{SO}_4\text{-SO}_4 \quad 10.3 \times 1.04 = 10.71$$

$$1.59+5.02+10.71 = 17.32 \text{ mg/L} \quad \text{②原水の負荷}$$

1100BV をブレイクポイントとすると

$$17.32 \times 1100 = 19.05 \text{ g as CaCO}_3 / \text{L-R}$$

③原水の場合

$$\text{NO}_2\text{-N} \quad 0.05 \times 3.28 = 0.16\text{mg/L} \quad \text{NO}_2\text{-NO}_2$$

$$\text{NO}_2\text{-NO}_2 \quad 0.16 \times 1.087 = 0.17 \text{ mg/L as CaCO}_3$$

$$\text{NO}_3\text{-NO}_3 \quad 6.2 \times 0.81 = 5.02$$

$$\text{SO}_4\text{-SO}_4 \quad 10.3 \times 1.04 = 10.71$$

$$0.17+5.02+10.71 = 15.9 \text{ mg/L} \quad \text{③原水の負荷}$$

1500BV をブレイクポイントとすると

$$15.9 \times 1500 = 23.85 \text{ g as CaCO}_3 / \text{L-R}$$

まとめ

亜硝酸態窒素を 0.04mg/L 以下に処理できる能力は、
水道水レベルの塩濃度の中に、

①亜硝酸態窒素が 4.7mg/L (高濃度) ある場合は、樹脂量の 500 倍通水して再生、
 0.05mg/L (低濃度) ある場合は、樹脂量の 1500 倍通水して再生する。

②樹脂 1 l あたりの交換容量は、炭酸カルシウム換算で、16~23 g 。

(亜硝酸、硝酸、硫酸、の炭酸カルシウム換算値の合計で)

A-62MP(FG)の交換容量

この樹脂は、硫酸イオン (SO₄) より硝酸、亜硝酸イオン (NO₃,NO₂) を優先的に吸着します。硝酸イオンと亜硝酸イオンの間の優先順位は不明ですが、従来からほぼ同じと考えられています。(サマックス社のコメントによる)

注意：A-62MP(FG)は、硝酸、亜硝酸に対して選択性が高い樹脂ですが、100%ではありません。原水の硝酸(NO₃)、硫酸(SO₄) の濃度が高くなれば、亜硝酸に対する交換能力は低下します。またリン酸(PO₄)などほかにも影響を与えるものも考えられます。

以下にサマックス社研究所内での硝酸吸着に対する比較データをご紹介します。

樹脂：

タルイオン A-23P (タイプ I、ゲル、総交換容量 1.3meq/ml、)
タルイオン A-27MP (タイプ I、マクロポーラス、総交換容量 1.3meq/ml)
タルイオン A-62MP (タイプ I、マクロポーラス、総交換容量 1.0meq/ml、硝酸、・亜硝酸選択)

再生レベル：

いずれも 100 g as NaCl / L-R

原水：

研究所内プロセス水を、硝酸 (NO₃) : 硫酸 (SO₄) が 1:1, 1:2, 1:3 になるよう調整。
(w : w) (各濃度 記述なし)

テスト：

3種類の樹脂に、3種類の原水をそれぞれ SV=20 の流速で、{ 破過ではなく、飽和するまで } 通水し、その時の硝酸 (NO₃) の吸着量を比較した。

NO ₃ : SO ₄ 比率	1 : 1	1 : 2	1 : 3
A-23P NO ₃ (meq/ml)	0.307	0.285	0.210
A-27MP	0.285	0.267	0.213
A-62MP	0.414	0.410	0.412

まとめ：

A-62MP は、他のタイプ I の樹脂と比べ、硫酸濃度が硝酸濃度の 3 倍になっても硝酸に対する吸着量はほとんど変わらない。(選択性に優れている)
総交換容量で劣っていても硝酸の吸着性に優れている。

A-62MP と A-62MP(FG)の違い

(FG) は、樹脂自体のプラスチック臭を低減させる処理を追加で行ったものにつける枝番です。
樹脂の構造や性能に影響ありません。

以上