

2. 混和材料

2.1 概 説

本研究では、コンクリート混和材料に関して最新の情報を調査し、種類・性能・効果について分類し、混和材料の選定に役立つ資料を作成することを目的としている。

コンクリート標準示方書によると、混和材料とは「セメント、水、骨材以外の材料で、打込みを行う前までに必要に応じてセメントペースト、モルタルまたはコンクリートに加える材料」と定義されている。

また、混和剤および混和材はそれぞれ「混和材料のうち、使用量が比較的少なく、それ自体の容積がコンクリートの配合の計算において無視されるもの」「混和材料のうち、使用量が比較的多くて、それ自体の容積がコンクリートの配合の計算において考慮されるもの」と定義されている。

いずれも、コンクリートに加えることで「コンクリートの品質・性能を改良・改善する」ことを目的としており、加える材料によってその効果が異なる。

ここでは、混和材料に関して、それらの効果や一般的な配合・価格等を一覧表形式にまとめることで、土木技術者に有用な情報を提供することを目的として、資料の作成を行った。

なお、一般的な混和剤である「A E 剤」「減水剤」「A E 減水剤」「高性能減水剤」「高性能 A E 減水剤」については、既にとりまとめた資料が各種存在すること、商品としての種類は非常に多いが性状に大きな差異は無いため研究対象から除外した。

また、原則として開発中のものや使用が極めて特殊な材料についても研究対象から除外した。

当小委員会での研究対象については、図-2.2 を参照されたい。

本資料では、混和材料を以下のグループに分けて、それぞれをとりまとめている。

特殊混和剤（流動化剤、遅延剤、分離抵抗剤など）

特殊混和材（高強度用混和材、高流動用混和材など）

副産物系混和材（フライアッシュ、高炉スラグ）

2.2 アンケート調査概要

当委員会では、材料メーカーに対してアンケートを行い、その回答をもとに資料のとりまとめを行っている。

アンケートは下記のスケジュールで実施した。

- 2005年10月 アンケート発送（図-2.1にアンケートの内容を示す）
- 2005年12月 アンケート回収
- ～2006年9月 アンケート結果整理
- 2006年10月 アンケート内容の再確認・追加ヒアリング

表-2.1 アンケート実施状況

調査対象	送付先	回答数（回収率）	有効回答（有効比率）
材料メーカー	59社	48社(81%)	46社(96%)
		115材料	72材料(63%)

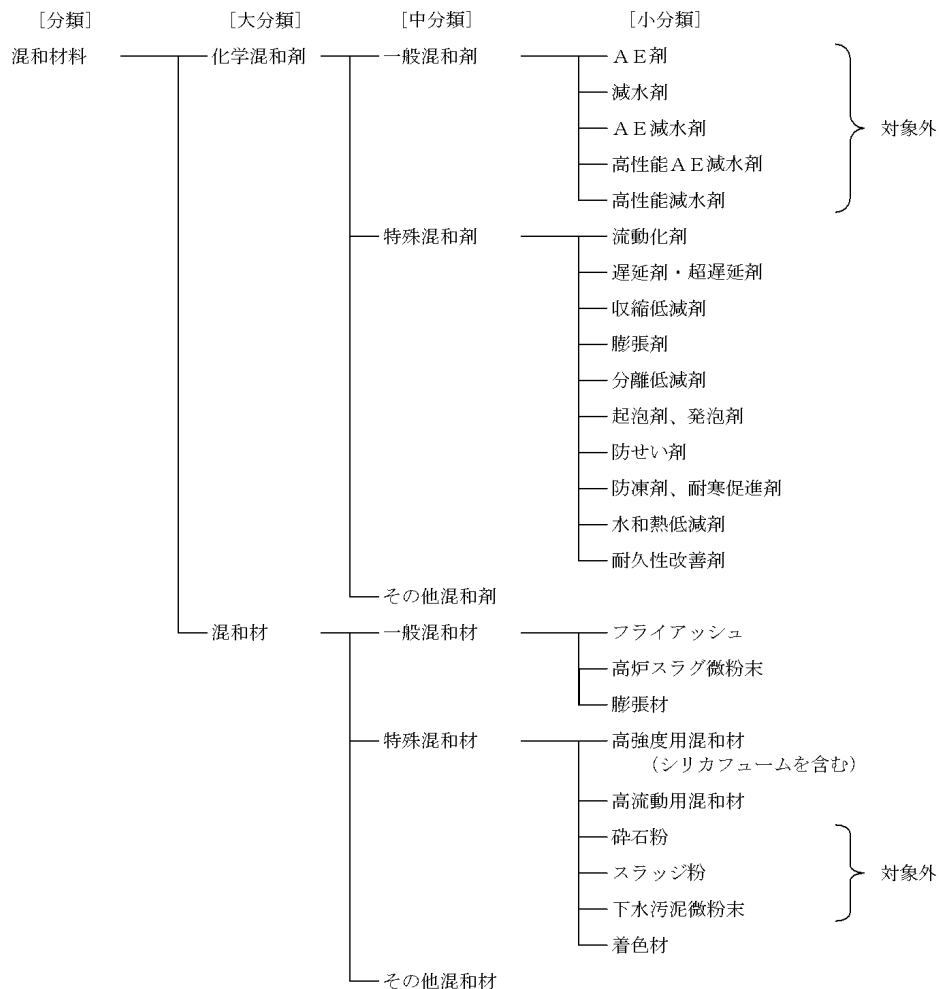
2.3 アンケート調査分析

2.3.1 混和材料の分類

2.3.1.1 分類

図-2.2 に混和材料の分類を示す。

この分類は、「(社)日本材料学会 コンクリート混和材料ハンドブック」(以下、ハンドブック)に示されている分類を元に、当小委員会で作成したものである。分類方法については、性能改善効果別分類や成分別分類なども考えられるが、当委員会では図-2.2 に示すように、混和材料の種類別に分類し、それぞれの混和材料が付与する機能に着目して整理を行った。また、今回の研究対象範囲についても、併せて記載している。



注)混和材料の分類は「コンクリート混和材料ハンドブック」(日本材料学会編,2004.4)を参考とした

図-2.2 分類

図-2.2の小分類の「高流動用混和材」は、ハンドブックでは「石灰石微粉末」と記載されているが、本アンケート結果では前者の名称での回答が多数であったので、当委員会では「高流動用混和材」の名称で統一している。

2.3.1.2 材料に関する概説

各混和材料について、概要・効果等を別途「混和材料シート」としてとりまとめた。

(2.3.1.3で記載)

なお、一般混和剤に関しては混和材料シートを作成していないため、以下に概説を示す。

表-2.2 一般混和材の概説

全般	一般混和剤に分類される混和剤としては、AE 剤、減水剤、AE 減水剤、高性能 AE 減水剤といったものが挙げられる。これらの混和剤(高性能 AE 減水剤を除く)は、標準的なコンクリートに通常使用されているものであり、多くの銘柄が存在するが品質的に大きな差は無いものである。
AE 剤	界面活性剤の一種であり、攪拌により微細な空気が巻き込まれる形で気泡が連行されるものである。
減水剤	セメント粒子に対する分散作用によりコンクリートのワーカビリティが改善され、所要のコンシステンシーを得るのに必要な単位水量を減じることができるものである。
AE 減水剤	コンクリート中に微細な空気泡を連行し、かつ単位水量を減じることができるものである。 AE 減水剤は分散剤と凝結速度を調整する成分及び空気泡を連行する AE 剤からなっており、凝結速度によって標準型、遅延型、促進型に分けられる。
高性能 AE 減水剤	高性能で多機能な界面活性剤の一種であり、空気泡の連行作用と共に高い減水性能及びスランプ保持性能を有するものである。 この高い減水性能は、静電反発力や立体障害作用により得られる高い分散作用により得られるものである。 また、高性能 AE 減水剤は主成分によりナフタリン系、ポリカルボン酸系等に分類できるが、使用目的は高い減水性能による高流動化・高強度化等であり、限定的なものである。

