

チルドロール用木炭銑の研究 (III)*

(黒鉛の発生, ガス放出, 比熱および熱膨脹との関係)

大 谷 孝 吉**

STUDY ON THE CHARCOAL PIG IRON FOR CHILED IRON ROLLS (III)

(The Relationships among Graphite Precipitation, Gas Exhaustion, Specific Heat and Dilatation of Various Species of Pig Iron during Heating)

Kokichi Otani

Synopsis:

In regard to the graphite precipitation of various species of pig iron, the author measured the specific heat and the thermal dilatation with the specimens which had been vacuum-heated for gas exhaustion, and the results of these tests were indicated as follows:

1) Gas exhaustion: The temperature of gas exhaustion from charcoal grey iron made by the Teikoku Seitetsu Co. was 200 to 300°C, and that from the Teikoku charcoal mottled iron was 1,000 to 1,200°C. The gas of Kamaishi grey iron was exhausted at a temperature of about 300 to 400°C, and the temperature of gas exhaustion from the electric white iron made by the Nisso Seiko Co. was not examined by this test.

2) Anomalous specific heat of vacuum-remelted specimens: The coarse microstructure of specimens of the virginal charcoal iron turned to the fine microstructure and the anomalous specific heat of it was not presumed a principal consequence by the vacuum-remelting.

In the coke pig iron, the flake graphite was changed to the eutectic graphite and the anomalous specific heat became greater. In the Nisso electric iron, however, the microstructure & the anomalous specific heat were not changed at all.

3) Thermal dilatation: In regard to the Teikoku charcoal iron, the thermal dilatation at a temperature higher than 500°C in vacuum was much more than that in argon gas under 1 atm. Therefore, it was presumed that the graphite precipitation was more prominent in vacuum than in argon.

In regard to the Nisso electric iron, the thermal dilatation of the iron at a temperature lower than 600°C was less than that of the other species of pig iron in both of vacuum & the argon under the pressure of 1 atm. At a temperature of about 800°C, the thermal dilatation in vacuum was more remarkable than that in the argon under the pressure of 1 atm.

I. 緒 言

著者はさきに¹⁾²⁾, 木炭銑の特性をのべ, 他種銑鉄と比較して, 二, 三の相異点を見出した。今回は, ガスの含有状態, 真空加熱中の異常比熱, 黒鉛の発生によるものと見られる熱膨脹の変化などを検討することにした。

前回の実験で, 各種銑鉄のガスの含有量はほとんど相異が見られなかつたので, これはガスの吸蔵状態の相異と推定し, まず, 各温度におけるガスの放出状況をしらべた。

銑鉄はパーজন程(熱履歴のなき事)よい性質を示す。真空中であれば, たとえ再熔解でも性質が改善されるものと予想して, 真空中再熔解せる試料の異常比熱を検討

した。

しかして, 木炭銑は黒鉛の発生いちじるしく, それが熱膨脹におよぼす影響も考えられたので, 示差膨脹計によつて各種銑鉄の熱膨脹を測定し, 黒鉛の発生状態と比較してみた。

II. ガスの放出

従来, 木炭銑のガス含有量は他種銑鉄に比較して少ないとの説が多かつたが, 著者の実験³⁾では, 含有量の相異はほとんどみられなかつた。したがつて, ガスに関係があるとすればやはり, 谷村氏³⁾の説に帰着することに

