

ふくしま環境リサイクル関連産業研究会

# 石炭灰リサイクル事業化WG

第6回資料

平成29年2月22日

石炭灰リサイクル事業化WG

## 1. 日本における石炭灰の現状について

東日本大震災以降、電源構成が変化し、石炭火力の重要度が増している。そのため、石炭火力を運転すると発生する石炭灰の発生量も増加し、1300万tを超えている。その有効利用率は90%台後半を推移している。

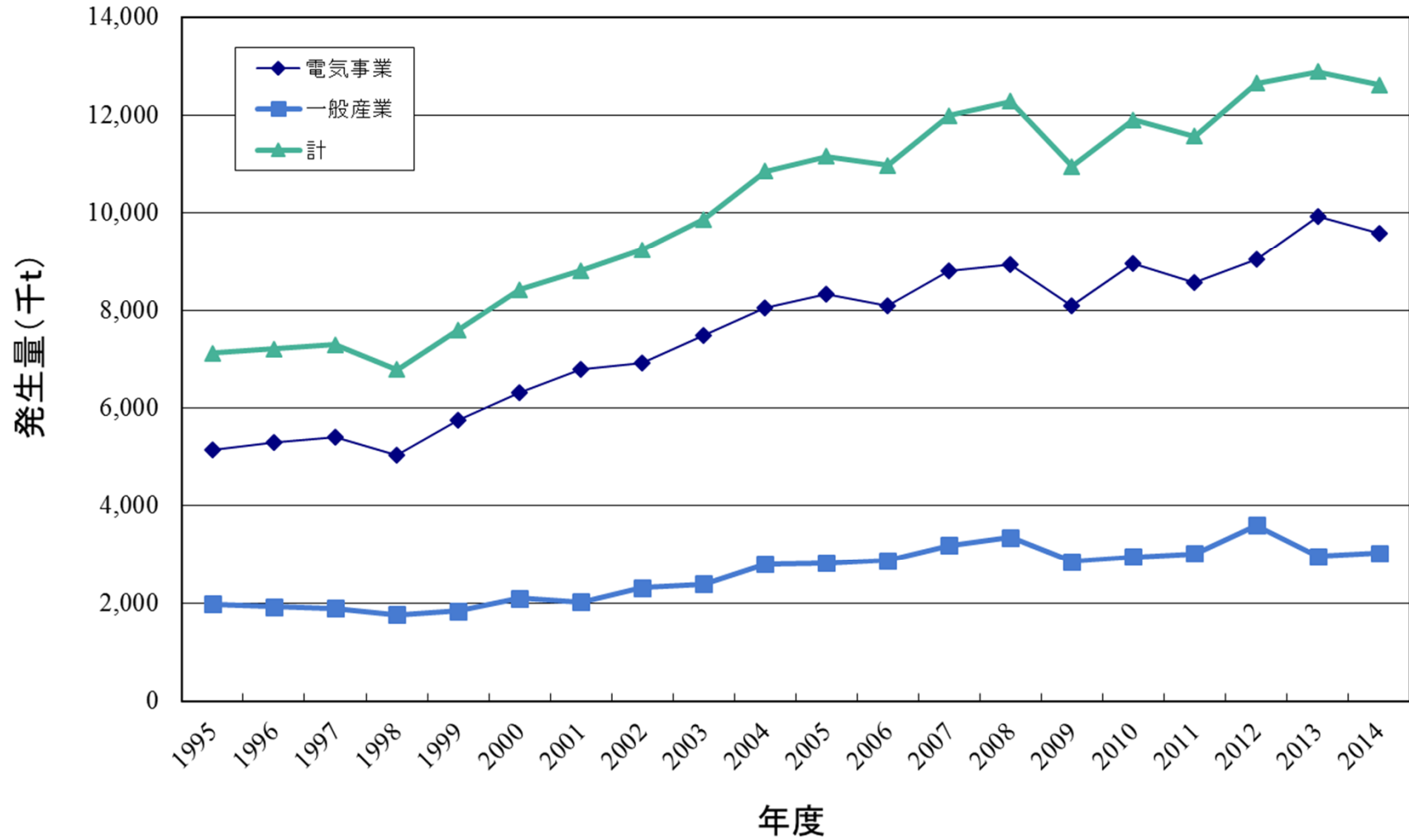
将来予測については、前提条件を変化させたとしても、2030年度石炭灰の発生量の試算結果は1,000万t以上を維持しており、石炭火力電源は重要電源と位置付けられていることも含め、現状レベルを維持するものと思われる。

## 2. 石炭灰有効利用状況について

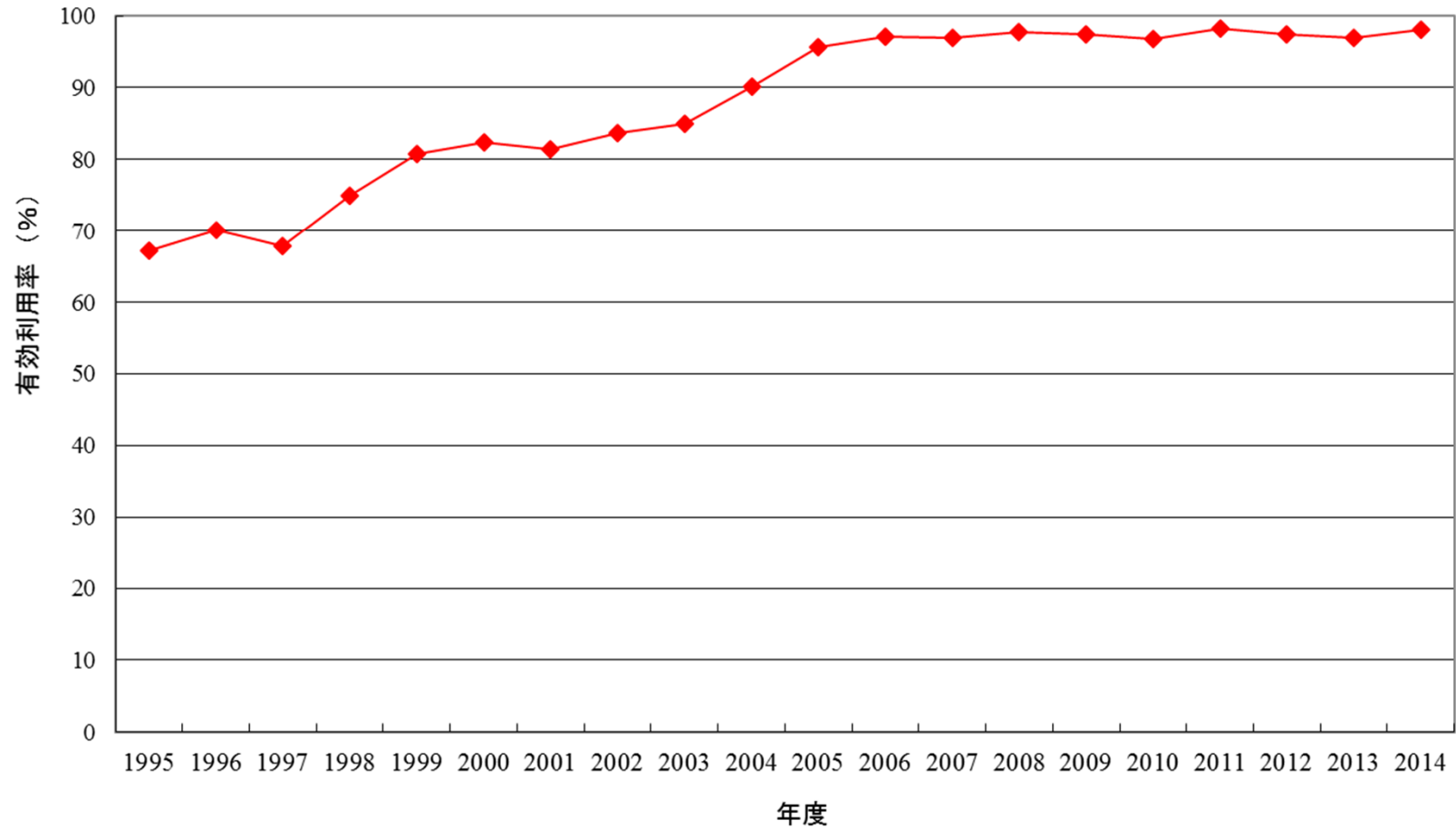
現状、石炭灰の発生量は右肩上がりで1,300万tを超える勢いである。有効利用率は90%後半を維持しており、分野別有効利用量に目を向けるとセメント分野での有効量が全体の68%を占めている。セメント分野の98%が粘土代替材料に有効利用されている。