2.3.1.3 個別技術シート

アンケート調査結果の各混和材料について、各社のアンケート回答・一般的な図書等をもとに、概要・特徴等を「混和材料技術シート」としてとりまとめた。

「混和材料技術シート」の記載内容

材料の名称・会社名・連絡先

分類

概要

主な成分

規格

大分類	化学混和剤																																																									
中分類	特殊混和剤																																																									
小分類	流動化剤																																																									
混和材（剤）の概要及び一般的な特徴																																																										
<p>概要 あらかじめ練り混ぜられたコンクリートに添加・攪拌し、流動性を増大させ、施工性を改善する。標準形と遅延形の2種類がある。性状としては液状タイプと粉体タイプがあり、現場添加型とプラント添加型に分類されるが、現場添加型が主流である。</p> <p>主な成分 ナルフトレン系、メラミン系、ポリカルボン酸系、ポリスチレン系に分類される。コンクリートの耐久性の面から塩化物イオン含有量を規定しており、その含有量によって 種、種、種に分類されている。</p>																																																										
<p>効果、長所・短所 等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 比較的容易に、施工性を損なうことなく低水セメント比の高強度・高品質コンクリートを得ることができる。 ・ 各種流動化剤の添加量の増大にほぼ比例してスランプは増大する。 ・ ベースコンクリートとほぼ同等の圧縮強度で、流動化剤は強度発現性に影響を及ぼさない。 ・ 単位水量および単位セメント量が減少し、乾燥収縮や水和熱に伴うコンクリートの温度上昇によるひび割れ抑制などの耐久性改善効果も期待できる。 ・ マスコンクリートの水和熱低減などにも使用される。 ・ 分離しない良好なワーカビリティを確保することが重要である。 ・ 課題のひとつにスランプロスが挙げられる。 ・ 凍結融解に対する抵抗性が劣る。 																																																										
<p>規 格 土木学会基準 JSCE-D101 日本建築学会基準 JASS5T-402</p>																																																										
<p>その他 テクニカルレポートTR A 1004-2001（コンクリート用化学混和剤）にも品質規格の記載がある。現場攪拌時の騒音、投入作業の煩雑さなどの問題から、使い勝手のよい高性能AE減水剤に移行している。</p>																																																										
<p>参考文献 「コンクリート混和材料ハンドブック」（日本材料学会編,2004.4） 「コンクリート技術の要点」（日本コンクリート工学協会,2005）</p>																																																										
<p>主な商品および連絡先</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>商品名</th> <th>会社名</th> <th>連絡先（TEL）</th> <th>URL（http://www.）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>ダーレックス スーパー20F</td> <td>グレースケミカルズ(株)</td> <td>046-225-8877</td> <td>gracechemicals.co.jp/</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>フローリックFB</td> <td>(株)フローリック</td> <td>03-5960-6914</td> <td>flowric.co.jp/</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>フローリックNSW</td> <td>(株)フローリック</td> <td>03-5960-6914</td> <td>flowric.co.jp/</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>フローリックFBF</td> <td>(株)フローリック</td> <td>03-5960-6914</td> <td>flowric.co.jp/</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>レオパック</td> <td>ライオン(株)</td> <td>03-3621-6671</td> <td>lion.co.jp/</td> </tr> <tr> <td></td> <td>レオパックPA</td> <td>ライオン(株)</td> <td>03-3621-6671</td> <td>lion.co.jp/</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>デンカFT-80 シリーズ</td> <td>電気化学工業(株)</td> <td>03-5290-5363</td> <td>denka.co.jp/</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>ハイフルード</td> <td>竹本油脂(株)</td> <td>0533-68-2118</td> <td>takemoto.co.jp/</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					商品名	会社名	連絡先（TEL）	URL（http://www.）	1	ダーレックス スーパー20F	グレースケミカルズ(株)	046-225-8877	gracechemicals.co.jp/	2	フローリックFB	(株)フローリック	03-5960-6914	flowric.co.jp/	3	フローリックNSW	(株)フローリック	03-5960-6914	flowric.co.jp/	4	フローリックFBF	(株)フローリック	03-5960-6914	flowric.co.jp/	5	レオパック	ライオン(株)	03-3621-6671	lion.co.jp/		レオパックPA	ライオン(株)	03-3621-6671	lion.co.jp/	6	デンカFT-80 シリーズ	電気化学工業(株)	03-5290-5363	denka.co.jp/	7	ハイフルード	竹本油脂(株)	0533-68-2118	takemoto.co.jp/										
	商品名	会社名	連絡先（TEL）	URL（http://www.）																																																						
1	ダーレックス スーパー20F	グレースケミカルズ(株)	046-225-8877	gracechemicals.co.jp/																																																						
2	フローリックFB	(株)フローリック	03-5960-6914	flowric.co.jp/																																																						
3	フローリックNSW	(株)フローリック	03-5960-6914	flowric.co.jp/																																																						
4	フローリックFBF	(株)フローリック	03-5960-6914	flowric.co.jp/																																																						
5	レオパック	ライオン(株)	03-3621-6671	lion.co.jp/																																																						
	レオパックPA	ライオン(株)	03-3621-6671	lion.co.jp/																																																						
6	デンカFT-80 シリーズ	電気化学工業(株)	03-5290-5363	denka.co.jp/																																																						
7	ハイフルード	竹本油脂(株)	0533-68-2118	takemoto.co.jp/																																																						

大分類	化学混和剤
中分類	特殊混和剤
小分類	分離低減剤

混和材（剤）の概要及び一般的な特徴

概要

適度な空気連行性と適度な凝結遅延性を有し、保水性、ワーカビリティ、ひび割れ抵抗性、接着性を改善する。

主な成分

セルロース系水溶性高分子、ポリアクリルアミド系水溶性高分子、バイオポリマー、グリコール系水溶性高分子など。水中不分離性コンクリートにはセルロース系、高流動コンクリート用分離低減剤、吹付けコンクリートの粉塵低減用にはセルロース系やポリアクリルアミド系が主に使用されている。

効果、長所・短所 等

- ・フレッシュコンクリートの品質の安定性効果がある。
- ・種類は水中不分離性混和剤、高流動コンクリート用分離低減剤、吹付けコンクリート用粉じん低減剤、逆打ちコンクリート用ブリーディング防止剤、ポンプ圧送用分離低減剤などがある。
- ・乾燥収縮は20～30%大きくなる。
- ・凍結融解抵抗性に劣る。

規 格

特になし

混和材料技術シート

水中不分離混和剤の品質規格

土木学会基準 JSCE-D104（コンクリート用水中不分離混和剤の品質規格）

高流動コンクリート用の基準類

土木学会「高流動コンクリート・施工指針(案)」

日本建築学会「高流動コンクリートの材料・調合・製造・設計指針(案)」

沿岸開発技術研究センター「港湾の施設を対象とした高流動コンクリート・マニュアル」

参考文献

「コンクリート混和材料ハンドブック」（日本材料学会編,2004.4）

「コンクリート技術の要点」（日本コンクリート工学協会,2005）

主な商品および連絡先

	商品名	会社名	連絡先（TEL）	URL（http://www.）
14	ピオポリマー	武田キリン食品(株)	03-5148-5325	-
15	アスカクリーン	信越化学工業(株)	03-3246-5261	metolose.jp/
16	太平洋エルコン	太平洋マテリアル(株)	03-3278-5319	taiheiyo-m.co.jp/
17	ハイドロクリート	三井化学産資(株)	03-3837-5855	mitsui-sanshi.co.jp/
18	アクアセッター	竹本油脂(株)	0533-68-2118	takemoto.co.jp/
19	ニッシュウオーションSP-12	ハザマ、エヌエヌ・ケミカル	03-3588-5770	hazama.co.jp/
20	ハイナトム	ハイモ(株)	03-5487-8972	-
21	ナトムクリーン	信越化学工業(株)	03-3246-5261	metolose.jp/
22	SFCA 2000	信越化学工業(株)	03-3246-5261	metolose.jp/
23	SC 2300	信越化学工業(株)	03-3246-5261	metolose.jp/
24	ビスコトップ100A	花王(株)	03-5630-7654	chemical.kao.co.jp/
25	ビスコトップ100B	花王(株)	03-5630-7654	chemical.kao.co.jp/
26	ポゾリスGF-1720	(株)ポゾリス物産	03-3582-8811	pozzolith.basf.co.jp/

大分類	混和材			
中分類	一般混和材			
小分類	フライアッシュ			
混和材(剤)の概要及び一般的な特徴				
概要				
石炭火力発電所において微粉炭を燃焼する際、溶融した灰分が冷却されて球状となったものを電気集塵器等で捕集した副産物。JIS規格では、種、種、種、種の4種類ある。				
主な成分				
化学成分としては、 SiO_2 (二酸化珪素)と Al_2O_3 (アルミナ)であり、70%~80%を占めている。これらは、セメントの水和生成物と結合するとポゾラン活性を示し、セメントペースト硬化体の長期強度を増進させる作用がある。				
効果、長所・短所等				
<ul style="list-style-type: none"> ・セメントの一部をフライアッシュで置換するとスランプが増大するため、単位水量を低減できる。 ・置換率の増加と共に初期の強度発現性は低下するが、フライアッシュのポゾラン活性により緩やかではあるが、長期間の強度発現性を示す。 ・発熱量は、フライアッシュの置換率に比例するように低減され、発熱量の低減と共に発熱速度の減少が認められる。 ・ポゾラン反応生成物の析出により細孔組織が緻密化されるため、耐海水性が改善されるとともに、材齢28日程度以降の十分な強度が確保される段階になると水密性に優れるようになる。 ・ポゾラン反応により水酸化カルシウムが減少するためpHが低下し、膨張性水和物が生成しにくくなるため、耐硫酸塩性が向上するといわれている。 ・その他、アルカリ骨材反応の抑制、乾燥収縮・自己収縮の低減の効果が得られる。 ・短所としては、次のようなものが挙げられる。 <ul style="list-style-type: none"> 初期強度発現が遅延する AE剤がフライアッシュ中の未燃カーボンに吸着され、所要の空気量を得るためのAE剤使用量が大きくなる。 空気量の変動が大きい。 時間経過に伴って空気量が低下する。 				
規 格				
JIS A6201 (コンクリート用フライアッシュ)				
強熱減量、粉末度、フロー値、活性度指数により、種、種、種、種に分類される。				
その他				
参考文献				
「コンクリート混和材料ハンドブック」(日本材料学会編,2004.4)				
「コンクリート技術の要点」(日本コンクリート工学協会,2005)				
主な商品および連絡先				
	商品名	会社名	連絡先 (TEL)	URL (http://www.)
-	ほくでんフライアッシュ	北電興業(株)	011-262-1484	hokudenkogyo.co.jp/
-	東北フライアッシュ	東北発電工業(株)	022-214-8542	tohatu.co.jp/
-	常磐フライアッシュ	常磐火力産業(株)	0246-77-0314	jksangyo.co.jp/
-	フライアッシュ	東電環境エンジニアリング(株)	03-4511-7660	tee-kk.co.jp/
-	中部フライアッシュ	(株)テクノ中部	052-614-7189	techno-chubu.co.jp/
-	フライアッシュ	中電環境テクノ(株)	082-242-0308	gr.energia.co.jp/technos/
-	エコパウダー	(株)エネギア・エコ・マテリアル	082-523-3510	energia-eco-material.co.jp/
-	四電フライアッシュ	四電ビジネス(株)	087-851-1828	yon-b.co.jp/
-	エコアッシュ	四電ビジネス(株)	087-851-1828	yon-b.co.jp/
-	ファイナッシュ	四電ビジネス(株)	087-851-1828	yon-b.co.jp/
-	九電フライアッシュ	九電産業(株)	092-761-4463	kyudensangyo.co.jp/ks4/

