

---

---

# 資料編

溶融スラグ等に係る基礎的事項及び現状等

---

---

# 第1章 溶融スラグに係る基本的事項

## 1.1 溶融固化技術の概要

焼却残渣の無害化、減容化及び有効利用を目的として溶融固化処理が行われている。溶融固化処理とは、焼却残渣を燃料燃焼または電気から得られた熱エネルギー等により、概ね 1200 以上の高温条件下で有機物を燃焼・ガス化させ、無機物を溶融してガラス質の溶融スラグとし、容積を約 1/2 に減容させる技術である。また、低沸点の重金属類のほとんどを排ガス中に揮散させ、排ガス処理装置で捕集する溶融飛灰の中に濃縮し、一方で高沸点の重金属類を溶融スラグ中に移行させ、 $\text{SiO}_2$  の網目構造に包み込んだ形でガラス化することによって溶出を抑制し、無害化するものである。

ごみ溶融方式は図 1-1 に示すとおり、焼却+灰溶融方式とガス化溶融方式に分類される。それぞれの方式の概要は図 1-2 から図 1-5 に示すとおりである。

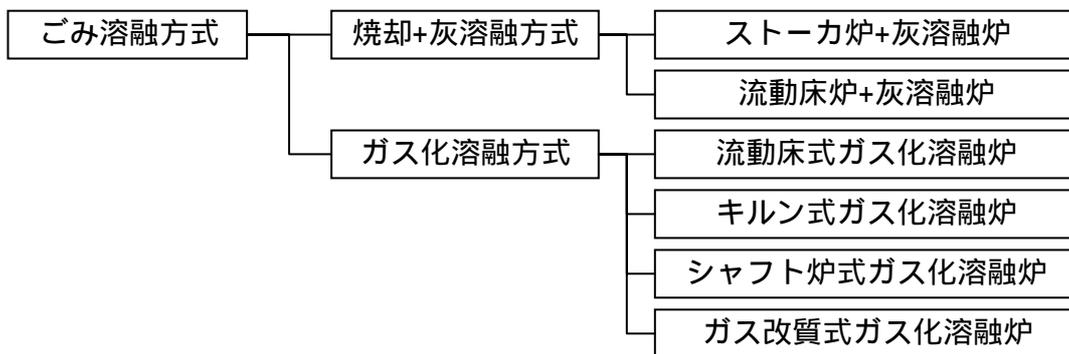
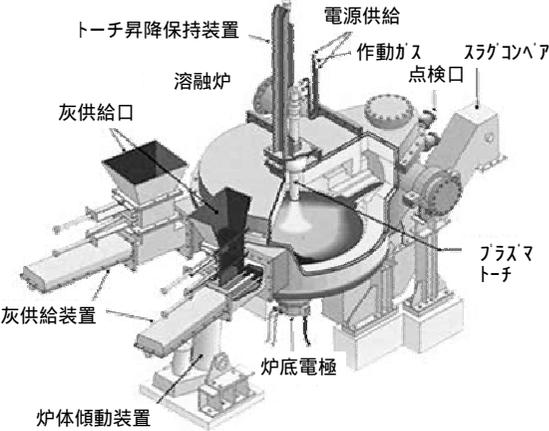
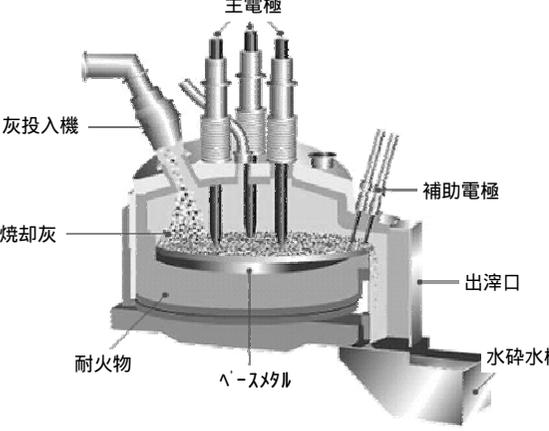
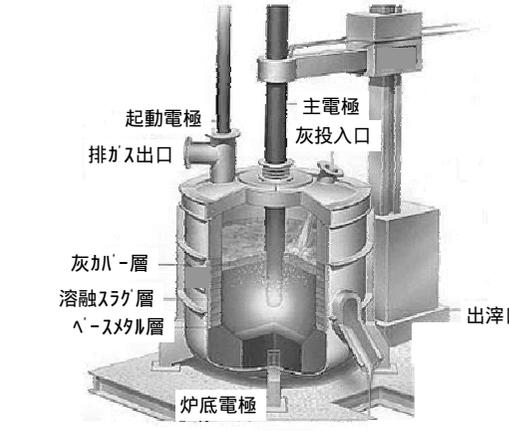


図 1-1 ごみ溶融方式の分類

項目	焼却炉（ストーカ炉）	焼却炉（流動床炉）
概念図		
概要注)	<p>ごみを可動するストーカ（火格子）上でゆっくり移動しながら、ストーカ下部から吹き込まれる燃焼用空気により、乾燥・燃焼・後燃焼の3段階を経て焼却が行われ、焼却灰として排出される。ごみ中の不燃物及び灰分の大部分は、ストーカ終端から排出されるが、灰分の一部は燃焼ガス中に飛散し、集じん機にて飛灰として捕集する。</p>	<p>ごみはクレーンで供給ホッパに投入され、ホッパ下部の給じん装置で解砕し、ほぐされた状態で炉内に供給される。炉内に入ったごみは、下部から強い圧力で送られた燃焼用空気と流動する灼熱された砂に接触することにより、瞬時に焼却される。ごみ中の金属、がれき等の不燃物は、流動媒体等とともに流動床下部より排出されるが、灰分は燃焼ガスとともにガス中に飛散し、集じん機で捕集される。なお、流動床下部より排出された流動媒体は、不燃物と選別された後、再度炉内へ循環している。</p>
開発メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>・石川島播磨重工業(株)</li> <li>・(株)荏原製作所</li> <li>・(株)川崎技研</li> <li>・川崎重工業(株)</li> <li>・(株)クボタ</li> <li>・(株)神鋼環境ソリューション</li> <li>・三機工業(株)</li> <li>・JFEエンジニアリング(株)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・住友重機械工業(株)</li> <li>・(株)タクマ</li> <li>・パプコック日立(株)</li> <li>・日立金属(株)</li> <li>・日立造船(株)</li> <li>・三菱重工業(株)</li> <li>・ユニチカ(株) 他</li> </ul>

(出典) メーカーパンフレット等より抜粋  
 (注) 概要については、概念図に示す代表技術について示す

図 1-2 焼却炉の概要

項目	プラズマ式	アーク式	電気抵抗式
概念図			
概要 注)	<p>直流アークの中にプラズマガスを流して高温高密度化したプラズマを作り、その熱で溶融する。</p>	<p>電極に電圧をかけることで、電極と炉底のベースメタル間でアークを発生させ、その熱で溶融する。</p>	<p>電極に電圧をかけることで、電極間の溶融した灰自身が発するジュール熱(電気抵抗熱)により溶融する。</p>
開発メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(株)荏原製作所</li> <li>・(株)タクマ</li> <li>・川崎重工業(株)</li> <li>・日立造船(株)</li> <li>・三菱重工業(株)</li> <li>・(株)神鋼環境ソリューション</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大同特殊鋼(株)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・石川島播磨重工業(株)</li> <li>・JFEエンジニアリング(株)</li> <li>・(株)タクマ</li> </ul>

(出典) メーカーパンフレット等より抜粋

注) 概要については、概念図に示した代表技術について示す

図 1-3 灰溶融炉 (電気式) の概要

項目	表面溶融式（固定型）	表面溶融式（回転型）
概念図		
概要注)	バーナ（都市ガス，灯油）を使用し，固定床上の灰を表面から溶融する。	原理は固定型と同じだが，外筒と炉底が一体構造となって緩速回転しており，灰を均一に配分して溶融する。
開発メーカー	・川崎重工業(株) ・(株)タクマ ・日立造船(株)	・(株)クボタ
項目	テルミット式	コークスベッド式
概念図		
概要注)	焼却灰に対してアルミを10%程度投入し，着火させることで溶融する。	コークスを燃料とし，その燃焼熱で溶融する。
開発メーカー	・内海プラント 他	・石川島播磨重工業(株) ・新日本製鐵(株) ・新明和工業(株)

(出典) メーカーパンフレット等より抜粋

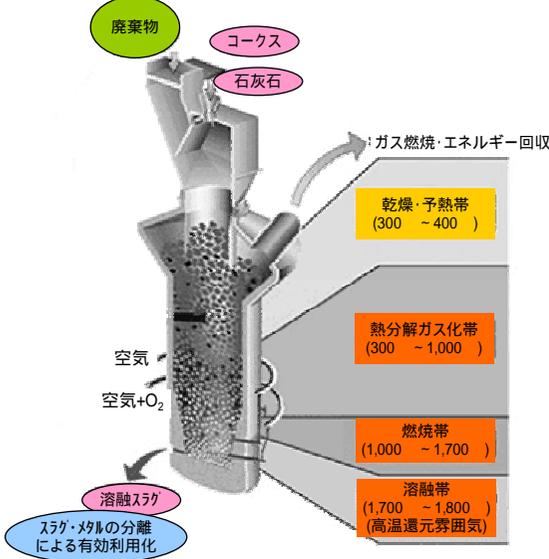
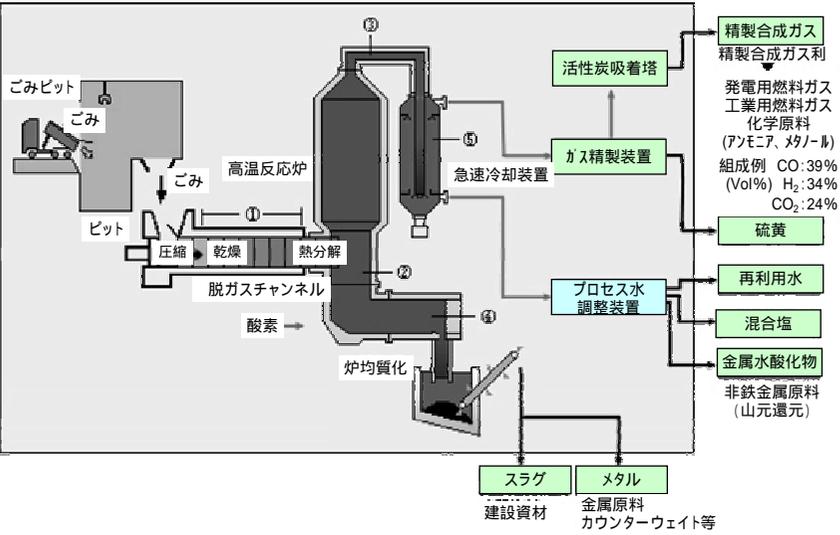
注) 概要については、概念図に示した代表技術について示す

図 1-4 灰溶融炉（燃料式）の概要

項目	流動床式	キルン式
概念図		
概要注)	<p>焼却技術である流動床炉を熱分解炉に利用したもので、低酸素濃度雰囲気かつ焼却よりも低い温度（約600 程度）で運転することで、ガス化反応を緩やかにし、ガスとチャーを後段の熔融炉で燃焼・熔融する。</p> <p>ごみの熱分解に必要な熱源は、流動床炉内での部分燃焼によって賄っている。</p> <p>流動床炉下部からは、鉄、アルミ等が未酸化の状態では排出される。砂は分離回収後、流動床炉内に循環される。一方、熔融炉内では灰分が熔融されてスラグとなる。</p>	<p>熱分解ドラム（キルン）に投入したごみを間接加熱しながら約450の低温で熱分解する。キルン後部出口より排出された固体残渣は約80 まで冷却された後、振動ふるいと選別機によって、鉄、アルミ等を未酸化の状態では回収する。鉄、アルミ以外の残渣は粉碎機により1mm以下にして熔融炉側へ送り込まれ、熱分解ガスとともに燃焼され、このときの燃焼熱で灰分が熔融されスラグとなる。</p> <p>1970年代にドイツで発案、シーメンス社が改良・開発したプロセスであり、1991年に我が国へ技術導入されている。</p>
開発メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(株)荏原製作所</li> <li>・川崎重工業(株)</li> <li>・(株)神鋼環境ソリューション</li> <li>・住友重機械工業(株)</li> <li>・バブコック日立(株)</li> <li>・日立造船(株)</li> <li>・三菱重工業(株)</li> <li>・KSTUグループ</li> <li>(株)栗本鉄工所・三機工業(株)・東インジニアリング(株)・エチカ(株)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・IHI・クボタグループ</li> <li>(石川島播磨重工業(株)+ (株)クボタ)</li> <li>・(株)タクマ</li> <li>・日立製+バブコックグループ</li> <li>(株)日立製作所・バブコック日立(株)</li> <li>・三井造船(株)</li> </ul>

(出典) メーカーパンフレット等より抜粋  
 注) 概要については、概念図に示す代表技術について示す

図 1-5 ガス化熔融炉の概要 ( 1 / 2 )

項目	シャフト炉式	ガス改質式
概念図		
概要注)	<p>高炉の技術を応用したもので、シャフト炉の中央部からごみとともにコークス及び石灰石を投入し、炉内では乾燥帯，熱分解帯，燃焼・熔融帯を経て炉底よりスラグとメタル（鉄・アルミ等の混合物）が排出される。また、炉内の熱分解ガスは炉頂部より排出され、後段に設置した燃焼室で燃焼される。 1970年代末から実績があり，種々の改良を経ながら現在に継承されている。</p>	<p>熱分解ガスを回収して有効利用する技術である。投入されたごみは圧縮・間接加熱されながら乾燥・熱分解（乾留）脱ガスされる。熱分解物（炭化物・チャー）は酸素の供給により高温熔融されスラグとメタルになる。一方、熱分解ガスからは、洗浄と改質を行って金属酸化物，硫黄，混合塩等が回収されるとともに、塩化水素、硫化水素、ばいじん等の不純物を除去したガスは、ガスエンジン等を用いた発電に利用される。 ガス化改質方式であるサーモセレクト方式は，1992年に第一号機（100 t / 日）がイタリアで稼働している。</p>
開発メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(株)川崎技研</li> <li>・JFEエンジニアリング(株)</li> <li>・新日本製鐵(株)</li> <li>・日立金属(株)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・極東開発工業(株)</li> <li>・JFEエンジニアリング(株)</li> <li>・住友金属工業(株)</li> <li>・三菱マテリアル(株)</li> </ul>

(出典) メーカーパンフレット等より抜粋  
注) 概要については、概念図に示す代表技術について示す

図 1-5 ガス化溶融炉の概要 ( 2 / 2 )

## 1.2 全国における溶融施設の稼働状況

エコスラグ利用普及センターの調査によると、全国の一般廃棄物を対象とした溶融施設は、平成14年度末現在で、電気式灰溶融方式37施設、燃料式灰溶融方式34施設、ガス化溶融炉方式59施設の合計130施設が稼働している(表1-1)。また、3施設の民間溶融施設が稼働している。