* 昭和 32 年 4 月, 本会講演大会にて発表

** 大谷重工業 K.K. 羽田工場

なる。すなわち、ガスの含有状態が問題である。かかる状態のガスを定量的に捕える目的で、銑鉄試料を真空中で定速加熱して各温度におけるその放出量の測定を試みた。

Fig. 1 に示す装置を以てまず石英管内を約 $1\cdot000^{\circ}\text{C}$

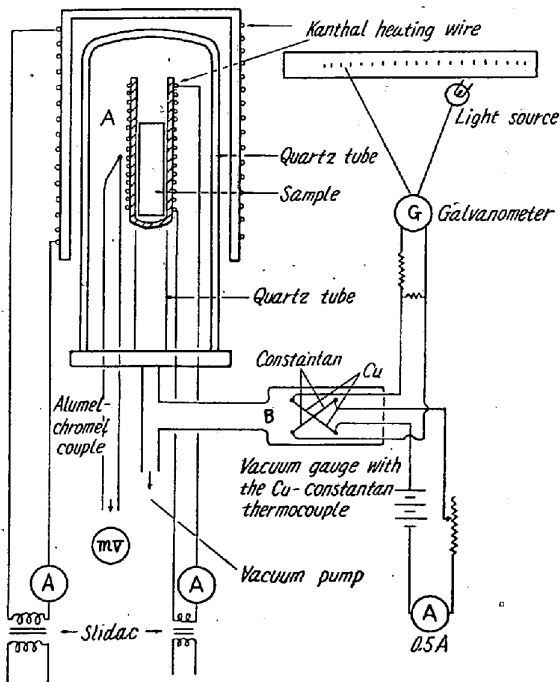


Fig. 1. Instruments to measure the gas exhaustion.

に加熱しながら真空にし、管内の含有ガスを完全に放出させた。つぎにそれを一旦室温迄冷却後試料を装入、 10^{-3}mmHg の真空となし $2^{\circ}\text{C}/\text{mn}$ の定速加熱を行つて試料からの放出ガス量の変化を真空ゲージを用い、検流計および Lamp & Scale によつて各温度ごとにその読みをとつた。

ガス放出量の目安と考えられる Lamp & Scale の読みは Fig. 2 に示す。なお、この図は $2^{\circ}\text{C}/\text{mn}$ の定速加熱による曲線であつて、加熱速度が変化すれば、示される曲線も異なるわけである。

同じ木炭鉄においても、鼠鉄と斑鉄では放出温度が異なる。すなわち、前者は $200\sim 300^{\circ}\text{C}$ で放出されるのに後者は $1\cdot000\sim 1\cdot200^{\circ}\text{C}$ において多量の放出がみられた。

また、釜石鉄(鼠)においては、 $300\sim 400^{\circ}\text{C}$ でガス放出がみられるが、日曹鉄(白)ではガス放出の顕著な温度範囲は判然としなかつた。

Photo. 1 はバージン(真空加熱前)の顕微鏡組織とガス放出後(真空中再加熱後)の顕微鏡組織との比較を示す。この写真によれば、日曹鉄以外は何れも黒鉛の状態に変化を示している。結局、ガス放出の顕著でない日曹鉄は顕微鏡組織上にもいちじるしい変化を示していないのである。