大分類	混和材																																																		
中分類	一般混和材																																																		
小分類	高炉スラグ微粉末																																																		
混和材（剤）の概要及び一般的な特徴																																																			
<p>概要 高炉から排出された熔融状態のスラグを高速の水や空気を多量に吹き付けて急冷粒状体とし、これを微粉砕し、調整したもの。急冷により、スラグは結晶化することなくガラス質で化学反応を起こしやすい状態となっている。JISでは、水によって急冷した高炉水砕スラグを乾燥・粉砕したものをいう。</p> <p>主な成分 CaO、S₂O₃、Al₂O₃、MgOの4成分で約96%を占める。JIS A6206では、高炉水砕スラグの品質として、塩基度が1.6以上と規定されている。</p>																																																			
<p>効果、長所・短所 等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートの単位水量を減らすことができる。 ・単位粗骨材容積を増し、細骨材率を小さくすることができる。 ・安定したスランプが得られ、粉末度が大きいものはブリーディングを小さくできる。 ・一般にスラグ量が多いと強度は初期材齢で小さくなるが、長期材齢での強度増進が大きい。 ・スラグの粉末度の小さいものが水和熱の低減効果は大きい。 ・養生を十分に行うと緻密な水和物が得られ、水密性耐久性が向上する。 ・化学抵抗性がよく、耐海水性に優れる。 ・塩害から鉄筋を保護する性質に優れる。 ・アルカリ骨材反応の抑制に効果がある。 ・中性化は、高炉スラグ微粉末を用いない一般のコンクリートと比較して、同程度あるいは多少大きめであるため、十分湿潤養生することが必要である。 ・スラグの粉末度が大きい場合には、自己収縮がスラグ無混入の場合より大きくなる。 																																																			
<p>規 格 JIS A6206(コンクリート用高炉スラグ微粉末) 比表面積により、高炉スラグ微粉末4000、6000、8000に分類される。</p>																																																			
<p>その他</p>																																																			
<p>参考文献 「コンクリート混和材料ハンドブック」（日本材料学会編,2004.4） 「コンクリート技術の要点」（日本コンクリート工学協会,2005）</p>																																																			
<p>主な商品および連絡先</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>商品名</th> <th>会社名</th> <th>連絡先（TEL）</th> <th>URL（http://www.）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>- 高炉スラグ微粉末4000</td> <td>JFEミネラル(株)</td> <td>050-5506-9971</td> <td>jfe-mineral.co.jp/</td> </tr> <tr> <td>- スミットメント</td> <td>住金鉱化(株)</td> <td>0299-84-3953</td> <td>sumikinkoka.co.jp/</td> </tr> <tr> <td>- ケイメント</td> <td>神鋼スラグ製品(株)</td> <td>078-261-5658</td> <td>shinko-slag.co.jp/</td> </tr> <tr> <td>- 高炉スラグ微粉末</td> <td>(株)デイ・シイ</td> <td>044-223-4753</td> <td>dccorp.jp/</td> </tr> <tr> <td>- エスメント</td> <td>新日鐵関東スメント(株)</td> <td>03-5204-8871</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>- エスメント(高炉スラグ微粉末)</td> <td>新日鐵高炉セメント(株)</td> <td>092-283-0311</td> <td>kourocement.co.jp/</td> </tr> <tr> <td>- スメント、スメントスーパー-60</td> <td>新日鐵中部スメント(株)</td> <td>052-564-7208</td> <td>esment.jp/</td> </tr> <tr> <td>- スプリッツ(高炉スラグ微粉末)</td> <td>日鐵セメント(株)</td> <td>011-251-0196</td> <td>nittetsu-cement.co.jp/</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				商品名	会社名	連絡先（TEL）	URL（http://www.）	- 高炉スラグ微粉末4000	JFEミネラル(株)	050-5506-9971	jfe-mineral.co.jp/	- スミットメント	住金鉱化(株)	0299-84-3953	sumikinkoka.co.jp/	- ケイメント	神鋼スラグ製品(株)	078-261-5658	shinko-slag.co.jp/	- 高炉スラグ微粉末	(株)デイ・シイ	044-223-4753	dccorp.jp/	- エスメント	新日鐵関東スメント(株)	03-5204-8871	-	- エスメント(高炉スラグ微粉末)	新日鐵高炉セメント(株)	092-283-0311	kourocement.co.jp/	- スメント、スメントスーパー-60	新日鐵中部スメント(株)	052-564-7208	esment.jp/	- スプリッツ(高炉スラグ微粉末)	日鐵セメント(株)	011-251-0196	nittetsu-cement.co.jp/												
商品名	会社名	連絡先（TEL）	URL（http://www.）																																																
- 高炉スラグ微粉末4000	JFEミネラル(株)	050-5506-9971	jfe-mineral.co.jp/																																																
- スミットメント	住金鉱化(株)	0299-84-3953	sumikinkoka.co.jp/																																																
- ケイメント	神鋼スラグ製品(株)	078-261-5658	shinko-slag.co.jp/																																																
- 高炉スラグ微粉末	(株)デイ・シイ	044-223-4753	dccorp.jp/																																																
- エスメント	新日鐵関東スメント(株)	03-5204-8871	-																																																
- エスメント(高炉スラグ微粉末)	新日鐵高炉セメント(株)	092-283-0311	kourocement.co.jp/																																																
- スメント、スメントスーパー-60	新日鐵中部スメント(株)	052-564-7208	esment.jp/																																																
- スプリッツ(高炉スラグ微粉末)	日鐵セメント(株)	011-251-0196	nittetsu-cement.co.jp/																																																

大分類	混和材			
中分類	特殊混和材			
小分類	高流動用混和材（石灰石微粉末）			
混和材（剤）の概要及び一般的な特徴				
<p>概要 石灰石を微粉碎したもので、コンクリートの流動性の改善、水和熱の低減を目的として用いられるようになった混和材。</p> <p>主な成分 主な成分は炭酸カルシウム(CaCO₃)であるが、不純物（Al₂O₃、SiO₂、Fe₂O₃等）を含む。</p>				
効果、長所・短所 等				
<ul style="list-style-type: none"> 石灰石微粉末の効果は、その品質、粉末度および使用量に大きく影響されるため、使用に際しては、これらを適切に選定する必要がある。 セメントの一部を置換して使用した場合、コンクリートの流動性が向上する。また、同一スランブを得るための単位水量を少なくすることができる。 細骨材の一部の微粒分として置き換えて使用した場合でも、コンクリートの流動性が改善でき、ブリーディングの低減に寄与する。 コンクリートの強度は、同一の水結合比のコンクリートに比べ、初期材令において若干増大する傾向を示すが、長期材令においてはそれほど期待できない。 粉末度は強度発現にほとんど影響を与えない。しかし、粉末度が増大するとブリーディング量は減少する。 セメントの一部を置換して使用した場合、置換率の増加とともに、コンクリートの粘性が小さくなり、材料分離抵抗性が低下するので注意が必要である。 細骨材の一部の微粒分として置換して使用した場合、置換率の増加とともに材料分離抵抗性は向上する傾向にある。 化学的に不活性で水和熱の抑制が可能であるため、セメントの一部に置換すると、温度ひび割れ制御を行うことができる。 				
規 格				
日本コンクリート工学協会（コンクリート石灰石微粉末品質規格(案)）				
その他				
高流動コンクリート、マスコンクリート、吹付けコンクリート、貧配合コンクリート等に使用実績がある。				
参考文献				
<p>「コンクリート混和材料ハンドブック」（日本材料学会編,2004.4） 「コンクリート技術の要点」（日本コンクリート工学協会,2005）</p>				
主な商品および連絡先				
	商品名	会社名	連絡先（TEL）	URL(http://www.)
43	カルファインダー90	近江鉱業(株)	0749-55-2013	omi-mining.co.jp/
44	炭酸カルシウム	宇部マテリアルズ(株)	0837-52-0178	ubematerials.co.jp/
45	タンカルC-100	上越鉱業(株)	025-562-3006	-
46	タンカルC-200	上越鉱業(株)	025-562-3006	-
47	タンカルC-325	上越鉱業(株)	025-562-3006	-
48	カルタック	住友大阪セメント(株)	03-5211-4819	soc.co.jp/
49	石灰石微粉末	吉澤石灰工業(株)	0283-84-1112	yoshizawa.co.jp/
50	フローエース(石灰石微粉末)	秩父石灰工業(株)	03-3551-2191	titi-lime.co.jp/
51	太平洋タンカル	太平洋マテリアル(株)	03-3278-5320	taiheiyo-m.co.jp/
52	カルフィンCL	足立石灰工業(株)	0867-95-7111	ashidachi.co.jp/

2.3.2 混和材料の分析

2.3.2.1 目的

土木技術者が材料の選定に役立つ資料を目的に、混和材料の添加によりコンクリートに付加される効果を中心に、表-2.3 にアンケート調査集計結果を一次比較表としてとりまとめた。

今回、対象から除外している混和材料については一次比較表からも除外している。

アンケート調査集計表は、アンケート調査結果および追加ヒアリングの結果を反映することを原則としている。なお、個別商品の内容については、特殊混和剤、特殊混和剤、副産物系混和材毎に、別途とりまとめをしている。

2.3.2.2 一次比較表

(1)指標

各混和材料の特性を概ね把握できることを目的とし、以下の指標で一次比較表を作成した。

使用したときの効果

- ・フレッシュコンクリートの性質改善
- ・硬化中のコンクリートの性質改善
- ・硬化コンクリートの性質改善
- ・耐久性向上
- ・特殊な性能が要求されるコンクリートの製造

