

< 荷姿 > ●バラ（ジェットパック車） 荷姿については事前にご相談下さい。

⚠ 取扱上の注意事項

■留意事項

四電フライアッシュを混入したコンクリートの施工は、
適正な施工管理の元に行ってください。

■使用上の注意

- 四電フライアッシュは水と接触すると、アルカリ性を呈することが多く、皮膚、目、呼吸器等を刺激したり、粘膜に炎症を起こすこともあります。
- 目に入れないで下さい。入った場合は、直ちによく洗浄し、専門医の診療を受けて下さい。
- 皮膚に付けないで下さい。
- 鼻や口に入れないで下さい。
- 防塵メガネ、防塵マスク、ゴム手袋を着用して下さい。
- 子供に触れさせないで下さい。

四電フライアッシュに関するお問い合わせ

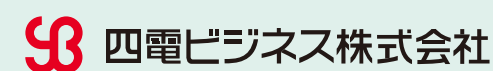
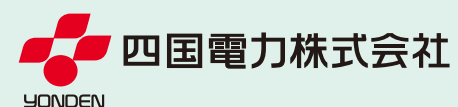


〒760-8538 香川県高松市亀井町7番地9
●エネルギー事業本部 マテリアル事業部 石炭灰営業課
TEL.087-807-1228 FAX.087-807-1225
Eメールアドレス energy@yon-b.co.jp

YONDEN FLY-ASH

四電フライアッシュ

コンクリート用フライアッシュⅡ種相当品
(JIS A 6201:2015)



フライアッシュ (Fly-Ash) は石炭火力発電所で微粉化された石炭が燃焼し数十ミクロンの細かい粒子状の灰となって煙道から排出される途中、電気集塵器で捕集されたものです。その主成分は、一般土壌の成分とほぼ同じで大半は二酸化けい素 (SiO_2) とアルミナ (Al_2O_3) です。この二酸化けい素がポルトランドセメントの水和によって生成される水酸化カルシウム ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) と反応してカルシウムシリケート水和物等を生成 (ポゾラン反応) しコンクリートが緻密化することにより耐久性、水密性を増進させる役割を持っています。

フライアッシュを混和して用いた場合、従来の普通セメントにはみられない長所を発揮することができるので広く土木、建築分野に使用され、また利用拡大の研究も進められています。