セメントの生産量に影響を受け易い傾向にあるが、東京オリンピック等により、今後10年間は現状の生産量を維持できると言われている。

# 石炭灰の発生量の推移



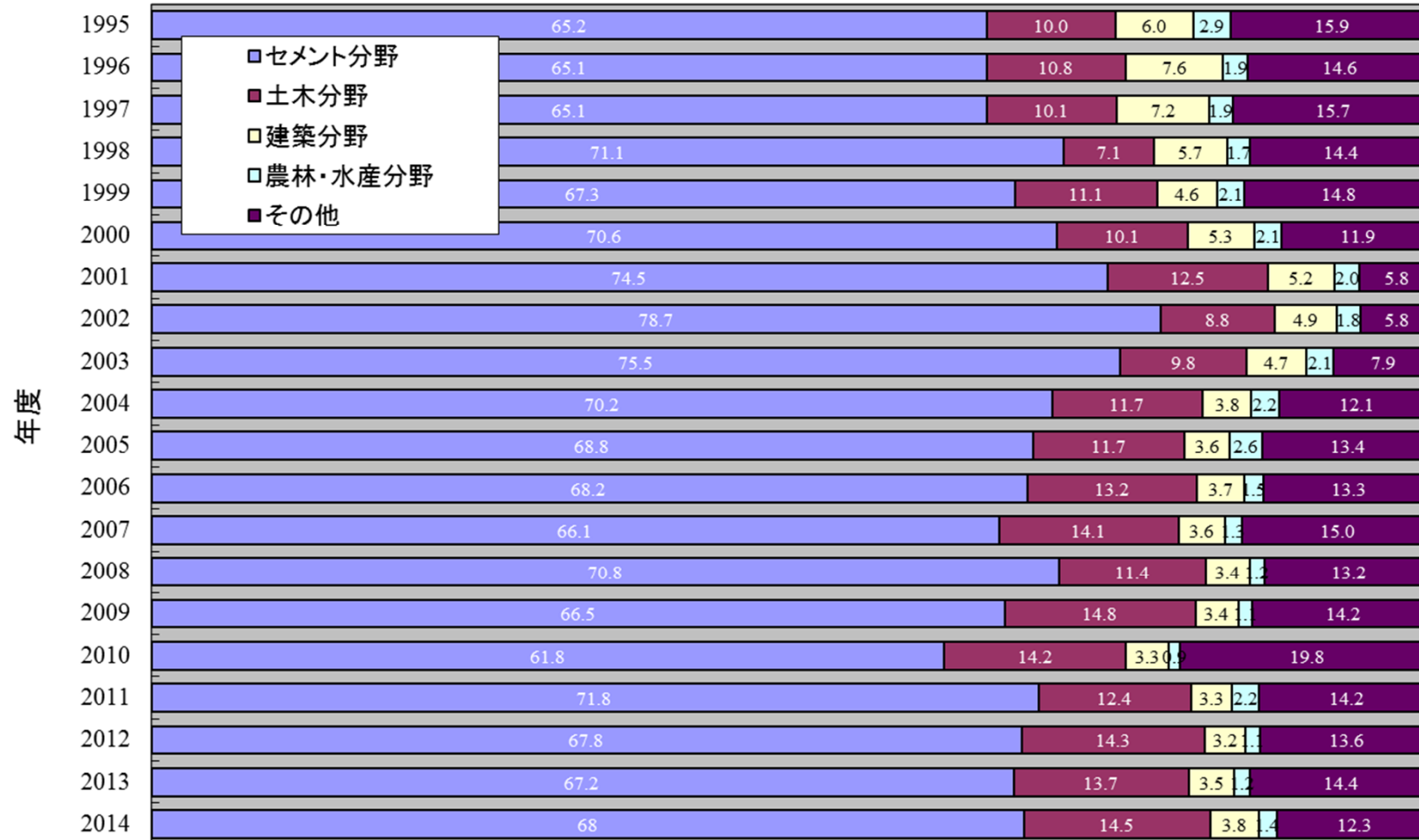
# 石炭灰の有効利用率の推移



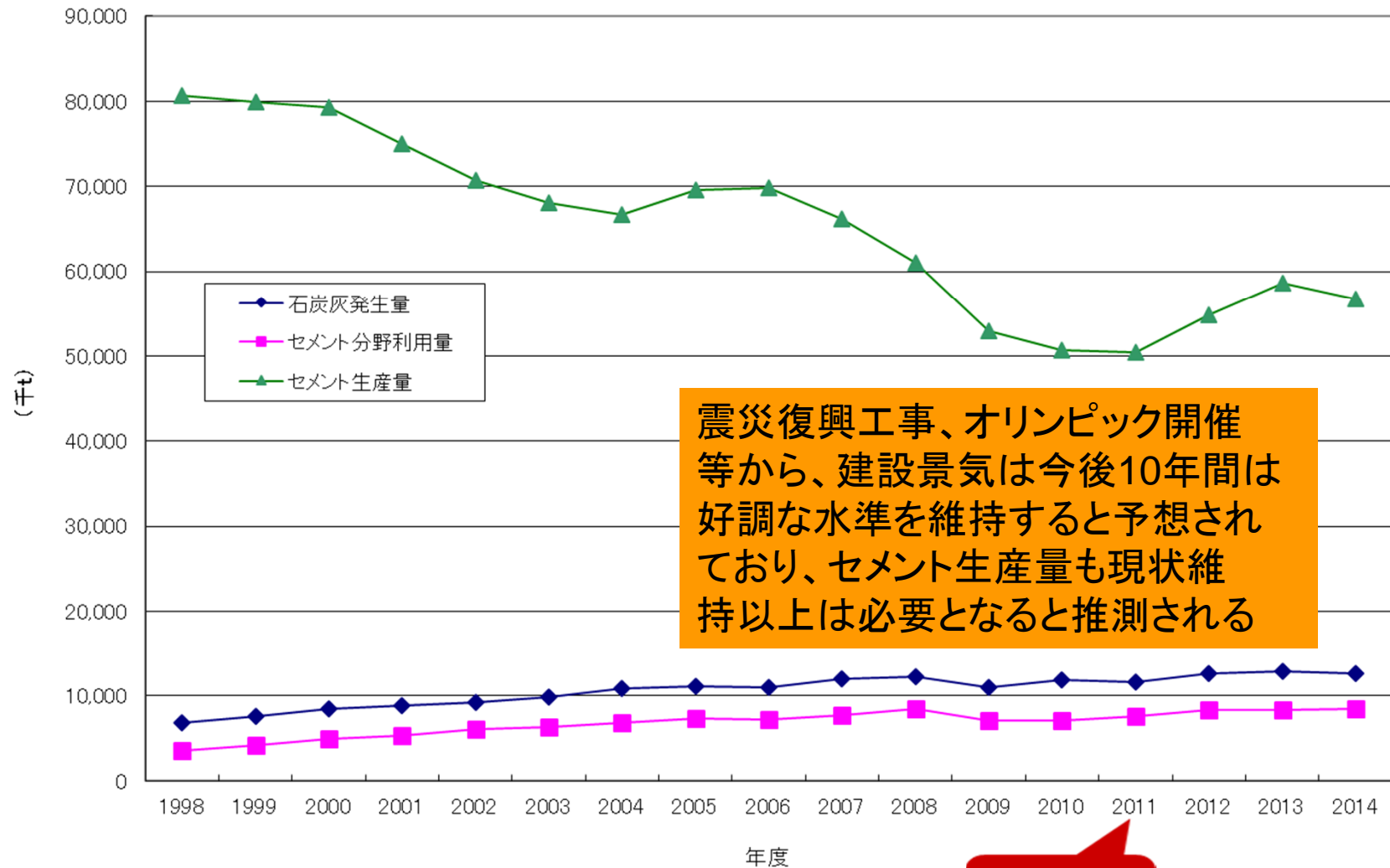
数字の上では97%がリサイクルされている超優良な産業副産物

# 石炭灰の利用内訳比率の推移

内訳比率 (%)



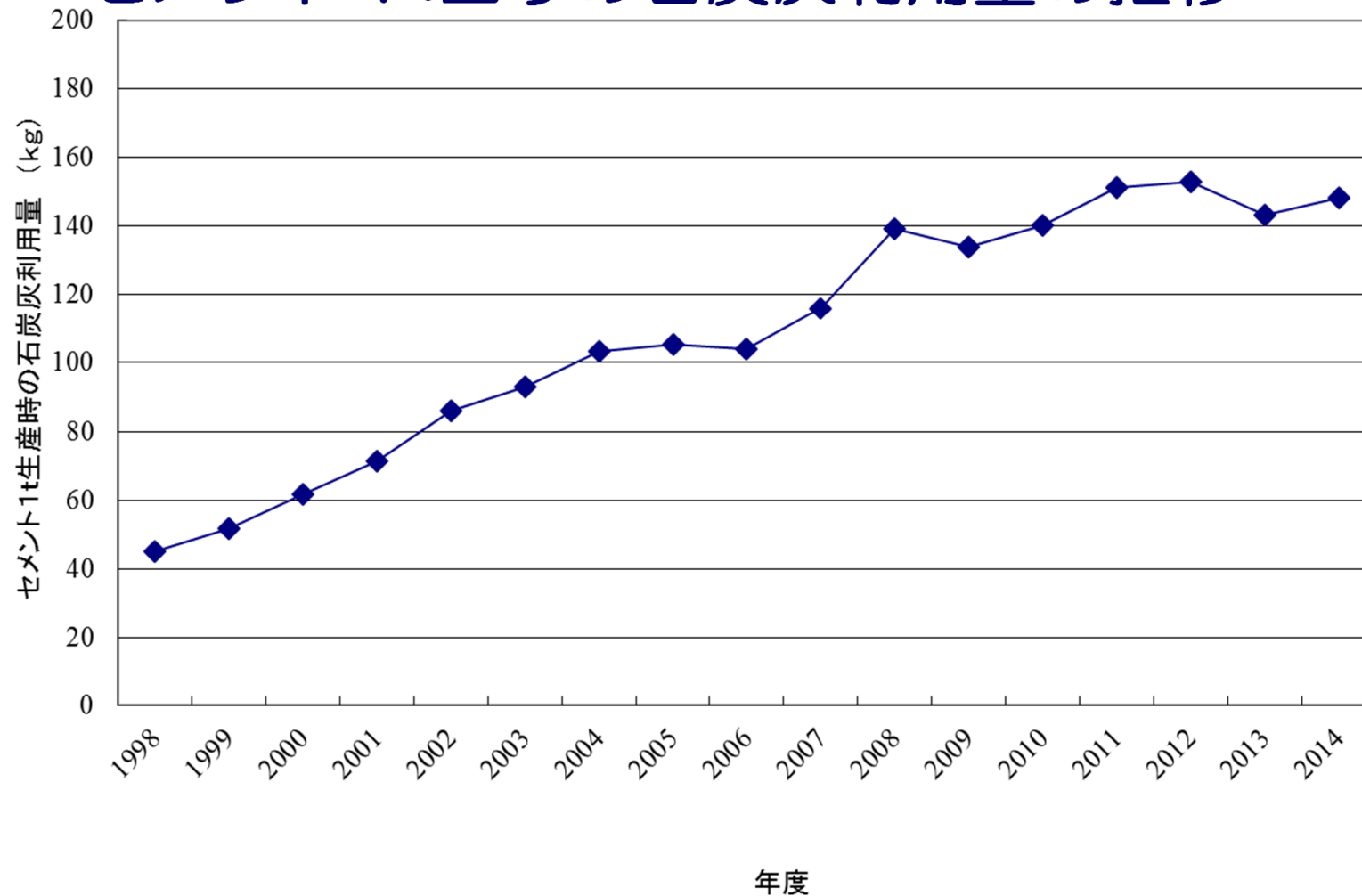
# 石炭灰の発生量とセメント生産量の推移



東日本  
大震災

参照データ: セメント生産量データについては、セメント協会HPより入手

## セメント1t当りの石炭灰利用量の推移



これまでは、セメント1t生産する際の石炭灰利用の原単位を増やすことで対応 → 粘土代替の上限は200kg程度で粘土代替としての利用は現状でMAX状態！！

## ◎リサイクル率の見直しについて

・電気事業から発生する石炭灰のリサイクルの考え方については、2004年及び2007年に見直しが実施され、公有水面（海等の公用に供する水面）への埋立がリサイクルとして認められるようになった。  
