

人工ゼオライトの重金属排水処理吸着材への適用性の検討

前田建設工業株式会社	正会員	○田窪	祐子
前田建設工業株式会社		正岡	孝浩
前田建設工業株式会社		新井	祐二

1. はじめに

人工ゼオライトは石炭灰をアルカリ転換することでゼオライト化した資材である。その特徴として陽イオン交換容量（以下CEC）が大きいことがあげられる。そのため、溶液中の陽イオンを吸着除去する効果があり、水中の重金属汚染浄化などに利用することが期待される資材である。本試験では人工ゼオライトの重金属類吸着効果を確認し、重金属排水処理吸着材としての適用性を検討した。

2. 重金屬吸着試験

2. 1 試験概要

人工ゼオライトはナトリウム型とカルシウム型の 2 週類を供した。表-1 に示す 5 段階の濃度に調整した対象物質溶液を作成した。作成した水溶液を使用して吸着試験を行った。試験は人工ゼオライト 1g に対して水溶液を 1000ml 加えて 1 時間振とう後、ろ液中の汚染物質濃度を測定し、吸着特性を確認することとした。

表-1 対象物質及び濃度一覧

対象物質	使用薬品名	濃度1	濃度2	濃度3	濃度4	濃度5
カドミウム	硝酸カドミウム	1.2	6.0	12	60	120
シアン	フェロシアン化カリウム	1.0	5.0	10	50	100
鉛	硝酸鉛	2.0	10.0	20	100	200
六価クロム	重クロム酸ナトリウム	0.2	1.0	2	10	200
砒素	砒酸水素二ナトリウム・12水和物	0.5	2.5	5	25	50
水銀	塩化水銀(Ⅱ)	2.0	10.0	20	100	200
セレン	亜セレン酸ナトリウム	0.4	2.0	4	20	40
硝酸態窒素	硝酸カリウム	0.3	1.5	3	15	30
フッ素	フッ化ナトリウム	0.4	2.0	4	20	40
ホウ素	ホウ酸	0.2	2.0	4	20	40

2. 2 試験結果及び考察

試験結果を表-2 に示す。カドミウム、鉛など水中で陽イオンの形態をとる重金属において吸着効果が確認された。ナトリウム型人工ゼオライトのほうがカルシウム型人工ゼオライトよりも高い吸着特性を発揮していることがわかった。吸着効果があると考えられる重金属類は、カドミウム、鉛、水銀、セレンであった。

以上の試験結果より次のことが判明した。

①カルシウム型，ナトリウム型のいずれの人工ゼオライトでもカルシウム，鉛，水銀，セシウムを吸着することが出来る。

②カルシウム型とナトリウム型ではナトリウム型のほうが吸着量が多く処理水の pH も高い傾向にある。

この結論を踏まえて重金属排水処理試験を行った。

表-2 吸着量一覽

対象物質		濃度1	濃度2	濃度3	濃度4	濃度5
カドミウム	原液濃度	1.20	5.80	12.00	63.00	120.00
	Ca型人工ゼオライト吸着量	1.20	5.80	12.00	35.00	43.00
	Na型人工ゼオライト吸着量	1.20	5.80	12.00	62.97	118.80
シアン	原液濃度	0.93	4.70	9.30	47.00	91.00
	Ca型人工ゼオライト吸着量	0.03	0.00	-0.20	0.00	-1.00
	Na型人工ゼオライト吸着量	-0.17	-0.10	0.20	0.00	-2.00
鉛	原液濃度	1.20	9.30	21.00	110.00	220.00
	Ca型人工ゼオライト吸着量	1.20	9.30	20.90	109.20	144.00
	Na型人工ゼオライト吸着量	1.20	9.30	20.90	110.00	219.80
六価クロム	原液濃度	0.23	1.10	2.20	10.00	22.00
	Ca型人工ゼオライト吸着量	0.01	0.00	0.10	-1.00	0.00
	Na型人工ゼオライト吸着量	0.02	0.00	0.00	-1.00	0.00
砒素	原液濃度	0.44	2.70	5.60	27.00	54.00
	Ca型人工ゼオライト吸着量	-0.04	0.60	2.00	0.00	-2.00
	Na型人工ゼオライト吸着量	-0.04	-0.40	0.00	-5.00	-4.00
水銀	原液濃度	2.00	9.20	21.00	100.00	20.00
	Ca型人工ゼオライト吸着量	0.20	1.40	4.00	37.00	80.00
	Na型人工ゼオライト吸着量	1.18	3.20	11.00	23.00	30.00
セレン	原液濃度	0.50	2.30	4.00	22.00	42.00
	Ca型人工ゼオライト吸着量	0.20	0.90	0.50	3.00	2.00
	Na型人工ゼオライト吸着量	0.10	0.30	-0.10	-3.00	2.00
硝酸態窒素	原液濃度	0.32	1.66	3.27	16.30	32.10
	Ca型人工ゼオライト吸着量	-0.01	0.02	0.01	0.20	0.00
	Na型人工ゼオライト吸着量	-0.01	0.01	-0.01	0.20	-0.40
フッ素	原液濃度	0.36	2.00	3.50	19.00	37.00
	Ca型人工ゼオライト吸着量	0.00	0.10	0.00	1.00	0.00
	Na型人工ゼオライト吸着量	-0.01	2.00	0.00	0.00	0.00
ホウ素	原液濃度	0.40	2.00	3.90	19.00	38.00
	Ca型人工ゼオライト吸着量	0.00	0.00	-0.10	0.00	-1.00
	Na型人工ゼオライト吸着量	0.00	0.00	-0.10	0.00	-1.00