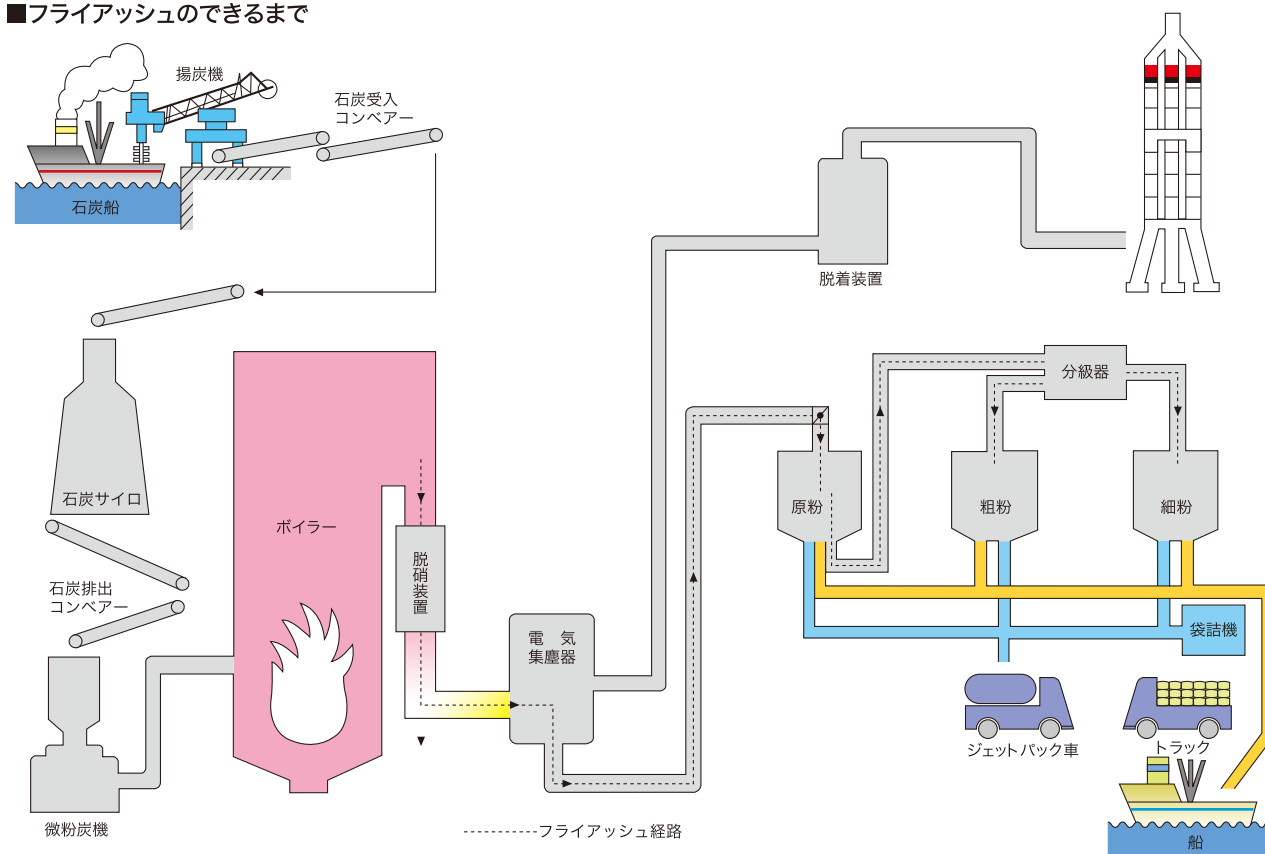


フライアッシュ実物写真



●四国電力(株) 西条発電所フライアッシュ貯蔵設備

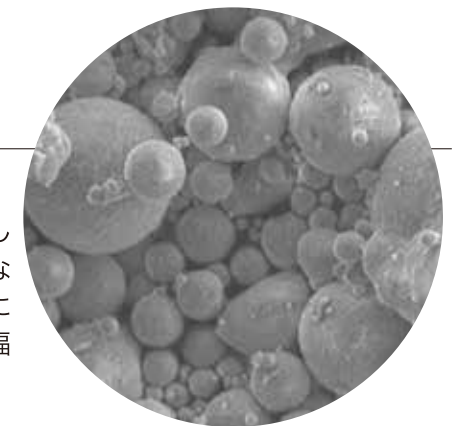
■フライアッシュのできるまで



性質

物理的性質

フライアッシュは微粉炭の燃焼により溶融した灰分が、冷却される際表面張力により微細な球形となったものです。このためコンクリートにフライアッシュを用いるとワーカビリティが大幅に改善されます。



フライアッシュの顕微鏡写真 (%)

化学組成

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO
47~70	21~32	3~13	0.6~8.0	0.4~2.1

品質

西条発電所、橘湾発電所の優れた設備と確立された燃焼技術で安定した品質を確保するとともに、物理・化学試験装置による厳重な品質管理を行っています。
これらにより、下表のようなJIS規格を十分に満足する製品をお届けします。

JIS A 6201 (コンクリート用フライアッシュⅡ種) の品質

品質	化学成分			物質的性質					
	二酸化けい素 (%)	湿分 (%)	強熱減量 (%)	密度 (g/cm^3)	粉末度		フロー値比 (%)	活性度指数	
					45 μm ふるい残分 (%)	比表面積 (cm^2/g)		28日 (%)	91日 (%)
JIS規格	45.0以上	1.0以下	5.0以下	1.95以上	40以下	2500以上	95以上	80以上	90以上
試験値例	58.4	0.05	2.0	2.30	—	3,400	106	85	100

