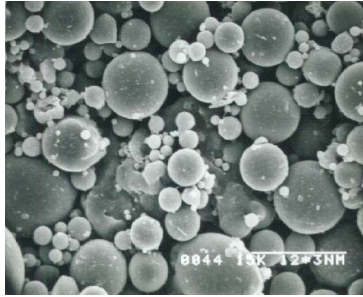


## コンクリート工学 第3回

### 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。

- ・水道水
- ・自然水
- ・回収水

表 上水道以外の水の品質

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	200ppm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

項目	品質
塩化物イオン量	200ppm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】

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、シリカヒューム等

**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**、**シリカヒューム**
- ・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**
- ・着色させるもの → **着色材**
- ・流動性を高めたコンクリートの材料分離やブリーディングを減少させるもの → **石灰石微粉末**
- ・その他 → **高強度用混和材**、**間隙充填モルタル用混和材**、**ポリマー**、**増量材**等

### (1)ポゾラン

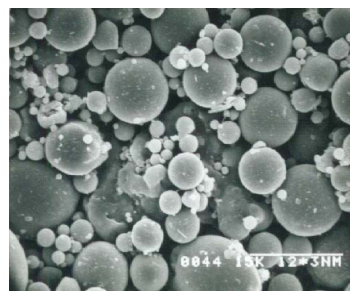
それ自体には水硬性はなく、コンクリート中の水に溶けている水酸化カルシウムと常温で徐々に化合して、不溶性の化合物を作るようなシリカ質を含んだ微粉状態の材料

#### 1)フライアッシュ

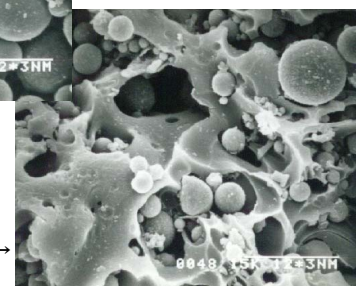
火力発電所で微粉炭を燃焼したときに生じる副産物

#### <特徴&効果>

粒子が球状。ワーカビリティが良くなり、使用水量を減らすことが出来る(高強度化)。早期強度は低い、長期強度は大である。



← 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 <sub>2</sub> *	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

\*: SiO<sub>2</sub> の JIS 規格値は、45% 以上である。

表 2.16 フライアッシュの物理的性質の一例

項目	比重	比表面積 (cm <sup>2</sup> /g)	単位水量比 (%)	圧縮強度比 (%)	
				28 日	91 日
試験値	2.21	3140	94	82.8	75.8
JIS 規格値	1.95 以上	2400 以上	102 以下	60 以上	70 以上

## 2) シリカヒューム

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

### <特徴>

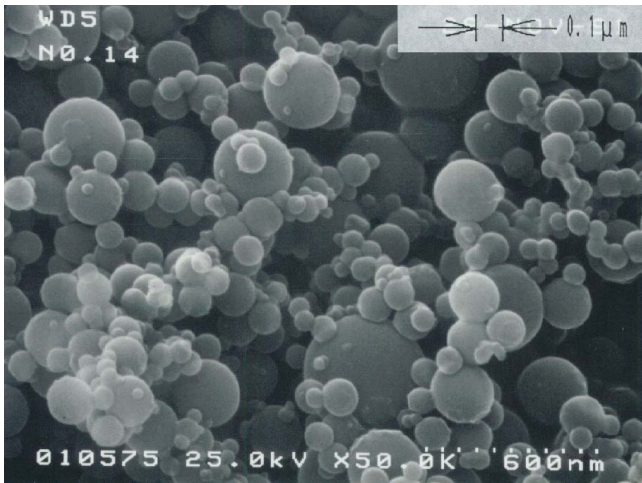
シリカ(SiO<sub>2</sub>)が80~95%の完全なる球状粒子。平均粒径が0.1μ程度(煙草の煙より細かい)。比表面積が普通ポルトランドセメントの50~60倍(200000cm<sup>2</sup>/g)の粒径の超微粒子

### <効果>

組織の緻密化  
高強度化  
化学薬品抵抗性の向上



▲ヒュームド・シリカ



## シリカヒュームの品質

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

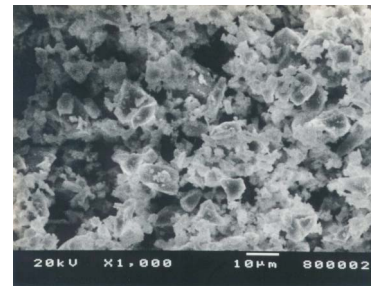
製鉄所の溶鉱炉から排出されるスラグを水で急冷し、粒状化したものを粉砕したもの

#### <特徴>

急冷するため、結晶化せず、ガラス質となり、水和反応を起こしやすい。

#### <効果>

長期強度の増加、水密性、化学抵抗性の向上、アルカリ骨材反応の抑制



← 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 <sup>2</sup> /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 <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】