（「電気業に属する事業を行なう者の石炭灰の利用の促進に関する判断の基準となるべき事項に定める省令等の運用について」で定められた石炭灰の用途）。

2003年以前

公有水面の石炭灰の埋立ては、石炭灰のリサイクルに該当せず。

2004年

重要港湾や地方港湾の港湾計画に基づいて行われる公有水面の埋め立てに電気事業から発生する石炭灰を利用する場合、当該石炭灰は土地造成材としてリサイクルに該当。

2007年

都道府県の免許を受けて行われる公有水面の埋め立てに電気事業から発生する石炭灰を利用する場合、当該石炭灰は土地造成材に該当（リサイクルに該当）。



## 石炭灰埋立地の比較

	海面埋立	陸上埋立
概要	火力発電所構内の港湾の一部締め切り、発電所で発生した石炭灰を埋立（処分）するもの。	火力発電所の近傍に管理型最終処分場を建設し、発電所で発生した石炭灰を搬出して埋立処分するもの。
関連法規	公有水面埋立法 廃棄物処理法	廃棄物処理法
埋立完了後	埋立完了後に跡地利用することが前提	埋立完了後は覆土を行い、閉鎖→廃止手続きを経て、跡地利用を検討
石炭灰用途上の取扱い	「その他利用」として有効利用にカウント→全有効利用量の10数%を占める。	埋立処分。有効利用外

