



Title	石炭のコークス化に関する研究 : 小型実験室装置によるコークス製造と生成コークスの強度
Author(s)	久郷, 昌夫; Kugo, Masao
Citation	北海道大學工學部彙報, 5, 1-24
Issue Date	1951-11-15
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/40479
Type	departmental bulletin paper
File Information	5_1-24.pdf



石炭のコークス化に関する研究

小型實驗室装置によるコークス製造と生成コークスの強度

久 郷 昌 夫

(昭和25年10月20日)

Contribution to the Coking Problem of Bituminous Coal.

(Laboratory Coking Apparatus and Its Coke)

Masao Kugo

The subject in this investigation is to obtain the small laboratory coking apparatus by which the hardness of coke produced corresponds with that of coke manufactured in the practical coke oven.

The experiment began with the retort, which 100 grams of coal was charged in and heated electrically. The coal charge was compressed by the piston type lid loaded during coking period, and evolving gas was expelled upward through the small holes drilled in the lid. The coke produced from the coal offering high fluidity during the plastic state by this apparatus, was highly swollen and spongy as observed through the crucible test. This fact would be attributable to the thickness of the coal charged having been thinner than that of one plastic layer of that coal and the direction of gas flow having been toward the cold side of the layer of the coal charged.

Therefore, the hardness of the coke, which was determined by the small drum of which the length was 150 m.m. and the diameter was 250 m.m., did not correspond with that of practical coke; that of the coke produced from the high volatile and low fluidity coal was highest among those of the cokes from the coals tested.

Then, the charging mass of coal having been enlarged to two times of the first one, the properties of coke were almost same as in the first experiment.

In next experiment, thus, the new apparatus was used which one kilo of coal was charged in and evolving gas was expelled from the bottom being the heating surface, the same as in the practical oven.

The high volatile and high fluidity coal developed no more expanding pressure in this apparatus. Though the hardness of coke produce from the dry coal did not correspond with the one of practical coke, that of coke from the wet coal of which moisture content was more than 5 percent perfectly corresponded with that of practical one.

Furthermore, some observations referring to the phenomena occurred in these experiments are executed as follows;

1. *The expansion of caking coal.* The degree of expansion of caking coal is related to the thickness of charged coal, owing to that of charged coal being the sum of expansion of plastic layer and contraction of coke layer. Another factor referred to that is the direction of gas flow.

The expansion pressure of the charged coal which is of high volatile matter and high fluidity, in case of the gas flowing toward the cold side, would be higher than that in case of the contrary gas flow. For gas permeability of the cold side would be expected considerably lower than that of the hot side, owing to the formation of resistant layer for gas flow through dispersing of the adjacent lower temperature coal occurred by the fluid substance of plastic state.

The low volatile and good coking coal, in any case, shows the expansion pressure. This fact seems responsible for the gas permeability of coke layer being lower than that of high volatile and high fluidity coal, according to no fingery fissure in the coke.

2. *Factors influencing upon the hardness of coke.* The influences of the size of coal particle, the load on the coal charge, and the moisture content of coal upon the hardness of coke were observed. The diminishing of coal size, as well as the increasing of the load on the charged coal during coking period, increases the hardness of coke produced from the low fluidity coking coal, but the decrease of bulk density of the coal charge by means of increasing of moisture content considerably lowers that of the coke. Furthermore, a relation between the fluidity during plastic state of the coal tested and the hardness of cokes from these coals is described.

1 緒 論

従来コークス原料炭としての性状の判定は、實際爐又は實際爐中での罐撈試験、その他少くとも數十疋、數百疋の試料炭を装入する試験爐を使用せねば困難であつた。ルツボ爐始めその他小型實驗室装置は從來もないわけではなかつたが、¹⁾²⁾ その生成コークスの強度判定から直に實際爐において操業された場合の結果に敷衍する事は出来ず、之等の装置はむしろ粘結炭の或特定の性状の測定に使用されたと見るべきである。

著者の如く實際爐は勿論、數十疋の装入炭試験爐でさえ運轉する事が容易ではない立場にある實驗室研究者にとっては、出来る限り小型で然もその結果が實際爐と直に適用出来る装置の必要が痛切に感じられた。この事がこの研究の發端である。

大體熔鑛爐用コークスに要求される強度と呼ばれる條件は、コークス爐より熔鑛爐までの運搬途中に、又熔鑛爐内にコークスが装入された場合に起る細粒化或は粉化の爲に惹起される熔鑛爐内通風抵抗の増大に基づく運轉の困難性並びにこれに附隨する出銑能力の減退に對する

ものである。現在最も普通に行はれているコークスの強度試験法は、シャッター法、ドラム法等であるが、この兩者必ずしも熔鑛爐操業の立場から萬全なものとは云い難い。と云うのはこれ等の方法は種々のコークスに對し、その感度が充分でなく、多くの場合熔鑛爐自體の方がより鋭敏に影響を受けるとも云われているからである。

更にシャッター法は實際の運搬経路に受ける歪力に稍々似かよわせた條件で試験されるが、ドラム法は全く任意の作業條件で試験を行つてゐるもので、その結果は試験の仕事量によつて勿論異つて来る。従つてシャッター法、或はドラム法による結果と熔鑛爐操業との間の關連性と云うものは、ガソリンのオクタン價と機關の性能との間の關係に見られる如き密接且理論的なものでなく、むしろ熔鑛爐技術者の經驗によつて感得され得るものであるとも云い得よう。然もこの事實は、熔鑛爐技術者をして爐の運轉不調の原因を屢々コークス品質に負わせる陋習を生じ、且熔鑛爐の操業に知見なきコークス製造技術者をして易々これに従わしめ、益々従來の試験法によるコークス強度と熔鑛爐操業との間の關連性を不明瞭にならしめ、兎角の「傳説」を生ぜしめ勝だつたと見られる。

従つてコークス製造技術者並びに研究者にとつて原料炭の性状に関するコークス品質の比較試験をなす場合、多くの熔鑛爐技術者にとつて慣熟された方法、日本においては元日本製鐵ドラム法を行う方が最も實際的ではあるが、この場合も、單に結果數字のみにおいて1~2の差を論ずる事なく、對象である熔鑛爐の能力と關連し、その數字の絶對値の範圍と、その差の程度に充分留意さるべきと考える。

然しこの場合、日鐵法ドラム試験に供試する量のコークス量と、あの大規模な試験装置が必要であり、之また實驗室研究者のよくする所ではない。従つて小型コークス化實驗室装置と共に、これに相應する強度試験装置の必要が絶對的となるわけである。

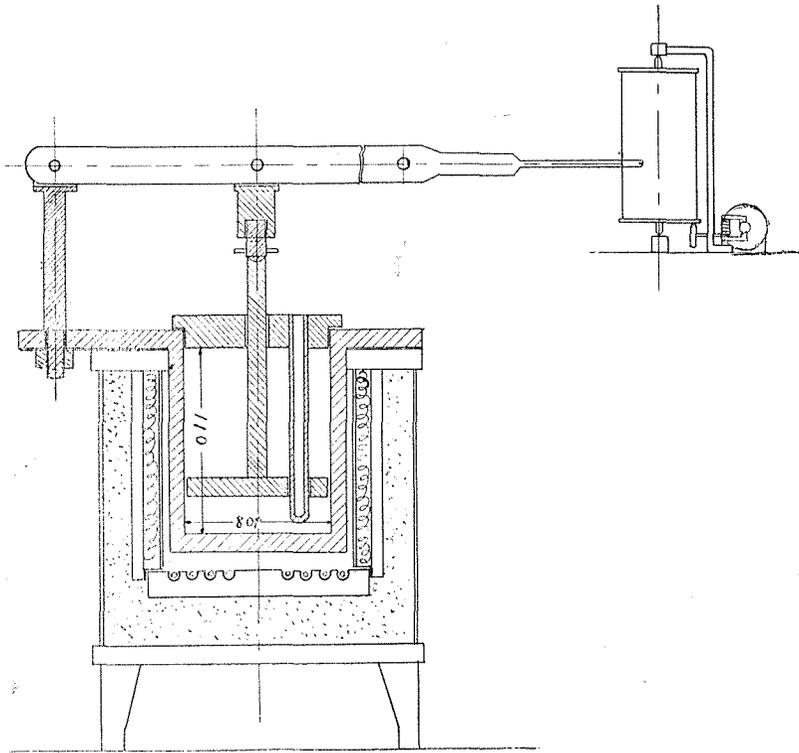
II 装置に関する實驗並びに結果の1

1. 装 置

先づ装置は第1圖に見られる如きものを試用した。試料炭は65メッシュ以下に粉碎したものの100gをレトルトに投入後、圖のアーミング部に重錘をかけ、ピストン型蓋の重量も含め、充填石炭に對し 0.2 kg/cm^2 の壓力にて10分間壓縮した後、重錘を減量し、 $0.0\text{--}3\text{ kg/cm}^2$ の負荷のまま乾餾を行つた。この場合試料充填層の高さは石炭の種類により若干相異なるが、大體25mm程度で、容積比重は 0.8 g/c.c 程度である。

加熱は實際爐における如く一方向のみの傳熱を目的とし、圖の下部におかれた電熱器により行われた。大體Koppers¹⁾その他の方式のかかる小型試験爐は普通ガス加熱を用い、乾餾生成ガスは燃焼ガスと一緒に放出される如くなつてゐるが、本實驗においては、傳熱の一方向のみに限定したい事と、溫度調節の容易さを考慮し電熱としたものである。尙加熱速度は常溫より 5°C/min とし、乾餾生成ガスはピストン型蓋に穿たれた孔徑2mmの十數個の小孔より