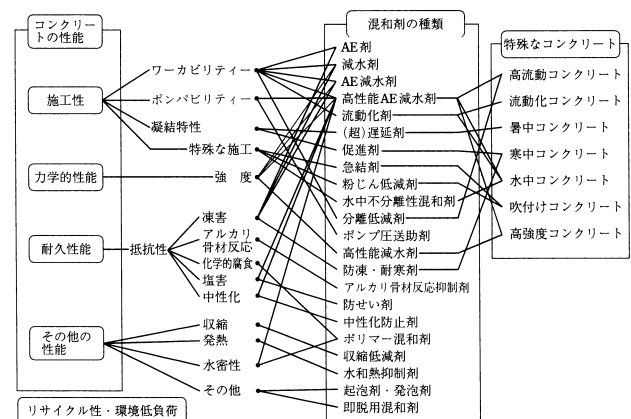


図-1 コンクリートの性能と混和剤

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	
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
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)

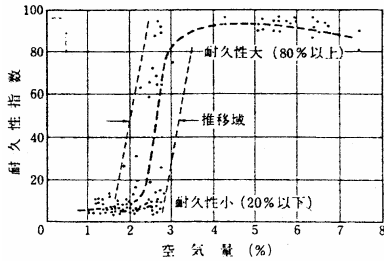
コンクリート中に独立した微小な球状の空気泡を連行し、一様に分布させる混和剤(空気連行性)

コンクリート中の空気泡

- ・エントラップトエア(Entrapped air)  
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(500 μm程度)
- ・エントレインドエア  
AE剤等の混和剤によって連行された空気泡(10~100 μm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



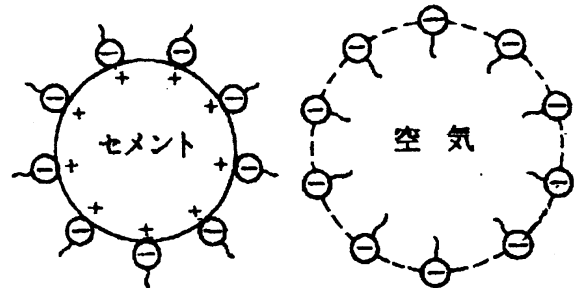
コンクリートの空気量への影響

- ・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0.15~0.6mmの粒が多くなると、AE剤による連行空気量は増加する。
- ・コンクリートの温度が10°C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%



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

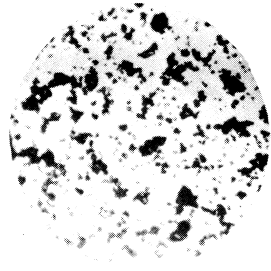


図3・9 減水剤を添加したものはよく分散している

セメントが塊にとならず、分散している。

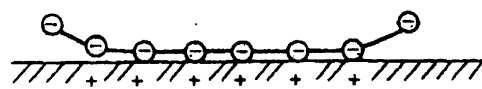
・高性能減水剤(High range water reducing agent)

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>

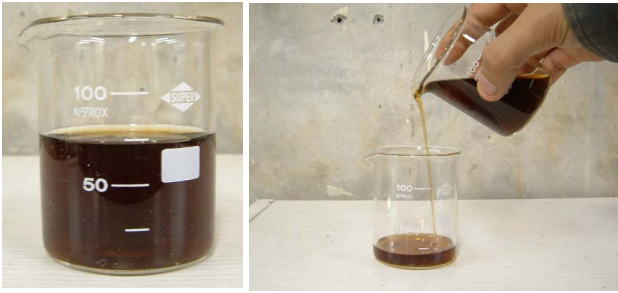
- ・ナフタレンスルホン酸塩縮合物系とメラミンスルホン酸縮合物系
- ・減水率20~30%(強い静電的な反発力)
- ・多量に使用しても、凝結や硬化を妨げない。
- ・過剰な空気連行性がない。

ナフタレン  
スルホン酸



セメント

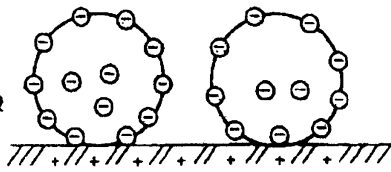
- ・高性能AE減水剤 (High range AE water reducing agent)  
高い減水性能と優れたスランプ保持性能を持った混和剤



<特徴>

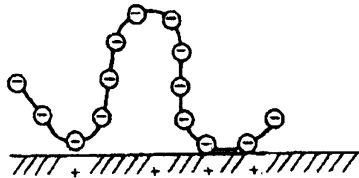
- ・ナフタレン系、メラミン系、ポリカルボン酸系、アミノスルホン酸系
- ・高いセメント分酸系
  - ・強い静電的反発力
  - ・立体障害効果
- ・従来のAE減水剤よりも単位水量で10kg/m<sup>3</sup>以上の減水性を持つ
- ・優れたスランプ保持性を持つ
- ・圧縮強度で60~100N/mm<sup>2</sup>程度の高強度コンクリートが容易に製造できる。
- ・セメント量が多いほど、減水効果が大きい。

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