

## 1、研究テーマの背景、目的

経済社会の発展により物が豊かになった反面、大量生産・大量消費・大量廃棄を繰り返してきた結果として環境に大きな負担を与えている。そのような中、廃棄物を有効利用するべく、建築資材等でリサイクル製品が多く作られている。しかし、現在ではリサイクル製品に対する安全性評価方法が統一化されておらず、その安全性が保障されていないと考えられる。この事をふまえ、建設廃棄物について調査した。

建設廃棄物は、産業廃棄物全体（平成 10 年度で年間約 4 億 1,000 万トン）のほぼ 2 割を占めている。国土交通省が実施している排出量の調査では、建設投資の減少や業界の減量化努力などによって平成 7 から 12 年の 5 年間でおよそ 15% 減少しているが、同省がまとめた建築解体廃棄物の将来推計によれば、高度成長期に建てられた非木造建築が 2005 年ごろから更新期を迎え、その廃棄物が飛躍的に増加している。そのため、建設廃棄物のリサイクル製品の開発や、その利用が進められている。

このような背景から、様々な環境下で利用することを目的とした各種リサイクル製品とその材料 10 種類に対し、環境へ影響を与える有害物質が溶出するかどうかを検討する実験を行った。溶出特性を評価する試験方法は複数あるが、特に pH 依存性試験に着目し、pH の変化により、どのような元素が溶出するかを調査した。今回の実験結果から、各種リサイクル製品の環境安全性を把握する事とした。

## 2、実験方法

環境庁告示 46 号試験（溶出試験）、全含有量試験（溶出試験）、シリアルバッチ試験、pH 依存性試験  
これらの試験により得られた試料に対して下記の分析を行い、試料中に含まれる物質を測定する。

測定元素は、Cd、Pb、Cu、Cr、Se、Na、K、Ca、Mg、As、Fe、Ni の計 12 項目とした。

シリアルバッチ試験では、200mg の試料に 400ml の純水を硝酸で pH4 に調整したものを溶媒として使用した。試験を 32 日間連続で行い、採水日(1,2,4,8,16,32 日目)に上澄み液を 100ml とり、ろ過をし、検液とした。また、採水後、溶媒を 100ml 加え、同量とした。

pH 依存性試験では、pH4,6,8,10,12 の 5 段階で試験を行い、得られた試料中に含まれる元素を測定する。操作内容は容器に試料と純粋を加え、攪拌すると同時に、硝酸及び水酸化ナトリウムを使用して 4、44、48 時間経過時の試薬添加量及び pH を記録する。その後、ろ過をし、硝酸で pH2 以下に調整、検液とし、元素測定を行う。

## 3、実験結果

今回の研究で使用した各種リサイクル製品とその材料 10 種類を表 1 に示す。

表 1 研究に使用した試料

番号	材料/製品	試料名	番号	材料/製品	試料名
P022	再生製品	建設汚泥再生処理土	P082	再生製品	電気炉スラグ利用再生路盤材C
M028	材料	ペーパースラッジ焼却灰	M103a	材料	電気炉酸化スラグ
M050	材料	廃瓦	M103b	材料	廃コンクリートD
P080	再生製品	電気炉スラグ利用再生路盤材A	M104a	材料	造粒焼却灰
P081	再生製品	電気炉スラグ利用再生路盤材B	M104b	材料	灰コンクリートF

測定結果の中から造粒焼却灰(M104a)のシリアルバッチ試験の結果を図1に、pH依存性試験の結果を図2に示す。また、図1を作成した際に使用したデータを表2に、図2を作成した際に使用したデータを表3に示す。表3の\*印は定量下限以下を示す。

今回は、造粒焼却灰(M104a)のクロムの溶出に着目した。シリアルバッチ試験では時間経過によって比較的同量の6価クロムが溶出していた。pH依存性試験では、pH10,12の時溶出していた。

