

# 溶融鑄鉄の減圧脱ガスについて

檜垣 達\* 小野 裕\*\*

## Reduction of Gas Content in Molten Iron by Vacuum Treatment

By Tōru Higaki and Hiroshi Ono  
Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

This article is devoted to the writers' study on the reduction of gas content in molten iron produced by vacuum treatment. When the molten iron is treated in a vacuum tank, the gas content is reduced to the remarkable amelioration of the product. In the writers' experiment, the tank was evacuated to about 60 to 80 mmHg, and the treating time was varied from 0 to 100 sec. The results of the study are as summarized below:

By the degassing treatment, gas evolution from molten iron during solidification decreased to 40 to 60%, and the decrease in evolution of oxygen and hydrogen was most noticeable.

As regards nitrogen, on the other hand, its evolution showed only little decrease. From these facts, the writers are certain that all defects of cast irons ascribable to the existense of gas in molten iron will be entirely eliminated by the adoption of the writers' degassing method.

### 〔I〕 緒 言

溶融鑄鉄中に含有されているガスの大部分は鑄鉄の凝固時に放出され、気泡、引け巣など鑄物不良の原因となる。さらに、鑄鉄中に含有されているガスは鑄鉄の組織に著しい影響を与える。このため溶融鑄鉄中のガスの低減法および凝固時の放出ガス量については多くの研究<sup>(1)~(4)</sup>が発表されている。

溶融鑄鉄中に含まれているガスの低減法としては、鋼の場合と同様に脱酸剤による脱酸が考えられ、脱酸剤としては Al, Si, Ti, Ca-Si および SiC<sup>(5)</sup>などが挙げられているが、その効果は鋼の場合ほど十分ではないと考えられる。さらに、真空溶解も効果が大きい、この方法は未だ実際作業には利用できない。この他の方法として減圧脱ガス法が知られている<sup>(6)</sup>が、いまだ本方法によつて溶融鑄鉄の含有ガスがどの程度減少するか、またこのようにして脱ガスした鑄鉄の諸性質がどのように変化するかについての研究は行われておらず、脱ガスの効果もあきらかでない。

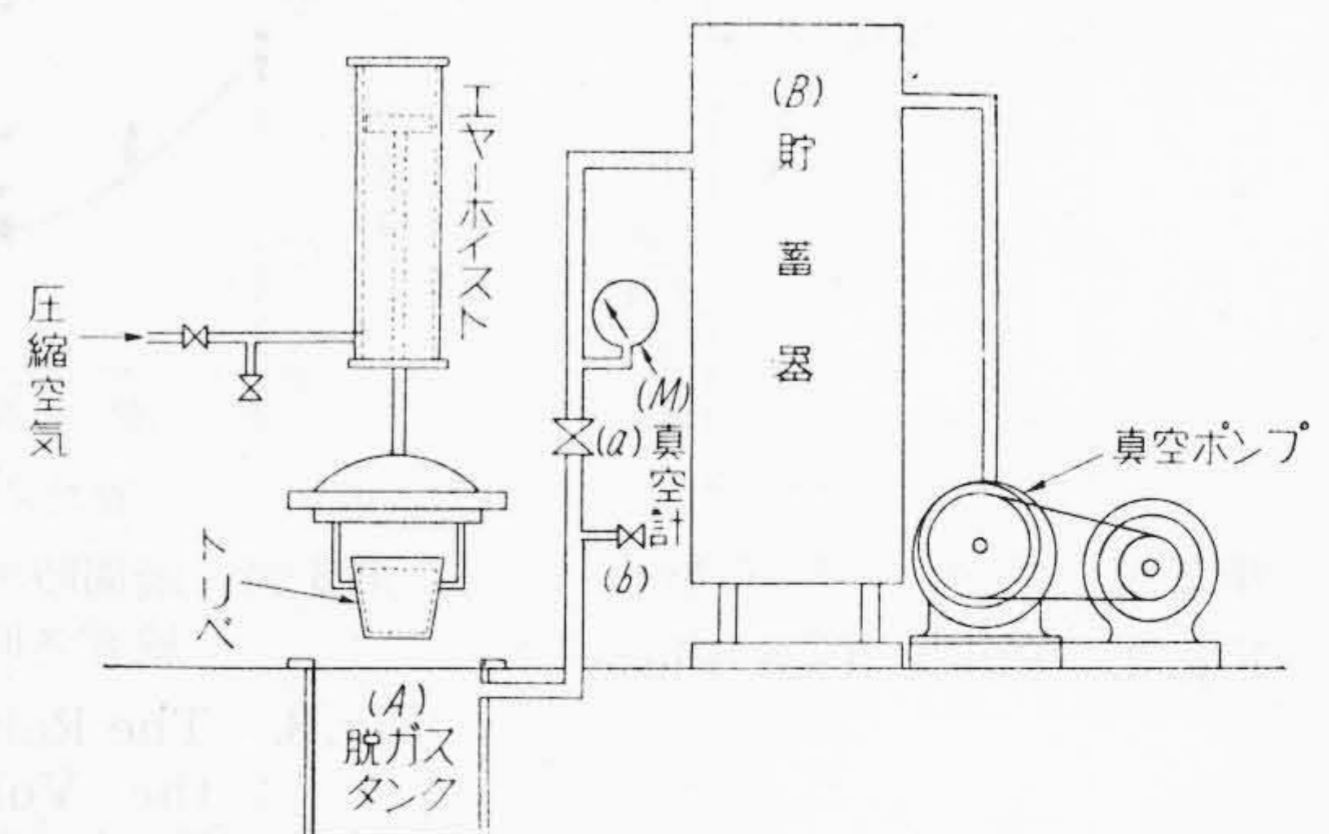
筆者らは溶融鑄鉄を 60~80 mmHg に減圧したタンク中に入れることによつてガス含有量を減少させることが

