石炭灰などの加熱変化に関する研究

—— とくに日曹炭灰について ——

—— 昭和40年11月13日 石炭科学会議講演 ——

北海道立工業試験場 柴 岡 道 夫

I. はしがき

石炭を燃料として使用するに当つては、その灰の熱的性質も充分知っておかねばならぬ。石炭灰などを加熱処理して建材などを作る場合にも、当然その膨脹性や熔融、流動の性質を知っておかねばならぬ。ところが、石炭灰は雑多な鉱物がいろいろな割合で混つたものであり、熱的性質もきわめて複雑である。灰の平均化学組成だけから熱的性質を云々することはむずかしい。個々の鉱物粒が、実際にどのような熱的挙動を示すか、またそれらが相互にいかに関係しあうかを、追跡してみることが有益であるように思われる。筆者はこのような観点から研究を始めたが、今回は予察的に行なつた二、三の簡単な実験の結果について報告する。なお使つた試料は、北海道天北炭田日曹天塩炭鉱の4番層の石炭である。

II. 板状石炭の灰化と熔融

石炭の塊は縞状を呈しており、組織学的にもいろいろな成分から構成されている。これを燃焼させると、あとに残る灰も縞状をなし、部分によつて状態が異なる。これをさらに加熱すれば熔融の様子が縞によつて異なることが考えられる。そこでつぎのような実験を行なつた。

日曹炭を厚さ 0.5 mm 程度の薄板にして、これをシリコニットを発熱体とする横型環状炉中にて灰化させ、その途中の段階で、何度か取りだして実体顕微鏡により変化の模様を観察し、写真撮影を行なつた。

試料片は、灰分の多いミネラルドリットが主体で、これにビトリニットが縞幅 0.5 mm 以下で幾枚か含まれていた (Photo 1)。ドリット中には、おびただしい数の淡褐色で丸味をおびた鉱物粒 (径 1 mm 以下) と、やはり丸味をおびた白色の鉱物粒 (径 0.5 mm 以下) とが肉眼で認められた。これら鉱物粒だけをとりだして、X線回折や偏光顕微鏡で調べた結果では、淡

Photo 1 Original coal (Nisso-Teshio coal) Mineral durite which has light brownish grains of kaoline minerals (B) and white grains of glassy material (W) and feldspar.

褐色粒はカオリン鉱物からできていた。また白色粒にはガラス質のものが多く、微細な角ばつた斜長石粒や、まれには石英粒もみられた。

原炭の状態では、上のようなことが観察できる程度で、石炭中に微細に混つた鉱物の様子は皆目わからない。しかしこれを灰化してみると、色調や地質の異なつた縞があらわれてくる。この一枚一枚の縞を、仮りに灰の葉層 (lamina) と名づけることとする。ここで使つた試料は、700°C で灰化するとつぎのような葉層の種類が識別できた。

A. ビトリットに由来するもの

B. ミネラルドリットに由来するもの

i) 粒状を認めた灰を基質とし、これに前記

Photo 2 Ashed at 700°C. The same field with Photo 1. Enclosed area was enlarged in the following plates.

Photo 4 At 1,000°C

Photo 3 At 800°C

Photo 5 At 1,200°C

の大粒鉱物が分布したもの (Photo 1~5 は主としてこの部分に当る)

ii) 粒状を認めたい灰を基質とするも、大粒の鉱物粒にとぼしいもの

iii) 白色微細な粒子と黒褐色粒とが混つたもの
このように分類された葉層は、熔融の過程でもそれぞれ異なつた挙動を示した。

A のビトリットの灰は、700°C、800°C では明るい

橙色で、やわらかい真綿状を呈している。しかし、900°C になると、褐色が濃くなるとともに干からびた感じになる。1,000°C では小さくかたまりはじめ、上記の B-i) や B-ii) との境付近に熔融したガラス層を形成しはじめる。

B-i) に含まれる大粒鉱物粒のうち、原炭試料で淡褐色であつたもの (Photo 1 の B) は、700°C の灰では濃い灰褐色となる (Photo 2)。しかし、800°C で

は白色に変じ、その後温度が高くなるにつれて、その白さを増す。そして、今回の実験の最高温度である 1,560°C に達しても、全く熔融の兆を示さなかつた。これに反して、原炭試料中で白色を呈していた粒子 (Photo 1 の W) は、800°C で褐色をおびはじめ、900°C、1,000°C となるにつれて飴色、濃褐色と変っていく (Photo 4 の W)。この粒子は、900°C あたりから内部反射を強め、1,000°C で発泡しはじめ、1,200°C でいちじるしく膨脹する。斜長石と思われる粒子は、1,100°C 近くまであまり変らないようであるが、粒子が細かいので確かなことはいえない。B-i) の基質に当る部分は、1,100°C 近くでガラス化しはじめ、全体に顕著な収縮がおきる。