規格

- ・日本工業規格
- ・土木学会
- ・建築学会

使用方法

- ・性状、形態
- ・添加方法
- ・計量方法

平均的な単価

平均的な添加量

アンケートでは、対象構造物についてもヒアリングを実施しているが、各混和材料別の特徴が見受けられなかったため、集計表の指標からは除外している。

(2)作成上のルールおよび特記事項

1)分類

図-2.2 に示す分類とした。

2)効果

主要な効果を「 」、副次的な効果を「 」、阻害される効果を「 」で示している。

アンケートで複数の商品がある場合、最も多く回答のあったもの（空欄も含めて）を代表として示している。

同数の場合は、上位を代表して示しているが、 と が混在している場合は空欄としている。

3)平均的な単価

原則として、最小値～最大値で示している。

4)平均的な添加量

原則として、最小値～最大値で表記し、コンクリート 1m³当たりのセメント量が 300kg と仮定した場合の添加量を示している。

流動化剤は、求められる性能（スランプ増大量）により添加量が異なるため、記載は行っていない。したがって、別途個別の資料を参照されたい。

表-2.3 混和材料 一次比較表

大分類		混和剤							混和材					
中分類		特殊混和剤							一般混和材			特殊混和材		
小分類		流動化剤	遅延剤 超遅延剤	収縮 低減剤	分離 低減剤	起泡剤 発泡剤	防せい剤	防凍剤 耐寒促進剤	フライ アッシュ	高炉 スラグ	膨張材	高強度用 混和材	高流動用 混和材	着色剤
使用したときの効果	フレッシュコンクリートの性質改善	単位水量低減												
		単位セメント量低減												
		プラスティシティ向上												
		材料分離抵抗性向上												
		空気連行												
		スランプロス低減												
		ポンパビリティー改善												
		フィニッシュビリティー改善												
	硬化中のコンクリートの性質	凝結時間遅延												
		凝結時間促進												
		ブリーディング低減												
		初期凍害防止												
		水和熱低減												
		初期ひび割れ低減												
	硬化コンクリートの性質改善	初期強度増大												
		長期強度の増大												
		耐摩耗性向上												
		収縮の低減（自己収縮・乾燥収縮）												
	耐久性向上	水密性向上												
		耐凍結融解性向上												
		中性化速度の低減												
		耐アルカリ骨材反応性向上												
		耐化学的侵食性の向上												
		塩化物イオンの浸透抑制												
		鉄筋腐食の防止												
	特殊な性能が要求されるコンクリートの製造	自己修復機能（ひび割れなど）												
		高流動												
		高強度												
軽量性														
じん性向上														
水中不分離														
剥落防止														
粉塵低減														
環境対策	遮蔽性													
	断熱性													
規格	副産物利用													
	リサイクル													
	日本工業規格	JIS A6204						JIS A6204					JIS K5109	
	土木学会	JSCE D101			JSCE D104									
	建築学会	JASS 5T-402												
使用方法	性状・形態	粉体							-	-				
		液体							-	-				
	添加方法	プラント												
		現場												
計量方法	機械													
	人力													
平均的な単価（円/kg）		180～385	570～800	550～560	1000～5100	800～1190	290	375～550	2.2～3.5	6～8	120	65～100	4～8	400
平均的な添加量（kg）[単位セメント量300kg/m3として]			0.6	6	0.4～13.5	0.6～3	3リットル/m3	12リットル/m3	-	-	20	30～45	30～350	9
アンケート回答数		7	3	3	8	2	1	5	11	8	2	5	10	1

効果： -主要な効果、 -副次的な効果、 -阻害される効果

"-"： 未アンケート

2.3.2.3 二次比較表（特殊混和剤および特殊混和材）

特殊混和剤および特殊混和材に関して、一次比較表と同じ指標で、アンケートに回答があった各商品毎に表-2.4～2.8に二次比較表としてとりまとめた。

また、各商品毎の一般的な価格および配合を表-2.9～2.11にとりまとめた。

二次比較表および価格・配合表は、原則としてアンケートの回答をそのまま記載している。（このため、表では異なった性能での記載となっているため、これらの数値を参考とされる場合には十分に注意していただきたい）

価格・配合表に関しては、要求される性能により結果（価格や配合）が大きく異なるので、参考資料として取り扱うものとする。

表-2.4 特殊混和剤 二次比較表(その1)

大分類		混和剤									
中分類		特殊混和剤									
小分類		流動化剤					遅延剤・超遅延剤				
材料 No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
商品名		ダーレックス スーパー20F	フローリックFB	フローリックNSW	フローリックFBF	レオバック	デンカFT-80 シリーズ	ハイフルード	リカバー	フローリックT	T-21
会社名		グレースケミカルズ株式会社	株式会社フローリック	株式会社フローリック	株式会社フローリック	ライオン株式会社	電気化学工業株式会社	竹本油脂株式会社	グレースケミカルズ株式会社	株式会社フローリック	竹本油脂株式会社
使用したときの効果	フレッシュコンクリートの性質改善	単位水量低減									
		単位セメント量低減									
		プラスティシティ向上									
		材料分離抵抗性向上									
		空気連行									
		スランプロス低減									
		ポンパビリティー改善									
	フィニッシュビリティー改善										
	硬化中のコンクリートの性質	凝結時間遅延									
		凝結時間促進									
		ブリーディング低減									
		初期凍害防止									
		水和熱低減									
		初期ひび割れ低減									
		初期強度増大									
	硬化コンクリートの性質改善	長期強度の増大									
		耐摩耗性向上									
		収縮の低減(自己収縮・乾燥収縮)									
		水密性向上									
	耐久性向上	耐凍結融解性向上									
		中性化速度の低減									
		耐アルカリ骨材反応性向上									
		耐化学的侵食性の向上									
		塩化物イオンの浸透抑制									
		鉄筋腐食の防止									
		自己修復機能(ひび割れなど)									
	特殊な性能が要求されるコンクリートの製造	高流動									
高強度											
軽量性											
じん性向上											
水中不分離											
剥落防止											
粉塵低減											
遮蔽性											
環境対策	断熱性										
	副産物利用 リサイクル										
規格	日本工業規格		JIS A 6204	JIS A 6204	JIS A 6204	JIS A 6204		JIS A 6204		JIS A 6204	
	土木学会	JSCE-D101				JSCE D101	JSCE D101				
	建築学会	JASS 5T-402				JASS 5T-402	JASS 5T-402				
	その他										
使用方法	性状・形態	粉体									
		液体									
		その他									
	添加方法	プラント									
		現場									
	計量方法	その他									
		機械									
		人力									
	その他	その他						計量なし			
		その他						あらかじめ計量バック化してあるため、個数で管理	打設直前のトラックアジテータドラム内に所定量添加する		表面処理剤：コンクリート表面にジョウロまたはスプレーで均一に散布、超遅延剤：コンクリート練混ぜ時

表-2.5 特殊混和剤 二次比較表 (その2)

大分類		混和剤												
中分類		特殊混和剤												
小分類		収縮低減剤			起泡剤・発泡剤		防せい剤	防凍剤・耐寒促進剤				その他		
材料 No.		11	12	13	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
商品名		テトラガードAS21	ヒビダンB	デンカ エスケーガード	エアセツトA	ファインフォーム707	ラスナイン	ポーラーセツト	フロリックAFP	フロリックAFP-2	ヤマソーウインS	ノンフリーズ	コンクリート用防菌剤	
会社名		太平洋マテリアル株式会社	竹本油脂株式会社	電気化学工業株式会社	竹本油脂株式会社	(株)ボゾリス物産	太平洋マテリアル株式会社	グレースケミカルズ株式会社	株式会社フロリック	株式会社フロリック	山宗化学(株)	(株)ボゾリス物産	ハザマ	
使用したときの効果	フレッシュコンクリートの性質改善	単位水量低減												
		単位セメント量低減												
		プラスティシティ向上												
		材料分離抵抗性向上												
		空気連行												
		スランブロス低減												
		ボンパビリティー改善												
	フィニッシュビリティー改善													
	硬化中のコンクリートの性質	凝結時間遅延												
		凝結時間促進												
		ブリーディング低減												
		初期凍害防止												
		水和熱低減												
		初期ひび割れ低減												
	硬化コンクリートの性質改善	初期強度増大												
		長期強度の増大												
		耐摩耗性向上												
		収縮の低減(自己収縮・乾燥収縮)												
	耐久性向上	水密性向上												
		耐凍結融解性向上												
		中性化速度の低減												
		耐アルカリ骨材反応性向上												
		耐化学的侵食性の向上												
		塩化物イオンの浸透抑制												
		鉄筋腐食の防止												
	自己修復機能(ひび割れなど)													
	特殊な性能が要求されるコンクリートの製造	高流動												
高強度														
軽量性														
じん性向上														
水中不分離														
剥落防止														
粉塵低減														
遮蔽性														
断熱性														
環境対策	副産物利用													
	リサイクル													
規格	日本工業規格									JIS A 6204	JIS A 6204	JIS A 6204	JIS A 6204	
	土木学会													
	建築学会													
	その他											JASS[寒中コンクリート施工指針・同解説 耐寒促進剤の品質規格]	日本下水道協会 類認定	
使用方法	性状・形態	粉体			x									
		液体												
		その他												
	添加方法	プラント												
		現場												
		その他		塗布										
	計量方法	機械												
		人力												
		その他												
	その他												コンクリート2次製品、補修用モルタル(プレミックス)としても使用されている。	

表-2.6 特殊混和剤 二次比較表（その3）

大分類		混和剤												
中分類		特殊混和剤												
小分類		分離低減剤												
材料 No.		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
商品名		ピオポリー	アスカクリーン	太平洋エルコン	ハイドロクリート	アクアセッター	ニッシュウオーションSP-12	ハイナトム	ナトムクリーン	SFCA 2000	SC 2300	ビスコトップ100A	ビスコトップ100B	ボソリスGF-1720
会社名		武田キリン食品(株)	信越化学工業(株)	太平洋マテリアル株式会社	三井化学産資(株)	竹本油脂株式会社	ハザマ、エヌエヌ・ケミカル	ハイモ株式会社	信越化学工業(株)	信越化学工業(株)	信越化学工業(株)	花王株式会社	花王株式会社	(株)ボソリス物産
使用したときの効果	フレッシュコンクリートの性質改善	単位水量低減												
		単位セメント量低減												
		プラスティシティ向上												
		材料分離抵抗性向上												
		空気連行												
		スランプロス低減												
		ボンパビリティー改善												
	フィニッシュビリティー改善													
	硬化中のコンクリートの性質	凝結時間遅延												
		凝結時間促進												
		ブリーディング低減												
		初期凍害防止												
		水和熱低減												
	硬化コンクリートの性質改善	初期ひび割れ低減												
		初期強度増大												
		長期強度の増大												
		耐摩耗性向上												
		収縮の低減(自己収縮・乾燥収縮)												
	耐久性向上	水密性向上												
		耐凍結融解性向上												
		中性化速度の低減												
		耐アルカリ骨材反応性向上												
		耐化学的侵食性の向上												
		塩化物イオンの浸透抑制												
	特殊な性能が要求されるコンクリートの製造	鉄筋腐食の防止												
		自己修復機能(ひび割れなど)												
		高流動												
		高強度												
軽量性														
じん性向上														
水中不分離														
剥落防止														
環境対策	粉塵低減													
	遮蔽性													
規格	断熱性													
	副産物利用													
	リサイクル													
	日本工業規格													
使用	土木学会		JSCE D104			JSCE D104								
	建築学会													
	その他	主成分のカードランは食品添加物として認められている。			コンクリート用水中不分離性混和剤								PCグラウト & プレグラウトPC鋼材 施工マニュアル	
使用方法	性状・形態	粉体												
		液体												
		その他												
	添加方法	プラント												
		現場												
	計量方法	その他			スラリー添加	アジテータ車								
機械														
人力														
その他	その他			小分け出荷	小分け出荷								定量パック詰	
	その他					・コンクリート1m3当たり2.5~3.5kg用いる。 ・特に流水の急な箇所や自由落下距離の長い箇所への打込みでは使用量を増す。	助剤として高性能減水剤を併用使用する				A剤, B剤2液タイプ。A剤を練り水に添加し、スラリー状にしたあとB剤を添加	A剤, B剤2液タイプ。A剤を練り水に添加し、スラリー状にしたあとB剤を添加		

