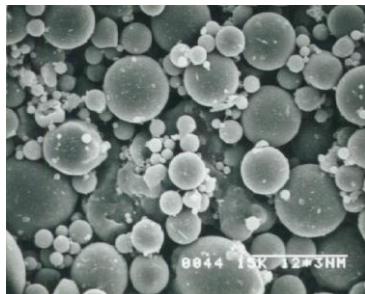


## コンクリートの性質 第3回

### コンクリート材料(2)

・水

・混和材料



# 水

### 【水】

練混ぜ水は、油、酸、塩類、有機不純物、懸濁物など、コンクリートや鋼材の品質に悪影響を及ぼす物質を有害量含んではならない。

表 上水道以外の水の品質

- ・水道水
- ・自然水  
河川水  
湖沼水  
地下水など
- ・回収水  
上澄水  
スラッジ水

項目	品質
懸濁物質の量	2 g/リットル以下
溶解性蒸発残留物の量	1 g/リットル以下
塩化物イオン量	以下
セメントの凝結時間の差	始発は30分以内、終結は60分以内
モルタルの圧縮強さの比	材齢7日および材齢28日で90%以上

表 回収水の品質

- 上澄水
- スラッジ水

項目	品質
塩化物イオン量	以下
セメントの凝結時間の差	始発は30分以内、終結は60分以内
モルタルの圧縮強さの比	材齢7日および材齢28日で90%以上

### 混和材料

### 【混和材料】

フレッシュ時および硬化後のコンクリートにある性能を付与する目的で、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コンクリートに加える材料

: 混和材料のうち、使用量が比較的多くて、その自体の容積をコンクリートの配合設計で考慮するもの。  
Ex. フライアッシュ、高炉スラグ微粉末、シリカフューム等

: 混和材料のうち、使用量が比較的少なくて、それ自体の容積をコンクリートの配合設計で無視するもの。  
Ex. AE剤、減水剤、AE減水剤、流動化剤、高性能減水剤、高性能AE減水剤、遲延剤、防錆剤

### 【混和材】

- ・ポゾラン活性が期待できるもの  
→ 、 、火山灰、けい酸白土
- ・潜在水硬性が利用できるもの  
→
- ・硬化過程において膨張を起こさせるもの  
→ 膨張材
- ・オートクレーブ養生によって高強度を生じさせるもの  
→ けい酸質微粉末
- ・その他  
→ 増量材、着色材(顔料)、石灰石微粉末、ポリマー等

#### (1) ポゾラン

それ自体には水硬性ではなく、コンクリート中の水に溶けている水酸化カルシウムと常温で徐々に化合して、不溶性の化合物を作るようなシリカ質を含んだ微粉状態の材料

1)

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

#### <品質>

- ・JIS A 6201に規定
- ・主な化学成分はSiO<sub>2</sub>(全体の50~60%)およびAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(25%程度)であり、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>やC等が少量含まれている。

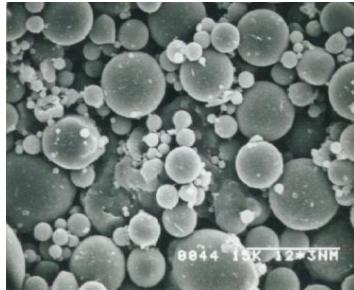
#### <特徴>

- ・コンクリートに混和したときのワーカビリティーが改善され、所要のコンシスティンシーを得るための単位水量を少なくすることができます

#### <特徴>

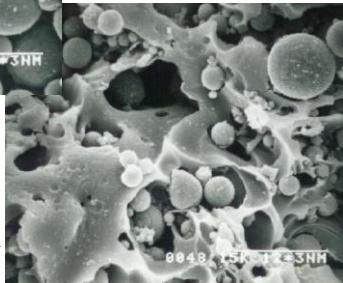
- ・コンクリートに混和したときのワーカビリティーが改善され、所要のコンシスティンシーを得るための単位水量を少なくすることができます。
- ・未燃炭素含有率が大きいほど、AE剤の吸着が増大し、空気連行性が低下する。
- ・十分な湿潤養生を行えば、フライアッシュの周辺部がポゾラン反応生成物で満たされ、長期にわたって強度が増進し、水密性も向上する。
- ・近年では、NOX規制により火力発電所における燃焼温度が低下して、品質の低下が認められるものがある。





