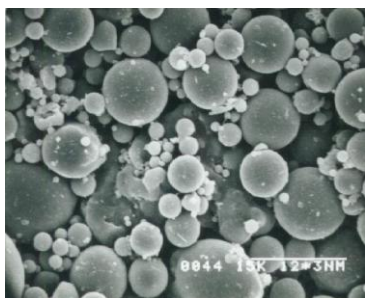


コンクリートの性質 第3回

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

項目	品質
懸濁物質の量	2 g/リットル以下
溶解性無機残留物の量	1 g/リットル以下
塩化物イオン量	200ppm以下
セメントの凝縮時間の差	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

- ・水道水
- ・自然水
 - 河川水
 - 湖沼水
 - 地下水など

表 回収水の品質

項目	品質
塩化物イオン量	200ppm以下
セメントの凝縮時間の差	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

- ・回収水
 - 上澄水
 - スラッジ水

混和材料

【混和材料】

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: 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

混和剤: 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、遅延剤、防錆剤

【混和材】

- ・ポゾラン活性が期待できるもの
→ **フライアッシュ**、**シリカフューム**、火山灰、けい酸白土
- ・潜在水硬性が利用できるもの
→ **高炉スラグ微粉末**
- ・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) フライアッシュ

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_2 (全体の50~60%)および Al_2O_3 (25%程度)であり、 Fe_2O_3 やC等が少量含まれている。

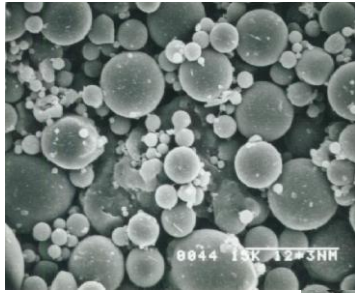
<特徴>

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

<特徴>

- ・コンクリートに混和したとき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ための単位水量を少なくすることができる。
- ・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

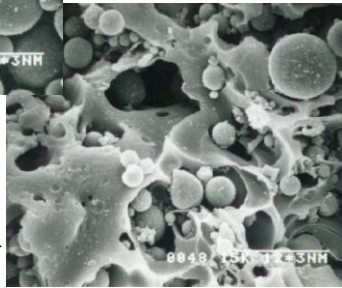


表 2.15 フライアッシュの化学成分の一例 (%)

強熱減量	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
1.2	53.3	27.2	4.4	6.3	2.0

* SiO₂ 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	II種	III種	IV種
二酸化けい素	%	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)	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	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

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もよい。
(2) 粉末度は、網ふるい方法又はブレン方法による。
(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。

2) シリカフェーム

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 SiO₂ で、そのうち大部分が非晶質で、完全な球形で 1 μm 以下、平均粒径 0.1 μm、比表面積は 200,000 cm²/g 程度の超微粒子。たばこの煙粒子より細かい。

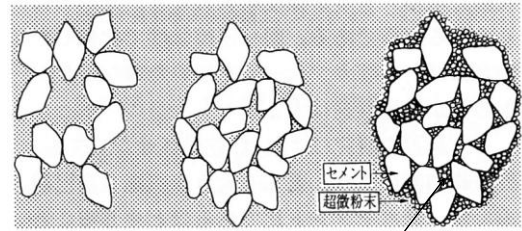
<特徴>

・シリカフェ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、化学抵抗性が增大する。



▲ヒュームド・シリカ

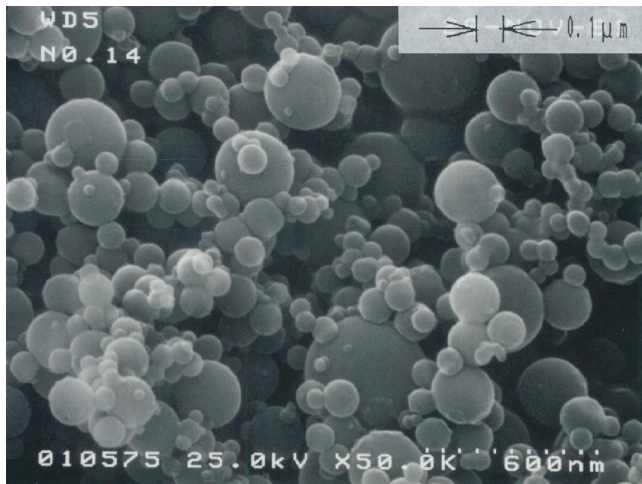
セメントペースト 高性能減水剤を用いたセメントペースト シリカフェームを用いたペースト



ポルトランドセメント ポルトランドセメント + 高性能減水剤 ポルトランドセメント + シリカフェーム + 高性能減水剤

図 2.22 まだ固まらないコンクリート中のペースト構造⁽²⁾

マイクロファイラー効果



シリカフェームの品質

品質		規定値
比表面積 (BET 方法)	m ² /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、Al₂O₃、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ネート水和物 (C-A-H ゲル) を生成して硬化する性質

1) 高炉スラグ微粉末

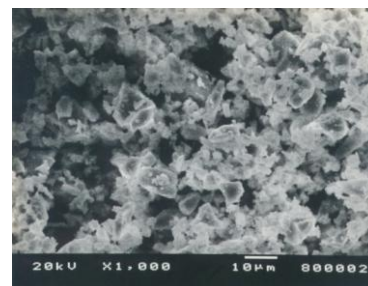
高炉から排出された溶融状態のスラグを高速の水や空気を多量に吹き付けて急冷粒状体とし、これを微粉砕し、調整したものである。