表-2.7 特殊混和材 二次比較表（その1）

大分類		混和材							
中分類		一般混和材		特殊混和材					
小分類		膨張材		高強度用混和材				着色剤	
材料 No.		36	37	38	39	40	41	42	53
商品名		太平洋ハイパーエクスパン	デンカパワーCSA シリーズ	太平洋スーパーミックス	高強度混和材セラバワ-CPS	マイクロシリカ（シリカヒューム）	シリカフューム	デンカ（シグマ）シリーズ	顆粒顔料グラヌフィン
会社名		太平洋マテリアル株式会社	電気化学工業株式会社	太平洋マテリアル株式会社	株式会社デイ・シイ	エルケム・ジャパン株式会社	巴工業株式会社	電気化学工業株式会社	三光株式会社
使用したときの効果	フレッシュコンクリートの性質改善	単位水量低減							
		単位セメント量低減							
		プラスティシティ向上							
		材料分離抵抗性向上							
		空気連行							
		スランプロス低減							
		ボンパビリティー改善							
	フィニッシュパビリティー改善								
	硬化中のコンクリートの性質	凝結時間遅延							
		凝結時間促進							
		ブリーディング低減							
		初期凍害防止							
		水和熱低減							
		初期ひび割れ低減							
	硬化コンクリートの性質改善	初期強度増大							
		長期強度の増大							
		耐摩耗性向上							
		収縮の低減（自己収縮・乾燥収縮）							
	耐久性向上	水密性向上							
		耐凍結融解性向上							
		中性化速度の低減							
		耐アルカリ骨材反応性向上							
		耐化学的侵食性の向上							
		塩化物イオンの浸透抑制							
	特殊な性能が要求されるコンクリートの製造	鉄筋腐食の防止							
		自己修復機能（ひび割れなど）							
		高流動							
		高強度							
軽量性									
じん性向上									
水中不分離									
環境対策	剥落防止								
	粉塵低減								
規格	遮蔽性								
	断熱性								
	副産物利用								
	リサイクル								
使用方法	日本工業規格		JIS A 6202			JIS A 6207		JIS K 5109-99	
	土木学会								
	建築学会								
	その他				高強度コンクリート施工指針（案）・同解説 付属書3				
使用方法	性状・形態	粉体							
		液体		×			×		
		その他						顆粒状	
	添加方法	プラント							
		現場		×					
	計量方法	その他						ブレックス	
機械									
人力									
その他					荷姿はバラトラック、フレコンバック、25kg袋				

表-2.8 特殊混和材 二次比較表（その2）

大分類		混和材										
中分類		特殊混和材										
小分類		高流動用混和材										
材料 No.		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
商品名		カルファインダー90	炭酸加水	タンカルC-100	タンカルC-200	タンカルC-325	カルタック	石灰石微粉末	フローエース（石灰石微粉末）	太平洋タンカル	カルフィンCL	
会社名		近江鉱業株式会社	宇部マテリアルズ（株）	上越鉱業株式会社	上越鉱業株式会社	上越鉱業株式会社	住友大阪セメント株式会社	吉澤石灰工業株式会社	秩父石灰工業株式会社	太平洋マテリアル株式会社	足立石灰工業株式会社	
使用したときの効果	フレッシュコンクリートの性質改善	単位水量低減										
		単位セメント量低減										
		プラスティシティ向上										
		材料分離抵抗性向上										
		空気連行										
		スランプロス低減										
		ポンパビリティー改善										
	フィニッシュビリティー改善											
	硬化中のコンクリートの性質	凝結時間遅延										
		凝結時間促進										
		ブリーディング低減										
		初期凍害防止										
		水和熱低減										
	硬化コンクリートの性質改善	初期ひび割れ低減										
		初期強度増大										
		長期強度の増大										
	耐久性向上	耐摩耗性向上										
		収縮の低減（自己収縮・乾燥収縮）										
		水密性向上										
		耐凍結融解性向上										
	特殊な性能が要求されるコンクリートの製造	中性化速度の低減										
		耐アルカリ骨材反応性向上										
		耐化学的侵食性の向上										
		塩化物イオンの浸透抑制										
		鉄筋腐食の防止										
		自己修復機能（ひび割れなど）										
		高流動										
	高強度											
軽量性												
環境対策	じん性向上											
	水中不分離											
	剥落防止											
規格	粉塵低減											
	遮蔽性											
	断熱性											
	副産物利用											
使用方法	リサイクル											
	日本工業規格											
	土木学会											
	建築学会											
	その他	日本コンクリート工学会協会の規格（案）							社内規格	JCIコンクリート用石灰石微粉末品質規格		
	性状・形態	粉体										
		液体										
		その他										
	添加方法	プラント										
		現場										
その他												
計量方法	機械											
	人力											
	その他											
その他							目標の流動性や材料分離抵抗性などの達成には、配合設計を十分検討し、試験を行うこと					

表-2.9 特殊混和剤 価格・配合一覧表 (その1)

小分類	工法 No.	商品名	会社名	単価情報			配合情報 (単位セメント量300kg/m ³ として)		
				単位	単価	条件	単位	配合量	条件
流動化剤	1	ダーレックス スーパー20F	グレースケミカルズ株式会社	円/kg	350	荷姿：20kg缶、240kgドラム	-	-	
	2	フローリックFB	株式会社フローリック	円/kg	385		kg	-	セメント100kgに対して0.2~1.0kg配合
	3	フローリックNSW	株式会社フローリック	円/kg	180		kg	-	セメント100kgに対して0.2~4.0kg配合
	4	フローリックFBF	株式会社フローリック	円/kg	330		kg	-	セメント100kgに対して0.3~1.5kg配合
	5	レオパック	ライオン株式会社	円/kg	-	17リットル100リットル以上、235g/袋：620円/袋	袋	0.80	6cm流動化として(スラブ1cm増加の場合；C×0.01%)
	6	デンカFT-80 シリーズ	電気化学工業株式会社	円/kg	-	単位セメント量300kg/m ³ としてC×1.0%使用でコンクリート1m ³ 当たり1050円/m ³	kg	-	C×0.5~1.5%、左記配合量は1%として
	7	ハイフルード	竹本油脂株式会社	円/kg	336		kg	0.18	C×0.06% (スラブ増大1cm当たり)
小分類	工法 No.	商品名	会社名	単価			配合情報 (単位セメント量300kg/m ³ として)		
				単位	単価	条件	単位	配合量	条件
遅延剤 超遅延剤	8	リカバー	グレースケミカルズ株式会社	円/kg	800	荷姿：20リットル容器、バラ	-	-	
	9	フローリックT	株式会社フローリック	円/kg	570		kg	-	C×0.2~1.0%
	10	T-21	竹本油脂株式会社	円/kg	600		kg	0.6	C×0.2%
小分類	工法 No.	商品名	会社名	単価			配合情報 (単位セメント量300kg/m ³ として)		
				単位	単価	条件	単位	配合量	条件
収縮低減剤	11	テトラガードAS21	太平洋マテリアル株式会社	円/kg	560		-	-	
	12	ヒビダンB	竹本油脂株式会社	円/kg	552		kg	6.0	C×2%
	13	デンカ エスケーガード	電気化学工業株式会社	円/kg	-	単位セメント量300kg/m ³ としてC×2.0%使用でコンクリート1m ³ 当たり3900円/m ³	kg	-	C×1~4%
小分類	工法 No.	商品名	会社名	単価			配合情報 (単位セメント量300kg/m ³ として)		
				単位	単価	条件	単位	配合量	条件
分離低減剤	14	ピオポリー	武田キリン食品(株)	円/kg	5100	北海道、沖縄および離島を除く	kg	-	0.5~1.5kg
	15	アスカクリーン	信越化学工業(株)	円/kg	4500	投入費用含まず	kg	2.5	
	16	太平洋エルコン	太平洋マテリアル株式会社	円/kg	4700		kg	2.5	標準添加量；2.5kg/m ³
	17	ハイドロクリート	三井化学産資(株)	円/kg	4700	添加量は単位水量に連動	kg	1.175	添加量；単位水量×0.5~5.0%、単位水量W(300×0.5)×1.15%
	18	アクアセッター	竹本油脂株式会社	円/kg	4200		kg	2.5	添加量；2.5kg/m ³
	19	ニッシュウオーシャンSP-12	ハザマ、エヌエヌ・ケミカル	円/kg	4050	北海道、沖縄では4450円/kg	kg	2.5	添加量；2.5kg/m ³
	20	ハイナトム	ハイモ株式会社	円/kg	3160	C×0.15%	kg	0.45	C×0.15% (平均)、C×0.05~0.30%
	21	ナトムクリーン	信越化学工業(株)	円/kg	3500	計量機に関わる費用は別途積算基準参照	kg	0.36	C×0.1%、単位セメント量360kg/m ³ の場合
	22	SFCA 2000	信越化学工業(株)	円/kg	3200	投入費用含まず	kg	0.2~0.6	左記は増粘系の場合、併用系では0.1~2.0kg/m ³ 程度
	23	SC 2300	信越化学工業(株)	円/kg	3300	投入費用含まず	kg	2~4	水中打設の場合
	24	ビスコトップ100A	花王株式会社	円/kg	1000		kg	4.0	添加量；単位水量×0.5~5.0%
25	ビスコトップ100B	花王株式会社	円/kg	1000		kg	4.0	添加量；単位水量×0.5~5.0%	
26	ボゾリスGF-1720	(株)ボゾリス物産	円/kg	1710	北海道、沖縄、離島を除く、運賃別途	kg	13.49	C×1.0%、配合(グラウト)W/C=42.5%、W=573kg/m ³ 、C=1349kg/m ³	
小分類	工法 No.	商品名	会社名	単価			配合情報 (単位セメント量300kg/m ³ として)		
				単位	単価	条件	単位	配合量	条件
気泡剤 発泡剤	27	エアースェットA	竹本油脂株式会社	円/kg	800		kg	0.6	C×0.2%
	28	ファインフォーム707	(株)ボゾリス物産	円/kg	1190	北海道、沖縄、離島を除く、運賃別途	kg	3.0	C×1.0%
小分類	工法 No.	商品名	会社名	単価			配合情報 (単位セメント量300kg/m ³ として)		
				単位	単価	条件	単位	配合量	条件
防せい剤	29	ラスナイン	太平洋マテリアル株式会社	円/リットル	290		リットル	3.0	標準添加量；3リットル/m ³