B-ii) はガラス化する温度が低い。また 700~800°C から収縮しはじめることもこの葉層の特徴である。

B-iii) の白色微細粒は、1,200°C 近くでガラス化するが、黒褐色粒はこれよりも早く、1,000°C 位から熔融の兆があらわれ、1,000°C では膨脹する。

各葉層は、以上のような熔融過程を示すが、試料全体としてみると、900°C あたりから収縮しはじめ、1,100°C で基質部分がガラス化しはじめるにおよんで、一層いちじるしく収縮する。そして、1,200°C 以上では、もはや黒褐色のガラス塊となり、その中に白色粒が分散しているだけになる。

なおここでいうガラス化という状態は、顕微鏡下のつぎのような状態をさしている。すなわち、灰の表面が丸味をおびて、すべすべになり、光沢をもつてくる。そして透明になつて、微小な気泡が無数に発生する。この日曹炭の灰の場合、上述のように 1,200°C で灰のほとんどの部分がガラス化してしまうのに、成形した灰塊を加熱した場合には、この温度ではまだやつと膨脹が開始されたばかりである。(Fig. 2~Fig. 4)

いいかえれば、灰塊の膨脹は、灰がガラス化して無数の小気泡が発生し膨脹するために起るものであろう。

III. 各種鉱物の熔融消失

石炭中には、石英、長石、方解石、白雲石、黄鉄鉱などが普通に含まれている。これらの鉱物の熱的性質に関しては、すでに充分知られている。しかしこれらが石炭灰中に含まれている場合には、単独に加熱したときとかなり様子が異なると思われる。

そこで前記の日曹炭の灰に各種鉱物を 20% 混じ、これを所定の温度で 15 分間加熱した後急冷し、粉碎して X 線回折* を行なつた。ただ斜長石だけは、もともと原試料にかなりの量含まれているので、とくに加えることはしなかつた。以上のような方法で、各鉱物の回折ピークが、加熱温度とともに、どのように変遷していくかを追跡してみた。ある鉱物の回折ピークがある温度で消失し、その後別なピークを生じないとすれば、その鉱物がもとの結晶性を失つたことはもちろん、新たに結晶性の鉱物も生成していないことになる。その鉱物が他の成分と結合し、熔融して、ガラス質になつた場合には、当然このような現象がみられることになる。

Minerals	Temperature °C							
	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	
Quartz								
Calcite								as Ca-silicates
Dolomite								as Ca, Mg-silicates & Mg-oxide
Feldspar								
Pyrite								as Hematite as Magnetite

Fig. 1 Disappearance of mixed minerals and secondary formed minerals.
(from X-ray diffraction data)

Table 1 Analysis of ash sample (wt. %)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Ig. loss	Total
63.50	19.15	3.17	7.08	1.18	2.93	1.47	2.12	100.60

まず石英の場合には、今回の実験の最高温度である 1,450°C まで (101) のピークを認めうる。ただ 1,450°C ではピークがかなり低くなっている。石英と灰とを別々に 1,450°C に加熱してから混合したもの、最初から混合しておいて加熱したものとは、前者の方が遙かにピークが高い。後の場合ピークが低いのは、石英の一部が珪酸塩を作るのに消費されるためであろうか。なお 1,450°C に加熱しても、トリジマイ

トやクリストバライトのピークはみられなかつた。石英からこれらへの転移が遅鈍型であるためであろう。

方解石を添加した場合には、900°C 位からゲーレン

* 条件は Cu, Ni フィルター、管電圧・電流 30kV, 15mA, フルスケール 800 カウント、発散スリット 1°, 受光スリット 0.4 mm, 時定数 2, 走査速度 1°/min, チャートスピード 10 mm/min.