「海面埋立」を有効利用にカウントしない場合 → 有効利用率が約10数%少なくなる。

### 3. 石炭灰有効利用の課題について

#### ①セメント分野における有効利用

有効利用の分野別内訳比率では、セメント分野が全体の67%を占めている。一方、セメント分野では、石炭灰以外にも有効利用を行っている産業副産物があり、また、セメント製造に使用している石炭灰の原単位が上限域にあるため、景気動向により、セメント生産量が減少すると石炭灰の有効利用量も減少する。その余剰分は埋立て処分にシフトされることになるが、埋立て処分場にも余寿命があるため、現状の枠組みが将来的に有効に機能するとは限らないことを電気事業者も気づき始めている。

#### ②公有水面埋立の取扱いについて

2004年度の法律が改正され、公有水面の埋立が有効利用率にカウントされるようになり、有効利用率も90%後半を維持している。これは、新たな有効利用先が進まない要因の1つとしても挙げられている。有効利用率が非常に高いため、他省庁からのリサイクル資材として活用の優先順位がさがってしまうことにもなりかねない。

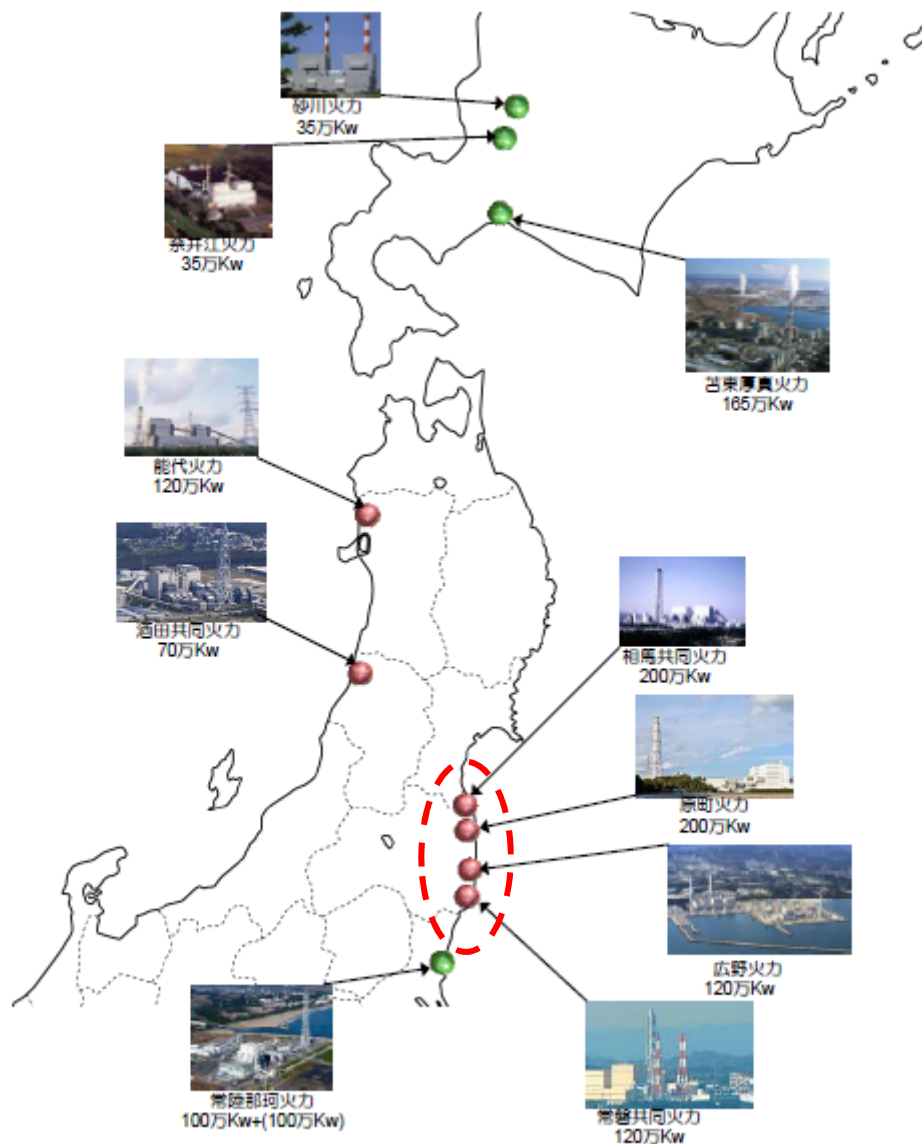
#### ③海面埋立残容量について

中長期的には海面埋立の残容量がなくなり、現状、海面埋立を行っている約150万tの石炭灰に対して新たな有効利用先を創出する必要がある。

#### ④その他

セメント分野以外(混合材以外)の有望な有効利用先候補を探し出し、用途拡大に向け、石炭灰混合材料を用いた事業化の検討を行う必要があると考えている。

## 4. 福島県における現状



東北地方および近郊の石炭火力発電所

現状、福島県の浜通り地区には4つの石炭火力が配置されており、年間の石炭灰の発生量は約150万tとなっている。

また、新電力による石炭火力の新設計画がいわき市と相馬市であり、石炭灰の発生量は、今後、増加傾向になることが予想される。

このような状況を踏まえ、石炭火力が運転すると必ず発生する石炭灰の新たな有効利用先の確立および新規雇用の創出は重要な課題と思われる。

## 5. 本WGの目標

日本国内で石炭火力が集中して配置されている福島県において、石炭火力を運転するための課題を先進的に取り組むことによって、浜通り地域の新規雇用創出を図り、環境負荷低減および土木資材の高騰抑制に貢献する。具体的には石炭灰混合材料を活用した新規事業を起業するための条件整備を行ない、今後の新規発電事業者参入のインセンティブとして活用したい。

**検討にあたっては、個別事業の内容をWGで議論することは難しいため、最大公約数的な課題 について検討を行うこととした。**

## 6. WGにおける検討内容

- ・福島県下に設置されている石炭火力の関係者をWGにお呼びして、情報収集できる機会を設定。
- ・JCOAL石炭灰混合材料有効利用ガイドラインの説明
- ・福島県版の石炭灰リサイクルガイドラインの作成検討
- ・来年度は委員が必要と考えるテーマ毎に分科会を設置し、議論を進めていく方向性を模索。  
(→コンクリート2次製品については、来年度に要望していただければ、分科会方式で検討を行いたい)
- ・アンケートによる事業進捗の把握

## 7. WGにおける議論

(検討内容)

- ・起業したいメンバーが事業スキームを検討し、電力会社に提案することで必要な情報はある程度、取得することが可能である。

石炭灰リサイクル事業スキーム

……製品仕様、製造場所、販路の確保、石炭灰取引量

- ・JCOALガイドラインを基に、福島県石炭灰リサイクルWG版のルールを検討中

……**土壤汚染対策法が適用されない用途における検査の方法**

(環告18号→環境安全品質基準は同じ、試験方法JIS0058-1の5.)