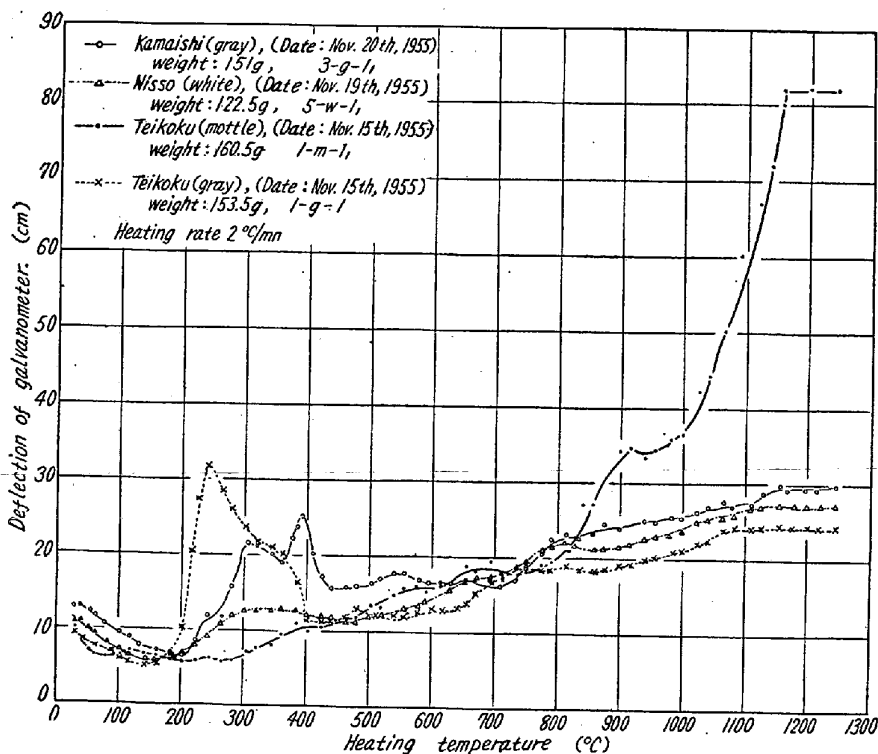


Fig. 2. Quantities of gas exhaustion at respective temperatures in the case of vacuum-heating.

III. 真空再熔解せる試料の異常比熱

著者は前回²⁾、各種銑鉄の A_1 点における異常比熱を Sykes 法によつて測定したが、バージン状態で比較すると、木炭鉄(斑)は他の銑鉄に比して異常比熱が大で、 A_1 点が低いことがわかつた。このことは木炭鉄が熱伝導度の低いことと相俟つて、他の銑鉄より熱的条件が有利なことを示すものである。

ここに各種銑鉄の真空再熔解を行い異常比熱を測定した。Fig. 3 はバージン試料と真空再熔解試料との比熱曲線を比較せるものである。

Photo. 2 には真空中再加熱試料とバージン試料との顕微鏡組織を対照比較せるものを示した。この写真によれば、木炭鉄はバージンで粗い組織のも

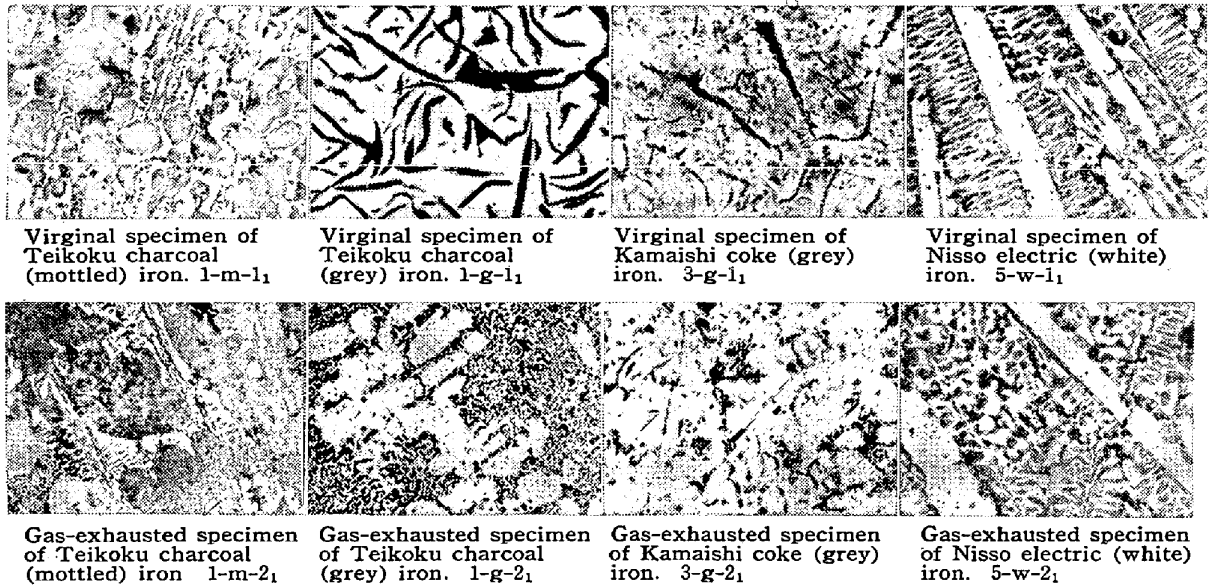


Photo. 1. Comparison of the gas-exhausted specimens and the virginal specimens in their microstructure. $\times 100$ (3/5)

のが、真空再熔解により細かい組織となり、球状黒鉛があらわれている。しかし、この実験では真空熔解により異常比熱は増大することを予想して行つたのであるが再熔解のためか、そのようにはあらわれなかつた。

