粉体の付着性と流動性に及ぼす湿度及び粒子付着水溶性物質の影響

メタデータ	言語: jpn
	出版者:
	公開日: 2017-10-05
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 金岡, 千嘉男, 古内, 正美, 畑, 光彦, 岡部, 孝往
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/19361

粉体の付着性と流動性に及ぼす湿度及び粒子付着水溶性物質の影響

金岡千嘉男[1]・古内正美[2]・畑　光彦[2]・岡部孝往[3]

[1]〒920-8667　金沢市小立野 2-40-20　金沢大学自然計測応用研究センター；[2]〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20　金沢大学工学部;[3]〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20　金沢大学大学院自然科学研究科環境基盤工学専攻

Chikao KANAOKA[1], Masami FURUUCHI[2], Mitsuhiko HATA[2] and Noriyuki OKABE[3] : Influence of humidity and soluble compound on adhesive property and flowability of powder

1.　緒論

石炭専焼火力発電所等で発生するフライアッシュは、埋め立て、フライアッシュセメントなどとして利用されているが、電気集塵機ホッパーからの排出時に固結、閉塞などのトラブルを起こすことが少なからずあるといわれている。これらのトラブルは、高温多湿条件で多発すると報告されているが、その原因はまだ解明されていない。

粉体の付着力は、粒子径、粒子形状、ファンデルワールス力、静電気力、液体架橋、固体架橋等の影響を受ける。特に高湿度の環境では、粒子間接点に液体架橋を形成することが多く、これが粉体の付着力を増加させると言われている。架橋液量は高湿度ほど多くなるが、水溶性物質のように吸湿性の高い物質が存在すると、同一湿度でも多くなり、接触点での付着力を増加させることとなる。

石炭由来フライアッシュの電気抵抗率低下を図るために電気集塵機投入前に吹き込まれた無水硫酸は、フライアッシュに吸着された後に空気中の水分を吸収して硫酸となったり、フライアッシュ構成成分と反応して水溶性の塩となったりする。これにより粒子間に硫酸あるいはその塩類を含む架橋を形成し、粒子間の付着力を増加させ粉体の著しい凝集または深刻な流動不良を招く可能性がある。

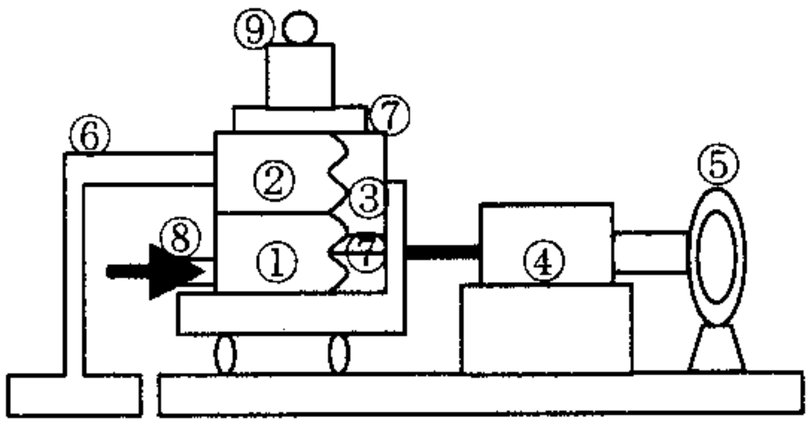
本研究では、粉体の付着性が湿度により変化する機構の解明を目的とし、貯蔵や輸送において流動性が悪くなると報告をうけている石炭燃焼フライアッシュを取り上げ，二種類の粉体物性試験により付着性と流動性の湿度依存性を検討した。また、粒子表面の水溶性成分の影響を検討するため、表面の水溶性成分を洗浄した試料を調製し、比較検討を行った。

2.　実験の概略

2－1　実験に使用した試料と実験条件

粒子表面に付着している水溶性物質の粉体付着性に及ぼす影響を調べるために粒子表面の成分が異なるA,Bの2種類の試料を実験に用いた。試料Aは、石炭火力発電所の電気集塵機で捕集されたフライアッシュであり、集塵機手前で電気抵抗率を調整するために無水硫酸が添加されている。

試料Bは、試料Aの粒子表面に付着している水溶性成分を超音波洗浄処理により超純水に溶出させ、その溶液をろ過した後のろ過残留物を乾燥、粉砕することにより調製した。実験条件は、雰囲気温度を 20℃と一定にして、相対湿度 50%、80%と変化させて行った。



①可動セル②固定セル③試料粉体④ロードセル⑤リニアシリンダモータ⑥固定台 ⑦多孔質金属板⑧ガス入口⑨分銅

図１　せん断試験装置の概略

2－2　実験方法

(1)付着性評価試験

試料粉体の付着性を評価するためにせん断試験を行った。せん断試験装置の概略を図1に示す。湿度による粉体の付着性を評価するためには、内部まで充分に加湿された粉体層を用いてせん断試験を行う必要がある。そこで、せん断セルの上下面に多孔質金属板を使用し、充填された粉体層に湿度調製したガスを流すことで、均一に加湿しながら同時にせん断試験が可能な装置を実現した。