第 I 圖



上部に逸散せしめた。

第 1 表に試料炭の性状、第 2 表に本装置による膨脹度、收縮度（試料充填高さとな生成コークス高さの比）並びに膨脹時の最高高さにより表される最高膨脹度を併記した。大體普通の膨脹試験装置におけると同様な膨脹が現れており、軟化熔融状態中の流動度の大きいもの程膨脹が大きいようであるが、輸入炭(S)はその流動度に比し膨脹が割に大きい。尙此處で附言しておきたい事は、此の装置での膨脹收縮曲線を検するに、500°C 以上における收縮は何れの試料も略同様の 2~3 mm 程度で、指状龜裂コークスを生成する夕張炭等において、殊に此の收縮の大きい事實はなかつた。

第 I 表

試料 番號	試料名	工業分析				Gieseler plastometer ²⁾ 最高流動點		コークス 強度 15mm 指 數
		水分	灰分	揮發分	固定炭素	溫度 (°C)	流動度 (Div/min)	
4	夕張	1.48	13.56	39.88	45.08	430	90,000	75
5	大夕張	0.87	8.32	42.07	48.74	433	100,000	75-80
6	茅沼	0.74	16.42	33.32	49.52	434	94,000	}
7	菅別(黄金)	1.32	6.76	38.40	53.52	430	33,000	
8	豊里	1.36	7.66	39.12	51.86	433	30,800	

試料 番號	試料名	工業分析				Gieseler	plastom-	コークス 強度 15mm 指數
		水分	灰分	揮發分	固定炭素	eter ³⁾ 温(°C)	最高流動點 流動度 (Div/min)	
9	眞谷地	2.10	13.76	39.84	44.30	435	23,000	60-75
10	砂川特粉	1.50	8.68	40.89	49.00	435	14,000	
12	神威	2.04	10.46	38.04	49.46	428	3,800	
13	茂尻	2.00	11.26	47.50	39.24	435	2,270	
14	上歌志内	2.12	6.84	41.28	49.56	427	1,700	
15	赤平	2.04	8.60	40.84	47.92	427	102	
16	芦別特粉	3.12	5.92	41.08	49.88	421	43	
17	三池	0.86	12.08	40.92	46.14	420	10,000-	
18	鹿町	0.82	8.90	24.76	65.52	457	2,100	90-
19	神林	0.74	7.56	24.76	65.94	458	245	90-
20	嘉穂	2.28	10.52	39.79	47.41	421	122	65-70
22	潤野	2.62	16.12	36.02	45.25	418	16	
24	輸入炭(P)	1.38	7.68	17.46	73.84	448	24,000	92
25	同上(S)	1.84	6.44	22.38	69.34	446	360	92
26	砂川上粉	2.24	14.30	37.98	45.48	430	260	

第 2 表

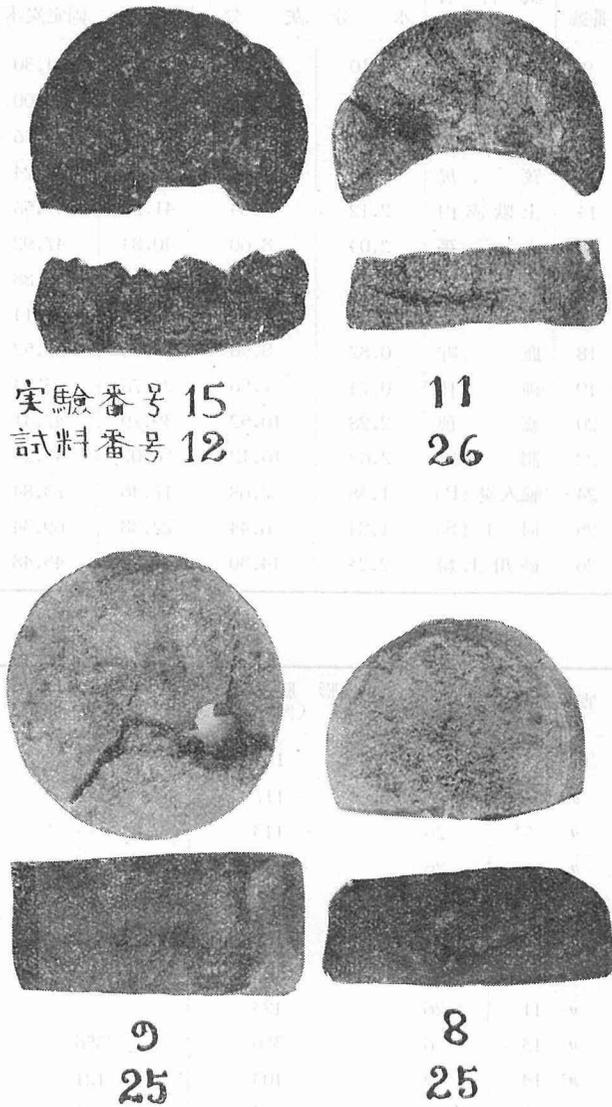
實驗番號	試料番號	膨脹度 (%)	最高膨脹度 (%)	備考
TS 3*	4	114	132	
〃 4	4	117	126	約 1/2 上部蓋上に浸出
〃 5*	26	113	—	
〃 6	26	132	—	荷重 0.2 kg/cm ²
〃 8	25	102	107	同上
〃 9	25	121	122	荷重なし
〃 10	25	122	122	同上
〃 11	26	123	—	同上
〃 13	6	356	356	同上
〃 14	9	103	121	
〃 15	12	107	115	
〃 16	15	120	124	
〃 17	14	145	150	
〃 18	13	115	117	
〃 19	10	104	105	
〃 20	5	128	123	
〃 30	8	230	230	試料 20 メッシュ以下
〃 31	18	302	302	〃
〃 32	19	304	304	〃
〃 33	7	143	179	〃

* 50°C にて荷重 0.2 kg/cm² に増加せるもの。

第2圖に生成コークスの例を掲げた。高流動度、膨脹炭である神威と、低流動度、収縮炭である砂川上粉に對し、強度15mm指數9以上のコークスを生成する輸入炭(S)の場合、夫々炭質の特色が明白に現れている。高膨脹であつて流動度の大きいものは圖に見られる如く海綿状のコークスとなり、一部がピストン型蓋部のガス抜用小孔を通して上部に浸出し、蓋の上部においてコークス化している。第2表で最高膨脹度が大きいにもかかわらず生成コークスと充填試料層の高さの比で示された膨脹度が負になつてゐるものは殊に著しく上部に浸出したものである。これ等は軟化熔融状態中において浸出する事は明であり、流動度の大きいもの程多く浸出する事が考えられ、事實流動度の

大きい茅沼炭においてはコークスの70%が上部に出ている。(第3圖)

第 2 圖



実験番号 15
試料番号 12

11
26

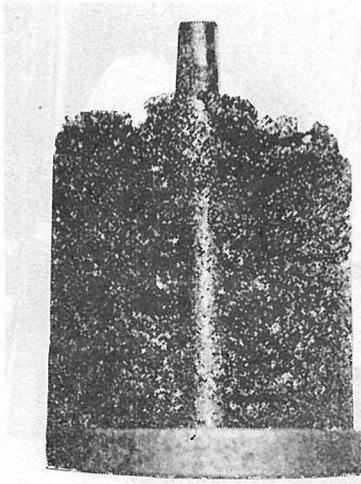
9
25

8
25

第 3 表

試料 番號	試料名	流動度 Div/min	實 驗 番 號	上部に浸 出したコ ークス%	試料 番號	試料名	流動度 Div/min	實 驗 番 號	上部に浸 出したコ ークス%
6	茅沼	10,000~	TS12	69.5	13	茂尻	2,280	TS18	4.5
5	大夕張	10,000	〃 20	51.2	25	輸入炭(S)	36)	〃 8	0
4	夕張	90,000	〃 4	37.0	26	砂川上粉	260	〃 5.6	0
10	砂川特粉	14,000	〃 19	10.7					

第 3 圖



第3表に上部に浸出した量と、“Gieseler plastometer”による流動度³⁾との關係を表したが、明に兩者比例的關係にある。

Sapozhnikov⁴⁾氏によれば、軟化熔融層の厚さは薄いもので0~17mm 厚いものでは14~45mm位と云はれ、乾留條件によつても左右されるが、著者の實驗³⁾においても軟化熔融状態中の流動度の大きいもの程、その状態の溫度範圍が廣く、従つて軟化熔融層厚の厚い事が考えられ、本實驗の如き試料層の厚さ5mm程度の場合、流動度の大きい試料炭においては、全層が一つの軟化熔融相であり得る。従つて第3圖の寫眞に見られる如く、流動度の大きい石炭ではスポンジコークスとなり、實際爐のコー

クスと全々様相が異なるのである。故に所期の目的に對する装置として、外觀の點から見ても、この程度の試料量及び試料層厚では明に無理である事が考えられる。

2. 強度試験

小型試験装置により生成されたコークス強度の試験法としては、Swietoslowski氏⁵⁾その他 Gabinsky氏⁶⁾等の研究がある。

一般に、試験に供されるコークスの寸法が結果に影響するのであるが、これを無視しているものが多く、又任意の寸法より大きいコークス塊又は粒の量のみで結果を表し、篩分試験の凡ての結果を考えない場合もある。又篩分析のあらゆる結果を用いる事は結果數字が単一でなく比較等に煩瑣である弊があり、任意の粉碎仕事量に對し、任意の篩上積算量のみで結果を表す事は極めて結果に偶然性を加味している事にもなる。結局試験に使用される仕事量と、仕事を受けたものの處理法とその結果の表現法が問題になる。