つぎの釜石鉄では、片状黒鉛のものがこの真空再熔解によつて、共晶黒鉛に変化し、強靱組織を示すようになった。異常比熱もまた大きくなつている。

さらに、日曹鉄の場合は顕微鏡組織、異常比熱、ともに格別の変化はみられなかつた。

Table 1 は上記の結果を総括表示せるものである。

IV. 熱膨脹

木炭鉄の特性の一つである黒鉛の発生状況は顕微鏡組織以外に、その熱膨脹によつても推定することができる。したがつて黒鉛の発生は熱膨脹と密接な関係を有し、しかも端的な目安ともなる。

Table 2 は各種鉄鉄の白鉄と鼠鉄の密度を測定した結果である。これによつて明らかごとく、白鉄は鼠鉄に較べて密度が大であるので、黒鉛の発生は密度を小さくし、体積を増大するものと考えられる。

各種鉄鉄の熱膨脹の変化は、示差膨脹計により測定を行つた。中性体試料は18/8 不銹鋼を用い(試料寸法:10 mm ϕ \times 70 mm), 加熱速度はガス放出の場合と同様、2°C/mn とした。Fig. 4 はその実験曲線を示す。

つぎに、ガス放出と熱膨脹との関係を見るために、各種鉄鉄を真空中とアルゴ

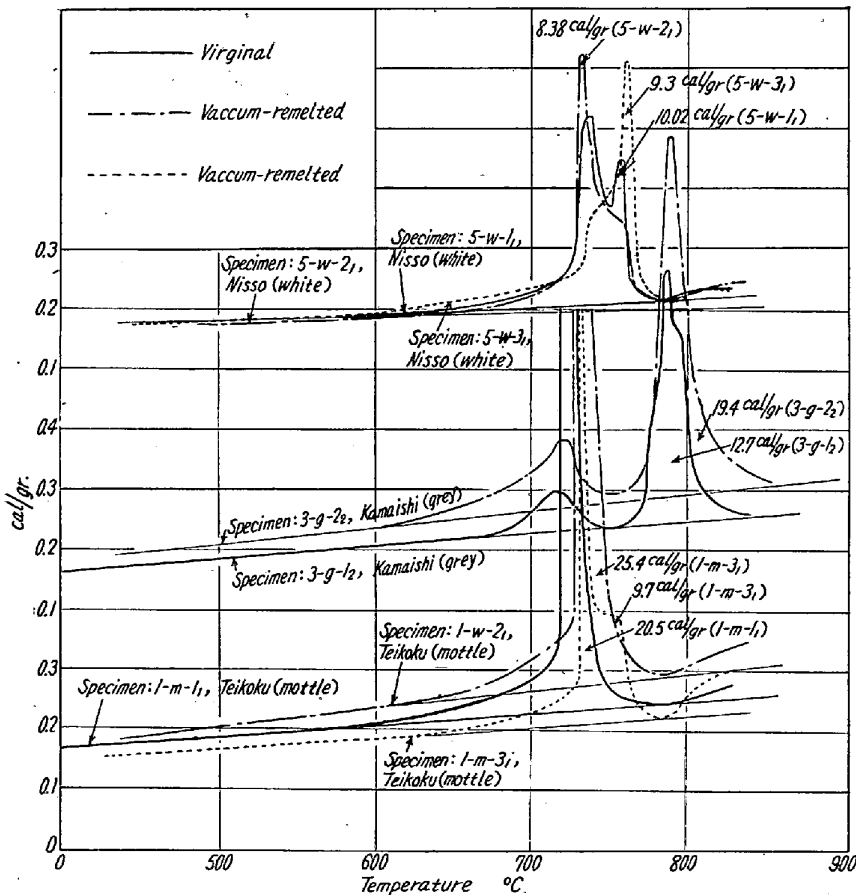


Fig. 3. The comparison of the vacuum-remelted pig iron and the virginal pig iron in their anomalous specific heat.