イトやウオラストナイトなどの calcium silicate のピークが現われる。これらのピークは、昇温とともに次第に高まり、1,100°C に至つて最高となる。しかし、1,150°C に達すると急激にこれらのピークが消失し、あとには新しいピークの発生をみない。同様なことは、白雲石を加えた場合にもみられる。すなわち、1,100°C まではゲーレンナイトやウオラストナイトのほか、透輝石やマグネシアのピークが発達するが、これを越すとすべてのピークが消失する。方解石および白雲石の多少大きな粒を灰に混ぜ、1,150°C に加熱してから研磨薄片を作り、検鏡してみると、これらの粒子をとりまいて透明なガラス化帯が観察される。このガラス化帯は、一旦できた calcium silicate や magnesium silicate がガラス化したものと思われる。1,100°C 以下では、このような透明なガラス化帯はみられない。

斜長石のピークは 1,200°C まではみられるが、これ以上では消失してしまう。ただもともと斜長石が何%含まれていたかが不明であるため、定量的には意味がない。なお、灰曹長石と日曹炭灰とを 1,250°C で別々に加熱し、その後 1:9 の割合に混じたものでは、灰曹長石のピークが明瞭にあらわれた。

最後に、黄鉄鉱を加えた実験では、黄鉄鉱はまず赤鉄鉱に変じ、ついで 1,300~1,350°C あたりから磁鉄鉱になる。そして高温になるにつれて磁鉄鉱のピークがますます発達し、1,500°C に至るも衰えをみせない。黄鉄鉱の添加量を 2% に減じてみてもなお、赤鉄鉱、磁鉄鉱のピークがみられる。また黄鉄鉱を空気中で焼いて作った赤鉄鉱の大きな粒を日曹炭灰に混じ、1,150°C に加熱したものを顕微鏡でみても、先の方解石などの場合にみられたようなガラス化帯は、全くみられない。粒子の輪かくは、きわめてシャープである。このようなことから推測するに、これら鉄鉱物と日曹炭灰との反応は比較的微弱であり、鉄鉱物の大部分は inert な成分として、ずっと高温まで残るものと思われる。

さて以上の諸実験は、添加する鉄物の量を 20% と限定して行なつたものであるが、添加量が変われば、事情もまた変るものと思われる。石英や斜長石では、添加量を増せば、さらに高温までピークが残る。また方解石や白雲石では、添加量と加熱温度とによつて、できる silicate の種類がいろいろと変り誠に興味深い。

他方、使用する灰の組成が異なれば、上述の各鉄物の消失温度も変ることであろう。

IV. 灰の熔融試験

方法：同じ筒型に成形した灰を、前記の環状炉中にて加熱し、その変化の様子を 8mm シネカメラにて撮影した。試料は、灰をめう乳鉢で指頭に感じない程度に磨砕してから水でねり、直径 5mm、高さ 5mm の円筒形の型に入れて成形した。型から出すと、乾燥するにつれて収縮するが、一般に直径の収縮の方が高さの収縮より大きい。このようにして作った試料を 2 ケづつ素焼耐火板にのせて炉内に挿入する。2 ケのうち一方は標準になるもの（この場合はなにも添加していない日曹炭灰）とし、他方は今調べようとする試料にした。標準試料は何度も試験してあり、よくその特性がわかっているから、装置上あるいは操作上に欠陥があれば、直ちに発見できる。

炉温が 800°C になつたときに試料を挿入し、その後毎分 5°C の割合で昇温した。温度測定は Pt-Pt·Rh の熱電対を使用し、その接点を試料の後方 1.5 cm においた。

一方シネカメラによる撮影は一駒撮りとし、自作の自動シャッター装置で毎分 10 枚前後の割合で撮影した。画面内には炉温が数字で記録されるようにした。

このようにして撮影したものを、普通で速度で映写すると、灰の熔融、膨脹、流動の様子を連続的に、しかも動的に把握でき、従来とちがつた知識がえられる。さらにその変化の様子を数量化することによつて、一層詳細な検討をすることができる。ここではその目的で 2 つの曲線を用いた。一方は温度に対して円筒試料の（高さ/直径）の値をとつたものであり、他方は（変化後の容積—もとの容積）/（もとの容積）の値をとつたものである。以下前者を高さ直径比曲線、後者を膨脹曲線と略称することとする。

高さ/直径の値を使えば、従来の高さだけで示す方法¹⁾よりも、変化の様子が誇張して表現される。しかも試料の粘性の変化もこの曲線から推測できて都合がよい。この曲線の一般形は、つぎのようである。すなわち最初しばらくの間は 1 前後の値を保ち、膨脹段階に入ると一旦この値が大きくなる。（以下これを伸長域とよぶ）それから比較的急速に減少する。温度がさらに高くなつて、大きく膨んだ分解ガスの気泡がつぶれるようになると、変動が激しくなる。ドイツの工業規格という半球点は、この値が 0.5 になつた点に相当するが、この段階では後掲の Fig. 2~Fig. 5 にみるように、分解ガスの放散のために不安定になることが多い。その意味では、この値が 1.0 を切るときの温度、すなわち伸長域の末端の温度の方が安定性がある。