仕事量に關しては、その量が小さ過ぎて必要な強度の差が現れないより或限度内にては大き過ぎる位の方が良いと考えられる。例えば日鐵ドラム法では15mm 指數90以上のものはその強度の差が明確にあらわれないが、A. S. T. M. タンブラー法ではその差が大きく現れて来る。

本實驗にては回轉ドラム法を採用する事とし、第4圖の如き装置を用いた。内徑150mm 長さ250mmの鑄鐵製ドラムを50. r. p. m.で回轉し處理時間を15分として3回處理し、各回毎に篩分を行つて見た結果が第5圖である。但し試料は生成コークスを30~20mmの大きさに金切鋸にて引切り、その3~4個を使用した。

處理後の篩分に使用した篩の寸法は全く任意のもので、20, 10mm, 3.5, 8, 10, 20, 35, 65メッシュである。これによると最初の15分間の處理にて、コークス中に最初から存在した

龜裂に沿つて分割が行われ、大體の破碎性の大小が傾向づけられている事がわかり、一方3回處理後も尙アブレーションも含めて相當の破碎度で細粒化されて行く事も見られる。従つて處理時間としては3回で充分と考えられる。

次に表現法であるが本實驗の如くコークス試料の大きさが比較的小さく且前述の如く採用された篩目の大きさ、殊に大きいものに對しては、最初の試料の大きさの影響が著しい事が容易に想像されるので、Gabinsky 氏¹⁾の採用した“Weight Crushing Coefficient”に倣う事とし次式によつた。

$$W.C.C. = 100 \frac{\sum P_n^2}{\sum P_n^2}$$

但し P_n 、 n は各粒畫分に於る重量並びに粒子數。

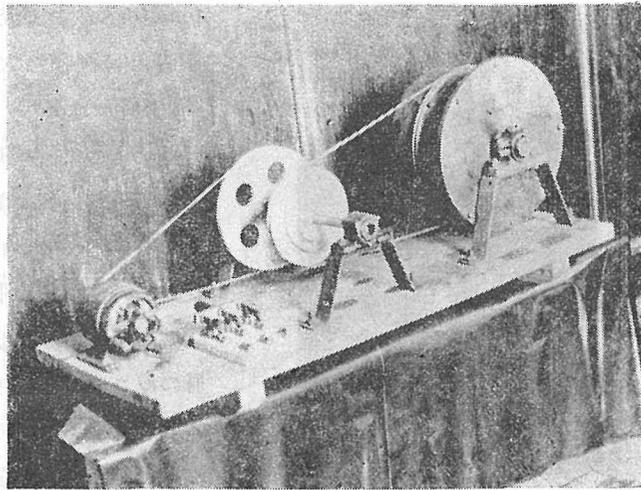
P 、 N は試料コークスの重量並びに個數。

尙更に處理時間による結果値に現れる偶然性を可及的に少なくする爲に第6圖に示される如く、各處理毎の W. C. C. の値によつて占められるハツチ部の面積の全面積に對する比を以つて表す事とした。即ち

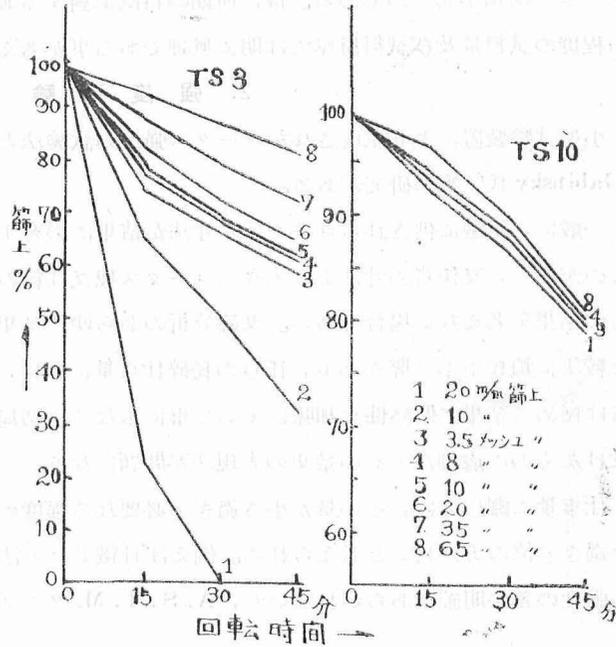
$$\text{強度指數} \dots L = \frac{100P_n}{P_c} = \frac{1}{3} \left\{ \left(\frac{a+d}{2} \right) + (b+c) \right\}$$

このLの値を以つて強度を比較する方法を試用した。この方法によれば細粒化された部分

第 4 圖



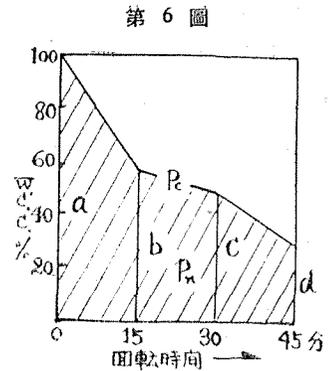
第 5 圖



は結果数値に殆ど影響せず、比較的大きい部分のみが結果値に響いて来る。

尙最初の試料個数について、T.S. 4 の夕張炭よりのコークスに付2個の場合と3個の場合に付強度指数Lを比較した處次の如くで

試料個数	試料重量	L (%)
3	16.45 g	51.0
2	10.70 g	48.0



結果に大差なく、大體 20 g 程度4個を試料として強度試験を行つた。結果は第4表である。

第 4 表

実験番号	試料 番號	篩 上 (%)		W. C. C.				備 考
		8 × ツ シ ャ	20 × ツ シ ャ	b	d	c	L	
TS 3*	4	60.9	64.2	45.4	35.4	24.6	47.7	
〃 4	4	61.8	66.2	48.4	36.3	29.3	49.8	
〃 5*	26	84.5	84.5	84.9	76.6	70.2	84.4	
〃 6	26	88.2	83.2	89.7	82.0	78.0	86.9	荷重 0.2 kg/cm ²
〃 7	26	81.3	81.6	82.8	76.6	62.7	80.2	荷重なし
〃 8	25	80.1	80.4	82.2	72.6	64.8	79.1	0.2 kg/cm ²
〃 10	25	85.0	85.7	91.4	83.0	72.1	86.5	荷重なし
〃 13	6	4.6	4.8	0.09	0.01	0.00	16.7	同 上
〃 14	9	75.8	76.9	51.3	45.6	43.3	55.7	
〃 15	12	69.9	72.9	61.5	47.7	40.3	53.8	
〃 16	15	76.8	77.3	72.8	61.3	50.9	69.8	
〃 17	14	69.4	72.9	53.8	41.7	32.4	53.9	
〃 18	13	71.3	73.4	64.9	53.6	46.8	64.0	
〃 19	10	68.3	70.2	54.9	45.5	37.4	56.4	
〃 26	4	67.5	69.0	35.1	26.3	21.1	43.6	加熱速度 2°C/min
〃 68	24	70.6	71.4	52.5	43.3	35.9	54.6	
〃 22	4	34.7	49.5	7.7	3.7	1.7	20.7	試料1)メツシヤ以下
〃 23	26	70.0	73.5	55.0	43.2	34.8	55.2	同 上
〃 24	25	53.0	58.1	26.0	17.9	13.8	33.6	同 上
〃 30	8	88.6	47.4	25.70	14.0	7.7	31.2	試料2)メツシヤ以下
〃 31	18	35.1	45.7	13.9	3.5	2.4	22.9	同 上
〃 32	19	41.7	45.4	39.3	23.2	16.1	40.2	同 上
〃 33	7	36.8	40.4	28.4	17.0	10.7	33.6	

この結果によると、TS 4~5 に見られる如く砂川上粉は強度指数が夕張等に比し遙に高

く、實験爐においてドラム指數 92 以上である輸入炭と匹敵している。この事は本實驗のコークス化装置、條件等が實際爐と非常に異つたものである事を示している。然し一方から考えれば軟化熔融状態中での流動度の少い、高揮發分炭でも條件によつては堅牢なコークスとなり得る可能性を示している事になる。

更に粒度が 65 メツシユ以下と云う小さ過ぎる試料を使用した爲實際爐の結果と顛倒する結果が現れたのではないかと懸念されたので 10 メツシユ以下、並びに 50 メツシユ以下に粉碎された試料に対しても實驗を行つたが、第 4 表の TS 22~33 に見られる如く、各試料何れも強度は低下しているが、強弱の順位は依然實際爐の場合とは全々異つてゐる。尙負荷の影響を檢討の爲の實驗も TS 6~10 に見られる如く行つてみたが、砂川上粉(6)においては稍々低下し、轉入炭(S)(25)は稍々上昇しているが、大きい差は現れていない。

結局装置の項において、外觀等からも述べた如く、かかる薄層實驗では實際爐と關連性あるコークスを製造すると云う事の不可能である事を明白ならしめたものと考えられる。

III 装置に関する實驗並びに結果の 2

これまでの實驗結果から、試料充填層の厚さの薄過ぎる事、並びに實驗時間短縮をも考慮してとられた加熱率 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ の速過ぎる事が考えられる。尙實際爐においては石炭自重による荷重がかかつており、しかも定容でコークス化される故、膨脹するものにおいては、石炭の受ける壓力が大となり、收縮するものでは逆に少となる筈であるから、これに幾分でも似かよわせる方法として、アーム部における荷重をスプリングによる事とした。かくすれば膨脹する石炭においてはアームが上る爲強く荷重がかかり、收縮するものはその逆となる。