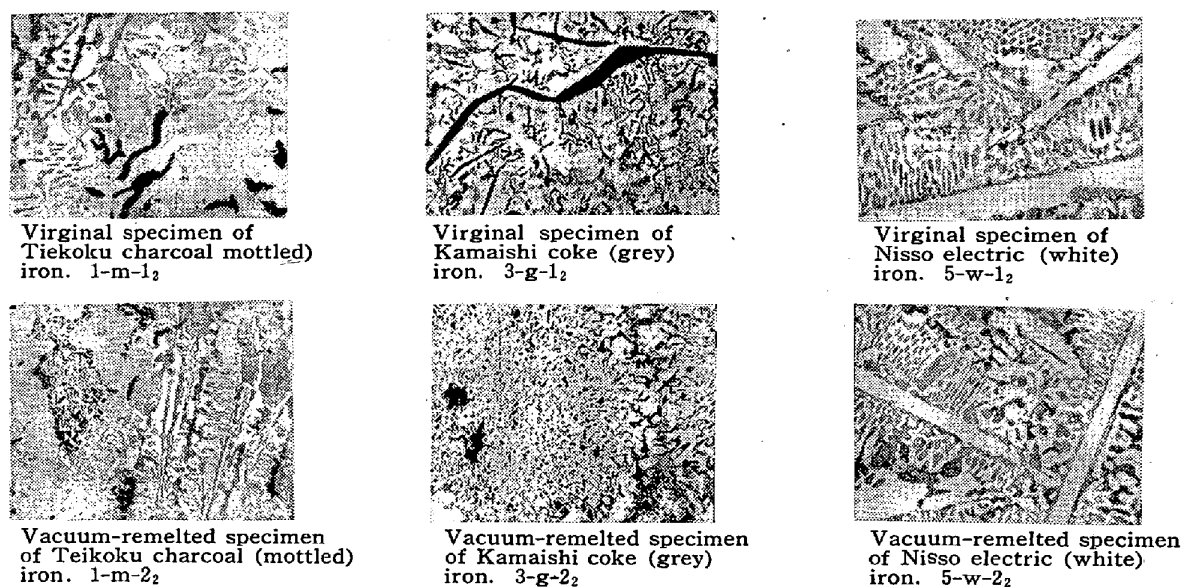


Photo. 2. Comparison of the vacuum-remelted specimens and the virginal specimens their microstructure, in which the anomalous specific heat was measured by the Syke's method. $\times 100$ (3/5)

Table 1. Measurement of anomalous specific heat of various specis of pig iron by Syke's method.

Symbol	Kinds of pig iron	Vacuum-remelted of virginal	Chemical composition %					Anomalous specific heat	Microstructure
			C	Si	Mn	P	S		
1-m-1 ₁	Teikoku	Virginal	3.55	0.28	0.14	0.09	0.018	20.5 cal/g	coarse
1-m-2 ₁	Teikoku	Vacuum-remelted	3.02	0.32	0.11	0.09	0.016	25.4 "	fine, nodular graphite
1-m-3 ₁	Teikoku	"	3.70	0.33	0.18	0.10	0.016	9.7 "	fine
3-g-1 ₁	Kamaishi	Virginal	3.66	2.62	0.61	0.16	0.043	12.7 "	flaky graphite
3-g-2 ₁	Kamaishi	Vacuum-remelted	3.72	2.32	0.23	0.17	0.016	19.4 "	eutectic graphite
5-w-1 ₁	Nisso	Virginal	4.46	0.05	0.14	0.21	0.048	10.02 "	white
5-w-2 ₁	Nisso	Vacuum-remelted	3.56	0.16	0.11	0.27	0.042	8.38 "	white
5-w-3 ₁	Nisso	"	4.23	0.09	0.24	0.28	0.027	9.3 "	white

Table 2. Density of various species of pig iron.