表-2.10 特殊混和剤 価格・配合一覧表 (その2)

小分類	工法 No.	商品名	会社名	単価			配合情報 (単位セメント量300kg/m ³ として)		
				単位	単価	条件	単位	配合量	条件
防凍剤 耐寒促進剤	30	ポーラーセット	グレースケミカルズ株式会社	円/kg	375	荷姿：25kg缶、250kgドラム	-	-	
	31	フローリックAFP	株式会社フローリック	円/kg	550		リットル	-	セメント100kgに対して3~5リットル配合
	32	フローリックAFP-2	株式会社フローリック	円/kg	550		リットル	-	セメント100kgに対して3~5リットル配合
	33	ヤマソーウインS	山宗化学(株)	円/リットル	400	北海道、沖縄、離島を除く	リットル	12.0	
	34	ノンフリーズ	(株)ポゾリス物産	円/リットル	400	北海道、沖縄、離島を除く、運賃別途	リットル	12.0	セメント100kgに対して4リットル配合
小分類	工法 No.	商品名	会社名	単価			配合情報 (単位セメント量300kg/m ³ として)		
				単位	単価	条件	単位	配合量	条件
その他	35	コンクリート用防菌剤	ハザマ	円/kg	5000	粉体：プラント添加 (液体で現場添加では4800円/kg)	-	-	

表-2.11 一般・特殊混和材 価格・配合一覧表

小分類	工法 No.	商品名	会社名	単価			配合情報 (単位セメント量300kg/m ³ として)		
				単位	単価	条件	単位	配合量	条件
膨張材	36	太平洋ハイパーエキスパン	太平洋マテリアル株式会社	円/kg	120		kg	20	20kg/m ³ 使用
	37	デンカパワーCSA シリーズ	電気化学工業株式会社	円/kg	-	タイプS 20kg/m ³ 使用でコンクリート1m ³ 当たり2400円/m ³	kg	20	20kg/m ³ 使用
				円/kg	-	タイプR 20kg/m ³ 使用でコンクリート1m ³ 当たり2800円/m ³	kg	20	20kg/m ³ 使用
小分類	工法 No.	商品名	会社名	単価			配合情報 (単位セメント量300kg/m ³ として)		
				単位	単価	条件	単位	配合量	条件
高強度用混和材	38	太平洋スーパーミックス	太平洋マテリアル株式会社	円/kg	100		kg	45	C×10%外割り添加、単位セメント量450kg/m ³ の場合
	39	高強度混和材セラパワーCPS	株式会社デイ・シー	円/kg	90	バラトラック関東一区、二区持ち込み価格	-	-	コンクリート結合材の内割置換で10～30%
	40	マイクロシリカ (シリカヒューム)	エルケム・ジャパン株式会社	円/kg	65	中間グレード品10MT車にて納入(倉庫近辺);最高級品480円/kg、低グレード品48円/kg	kg	30	C×10%
	41	シリカフューム	巴工業株式会社	-	-	グレードによる	-	-	
	42	デンカ (シグマ) シリーズ	電気化学工業株式会社	円/kg	-	1000を単位セメント量480kg/m ³ としてC×10%使用でコンクリート1m ³ 当たり3840円/m ³	kg	-	C×3～12%
小分類	工法 No.	商品名	会社名	単価			配合情報 (単位セメント量300kg/m ³ として)		
				単位	単価	条件	単位	配合量	条件
高流動用混和材	43	カルファインダー90	近江鋳業株式会社	円/ton	4000	当社工場渡し価格(バラ物)	kg	30～200	
	44	炭酸加シウム	宇部マテリアルズ(株)	円/ton	8000	バラ、現場渡し	kg	100～200	
	45	タンカルC-100	上越鋳業株式会社	円/ton	7800	バラ物、北陸地区、長野北中部	-	-	
	46	タンカルC-200	上越鋳業株式会社	円/ton	7800	バラ物、北陸地区、長野北中部	-	-	
	47	タンカルC-325	上越鋳業株式会社	円/ton	7800	バラ物、北陸地区、長野北中部	-	-	
	48	カルタック	住友大阪セメント株式会社	-	-	受け入れサイロを有し、バラ車受け入れが可能なこと	-	-	
	49	石灰石微粉末	吉澤石灰工業株式会社	円/ton	7700	10tonD-リ-車納入(100km圏内)	-	-	
	50	フローエース(石灰石微粉末)	秩父石灰工業株式会社	円/kg	760～860	10tonD-リ-車納入(100km圏内)	kg	250～350	
	51	太平洋タンカル	太平洋マテリアル株式会社	円/ton	6500	東京23区、大阪市内D-リ-車積載重量満載D-リ-持ち込み渡し	kg	200	ユーザーにより添加量が異なる(100～300kg/m ³ 程度)
	52	カルフィンCL	足立石灰工業株式会社	円/ton	7000	比表面積 6300cm ² /g	-	-	
			円/ton	8000	比表面積 9000cm ² /g	-	-		
			円/ton	6000	比表面積 5700cm ² /g	-	-		
小分類	工法 No.	商品名	会社名	単価			配合情報 (単位セメント量300kg/m ³ として)		
				単位	単価	条件	単位	配合量	条件
着色材	53	顆粒顔料グラヌフィン	三光株式会社	円/kg	400	通常の酸化鉄顔料(赤色、黄色、黒色、茶色)	kg	9	C×3.0%
				円/kg	6000	コバルトブルー系青色顔料	kg	9	
				円/kg	320	ごく一般的な酸化鉄赤	kg	9	

2.3.2.4 副産物系混和材アンケート分析

(1) フライアッシュ

1) 品質規格と生産量

フライアッシュの品質は JIS A 6201 において表-2.12 のように 4 種類に分けて規定されている。これらの内、一般のコンクリートには II 種が適用されており、それより高品質な I 種は高強度・高流動コンクリート等に用いられている。また、III 種・IV 種は RCD 工法などに限定して適用されているようである。

表-2.12 コンクリート用フライアッシュの品質

項目		種類	フライアッシュ I種	フライアッシュ II種	フライアッシュ III種	フライアッシュ IV種
二酸化ケイ素 (%)			45.0以上			
湿分 (%)			1.0以下			
強熱減量 ^{*1} (%)			3.0以下	5.0以下	8.0以下	5.0以下
密度 (g/cm ³)			1.95以上			
粉末度 ^{*2}	45 μmふるい残分 (網ふるい方法) ^{*3} (%)		10以下	40以下	40以下	70以下
	比表面積(ブレン方法) (cm ² /g)		5000以上	2500以上	2500以上	1500以上
フロー値比 (%)			105以上	95以上	85以上	75以上
活性度指数 (%)	材齢28日		90以上	80以上	80以上	60以上
	材齢91日		100以上	90以上	90以上	70以上

*1 強熱減量に代えて、未燃炭素含有率の測定をJIS M 8819またはJIS R 1603に規定する方法で行い、その結果に対し強熱減量の規定値を適用してもよい。

*2 粉末度は、網ふるい方法またはブレン方法による。

*3 粉末度を網ふるいによる場合は、ブレン方法による比表面積の試験結果を参考値として併記する。

これらの品質規格毎の年間出荷量について、フライアッシュの販売を行っているメーカーにヒアリングを実施した。上述の JIS 規格 4 種に JIS 規格外も含めたフライアッシュの各社の年間出荷量合計を図-2.3 に示す。

