

## 熱処理したばたの重金属吸着特性と地盤材料としての有効利用

九州大学大学院 学 黒田 俊雅 F 落合 英俊  
九州大学大学院 正 安福 規之 正 大嶺 聖

## 1. はじめに

ばたとは、石炭採掘に伴って地中から掘り出される碎屑物の総称であり、九州地方には集積されたばた山が大量に放置されている。ばたの大量処分が可能となれば、天然資源の節約、周辺環境の改善、跡地利用などの利点が期待されることから、ばたを地盤材料として利用するために多くの研究が行われてきたが、ばたは水浸により容易に軟化・細粒化すること、またイオン濃度が高く硫酸塩を多量に含んでいることから、良質な地盤材料である焼ばたなどを除いては、実用化には至っていない。既往の研究<sup>1)</sup>から、熱処理したばたは砂質土と同等の力学特性を有し、生ばたに比べ良質な地盤材料であり、さらに pH、電気伝導率、濁度が大きく改善され、環境への負荷は軽減されると考えられる。本研究では、熱処理したばたの重金属吸着特性を調べることに より、地盤材料としての有用性を明らかにし、その特性を考慮した有効利用法を考察する。

2 重金属吸着特性<sup>2)</sup>

本研究では、福岡県旧国鉄炭鉱志免ばた山から採取したばたを試料とする。熱処理の方法は 9.5mm ふるいを通した試料をアルミホイルで覆い卓上電気炉を用いて 600 で 2 時間加熱する。熱処理したばたは、木炭等の炭化物に似た外観を呈している。熱処理により炭化された状態にあるばたの重金属吸着特性を、汚染物質を含有する物質の環境への有害性を判定するために用いられるバッチ試験により考察した。実験方法は、原子吸光用 1000ppmCd,Cr および Pb 標準液を豊浦砂に加えたモデル汚染土を作製し、そこに熱処理ばたを混合率 0,20,40%（汚染土の乾燥質量に対する熱処理したばたの質量比）で加え、振とう溶液と混ぜ、6 時間振とうさせた後の溶液中の重金属濃度を測定し、混合率に対する濃度の変化から熱処理したばたの吸着効果を考察した。また、重金属の溶出量は pH に大きく左右されることを考慮し、酸性・中性・アルカリ性 3 種類の液性を設け（使用した溶液 酸性：フタル酸 pH 標準液, 中性：ホウ酸 pH 標準液, アルカリ性：水酸化ナトリウム水溶液）pH に対する各重金属の溶出傾向についても考察した。図-1～3 に pH に対する各重金属溶出濃度の変化、また熱処理したばたの混合率に対する溶出濃度の変化を示した。図-1 より Cd の溶出量は、酸性, 中性で大きくなり、アルカリ性に移行すると著しく減少していくと考えられる。また、熱処理したばたは、酸性, 中性では Cd 吸着効果をほとんど示さなかったが、アルカリ性では Cd の溶出を抑制している。次に図-2 から、Cr の溶出量は酸性, アルカリ性で大きくなり、熱処理したばたの吸着効果はアルカリ性ではほとんど吸着効果を示さなかったが、酸性, 中性では大きな吸着効果を示している。図-3 より Pb の溶出量は酸性, アルカリ性条件下で大きくなる。また、熱処理したばたは

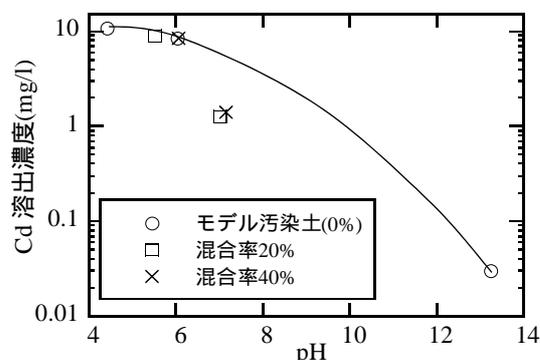


図-1 Cd 溶出濃度と pH の関係

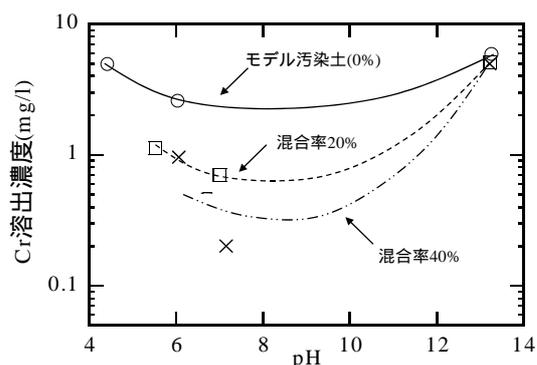


図-2 Cr 溶出濃度と pH の関係

キーワード ばた 熱処理 重金属吸着特性 バッチ試験 中間覆土

連絡先 〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 工学部 4 号館（水工） 4 階地盤工学研究室 092-642-3286