唯問題は、前實驗において見られた如く、軟化熔融状態におい流動性を呈する石炭がガス抜孔より上部に浸出する事で、これを防ぐ爲、強く上部を閉塞するとガスの逃出が困難となりその爲の膨脹並びに膨脹壓が現れて来る事である。

依つて、先づ前實驗と同一のレトルトにおいて、試料 200 g とする事とし、試料層上に砂を 1 c.m. の層厚に敷き、且砂と石炭の混合を防ぐ爲、その間に薄鐵板をおき、その上にピストン型蓋をのせ、ガスをピストン型蓋軸を中空としてポンプにて吸引する事とし、溫度も上下 2 ヲ所を測定した。尙加熱は前實驗と同様底面下部におかれた電熱器によつた。

然しこの場合も、夕張炭等の高流動性、高膨脹炭においては、薄鐵板でガスが抑えられるためか、一時に急激に膨脹し、レトルト上部のボルト締蓋を持ち上げたり、又砂層に流動状態の石炭が浸入し、更に軸内部のガス抜管内に浸入して、ガス抜孔が閉塞するような事態が起つた。又生成コークスもレトルトが割に肉厚の爲、底面よりの一方的加熱とならず、側壁、底面との三方向よりの傳熱となり、コークス化が碗狀に進行する結果、最後に軟化熔融する上位中央の石炭が膨出して空所を生ずる結果となつた。

そこで更に可及的側部よりの傳熱を防ぐ目的を以つて、レトルト下半部の内徑を 8 m.m.

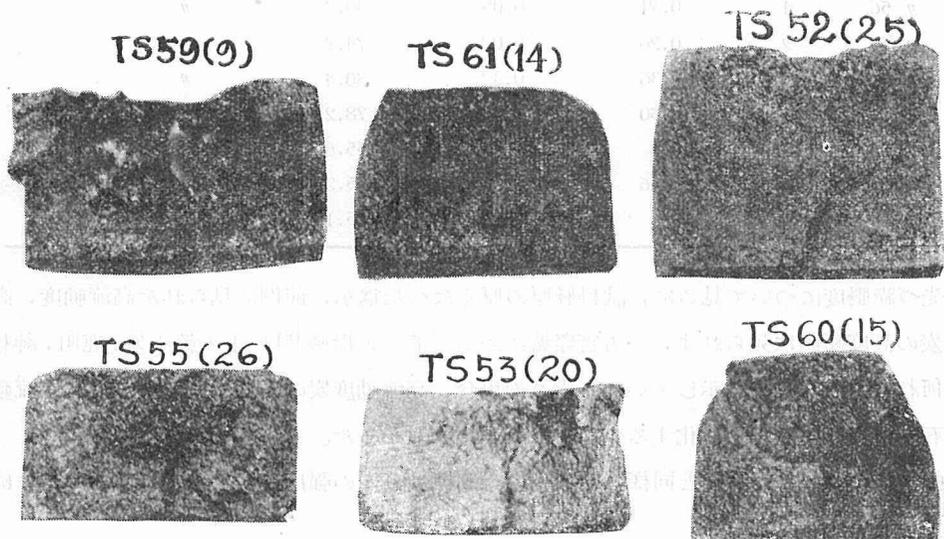
擴げ、その擴大部にアスベストの薄層をあて、更にその上を下部並びに上部にガス抜用小孔をあけた薄鐵板の圓筒をはめ込み、又ガスはピストン型蓋の中に一本水平に孔を穿ち、この孔を蓋軸中央部のガス抜孔と通ぜしめ、ガスは試料層から鐵板圓筒の外部に入り、上昇してピストン型蓋の中を水平に通つて軸中央の重直管を上昇してポンプにて引かれる如くにした。

然し矢張高流動度炭においては生成コークスの中央上部に空所を生じ、且多孔質海綿状の小塊に碎け易く、側部以外はルツボ焼コークスと左程異なる状態であり、尙側部よりの加熱の影響を相當受けていた。

以上よりかかる形式のレトルトによる實驗は所期の目的に添わざる事が明白となつた。従つて本装置により、實際爐におけるコークスに近きもの、少くとも強度の關係が比例する如きコークスを作る事は斷念し、レトルト爐の場合に似て来るが、側面加熱のみを行い、10メツシユ以下に粉碎した試料 500 g を上面、並びに下面をアスベスト層にて圍み、溫度計を試料高さの中央、装入炭中心と側壁の中間に一本挿入し、ガスは前記と同様、ピストン型蓋中の管孔並びに蓋軸中管を徑てポンプに吸引される事とし、荷重は 0.16 kg/cm^2 で 900°C まで加熱コークス化する事を試みた。

生成コークスの形状は第7圖に掲げた例に見られる如くで、加熱方向は三方であり、流動性の大きい眞谷地炭よりのコークス (ST59) は中央が海綿状となり、低流動性の砂川上粉炭

第7圖



は ST 55 の如く比較的緻密である事は前實驗と同一である。ST 52 の輸入炭(S)のコークスには熱の進行方向に伴う、軟化熔融層の進行工合を示す縞状部が明白に表れている。これは前述の如く、Gieseler のプラスチックによる流動度のみにては説明し得ない、例えば最高流

動度を示す温度の相異³⁾に見られる如き或特性を明示していると思ふべきであろう。

強度試験の結果を第5表に示す。

第 5 表

実験番号	試料番号	膨 脹 圧 kg/cm ²		L 強度指数	備 考
		最 高	最 終		
TS40	4	0.24	0.12	26.5	4~5 °C/min
// 41	26		0	78.1	//
// 42	9	0.24	0.08	54.8	//
// 43	12	0.24	0.09	51.2	//
// 44	15	0.20	0.03	67.2	//
// 45	14	0.22	0.04	53.4	//
// 46	10		0.06	50.9	//
// 47	18	0.52	0.49	62.7	//
// 48	20		0.01	80.1	//
// 49	25	0.35		65.1	// 652 °C まで
// 50	25	0.29	0.16	69.7	4~5 °C/min
// 51	25	0.44		53.3	2 °C/min
// 52	25	0.6	0.32	45.1	//
// 53	20		0	77.9	//
// 54	26	0.6	0	72.2	// 470 °C まで
// 55	26	0.6	0.09	81.9	2 °C/min
// 56	4	0.21	0.05	39.2	//
// 59	9	0.26	0.02	74.7	//
// 60	15	0.36	0.32	80.4	//
// 61	14	0.30	0.05	78.2	//
// 62	18	0.6		55.6	5 °C/min
// 65	16	0.16	0.08	35.2	2 °C/min
// 67	22		0.06	85.1	//

先づ膨脹度について見るに、試料層厚の厚くなつた爲か、前例に見られた高流動度、高揮發分炭の高度膨脹は見られず、一方實際爐においてドラム指數 90 以上の輸入炭、鹿町、神林炭等は何れも大きい膨脹を示している。尙この場合、高流動度炭の場合も、蓋上部に若干流動状態の石炭が浸出しコークス化するのを防ぐ事が出来なかつた。

強度においては前實驗と同様、低流動度、高揮發分炭の強度が大きく實際爐の結果とは一致していない。

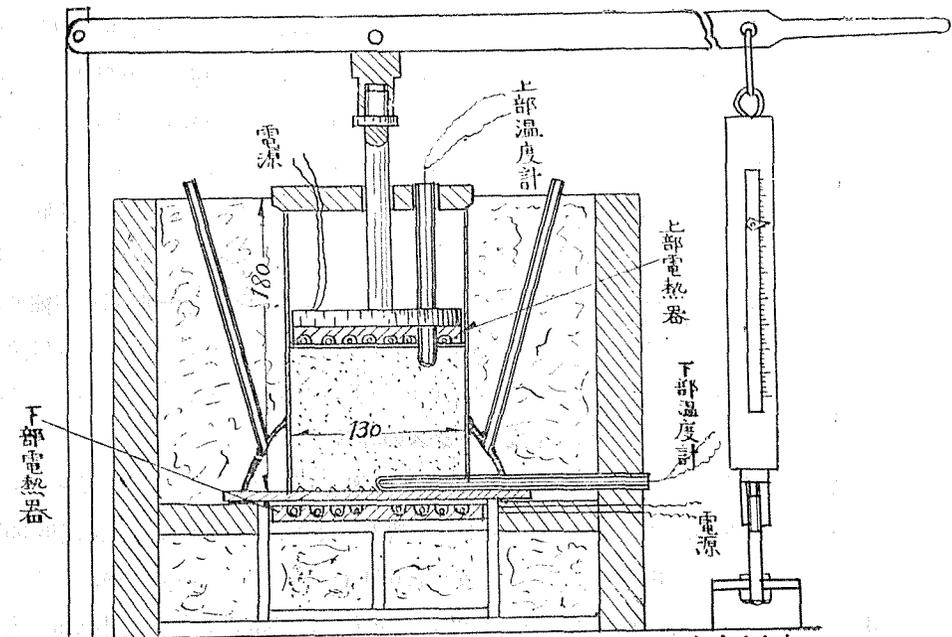
IV 實驗並びに結果の 3

1. コークス化装置

前記實驗より、試料層高の尙不充分なる事、加熱方向即ち傳熱方向並びにガスの放出方法

等に考慮の余地がある事が明白になつた。殊にガスの放出に關しては、實際の室式爐においては、軟化熔融状態前或はその期間中に最も多量に發生するガス並びにタール蒸氣は比較的抵抗の少い既に龜裂を生じた半成コークス、コークス層を加熱爐壁面に向つて流れ、次いで既にコークスの收縮により生じた、コークス層と加熱面間の空隔を通つて加熱面に平行に上昇するものが大部分と云われている。⁸⁾ 従つてその場合タール蒸氣は赤熱コークス面に觸れ相當量分解し沈積カーボンとしてコークス面に附着する。この事實は低温乾燥操作においては 10% 程度のタール收率を得られるが、高温乾燥操作においては 3~5% に低下する事からも首肯されるのである。従つて實驗室試験装置においてもその事を考慮に入れ、ガスは一旦加熱面に向つて流れた後外部に取出される事、又加熱方向を極力一方向に制限する爲、加熱面は底部におくが、レトルト側壁を極力薄くして熱容量を少にし、且石炭層高を充分に高くする事等に留意し第 8 圖の如き装置を計畫した。