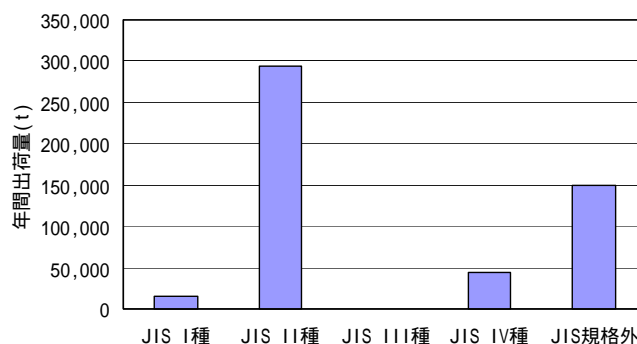


図-2.3 フライアッシュの品質規格毎の年間出荷量

図より、フライアッシュの年間出荷量は JIS II 種がそのほとんどを占めており、JIS III 種は各社とも出荷していないことが分かる。

また、品質規格毎のメーカー各社の出荷量比率を図-2.4 に示す。

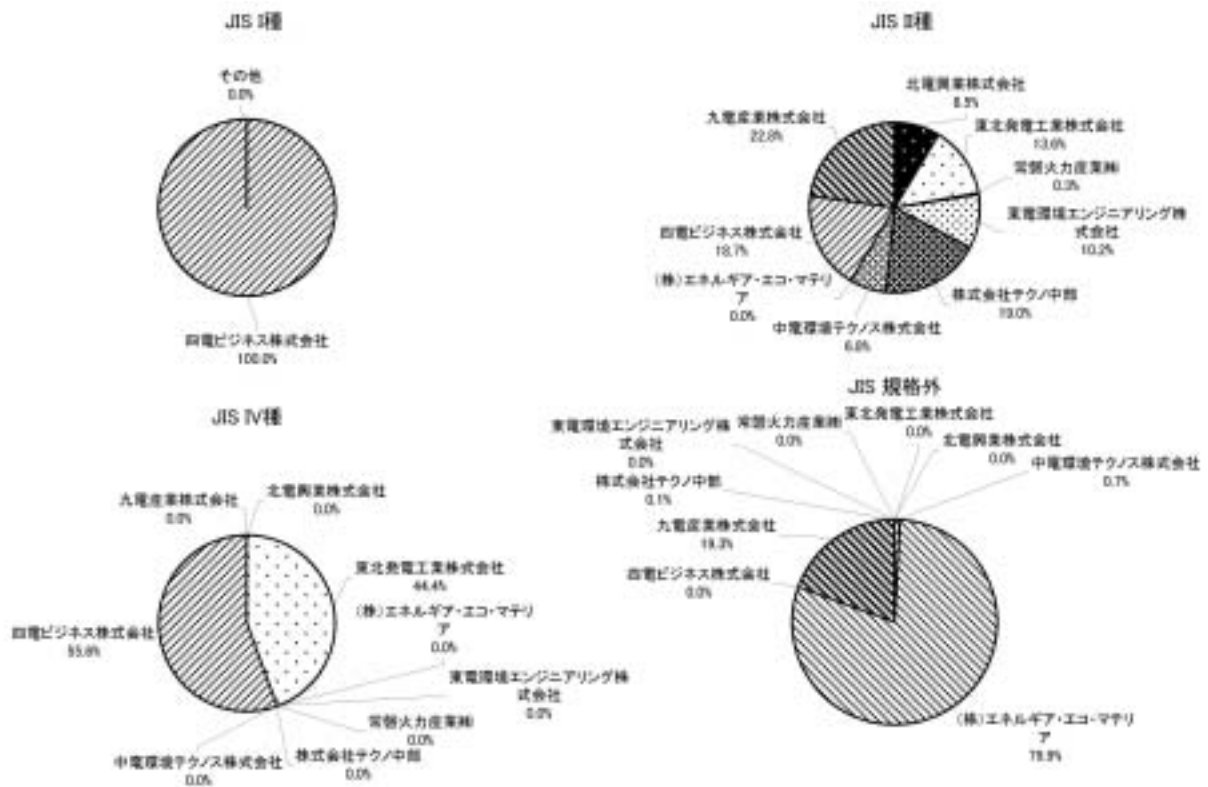


図-2.4 品質規格毎のメーカー各社の出荷量比率

図より、汎用的に用いられている II 種については各社とも出荷しているのに対し、用途を限定して使用される I 種・IV 種については、限られたメーカーからの出荷にとどまっていることが分かる。

2) 地域特性

ここでは、フライアッシュを用いる場合の地域的な制約条件についての調査結果をまとめる。各メーカーへのヒアリング結果を基に、フライアッシュが出荷されている地域についてまとめると共に、フライアッシュが生産される石炭火力発電所の位置との関係について考察する。

図 2.5 は全国の石炭火力発電所の位置図である。太平洋側・日本海側を問わず、北海道から沖縄までほぼ全国にまんべんなく分布していることが分かる。ただし、東京湾内、大阪湾内については、相対的に発電所の数が少ないことも分かる。

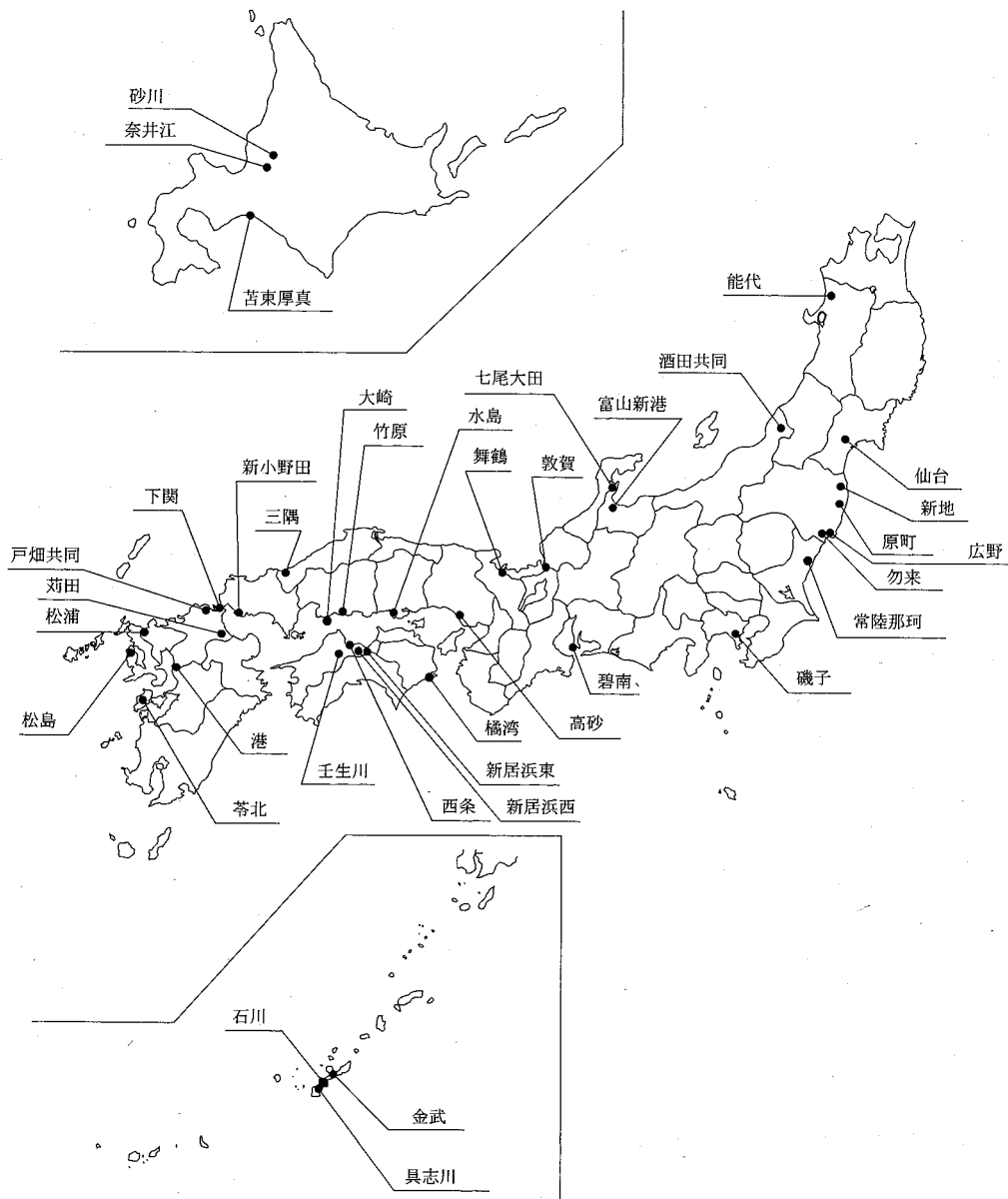


図-2.5 全国の石炭火力発電所一覧¹⁾

図-2.6は、メーカーへのヒアリングの結果得られた、フライアッシュの出荷実績についての分布図である。北海道、中国・四国地区等に多く出荷されているようである。また、石川県・富山県等の北陸地区、愛知県・三重県等の中部地区等への出荷実績は無いことが分かる。

東京・大阪・名古屋といった大都市圏において出荷実績が少ないのは、図-2.5から判断すると、石炭火力発電所が近くに存在していない理由によるものと考えられる。ただし、名古屋近郊の碧南火力発電所は、近年稼働を開始したことから、今後名古屋地区における出荷実績は増加していくものと予想される。

また、北陸地区においては、敦賀や舞鶴に発電所が存在するものの、出荷実績は無い結果となっている。これは、フライアッシュメーカーが日本海側に存在しないことと無関係ではないと思われる。

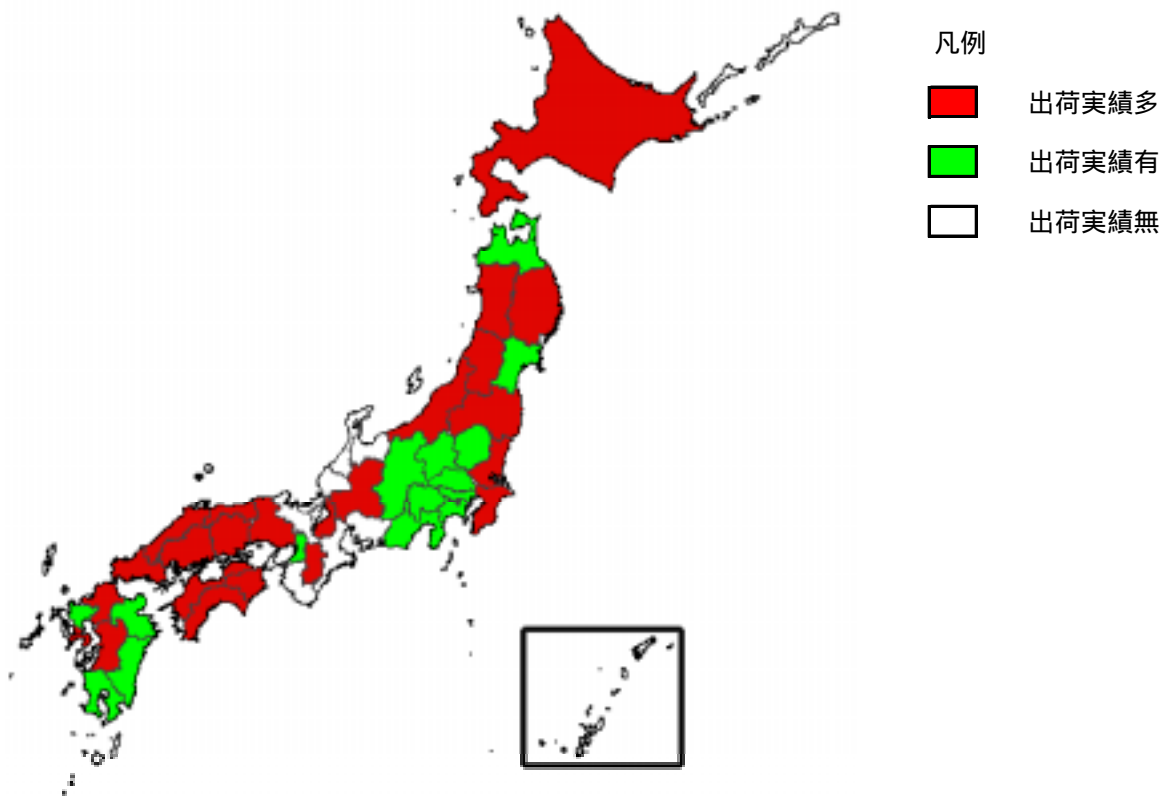


図-2.6 フライアッシュの出荷実績

(2) 高炉スラグ

1) 品質規格と生産量

高炉スラグ微粉末の品質は JIS A 6201 において表-2.13 のように 3 種類に分けて規定されている。これらの内、一般のコンクリートには 4000 が適用されており、6000 及び 8000 は高強度・高流動コンクリートやプレキャストコンクリートに主に用いられている。