(環告19号→適用範囲、試験方法JIS0058-2)

等

- ・うつくしまエコリサイクル制度では、石炭灰混合材料だけでなく、コンクリート2次製品についても認定されている。本WGにおいて石炭灰混合材料だけを議論するのは片手落ちである。

(→コンクリート2次製品についても議論したい)

ルールが無いと事業化の阻害要因となりかねない

# (参考資料1) 石炭灰混合材料について

表-1.1 本ガイドラインが対象とする石炭灰混合材料

種別・種類		概要(製造方法)	写真(例)	商品名
フライアッシュ	土砂代替材 破砕材	石炭灰にセメント、水、必要に応じて土砂、石膏などを混合して一旦固化させた後、掘削・破砕した土砂代替品	 「頑丈土 破砕材」	頑丈土破砕材 J-アッシュ 輝砂 FRC
	土砂代替材 造粒材	石炭灰にセメント、添加材および水を加えて造粒して製造した砂質土代替材		Hi ビーズ ゼットサンド 灰テックビーズ フライ・クリーン
	塑性材	工事現場近傍において、石炭灰にセメント、土砂および水を攪拌混合して製造した石炭灰混合材料		アッシュクリート Type II ソマッシュ
	スラリー材	施工場所において、石炭灰にセメント、水を混合しスラリー状にしたもの		FC スラリー F スラリー
クリンカアッシュ	クリンカアッシュ混合物 クリンカアッシュ (粗粒材)	クリンカアッシュに建設発生土または浚渫土を混合して製造した土砂代替材 クリンカアッシュ単体での使用も可能		クリンカ混合土 ライトサンド

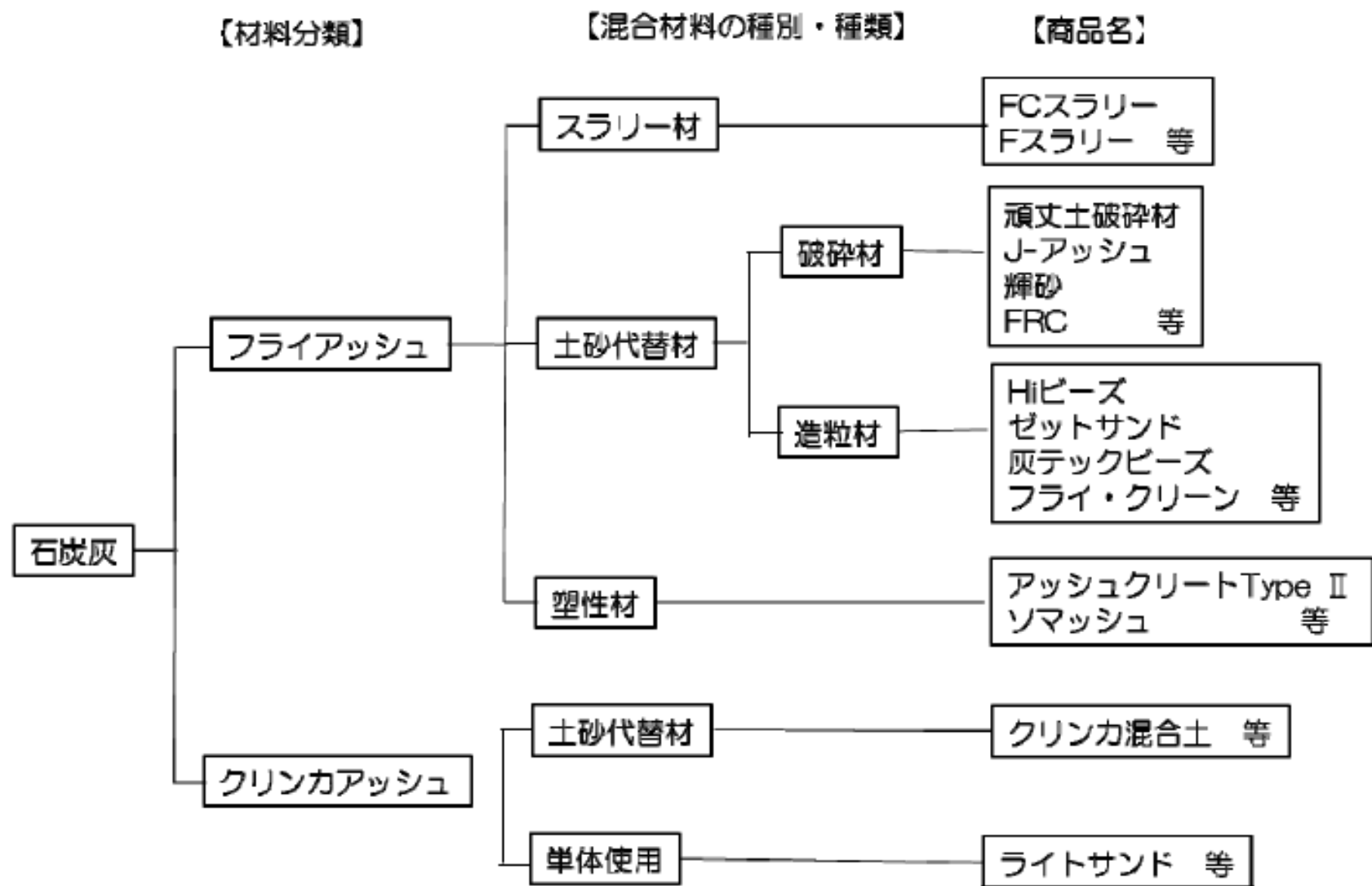
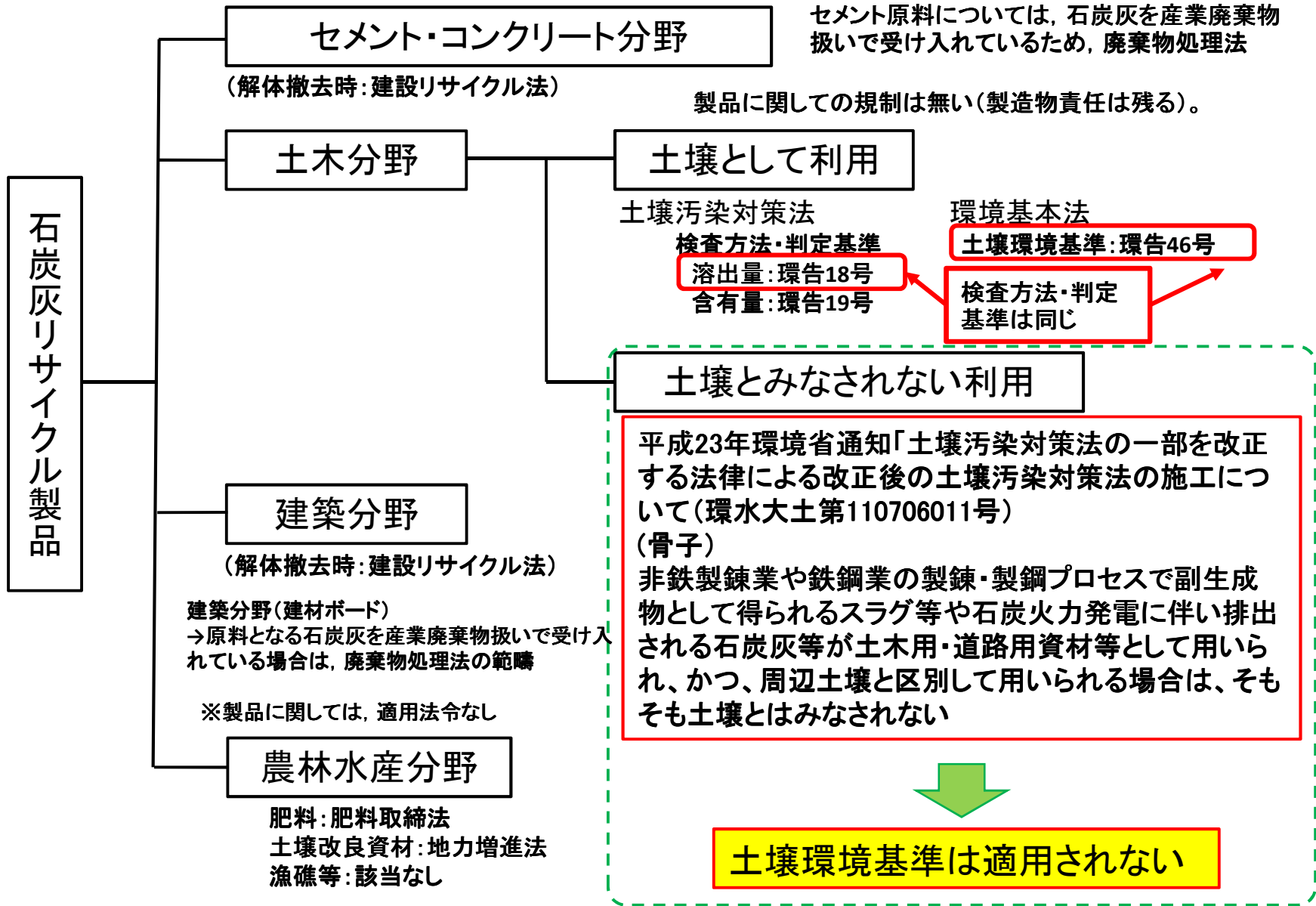


