

原 報

1. 石炭加熱過程に於ける軟化熔融性について

舟 阪 渡, 横 川 親 雄, 須 賀 操 平, 梶 山 茂

Studies on the Softening and Swelling Properties of Coal in Carbonization Process

Wataru Funasaka, Chikao Yokokawa, Sōhei Suga and Shigeru Kajiyama

(Kodama Laboratory)

For the testing methods of the plastic state of coal, there are Sheffield Laboratory Test, K.B.S.-method and Tadokoro's method etc.

Authors modified the K.B.S.-apparatus to obtain softening-swelling curve and gas evolution curve simultaneously. The samples used were of various ranks of coals (fuel ratio 0.5-5.0) in Japan.

By the obtained softening-swelling curves, all samples were classified in three types, non-softening type, softening type, and softening-swelling type. Lignite or low rank coal and anthracite belonged to non-softening type, and were not caking. Bituminous coal belonged to the second or third type, and the fuel ratio range of softening type coals was between 1 and 3, and that of softening-swelling type coals was between 0.5 and 2.5

The critical points of these curves, softening temperature, maximum swelling temperature and temperature of maximum gas evolution rate, etc., were closely referred to the fuel ratio of coal samples.

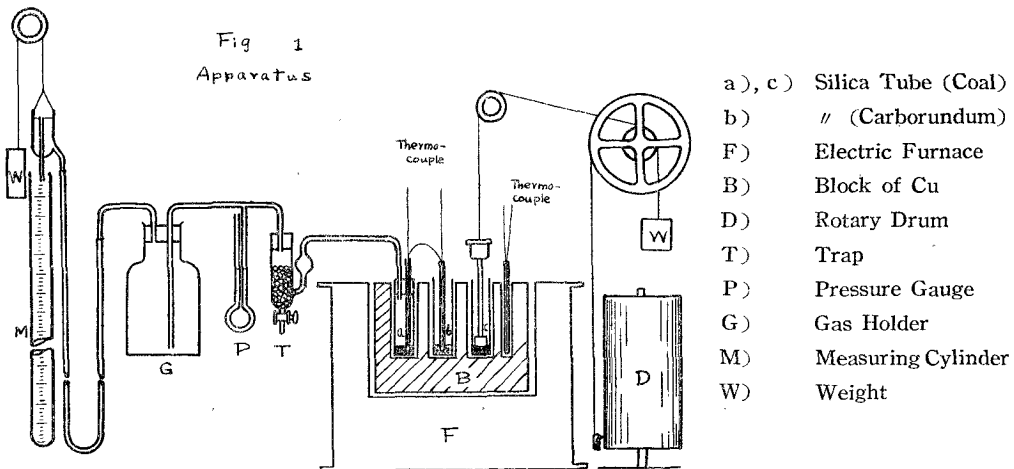
The effects of size of coal and load on coal charge were examined with typical samples of each type, but no distinct conclusion was obtained. About artificial coals (prepared from cellulose, lignin, protein and their mixture in the medium of H_2O or $N/10 NaOH$) were also examined, but it was difficult to compare artificial coals with natural coals by softening-swelling curve, owing to the difference of physical conditions.

1. 緒 言

從來粘結炭の粘結成分或は粘結機構に就いて多くの研究があるにも拘らず未だ明確な結論が得られていない。

粘結性の現れる石炭はある一定範囲の瀝青炭であつて、之より若年又は炭化度の進んだものからは粘結したコークスは得られない。粘結炭の加熱過程を見ると、先づ 300°C 附近で徐々に分解を始め、 400°C 前後から軟化、次いで膨脹する所謂可塑状態を経て $500^{\circ}\text{C}\sim 600^{\circ}\text{C}$ 附近で固化して後殆んど變化せず、主としてガスを發生するのみでコークスとなる。コークスの性状に最も影響を與えるものは $300^{\circ}\text{C}\sim 600^{\circ}\text{C}$ の温度範囲と思はれ、この間に於ける石炭質の熱分解によるピッチメンの浸出、このピッチメンによる粒子と粒子の結合、更に石炭質の解重合、分散等の複雑な膠質學的變化を伴つて全体が一つの熔融した塊となり、後に殘留するコークスの性状を決定するものである。従つて粘結性を検討するに當り粘結性を有する石炭が之等の温度範囲で如何なる性状を示すかを明かにすることが必要である。然し上述の複雑な變化を實際測定することは多くの困難を伴ひ、從來此の研究としては、加熱過程に於ける石炭粒子群の外形變化、又は粘度變化を測定することが専ら行はれて來た。加熱過程中には之等外形變化の外形に殆ど全過程を通じてコークスの氣孔構造に影響をもつガス發生を伴つている。従つて測定可能な之等の現象を、出来る限り正確な條件の下に廣範囲の炭化度の試料について實驗することが望ましい。この意味で我々は K. B. S. 装置に若干の改變を加えて本邦炭約20種について軟化膨脹曲線、ガス發生率曲線、熱示差曲線を求めんと試みた。

