

# 石炭灰と建設発生土を用いた新しい歩行者系舗装材料の溶出特性

福岡大学工学部 学生会員 伊藤恵輔 西田健吾 福岡大学大学院 学生会員 川原健治  
 福岡大学工学部 正会員 佐藤研一 藤川拓朗  
 (株)NIPPO コーポレーション 法人会員 石田正志 (株)林田産業 非会員 林田和正

**1. はじめに** 歩行者系舗装はこれまで公園や遊歩道等ごく限られた場所で使用されてきた。しかし、近年、景観や環境に対するニーズの高まりにより様々な歩行者系舗装材料の開発が進められている<sup>1)</sup>。本研究では、近年の石油の高騰により今後も排出量が増加すると考えられる石炭灰と、発生量に対し利用量が追いついておらず、供給過多である建設発生土を用いた新しい歩行者系舗装材料の開発を目的としている。著者ら<sup>2)</sup>はこれまで石炭灰を用いた歩行者系舗装の力学特性に関する研究を行っている。しかし、石炭灰は土壤環境基準で規制される重金属を含んでいる。そのため、力学特性のみで配合条件を決定すると土壤環境基準を超える重金属が溶出してしまう可能性があり、土壤汚染や水質汚濁といった悪影響が懸念される。そこで本研究では図-1に示すフローチャートに従い、石炭灰及び建設発生土を用いた歩行者系舗装材料の溶出特性を把握するために、環境庁告示 46 号法試験及びタンクリーチング試験を行った結果について報告する。

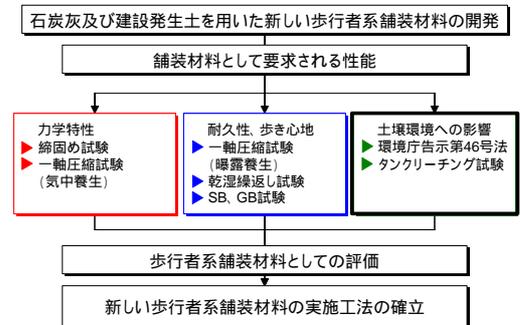


図-1 本研究のフローチャート

## 2. 実験概要

**2-1 実験に用いた試料** 使用した土質材料は、第2種建設発生土(以下発生土)及び発生土と固結効果を有さない微粉炭燃焼灰(以下FA灰)を混合したものを使用した。配合比は発生土:FA灰=8:2(重量比)とした。また固化材には加圧流動床燃焼灰(以下PFBC灰)と高炉セメントB種を使用した。また、舗装材料のひび割れを防止する為、竹を繊維状に破碎した材料(以下、竹チップ)を使用した。

表-1 試料の配合条件

土質材料	固化材	固化材	竹チップ
第2種建設発生土	PFBC灰	3	0
		5	
		7	
第2種建設発生土 + FA灰	高炉セメントB種	3	10
		5	

**2-2 実験方法** 表-1に試料の配合条件を示す。試料の配合は、土質材料に対する重量比(%)である。実験は、土質材料に対して固化材の種類及び添加率の違いによる影響と竹チップ添加による溶出特性の把握を行った。環告 46 号法試験のサンプルは、締固め試験結果をもとに、試料を最適含水比に調整し  $D=95\% \left( \frac{d}{d_{max}} \right)$  で  $\phi=5\text{cm}$ ,  $h=10\text{cm}$  の供試体を作製する。その後  $20 \pm 3$  の恒温室において7、28日間気中養生する。養生後、環告 46 号法試験法の前処理の順に基づき作製した検液を分光光度計、ICP プラズマ発光分析装置で溶出濃度の分析を行った。今回、六価クロム (Cr(VI))、全クロム(T-Cr)、カドミウム (Cd)、鉛 (Pb) の4つの元素に着目して分析を行った。