図-1.5 本ガイドラインが対象とする石炭灰混合材料

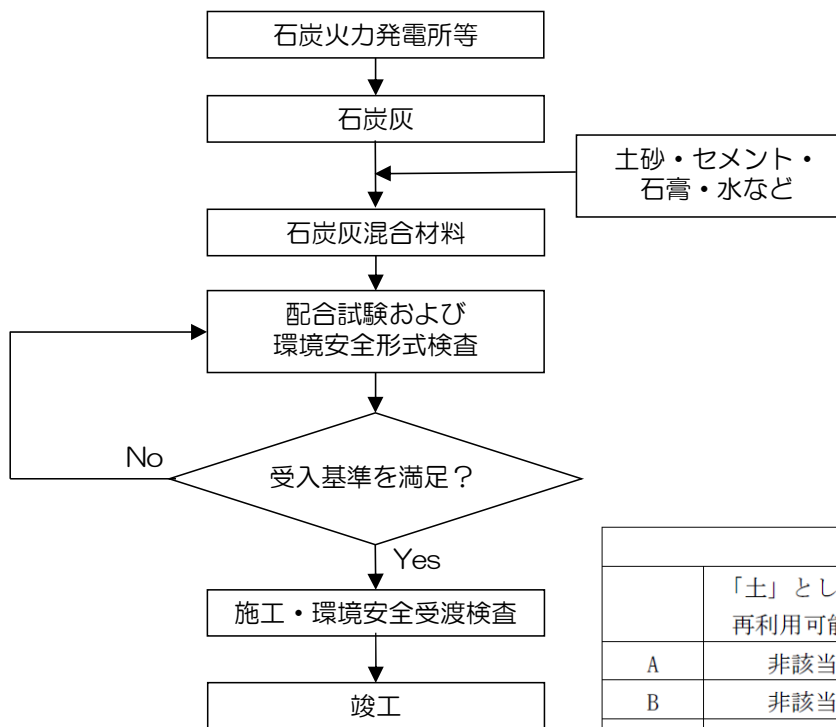
# (参考資料2) 石炭灰リサイクル製品の法体系について





# (土壤環境基準は適用されない場合)

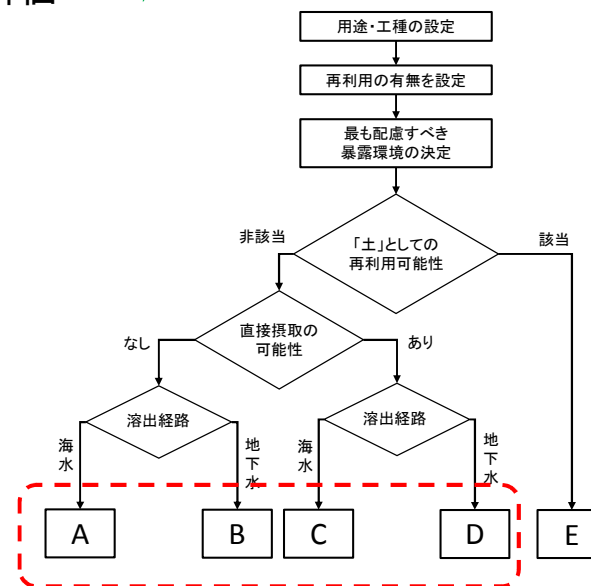
日本工業標準調査会  
「コンクリート用骨材又は道路用等のスラグ類に化学物質評価方法を導入する指針に関する検討会総合報告書」