2. 装 置



實驗裝置は第1圖に示す通りである。從來の K. B. S. 装置と異なる點はガス加熱を排し、電熱

式としたことと、反応管及び附属管を入れる銅塊をつけ、ガス発生量と加熱過程に於ける反応熱の発生状況を調べ得る様にした点である。温度調節は手動による抵抗の加減、又は電位差計式温度調節器を附属せしめて行つた。

尙この實驗に於ける加熱速度は大体 $4.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ である。

3. 試 料

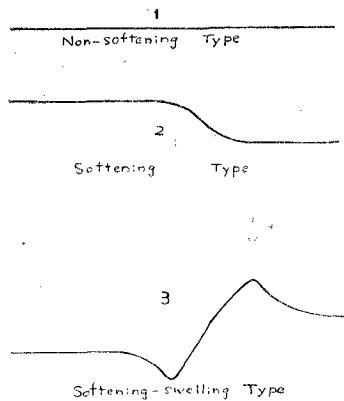
試料として本邦でコークス工業に用いられる石炭を主とし、燃料比 0.5~5.0 の範囲のものをとつた。粒度は一般には 60~150 mesh のものを用いた。尙特別な試料として撫順カバリー、並びに水及びアルカリ媒体中で製造した人造石炭を用いた。之等の性状は第1表に示す通りである。

第 1 表
試料炭の燃料比及びコークス性状

試料番號	試 料 名	燃料比	コ ー ク ス 性 状
33	高 山 亜 炭	0.27	粉 狀
17	三 池 (四ツ山鐵本層炭)	0.56	粘結強膨脹
4	赤 平 (第一坑十一番層)	0.96	弱粘結
2	夕 張	1.05	粘結強膨脹
9	砂 川 (第二坑四番層)	1.06	粘結強膨脹
8	砂 川 (第一坑九番層)	1.10	弱粘結
27	二 瀬 (中央坑五尺盤下層)	1.12	やうやく凝結
16	三 池 (萬田坑本層炭)	1.12	粘結強膨脹
1	大 夕 張	1.14	粘結膨脹
28	三井山野 (第一坑杉谷五尺炭)	1.19	固く凝結
18	崎 戸 (十五尺上炭)	1.54	粘結稍膨脹
39	鹿 町 (洗炭済)	2.62	粘結稍膨脹
5	赤 平 (四坑五番層)	2.62	凝結一部分粉狀
36	矢 岳 (洗炭済)	2.89	粘結膨脹(緻密)
35	矢 岳 (不洗炭)	2.96	粘結稍膨脹(緻密)
29	三井山野 (海軍八尺炭)	3.94	わづかに凝結大部分粉狀
3	天 草 無煙炭	5.40	粉 狀
37	アフリカ 無煙炭	5.90	粉 狀
38	ホンゲイ 無煙炭	14.60	粉 狀
50	撫 順 カバリー	0.67	弱粘結

4. 實驗結果

Fig. 2



軟化膨脹曲線を大略分類すれば第2圖に示す様に非軟化型、軟化型、軟化膨脹型の三程に分類される。

非軟化型には若年炭、及び無煙炭が屬し一般の瀝青炭、及び撫順カバリー、人造石炭は軟化型、若しくは軟化膨脹型に屬する。この結果を表示すれば第2表、及び第3表に示す如くである。

第 2 表
軟 化 型 試 料 性 狀

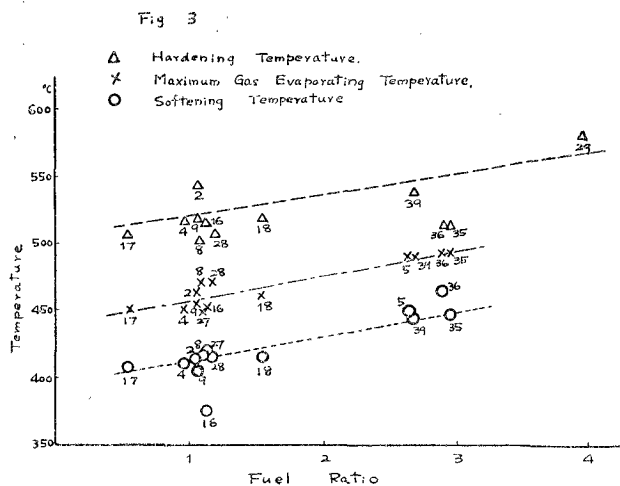
試料 番號	試 料 名	軟化溫度 °C	固化溫度 °C	カ、 生 量 に 大 き い 度 °C	軟 化 度 mm
27	二 瀬 (中央坑五尺層下層)	420	484	452	8
28	三井山野 (第一坑杉谷五尺炭)	416	507	470	13
5	赤 平 (四坑五番層)	447	492	490	4
36	矢 岳 (洗炭済)	463	512	492	3
35	矢 岳 (不洗炭)	446	513	493	3
50	撫 順 カバリー	433	571	488	25