Symbol	Kinds of pig iron	Density g/cm ³	Mean value of density g/cm ³
1-g-1 ₃	Teikoku (grey)	7.03	7.00
1-g-2 ₃	" "	6.98	
1-m-1 ₃	Tikoku (mottled)	7.56	7.56
3-g-1 ₃	Kamaishi (grey)	6.94	6.95
3-g-2 ₃	" "	6.96	
5-w-1 ₃	Nisso (white)	7.65	7.64
5-w-2 ₃	" "	7.63	

ンガス(約1気圧下)中とで熱膨張の測定を行つた処、帝國鉄では、両者間の熱膨張の相異が500°C以上で、きわめて明瞭で、とくに鼠鉄の場合はいちじるしかつた。黒鉛化もアルゴンガス中より真空中の方が顕著である。日曹鉄は他の鉄鉄に較べて600°C以下の熱膨張が少ない傾向を示した。これらの実験曲線をFig. 5に示す。

Photo. 3は上記の熱膨張測定後の試料について顕微

鏡検査を行いその組織を示せるものである。これによると帝國斑鉄は、バージン試料と比較して熱膨張測定試料の方がアルゴンガス中より顕著な黒鉛発生がみられる。

また、釜石鼠鉄も真空中のものがアルゴン中のものに較べて黒鉛発生がいちじるしいが、日曹鉄(白鉄)になるといずれも黒鉛の発生は認められなかつた。

V. 実験結果の総括

ガス放出と熱膨張とを比較すると、ガス放出の多いものは熱膨張も大きく、熱膨張はアルゴンガス中より真空中の方がいちじるしいことがわかつた。また、顕微鏡組織は真空中加熱のものが、アルゴン中加熱のものより黒鉛の発生量が多いことを示した。しかして、とくに、木炭鉄の場合は上記の現象がいちじるしい。

鉄鉄で熱膨張の大きいことは黒鉛の体積増加の大なることで、これは木炭鉄の特性の一つである。このことは普通鉄鉄にとつても望ましいことである。また、普通鉄

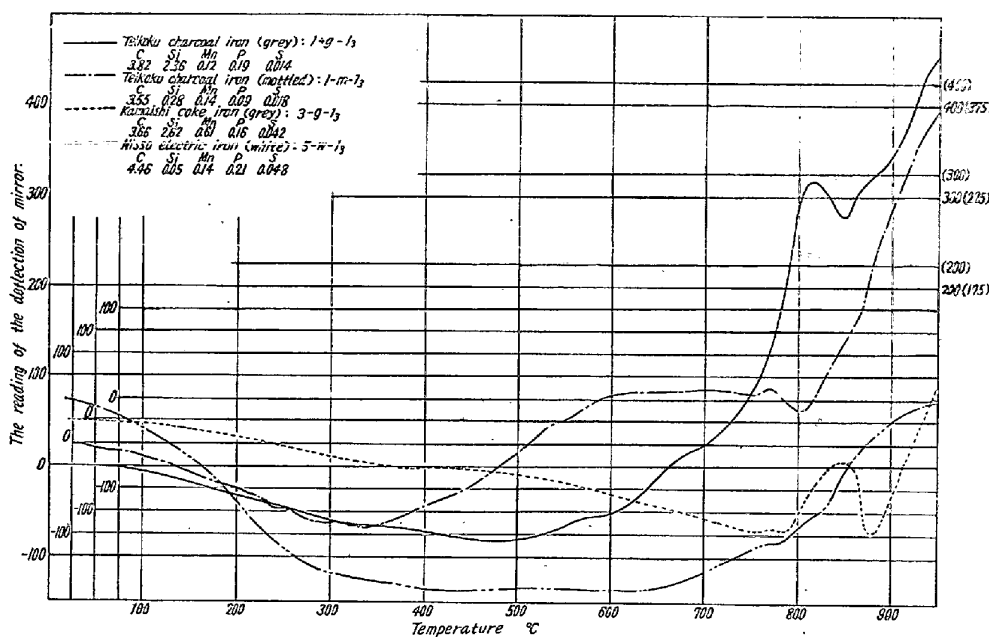


Fig. 4. Dilatations of various species of pig iron at respective temperatures in the case of vacuum-heating.