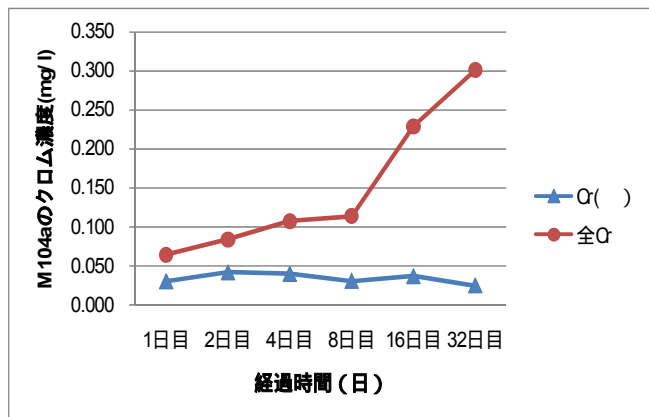


図1 シリアルバッチ試験の測定結果

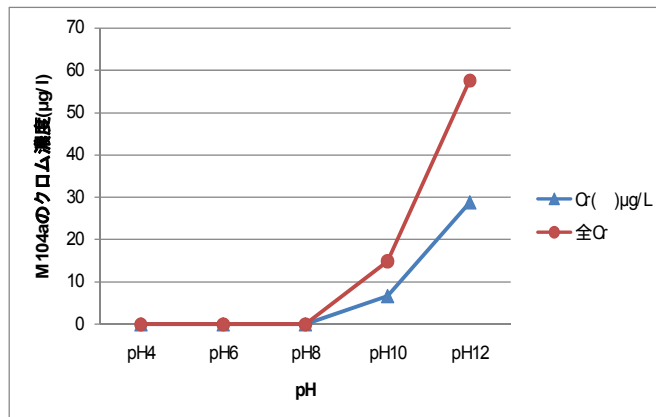


図2 pH依存性試験の測定結果

表2 シリアルバッチ試験の測定結果(M104a)

M104a	Cr(VI)(mg/L)	全Cr(mg/L)
1日目	0.030	0.065
2日目	0.042	0.084
4日目	0.040	0.108
8日目	0.031	0.114
16日目	0.037	0.229
32日目	0.025	0.301

表3 pH依存性試験の測定結果(M104a)

M104a	Cr(VI)(μg/L)	全Cr(μg/L)
pH4	*	*
pH6	*	*
pH8	*	*
pH10	6.65	14.9
pH12	28.8	57.6

#### 4、考察

シリアルバッチ試験では、セレン、ヒ素以外の各種重金属類は時間経過によって徐々に溶出している事が分かった。有害な元素はほとんど含まれていなかったが、M104aの造粒焼却灰中に6価クロムが多く含まれている事が分かった。長期にわたって溶出されたため、長時間の利用を目的とするならば、別の材料を使用する、もしくは6価クロム対策等を図る必要があると考えられた。

pH依存性試験では、特徴として酸性で多く溶出する元素と、アルカリ性で多く溶出する元素の2種類に分かれた。酸性で溶出するものは、カルシウム、マグネシウム、カリウム、鉄、マンガン、カドミウム、鉛の計7種類。アルカリ性で溶出するものは、ナトリウム、クロムの2種類。残りの銅、セレン、ヒ素の3種類はどのpHにおいても溶出されていなかった。又、M104a中から6価クロムが検出された。6価クロムがアルカリ性中で溶出されていることから、酸性の環境下では溶出する可能性は低く、安全であると考えられた。

#### 5、まとめ

今回の研究では、環境庁告示46号試験、全含有量試験、シリアルバッチ試験、pH依存性試験の計4つの試験法を用いて各種リサイクル製品とその材料に含まれる元素を測定してきた。それらの中で造粒焼却灰(M104a)中に環境基準の0.05mg/Lに近い量の6価クロムが含まれている事が分かった。