

石炭灰の重金属除去のための効果的な洗浄方法

防衛大学校建設環境工学科 正○末次大輔，学 中村史則
同 上 正 宮田喜壽，F 木暮敬二

1．はじめに

石炭灰の有効利用率を向上させる方法として，埋立材や盛土材としての活用は，通常用いられている自然材料の代替品として大量に利用できる点で有効であると考えられる．しかし，石炭灰を水に浸漬すると，有害物質が溶出し，そのことが石炭灰の地盤材料への利用を阻害する原因の一つとして挙げられている．本研究の目的は，有害物質が溶出する可能性を十分に低くした状態で石炭灰を利用するために，有害物質を除去するための効果的な洗浄方法を確立することである．本報告では，石炭灰に含まれるクロムとホウ素を対象として，それらの除去効果に及ぼす洗浄時間および pH の影響を調べた実験の概要とその結果を示す．

2．実験概要

2．1 実験方法

本研究で使用した石炭灰は，石炭火力発電所で排出されたフライアッシュである．石炭灰の物理的性質および鉱物組成を表 - 1 に示す．洗浄実験に用いる試料は，石炭灰とイオン交換水を 1：10（体積比）で混合した懸濁水を用いた．洗浄実験に先立ち，石炭灰懸濁水の pH の調整方法について検討した．そこでは，pH 調整剤として用いる硫酸の添加量と 60 分攪拌後における石炭灰懸濁水の pH

の関係を調べた．石炭灰の洗浄実験は，石炭灰懸濁水に所定量の硫酸を加え，マグネチックスター

ラーを用いて所定時間攪拌して行った．そして懸濁水を濾過し，濾過水に含まれる有害物質の濃度を測定した．今回測定の対象とした有害物質は，予備実験の結果をふまえて，六価クロム，全クロム，ホウ素とし，濃度の測定には分光光度計を使用した¹⁾．実験のフローと実験条件をそれぞれ図 - 1，表 - 2 に示す．

3．実験結果

3．1 石炭灰懸濁水の pH の調整法について

今回使用した石炭灰の懸濁水は，調製直後において pH が 12.8 となる．このように高いアルカリ性を示す原因は，アルカリ性を示すカルシウム等の元素が石炭灰から溶出したためと考えられる．

表 - 1 石炭灰の物理化学的性質

粒子密度 ρ_s (t/m ³)	2.155	
均等係数 U_c	3.45	
平均粒径 D_{50} (μ m)	10	
主要化学成分(%) (蛍光 X 線分析)	SiO ₂	56.1
	Al ₂ O ₃	20.9
	MgO	7.1
	Fe ₂ O ₃	1.3
	CaO	9.8
	K ₂ O	0.3
	SO ₃	0.2
	TiO ₂	1.6
	P ₂ O ₅	2.4

表 - 2 実験条件

	懸濁水	攪拌時間 (min)	pH (目標値)	水温 ()
CASE 1	1:10	30, 60, 360, 1440	無調整(12.8)	18
CASE 2	1:10	60	12.0, 7.0, 3.0	18

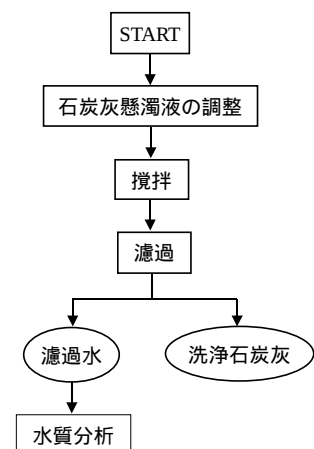


図 - 1 洗浄実験のフロー

キーワード：石炭灰，重金属，pH，洗浄

連絡先：〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 TEL: 046-841-3810 FAX: 046-844-5913

石炭灰懸濁水の pH と硫酸の添加量の関係を図 - 2 に示す。アルカリ性域と酸性域では、硫酸の添加に伴い pH が急激に低下する。中性域においては、硫酸の添加に伴う pH の変化は小さい。この実験結果をもとに、石炭灰懸濁水を所定の pH に調整するために必要となる硫酸の添加量を定めた。