## 3. 実験結果及び考察

**3-1 石炭灰単体の溶出試験結果** 表-2に石炭灰単体の溶出試験結果を示す。両石炭灰ともに Pb が土壤環境基準値を上回る溶出濃度を示し、FA灰については Cr(VI)も土壤環境基準値を上回っている。以上の結果より、石炭灰を単体で使用することは難しく改良を施す必要があると考えられる。

表-2 石炭灰単体の溶出試験結果

	Cr(VI)	Cd	Pb	pH
PFBC灰	0.04	N.D	0.093	12.74
FA灰	0.06	0.006	0.10	12.12
土壤環境基準値	0.05	0.01	0.01	-

単位(mg/l)

**3-2 pH 測定結果** 図-2に全配合条件の最終 pH を示す。図より石炭灰単体の pH と比較すると、石炭灰の種類によらず土質材料を混ぜ合わせることで pH の値は低下していることがわかる。また、竹チップの添加率の増加に伴い、検液の pH は中性領域に移行することがわかる。一般的な森林土壌の pH は 6.0 前後である<sup>3)</sup>ことから、竹チップを添加することは、周辺地盤に与える影響も少なく環境的にも良いと考えられる。

**3-3 舗装材料の溶出特性** Cd、Pb については全ての条件において溶出濃度は定量下限値以下であった。図-3に固化材

のみ添加した材料の Cr( )の溶出試験結果を示す。土質材料に発生土、固化材として PFBC 灰を添加した材料は、PFBC 灰単体の結果と比較すると、Cr( )の溶出濃度が下がっていることがわかる。これは、PFBC 灰の固結効果により Cr( )の溶出濃度が低下したと考えられる。また、発生土と FA 灰とセメントを添加した材料は、FA 灰単体の結果と比較すると溶出濃度に変化が見られない。しかし、セメント添加率 5%に着目すると、養生日数が増加することで溶出濃度を基準値以下まで抑えられることが伺える。一方、PFBC 灰は土質材料に対して少ない添加率でも溶出濃度を抑えることができる。この違いは、固化材にセメントを添加した材料において FA 灰の添加率が発生土の 2 割と多く、高炉セメント B 種を用いていることから、強度が安定するまでに時間を要するためだと考えられる。以上のことから、FA 灰を用いる場合、固化材の添加率を増加させるか、発生土に対する FA 灰の混入比率を下げるといった対策等が必要であると考えられる。

3-4 竹チップの溶出特性に及ぼす影響

Cd、Pb については全ての条件において溶出濃度は定量下限値以下であった。図-4 に固化材及び竹チップを添加した材料の T-Cr の溶出試験結果を固化材別に示す。発生土に PFBC 灰を添加した材料には、養生日数の増加に伴い、溶出濃度が低下している。これは、固化材のみ添加した場合の Cr( )の溶出試験結果と同様に、PFBC 灰の固結効果により溶出濃度が低下したと考えられる。また、発生土に FA 灰とセメントを添加した場合も PFBC 灰を添加した場合と同様に、養生日数の増加により溶出濃度が低下する傾向にあることがわかる。さらに、竹チップ添加率を増加させると溶出濃度が低下する効果があることも明らかになった。

4. まとめ 石炭灰及び建設発生土を用いた土舗装材料の溶出試験を行った結果、以下のことがわかった。PFBC 灰を用いた材料は固結効果により重金属の溶出濃度を低下することが可能である。FA 灰を用いる場合、発生土に対する FA 灰の混入比率を下げるか、セメントの添加率を増加させるといった対策が必要である。竹チップを添加することにより、pH を中性領域に移行し、溶出濃度を低下させることができる。

