

原位置に打設する石炭灰硬化体の若材齢における溶出抑制効果

安藤ハザマ 正会員 ○坂本 守, 榎原 彩野
 相馬共同火力発電 真石 恒一, 大内 広行
 東北大学 正会員 久田 真

1. 目的

石炭火力発電所から副産される石炭灰は震災後に発生量が急増しているため、これを活用推進し盛土材等の復興用資材へ有効利用を図ることが復興促進に寄与すると考えられる。石炭灰硬化体を原位置で施工する技術では、硬化体としての溶出安全性確保の他に、所定材齢までの重金属溶出状況を確認する必要があるため、若材齢での溶出試験を実施し、環境安全性を評価した。

2. 石炭灰高リサイクル盛土材の概要

この石炭灰高リサイクル盛土材(以下、石炭灰盛土材)は図-1に示すように1.2t/m³以上の石炭灰原粉を使用し、セメント、石膏と最適含水比付近の水量で固練りして混練した材料を原位置で敷き均した後、天端から強い振動を加えて流体化し締固めて造成する人工地盤材料である。比重が約1.7、一軸圧縮強度5N/mm²以上の固化体であるため、液状化、地盤沈下、地すべりなどの心配のない強固で安定した盛土となる。また、特別な維持管理を必要とせず、地震によって沈下した地域および今後の津波対策としての地盤の嵩上げ、防潮堤等に適した材料である。なお、材齢28日の圧縮強度5N/mm²以上で管理することで環告46号試験により土壌環境基準値をクリアしていることから、重金属の溶出に対しても安全な材料である。



図-1 基本配合例

3. 試験概要

表-1に示す使用材料のうち、石炭灰原粉は3種類使用し、石炭灰の性状にあわせて表-2の配合で試験を実施した。ここで、単位セメント量は石炭灰単体での重金属溶出量に応じて設定した量であり、今回使用した石炭灰ではいずれも石炭灰盛土材の配合設計手法に基づき75kg/m³とした。使用した石炭灰の単体での溶出試験結果は表-3のとおりで、下線で示した六価クロム、砒素、セレン、フッ素、ホウ素が環境基準値を超えるものであった。また、石膏は石炭灰と同じ火力発電所から副産される脱硫酸石膏を使用した。

溶出試験は、打設した硬化体の現場での状況に合わせ、有姿のまま試験を行うJIS K 0058-1の方法により、φ5cm×5cmの試験体で実施した。また、石炭灰盛土材の原位置での状態を可能な限り若材齢から把握するため、試験開始材齢を終結時に設定した。そのため、各配合について事前に凝結試験を実施して終結時間を把握した後、硬化体作製後に終結時、

表-1 使用材料

材料名	仕様	備考
石炭灰	石炭灰原粉	相馬共同火力産
石膏	脱硫酸石膏(二水石膏)	〃
セメント	普通ポルトランドセメント	太平洋セメント
水	水道水	茨城県つくば市

表-2 試験体作製配合

灰種	W	C	F
①	369	75	1243
②	317	75	1328
③	368	75	1251

表-3 石炭灰単体での溶出試験結果(mg/L)

	①	②	③	基準値
カドミウム	ND	ND	ND	0.01
鉛	ND	ND	ND	0.01
六価クロム	<u>0.065</u>	<u>0.051</u>	<u>0.070</u>	0.05
砒素	0.005	0.008	<u>0.022</u>	0.01
総水銀	ND	ND	ND	0.0005
セレン	<u>0.042</u>	<u>0.042</u>	<u>0.078</u>	0.01
フッ素	0.54	<u>0.93</u>	<u>1.6</u>	0.8
ホウ素	<u>1.6</u>	<u>4.0</u>	<u>2.9</u>	1

キーワード 石炭灰, 重金属溶出, 原位置, 若材齢

連絡先 〒107-8658 東京都港区赤坂6-1-20 株式会社安藤・間 土木事業本部土木設計部 TEL03-6234-3670

材齢3, 7, 14, 28日で溶出試験を行った。石炭灰盛土材の凝結試験は、コンクリートの凝結試験 (JIS A 1147) で実施した。試験に供した石炭灰盛土材の最終時間はいずれも約40時間であったため、溶出試験開始材齢を40時間と設定した。

4. 試験結果

溶出試験と同じ材齢で実施した各配合の圧縮強度は図-2に示すとおりである。材齢3日までは各配合ともほぼ同等の強度であったが、材齢7日以降は配合ごとに異なり、従来溶出安全性を確認していた材齢28日時点では5.5~8.2N/mm²の範囲であった。

石炭灰単体で環境基準値を超えた項目について、各材齢における溶出試験結果を表-4, そのうち六価クロムとホウ素の溶出量の変化を図-3, 4に示す。全項目で、最終直後には既に基準値以下となっており、またその後の変化は小さく、セレン, フッ素, ホウ素は材齢7日ですべて検出限界値以下となった。六価クロムと砒素については微量ながら材齢28日も検出されたが、いずれも基準値に対してかなり小さい値であった。