← フライアッシュ

ポゾラン反応を起こしている →  
フライアッシュ



2)  
各種シリコン合金(フェロシリコンやメタルシリコン)を製造する際の副産物

<品質>

- 主成分はSiO<sub>2</sub>で、そのうち大部分が非晶質で、完全な球形で1μm以下、平均粒径0.1μm、比表面積は200,000cm<sup>2</sup>/g程度の超微粒子。たばこの煙粒子より細かい。

<特徴>

- シリカフュームを用いることによってセメントペーストを密実にして、細孔容積を小さくする。これにより高強度化がはかれる。
- 細孔容積が小さい → 透気性が小さくなり、水密性、化学抵抗性が増大する。



▲ヒュームド・シリカ

表 2.15 フライアッシュの化学成分の一例 (%)

強熱減量	-	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
1.2	53.3	27.2	4.4	6.3	2.0

\* の JIS 規格値は、45% 以上である。

表 2.27 フライアッシュの品質 [JIS A 6201 : 1999]

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
二酸化けい素	%		45.0 以上		
湿分	%		1.0 以下		
強熱減量 <sup>(1)</sup>	%	3.0 以下	5.0 以下	8.0 以下	5.0 以下
密度	g/cm <sup>3</sup>			1.95 以上	
粉末度 <sup>(2)</sup>	45 μm ふるい残分 方法 <sup>(3)</sup> %	10 以下	40 以下	40 以下	70 以下
	比表面積(ブレーン方法) cm <sup>2</sup> /g	5 000 以上	2 500 以上	2 500 以上	1 500 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 材齢 91 日	90 以上 100 以上	80 以上 90 以上	60 以上 70 以上

注(1) 強熱減量に代えて、未燃炭素含有率の測定を JIS M 8819 又は 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よい。

(2) 粉末度は、網ふるい方法又はブレーン方法による。

(3) 粉末度を網ふるい方法による場合は、ブレー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。

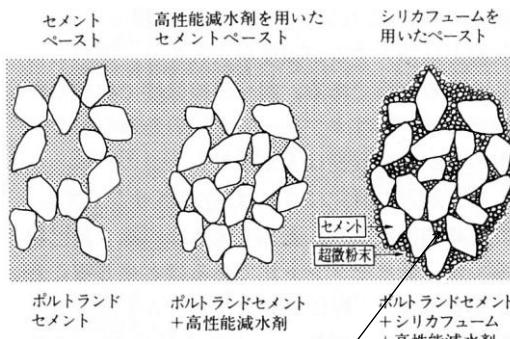
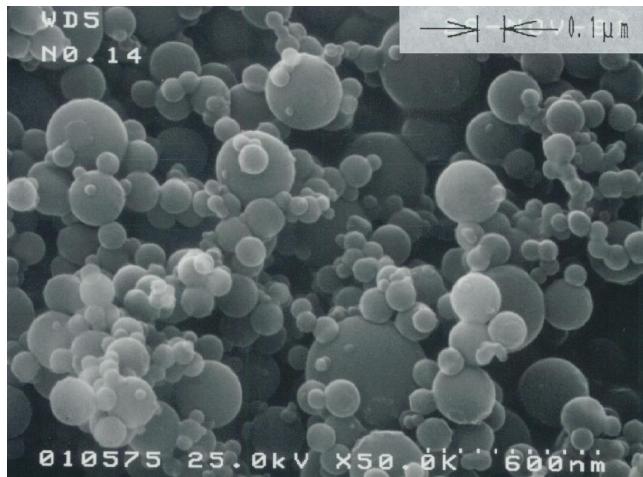


図 2.22 まだ固まらないコンクリート中のペースト構造<sup>29)</sup>

マイクロフィラー効果



シリカフュームの品質

品質	規定値
比表面積(BET方法)	m <sup>2</sup> /g 10以上
活性度指数 %	材齢 7日 95以上
	材齢 28日 105以上
二酸化けい素	% 85以上
酸化マグネシウム	% 5.0以下
三酸化硫黄	% 3.0以下
強熱減量	% 5.0以下
湿分	% 3.0以下

(2) 潜在水硬性

pH12以上のアルカリ中において、固溶されていたCaO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgOなどが溶出し、カルシウムシリケート水和物(C-S-Hゲル)やカルシウムアルミニート水和物(C-A-Hゲル)を生成して硬化する性質

1)