出荷

フライアッシュは、西条発電所と橘湾発電所で製造されており、サイロに貯蔵した後、バラ製品 (ジェットバックによる運搬) によりお届けいたします。



●ジェットバック車

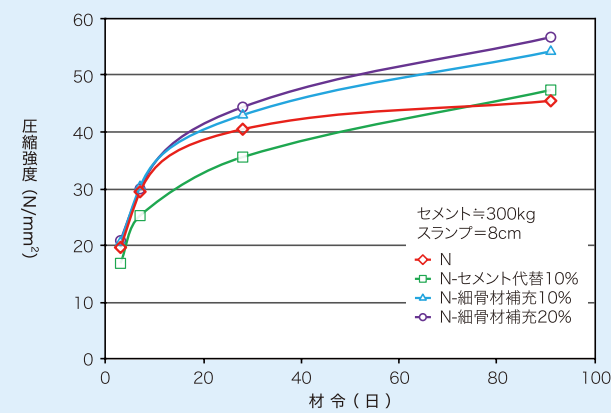
フライアッシュの使用効果

YONDEN FLY-ASH

長期強度の増進

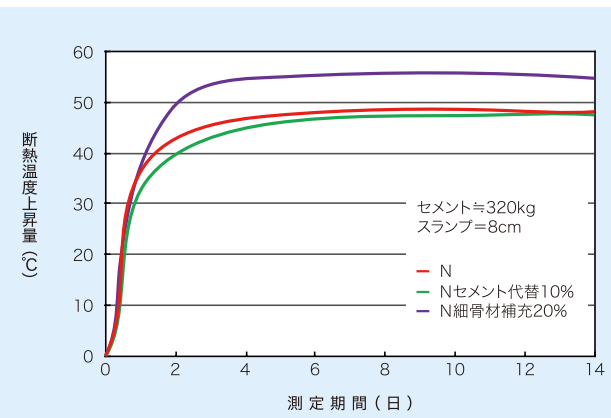
フライアッシュをコンクリートに混和した場合、長期にわたり強度が増進し、耐久性に富んだ構造物が構築できます。セメントの代わりに10%程度置換した場合には長期材齢(91日)でフライアッシュを混入していないものと同程度の強度が得られます。

また、細骨材補充材として使用する場合には、緻密化等により初期から強度の増進が見られることから単位セメント量を少なくすることができます。



水和熱の減少

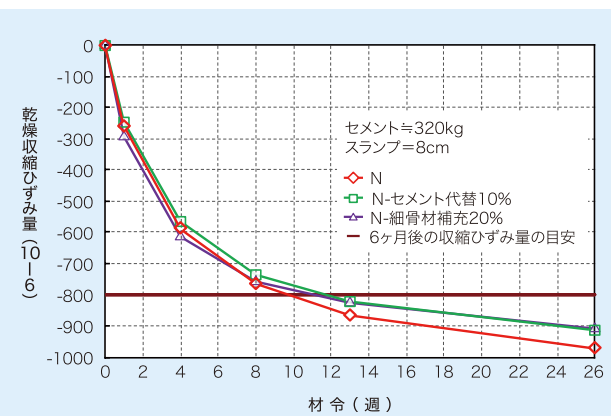
フライアッシュをセメントの代わりに混和した場合、単位セメント量が少なくなることにより水和熱を抑制することができます。水和熱はセメントの代替率が増加するほど減少するため、ダム工事等のマスコンクリートには極めて好適です。なお、代替率が10～15%では材齢91日でフライアッシュを使用しない場合の強度をほぼ確保できます。