表1-1 灰溶融炉(電気式)の稼働状況

No	都道府県	地方公共団体名	施設名	焼却方式	溶融方式	溶融能力(t/日)	冷却方式	溶融炉メーカー	稼働年月
1	北海道	札幌市	白石清掃工場	ストーカ炉	プラズマ式	140	水砕	(株)タクマ	2002
2	北海道	北見市	廃棄処理場	ストーカ炉	プラズマ式	10	水砕	パフコック日立(株)	2001/4
3	青森県	弘前地区環境整備事業組合 <sup>*1)</sup>	新中央清掃工場	ストーカ炉	プラズマ式	40	水砕	(株)荏原製作所	2003/4
4	福島県	いわき市	南部清掃センター	ストーカ炉	プラズマ式	40	徐冷	三菱重工業(株)	2000/4
5	茨城県	日立市	エコクリーンかみね	ストーカ炉	プラズマ式	36	水砕	日立造船(株)	2001/4
6	茨城県	筑西広域市町村圏事務組合	ごみ処理施設	ストーカ炉	交流アーク式	31	水砕	(株)クボタ	2002/12
7	栃木県	宇都宮市	クリーンプラザ茂原	ストーカ炉	交流アーク式	40	水砕	(株)クボタ	2001/1
8	栃木県	栃木地区広域行政事務組合	北部清掃工場	ストーカ炉	プラズマ式	30	水砕	三菱重工業(株)	2003/4
9	群馬県	水上月夜野新治衛生施設組合	奥利根アメリティパーク	ストーカ炉	電気抵抗式	3t/16h	徐冷	石川島播磨重工業(株)	1998/4
10	埼玉県	さいたま市	さいたま市西部環境センター	ストーカ炉	交流アーク式	75	水砕	川崎重工業(株)	1993/4
11	埼玉県	東埼玉資源環境組合	第1工場	ストーカ炉	交流アーク式	160	水砕	日立造船(株)	1995/10
12	埼玉県	所沢市	所沢市東部クリーンセンター	ストーカ炉	交流アーク式	60	水砕	JFEエンジニアリング(株)	2003/4
13	埼玉県	児玉郡市広域市町村圏組合	小山川クリーンセンター	ストーカ炉	プラズマ式	30	水砕	川崎重工業(株)	2000/4
14	千葉県	千葉市	新港清掃工場	ストーカ炉	プラズマ式	36	水砕	川崎重工業(株)	2002/12
15	千葉県	千葉市 <sup>*2)</sup>	北谷津プラズマ溶融センター	ストーカ炉	プラズマ式	24	水砕	日立造船(株)	1998/1
16	東京都	23区清掃一部事務組合	板橋清掃工場	ストーカ炉	交流アーク式	180	水砕	住友重機械工業(株)	2002/11
17	東京都	23区清掃一部事務組合	大田清掃工場第2工場	ストーカ炉	交流アーク式	500	水砕	日立造船(株)	1991/4
18	東京都	八王子市	戸吹清掃工場	ストーカ炉	電気抵抗式	36	徐冷	JFEエンジニアリング(株)	1998/3
19	東京都	多摩川衛生組合	清掃工場	ストーカ炉	交流アーク式	50	水砕	川崎重工業(株)	1998/4
20	神奈川県	横浜市	金沢工場	ストーカ炉	電気抵抗式	60	徐冷	JFEエンジニアリング(株)	2001/3
21	富山県	富山地区広域圏事務組合	クリーンセンター	ストーカ炉	プラズマ式	140	水砕	(株)タクマ	2002
22	富山県	射水地区広域圏事務組合	クリーンピア射水	流動床炉	プラズマ式	12	徐冷	(株)神鋼環境ソリューション	2002
23	山梨県	富士吉田市	新ごみ処理施設	ストーカ炉	プラズマ式	20	水砕	川崎重工業(株)	2003/4
24	岐阜県	可茂衛生施設組合	ささゆりクリーンパーク	ストーカ炉	プラズマ式	60	水砕	日立造船(株)	1999/4
25	愛知県	春日井市	春日井市クリーンセンター	ストーカ炉	電気抵抗式	80	水砕	JFEエンジニアリング(株)	2002/4
26	愛知県	小牧岩倉衛生組合	環境センター	ストーカ炉	電気抵抗式	9.6	水砕	三菱重工業(株)	1996/4
27	愛知県	海部津島環境事務組合	八穂クリーンセンター	ストーカ炉	プラズマ式	56	水砕	三菱重工業(株)	2002/6
28	京都府	京都市	東北部クリーンセンター	ストーカ炉	プラズマ式	24	水砕	川崎重工業(株)	2001/4
29	大阪府	泉北環境整備組合	第二事業所ごみ焼却場	ストーカ炉	プラズマ式	60	水砕	(株)タクマ	2003/4
30	兵庫県	加古川	新クリーンセンター	ストーカ炉	プラズマ式	60	徐冷	(株)神鋼環境ソリューション	2003/4
31	岡山県	岡山市	東部クリーンセンター	ストーカ炉	プラズマ式	39	徐冷	石川島播磨重工業(株)	2001/8
32	広島県	広島市	広島市中工場	ストーカ炉	プラズマ式	48	徐冷	三菱重工業(株)	2003/10
33	広島県	呉市	呉市ごみ焼却場	ストーカ炉	交流アーク式	62	水砕	パフコック日立(株)	2003/4
34	山口県	下関市	下関市環境センター奥山工場	ストーカ炉	プラズマ式	41	水砕	(株)神鋼環境ソリューション	2002/12
35	徳島県	美馬環境整備組合	クリーンセンター美馬	流動床炉	プラズマ式	5	水砕	(株)神鋼環境ソリューション	1997/3
36	愛媛県	松山市	南クリーンセンター	ストーカ炉	プラズマ式	52	水砕	(株)荏原製作所	1994/3
37	高知県	高知市	高知市清掃工場	ストーカ炉	プラズマ式	80	徐冷	三菱重工業(株)	2002/4
38	佐賀県	佐賀市	佐賀市清掃工場	流動床炉	プラズマ式	23	水砕	(株)荏原製作所	2003/4

\*1) 2003年8月から操業停止

\*2) 2001年度末で操業停止

出典:循環社会の輪をつなぐごみと下水の溶融スラグ(エコスラグ)有効利用の課題とデータ集(2004年度版)

((社)日本産業機械工業会 エコスラグ利用普及センター)

出典(溶融炉メーカーについて):ごみ処理施設台帳平成16年度版 ((財)廃棄物研究財団)

表 1-2 灰溶融炉（燃料式）の稼働状況

No	都道府県	地方公共団体名	施設名	焼却方式	溶融方式	溶融能力 (t/日)	冷却方式	溶融炉 メーカー	稼働年月
1	秋田県	大曲市外九ヶ町村清掃事務組合	-	ストーカ炉	表面溶融	-	水砕	川崎重工業(株)	2003
2	山形県	西村山広域行政事務組合	寒河地区クリーンセンター	ストーカ炉	回転式表面溶融	14	水砕	日立造船(株)	2000/10
3	山形県	最上広域圏市町村事務組合	-	ストーカ炉	回転式表面溶融	14	水砕	(株)コボタ	-
4	福島県	安達地方広域行政組合	ごみ焼却場	ストーカ炉	表面溶融	12	水+除	三菱重工業(株)	2003/4
5	茨城県	潮来市	潮来クリーンセンター	ストーカ炉	ロータリーキルン式	12	水砕	-	1999/11
6	茨城県	龍ヶ崎地方塵芥処理組合	クリーンプラザ・龍	ストーカ炉	回転式表面溶融	24	水砕	JFEエンジニアリング(株)	1999/7
7	茨城県	常陸太田地区広域事務所	新清掃センター	ストーカ炉	輻射式表面溶融	13	水砕	(株)タクマ	2001/12
8	栃木県	那須地区広域行政事務組合	大田原清掃工場	ストーカ炉	表面溶融	12	水砕	日立造船(株)	2003/4
9	埼玉県	坂戸市 <sup>*1)</sup>	西清掃センター	ストーカ炉	輻射式表面溶融	10	水砕	(株)タクマ	1995/7
10	埼玉県	狭山市 <sup>*1)</sup>	第一環境センター	ストーカ炉	回転式表面溶融	15	水砕	(株)タクマ	1991/4
11	埼玉県	狭山市 <sup>*1)</sup>	第二環境センター	ストーカ炉	輻射式表面溶融	7	水砕	(株)タクマ	1996/12
12	埼玉県	東埼玉資源環境組合 <sup>*2)</sup>	第2工場	ストーカ炉	輻射式表面溶融	29	水砕	日立造船(株)	1985/4
13	千葉県	八千代市	八千代市清掃センター	ストーカ炉	表面溶融	11	水砕	川崎重工業(株)	2001/4
14	千葉県	我孫子市 <sup>*3)</sup>	我孫子市クリーンセンター	ストーカ炉	輻射式表面溶融	15	水砕	日立造船(株)	1994/7
15	千葉県	東金市外三町清掃組合	東金市外3町クリーンセンター	ストーカ炉	輻射式表面溶融	26	水砕	(株)タクマ	1998/4
16	千葉県	八街市	八街クリーンセンター	流動床炉	表面溶融	13	水砕	ユニチカ(株)	2002
17	東京都	23区清掃一部事務組合	多摩川清掃工場	ストーカ炉	回転式表面溶融	30	水砕	石川島播磨重工業(株)	2003/6
18	新潟県	白根地区広域事務組合	グリーントワー	ストーカ炉	回転式表面溶融	7	水砕	(株)コボタ	1994/11
19	新潟県	佐渡市	佐渡南部クリーンセンター	ストーカ炉	酸素バーナー加熱反応式	1	水砕	ハフコック日立(株)	2000/4
20	新潟県	佐渡広域市町村圏組合	メルティングセンター佐渡	ストーカ炉	テルミット	14.5	水砕	-	-
21	山梨県	大月都留広域事務組合	新ごみ処理施設	ストーカ炉	表面溶融	13	水砕	日立金属(株)	-
22	愛知県	東海市	東海市清掃センター	ストーカ炉	コークスパット式	30	水砕	JFEエンジニアリング(株)	1995/10
23	愛知県	衣浦衛生組合	クリーンセンター衣浦	ストーカ炉	自己燃焼式	30	水砕	石川島播磨重工業(株)	1998/4
24	滋賀県	栗東市	環境センター	ストーカ炉	回転式表面溶融	10	水砕	(株)コボタ	2002/12
25	滋賀県	湖北広域行政事務センター	クリスタルプラザ	ストーカ炉	表面溶融	11	水砕	三菱重工業(株)	1999/3
26	大阪府	南河内清掃施設組合	第2清掃工場	ストーカ炉	輻射式表面溶融	76	水砕	日立造船(株)	2000/4
27	兵庫県	篠山市	篠山市清掃センター	ストーカ炉	回転式表面溶融	8	水砕	JFEエンジニアリング(株)	2002/10
28	岡山県	岡山市	岡南環境センター	ストーカ炉	テルミット	26	水砕	(株)タクマ	2003/4
29	徳島県	阿南市外二町衛生組合	阿南クリーンセンター	ストーカ炉	輻射式表面溶融	9.6	水砕	(株)タクマ	1991/11
30	愛媛県	愛媛県廃棄物処理センター	エコニックス	ストーカ炉	ロータリーキルン式	100	水砕	-	2000/1
31	福岡県	豊前市外1町2村清掃施設組合	清掃センター	ストーカ炉	表面溶融	8.67/16h	水砕	三機工業(株)	2003/4
32	長崎県	諫早市	諫早市環境センター	ストーカ炉	回転式表面溶融	24	水砕	三菱重工業(株)	1999/12
33	長崎県	上五島地域市町村圏組合	クリーンセンターゴミ焼却場	ストーカ炉	表面溶融	3	水砕	三機工業(株)	2002
34	長崎県	南高南部衛生福祉組合	-	流動床炉	輻射式表面溶融	14	水砕	ユニチカ(株)	2000/4
35	熊本県	人吉球磨広域行政組合	人吉球磨クリーンセンター	ストーカ炉	ロータリーキルン式	13	水砕	住友重機械工業(株)	2003/4
36	鹿児島県	日置地区塵芥処理組合	日置地区清掃工場	ストーカ炉	表面溶融	16	水砕	三機工業(株)	1999/11
37	鹿児島県	徳之島愛ランド広域連合	クリーンセンター	ストーカ炉	酸素バーナー・火炎式	3	水砕	ハフコック日立(株)	2003/4
38	鹿児島県	沖永良部衛生管理組合	沖永良部クリーンセンター	ストーカ炉	表面溶融	2	水砕	-	2002
39	沖縄県	浦添市	浦添市クリーンセンター	ストーカ炉	回転式表面溶融	16	水砕	JFEエンジニアリング(株)	-
40	沖縄県	中城村北中城村清掃事務組合	中城青葉苑	ストーカ炉	表面溶融	8.6	水砕	川崎重工業(株)	2003/5

\*1) 2002年3月末で操業停止

\*2) 1998年3月末で操業停止

\*3) 2001年2月で操業停止

\*4) 「-」は不明

出典：循環社会の輪をつなぐごみと下水の溶融スラグ(エコスラグ)有効利用の課題とデータ集(2004年度版)

((社)日本産業機械工業会 エコスラグ利用普及センター)

出典(溶融炉メーカーについて)：ごみ処理施設台帳平成16年度版 ((財)廃棄物研究財団)