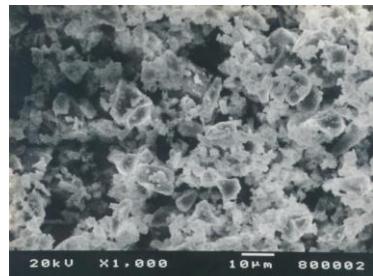
高炉から排出された溶融状態のスラグを高速の水や空気を多量に吹き付けて急冷粒状体とし、これを微粉碎し、調整したものである。

<品質>

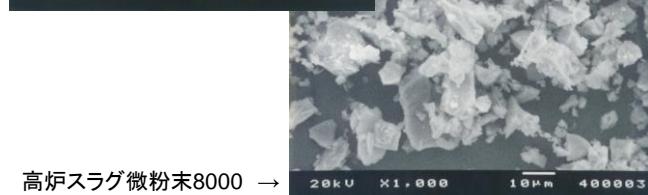
別表

<特徴>

- 十分に湿潤養生すれば、ペーストの細孔容積が減少し、密実になるので、長期強度は無混入のコンクリートの場合より増大し、乾燥収縮が低減する。



← 高炉スラグ微粉末4000



高炉スラグ微粉末8000 →



表2.17 高炉スラグ微粉末の品質規定 (JIS A 6206)

品 質	種 類	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
	比 重	2.80 以上	2.80 以上	2.80 以上
	比表面積 (cm <sup>2</sup> /g)	3000 以上 5000 未満	5000 以上 7000 未満	7000 以上 10000 未満
活性度指數 (%)	材齢 7 日	55 以上*	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	95 以上	90 以上
酸化マグネシウム (%)	10.0 以下	10.0 以下	10.0 以下	
三酸化いおう (%)	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	
Cl <sup>-</sup> イオン (%)	0.02 以下	0.02 以下	0.02 以下	

\*:この値は、受渡当事者間の協定によって変更できるものとする。

## 【混和剤】

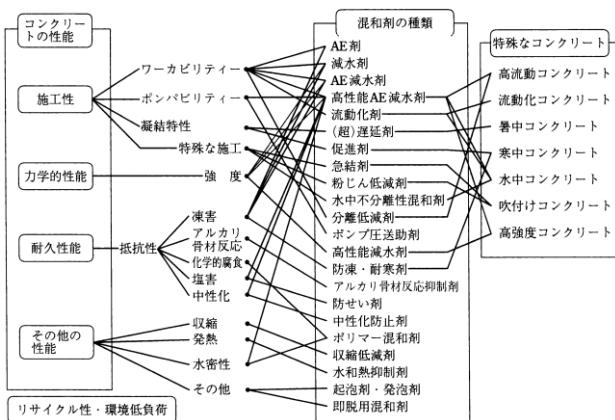
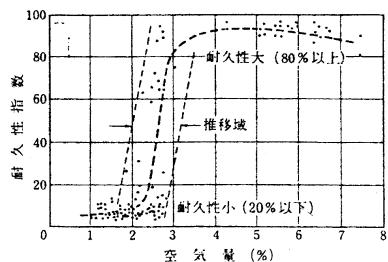


図-1 コンクリートの性能と混和剤

アニオン系 (陰イオン)	樹脂酸ソーダ塩	空気連行
	アビエチン酸ソーダ塩	
	トリエタノールアミン	
	アルキルアリルスルホン酸塩 (アルキルベンゼンスルホン酸塩)	空気連行, 分散
	リグニンスルホン酸塩	減水, 分散
ノニオン系 (非イオン)	オキシカルボン酸塩	
	ポリオキシエチレン・アルキルアリルエーテル	
	ポリオキシエチレングリコール・フェノールノニールエーテル	湿潤, 空気連行
	脂肪酸と樹脂のポリオキシエチレンエステル	

### AEコンクリートの特徴

- ・エントレインドエアはボールベアリングの役割をして、ワーカビリティー(作業のしやすさ)を向上させる。
- ・単位水量を減少できる。
- ・材料分離(骨材とペーストとの分離)を抑制
- ・水密性の向上
- ・耐凍害性の向上