これらの結果から、現場で厚さ80cm程度の大きな塊状で打設していく石炭灰盛土材では、管理強度に達していない材齢においても、周辺環境への基準値を超える重金属の溶出可能性はないと判断される。

5. まとめ

本試験の検討結果から、材齢28日で環告46号による溶出安全性を確認している材料であれば、現場で固化体として施工する場合には、実態として若材齢においても周辺への環境安全性が確保できることが確認できた。

東日本大震災以後の復興資材として天然資源の盛土材などが不足する中、環境安全性を確保した上で未利用資源である石炭灰の有効利用技術を積極的に利活用することで、復興促進につながるものとする。

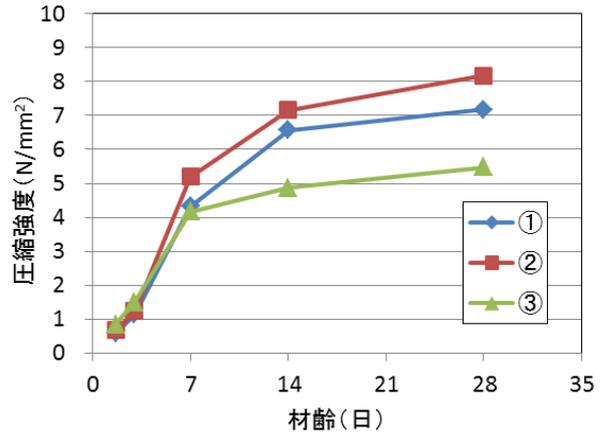


図-2 各材齢での圧縮強度

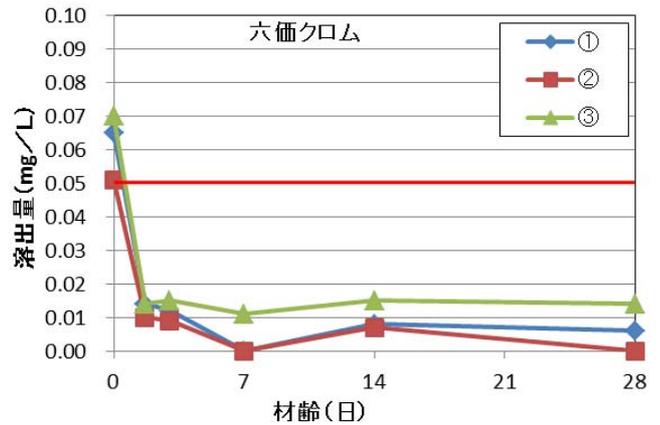


図-3 材齢と溶出量 (六価クロム)

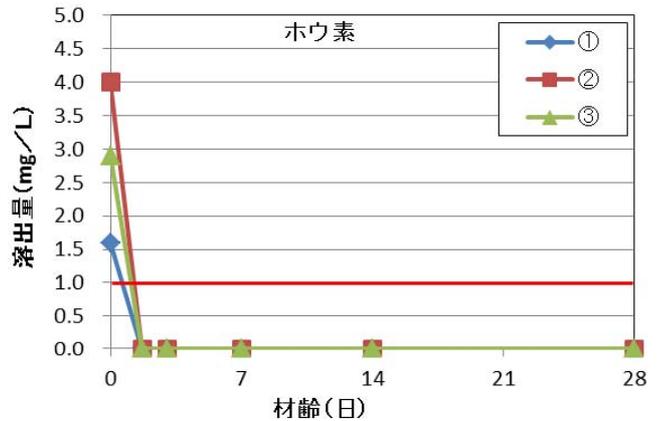


図-4 材齢と溶出量 (ホウ素)

表-4 硬化体の溶出試験結果 (単位: mg/L)

	項目	灰単体	最終時	3日	7日	14日	28日	基準値	定量下限
①	六価クロム	0.065	0.014	0.012	ND	0.008	0.006	0.05	0.005
	セレン	0.042	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	0.001
	ホウ素	1.6	ND	ND	ND	ND	ND	1	0.1
②	六価クロム	0.051	0.01	0.009	ND	0.007	ND	0.05	0.005
	セレン	0.042	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	0.001
	フッ素	0.93	0.12	0.14	ND	ND	ND	0.8	0.08
	ホウ素	4	ND	ND	ND	ND	ND	1	0.1
③	六価クロム	0.07	0.014	0.015	0.011	0.015	0.014	0.05	0.005
	砒素	0.022	0.001	ND	ND	0.001	0.001	0.01	0.001
	セレン	0.078	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	0.001
	フッ素	1.6	0.1	0.14	ND	ND	ND	0.8	0.08
	ホウ素	2.9	ND	ND	ND	ND	ND	1	0.1