膨脹曲線からは、焼結や発泡、ガスの放散にともなう容積の変化を知りうる。ガスの放散が盛んに行なわれるようになると、この曲線も不安定になり、流動段階に入ると小さくなる。

結果と検討：まずよく融剤として用いられる方解

石、白雲石を日曹炭の灰に各 10% 添加した場合についてみてみよう。この場合は、なにも加えない場合より 10°C あるいは 20°C も早く膨脹が起る (Fig. 2)。灰の粘性もいちじるしく低くなるとみえ、ガスを放散して、たちまちつぶれてしまう。方解石、白雲石を添加

した場合、高さ直径比曲線に伸長域がなくなる。なお先に行なつた実験は、一旦生成された calcium silicate 類が 1,150°C で消失し、ガラス質が形成されることを示しているが、膨脹はこのガラスの粘性が充分低くなるとともに発生したガスが膨らむことによつて起るものであろう。

熔融しにくい石英を 30% 添加した場合には、膨脹曲線の昇り勾配がゆるくなり、かつ膨脹が長く維持される (Fig. 3)。それにともなつて高さ直径比曲線の伸長域が幅広くなり、高温側に寄る。なお最初の膨脹は、石英を加えた場合でも、加えない場合でも、ほとんど同時に起つている。

Fig. 2 Effect of addition of calcite and dolomite on thermal behaviour of the Nisso coal ash.

- A : Nisso coal ash only
B : Nisso coal ash 90%, calcite 10%
C : Nisso coal ash 90%, Dolomite 10%

Fig. 3 Effect of addition of quartz on thermal behaviour of the Nisso coal ash.

- A : Nisso coal ash only
B : Nisso coal ash 70%, Quartz 30%

やはり熔融しにくい黄鉄鉱の場合はどうなるであろうか。黄鉄鉱が加熱の過程で赤鉄鉱に変じ、磁鉄鉱になることはすでに述べた。

Fe_2O_3 は灰の熔融温度を低下させるので、しばしば融剤として用いられるが、これの添加により、かえつ

て熔融温度が高くなる場合があることを、とくに低熔融温度の灰でこのようなことが起ることを、香坂要三郎氏はすでに述べている²⁾。日曹炭は、まさしくこの場合に適合する。すなわち、黄鉄鉱を10%加えた場合には、両曲線とも低温側にずれるが、30%加えると、な

にも加えない場合と同じ位置にもどる (Fig. 4)。30% 添加の場合に、膨張が長く維持されることは石英の場合と似ているが、最初の膨張が低温側に寄ることや、膨張度が大きいことは、石英の場合と異なる。

V. 考 察

第一の実験にて、日曹炭の基質部分は 1,100~1,200°C でガラス化することを知った。その温度幅はむしろせまい方である。石狩炭田のあるもの、たとえば奈井江炭や美唄炭 (美唄層) では、葉層によつてガラス化温度が 100°C 以上も異なる。当然その後の粘性の低下のしかたも、葉層によつて異なることである

う。よく粉炭焼きボイラーの灰の中に、濃褐色のクリンカーが白っぽい灰層を接着して大塊になつているものをみかけるが、これも葉層によつて熔融する温度が大きく異なる例である。このような灰では、灰全体を粉碎し、混合して作ったゼーゲルコーンの熔融温度をもつて、クリンカー障害のものさしとすることはできない。というのは、このゼーゲルコーンは、灰全体の平均の熔融性を示すにすぎないからである。一番熔けやすい葉層の熔融温度がどのくらいであるか、そしてそのような葉層が全体のどの位を占めているか、ということが問題である。

われわれは灰の熔融過程を知るのには、普通成形された灰塊の変形状態を観察するが、この灰塊の変形は、結局は“灰全体としての粘性”に支配されるといえる。この灰全体としての粘性、つまりみかけの粘性は、まだ熔けなくて残っている成分の割合と、すでに熔融している成分の粘性とに左右されると思われる。セメントモルタルにおける砂の割合と、セメント液の粘性とが、モルタル全体のフロー値を左右するのに似ているように思う。石英や不溶性の鉄鉱物などがこの砂に当たると考えられる。ただこの考え方では、未熔残成分と熔融成分との化学的反應などを度外視していることになり、無謀なようにも思われる。しかしこのような単純な考え方も、ある限界内では有益ではなからうか。もちろん未熔成分は永久に未熔成分としてとどまるものではなく、条件の変化に応じて他の成分と反応して熔融成分に変つていくし、熔融成分の粘

Fig. 4 Effect of addition of pyrite on thermal behaviour of the Nisso coal ash.

