

환경 친화적 무독성, 무취, 고효율 중금속 제거제

제1장 기술개발 배경

자연환경에 배출되는 중금속 분야에 관한 입법조치는 아주 급속히 변화하고 있다. 가정용 쓰레기 또는 산업 폐기물 특히 황산유형의 산업 배출물의 소각 장치에서 나오는 배기 가스의 세정(정제)용 수성액체는 중금속을 함유하고 있는 매질이다. 마찬가지로 측정된 토양은 그러한 금속으로 오염되어 있다.

산업의 발달에 따라 다양한 오염원에서 각종 중금속이 폐수 중에 함유되어 있으나 기존 중금속 제거제의 경우 금속에 대한 선택성, 중금속 제거제 자체의 높은 독성, 악취, 설비부식 등의 문제를 가지고 있다.

기존 폐수에서 중금속을 제거하는 가장 잘 알려진 방법은 석회로 염기성 침전을 일으키고 이후에 응집제의 첨가에 의해 통상적으로 개선된 침전/분리 단계를 수행하는 것이다.

그러나 이러한 방법은 여러 가지 단점을 가지고 있다.

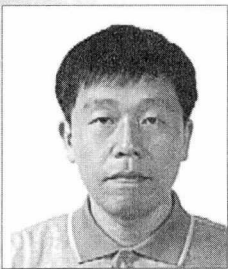
특히, 석회와의 침전에 의해 다량의 슬러지가 발생되며 이러한 슬러지는 케이크 형태로 정제 및 압축 후 현재로는 특정한 매립지에 묻어야만 한다.

더욱이, 수득된 슬러지는 현재로는 안정화시키기가 어렵다. 슬러지에 다량의 칼슘이 존재함으로써 예컨대, 유리화(vitrification)에 의한 안정화 조작이 상당히 억제될 수 있다. 최종 특수폐기물의 저장에 관련되어 예상되는 규제로 인해 이러한 유형의 폐기물의 침출을 실질적으로 감소시키기 위해 매립지에 묻기 전에 케이크를 안정화시키는 것이 필요하다.

그러므로 기존 중금속 제거제의 여러 가지 문제점을 해결할 수 있는 새로운 중금속 제거제의 개발이 요구되고 있다.



박재현
(주)켄스필드코리아 대표이사
jhpark@chemfield.com



장병만 이학박사
(주)켄스필드코리아 연구소장
alchemie@chemfield.com

제2장 기술개요

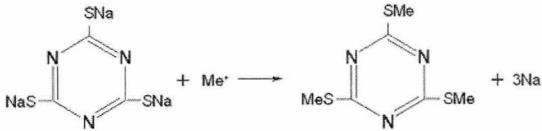
2.1 기술의 특징

① 높은 안정성

새로운 형태의 중금속 제거제인 CMT는 기존 중금속 제거제가 안고 있는 여러 가지 문제점을 해결한 환경 친화적 중금속 제거제이다.

CMT의 경우 1가와 2가의 거의 모든 중금속을 제거할 수 있으며 작용 메카니즘은 다음 그림과 같다.

· 1가 금속들

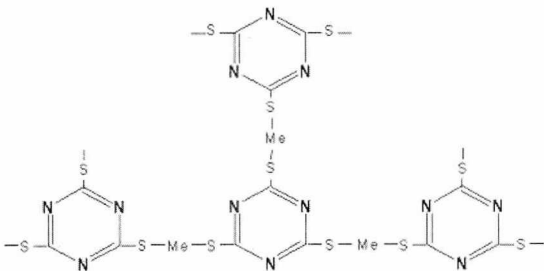


· 2가 금속들



$\text{Me}^+, \text{Me}^{2+} = \text{중금속}$

$\text{CMT}^{3-} = \text{C}_3\text{N}_3\text{S}_3^{3-}$



CMT는 중금속과 결합할 경우 안정한 화합물을 형성하며 특히 2가 금속의 경우 CMT가 망상구조를 이루게 되어 매우 안정한 화합물이 형성된다.

② 낮은 독성

대부분의 기존 중금속제거제의 경우 높은 독성을 가

지고 있다. 이로 인해 중금속을 제거한 폐수가 중금속 제거제로 인해 높은 독성을 가지는 경우가 발생하였다.

CMT의 경우 수계에 대한 독성이 매우 낮아 중금속 제거제의 독성으로 인한 2차 오염을 불식시켰고 과량을 사용하더라도 수계에 영향을 미치지 않는다.

아래 표에 기존 중금속제거제와 CMT의 독성을 비교하였다.

Compound name	Sodium sulphide	Sodium trithio-carbonate	Dimethyldithio-carbamate	Trimercapto-triazine
Structural formula	Na-S-Na	$\begin{matrix} \text{S} \\ \\ \text{Na-S-C-S-Na} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{CH}_3 & \text{SNa} \\ \diagdown & / \\ \text{N} & - & \text{C} \\ / & \diagdown \\ \text{CH}_3 & \text{S} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{SNa} \\ \\ \text{N} \\ / \quad \backslash \\ \text{N} \quad \text{N} \\ \backslash \quad / \\ \text{N} \\ \\ \text{SNa} \end{matrix}$
CAS-RN	1313-82-2	534-18-9	128-04-1	17766-26-2
Commodity	60% solid	solution	42% solution	15% solution
Acute toxicity LD ₅₀ (rat, mg/kg)	208	n.a.	3,590	7,878
Lethal conc. LC(fish, mg/L)	25(LC ₅₀)	7.5(LC ₅₀)	20(LC ₅₀)	12,000(LC ₀)
Mutagenity Product of	n.a.	n.a.	yes	no
decomposition	H ₂ S	H ₂ S + CS ₂	CS ₂	none

③ 악취저감 및 설비 부식

S를 함유하는 기존 중금속 제거제의 경우 제품에 따라 차이가 있으나 특유의 악취를 가지고 있다. 이와 달리 CMT의 경우 냄새가 거의 없어 작업자에게 불쾌감을 주지 않으며 사업장 주변 민원의 소지를 차단할 수 있다.