(※) 秋田県では、一部緩和し、有姿での溶出検査を認めている。



## JCOALガイドラインでも採用

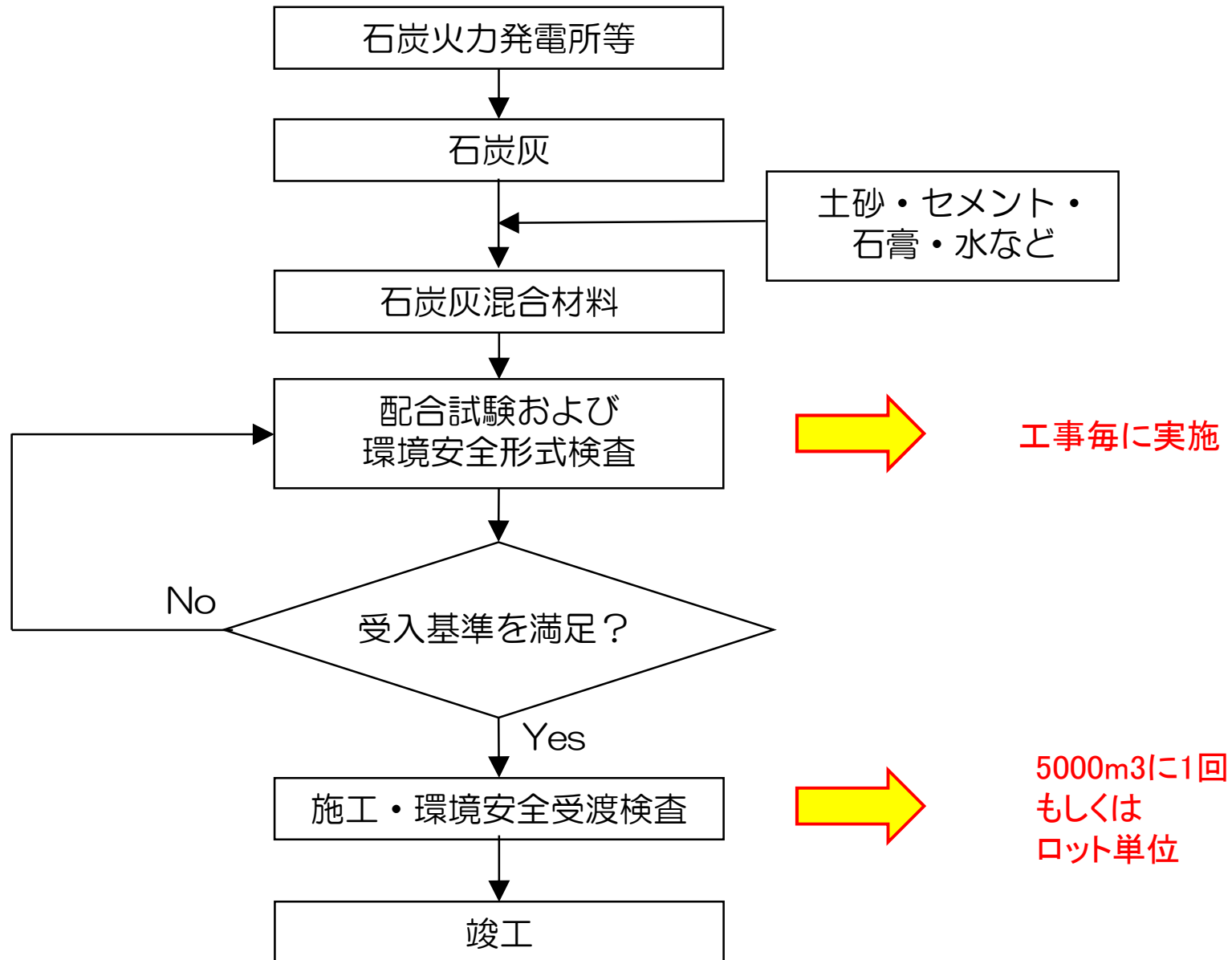


(※) 類型Eのみ、土壤汚染対策法の適用を受ける。

	類型			試験項目	試験方法	環境安全品質基準
	「土」としての再利用可能性	直接摂取可能性	溶出経路			
A	非該当	なし	海水	溶出量試験	JIS K 0058-1 の 5.	港湾用途溶出量基準
B	非該当	なし	地下水	溶出量試験	JIS K 0058-1 の 5.	一般用途溶出量基準
C	非該当	あり	海水	溶出量試験	JIS K 0058-1 の 5.	港湾用途溶出量基準
				含有量試験	JIS K 0058-2.	含有量基準
D	非該当	あり	地下水	溶出量試験	JIS K 0058-1 の 5.	一般用途溶出量基準
				含有量試験	JIS K 0058-2.	含有量基準
E	該当	あり	—	溶出量試験	H15 環境省告示 第 18 号	一般用途溶出量基準
				含有量試験	H15 環境省告示 第 19 号	含有量基準