第 8 圖 コークス化装置



この装置に到達する迄の各種の変更を概述すれば、先ず最初ガス抜管として 3/8 吋パイプ 3 本をレトルト下端に 30° の傾斜で熔接したのであるが、下端部が軟化熔融状態中はガスの逃出が悪く、その後もタールがつまつて始終ポーキングを必要とし、又多くのガスはレトルト下端と底面である加熱板との間隔（レトルトは無底圓筒で熱による變形を考慮し底面とは一體でない）から保温材層を通つて上部に出るものが多かつた。又加熱は最初 400W エレマー抵抗體

5本使用し、レトルト底面として耐火物を用い、その下に溝を穿つた耐大物を置きエレマー抵抗體をその溝の中に並べたのであるが、前記レトルト下端よりの漏洩ガス並びに耐火物を浸透するガスがエレマー抵抗體に接觸する爲エレマーの壽命が非常に短かつた。それ故加熱面であるレトルトの底面を 10mm の鑄鐵板とし、然もその大きさを大き目とし、ガスの下部への浸入を防止し、電熱器は放熱盤に巻かれた 1 kw 容量のニクロム線を使用した。

レトルトは内徑 133, 高さ 180mm であり試料は 20 メツシユ以下のもの 1kg 使用し、壓力は最初固定壓 0.09 kg/cm², スプリングによるもの 0.07 kg/cm² 合計 0.16 kg/cm² を用いたが、後の大半の實驗はスプリング壓 0.07 kg/cm² のみの荷重とした。この場合石炭充填層の高さは大體 100mm 程度で、氣乾炭の充填層の容積比重は 0.7~0.75 g/c.c. である。

尙最初は底部加熱のみ使用したのであるが、その場合上部溫度は 670°C まで上昇するが、それ以上は無理であつたので、圖の如く上部ピストン型蓋の下部に 700W 容量の小型放熱盤に巻かれたニクロム線を下向きに入れ、それと石炭層との間には石綿板を挿入した。

加熱條件は石炭装入後下部電熱器に電流を通じ、圖の下部溫度計の指度にて 3~4°C/min の割合にて加熱し 1000°C まで上昇せしめた。尙上部加熱は上部溫度計の指度 600°C に達した後開始し大體 2°C/min の割合にて 900°C まで上昇せしめた。上部加熱を 600°C から開始したのは、試料全體が軟化熔融状態を經過し、コークス化するまでは實際爐における如く傳熱方向を一方向のみとし、然も加熱速度も主として充填物の熱抵抗に支配される状態としておく爲であり、安全を見ても 600°C 以上の場合、加熱速度等の條件は生成コークスの性状に殆ど影響せぬものと考えられる爲で、唯最終溫度の影響のみをなるべく高溫にし實際爐に近い状態にする事が目的である。尙 600°C 以上の加熱速度はもつと速くし實驗所要時間を短縮せしめる事が望まれたが、上部溫度計の位置が上部電熱器の中を貫通しており、ニクロム線自體をあまり高溫にすると熱の傳導等により上部溫度計の指度が過高になる事をおそれた爲である。

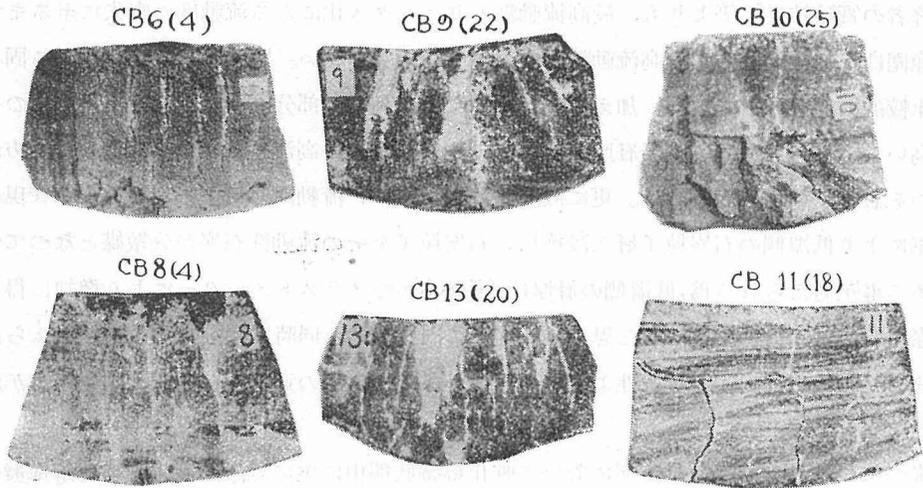
2. 生成コークスの外觀

生成コークスの外觀は第 9 圖 (縱断面) に見られる如きで、之等は何れも上部加熱を行わなかつたもので上部溫度 670°C 程度のものである。唯 6 は下部溫度 900°C, 上部溫度 550°C の夕張炭よりのコークスで、8 の下部 1000°C, 上部 670°C のものとの對照に掲げたものである。9, 13 は高揮發分, 低流動度炭の特性を示し、上下方向の縱龜裂が多く、且收縮が大きいので爐より取出す際も小片とならず、ずつしりした嵩張つたコークスである。6, 8 の高揮發分, 高流動度炭である夕張炭のコークスは著しく縱龜裂が多く、且多孔質である。爐より取出す際側壁部が柱状の小片に碎けるので、塊の形は圖の如く断面は梯形となる。一方 10, 11 のドラム指數 90 以上のコークスを生成する低揮發分炭よりのものは明に前二者のそれと異り、龜裂が不規則で比較的横割れが多く兩二者に見られる如き縱龜裂は殆ど見られぬ。

かくして外觀的には、稍々實際爐のコークスに類似し、實際爐において現れる特性を本試驗装置においても具現し得たと考えられるに至り、この點のみからは一應所期の目的に達した

かに思われた。

第 9 圖

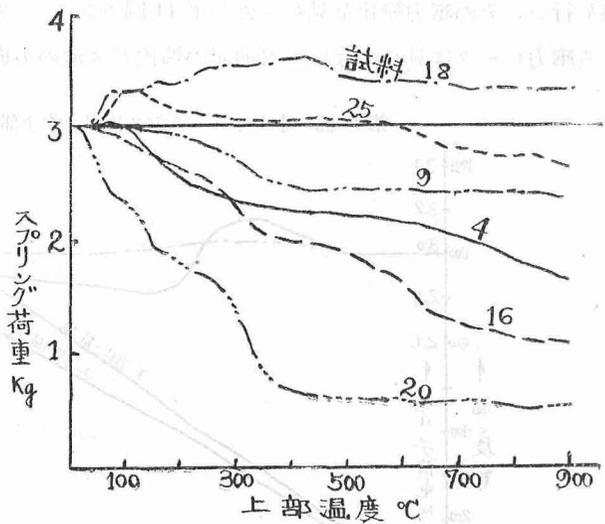


3. 膨脹, 收縮

コークス化過程に示される膨脹, 收縮の状態は前記薄層實驗の場合と著しく異なつてゐる。第 10 圖に流動度の異なる各種炭の膨脹, 收縮の例を示すに、薄層の場合大きい膨脹度を示した夕張炭の如き高流動度、高揮發分炭は殆ど膨脹度を示さず、むしろ收縮のみであり、輸入炭、鹿町炭等の低中揮發分炭は前

實驗と同様膨脹を示し、一方嘉穂、芦別特粉炭の如き、高揮發分、低流動度のものは此の場合も又大きい收縮をなしている。尙この膨脹, 收縮の状態曲線に示される結果は正確なる再生性を欠くので、直にこれから詳細な膨脹, 收縮に關する機構の推測は困難である。先づ夕張炭における收縮現象と薄層實驗における膨脹との相異を考ふるに、條件的相異は、試料充填層が厚い事、爐内ガス流の方向が加熱面に向つてゐる事であり、前者の

第 10 圖 膨脹 壓

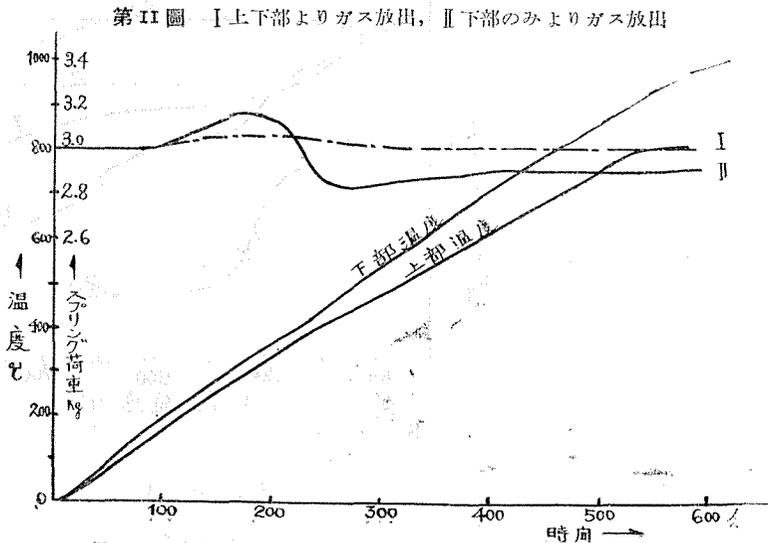


相異の結果として、第 10 圖の結果よりも明な如く、即ち上部温度 600°C 以上に見られる收縮はコークス化後における收縮に基づくものである故、たとえ軟化熔融層が膨脹しても、コークス