表 1-3 ガス化溶融炉の稼働状況

No	都道府県	地方公共団体名	施設名	処理方式	処理能力 (t/日)	冷却方式	メーカー	稼働年月
1	北海道	江別市	江別市	キルン式ガス化	140	水砕	三井造船(株)	2002/12
2	北海道	西いぶり廃棄物処理連合	一般廃棄物処理施設	キルン式ガス化	210	水砕	三井造船(株)	2003/4
3	北海道	日高中部衛生施設組合	日高中部じん芥処理センター	シャフト炉式ガス化	38	水砕	JFEエンジニアリング(株)	2002/12
4	北海道	渡島廃棄物広域処理連合	クリーンおしま	キルン式ガス化	126	水砕	(株)タクマ	2003/4
5	青森県	中部上北広域事業組合	中部上北清掃センター	流動床式ガス化	60	水砕	(株)神鋼環境ソリューション	2000/10
6	青森県	下北地域広域行政事務組合	アックス・グリーン	ガス改質式ガス化	140	水砕	(株)神鋼環境ソリューション	2003/4
7	岩手県	釜石市	釜石市清掃工場	シャフト炉式ガス化	100	水砕	新日本製鉄(株)	1979/4
8	岩手県	滝沢村	滝沢村清掃センター	シャフト炉式ガス化	100	水砕	新日本製鉄(株)	2002/12
9	岩手県	盛岡茨波地区環境施設組合	ごみ処理施設	シャフト炉式ガス化	160	水砕	JFEエンジニアリング(株)	2002/11
10	宮城県	石巻広域行政事務組合	石巻広域クリーンセンター	流動床式ガス化	230	水砕	(株)神鋼環境ソリューション	2002/12
11	秋田県	秋田市	御所野事業所	シャフト炉式ガス化	400	水砕	新日本製鉄(株)	2002/4
12	秋田県	鹿角広域行政組合	ごみ焼却場	流動床式ガス化	60	水砕	(株)神鋼環境ソリューション	2002/12
13	山形県	酒田地区クリーン組合	ごみ処理施設	流動床式ガス化	196	水砕	(株)荏原製作所	2002
14	山形県	尾花沢市大石町環境衛生事業組合	環境衛生センターごみ処理施設	流動床式ガス化	30	水砕	KSTUグループ	2002
15	埼玉県	川口市	朝日環境センター	流動床式ガス化	420	水砕	(株)荏原製作所	2002/12
16	千葉県	習志野市	芝園清掃工場	シャフト炉式ガス化	201	水砕	新日本製鉄(株)	2002/11
17	千葉県	かずさクリーンシステム	かずさクリーンシステム	シャフト炉式ガス化	200	水砕	新日本製鉄(株)	2002/4
18	新潟県	上越広域行政事務組合	汚泥リサイクルパーク	流動床式ガス化	15	水砕	日立造船(株)	2000/4
19	新潟県	巻町外三ヶ町村衛生組合	-	シャフト炉式ガス化	120	水砕	新日本製鉄(株)	2002/4
20	新潟県	南魚沼広域連合	南魚沼郡ごみ焼却場	シャフト炉式ガス化	110	水砕	川崎技研(株)	2003
21	石川県	石川北部RDF広域処理組合	石川県北部RDFセンター	流動床式ガス化	160	水砕	日立造船(株)	2003/4
22	福井県	三方美浜環境衛生施設組合	-	シャフト炉式ガス化	22	水砕	日立金属(株)	2002
23	山梨県	峡北広域行政事務組合	ごみ焼却場	キルン式ガス化	160	水砕	三井造船(株)	2002/12
24	長野県	南信州広域連合	ごみ処理施設	流動床式ガス化	93	水砕	(株)荏原製作所	2002
25	岐阜県	多治見市	多治見市三の倉センター	シャフト炉式ガス化	170	水砕	新日本製鉄(株)	2002/12
26	岐阜県	各務原市	北清掃センター	シャフト炉式ガス化	192	水砕	JFEエンジニアリング(株)	2002
27	岐阜県	瑞浪市	瑞浪市クリーンセンター	シャフト炉式ガス化	50	水砕	川崎技研(株)	2002
28	岐阜県	恵南福祉保健衛生施設組合	クリーンセンター	流動床式ガス化	25	水砕	日本ガイシ(株)	2001/4
29	岐阜県	西濃環境整備組合	西濃環境保全センター	シャフト炉式ガス化	90	水砕	新日本製鉄(株)	2003/10
30	岐阜県	中濃地域広域行政事務組合	清掃センターごみ処理施設	流動床式ガス化	168	水砕	(株)荏原製作所	2003/4
31	愛知県	豊橋市	豊橋市資源化センター	キルン式ガス化	400	水砕	三井造船(株)	2002/4
32	愛知県	尾張東部衛生組合	晴丘センター	シャフト炉式ガス化	24	水砕	川崎重工(株)	1995/10
33	愛知県	豊川宝飯衛生組合	豊川宝飯衛生組合溶融炉	シャフト炉式ガス化	130	水砕	新日本製鉄(株)	2003/4
34	三重県	亀山市	亀山市清掃センター	シャフト炉式ガス化	200	水砕	新日本製鉄(株)	2000/4
35	大阪府	茨木市	環境衛生センター第1工場	シャフト炉式ガス化	300	水砕	新日本製鉄(株)	1996/4
36	大阪府	茨木市	環境衛生センター第2工場	シャフト炉式ガス化	150	水砕	新日本製鉄(株)	1999/4
37	兵庫県	高砂市	ごみ焼却施設	流動床式ガス化	194	水砕	パプコック日立(株)	2003/2
38	兵庫県	揖保保険衛生施設組合	揖保クリーンセンター	シャフト炉式ガス化	130	水砕	新日本製鉄(株)	1997/4
39	奈良県	桜井市	グリーンパーク	流動床式ガス化	150	水砕	日立造船(株)	2002/12
40	島根県	出雲市外6市町広域事務組合	出雲エネルギーセンター	キルン式ガス化	218	水砕	日立製作所・パプコックJV	2003/10
41	広島県	安芸地区衛生管理組合	安芸地区広域ごみ焼却施設	流動床式ガス化	9.6	水砕	(株)神鋼環境ソリューション	2002/12
42	山口県	宇部市	宇部市ごみ処理施設	流動床式ガス化	198	水砕	(株)荏原製作所	2002/12
43	香川県	香川県東部清掃組合	東部溶融クリーンセンター	シャフト炉式ガス化	195	水砕	新日本製鉄(株)	1997/4
44	高知県	高知西部環境施設組合	高知西部クリーンセンター	シャフト炉式ガス化	140	水砕	新日本製鉄(株)	2002/12
45	福岡県	飯塚市	飯塚市クリーンセンター	シャフト炉式ガス化	180	水砕	新日本製鉄(株)	1998/4
46	福岡県	糸島地区消防厚生施設組合	糸島クリーンセンター	シャフト炉式ガス化	200	水砕	新日本製鉄(株)	2000/3
47	福岡県	八女西部広域事務組合	清掃工場	キルン式ガス化	220	水砕	三井造船(株)	2000/3
48	福岡県	古賀市外1市4町じん芥処理組合	宗像清掃工場	シャフト炉式ガス化	160	水砕	-	2003/4
49	福岡県	古賀市外1市4町じん芥処理組合	古賀清掃工場	キルン式ガス化	260	水砕	-	2003/4
50	福岡県	味木朝倉三井環境施設組合	ごみ焼却場	シャフト炉式ガス化	120	水砕	-	2002/12
51	長崎県	対馬総町村組合	対馬地域一般廃棄物処理広域化施設	流動床式ガス化	60	水砕	三機工業(株)	2002/12
52	長崎県	福江市	福江市清掃センター	流動床式ガス化	54	水砕	-	2002/12
53	熊本県	水俣芦北広域行政事務組合	水俣芦北広域ゴミ処理施設	シャフト炉式ガス化	43	水砕	川崎重工(株)	2003
54	大分県	大分市	佐野清掃センター	シャフト炉式ガス化	387	水砕	新日本製鉄(株)	2003/4
55	大分県	佐伯地区広域市町村圏事務組合	エコセンター番匠	シャフト炉式ガス化	110	水砕	JFEエンジニアリング(株)	2003/4
56	鹿児島県	北始良清掃センター事務組合	ごみ処理施設	キルン式ガス化	80	水砕	(株)クボタ	2003/4
57	鹿児島県	国分地区衛生管理組合	国分地区敷根清掃センター	キルン式ガス化	162	水砕	(株)タクマ	2003/4
58	沖縄県	渡名喜村	クリーンセンター	シャフト炉式ガス化	2	水砕	-	2003/3
59	沖縄県	座間味村	-	シャフト炉式ガス化	4	徐冷	-	2003

\*1)「-」は不明

\*2)KSTUグループとは、(株)栗本鉄鋼所・三機工業(株)・東レエンジニアリング(株)・エチカ(株)を指す。

出典：循環社会の輪をつなぐごみと下水の溶融スラグ(エコスラグ)有効利用の課題とデータ集(2004年度版)

(社)日本産業機械工業会 エコスラグ利用普及センター)

出典(メーカーについて)：ごみ処理施設台帳平成16年度版 (財)廃棄物研究財団)

表 1-4 民間溶融施設の稼働状況

No	都道府県	企業名	施設名	処理方式	処理能力 (t/日)	冷却方式	稼働年月
1	栃木県	メルテック(株)	小山東部工業団地	コークスベッド式	120	徐冷	1998/4
2	神奈川県	(株)リフレックス	浦郷リサイクルセンター	コークスベッド式	120	水砕	2001/11

注) 産業廃棄物のみを対象とした溶融施設は含まない。

出典: 循環社会の輪をつなぐごみと下水の溶融スラグ(エコスラグ)有効利用の課題とデータ集(2004年度版)  
((社)日本産業機械工業会 エコスラグ利用普及センター)

なお、これらの2施設に加え、埼玉県が整備する「彩の国資源循環工場」のPFI施設としてオリックス資源循環(株)が運営する一般廃棄物と産業廃棄物を対象としたサーマルリサイクル施設が平成18年8月から稼働しており、溶融スラグを製造している。

### 1.3 全国における溶融スラグ生産量及び利用量

エコスラグ利用普及センターの調査によると、平成14年度における全国の溶融スラグ生産量は約28万tであり、そのうち約13万tが有効利用され、有効利用率は46.9%となっている(表1-5及び図1-6)。なお、この利用量には最終用途が不明なものも含まれていることから、実際の有効利用率はこれもより少ないものと推定される。

表 1-5 溶融スラグの生産量及び利用量の推移

	H9	H10	H11	H12	H13	H14
生産量	105,703	118,340	126,458	139,449	176,582	276,505
利用量	30,190	37,945	53,942	69,035	92,522	129,812
有効利用率	28.6%	32.1%	42.7%	49.5%	52.4%	46.9%

出典: ごみと下水の溶融スラグ(エコスラグ)有効利用の課題とデータ集  
((社)日本産業機械工業会 エコスラグ利用普及センター)

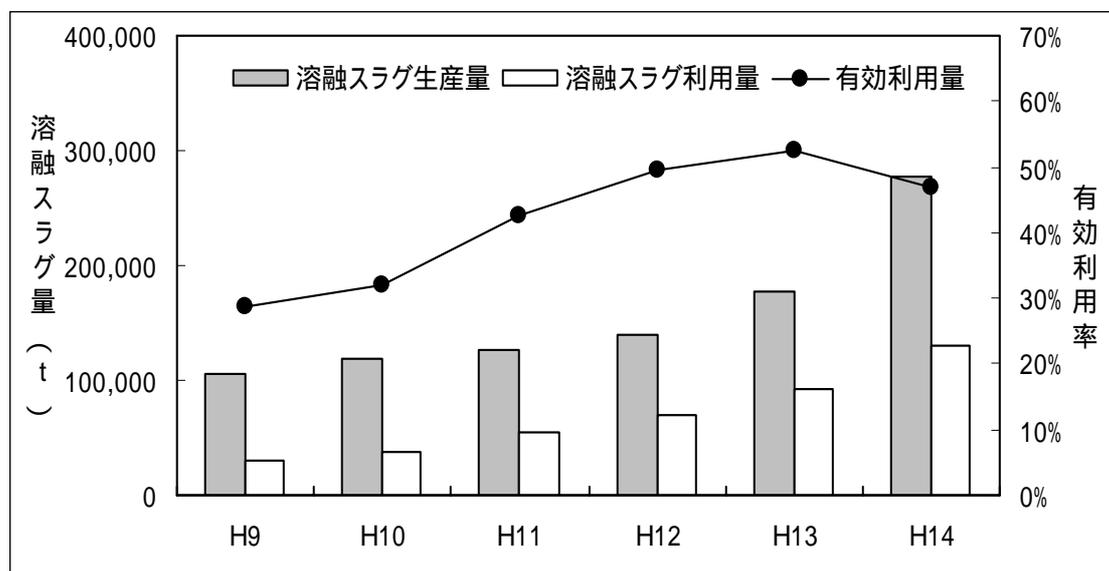


図 1-6 溶融スラグの生産量及び利用量の推移

### 1.4 溶融スラグの一般的性状

#### (1) 溶融スラグの種類

溶融スラグは冷却・固化方式により水砕スラグ、空冷スラグ、徐冷スラグに分類される。表1-6に溶融スラグの冷却・固化方式の概要を示す。一般に設置スペース、設備費の点で水砕、空冷、徐冷方式の順に有利であり、溶融スラグの物性(強度等)の点で徐冷、空冷、水砕の順で有利である。

表 1-6 溶融スラグの冷却・固化方式の概要

区分	概要	施設数 <sup>*1)</sup>
水砕方式	溶融スラグを水中に直接投入して急冷・固化し製造する。水砕スラグはガラス質で砂状である。一般に強度的に弱いため、有効利用に際しては加工や改質、他の材料との混合利用等が必要である。	119
空冷方式 <sup>*2)</sup>	溶融スラグを大気中に放置して自然冷却・固化し製造する。その冷却速度は概ね15 /minぐらいである。空冷スラグは一般にガラス質で塊状である。水砕スラグより強度的に優れているが、塊状のため有効利用に際しては、破碎、分級等の加工が必要である。	10
徐冷方式 <sup>*2)</sup>	溶融スラグの冷却温度を制御して十分な冷却時間を取り結晶化を促進して製造する。その冷却速度は概ね1 /minぐらいである。徐冷スラグは天然砕石とほぼ同等の強度があるが、塊状のため有効利用に際しては、破碎、分級等の加工が必要である。	

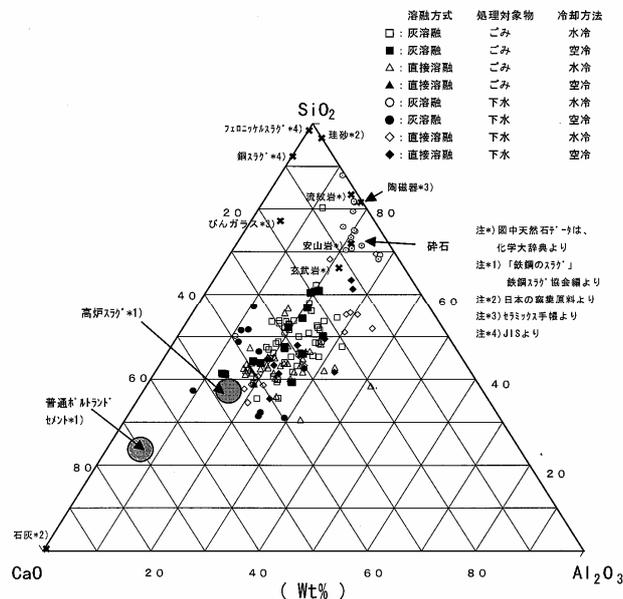
出典：スラグの有効利用マニュアル(財団法人 廃棄物研究財団)

\*1) 表1-1,表1-2,表1-3を基に計上しているが、操業を停止している施設は含まない。

\*2) 表1-1,表1-2,表1-3の徐冷方式には空冷スラグ及び徐冷スラグが含まれるが、その区分ができないため合わせて計上した。

## (2) 溶融スラグの化学性状

溶融スラグの主成分 ( $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$ ) の組成比較図を図 1-7 に示す。成分の比較として、一般に土木資材として利用されている砕石・ケイ砂・セメント・石灰石・高炉スラグ等のデータを合わせて記載している。溶融スラグは、道路用砕石やコンクリート砕石として用いられる材料の中間的な組成であると言える。主要成分以外では Na、K、Fe、P 及び微量の重金属等が含まれている。なお、これらのデータは(社)日本産業機械工業会が溶融炉メーカーにアンケート調査を実施し、整理したものである。

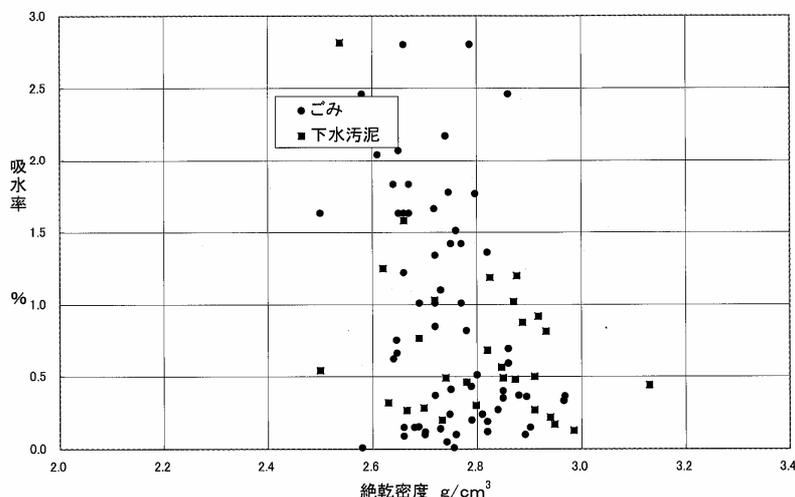


出典：「循環社会の輪をつなぐごみと下水の溶融スラグ(エコスラグ)有効利用の課題とデータ集(2004年度版)」(社)日本産業機械工業会 エコスラグ利用普及センター

図 1-7 溶融スラグの組成比較図

### (3) 溶融スラグの物理性状

アスファルト混合物用骨材としての指標項目となる絶乾密度と吸水率を図 1-8 に示す。絶乾密度は一般の天然骨材に比べて若干高い傾向にあり、 $2.45 \sim 3.0 \text{g/cm}^3$  の範囲にあり、吸水率は  $0.0 \sim 0.3\%$  の範囲に分布し、天然骨材と比較して低い値となっている。JIS 5001 (道路用砕石) に定める絶乾密度  $2.45 \text{g/cm}^3$  以上、吸水率  $3.0\%$  以下については満足している。なお、これらのデータは(社)日本産業機械工業会が溶融炉メーカーにアンケート調査を実施し、整理したものである。