乾燥収縮の減少

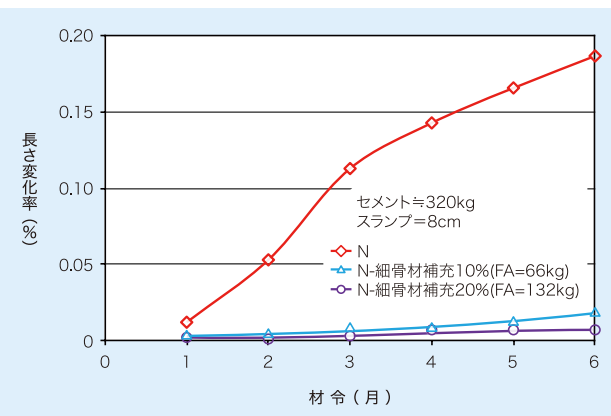
フライアッシュを混和したコンクリートは、コンクリートの流動性が向上し単位水量が減少すること等により硬化後の乾燥収縮が減少します。

細骨材補充としてフライアッシュを多く使用した場合、フライアッシュ無混和と同程度の単位水量の場合においても緻密化等により乾燥収縮が抑制されます。



アルカリ骨材反応の抑制

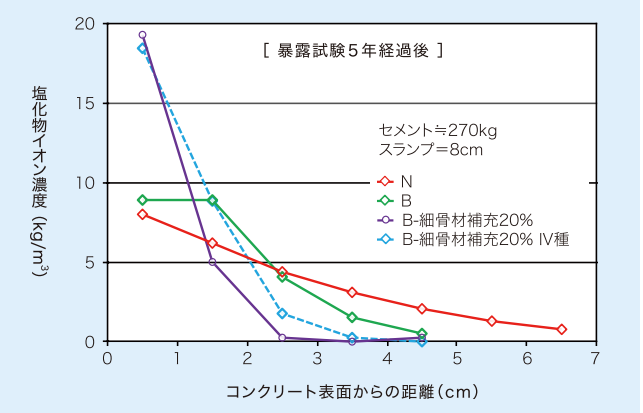
フライアッシュをコンクリートに混入することによるアルカリ骨材反応の抑制効果については、JIS A5308やH14の国土交通省通達「アルカリ骨材反応抑制対策」中でも記載されており、抑制効果については各方面で認められています。



遮塩性の向上

フライアッシュを混和したコンクリートは、ポズラン反応により、不溶性の強固な物質を作り、コンクリートの組織が緻密となり水密性が向上します。

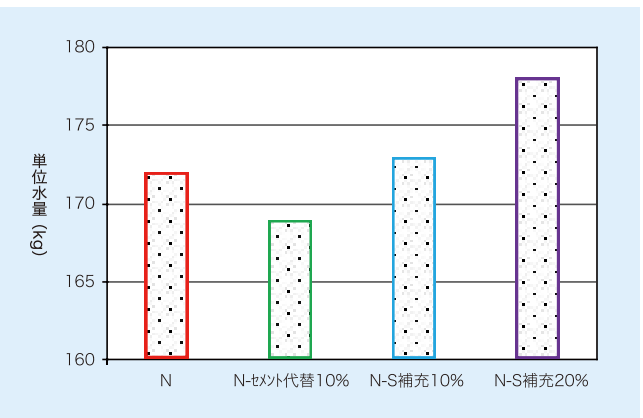
現地暴露試験結果では、フライアッシュを混合した場合には、コンクリートが緻密になりコンクリート中に浸透しにくくなるため表面に塩化物が蓄積する結果となっています。



ワーカビリティの向上

フライアッシュは微細な球形をしているため、コンクリートに混入すれば流動性が改善され同一スランプを得るための単位水量が減少します。また、近年、四国内での海砂採取禁止の中で、フライアッシュを使用することで細骨材の微粒分を補充しワーカビリティが大幅に改善されます。