3. 2 重金属類の溶出量に及ぼす攪拌条件の影響

六価クロムの溶出量と攪拌時間の関係を図 - 3 に示す。攪拌時間が長くなるほど、六価クロムの溶出量は多くなる。攪拌時間が長くなるにしたがって、溶出量の増加割合は小さくなる。懸濁水の pH をアルカリ性域、中性域、酸性域になるように硫酸を加え、60 分攪拌したときの六価クロム、全クロムおよびホウ素の溶出量を図 - 4, 5 に示す。六価クロムの溶出量はアルカリ性から中性域において増加し、酸性域において激減する。全クロムの溶出量は pH が低いときほど増加する。アルカリ性から中性域において、六価クロムと全クロムの溶出量はほぼ等しいので、懸濁水中のクロムは六価の状態で存在していると考えられる。酸性域において、全クロムの溶出量が六価クロムのそれよりはるかに多いことから、懸濁水中のクロムの大部分は三価の状態で存在していると考えられる。このメカニズムに関して、pH 調整剤として硫酸を用いていることや、懸濁水中に還元剤として働く物質が存在していることなどが影響していると思われる。以上の実験より、酸性域で洗浄することによってより多くのクロムを除去できることが明らかとなった。一方、酸性域におけるホウ素の溶出量は、アルカリ性域におけるそれより約 220 倍増加する。したがって、ホウ素についても、酸性域で洗浄することによって、より多くの量を除去することができると考えられる。

4. まとめ

本研究では、石炭灰に含まれるクロムとホウ素を効果的に除去する方法について実験的に検討した。その結果、攪拌時間を長くするほど、また石炭灰懸濁水の pH を低下させるほど、除去効果が大きくなることが明らかとなった。しかし、石炭灰にはクロムやホウ素の他に、鉛やヒ素等が含まれており、今回対象としなかった物質の除去効果についても調べる必要がある。

参考文献

1) 日本分析化学会北海道支部編：水の分析，化学同人

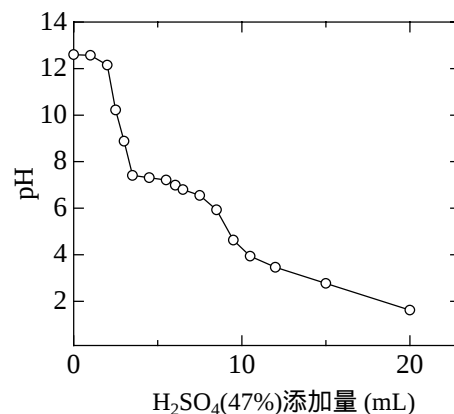


図 - 2 硫酸添加による懸濁水の pH の変化

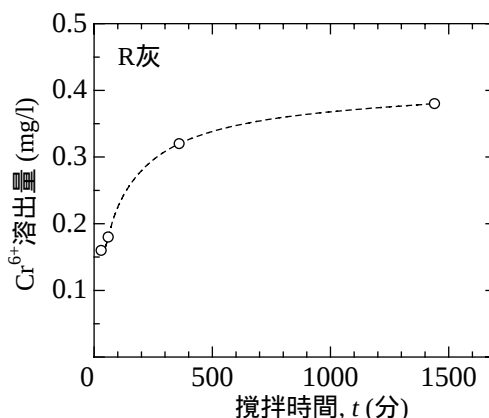


図 - 3 六価クロムの溶出量と攪拌時間の関係

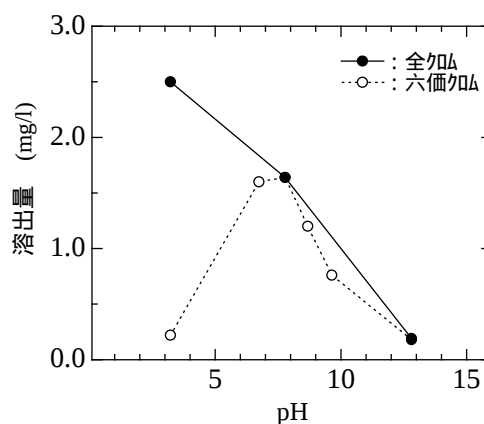


図 - 4 クロムの溶出量と pH の関係

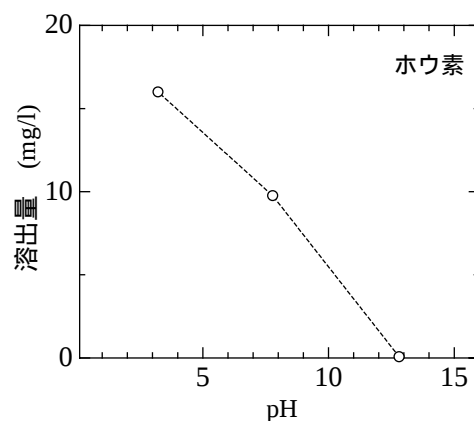


図 - 5 ホウ素の溶出量と pH の関係