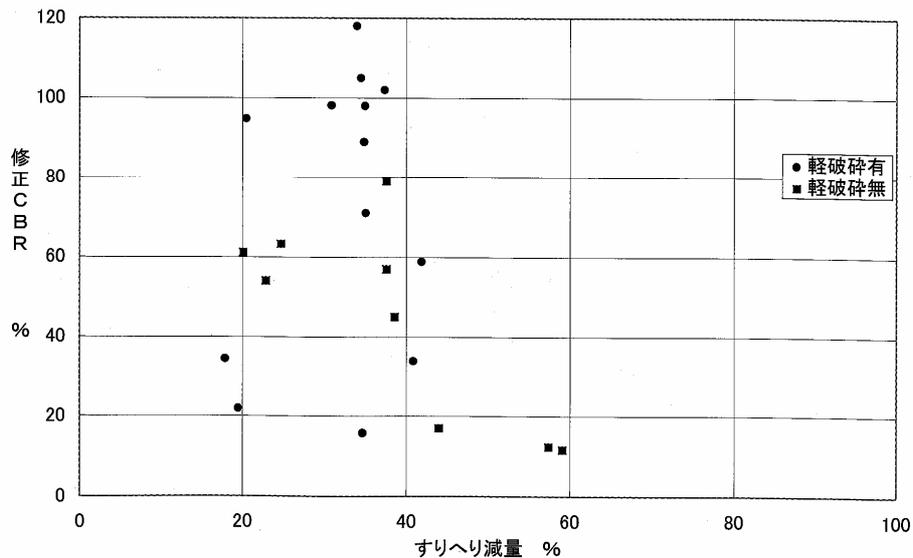
出典：「循環社会の輪をつなぐごみと下水の溶融スラグ(エコスラグ)有効利用の課題とデータ集(2004年度版)」  
(社)日本産業機械工業会 エコスラグ利用普及センター

図 1-8 溶融スラグの絶乾密度と吸水率

また、路盤材として利用する場合の重要特性であるすりへり減量と修正 CBR を図 1-9 に示す。徐冷(空冷)スラグのすりへり減量は  $20 \sim 60\%$  の範囲にあるが、大部分は  $40\%$  以下である。路盤材として使用する場合、アスファルト舗装要綱で  $30\%$  以下、JIS 5001 (道路用砕石) で  $35\%$  以下と定められているため、すべての溶融スラグが基準を満足しているわけではない。一方、アスファルト舗装要綱で  $50\%$  以下、JIS 5001 (道路用砕石) で  $40\%$  以下と定められている上層路盤材の基準については、大部分の溶融スラグが満足している。

徐冷(空冷)スラグの修正 CBR は  $10 \sim 120\%$  の範囲であり、アスファルト舗装要綱に定めるクラッシャーランの  $20\%$  以上(下層路盤材に使用可)を満足するものは多い。また、アスファルト舗装要綱に定める粒度調整砕石の  $80\%$  以上(上層路盤材に使用可)については一部の溶融スラグが満足している。

なお、これらのデータは(社)日本産業機械工業会が溶融炉メーカーにアンケート調査を実施し、整理したものである。



出典：「循環社会の輪をつなぐごみと下水の溶融スラグ(エコスラグ)有効利用の課題とデータ集(2004年度版)」  
 (社)日本産業機械工業会 エコスラグ利用普及センター

図 1-9 溶融スラグのすりへり減量と修正 CBR

#### (4) 溶融スラグの重金属溶出特性

「一般廃棄物の溶融固化物の再生利用の実施の促進について(平成 10 年 3 月 26 日 生衛発 508 号 厚生省生活衛生局水道環境部長通知)」において、表 1-に示す一般廃棄物の溶融固化物に係る目標基準が定められている。(社)日本産業機械工業会が溶融炉メーカーにアンケート調査を実施した結果では、調査対象とした約 130 事例のすべての溶融スラグが基準を満足している(出典：循環社会の輪をつなぐごみと下水の溶融スラグ(エコスラグ)有効利用の課題とデータ集(2004年度版))。

表 1-7 一般廃棄物の溶融固化物に係る目標基準

項目	溶出基準
カドミウム	0.01 mg/L 以下
鉛	0.01 mg/L 以下
六価クロム	0.05 mg/L 以下
砒素	0.01 mg/L 以下
総水銀	0.0005 mg/L 以下
セレン	0.01 mg/L 以下
フッ素	0.8 mg/L 以下
ホウ素	1 mg/L 以下

注 1) ホウ素、フッ素については平成 13 年 3 月 28 日に土壤環境基準に追加されたため対象物質となった。

注 2) 溶出試験の方法は、「土壤の汚染に係る環境基準について」(平成 3 年環境庁告示第 46 号)に定める方法によるものとする。

## 第2章 土木資材等への利用に関する基本的事項

### 2.1 溶融スラグの有効利用用途

溶融スラグの利用用途を大別すると、JIS規格の土木資材（道路用溶融スラグ、コンクリート用溶融スラグ骨材）としての利用、その他の土木資材としての利用に分けられる。前者は安定的な溶融スラグの需要が見込め、後者は溶融スラグの需要が不定期であるが、1回あたりの溶融スラグ使用量が多いという特徴がある。以下にこれらの概要を示す。

#### (1) JIS規格（JIS A 5051、5032）の土木資材（道路用溶融スラグ、コンクリート用溶融スラグ骨材）としての利用

用途：アスファルト混合物用骨材

コンクリート二次製品用骨材（インターロッキングブロック含む）

生コンクリート用骨材

路盤材 等

特徴

安定的な利用が見込める。

- ・工事箇所が多く、年間を通じて一定量を定期的に使用することが見込まれる製品である。
- ・特にアスファルト混合物については、維持管理工事での使用も見込める。
- ・使用者が限定され、溶融スラグの混入後の製品管理は各利用者（メーカー）が行う。
- ・利用実績も多く、改めて試験施工を行う必要性も薄い。

#### (2) その他の土木資材としての利用

用途：盛土材、

埋戻材

裏込材 等

特徴

不定期ではあるが、使用量は多い。

- ・新規工事のみであり、施工箇所は限定される。
- ・該当工事があれば、大量に利用することが可能である。
- ・使用に当たっては使用実績が少ないこともあり、試験施工や配合試験を必要とするケースが多い。

### 2.2 埼玉県内の流通メーカー（工場）

JISが規格化されている道路用溶融スラグ、コンクリート用溶融スラグ骨材としての利用促進に第一に取り組むとすると、溶融スラグの利用側はアスファルト混合物製造メーカー、コンクリート製品製造メーカー、インターロッキングブロック製造メーカーである。埼玉県内に存在するアスファルト合材工場、コンクリート製品工場、インターロッキングブロック工場の所在地は図1-10～図1-12に示すとおりである。

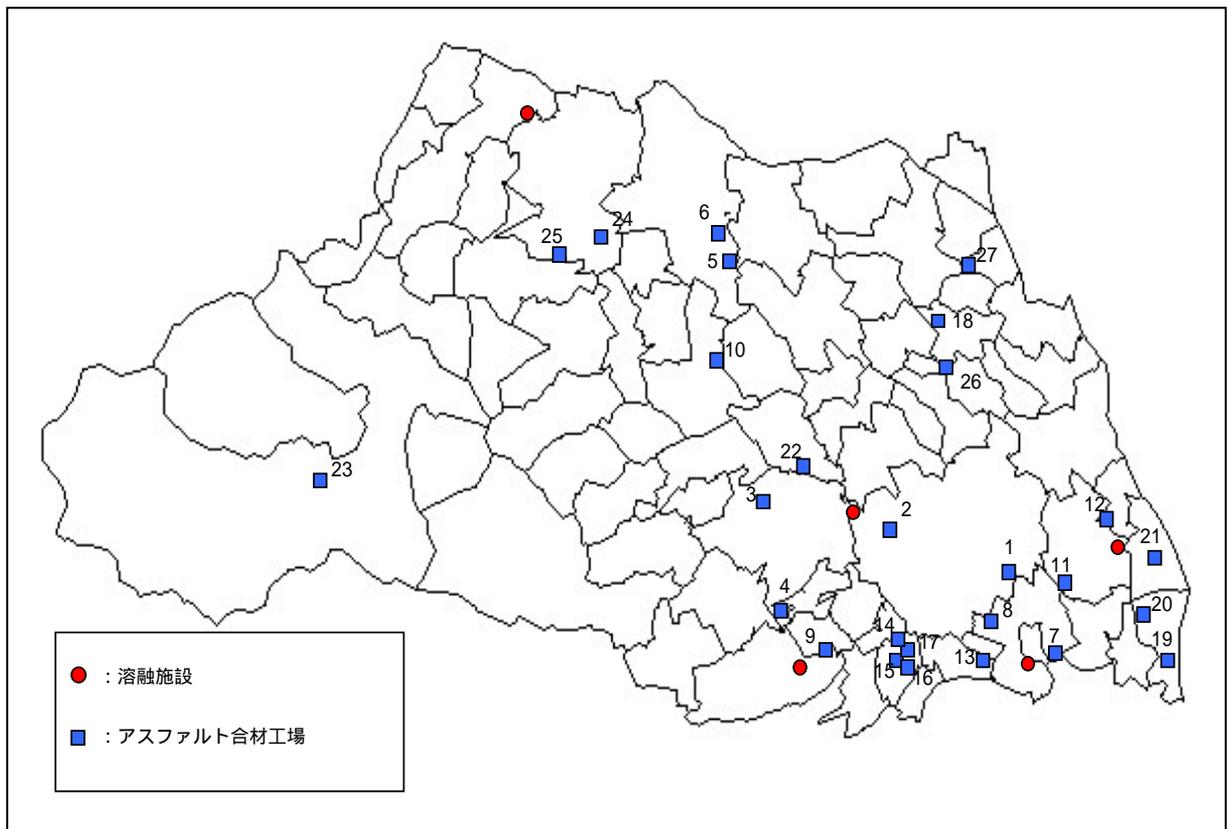


図 1-10 アスファルト合材工場の所在地

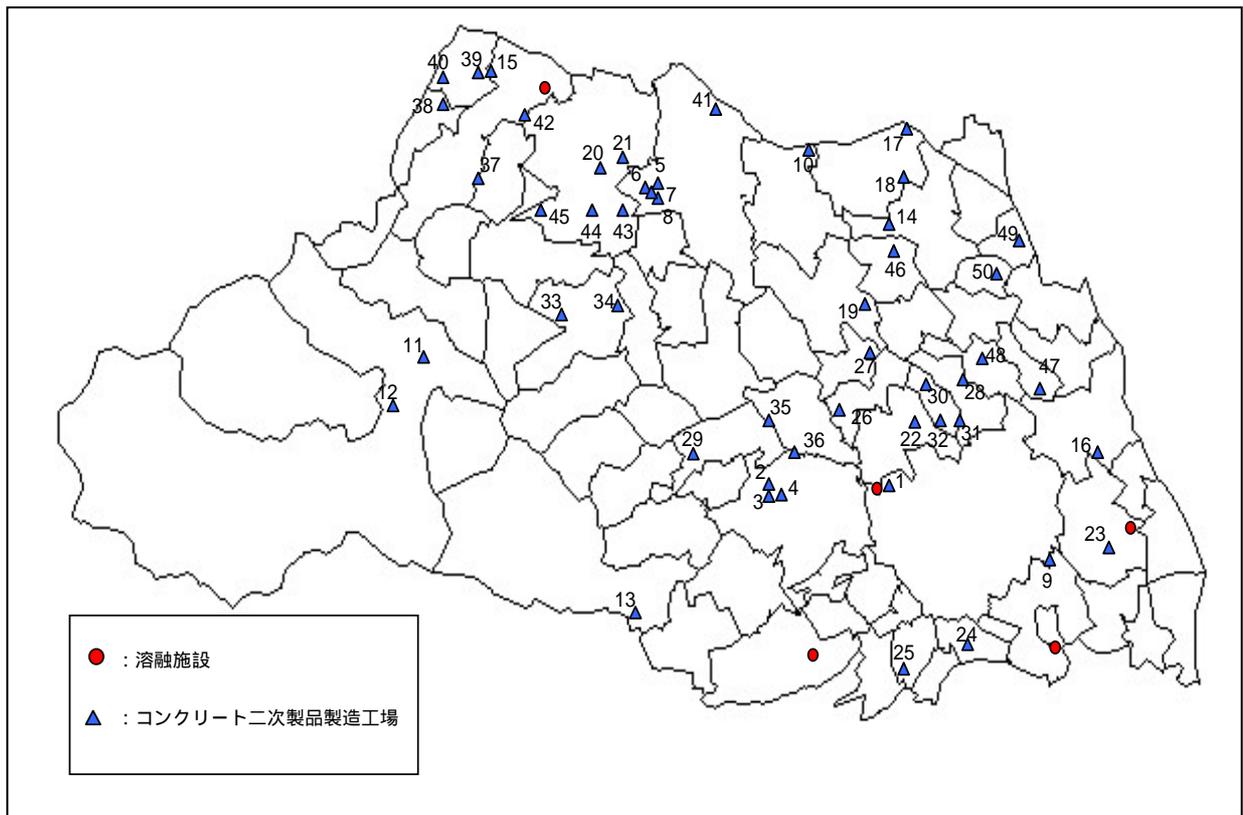


図 1-11 コンクリート二次製品製造工場の所在地

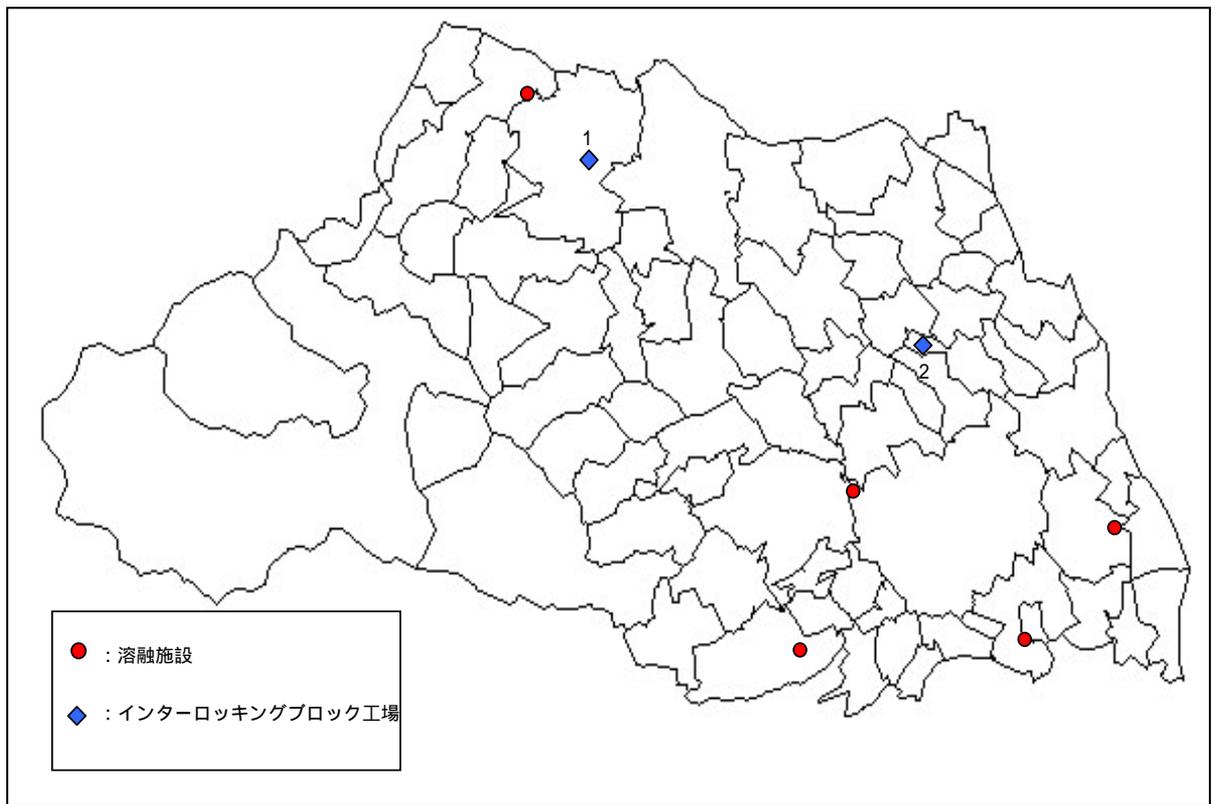


図 1-12 インターロッキングブロック工場の所在地

## 2.3 各種土木資材の製造フロー

### (1) アスファルト混合物の製造フロー

アスファルト混合物の製造フローは図 1-13 に示すとおりである。溶融スラグを骨材として使用する場合には、溶融スラグの保管、貯蔵のためのストックヤードまたはサイロ、溶融スラグ供給のためのコールドピン及びホットピン等を新たに設置しなければならない。