キーワード：人工ゼオライト，重金属，吸着，排水処理

連絡先（東京都練馬区旭町 1-39-16 前田建設工業(株)技術研究所・TEL03-3977-2241・FAX03-3977-2251）

3. 排水処理試験

3. 1 試験概要

人工ゼオライトを図1に示すカラムに充填し、種々の汚染濃度の水を通水し、重金属排水処理能力を把握することとした。装置は水頭差の変化によりカラム内を下から上に流すことができるものである。カラム内での破瓜状況を観測するため、5cm ピッチで採水孔を取り付けた。人工ゼオライトは2の試験結果を反映しナリウム型を使用した。また、充填材料として珪砂6号を用い、ここに種々の添加率で粉末の人工ゼオライトを添加した。汚染種は吸着効果の認められたカドミウムを採用した。試験ケースを表-3に示す。

表-3 試験ケース

	ゼオライト 添加量 (%)	設定汚染 濃度 (mg/l)	通水 速度 (cm ² /min)	備考
1	0	0.5	10	添加量の違い
2	1	0.5		
3	5	0.5		汚染濃度の違い
4	5	5		
5	5	50		

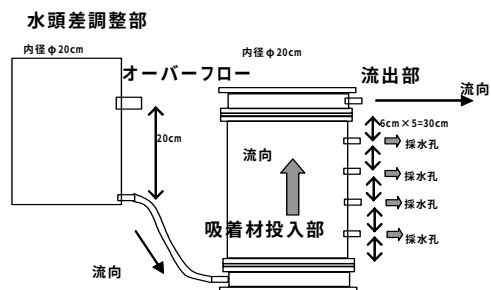


図-1 試験装置

3. 2 試験結果および考察

人工ゼオライト添加量の違いによる結果を図-2に示す。人工ゼオライトを添加することで顕著に吸着効果が見られることがわかる。また、時間の経過と共にカラムの下部から破瓜していくことがわかる。人工ゼオライトを5%添加すると、今回の通水量では破瓜しなかった。また、濃度による変化では、濃度が高くなるにつれて、破瓜していくことがわかった。しかし、今回の通水量ではカラム全体としては破瓜しなかった。

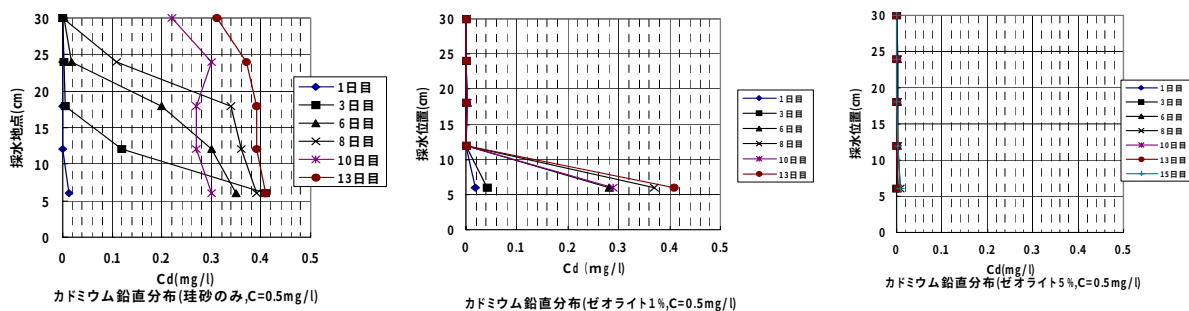
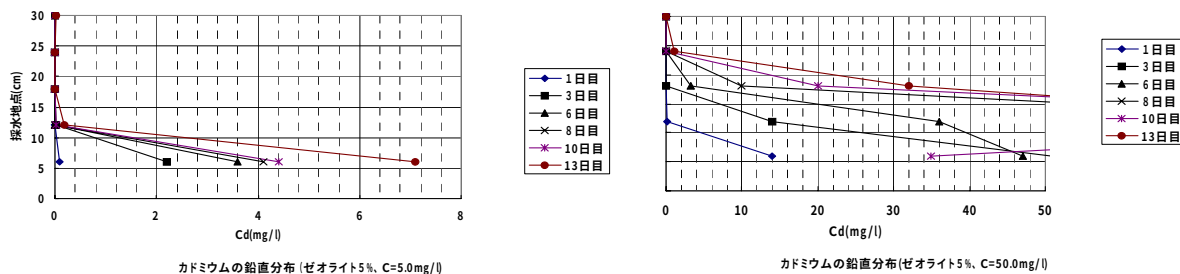


図-3 ゼオライト添加量による鉛直分布



4. まとめ

人工ゼオライトには高い重金属吸着効果があり、陽イオンである鉛やカドミウムで顕著な効果があることがわかった。鉛やカドミウムによる汚染処理吸着材としてカラムに充填して通水するという方式で処理することで適用できると考えられる。本研究は財団法人エンジニアリング振興協会で行った「もみ殻廃棄物を再資源化した環境改善材料の有効利用に関する調査研究」による成果である。