第 3 表
軟 化 膨 脹 型 試 料 性 狀

試料 番號	試 料 名	軟化溫度 °C	最大軟化 溫度 °C	最大膨脹 溫度 °C	固化溫度 °C	ガス発生 最大溫度 °C	軟化度 mm	膨脹度 mm	收縮度 mm
8	砂 川 (第一坑9番層)	417	471	—	504	470	11	10	—
1	大夕張	400	475	—	500	494	3	2	—
39	鹿 町 (洗炭済)	446	498	—	537	491	8	13	—
4	赤 平 (第一坑十一番層)	410	468	507	517	450	10	7	1
17	三 池 (四ツ山鑽本層炭)	408	449	479	508	450	5	8	1
18	崎 戸 (十五尺上炭)	416	457	500	520	460	7	35	2
9	砂 川 (二坑四番層)	405	440	487	519	455	5	82	13
16	三 池 (萬田坑本層)	375	436	486	515	453	6	110	27
2	夕 張	414	453	495	544	464	7	114	30

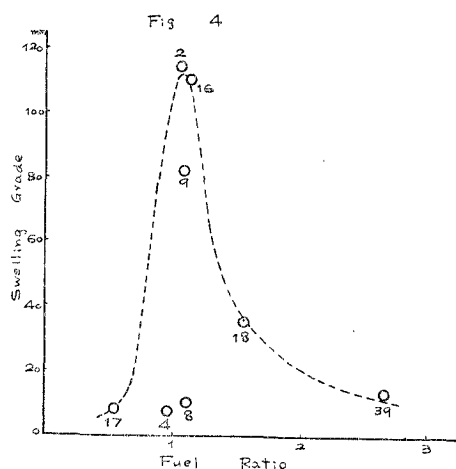
a) 各軟化熔融特異點と炭化度との關係

第3圖は炭化度と軟化溫度，膨脹最大點，固化溫度，ガス發生率最大溫度との關係を，又第4圖は膨脹度と炭化度との關係を圖示したものである。（圖中の番號は試料番號を示す）



第3圖で明かな如く，各特異點の溫度は炭化度と共に上昇し，この中燃料比1以下のものは工業的に利用價值なく，燃料比2.5附近のものが本邦炭中最も良好な粘結炭として使用されている。

又第4圖に於ては膨脹度は本邦炭に於ては燃料比が1附近のものが最大を示し，外國炭の燃料比2～3という値に比してずっと少なる値を示していることは興味深い。



b) 粒度，荷重の影響

粒度については150 mesh以下，150～60 mesh，60～24 mesh，の各粒度について，三井山野，砂川，鹿町炭を試料として行い，又荷重の影響については無荷重，70gr，200gr 荷重の場合を比較したが，明確な差異は見出されなかつた。

c) 人造石炭

セルローズ，リグニン，及び之等と蛋白質の混合物を水，又は N/10 NaOH を媒体として人造石炭化した試料について實驗したが，アルカリ媒体ものが直線に近い軟化熔融曲線を示すのみで，水媒体のものは下降を示すのみである。

d) 熱示差曲線

軟化熔融曲線及びガス發生率曲線と同時に熱示差曲線を求めたが，再現性の點で難があり，

この點については又改めて検討するつもりである。

5. 總 括

約 20 種の本邦炭について K. B. S. 装置による軟化熔融試験を行つて、次の結論を得た。

1. 軟化熔融曲線は、非軟化型、軟化型、軟化膨脹型に分類される。我々の改變せる K. B. S. 装置では所謂貫通現象は見られなかつた。
2. ガス發生率曲線、軟化熔融曲線に於ける各特異點は炭化度と平行關係にある。
3. 膨脹度は炭化度 1 附近に於て最大を示す。
4. 加熱速度が極めて重大なファクターであり、例えば爐溫を 300°C に豫熱して、然る後、この試験を行つた場合には膨脹度が増大する。
5. 荷重、粒度の影響は加熱速度の影響に比べると比較的小である。

(昭和26年7月31日受理)