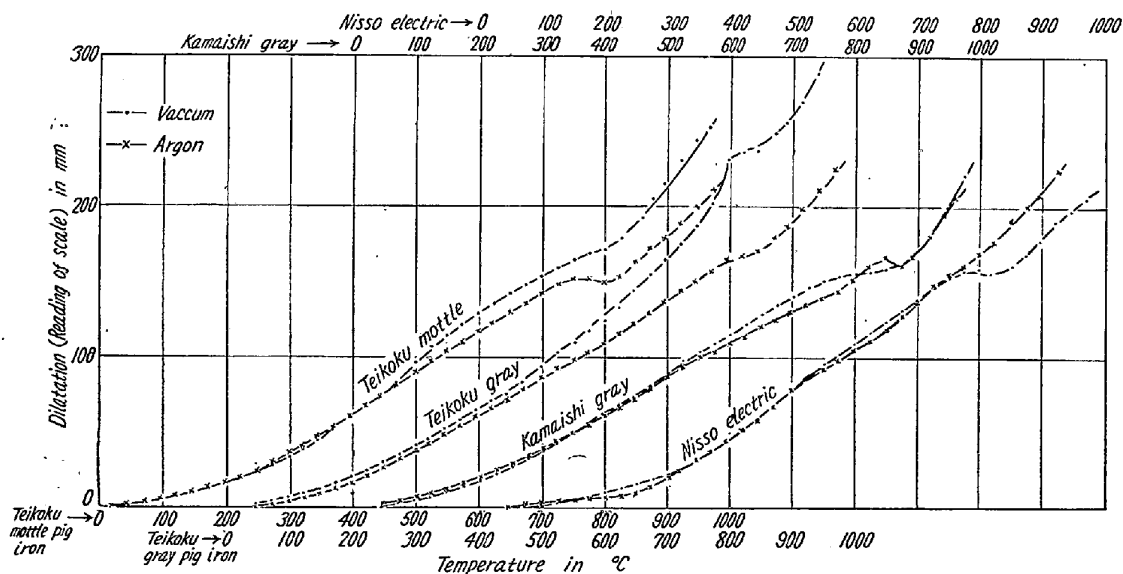


Fig. 5. Total dilatation of various species of pig iron by heating in vacuum & in argon gas.

鉄をガス放出の容易な状態におくこと（すなわち真空再熔解もこの場合の一つである）は幾分木炭鉄に近い性質をあらわすことになる。

このことは、青木、鳥取の両氏²⁶⁾が熔鉄に酸素を吹込んで鉄鉄の性質を改良したことに通ずるもので、いわばガスの放出し易い状態の誘因を作つたものと考えられる。

VI. 結 論

以上のごとく、木炭鉄と他種鉄鉄のガス放出、熱膨脹および異常比熱についての実験を真空中、およびアルゴ

ンガス中で行つたのであるが、その結果はつぎのごとくまとめられる。

1) ガス放出

帝国木炭鼠鉄、斑鉄および釜石高炉鼠鉄のガス放出温度はそれぞれ 200~300°C、1,000~12,00°C および 300~400°C で現われ、日曹電気白鉄の場合は明瞭な温度を認められなかつた。