A : Nisso coal ash only

B : Nisso coal ash 90%, Pyrite 10%

C : Nissocoal ash 70%, Pyrite 30%

性も変化すると考えるべきであろう。

先の石英を添加した例 (Fig. 3) では、石英は高温になるまで熔けないから、inert な充填材としての役割をはたし、“全体としての粘性”を高め、膨張状態を長く維持させるものと思われる。また比較的低温域では、セメント液に当る部分の質は、石英の添加によつて影響を受けないであろうから、灰塊が膨張を開始する温度が、石英を加えない場合と変わらないのも当然である。

黄鉄鉱を添加する場合、一部の Fe_2O_3 は熔融しやすい鉄化合物を作るのに役立つが、余剰の Fe_2O_3 はそのままの形か、あるいは Fe_3O_4 となつて残り、inert な充填材としての役をはたすものと思われる。黄鉄鉱 10% 添加の場合は熔融温度が低下するが、30% 添加の場合には、膨張開始温度が低くなつたうえ、膨張状態が長く維持される現象を、上記のような考え方で説明できるであろう。なお加えられた Fe_2O_3 がどれだけ残存しうるかは、その灰の組成いかんにより左右されるものであろう。 Fe_2O_3 の添加によつて、熔融温度が高くなる灰と、低くなる灰とがあるということは、この Fe_2O_3 の消化のしかたが灰によつて異なるためであろう。

北海道立工業試験場では、石狩炭田の幌内層の頁岩を焼成膨張させて、軽量骨材を作る研究を行なつてきた。焼成中にキルンの内壁に融けた頁岩が粘着することがあるが、これを防止する目的と、製品の強度を高める目的とで、頁岩粉にフライアッシュを混ぜて焼成

Fig. 5 Thermal behaviour of expansive shale, fly ash and their mixtures.

- A : Expansive only
 B : Expansive shale 75%, Fly ash 25%
 C : Expansive shale 50%, Fly ash 50%
 D : Fly ash only

することを検討している。この際、熔融温度の高いフライアッシュは、先の考えに従えば、inertな充填材としての役を果すことが期待される。結果はFig. 5のようになり、50%添加の場合は、膨張の度合いが低くなる程度で、膨張の温度範囲は変らない。25%添加の場合は、膨張がゆつくりと長く続く。しかし実際にはあまり大きく膨張させる必要がないから、25%添加の場合ならば、温度を20°Cも高めにすれば、比重1.0内外のものがえられそうである。膨張率が低めになるということは、大した問題ではない。

最後に、方解石、白雲石などを添加する場合は、セメント乳に当る部分の鉱物組成が変わり、問題はかなり複雑になる。

VI. むすび

今回は一炭種を使つて、実験の方法とその発展の可能性とを検討してみたが、いくつかの示唆に富んだ結果もえられた。

無機成分の面から炭層の堆積を論じたり、選炭や石炭利用の面で灰の問題を考えるには、灰を炭層の単位で考えることが必要であろう。将来、coal ash petrographyなる分野が開ける可能性もあるように思う。

灰の熔融過程を鉱物の単位で追跡することは有益であろう。とくに方解石や白雲石の影響を考える場合など、ぜひこのような見方が必要であろう。それには、現在のところX線回折しか方法がない。それも一旦冷却してから回折を行なうしかない。将来は高温状態において回折を行ないたいものである。

灰類の熔融現象を考える際には、灰を熔融成分と未

熔融成分との混合物と考えることにより、いろいろな現象を都合よく説明できる。たとえば、灰の熔融性とその平均化学組成とがうまく対応しない原因も、ある程度この考え方で説明できよう。

灰のある温度における粘性を測定するのに、灰を完全に熔融させた後、その温度まで降下させて測る方法と、逆に低温測から昇温させていつて、その温度に達したところで測る方法とが考えられる。先の方法で測った粘度は化学組成などうまく関係づけられるかもしれない³⁾。しかし実際のスラグタップ炉の灰は、後の場合と似た条件にあり、かなり未熔融成分を含んでいると考えるべきであろう。