溶融スラグはコールドフィーダによりドライヤに供給され、ホットピンに一時保管される。他の骨材原料との配合割合に応じて一定量ずつ骨材計量器に供給され、ミキサーによりアスファルト、石粉等の原料と混合され、アスファルト混合物が製造される。

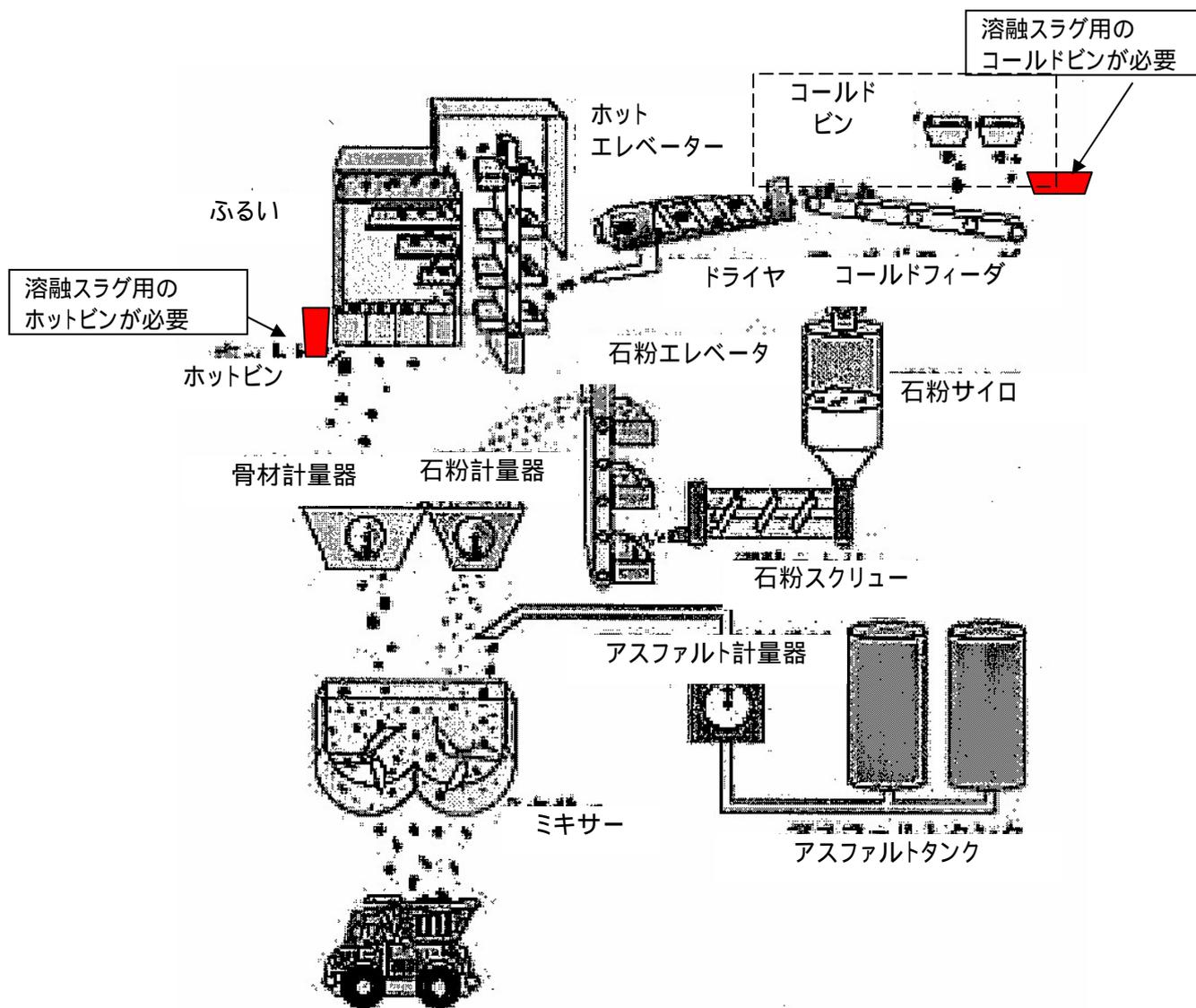


図 1-13 アスファルト混合物の製造フロー

## (2) コンクリート製品の製造フロー（道路用コンクリート製品）

道路用コンクリート製品の製造フローは図 1-14 に示すとおりである。溶融スラグを骨材として使用する場合には、溶融スラグの保管、貯蔵のためのストックヤードまたはサイロ、製造ライン上の貯蔵ビン等を新たに設置しなければならない。また、溶融スラグに水が付着している場合には、ストックヤードの前段に水切りのためのヤードを別途設置する必要がある。

溶融スラグはストックヤード等に保管され、ベルトコンベヤにより製造ライン上の貯蔵ビンに供給される。他の原料との配合割合に応じて一定量ずつ供給され、集合ホッパで他の原料と混合される。

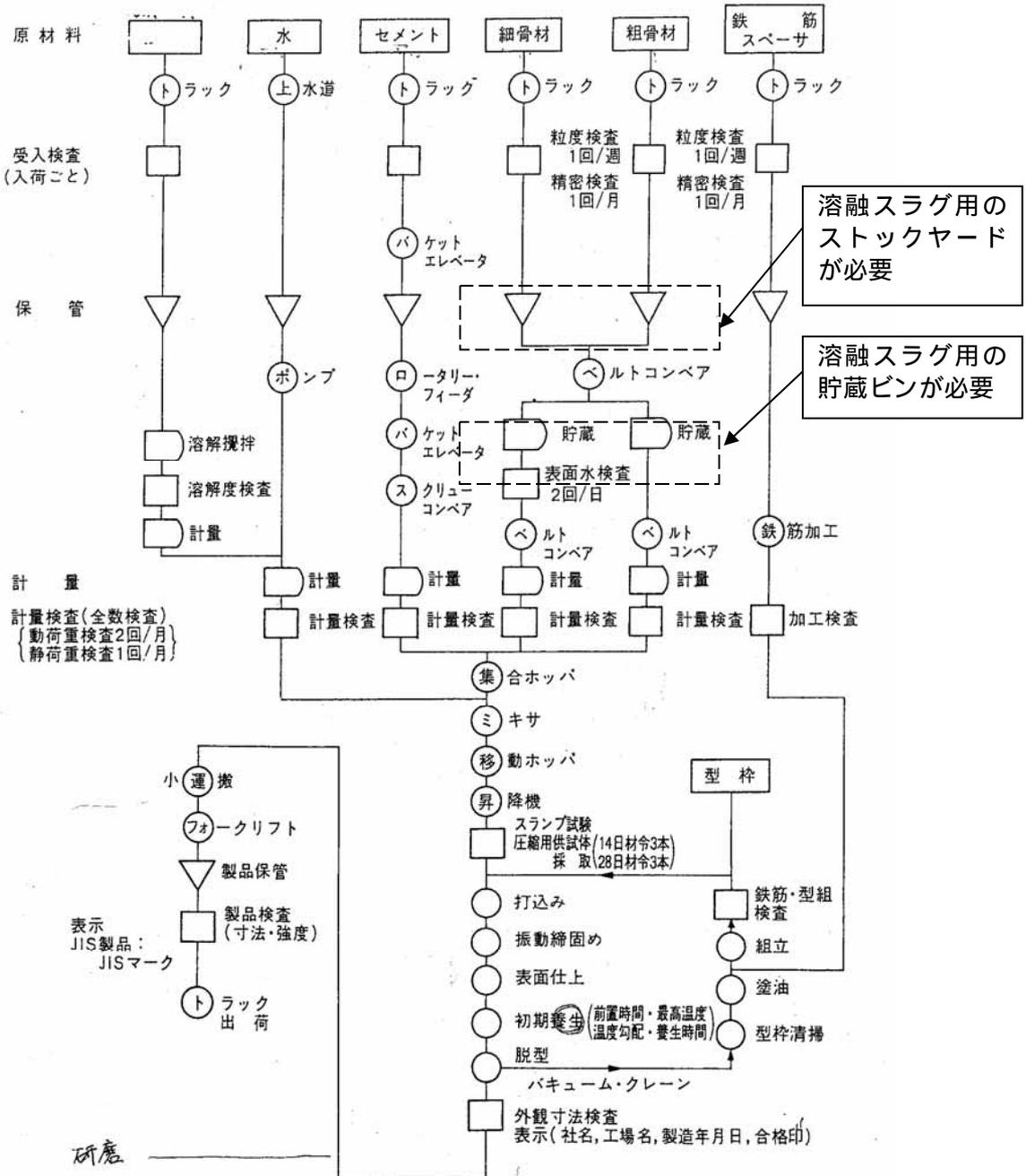


図 1-14 コンクリート製品の製造フロー

### (3) インターロッキングブロック製造フロー

インターロッキングブロックの製造フローは図 1-15 に示すとおりである。溶融スラグを骨材として使用する場合には、溶融スラグの保管、貯蔵のためのストックヤードまたはサイロ、供給のためのホッパ等を新たに設置しなければならない。

溶融スラグは投入ホッパから、他の原料との配合割合に応じて一定量ずつ計量器に供給される。更にミキサーにより骨材、セメント、水等を練り混ぜインターロッキングが製造される。

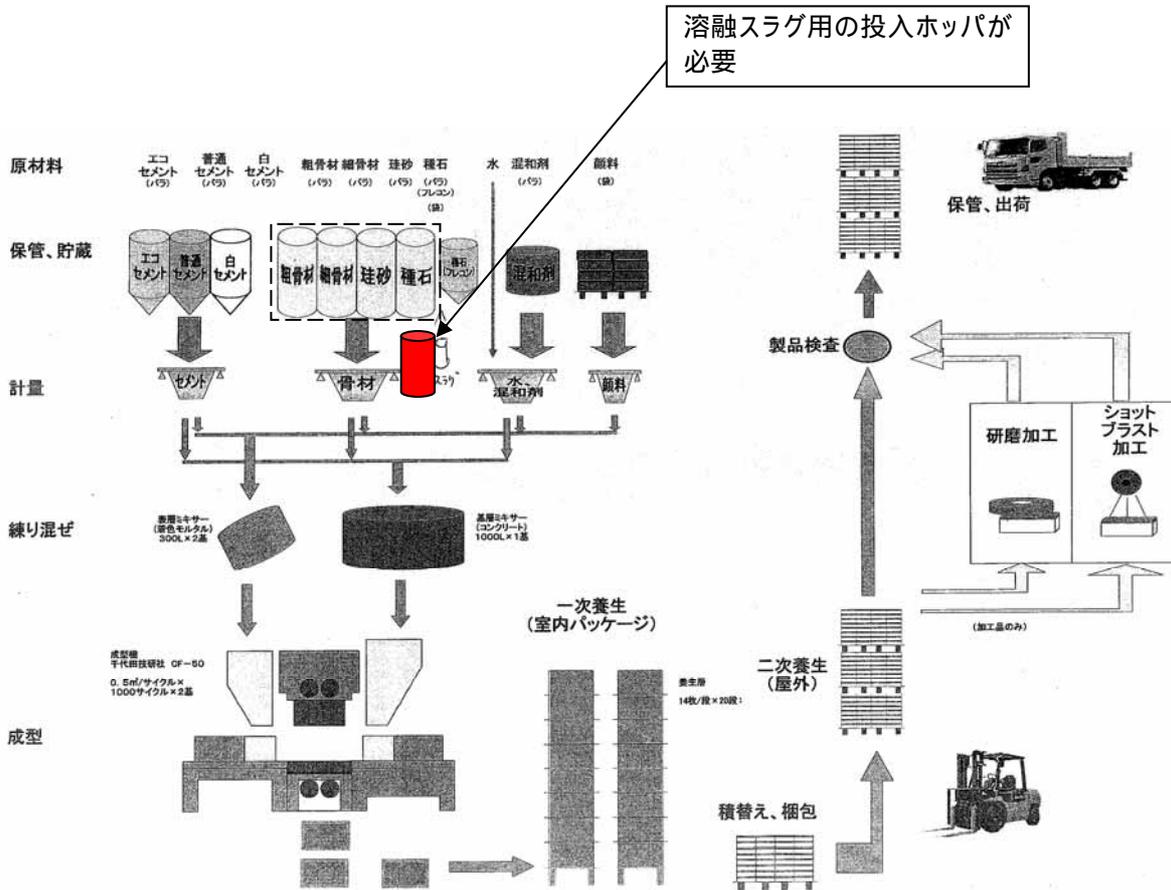


図 1-15 インターロッキングブロックの製造フロー

## 2.4 盛土材としての利用事例（高規格堤防工事の盛土材）

埼玉県近郊におけるその他の土木資材としての利用事例としては、荒川下流部の高規格堤防の盛土材としての利用が挙げられる。

平成12年に制定された循環型社会形成推進基本法を受けて、国土交通省では建設工事に係る資材の有効利用を推進しており、浚渫土等の低品質な土を有効利用する取り組みを始めている。

荒川下流部の高規格堤防工事（舟渡高規格堤防）では、荒川の浚渫土を高規格堤防の盛土材として利用するため、浚渫土に故紙を混ぜて水分を取り、さらに溶融スラグや再生砕石を混ぜ合わせて粒度調整処理を行っている。再生利用までの流れを図1-16に示す。

改良した浚渫土40%、溶融スラグ5%、再生砕石55%を混合して、混合処理土を製造し、盛土材として利用している。

出典：ARA 2006/02

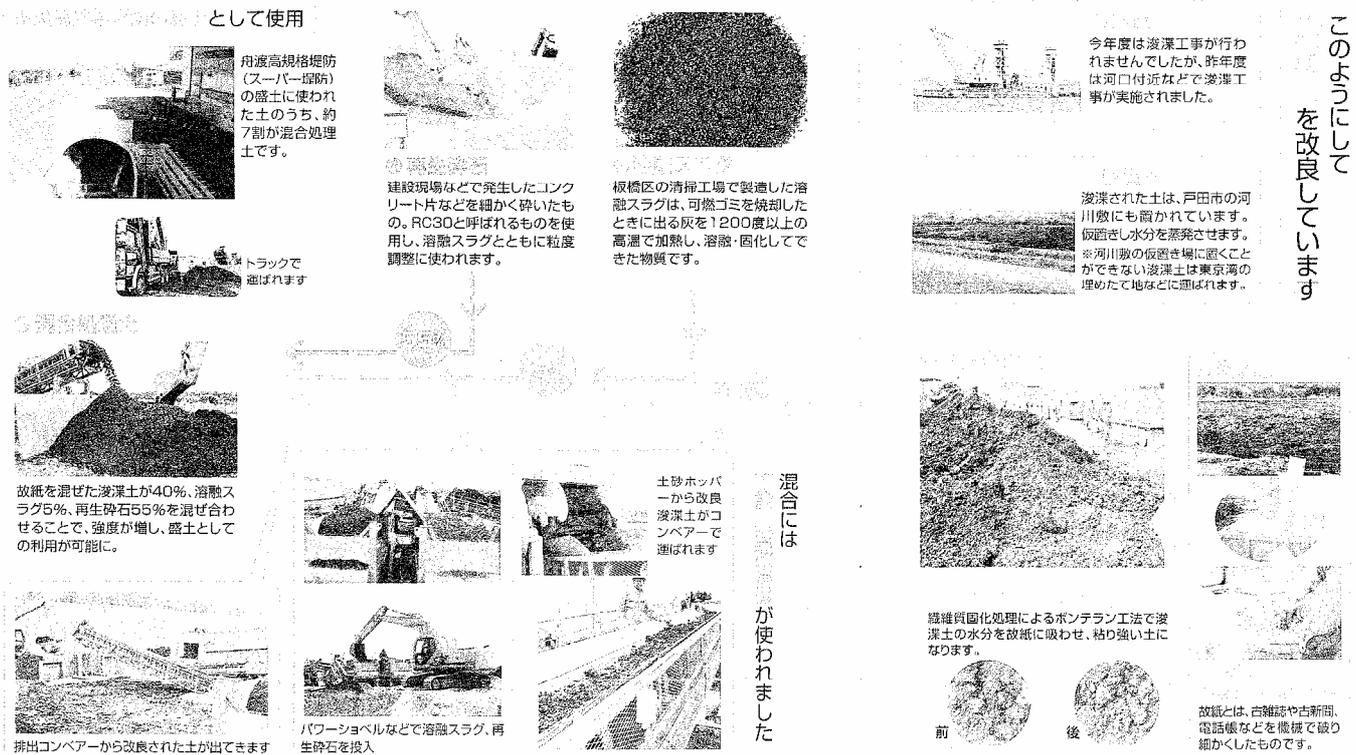


図 1-16 高規格堤防の盛土材としての有効利用事例

## 第3章 県内溶融スラグ製造施設（ごみ処理施設）の実態

埼玉県では、一般廃棄物を対象とした溶融施設が5施設と一般廃棄物と産業廃棄物を対象としたPFI方式による民間運営の溶融施設が1施設稼働している。また、これらの施設を対象とした調査結果は表1-8に示すとおりである。なお、溶融スラグの安全・品質等の管理は、JIS規格等に基づき、各溶融スラグ製造工場が実施している。