2) 真空再熔解試料の異常比熱

木炭鉄の場合、異常比熱の一義的結果はみられなかつたが、バージン試料の粗い顕微鏡組織が真空再熔解によつて細くなつた。高炉鉄の場合は異常比熱が真空再熔

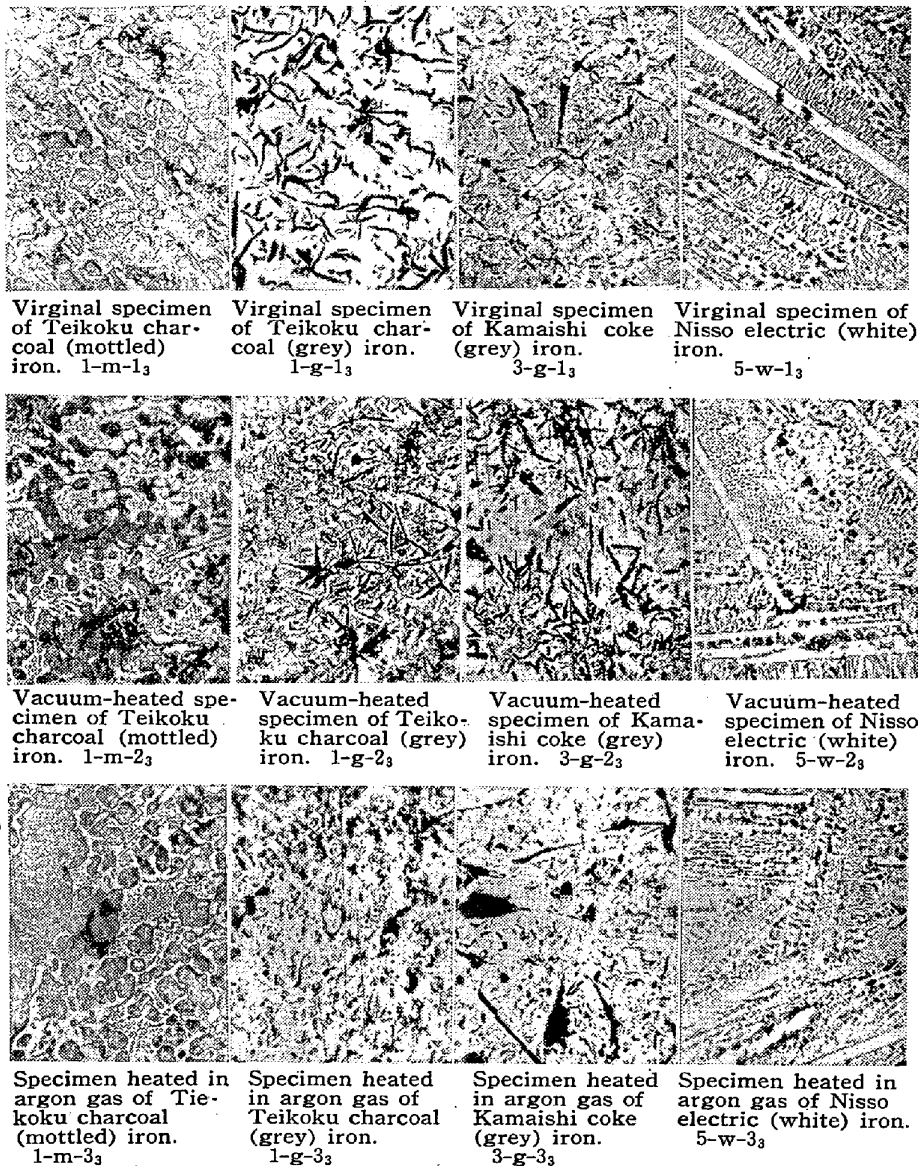


Photo. 3. Comparison of the specimens heated in vacuum or in argon gas with the virginal specimens in their microstructure, where the dilatation of heated specimens at respective temperatures was measured with the differential dilatometer. $\times 50(0.6)$

解によつて大となり、そのパーシオン試料は片状黒鉛が共晶黒鉛に変化した。日曹電気鉄の場合は、異常比熱も組織もほとんど変化はみられなかつた。

3) 熱膨脹

示差膨脹計による測定結果では、木炭鉄は膨脹度合いちじるしく、とくに 500°C 以上では真空中とアルゴンガス中とで顕著な相異を示した。日曹電気鉄は 600°C 以下での試験で、他鉄鉄に較べて、真空中もアルゴン中もわずかな熱膨脹を示した。釜石高炉鉄は、かなり熱膨脹大で 550°C 以上ではアルゴンガス中が真空中より幾

分小さいようであるが、 900°C 附近からはほとんど同程度を示した。(昭和 32 年 6 月寄稿)

文 献

- 1) 大谷孝吉: 鉄と鋼, **43** (1957) No. 5, 522,
- 2) 大谷孝吉: 鉄と鋼, **43** (1957) No. 4, 444,
- 3) 谷村照, 越谷哲郎: 鋳物, **28** (1956) No. 4, 286,
- 4) 革木猪三雄, 鳥取友次郎: 鉄と鋼, **40** (1954) No. 3, 971,
- 5) 鳥取友次郎: 鉄と鋼, **42** (1956) No. 1, 3,