(2)粉体流動性試験

粉体の貯蔵や輸送における流動性を評価する方法としてよく知られている CArr[1)]の流動性評価法を適用した。粉体流動性試験としては、安息角、圧縮度、凝集度及びスパチュラ角の四項目であり、これらの結果をCArrの流動性指数表に従って採点した。

3. 実験結果と考察

せん断試験の結果を図2に示す。破壊包絡線はいずれの試料・湿度においてもほぼ直線を示すことから、式（1）に示すCoulomBの式で近似できる。

$$\tau = \sigma \tan\theta + C \qquad (1)$$

τはせん断応力、σは垂直応力、Cは付着力、は内部摩擦角θを表している。AとBの付着性を破壊包絡線の切片である付着力Cで考える。同一湿度でAとBの付着力を比較すると、BよりAが大きい。また、Aの付着力は、湿度を50%から80%に変化させることで大きく増加するのに対し、Bではほとんど変化が見られなかった。

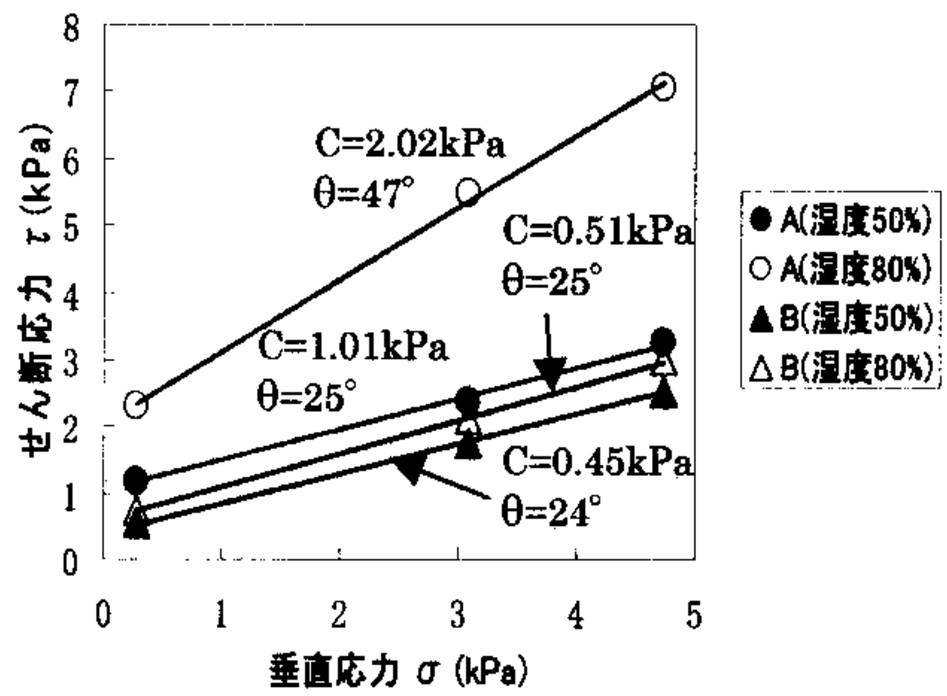


図2　せん断試験結果

表1　流動性試験評価

試料	A(R.H.50%)	A(R.H.80%)	B(R.H.50%)	B(R.H.80%)
安息角(°)	44	51	44	49
圧縮度(%)	41	42	33	30
スパチュラ角(°)	61	64	58	70
凝集度(%)	26.5	28	16.3	21.9
流動性指数	65.5	42	72	69

試料A、Bの流動性評価を行った結果を表1に示す。安息角やスパチュラ角は試料AB間で差がなく湿度の影響も小さいが、圧縮度・凝集度は、BよりAの方が大きい。この場合流動性指数の違いは圧縮度や凝集度の違いからきていることが分かる。また、流動性指数の湿度依存性をみると、Aの流動性指数は湿度増加に従って減少するのに対して、Bの流動性指数は加湿による変化は見られなかった。A、B間での流動性の湿度依存性に差が生じたのはBの粒子表面を超純水により洗浄することで、電気集塵機手前で添加される無水硫酸が除去されたためと考えられる。このことより、フライアッシュの付着性には無水硫酸が寄与している可能性が示唆された。よって、せん断試験及び流動性試験の結果を比較することにより、粒子表面を洗浄することでせん断応力は小さくなり、流動性は良くなる事が確認できた。

4. 結論

粉体の流動性が湿度により変化する機構を明らかにするために、粒子表面の状態及び湿度が異なる試料を用いて付着性の湿度依存性及び粒子表面の水溶性成分の影響について検討を行った結果、本研究で使用した粉体試料は、湿度により付着力・内部摩擦角は増加し、水洗浄することで減少することから、粒子表面に存在している水溶性成分が付着性に影響を与えていることが確認できた。

参考文献：1) Ralph L. Carr : Evaluating Flow Properties of Solids,ChemicalEngineering,Vo.18,1965,pp.163-168