# (参考資料3)環境安全性の検査方法(JCOALガイドライン)

## (1)検査フロー



## (2) 最も配慮すべき暴露環境について

表-4.1 「最も配慮すべき暴露環境」 選定の考え方

	「最も配慮すべき暴露環境」
再利用が想定されない用途（工事）	その用途（工事）
再利用が想定される用途（工事）	その用途（工事）と再利用用途を比較し選定する。

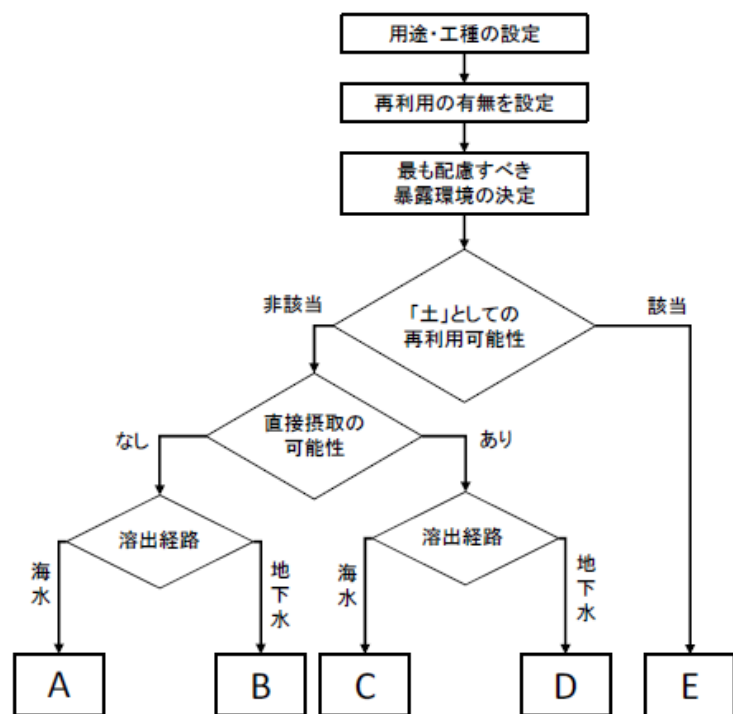


図-4.2 環境安全形式検査の類型判断フローチャート

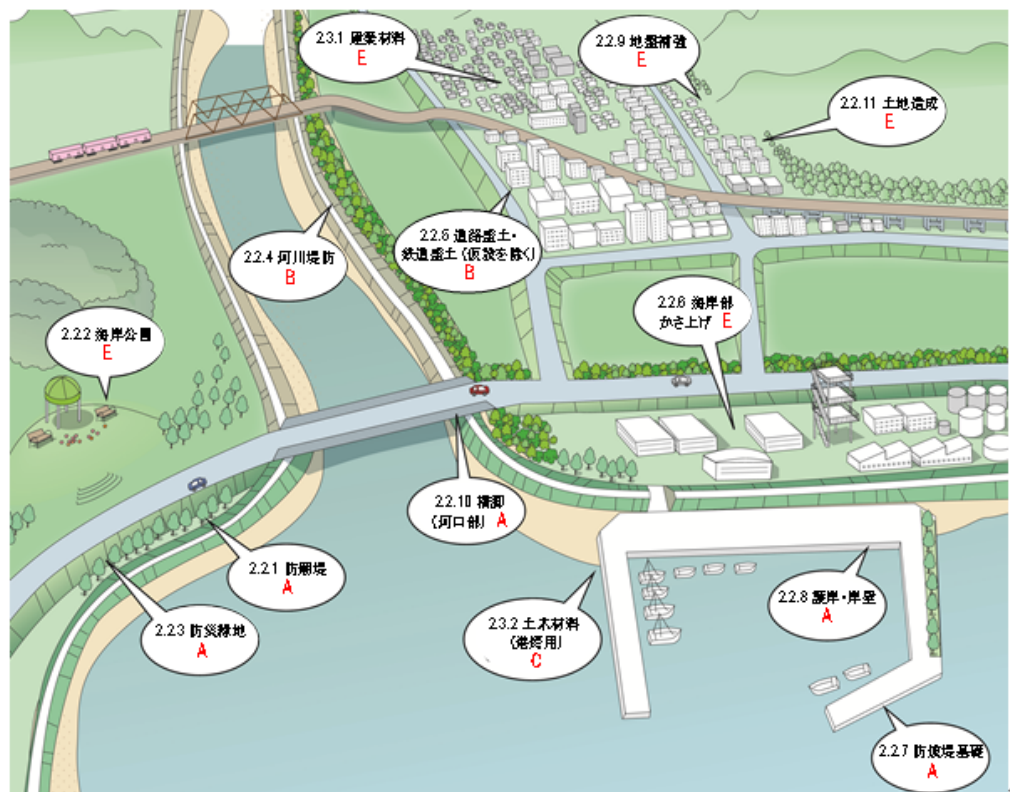


図-4.3 石炭灰混合材料の各適用工事・用途に対する類型

### (3) 試験方法

表-4.2 各類型の試験方法と環境安全品質基準

類型	類型			試験項目	試験方法	環境安全品質基準
	「土」としての 再利用可能性	直接摂取 可能性	溶出経路			
A	非該当	なし	海水	溶出量試験	JIS K_0058-1 の 5.	港湾用途溶出量基準
B	非該当	なし	地下水	溶出量試験	JIS K_0058-1 の 5.	一般用途溶出量基準
C	非該当	あり	海水	溶出量試験	JIS_K_0058-1 の 5.	港湾用途溶出量基準
				含有量試験	JIS K_0058-2.	含有量基準
D	非該当	あり	地下水	溶出量試験	JIS K_0058-1 の 5.	一般用途溶出量基準
				含有量試験	JIS K_0058-2.	含有量基準
E	該当	あり	—	溶出量試験	H15 環境省告示 第 18 号	一般用途溶出量基準
				含有量試験	H15 環境省告示 第 19 号	含有量基準

表-4.2に示したように、溶出量試験については利用有姿の状態では実施が可能な JIS K 0058-1 の 5.(図-4.3参照)とした。ただし、類型Eは土壤汚染対策法と同等の環境安全品質が要求されるため、平成15年環境省告示第18号溶出量試験とした。含有量試験は、JIS K 0058-2とし、ただし類型Eについては、平成15年環境省告示第19号含有量試験とした。

表-4.7 各試験方法の概要

	溶出量試験		含有量試験	
	JIS K 0058-1 の 5.	H15 環境省 告示第 18 号	JIS K 0058-2	H15 環境省 告示第 19 号
試料形状	有姿のまま	風乾し団粒 <sup>※1</sup> を 2 mm 以下に 粗砕	風乾し、すべての粒子 を 2 mm 以下に粗砕	風乾し団粒 <sup>※1</sup> を 2 mm 以下に 粗砕
溶媒	純水	純水	1 mol/L 塩酸 <sup>※2</sup>	1 mol/L 塩酸 <sup>※2</sup>
液固比	10-L/kg	10-L/kg	約 33 (200-mL/6 g)	約 33 (200-mL/6 g)
攪拌方法	プロペラ攪拌 200-rpm	反復振とう 毎分 200 回	反復振とう 毎分 200 回	反復振とう 毎分 200 回
溶出時間	6 時間	6 時間	2 時間	2 時間
固液分離方法	必要に応じて遠心分 離後にろ過	遠心分離後に ろ過	必要に応じて遠心分 離後にろ過	遠心分離後に ろ過

※1 本ガイドラインではすべての粒子とする。

※2 六価クロムは炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムの混合溶液を用いる。

#### (4) 各類型の検査項目

表-4.6 各類型の検査項目

類型	試験の種類	環境安全形式検査	環境安全受渡検査		
			必須	省略可 <sup>※1</sup>	省略 <sup>※2</sup>
A, B	溶出量試験	表-4.4 (a)の全項目	六価クロム、ヒ素、セレン、フッ素、ホウ素	カドミウム、鉛、水銀	-
C, D, E	溶出量試験	表-4.4 (a)の全項目	六価クロム、ヒ素、セレン、フッ素、ホウ素	カドミウム、鉛、水銀	-
	含有量試験	表-4.4 (b)の全項目	-	鉛、六価クロム、ヒ素、セレン、フッ素、ホウ素	カドミウム、水銀

※1 環境安全形式検査の結果をもとに石炭灰混合材料製造業者と利用者との合意の上、省略できる。

※2 カドミウムと水銀の全含有量は、含有量基準と比較しても十分に低い（参考表 1.2 を参照）、環境安全受渡検査では検査を省略する。

(5) 判定基準

表-4.4 環境安全品質基準

(a) 溶出量基準

項目	一般用途溶出量基準 (mg/L)	港湾用途溶出量基準 (mg/L)
カドミウム	0.003 以下	0.009 以下
鉛	0.01 以下	0.03 以下
六価クロム	0.05 以下	0.15 以下
ヒ素	0.01 以下	0.03 以下
水銀	0.0005 以下	0.0015 以下
セレン	0.01 以下	0.03 以下
フッ素	0.8 以下	15 以下
ホウ素	1 以下	20 以下

(b) 含有量基準

項目	含有量基準 (mg/kg)
カドミウム	150 以下
鉛	150 以下
六価クロム	250 以下
ヒ素	150 以下
水銀	15 以下
セレン	150 以下
フッ素	4000 以下
ホウ素	4000 以下

## (6) 検査記録

### 4.5.6 検査の記録

検査記録には、次の事項を記載しなければならない。

- a) 製造業者名、施工業者名またはそれぞれの略号
- b) 製造年月日、製造年月、製造期間またはこれらのいずれかの略号※1, ※2)
- c) 製造番号または製造ロット番号<sup>2)</sup>
- d) 使用材料および配合

- e) 検査年月日
- f) 試験事業者名および検査員名
- g) 環境安全形式検査結果
- h) 環境安全受渡検査結果
- i) 検査結果の判定

※ 1) 製造年月日または製造年月の略号は一般に分かりやすい方法とする

2) b)とc)はいずれか1つ以上を記載すればよい。

付表 石炭灰混合材料 環境安全形式検査・受渡検査成績書(例)								
平成 年 月 日								
製造業者 _____								
施工業者 _____								
<b>環境安全形式検査</b>								
製造年月日、製造年月、製造期間 又はこれらのいずれかの略号				製造番号又は製造ロット番号				
使用材料及び配合								
検査年月日				試験事業者名及び検査員名				
検査項目(全項目)	カドミウム	鉛	六価クロム	砒素	水銀	セレン	ふっ素	ほう素
環境安全形式検査値 (mg/L)								
環境安全品質基準値 (mg/L)	0.03 以下	0.03 以下	0.15 以下	0.03 以下	0.0015 以下	0.03 以下	15 以下	20 以下
<b>環境安全受渡検査</b>								
製造年月日、製造年月、製造期間 又はこれらのいずれかの略号				製造番号又は製造ロット番号				
使用材料及び配合								
検査年月日				試験事業者名及び検査員名				
検査項目(○印のあるもの以外は 製造業者と利用者の合意による)	カドミウム	鉛	六価クロム	砒素	水銀	セレン	ふっ素	ほう素
環境安全受渡検査値 (mg/L)			○	○		○		
環境安全品質基準値 (mg/L)	0.03 以下	0.03 以下	0.15 以下	0.03 以下	0.0015 以下	0.03 以下	15 以下	20 以下

**製造業者は、その検査報告書(または写し)を5年間保管  
 利用者は、検査報告書(または写し)を施設を供用している間、保管しなければならない。**