### 3.1 溶融スラグ製造施設の概要

埼玉県で現在稼働している溶融施設については、ストーカ炉+灰溶融炉（電気式）が4施設、流動床式ガス化溶融炉が1施設、ガス化改質溶融炉が1施設となっている。溶融スラグの冷却方式はいずれも水冷方式である。溶融スラグの有効利用のための付帯設備については、磨砕設備、粒度調整設備、磁力選別機のいずれかを有している。また、さいたま市西部環境センターと川口市朝日環境センターは、溶融スラグストックヤードを有している。

### 3.2 溶融スラグの有効利用に係る現状

#### (1) 溶融スラグの有効利用量

埼玉県における平成17年度の溶融スラグ製造量及び利用量は表1-1に示すとおりである。溶融スラグ製造量は40,277t/年、利用量は22,566t/年であり、有効利用率は56.0%となっている。また、有効利用状況を溶融施設別に見ると、有効利用量、利用用途は施設によって大きく異なっている。

表1-8 溶融スラグ製造量及び利用量（平成17年度）

		平成17年度
溶融スラグ製造量	(t/年)	40,277
溶融スラグ利用量	(t/年)	22,566
アスファルト混合物用骨材	(t/年)	1,422
コンクリート二次製品用骨材	(t/年)	7,493
道路用路盤材	(t/年)	2,144
生コンクリート用骨材	(t/年)	9,684
インターロッキングブロック用骨材	(t/年)	1,500
その他利用	(t/年)	323
有効利用率	(%)	56.0%

#### (2) 溶融スラグの有効利用用途

溶融スラグの有効利用用途は施設によって異なるが、埼玉県内では、アスファルト混合物用骨材、コンクリート二次製品用骨材、道路用路盤材、生コンクリート用骨材、インターロッキングブロック用骨材、土壌改良材、敷砂混入材として利用されている。

平成17年度の有効利用用途別の溶融スラグ利用量は表1-1のとおりである。また、その割合は図1-17のとおりである。

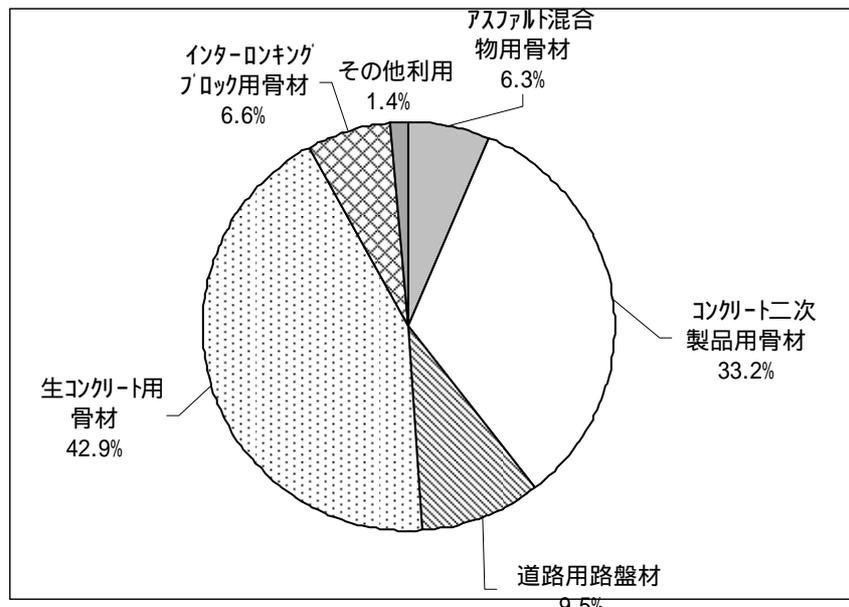


図 1-17 有効利用用途別の溶融スラグ利用量の割合

### (3) 溶融スラグの取引形態

溶融スラグの引渡方法としては、清掃工場引渡し、利用先引渡し等が考えられるが、すべての施設で清掃工場渡しとなっている。

溶融スラグの引渡価格は、0円～200円/tとなっており、その設定方法としては、指針によるものと引取先との協議（見積）による方法がある。基本的に、収集運搬費は利用者負担となっているが、一部、収集運搬費を清掃工場側で負担しているところもある。

### (4) 埼玉県内の溶融施設の概要

埼玉県内には、平成19年2月末現在で、6つの溶融施設がある。平成21年度には、整備計画画である川越市の施設が加わる予定である。各施設の概要については、表1-9のとおりである。

なお、各溶融施設で製造されるスラグの安全性や品質などは、各々の施設で管理し、出荷するものであり、本指針が溶融スラグの安全性や品質等を保証するものではない。

表 1-9 埼玉県内の溶融施設の概要

設置者	さいたま市				川口市				所沢市			
	西部環境センター				朝日環境センター				東部クリーンセンター			
施設名												
運転方式	全連続式				全連続式				全連続式			
処理方式	ストーカ炉 + 灰溶融炉(電気式)				流動床式ガス化溶融炉				ストーカ炉 + 灰溶融炉(電気式)			
処理能力	焼却: 100t/日 × 3炉 = 300t/日 溶融: 75t/日 × 1炉 = 75t/日				140t/日 × 3炉 = 420t/日				焼却: 115t/日 × 2炉 = 230t/日 溶融: 30t/日 × 2炉 = 60t/日			
処理対象物	焼却: 可燃物、不燃物、粗大可燃物、し尿汚泥 溶融: 自工場の焼却灰及び飛灰				焼却: 可燃物 溶融: 自工場の焼却灰、一部他工場焼却灰を含む				焼却: 可燃物 溶融: 焼却灰及び飛灰(自工場及び他工場)			
運転開始年月	平成5年4月				平成14年11月				平成15年3月			
冷却方式	水冷				水冷				水冷			
付帯設備	磨砕設備(72t/日 × 1基) ストックヤード(1000t) 磁力選別機(72t/日 × 1基)				粒度調整設備(42t/日 × 2基) ストックヤード(250t)				磨砕設備 磁力選別機			
	H14	H15	H16	H17	H14	H15	H16	H17	H14	H15	H16	H17
焼却処理量(t/年)	97,864	98,626	91,991	96,987	39,378	123,882	116,784	103,314		65,242	58,351	56,838
溶融処理量(t/年)	12,645	11,672	10,034							8,340	6,987	
溶融スラグ製造量(t/年)	3,081	5,049	5,445	8,845	1,863	12,718	10,873	11,828		6,902	6,083	6,297
溶融メタル製造量(t/年)	1,318	989	886	842						290	70	59
溶融スラグ利用量(t/年)	5,331	5,080	3,085	2,976	1,863	12,718	10,873	11,828		6	25	6,101
アスファルト混合物用骨材	2,812	2,133	1,387	1,422								
コンクリート二次製品用骨材	2,074	2,156	1,293	1,392								6,101
道路用路盤材	445	791	405		221	1,508	3,035	2,144				
生コンクリート用骨材					1,642	11,210	7,838	9,684			24	
インターロッキングブロック用骨材										6	1	
土壌改良材				162								
溶融スラグの引渡方法	すべて清掃工場渡し				すべて清掃工場渡し				すべて清掃工場渡し			

設置者	東埼玉資源環境組合				児玉郡市広域市町村圏組合				オリックス資源循環株式会社			
	第一工場ごみ処理施設				小山川クリーンセンター				寄居本社工場(PFI施設)			
施設名												
運転方式	全連続式				全連続式				全連続式			
処理方式	ストーカ炉 + 灰溶融炉(電気式)				ストーカ炉 + 灰溶融炉(電気式)				ガス化改質炉			
処理能力	焼却: 200t/日 × 4炉 = 800t/日 溶融: 80t/日 × 2炉 = 160t/日(1炉予備)				焼却: 76t/日 × 3炉 = 218t/日 溶融: 30t/日 × 1炉 = 30t/日				焼却: 225t/日 × 2炉 = 450t/日 溶融:			
処理対象物	焼却: 可燃物 溶融: 自工場の焼却灰				焼却: 可燃物、不燃物、粗大及び不燃破砕物 溶融: 自工場の焼却灰及び飛灰				焼却: 一般廃棄物、産業廃棄物			
運転開始年月	平成7年9月				平成11年3月				平成18年8月			
冷却方式	水砕				水冷				水砕			
付帯設備	磨砕設備(4.95t/日 × 1基 ストックヤード(560t))				粒度調整設備(60t/日 × 1基) 磁力選別機(60t/日 × 1基)				磁力選別機(5.5t/h × 1基) 磨砕設備(5.5t/h × 2基)			
	H14	H15	H16	H17	H14	H15	H16	H17	H14	H15	H16	H17
焼却処理量(t/年)	279,515	277,729	273,690	275,865	53,832	57,522	56,821	56,132				
溶融処理量(t/年)	15,287	14,224	14,960		3,707	4,189	4,289					
溶融スラグ製造量(t/年)	10,311	9,443	10,195	9,847	3,548	3,796	3,860	3,460				
溶融メタル製造量(t/年)	30	30	30	-	120	136	123	137				
溶融スラグ利用量(t/年)	1,376	1,801	1,323	1,500	0	0	0	161				
アスファルト混合物用骨材												
コンクリート二次製品用骨材												
道路用路盤材												
生コンクリート用骨材												
インターロッキングブロック用骨材	1,376	1,801	1,323	1,500								
敷砂混入材								161				
溶融スラグの引渡方法	すべて清掃工場渡し				すべて清掃工場渡し				すべて清掃工場渡し			

川越市は、施設整備計画 平成 21 年度完成予定

## 第4章 県内アスファルト合材工場及びコンクリート二次製品製造工場の実態

埼玉県に立地するアスファルト合材工場及びコンクリート二次製品製造工場を対象として、溶融スラグの有効利用に係る実態調査を行った。

### 4.1 アスファルト合材工場

#### 4.1.1 アンケート調査概要

埼玉県アスファルト合材協会の資料によると、埼玉県にはアスファルト合材工場が27工場立地している。これらの施設を対象として、アンケート調査を行い、溶融スラグの有効利用に係る実態及び意向等について調査した。アンケート調査概要及び回答結果は表1-70に示すとおりである。

表1-70 アンケート調査概要及び回答結果

アンケート発送日	平成18年2月15日
アンケート回答期限	平成18年3月2日
アンケート発送数	27工場
アンケート回答数	16工場
回答率	59.3%

#### 4.1.2 アンケート調査結果

##### (1) 溶融スラグの有効利用の有無について

回答が得られた16工場のうち、「自工場で溶融スラグを骨材として利用したことがある」は10工場(62.5%)であった。一方で「溶融スラグを骨材として利用したことがない」は4工場(25.0%)であり、「自工場ではないが、他工場で利用したことがある」との回答はなかった。

表1-81 溶融スラグの有効利用の有無

回答	回答数	割合
1.自工場で溶融スラグを骨材として利用したことがある	10	62.5%
2.自工場ではないが、他工場で利用したことがある	0	0.0%
3.溶融スラグを骨材として利用したことがない	4	25.0%
4.無回答	2	12.5%
合計	16	100.0%

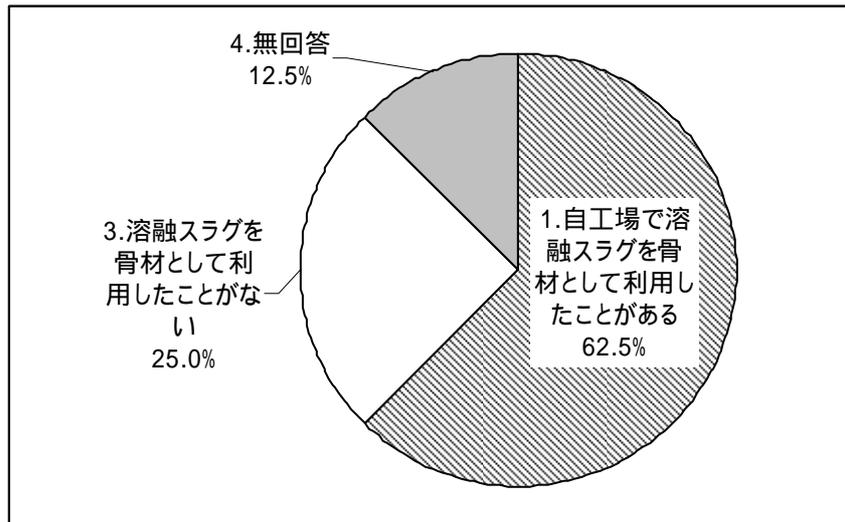


図 1-18 溶融スラグの有効利用の有無

## (2) 溶融スラグの利用用途について

「自工場で溶融スラグを骨材として利用している」工場においては、溶融スラグを細骨材として利用していることが分かった。粗骨材として利用している工場はなかった。また、溶融スラグを細骨材として利用する場合の配合率は、アスファルト合材全量に対して5～10%の範囲内であった。

表 1-92 溶融スラグの利用用途

回答	回答数	割合
1.細骨材として利用	10	100.0%
2.粗骨材として利用	0	0.0%
合計	10	100.0%

### (3) 溶融スラグを骨材として利用した理由（複数回答）

溶融スラグを骨材として利用した理由としては、「発注者又は施工業者から溶融スラグ入り製品を求められたため」が11件となった。発注者等による要求が溶融スラグを骨材として利用する要因となっていることと推察される。

表 1-10 溶融スラグを骨材として利用した理由

回答	回答数
1.発注者又は施工業者から溶融スラグ入り製品を求められたため	11
2.溶融スラグの生産場所(清掃工場)が近いため	1
3.天然骨材を調達するより経済的であるため	0
4.骨材として十分な物性(強度、粒度等)を有しているため	2
5.有害物質(重金属溶出等)の基準を満足しているため	1
6.製造したアスファルト混合物が十分な物性を有しているため	3
7.資源の有効利用を図るため	2
8.その他	0
合計	20