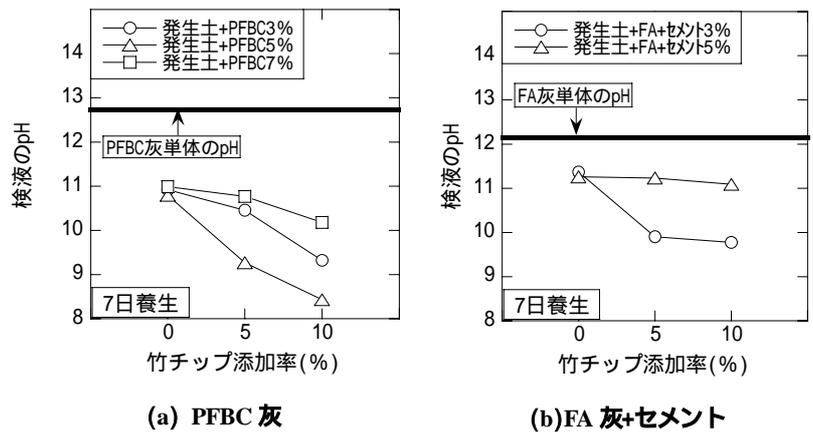


図-2 全配合条件の最終 pH

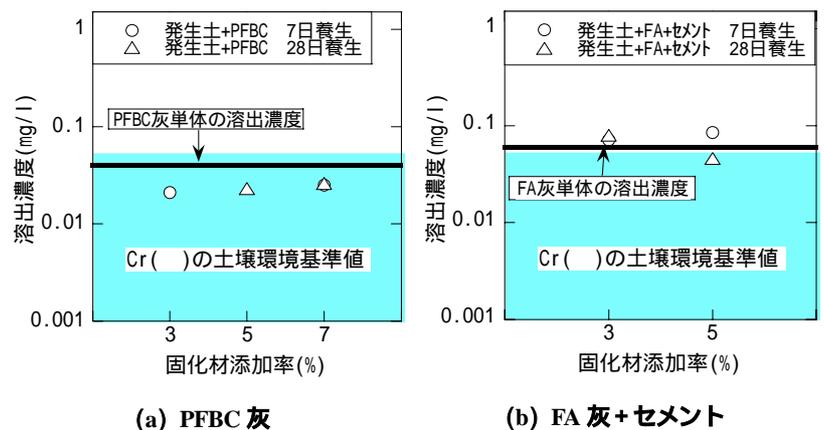


図-3 固化材のみ添加した材料の Cr( )溶出試験結果

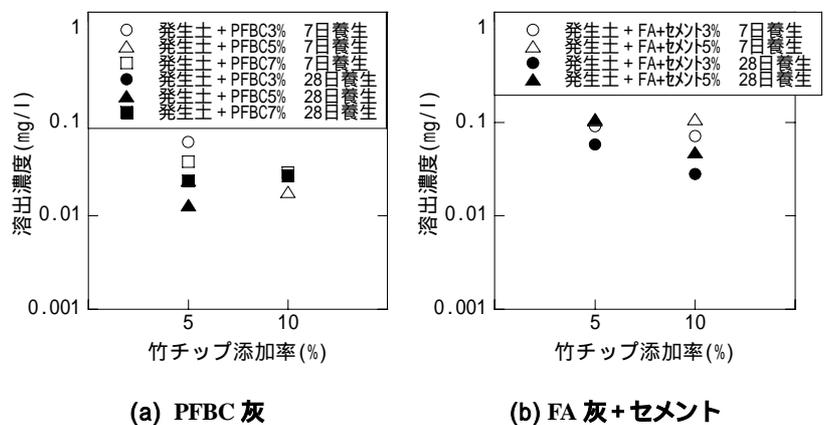


図-4 固化材及び竹チップを添加した材料の T-Cr 溶出試験結果

【参考文献】1) 川原ら：石炭灰を用いた歩行者系舗装材料の力学特性，第 42 回地盤工学研究発表会論文集，pp.1003-1004, 2007 .  
 2) 川原ら：セメント系固化材を用いた土系混合物の歩道への適用検討，第 27 回日本道路会議ポスター発表論文，12P23，2007 . 3) 土壌の化学的性質；http://www.2u.biglobe.ne.jp/~gn/31/3112a.htm