表-2.13 高炉スラグ微粉末の品質

品質		高炉スラグ微粉末 4000	高炉スラグ微粉末 6000	高炉スラグ微粉末 8000
密度	g/cm ³	2.80以上	2.80以上	2.80以上
比表面積	cm ² /g	3 000以上	5 000以上	7 000以上
		5 000未満	7 000未満	10 000未満
活性度指数 %	材齢 7日	55以上 (1)	75以上	95以上
	材齢 28日	75以上	95以上	105以上
	材齢 91日	95以上	105以上	105以上
フロー値比	%	95以上	90以上	85以上
酸化マグネシウム	%	10.0以下	10.0以下	10.0以下
三酸化硫黄	%	4.0以下	4.0以下	4.0以下
強熱減量	%	3.0以下	3.0以下	3.0以下
塩化物イオン	%	0.02以下	0.02以下	0.02以下

注(1) この値は、受渡当事者間の協定によって変更してもよい。

これらの品質規格毎の年間出荷量について、高炉セメント微粉末の販売を行っているメーカーにヒアリングを実施した。上述の JIS 規格 3 種に JIS 規格外も含めた高炉スラグ微粉末の製造メーカー各社の年間出荷量合計を図-2.7 に示す。

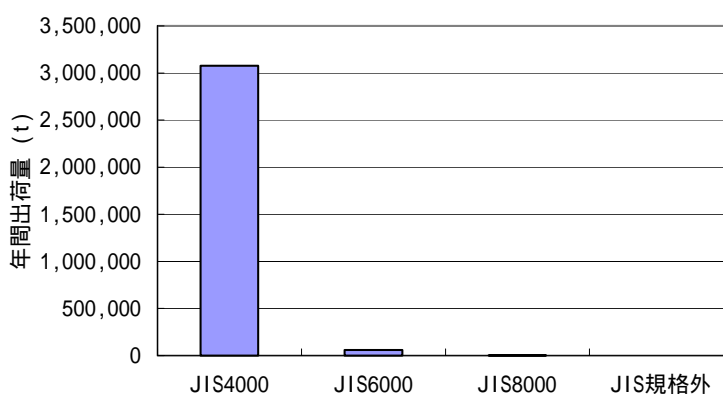


図-2.7 高炉スラグ微粉末の品質規格毎の年間出荷量

図より、高炉スラグ微粉末の年間出荷量は、JIS4000 がそのほとんどを占めており (98%)、その他は JIS6000 が 2% で JIS8000 及び JIS 規格外のものは、ほとんど生産されていないことが分かる。

また、品質規格毎のメーカー各社の出荷量比率を図-2.8 に示す。

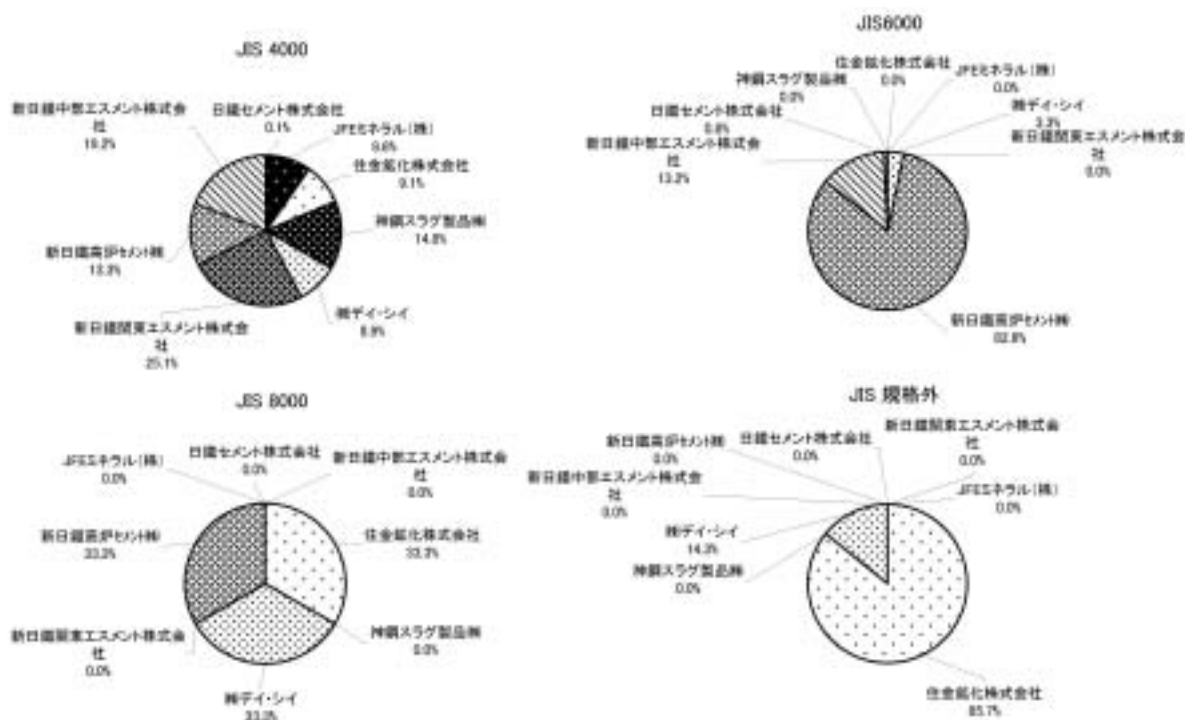


図-2.8 高炉スラグ微粉末の品質規格毎の年間出荷量

図より、汎用的に用いられている JIS 4000 については各社とも出荷しているのに対し、用途を限定して使用される JIS 6000・JIS 8000 については、限られたメーカーからの出荷にとどまっていることが分かる。

2) 地域特性

ここでは、高炉スラグ微粉末を用いる場合の地域的な制約条件についての調査結果をまとめる。各メーカーへのヒアリング結果を基に、高炉スラグ微粉末が出荷されている地域についてまとめると共に、高炉スラグ微粉末が生産される高炉を有する製鋼所の位置との関係について考察する。



図-2.9 全国の高炉スラグ製造事業所一覧²⁾

図 2.9 は全国の高炉スラグ製造事業所の位置図である。東京湾岸、大阪湾岸と岡山～広島地区及び北九州に集中しており、その他は北海道の室蘭に1箇所あるのみである。東北、北信越、山陰、四国には1箇所も存在していない。

図-2.10 は、メーカーへのヒアリングの結果得られた、高炉スラグ微粉末の出荷実績についての分布図である。北海道及び東北～中国にいたる太平洋側の都道府県に多く出荷されているようである。また、東北の日本海側から北信越地方には出荷量が少なく、山陰・四国・九州については、出荷実績が無いことが分かる。

この傾向は、明らかに高炉スラグ製造事業所の存在位置との相関が見られるものであり、今後もこの傾向は変わらないものと想定される。

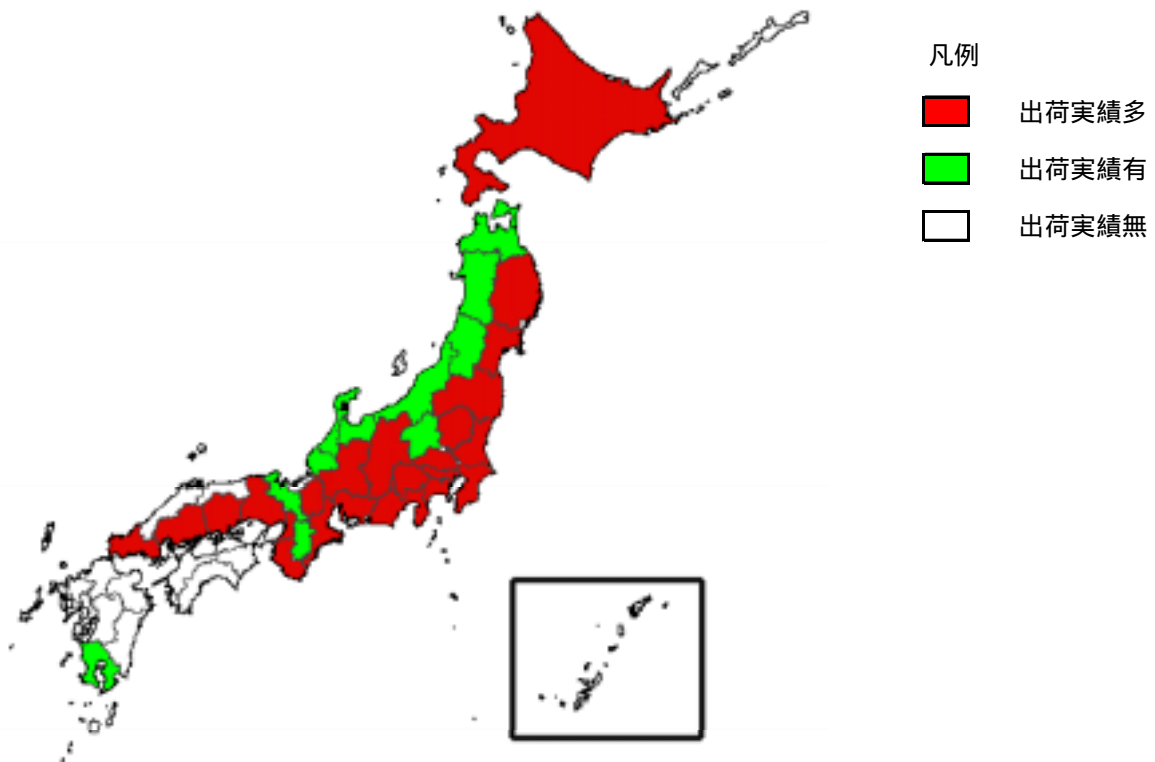


図-2.10 高炉スラグ微粉末の出荷実績

参考文献

- 1) 日本フライアッシュ協会：石炭灰ハンドブック、pp.VI-2、2005.5
- 2) 鉄鋼スラグ協会：鉄鋼スラグ統計年表、pp.35、2005.8