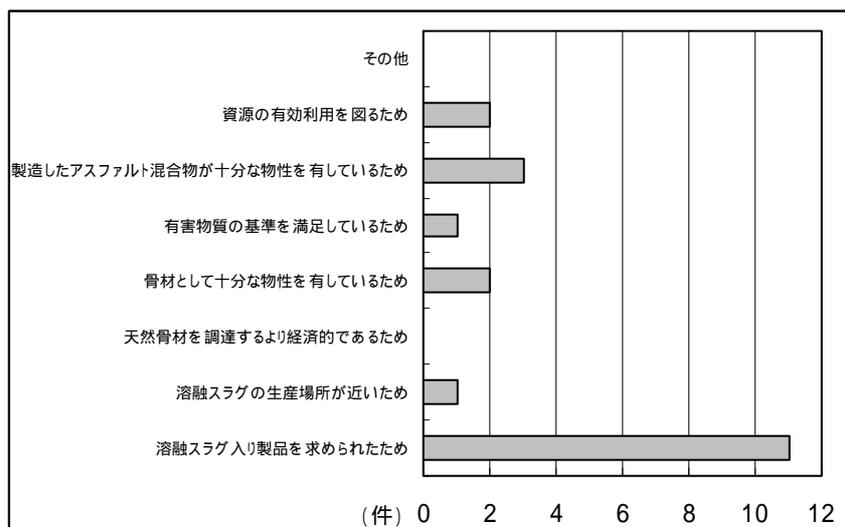


図 1-19 溶融スラグを骨材として利用した理由

### (4) 溶融スラグ入りアスファルト混合物事前審査制度の認定状況

アスファルト事前審査制度とは、公共工事におけるアスファルト合材工場の品質管理に関する合理化と品質の安定化を図ることを目的とした制度である。溶融スラグ入りアスファルト混合物においても認定を受けることができるが、溶融スラグ混入アスファルト混合物を事前審査制度の審査対象とするためには、主に都道府県が品質試験や試験施工等の試験結果を提示し、溶融スラグの品質や安全性を証明する必要がある。

溶融スラグ入りアスファルト事前審査制度の認定を受けている工場は、アンケート実施時の平成18年2月は、2工場のみであった。なお、財団法人道路保全技術センターのHPで調べたところ、平成18年12月末現在で、7工場に増加している。

表 1-11 溶融スラグ入りアスファルト混合物事前審査制度の認定状況

回答	回答数	割合
1.自工場で溶融スラグ入りアスファルト混合物事前認定制度の認定を受けている	2	20.0%
2.自工場で溶融スラグ入りアスファルト混合物事前認定制度の認定を受けていない	8	80.0%
合計	10	100.0%

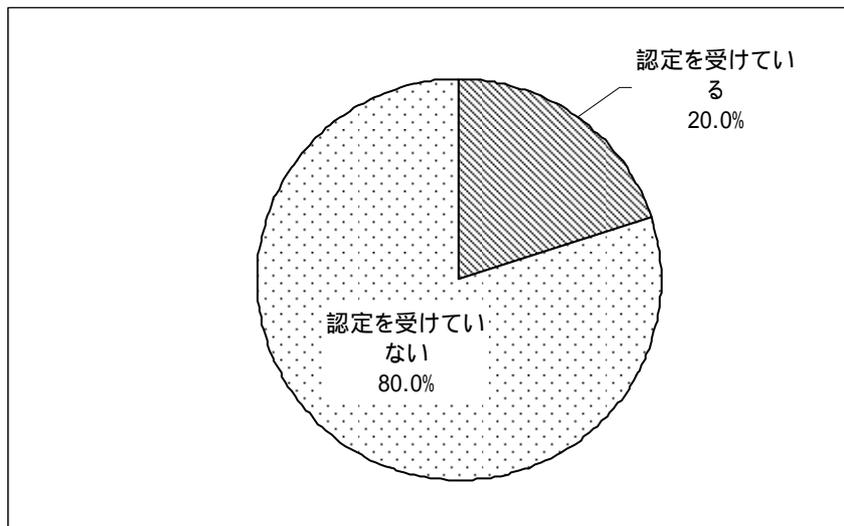


図 1-20 溶融スラグ入りアスファルト混合物事前審査制度の認定状況

#### (5) 溶融スラグを有効利用する場合の課題（複数回答）

溶融スラグを骨材として有効利用する場合の課題としては、「溶融スラグ用のストックヤードや投入ホッパ等の設備がないこと」との回答が8件と最も多く、次いで「溶融スラグ入り製品の市場がないこと(行政の発注仕様書にない等)」（6件）、「溶融スラグ入り製品のストックヤードを確保できないこと」（4件）等の意見が挙げられた。

表 1-12 溶融スラグを有効利用する場合の課題

回答	回答数	割合
1.溶融施設が近くになく、天然骨材を調達する方が経済的であること	3	10.3%
2.溶融スラグを安定的に確保できないこと	2	6.9%
3.骨材として十分な物性(強度、粒度等)を有していないこと	1	3.4%
4.有害物質(重金属溶出等)の基準を満足していないこと	3	10.3%
5.製造したアスファルト混合物が十分な物性を有していないこと	1	3.4%
6.溶融スラグ用のストックヤードや投入ホッパ等の設備がないこと	8	27.6%
7.溶融スラグ入り製品のストックヤードを確保できないこと	4	13.8%
8.溶融スラグ入り製品の市場がないこと(行政の発注仕様書にない等)	6	20.7%
9.その他	1	3.4%
合計	29	100.0%

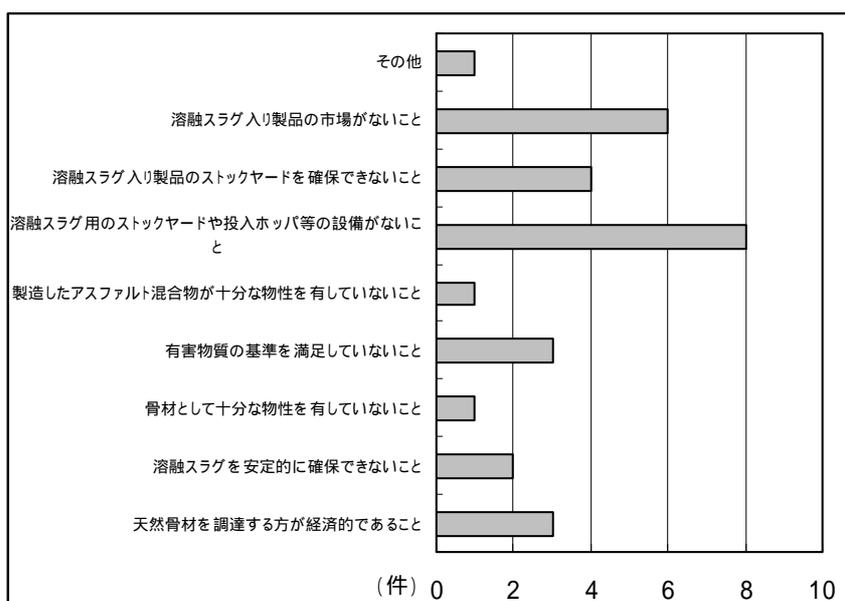


図 1-21 溶融スラグを有効利用する場合の課題

### (6) 溶融スラグの有効利用に対する意向

JIS 規格の制定や土木共通仕様書への記載等、溶融スラグの有効利用に係る制度が整備された場合に、溶融スラグを骨材として利用したいか否かを調査した。

いずれの制度が整備された場合にも、「利用していきたい」と回答した工場が多く見られた。特に、工事発注仕様書において溶融スラグの利用義務づけがなされた場合には、回答が得られた 16 工場のうち、11 工場が「利用していきたい」と回答している。

その他の意見としては、溶融スラグ入りアスファルト混合物の製造にはコストがかかる等が挙げられた。

表 1-13 溶融スラグの有効利用に対する意向

	利用して いきたい	利用したい と思わない	その他	無回答
1.JIS規格の制定	9	2	2	3
2.土木共通仕様書への記載	9	2	2	3
3.リサイクル認定制度	10	1	3	2
4.工事発注仕様書における溶融スラグの利用義務づけ	11	1	1	3

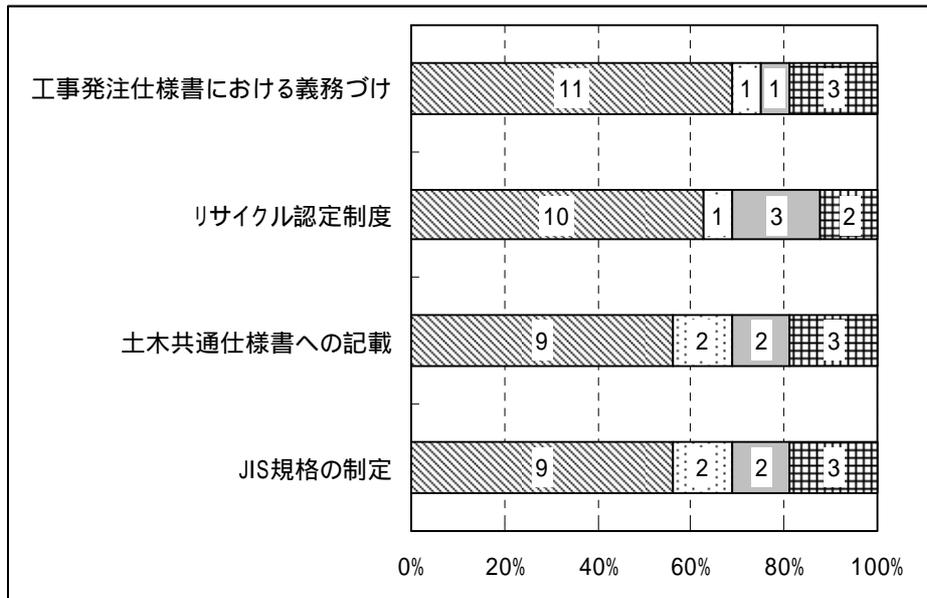


図 1-22 溶融スラグの有効利用に対する意向

### (7) 溶融スラグの JIS 動向の把握

溶融スラグの JIS 動向については、「把握している」と「把握していない」が半数ずつとなった。「把握している」と回答した 8 工場のうち 6 工場が「自工場で溶融スラグを利用したことがある」工場であり、積極的に動向を把握しているようである。

表 1-14 溶融スラグの JIS 動向の把握

回答	回答数	割合
1.把握している	8	50.0%
2.把握していない	8	50.0%
合計	16	100.0%

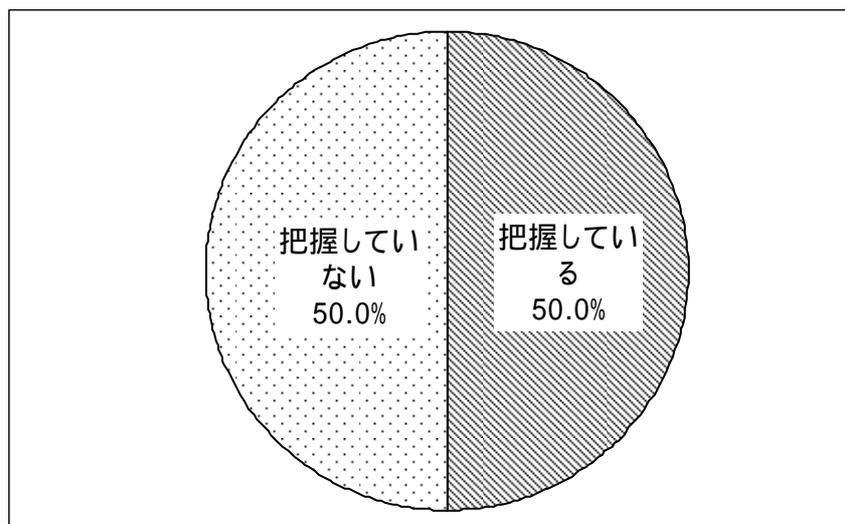


図 1-23 溶融スラグの JIS 動向の把握

## 4.1.3 アンケート調査結果のまとめ

### (1) アスファルト合材工場の所在

アンケート調査の結果から、埼玉県に立地するアスファルト合材工場27工場のうち、「溶融スラグを骨材として利用したことがある工場」は10工場であり、「利用促進に係る制度等が整備されれば、溶融スラグを利用していききたいと回答した工場」は、前記の10工場以外に3工場であった。これらの工場はさいたま市及びその周辺市町村に立地しており、4つの溶融施設（さいたま市、川口市、所沢市、東埼玉資源資源環境組合）から近距離に立地している。また、児玉郡市広域市町村圏組合の近郊にはアスファルト合材工場が少ないが、それらの工場は「利用促進に係る制度等が整備されれば、溶融スラグを利用していききたい」との意向を示している。

### (2) 溶融スラグの有効利用に当たっての課題

アスファルト合材工場からのアンケート調査の選択肢や自由記入からも得られた溶融スラグの有効利用に当たっての主な課題として以下の事項等が挙げられる。

➤ 溶融スラグ入り製品の市場がないこと（行政の発注仕様書にない等）

道路用溶融スラグ骨材のJIS規格が制定され、溶融スラグの品質規格が定められたことから、溶融スラグの有効利用は促進されると考えられる。しかし、JIS規格はあくまで材料の品質規定であることから、JIS規格化を受けて、行政は、土木共通仕様書に材料として規定する。工事発注仕様書で利用を義務づける等の有効利用促進のための制度を整備することが必要であると考えられる。

➤ 溶融スラグ用のストックヤードや投入ホッパ等の設備投資が必要であること

溶融スラグを骨材として有効利用する場合には、ストックヤードや投入ホッパ等の設備投資が必要となり、アスファルト混合物1t当たり200～300円高になるとの回答も得られている。

一方で、骨材の調達費用は運搬距離の影響を大きく受けることから、近隣の溶融施設との取引を行うことによって、製造費用の低減も可能であると考えられる。さらに、アスファルト混合物の荷下ろし後の帰路便を利用する等の工夫により、運搬費用を下げることも可能である。ただし、アスファルト混合物は熱した状態で運搬するため、運搬時間で40分程度の範囲に限られる。

行政としては、設備投資等に係る費用を一時的に設計単価に反映する、天然骨材との費用比較において安価と認められる場合にのみ特記仕様書に記載する等の措置が必要であると考えられる。

➤ 溶融スラグ入りアスファルト混合物廃材の取り扱い

溶融スラグ入りアスファルト混合物が廃材となった場合の取り扱いについて整理しておく必要がある。例えば、溶融スラグ入りアスファルト混合物を資源化し、再生骨材とした場合、溶融スラグは、再生アスファルト混合物や路盤材等の骨材として利用されることになる。この場合の再生品の品質等について検討し、安全性を確認しておくことが必要である。

## 4.2 コンクリート二次製品製造工場

### 4.2.1 アンケート調査の概要

全国コンクリート製品協会によると、JISC（日本工業標準調査会）にある認定工場のうち、A5371（プレキャスト無筋コンクリート製品）、A5372（プレキャスト鉄筋コンクリート製品）の認定を受けている工場がコンクリート二次製品製造工場に該当する。

日本工業標準調査会ホームページによると、埼玉県には上記に該当するコンクリート二次製品製造工場が50工場立地している。これらの施設を対象として、アンケート調査を行い、溶融スラグの有効利用に係る実態及び意向等について調査した。アンケート調査概要及び回答結果は表1-18に示すとおりである。

表 1-18 アンケート調査概要及び回答結果

アンケート発送日	平成 18 年 2 月 15 日
アンケート回答期限	平成 18 年 3 月 2 日
アンケート発送数	50 工場
アンケート回答数	30 工場
回答率	60.0%

### 4.2.2 アンケート調査結果

#### (1) 溶融スラグの有効利用の有無について

回答が得られた30工場のうち、「溶融スラグを骨材として利用したことがない」が26工場であり、全体の86.7%を占めた。一方、「自工場で溶融スラグを骨材として利用したことがある」は4工場（13.3%）であり、アスファルト混合物と比較すると、利用したことがある工場は少ない結果となった。