ただし、混入量が多くなれば粘性が増すことにより単位水量が増加するため、使用に当たっては試験練を行い適切な添加量を決定する必要があります。



高強度・高流動コンクリートへの適用

近年の高強度・高流動コンクリート等の施工に当り、粉体系の混和材として使用することにより、材料分離抵抗性の向上、流動性が改善されます。

また、耐震補強等で狭隘な個所への施工に当ってはフライアッシュを多量に使用することにより良質の高流動コンクリートが打設可能となります。

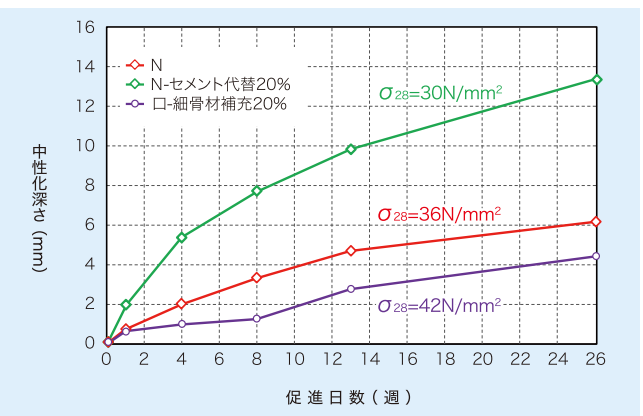
高強度・高流動コンクリート配合例

セメント (kg)	水 (kg)	W/C (%)	フライアッシュ (kg)	細骨材 (kg)	粗骨材 (kg)
460	175	38	100	800	900

中性化について

フライアッシュを使用した場合、ポズラン反応によりセメントの水和反応により発生した水酸化カルシウムとフライアッシュ中のシリカ分が反応することにより、中性化の進行が早くなると言われていますが、土木学会、建築学会共ほぼ水セメント比(強度)に比例すると記載されています。

研究論文等ではセメント代替とした場合には強度が異なった状態で比較検討を実施しているため中性化が早いとされる場合があります。



< フライアッシュを使用したアスファルト舗装 >

- 特 徴 : フライアッシュをフィラー材として利用することにより、ボールベアリング効果によりアスファルト量を低減することができ、経済性・作業性の向上が図れます。
フィラー材料として「アスファルト舗装要綱(日本道路協会)」に定められた規定値を満足することができます。
- 用 途 : 石灰石粉と同様、一般のアスファルトフィラー材料として利用できます。
- 工 法 : 通常の施工機械で施工可能です。
- フィラー材としての性状

項 目			目標値※	フライアッシュ	(参考)石灰石粉
材料特性	粒度分布	600μm通過率(%)	100	100	100
		150μm通過率(%)	90～100	99.2	99.3
		75μm通過率(%)	70～100	95.6	76
		比 重	－	2.28	2.7
PI			4以下	NP	NP
フロー(%)			50以下	35.1	35～50
吸水膨張率(%)			3以下	1.2	3以下
はく離			1/4以下	1/4以下	1/4以下

※目標値は「舗装施工便覧(平成18年度版)」社:日本道路協会に準拠

○ 配合例

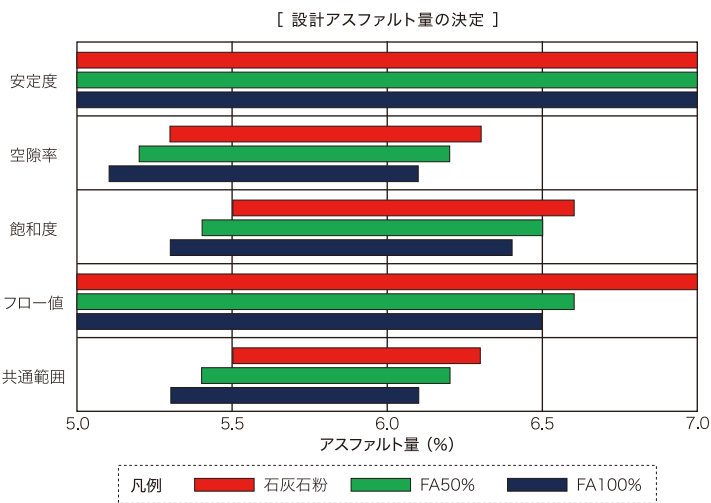
配合種別	6号碎石	7号碎石	粗 砂	細 砂	フィラー		再生骨材	アスファルト
					石灰石粉	フライアッシュ		
石灰石粉	24.4	11.3	8.5	8.5	3.8	0.0	37.6	5.9
フライアッシュ(50%)	24.4	11.3	8.5	8.5	1.9	1.9	37.7	5.8
フライアッシュ(100%)	24.5	11.3	8.5	8.5	0.0	3.8	37.7	5.7