層の収縮によりその膨脹効果が打消される可能性が存在する事である。次ぎにガス流の方向に關するものとして、軟化熔融層の前後即ち低温側と高温側のガス通過に對する抵抗を考ふるに、著者の實驗結果⁹⁾等よりも、最高流動點よりコークス化による流動度の喪失に至るまでの溫度範圍は、軟化開始から最高流動點までの溫度範圍より狭い。即ちコークス化による固化現象は比較的速なものであり、加えて軟化熔融層中の高温側部分の溫度上昇率が低温側のそれより高いと考えられる故、實際層厚としては軟化熔融層の最高流動點より高温側の層の方が低温側のそれより薄いと思われる。更に低温側においては、流動性を呈する石炭質が毛管現象とガス壓により低温側の石炭粒子層へ浸透し、石炭粒子をその流動性石炭が分散媒となつて分散せしめる事が考えられる爲、低温側の層厚は Gieseler のプラストメーターにより豫知し得るより實際においては更に厚くなると思える。従つて固化開始と同時に龜裂を生ずると考えられる高温側のガス通過に對する抵抗性より低温側においてはガスの通過性が非常に困難な事が想像される。

従つて高揮發分、高流動度炭において軟化熔融狀態中に主に急激に發生する分解揮發分が抵抗性の少い高温側に引かれる場合には大きい壓は生じないが、高温側が閉鎖されている場合即ち實驗 1, 2, 並びに普通の膨脹試驗装置に見られる状態の時、止むを得ず低温側に向うガスがその通過性の小さい事の爲比較的大きい壓を呈すものと思える。

この事と、兩面加熱の場合、中央において兩軟化熔融層の相會する時往々見られる高膨脹壓が夕張炭の如き高流動度炭においても見られるか否かを檢する爲、本實驗装置にて夕張炭 (20 メツシュ以下) を 1.3 kg 使用、充填層高さ 12.4 cm、容積比重 0.79 にて上下より同時加熱を行い、その壓力變化を見たものが第 11 圖である。先ず軟化熔融相の相會する時に考えられる壓力ピークは見られない。又前記の爐内ガス流の方向により考えられる膨脹變化を見る爲



に、上部にガス抜管 (3/8"管) 一本を立てた場合と然らざる場合を比較したところ、上部密閉の場合薄層実験に見られた如く最上部の軟化熔融状態時に膨脹とこれに伴う収縮が見られるが、簡単なガス抜を行う場合にその壓は相當減少している。之等は明に前述のガス流方向による膨脹の有無に關する説明を裏すけているものと考えられる。

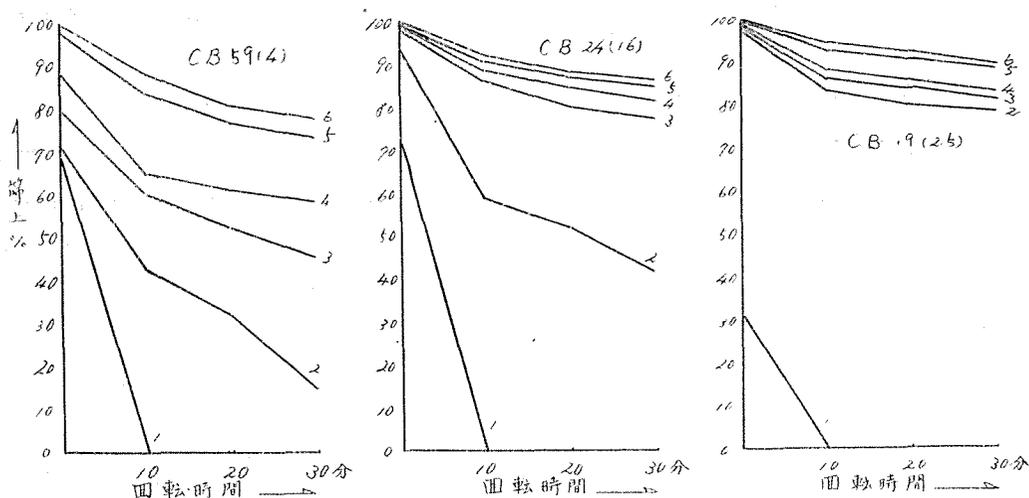
尙鹿町、輸入炭(S)等に見られる高膨脹壓は、ガスが低温側に流れる場合、即ち本研究における薄層実験、その他の一般の膨脹試験においては、Gieseler の plastometer にては充分表し得ない特異な軟化熔融層の示す plasticity がガスの通過に大きい抵抗を示す爲であり、實際爐或は本実験の如く高温側に流れる場合においては、高揮發分炭に見られる縦龜裂が生ぜず且揮發分が少い爲のコークス自體の緻密性等の爲、高温側に流れる場合も比較的ガス通過抵抗が大きい爲にガスが包藏されて大きい膨脹並びに壓を示すものと思える。

4. コークス強度

強度試験方法としては、生成コークスを全部 50, 30, 20, 15 mm 並びに 3 ½, 10 ムツシユ篩で篩分試験を行い、10 ムツシユ以上の部分のみ全部を前記回轉ドラムに投入、50r.p.m. にて 10 分間づつ 3 回處理し、各回毎に篩分を行つた。

第 12 圖に強度試験處理各回毎の篩分結果の例を示した。生成コークスの最初の篩分においては、夕張炭の如きものは側壁部上方のものが比較的柱狀に割れ易く従つて小塊、粒狀部も相當あるが、嘉穂の如き収縮大なるものは爐よりの取出しも容易で、大塊そのままの形で嵩張つた感じである。一方輸入炭等の低揮發分炭においては、膨脹炭で収縮が少い爲、爐よりの取出し困難な爲、取出し作業中に小片部を作る爲に篩分試験においても各粒度のものが相當

第 12 圖



生ずる事になる。此處で又強度の表現法が問題になる。

と云うのは、本實驗において生成コークスの殆ど全部にて強度試験を行つた理由は、實際爐においては多量のコークスの中から少量の試料を採る場合、その試料採取法に問題があるが、本實驗においては生成コークス量が 600~800 g である故、10 メツシユ以上全部處理して試料採取法による誤差をなくしたのである。従つて前實驗における如く大體寸法の等しいものに人手にて試料コークスを調製した場合に對し、強度指數の意味を少しく檢討する必要がある。

既に述べた如く熔鑛爐操業とコークス強度の關係は必ずしも鮮明でなく、現在の日鐵ドラム法の表現法が最適であるか否かに疑問の余地はある。コークス強度は結局熔鑛爐内の通風抵抗が最大關係因子であつてみれば、寧ろ或程度以上の寸法塊であれば大きさの大きい事のみよりは、寸法の揃つたものの方が適しているとも考えられ、従つて、或特定の篩上重量%による指數の外に、その篩上コークス塊の個數と云つたものも考慮されねばならぬ事となり、且その特定の篩の寸法は、使用鐵鑛石の平均寸法、並びに熔鑛爐の容量とも關連性があるべき筈のものである。

かくなると現場と離れた實驗室における實驗室コークスの所謂強度の表現法と云うものは極めて至難とも云い得る。

前實驗にて試用した強度指數 L は試料コークス平均重量と處理後のコークス塊の平均重量の比に重點をおいた算出法である爲、純粹な意味の破碎強度の比較に適しているが、熔鑛爐作業を對象にした場合、即ち或寸法以上のものが多量で、且可及的粒度の揃つたものを求める場合の表現法としては必ず適當でなく、最初の試料の寸法に關係なく、處理後のものの寸法にのみ重點をおく表現法が適當している事になる。

以上の如き事は凡て今後の研究にまたねばならぬ事と考えられ、結局現在或特定の篩上重量%による指數を慣用している以上、本實驗の目的からみて、矢張同一形式をとるべき事になる。

第 6 表に本實驗による各試料炭のコークス強度試験結果を示す。15mm 指數が再生性の良きものと、指數 L の再生性の大きなるものが見られる。大體所謂強度の大きなるものは 15mm 指數の如きものが精度大であり、強度小なるものの場合指數 L の精度が大いようである。尙同表には参考までに處理後の 15mm 以上のコークス塊の個數を併記した。同一試料炭においても、處理後のコークス個數が極めて多くなつた場合は平均重量比で表される指數 L が當然少となつており、この點が L の熔鑛爐用コークス強度の表現法としての欠陥と考えられる。

この結果より、鹿町、輸入炭等は所謂強度は他に比し大きく實際爐の場合と相應しているが、嘉穂、芦別特粉等の高揮發分、低流動度炭は尙夕張等の高流動度炭に比し高くなつてい

然し前述の如くコークスの外觀としては、實際爐において現れる個性を具備しており、一應装置としては所期の目的に達していると考えられ、強度の不適應性はむしろ乾留條件の檢討に問題を殘すと思えるので、本装置を使用し乾留條件に關する實驗を實施した。