表 1-19 溶融スラグの有効利用の有無

回答	回答数	割合
1.自工場で溶融スラグを骨材として利用したことがある	4	13.3%
2.自工場ではないが、他工場で利用したことがある	0	0.0%
3.溶融スラグを骨材として利用したことがない	26	86.7%
4.無回答	0	0.0%
合計	30	100.0%

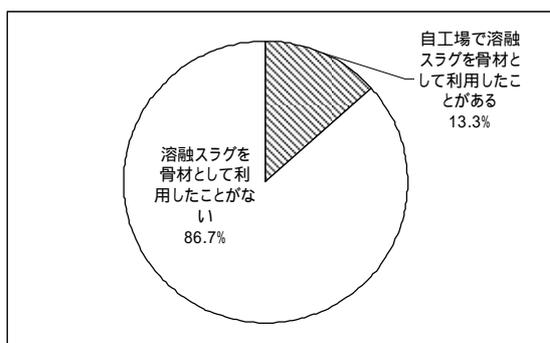


図 1-24 溶融スラグの有効利用の有無

## (2) 溶融スラグの利用用途について

「自工場で溶融スラグを骨材として利用している」工場においては、無回答を除くと全て溶融スラグを細骨材として利用していることが分かった。粗骨材として利用している工場はなかった。また、溶融スラグを細骨材として利用する場合の配合率は、細骨材に対して 50～75%であった。

表 1-15 溶融スラグの利用用途

回答	回答数	割合
1.細骨材として利用	3	75.0%
2.粗骨材として利用	0	0.0%
3.無回答	1	25.0%
合計	4	100.0%

## (3) 溶融スラグを骨材として利用した理由(複数回答)

溶融スラグを骨材として利用した理由は、「発注者又は施工業者から溶融スラグ入り製品を求められたため」が6件となった。アスファルト混合物と同様に、発注者等による要求が溶融スラグを骨材として利用する要因となっていることと推察される。

表 1-161 溶融スラグを骨材として利用した理由

回答	回答数	割合
1.発注者又は施工業者から溶融スラグ入り製品を求められたため	4	50.0%
2.溶融スラグの生産場所(清掃工場)が近いため	0	0.0%
3.天然骨材を調達するより経済的であるため	0	0.0%
4.骨材として十分な物性(強度、粒度等)を有しているため	0	0.0%
5.有害物質(重金属溶出等)の基準を満足しているため	1	12.5%
6.製造したコンクリート二次製品が十分な物性を有しているため	1	12.5%
7.資源の有効利用を図るため	2	25.0%
8.その他	0	0.0%
合計	8	100.0%

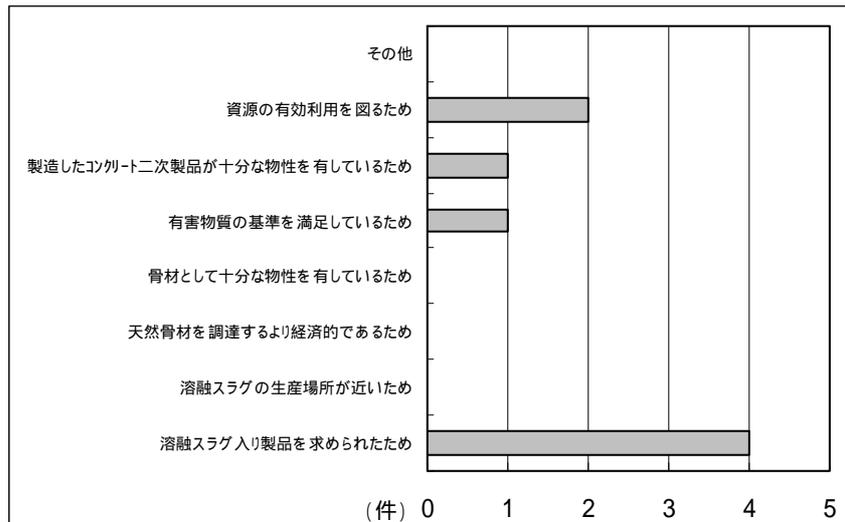


図 1-25 融融スラグを骨材として利用した理由

#### (4) リサイクル製品認定制度の認定状況

リサイクル製品認定制度とは、都道府県等が独自にリサイクル製品の評価基準を設け、その基準を満たすリサイクル製品については、都道府県の公共工事等で積極的に利用し、その利用促進を図るものである。リサイクル製品認定制度の導入により、融融スラグの有効利用量が増大したという報告がある。

関東地方ではリサイクル製品認定制度を実施している自治体は少ないが、全国的には導入されつつある。アンケート調査の結果、埼玉県内でリサイクル製品認定制度の認定を受けている工場は1工場のみであった。

なお、リサイクル製品認定制度は、都道府県単位の認定制度であり、工場の位置や廃棄物の発生場所が限定されること。また、各都道府県別に認定手続きが必要であるなどの課題もあった。しかし、平成18年度から財団法人日本環境協会エコマーク事務局が土木製品の認定基準を制定し、全国的な認定制度として利用されている。また、認定製品が徐々に増加していることから、今後は行政としてこれらの制度等を活用し、認定製品を優先して使用していく仕組みを構築していく必要がある。

表 1-172 リサイクル製品認定制度の認定状況

回答	回答数	割合
1.自工場で融融スラグ入りコンクリート二次製品のリサイクル認定を受けている	1	25.0%
2.自工場で融融スラグ入りコンクリート二次製品のリサイクル認定を受けていない	3	75.0%
合計	4	100.0%

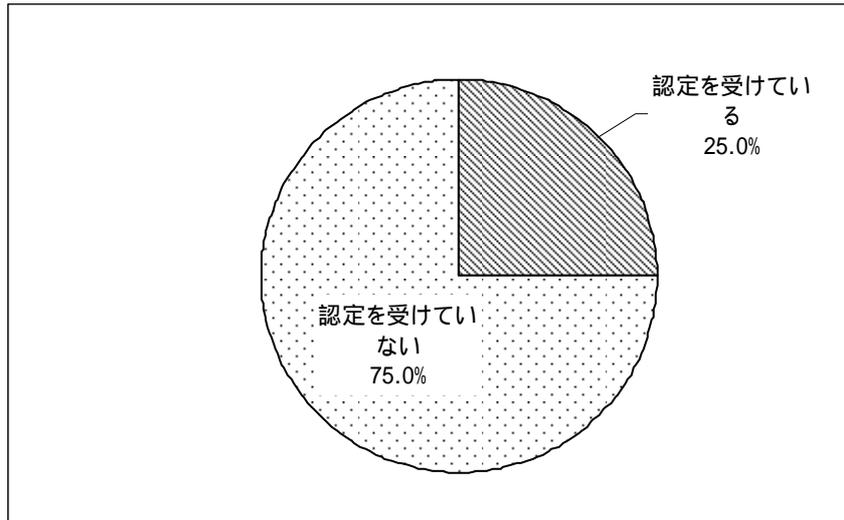


図 1-26 リサイクル製品認定制度の認定状況

#### (5) 溶融スラグを有効利用する場合の課題(複数回答)

溶融スラグを骨材として有効利用する場合の課題としては、「溶融スラグ用のストックヤードや投入ホッパ等の設備がないこと」との回答が 18 件と最も多く、次いで「溶融スラグ入り製品の市場がないこと(行政の発注仕様書にない等)」(12 件)、「溶融スラグ入り製品のストックヤードを確保できないこと」(11 件)等の意見が挙げられ、アスファルト混合物と同様の課題が挙げられた。

表 1-18 溶融スラグを有効利用する場合の課題

回答	回答数	割合
1.溶融施設が近くになく、天然骨材を調達する方が経済的であること	6	9.5%
2.溶融スラグを安定的に確保できないこと	6	9.5%
3.骨材として十分な物性(強度、粒度等)を有していないこと	3	4.8%
4.有害物質(重金属溶出等)の基準を満足していないこと	0	0.0%
5.製造したコンクリート二次製品が十分な物性を有していないこと	4	6.3%
6.溶融スラグ用のストックヤードや投入ホッパ等の設備がないこと	18	28.6%
7.溶融スラグ入り製品のストックヤードを確保できないこと	11	17.5%
8.溶融スラグ入り製品の市場がないこと(行政の発注仕様書にない等)	12	19.0%
9.その他	3	4.8%
合計	63	100.0%

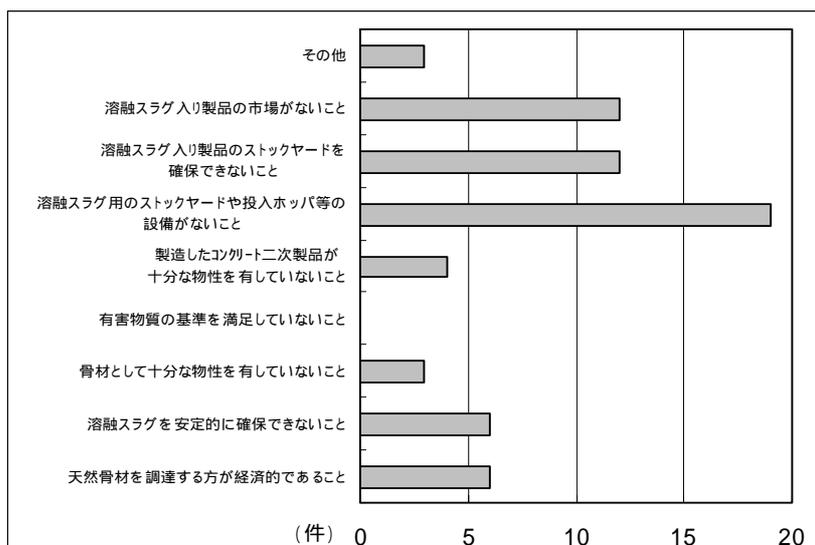


図 1-27 溶融スラグを有効利用する場合の課題

### (6) 溶融スラグの有効利用に対する意向

JIS 規格の制定や土木共通仕様書への記載等、溶融スラグの有効利用に係る制度が整備された場合に、溶融スラグを骨材として利用したいか否かを調査した。

調査の結果、「利用していきたい」と回答した工場が多く見られた。特に、工事発注仕様書において溶融スラグの利用義務づけがなされた場合には、回答が得られた 30 工場のうち、18 工場が「利用していきたい」と回答している。

表 1-19 溶融スラグの有効利用に対する意向

	利用していきたい	利用したいと思わない	その他	無回答
1.JIS規格の制定	9	12	6	3
2.土木共通仕様書への記載	10	12	3	5
3.リサイクル認定制度	16	8	3	3
4.工事発注仕様書における溶融スラグの利用義務づけ	18	6	3	3

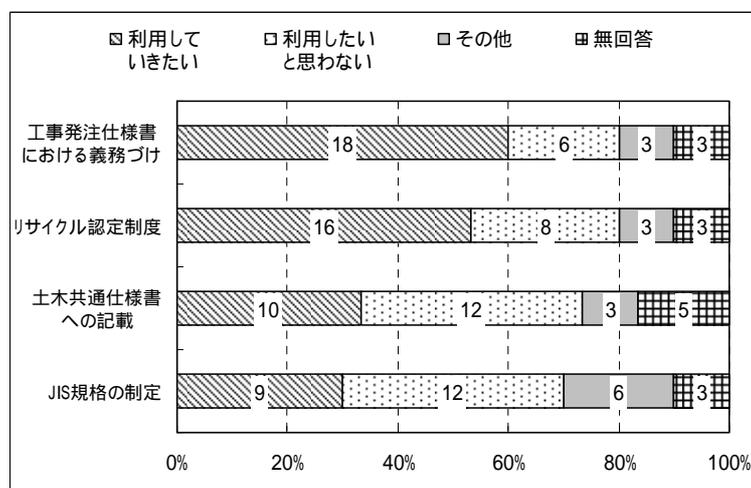


図 1-28 溶融スラグの有効利用に対する意向

## (7) 溶融スラグの JIS 動向の把握

溶融スラグの JIS 動向については、「把握している」と回答した工場が 9 工場、「把握していない」と回答した工場が 18 工場であった。

表 1-20 溶融スラグの JIS 動向の把握

回答	回答数	割合
1.把握している	9	30.0%
2.把握していない	18	60.0%
3.無回答	3	10.0%
合計	30	100.0%

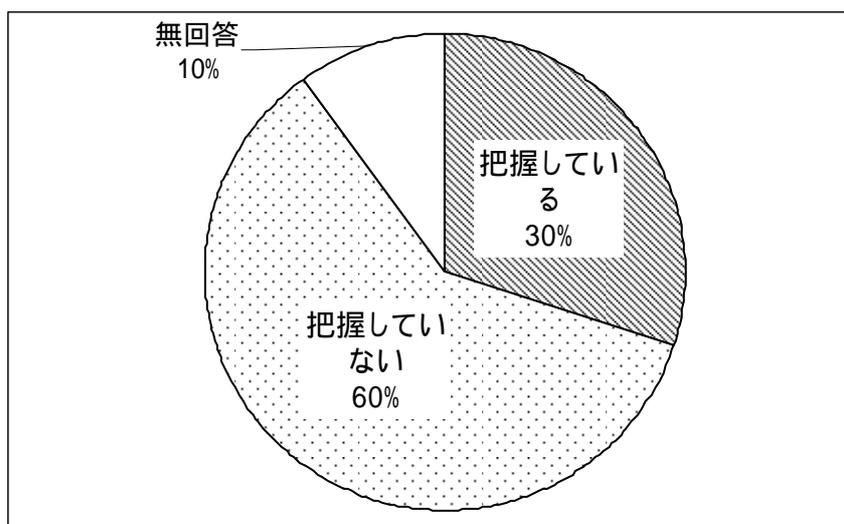


図 1-29 溶融スラグの JIS 動向の把握

### 4.2.3 アンケート調査結果のまとめ

#### (1) コンクリート二次製品製造工場の所在

埼玉県に立地するコンクリート二次製品製造工場は、地理的には、埼玉県北部地域を中心に立地しており、4つの溶融施設が立地する埼玉県南東部には、工場が少ない。

また、コンクリート二次製品製造工場を対象としたアンケート調査の結果から、児玉郡市広域市町村圏組合の近隣には、コンクリート二次製品製造工場が多く立地しており、「利用促進に係る制度等が整備されれば、溶融スラグを利用していきたい」との意向を示す工場も多い。南東部の4つの溶融施設（さいたま市、川口市、所沢市、東埼玉資源環境組合）の近隣には、コンクリート二次製品製造工場が少ないが、「利用促進に係る制度等が整備されれば、溶融スラグを利用していきたい」との意向を示す工場が点在していることから、有効利用の促進が可能であると考えられる。

## (2) 溶融スラグの有効利用に当たっての課題

アンケート調査からも得られたように、溶融スラグの有効利用に当たっての課題として以下の事項等が挙げられる。

### ➤ 溶融スラグ入り製品の市場がないこと（行政の発注仕様書にない等）

コンクリート用溶融スラグ骨材の JIS 規格が制定されたことから溶融スラグの品質規格が定められたことにより、溶融スラグの有効利用は促進されると考えられる。しかし、JIS 規格はあくまで材料の品質規定であることから、JIS 規格化を受けて、行政は、土木共通仕様書に材料として規定する、工事発注仕様書で利用を義務づける等の有効利用促進のための制度を整備することが必要であると考えられる。

### ➤ 溶融スラグ用のストックヤードや投入ホッパ等の設備投資が必要であること

溶融スラグを骨材として有効利用する場合には、ストックヤードや投入ホッパ等の設備投資が必要となる。

一方で、骨材の調達費用は運搬距離の影響を大きく受けることから、近隣の溶融施設との取引を行うことによって、製造費用の低減も可能であると考えられる。さらに、コンクリート二次製品の荷下ろし後の帰路便を利用する等の工夫により、運搬費用を下げることも可能である。

行政としては、設備投資等に係る費用を一時的に設計単価に反映する、天然骨材との費用比較において安価と認められる場合にのみ特記仕様書に記載する等の措置が必要であると考えられる。