扱った試料が少いうえ、この方面における筆者の経験が浅いため、なにかと暴論愚説が多かつたことと思う。今後実験を重ねるとともに、先輩諸賢の御指導により、訂正発展させていきたいと考える。

北大工学部佐藤寿一氏には鉱物の鑑定に当つて御教示をいただいた。X線回折の一部は、北海道工業開発試験所の装置を使用させていただいた。記して深く感謝する次第である。

文 献

- 1) Hugo Freund, Wetzlar, Handbuch der Mikroskopie in der Technik, Band II, Teil 1, Umschau Verlag, Frankfurt, s. 720 (1952)
- 2) 香坂要三郎, 工業化学雑誌, 40, p. 360~365 (1937)
- 3) J. Boow, *J. Inst. Fuel.*, 38, 288, p. 3~12 (1965)

討 論

座長 宮 下 功 (北炭化成)

木村(龍)(資源試) 灰の化学組成が熔融に与える影響はどうなっているか。長石を灰曹長石としているが、熔融点の低い曹長石ではないか。またX線強度によつてその量をおおまかに表わせるのでないか。ウオラストナイトは長石がなくなつてから生じたものか。

柴岡 長石は顕微鏡下でも粒子が非常に小さく、判定が難しい。X線回折では確信がもてなかつた。ウオラストナイトは長石がなくなつてから生じたものではなくて、だぶつて生成している。

高橋(良)(九大理) Fig. 1 で石英の温度を上げていつてもトリジマイト、クリストバライトのできていない理由をどう考えるか。加熱時間が短かつたからか、加熱方法と時間はどうか。

柴岡 一定温度になつているところへ15分間だけ、試料を入れただけである。15分間でもトリジマイト、クリストバライトが生成するものだろうか。それにしても α -Quartz $\rightarrow$ β -Quartz はかなり速く転移するはずだけれども、実際には β -Quartz もできていない。

高橋(良) 同様に Fig. 1 において、Pyrite が Hematite と Magnetite として残っているが、Hematite $\rightarrow$ Magnetite の転移は一般には酸素圧力が大きく影響

してくるので、常にこのように転移するのではなくて、たまたまこのようになったのだらうと考える。

中柳(石綜) open の状態で加熱したのでは一般には magnetite は生成しないことになつていますが、どういふものか。

高橋 難しい問題で人工鉱物をやられている専門家に尋ねないとわからない。

木村(英)(資源試) 熔融について私は熔融開始点というものを考えたが、この開始点とか灰の軟化点などを考えていなかったのか。また Pyrite など各種鉱物を日曹炭の灰に加えているが、これらの各鉱物は灰の種類によつて影響のされ方が異なるので、日曹炭の灰ということを重視しなければならないと思う。高温顕微鏡でみても、これと同様に Vitrite が早くおかされる様子がわかる。

柴岡 熔融開始点などは観測していない。容積、高さ巾だけについて観測している。また実験結果は日曹炭の灰についてのものであるということはよく承知している。だからはじめはこの paper は研究の手段、技術をみてもらいたかつた。

座長 講演に時間をとつたが、はじめこの発表は二つにしてくれとの申込みであつたが、無理にも一つにしてもらつたものです。

Thermal Behaviour of Coal Ashes and the Like

by Michio Shibaoka

(Hokkaido Industrial Research Institute)

SYNOPSIS:—Thin plates of Nisso coal composed of mineral durite and thin vitrite bands were ashed and the inorganic residues were melted. The individual characteristic alterations of ash laminas or mineral grains were microscopically observed. (Pl. 1~5)

Several kinds of minerals ground finely were mixed with the ash from the Nisso coal and were heated in the electric furnace. The temperature at which the disappearance of the mixed minerals and the secondary formed minerals took place were determined by the X-ray diffraction method. (Fig. 1)

Small cylindrical specimens of coal ashes and mixtures of coal ash and other minerals were heated in the electric furnace. With aid of 8mm cine camera the alteration in shape of specimens was recorded. By evaluating height and diameter of the specimens on the screen height-diameter ratio curves and expansion curves in relation to temperature were plotted. (Fig. 2~4) About the expansive shale, fly ash and their mixtures the same experiments were done. (Fig. 5)

From the results of these experiments the following hypothesis is possible, that is the coal ash heated to high temperature can be supposed to be composed of the residual solid particles and the liquidus part. The fluidity or apparent viscosity of the coal ash depends on the content of the former and the viscosity of the latter. Quartz, hematite or magnetite and fly ash can be regarded as inert and solid material to some extent. This hypothesis seems to be too simple but it is applicable and useful in many cases.