第 6 表

実験 番 號	試料 番 號	試料量 (g)	上部最 終温度 (°C)	篩 上 (%)					W.C.C.			指數 (L)	15mm 以上の 個 數
				50mm	3mm	20mm	15mm	10 ^{メツ} シユ	b	c	d		
CB 9	22	900	670	0	28.1	61.6	67.0	72.9	20.4	9.6	8.1	16.7	31
〃 24	22	1000	900	0	0	17.7	25.4	31.4	4.4	0.9	0.4	18.5	22
〃 10	25	900	670	0	31.0	75.1	81.6	87.0	13.3	9.8	8.7	25.8	61
〃 19	25	1000	952	0	80.1	82.0	82.6	86.4	39.1	36.8	33.3	47.3	29
〃 11	18*	900	650	18.4	65.7	75.0	78.3	84.0	64.1	59.0	50.7	66.1	22
〃 16	18*	1000	900	24.4	60.0	73.2	79.6	88.0	65.1	30.0	24.8	52.5	46
〃 12	9	900	670	0	11.0	47.5	58.8	61.7	10.2	2.3	2.0	21.1	51
〃 25	9	1000	900	7.9	31.0	46.7	60.0	81.6	24.5	13.6	8.8	30.8	53
〃 13	20	900	670	0	34.9	48.8	76.2	89.3	19.6	18.1	15.8	31.9	42
〃 26	20	1000	900	0	25.3	62.8	63.8	89.5	33.8	25.2	20.5	39.7	46
〃 14	4	900	810	14.0	29.4	52.4	58.1	78.8	14.1	11.1	7.6	26.3	36
〃 18	4	1000	860	0	31.5	57.5	67.6	80.0	15.4	9.3	6.4	26.0	45
〃 20	4	1000	900	13.8	18.0	32.4	49.3	75.5	16.4	3.9	2.7	23.9	49
〃 59	4	1000	900	0	15.0	46.9	55.5	75.1	16.3	8.4	5.3	26.8	28
〃 21	16	1000	900	0	41.7	75.5	81.0	83.6	17.7	14.6	13.3	29.6	38
〃 58	16	1000	900	0	39.8	80.3	83.2	87.6	45.3	27.9	23.8	45.0	33
〃 22	17	1000	900	0	16.4	48.2	54.8	77.4	17.4	6.3	5.2	25.4	39
〃 23	26	1000	900	0	51.0	66.9	73.8	86.3	6.8	4.2	0.7	20.5	39

* 鹿町未洗炭 水分 1.71, 灰分 28.20, 揮発分 20.72, 固定炭素 49.23。

V 乾餾条件に関する実験並びに結果

1. 試料粒度並びに荷重

前記強度結果の實際爐との不適應性は粒度が細かすぎるのではないかと考えられるので試料を 10^{メツ}シユ以下にした場合、並びに充填層に乾餾中加えられている荷重が適應条件として問題であると考えられたので全々荷重をかけない場合に付實驗した結果が第 7 表である。

第 7 表

実験 番 號	試料 番 號	篩 分 (3回處理)					W.C.C.			L	15mm 以上の コークス 個數	備 考
		50mm	30mm	20mm	15mm	10 ^{メツ} シユ	b	c	d			
CB27	20	0	32.0	48.8	59.4	79.5	8.3	5.3	3.6	21.8	40	試料10 ^{メツ} シユ
〃 28	4	0	33.0	45.7	53.4	71.6	8.0	6.1	2.6	21.8	32	同 上
〃 29	18	35.6	54.7	60.4	65.7	76.0	65.6	55.1	45.4	64.5	21	同 上
〃 30	16	0	22.0	48.1	65.9	80.4	7.7	7.0	5.8	22.5	53	同 上
〃 38	16	0	24.8	50.3	53.4	57.8	9.0	5.0	3.3	21.5	29	試料20 ^{メツ} シユ 荷 重 な し
〃 59	4	0	37.9	52.0	63.4	71.6	13.4	11.0	6.1	25.8	34	同 上

嘉穂、芦別炭等の低流動度炭は粒度の粗大化により著しく強度が低下したのに對し、高流動度炭は殆ど低下せず、又乾餾中の加壓は低流動度炭の強度を著しく高めており、高流動度炭はむしろ低下せしめられている事が明白である。従つて本装置により試料粒度を粗大とし、加重を行わない事により實際爐操業によるコークスの強度結果と適應する結果を出し得る事になる。

かく低流動度炭に對しては、爐装入原料炭の細粒化並びに加壓乾餾條件が有利である事がわかり、原料炭に對し、適正乾餾條件の觀點から注視すべきであり、Gieseler のプラストメーターによる流動度の有意義性も首肯される。

2. 水分添加の影響

以上の實驗は凡て氣乾炭試料に對し行つたものであるが、實際爐においては相當量の水分が添加されておる。水分の影響としては、充填時における容積比重、並びに加熱速度の變化が考えられる。

第 8 表

實驗番號	試料 番 號	水 分	容積比重	篩 上 (%)					指 數 (L)
				50mm	30mm	20mm	15mm	10 ^{メツ} シユ	
CB59	4	1.43	0.766	0	15.0	46.9	55.5	75.1	26.8
〃 31	4	9.29	0.593	31.9	52.7	59.0	61.2	63.0	53.3
〃 40	4	13.84					64.5		
〃 57	4	17.12	0.671	20.7	40.9	57.5	66.0	71.6	49.7
〃 42	4	21.63	0.633	41.7	49.3	56.3	64.1	72.7	21.1
〃 32	4	25.14	0.713	10.7	42.8	67.4	71.7	79.1	21.1
〃 50	4	29.16	0.723	24.0	47.6	63.6	71.9	74.7	65.1
〃 51	13	2.00	0.818	31.2	43.3	51.6	63.0	78.1	59.9
〃 54	13	9.05	0.638	48.4	51.7	54.0	58.7	74.1	75.7
〃 52	13	16.23	0.671	24.0	47.2	52.2	58.2	72.6	32.2
〃 55	13	23.10	0.663	29.2	49.3	64.0	68.8	75.0	39.8
〃 53	13	30.02	0.671	22.5	42.7	51.8	67.4	77.6	46.5
〃 21	16	3.12	0.737	0	41.5	75.5	80.0	83.6	29.6
〃 45	16	7.03	0.664	0	36.8	55.2	62.0	65.1	22.7
〃 49	16	9.73	0.591	0	11.1	39.4	51.1	58.4	19.6
〃 35	16	12.35	0.597	0	0	7.6	15.60	21.60	17.25
〃 56	16	13.30	0.665	21.1	35.4	41.4	46.2	49.6	22.2
〃 46	16	17.85	0.644	0	25.3	39.0	45.1	48.7	18.7
〃 36	16	22.62	0.702	0	13.9	23.4	29.6	40.0	18.8
〃 47	16	27.51	0.756	0	12.2	18.4	22.2	26.3	17.8
〃 19	25	1.84	0.730	0	80.1	82.0	82.6	86.4	47.5
〃 43	25	6.81	0.638	35.1	64.4	72.8	74.0	81.1	46.8
〃 33	25	12.16	0.550	31.0	64.4	71.0	75.0	81.5	23.1
〃 44	25	16.81	0.586	40.6	72.5	77.2	80.4	90.4	31.4
〃 34	25	21.52	0.609	32.3	70.0	78.8	81.3	83.6	25.2
〃 48	25	28.12	0.650	0	67.8	79.6	82.2	87.2	25.1

依つて夕張, 茂尻, 輸入炭(S), 芦別特粉炭等の20メツシュ以下の試料炭に水分30%程度まで添加した場合の實驗を行つた。

結果は第8表並びに第13圖である。

先ずこれまでの實驗において, 20メツシュ以下の試料炭において實際爐の場合と相應しなかつた點, 即ち高揮發分炭の中, 低流動度炭の強度が高流動度炭のそれより大きく現れた點について見ると, 水分10%添加の場合の15mm以上の篩上積算量%で示される指數を比較すると, 夕張炭62, 茂尻炭59, 芦別炭51, 輸入炭76となり, 實際爐の結果と相應する値を示している。

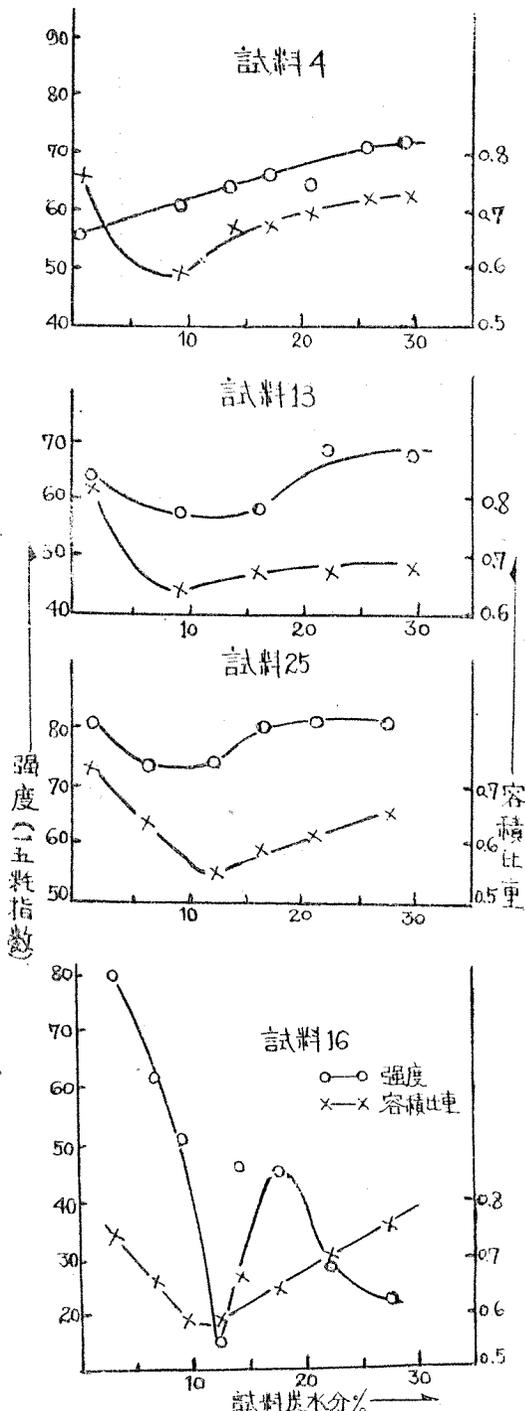
従つて本装置により實際爐における結果と平行的關係にあるものを得る事が出来, 少量試料にて簡単にコークス原料炭としての性狀比較をなし得る事となり所期の目的に達し得た。