<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	高炉スラグ微粉末	高炉スラグ微粉末
		4000	6000	8000
比重		2.80 以上	2.80 以上	2.80 以上
比表面積 (cm ² /g)		3000 以上	5000 以上	7000 以上
		5000 未満	7000 未満	10000 未満
活性度指数 (%)	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 ⁻ 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】

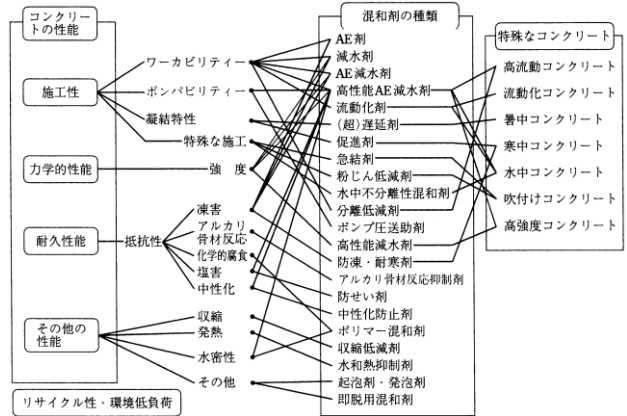


図-1 コンクリートの性能と混和剤

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	
	アルキルアシルスルホン酸塩 (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 オキシカルボン酸塩	} 減水, 分散
ノニオン系 (非イオン)	ポリオキシエチレン・アルキルア リルエーテル	} 湿潤, 空気連行
	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	
	脂肪酸と樹脂のポリオキシエチレ ンエステル	

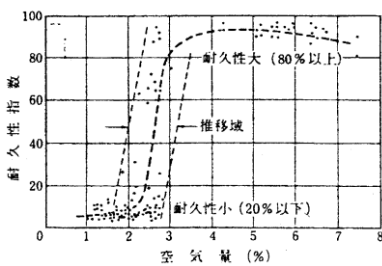
(1) AE剤 (Air Entraining agent : 空気連行剤)
 コンクリート中に多くの独立した微細な空気泡(エントレインドエア)を一様に連行し、ワーカビリティおよび耐凍害性を向上させるために用いる界面活性剤の一種である。

コンクリート中の空気泡

- ・**エントラップトエア (Entrapped air)** : 潜在空気
 コンクリート中に自然に混入する不規則な形状の比較的大きな空気泡 (500µm程度)
- ・**エントレインドエア (Entrained air)** : 連行空気
 AE剤等の混和剤によって連行された空気泡 (10~100µm程度)

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(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



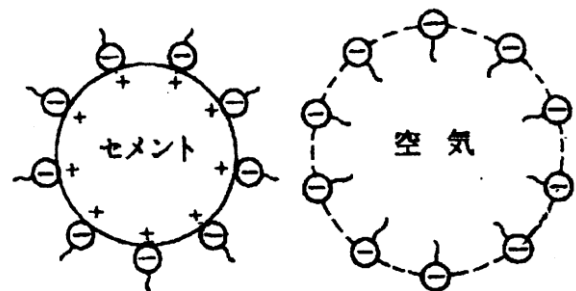
コンクリートの空気量への影響

- ・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10℃上昇すると、空気量は一般に1~2%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 (Water reducing agent)

・AE減水剤 (AE water reducing agent)

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



アニオン基
炭素鎖

減水率3~8%

静電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

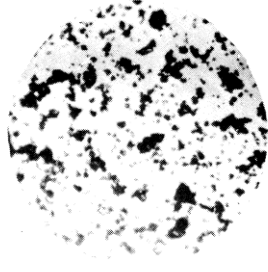


図3・9 減水剤を添加したものはよく分散している

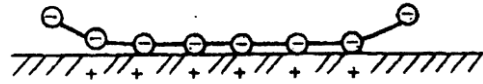
セメントが塊にならず、分散している。

・高性能減水剤 (High range 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。

ナフタレン
スルホン酸



セメント

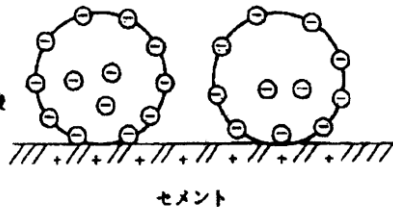
・高性能AE減水剤 (High range AE water reducing agent)
 高い減水性能と優れたスランプ保持性能を持った混和剤



<特徴>

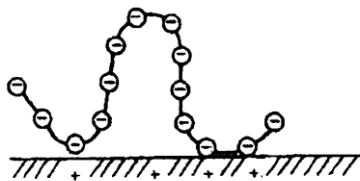
- ・ナフタレン系、メラミン系、ポリカルボン酸系、アミノスルホン酸系
- ・高いセメント分散能力
- ・強い静電的反発力
 減水剤がセメント粒子に吸着するとセメント粒子表面に帯電層が生じ、粒子が互いに反発することでセメントペーストの流動性が大きくなる。
- ・立体障害効果
 セメント粒子に吸着したかさ高い分子構造により、セメント粒子同士の凝集を阻害することによる分散作用
- ・従来のAE減水剤よりも単位水量で10kg/m³以上の減水性
- ・優れたスランプ保持性
- ・圧縮強度で60～100N/mm²程度の高強度コンクリートが容易に製造できる。
- ・セメント量が多いほど、減水効果が大きい。

特殊
リグニンスルホン酸



セメント

ポリカルボン酸

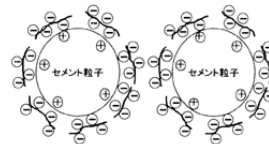


セメント

静電反発力



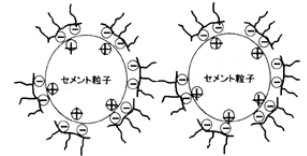
分子構造のイメージ図



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