또한 CMT의 경우 설비를 부식시키지 않아 설비의 내구성을 향상 시킬 수 있다.

2.2 중금속 슬러지(sludge)의 처리

CMT는 수용액 내에서 중금속과 반응하여 Metal-organic compounds 형태로 침전되며 중금속 침전물은 침전 후 재용출에 따른 2차 환경 오염문제가 없어 침전물(Sludge)의 일반폐기물로의 처리가 가능한 안정한 제품이다.

TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure) 시험 후에도 재용출에 따른 독성문제가 전혀 없다.

CMT로 처리한 중금속 침전물의 안정성을 다음 표에 나타냈다.

번호	항 목	내 용
1	용해도급	24℃, pH 7, 72시간 교반-->금속 농도 1mg/L (0.0001~1mg/L) 훨씬 아래에서 검출
2	용출력(Elutability)	24시간 용출 후 분석--> 용출액 1리터 당 0.05mg 이하의 Cu를 포함
3	침출력 실험 (Leachability tests)	125일 동안 기후노출실험-->포집된 물의 Cu 농도는 1mg Cu/L (pH 5.7- 6.5)이하.
4	열안정성 (Thermogravimetry 측정)	5℃/Min., 30-300℃-->Hg ₂ (CMT) ₂ 경우 210℃ 이상의 온도에서도 분해되지 않음.
5	미생물분해	각종 미생물 사용-->CMT는 생분해하지 않음.
6	산, 산화제와의 반응성	묽은 산, 약한 산화제-->묽은 산과 미반응, 어떤 hydrogen sulphide도 방출하지 않음.

위와 같은 특성을 가진 CMT로 처리한 중금속 침전물은 지정폐기물이 아닌 일반폐기물로 폐기할 수 있어 폐기물 처리비용을 절감할 수 있다.

제3장 중금속 제거효율

① 표준 사용량

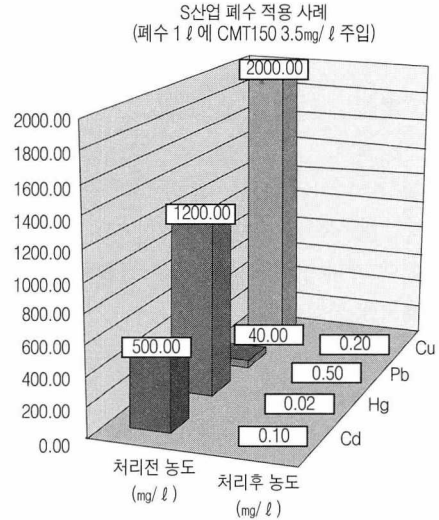
CMT의 각종 중금속에 대한 표준 제거 효율은 하기와 같으며 CMT사용량을 높일 경우 99.99%의 제거 효과가 있으며 특히 구리, 수은과 카드뮴에 대해 제거 효율이 탁월하다.

각종 중금속에 대한 CMT의 처리효율을 다음 표에 나타냈다.

중금속	초기농도	처리 후 농도	CMT 사용량	처리효율
Cu	1g Cu/L	0.07mg Cu/L 이하	18mℓ	99.9%
Cd	1g Cd/L	0.1mg Cd/L 이하	10mℓ	99.9%
Ag	10mg Ag/L	0.2mg Ag/L 이하	0.26mℓ	98%
Hg	3.6g Hg/L	0.02mg Hg/L 이하	21.1mℓ	99.99%
Ni	144mg Ni/L	0.4mg Ni/L 이하	2.9mℓ	99.7
Pb	82mg Pb/L	0.5mg Pb/L 이하	0.9mℓ	99.4

② 적용례

CMT를 폐수처리 현장에서 실험한 예는 다음과 같다. S 산업 폐수에 대한 중금속 제거결과 구리의 경우 2000ppm에서 0.2ppm으로 구리에 대한 제거 효율이 가장 높게 나타났다.



제4장 결 론

친환경 무독성 중금속 제거제인 CMT는 환경 특히, 수계에 영향을 미치지 않아 중금속 폐수 처리 시 운영의 폭을 넓혀줄 수 있으며 우수한 중금속 제거 효율로 인해 경제적인 측면에서도 장점을 가지고 있다.

또한 기존 폐수 처리공정에서 널리 사용되어온 유화소다 대비 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

1. 유화소다와 같이 중금속 제거 역할 수행
2. 유화소다 대비 사용 용이성, 효율성이 높음.
3. 저장 안정성이 좋음.
4. 유화소다와 달리 사용시 악취 없음.
5. 2차 오염 발생이 없어 일반 매립이 가능함.

이와 같은 여러 가지 장점을 가진 CMT를 사용하여 중금속 폐수를 처리할 경우 환경에 미치는 영향을 최소화할 수 있어 환경보존에 크게 이바지할 것으로 기대된다.

※기술문의 : (주)캠스필드코리아 CMT 담당자
 TEL : (02)561-0652 / (031)918-0653
 FAX : (031)918-7767
 홈페이지 : www.chemsfield.com