尙更に水分の添加に関する實驗結果を検討するに, 夕張炭と芦別炭とは全く相反する傾向を示している。又強度結果の凡ての値が容積比重の變化と一致した關係を示しておらず, 殊に夕張, 芦別炭において明白である。これに對しては, 兩試料炭の場合, 水分と試料炭の合計が1kgになる如くにして實驗されたので, 水分量により爐内充填試料高さが異つてゐる事の影響も考えられるが, 之等については更に後報において詳細に報告する事とする。

尙以上の結果は試料炭の軟化熔融狀

態中において示す流動度と直接關連性を持つ事が考えられ, 第14圖に氣乾炭と水分添加に伴

第13圖 試料炭水分とコークス強度

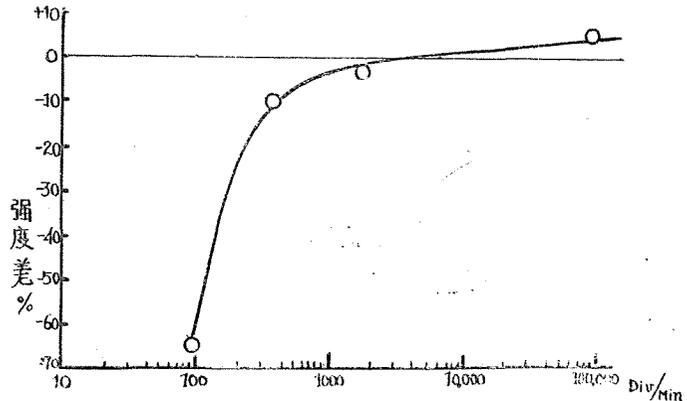


る最小容積比重の場合の15 mm 指數強度の差と、流動度との關係を示したが、これによれば試料炭20メッシュ以下で、この程度の容積比重の場合においては、著者の使用した plastometer による流動度 (Div/min) にて 10,000 以上のものでは水分添加により容積比重を減少せしめる方が生成コークスの強度を増大せしめ、

300 以下のものでは乾燥炭を使用して、且充分容積比重を大ならしめる方法、例へば搗固法等を用いた方が生成コークスの強度を増大せしめ、又 10,000~300 間のものでは矢張乾燥炭の方が良いが、水分添加により容積比重を低下せしめても左程大きい強度の低下が起らぬ事になる。

然し之等の結果は試料炭の粒度が異ると又異つた結果を生ずる事が豫想され、これについても更に實驗を續行するが、兎に角各種の因子が微妙に影響するので極めて複雑である。

第 14 圖 Gieseler のプラストメーターによる流動度と水分量による容積比重差に基くコークス強度差の關係



VI 綜 括

實驗室において簡単に實装置の結果と一致するコークス化装置の研究を試料量 100 g から開始し、試料充填層厚、傳熱方向、容積比重並びに發生ガスの爐内の流れの方向、乾溜中における荷重變化等を考慮し、結局試料量 1 kg、充填層高 100mm の装置において大體所期の目的を達し得た。この装置においては操作者一人にて充分であり一日一回の操作をなし得る。

以上の實驗においての諸現象並びにこれに對する考察を一括すると次の如くである。

1. 膨 脹

試料充填層の薄層の場合高流動度炭において大きく現れる膨脹は試料層高が高くなるにつれ減少し、100 mm 層高のコークス化においては膨脹は認められず、むしろ收縮のみが大きく現れた。これは試料層高と爐内の發生ガスの流れの方向によるもので、試料層高の高き時はコークス化完了層の收縮の積算が大きく、又ガス流が加熱面に向う時はガスによる壓は現れず、その逆の場合、軟化熔融相がそれより低温部の石炭質を浸潤分散せしめ、プラストメーターにより推定されるより大きいガス流に對する抵抗層を形成し、ガスを包藏する爲膨脹壓が現れるものと考えられた。一方鹿町、神林、輸入炭等においてガス流の何れの場合も大きい膨脹壓並びに膨脹が現れるのは、その軟化熔融状態中における特異な plasticity がガスの通過に大きい抵抗を示す事、並びに高温側のコークス層も縦龜裂の少い事等によりガス流に對する抵抗が大きい

い爲と考えられた。高揮発分,低流動度炭に見られる大きい収縮は,ガス流に對し大きい抵抗性を示す如き層が形成されぬ爲,流動性物質の生成と同時にその軟化熔融層自體が収縮し,且これにコークス化層の収縮が加る爲と思われる。

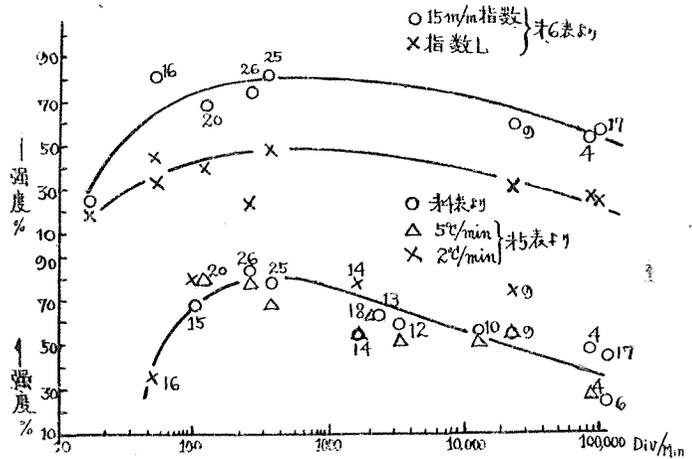
2. 強度に影響する諸條件

試料粒度,乾留中の荷重,試料炭の水分量等に付検討の結果,高揮発分,低流動度炭は試料粒度の小さい程,又乾留中の加壓等が生成コークス強度に有利であり,高流動度炭においてはその影響は本實驗の範圍内においては左程現れず,むしろ逆の傾向が認められた。又水分の影響については試料層の容積比重との関連性が認められるが,結果は必ずしも容積比重のみとの一貫性を示していない。試料充填層の容積比重に関しては,著者の Gieseler のプラストメーターにて流動度 10,000 Div/min 以上のものは水分量増大による容積比重の低下は生成コークス強度を増大せしめ, 300 以下のものでは著しく低下せしめられる傾向があり,その間のものは稍々低下せしめられるが,その低下度は小さい事が認められた。これらは何れも原料炭の性状による適正乾留條件として重要な事と考える。

3. コークス強度と軟化熔融状態における流動度

Davis のプラストメーターによる高流動度温度範圍とシヤター試験によるコークス強度の間に關連性⁸⁾は認められているが, Gieseler のプラストメーターによる流動度とコークス強度の間には關連性のない事は,試料 13 と 24, 又 19 と 26 との間においても認められ,又著書の富士製鐵輪西製鐵所における罐燒試験と

第 15 圖 Gieseler プラストメーターによる流動度とコークス強度との關係



流動度との比較にても明白と考へてられているが, 第 15 圖に示す本研究における各種コークスの強度と Gieseler プラストメーターによる流動度の間に大雑把であるが一連の關連性が認められる。即ち或程度流動度の低い方がコークス強度が大きく現れている。然しこの場合の試料炭は氣乾炭の場合であり, 試料炭の水分が増加すると結果は異つて來る。

以上の事實は前記の如く原料炭による適正乾留條件と云う問題に對して興味ある事實であり, これについては更に今後引續き研究を行うつもりである。

終りに臨み, 本研究に御指導と多大の御援助を戴いている武谷憲教授, 並びに實驗に御盡

力を得た林茂君に深甚の感謝の意を表する次第である。

尙本研究は24年度課題「国内炭による製鐵用コークスの製造」に関する科學試験研究費の補助を受けたものであり、此處に謝意を表する。

文 献

- 1) Robert and Jenkner, "International Coal Carbonization" Chap III. P 50~51 (1934).
- 2) "Coal Carbonization" (Supplement to Colliery Engineering) vol. 4, 168 (1938).
- 3) 北大工學部紀要 第8冊, 第3號, P. 116 (昭和25年).
- 4) L. M. Sapozhnikov, "Coal Carbonization" vol. 3, 42~4, 95~7, 145 (1937). "Chem. of Coal Utilization," vol. I, 287 (1945).
- 5) W. Swietoslawski, Fuel, vol. 16, 204 (1937).
- 6) J. O. Gabinsky and S. I. Badanova, Fuel, vol. 16, 85 (1937).
- 7) Warner, Proc. Amer. Gas Assoc., P 928 (1923). S. P. Burke and T. E. W. Schumann. Fuel, vol. 10, 148 (1931).
- 8) R. E. Brewer and R. G. Atkinson, Ind. Eng. Chem., Anal. Ed., vol. 8, 443 (1936).