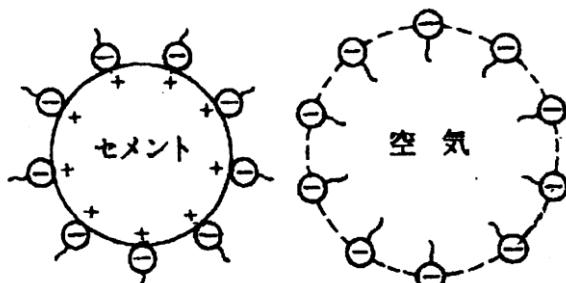


### コンクリートの空気量への影響

- ・粉体の量、あるいはセメントが細かくなると(比表面積が大きくなる)と、空気量は減少する。
- ・気泡径の大きい空気の方が散逸しやすい。
- ・細骨材の0.3~0.6mmの部分が多いと空気泡は連行されやすく、0.15mm以下の部分が多いと空気泡は入りにくい。
- ・コンクリートの温度が上昇すると、空気量は一般に少なくなる。
- ・ミキサによっても異なるが、練混ぜ開始後3~5分で空気量は最大となり、その後は徐々に減少する。

### (2) 減水剤( )

- ・AE減水剤( )
- セメント粒子を分散させることによって、コンクリートのワーカビリティーを向上させ、所定のスランプを得るのに必要な単位水量を減少させる混和剤



アнион基

○～炭素鎖

減水率3~8%

静電気的反発作用でセメント粒子を分散させる



図3・8 減水剤を用いないものはフロック状態に凝集している

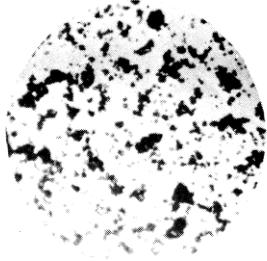


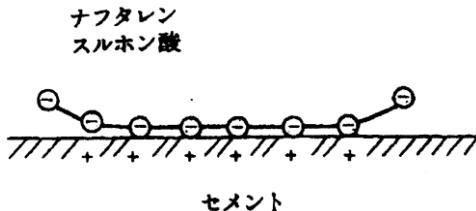
図3・9 減水剤を添加したものはよく分散している

セメントが塊にとならず、分散している。

- ・高性能減水剤( water reducing agent )  
高度な減水作用により、高強度コンクリートを作る目的で使用される混和剤

<特徴>

- ・ナフタレンスルホン酸塩縮合物系とメラミンスルホン酸縮合物系
- ・減水率20～30%(強い静電気的な反発力)
- ・多量に使用しても、凝結や硬化を妨げない。
- ・過剰な空気連行性がない。



- ・高性能AE減水剤(High range AE water reducing agent )  
高い減水性能と優れたスランプ保持性能を持った混和剤



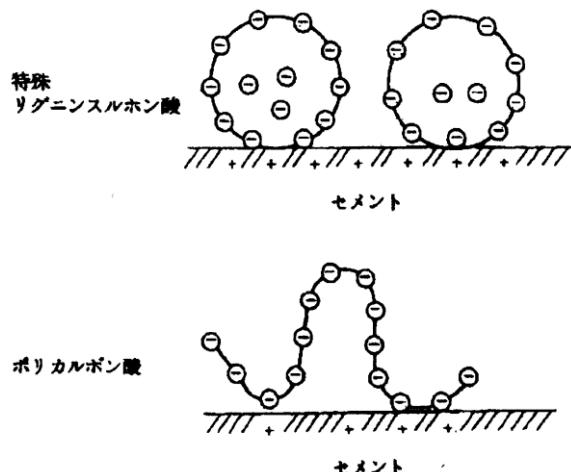
<特徴>

- ・ナフタレン系、メラミン系、ポリカルボン酸系、アミノスルホン酸系
- ・高いセメント分散能力

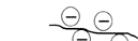
減水剤がセメント粒子に吸着するとセメント粒子表面に帯電層が生じ、粒子が互いに反発することでセメントペーストの流動性が大きくなる。

セメント粒子に吸着したかさ高い分子構造により、セメント粒子同士の凝集を阻害することによる分散作用

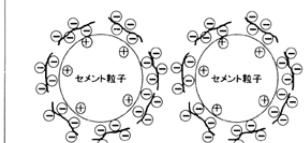
- ・従来のAE減水剤よりも単位水量で10kg/m<sup>3</sup>以上の減水性
- ・優れたスランプ保持性
- ・圧縮強度で60～100N/mm<sup>2</sup>程度の高強度コンクリートが容易に製造できる。
- ・セメント量が多いほど、減水効果が大きい。



静電反発力



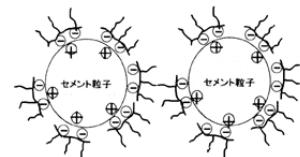
分子構造のイメージ図



立体障害作用



分子構造のイメージ図



コンクリート化学混和剤協会HPより