(単位:%)

○ アスファルト合材としての特性値

フライアッシュを石灰石粉の代わりに使用した場合、微細な球形の特性が生かされアスファルト量が軽減できます。

使用実績では、石灰石粉からフライアッシュへの変更によりアスファルト量が0.2%程度低減できています。



< アスファルト舗装施工状況 >



< フライアッシュを使用した気泡混合軽量盛土 >

- 特 徴 1. 品質の向上
気泡混合軽量土を用いた軽量盛土工法(FCB工法※)の原料として使用されている砂の全量をフライアッシュ置換することでポンプ圧送時の材料分離抵抗性に優れた性能を発揮します。
※FCB工法: Foamed Cement Banking Method
「気泡混合軽量土を用いた軽量盛土工法の設計・施工指針」(日本道路公団)で定義されています。
- 2. 長期強度の増進
一軸圧縮強度の伸び率(28日強度/7日強度)は約2.46であり、砂を用いた場合の伸び率(2.33)に比べ大きく砂を用いた場合と同等以上の強度増加が期待できます。
- 3. 工事費のコストダウン
砂を用いた場合に比べセメント使用量が低減され、作業効率が向上すること等から工事費のコストダウンが図られます。
(別途フライアッシュサイロが必要となることから施工数量500m³以上で効果が現れます)

○ 配合例

項目	一軸圧縮強さ (kN/m ²)	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	水粉体比 W/B (%)	セメント C (kg/m ³)	フライアッシュ FA (kg/m ³)	気泡剤 m1 (kg/m ³)	希釈水 m2 (kg/m ³)	混練水 m3 (kg/m ³)	水量 m1+m2+m3 (kg/m ³)	湿潤密度 (生比重) (g/cm ³)	単位容積質量 (kN/m ³)
F1-3	300	61	153.3	76.6	167	167	1	25	230	256	0.59	5.8
F1-5	500	59	140.6	70.4	186	186	1	24	237	262	0.63	6.2
F1-8	800	57	129.2	64.6	206	206	1	23	242	266	0.68	6.7
F1-10	1000	57	127.5	63.9	209	209	1	23	243	267	0.69	6.8

上記配合は、室内試験結果を基に作成したものであり、現場で使用する配合は実際に用いる材料で試験練を実施して決定して下さい。

○ 施工実績

工 事 名	発 注 者	施工年度	使用料 (m ³)
志河川ダム付替道路(その6)工事	農林水産省	H13	6,900
南川トンネル坑口補強軽量盛土工事	徳島県	H15	2,000
志河川ダム付替道路(その14)工事	農林水産省	H15	820
高知県夜須町手結地区歩道拡幅工事	国土交通省	H17	3,500
コスモ石油坂出北護岸補強工事	民間	H17	800
高知県梶原町中平橋原線道路改良工事	高知県	H17	1,000
愛媛県伊方町鳥井喜木津線道路改良工事	愛媛県	H17	240
H22-23年度 大谷橋改良工事	国土交通省	H23	1,800



○ 新技術情報提供システム(NETIS)への登録

- 登録名称: 石炭灰気泡混合軽量土
- 登録番号: SK-020003-V(試行申請型の事前審査済)

< フライアッシュを増量・充填材として使用した樹脂・ゴム製品 >

ゴムや樹脂製品の製造では、製品の品質向上やコスト削減を目的として製品に応じた種々の増量・充填材を添加することが一般に行われております。
この増量・充填材にフライアッシュの微細で球状の特徴を有効に利用することにより低廉な材料となります。なお、使用に当たっては事前に添加量等の検討を行い確認して使用して下さい。