どの液性条件においても高いPb吸着能力を発揮している。3種類の重金属に対する吸着効果を比較するとPbに対する吸着効果が卓越しているが、これについては汚染物質が吸着材に吸着される際、吸着材は汚染物質に対し優先選択性を持ち、さらにその性質は吸着材の種類により異なると言われていることから、今回の実験条件のもとでは、熱処理したばたは3種類のうちPbを優先的に吸着したと考えられる。最後に、この実験結果より重金属の溶出傾向や熱処理したばたの重金属吸着特性はpHに大きく依存すると考えられ、また熱処理したばたは高いPb吸着作用を示すと考えられる。

### 3. 熱処理したばた混合による都市ゴミ焼却灰の化学特性変化

この熱処理したばたの重金属吸着特性、また既往の研究から明らかとされている熱処理したばたの諸特性を考慮した地盤材への利用方法として、重金属等有害物質の含有・溶出が問題とされる廃棄物埋立処分場における中間覆土として利用することは有効ではないかと考え、ここでは廃棄物として扱われる都市ゴミ焼却灰を用いて、さきの実験と同様に熱処理したばたを混合しバッチ試験を行い、焼却灰からの溶出水に対する熱処理したばたの化学特性改善効果を調べることで、熱処理したばたの覆土材としての適用性を化学的見地から評価した。本実験で使用する都市ゴミ焼却灰には、さきの実験で対象とした3種類の重金属のうちPbしか含有されていなかった。図-4に熱処理したばたの混合率に対するPb溶出濃度の変化を示し、また表1にPb溶出濃度・pH・電気伝導率の測定結果を示す。図-4から都市ゴミ焼却灰から溶出したPbの濃度は熱処理したばたを混合していくと大きく軽減されていくことがわかる。pHについては、熱処理ばたが弱酸性を示すことからその緩衝作用により低減されると予想したが、焼却灰自体のpHが13.03と非常に高くほとんど変化が見られなかった。また、電気伝導率が減少していることから、熱処理したばたはPb以外にも焼却灰から溶出されたその他のイオンを吸着していると考えられる。熱処理したばたを廃棄物埋立処分場の中間覆土として用いることにより、廃棄物層から溶出される重金属等有害物質を吸着し、処分場で設置されている浄水施設への負担を多少なりとも軽減できるのではないかと考える。以上のことから、熱処理したばたを廃棄物処分場における覆土材として用いることは有効ではないかと考える。

図-3はPb溶出濃度とpHの関係を示している。縦軸はPb溶出濃度(mg/l)で対数スケール(0.1, 1, 10)、横軸はpH(4, 6, 8, 10, 12, 14)である。3つのデータ系列がある: モデル汚染土(0%) (丸印)、混合率20% (四角印)、混合率40% (十字印)。いずれもpHが6から10の範囲で溶出濃度が減少する傾向が見られる。

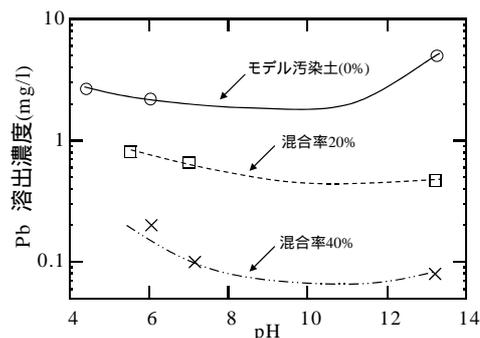


図-3 Pb溶出濃度とpHの関係

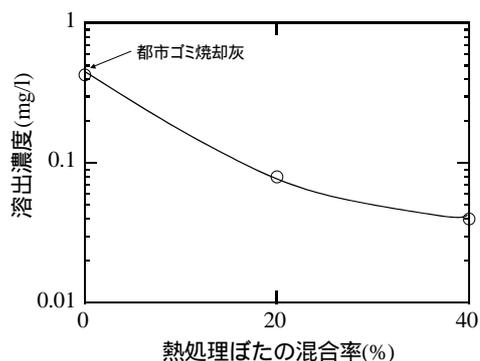


図-4 Pb溶出濃度と混合率の関係

表-1 熱処理ばた混合による化学特性の変化

	混合率(0%) 焼却灰	混合率 20%	混合率 40%
Pb溶出濃度(mg/l)	0.43	0.08	0.04
pH	13.03	12.92	12.8
EC(mS/m)	636	516	410

### 4. まとめ

熱処理したばたのCd, Cr, Pb吸着特性をモデル汚染土を使用したバッチ試験により調べたところ、その吸着特性はpHに大きく依存することがわかった。また、熱処理したばたは高いPb吸着特性を有することが確認された。この重金属吸着特性を考慮した熱処理したばたの地盤材料への有効利用方法の一つとして、重金属等有害物質の含有・溶出が問題とされる廃棄物埋立処分場における中間覆土として利用することは有効であると考えられる。

参考文献) 1) 黒田俊雅ら：熱処理ばたの重金属吸着特性,平成15年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 ppA-180~181

2) 川上聖司ら：焼成処理によるばたの地盤工学的特性の改善,平成14年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 ppA-352~353