できるか否か、また脱ガス処理した鑄鉄の性質がどのように変化するかを調べた。

### 〔II〕 実験装置および実験方法

#### (1) 減圧脱ガス装置

減圧脱ガス装置は実際の作業に適用するため 120 kg の溶湯を処理できるように設計したもので、その大要を第1図に示した。図において(A)は溶湯を入れる脱ガスタンクで、(B)は(A)のタンク内を瞬間的に減圧するための貯蓄器である。(M)は真空計、(a)(b)はバルブである。



第1図 脱ガス装置

Fig. 1. The Installation of Degas Apparatus

\* \*\* 日立製作所日立工場

脱ガス処理に当つてはまず (a), (b) バルブを閉ち、貯蓄器内を 40mmHg に減圧する。その後、溶湯を入れたトリベを (A) 内に入れ蓋を閉ちてバルブ (a) を開く。このとき (A) 内は瞬間的に約 80mmHg となる。この状態に所定時間保持した後トリベを取り出し鑄型に鑄込む。

(2) 実験方法

実験は凝固時の放出ガス量、同ガスの組成、引け試験、比重、チル深さ、および顕微鏡組織におよぼす脱ガス処理時間の影響について調べた。同一溶湯について脱ガス時間を変えることは困難なため、できるだけ近接した出湯から約 10 kg のキューボラ溶湯を採取し、脱ガスした後鑄込温度を一定にして鑄造した。凝固時の放出ガス量の測定は大塚氏の考案<sup>(3)</sup>に準拠して行い、放出ガスの分析にはオルザットガス分析装置を用いた。引け試験は第2図に示すブロック試験片を鑄造し、この外引けを測定した後第2図に示すように切断し、この面のサルファプリントを行うとともに巣の存在を調べた。比重の測定はブロック試験片の中心部から 20×20×10mm の試料を採取して行つた。

[III] 実験結果

(1) 凝固時の放出ガスと脱ガス処理時間との関係

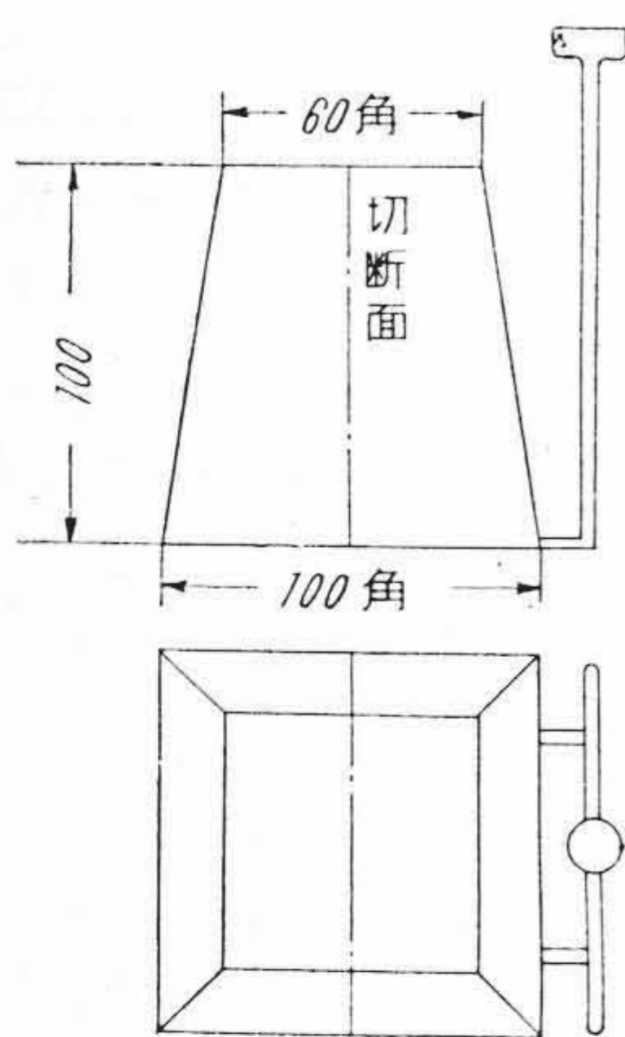
凝固時の放出ガス量と脱ガス時間との関係を第3図に示し、さらに同一溶湯において脱ガスしない溶湯の放出ガス量を 100% として、脱ガス処理したものゝ放出ガス量との比を求めた結果を第4図に示す。両図に示した曲線は測定値の分布の上限と下限とを示すもので、第5図

～第10図の曲線も同様である。第3図および第4図から知られる通り凝固時の放出ガス量は脱ガス処理によつてあきらかに減少する。とくに出湯のままで放分ガス量の多いものは脱ガス処理によつて放出ガス量が著しく減少し、30%にも減じたものもある。さらに凝固時の放出ガス量は脱ガス時間が 60 秒までは脱ガス時間の増加とともに減少し、90秒以上脱ガスしたものにおいては逆に増加の傾向がある。

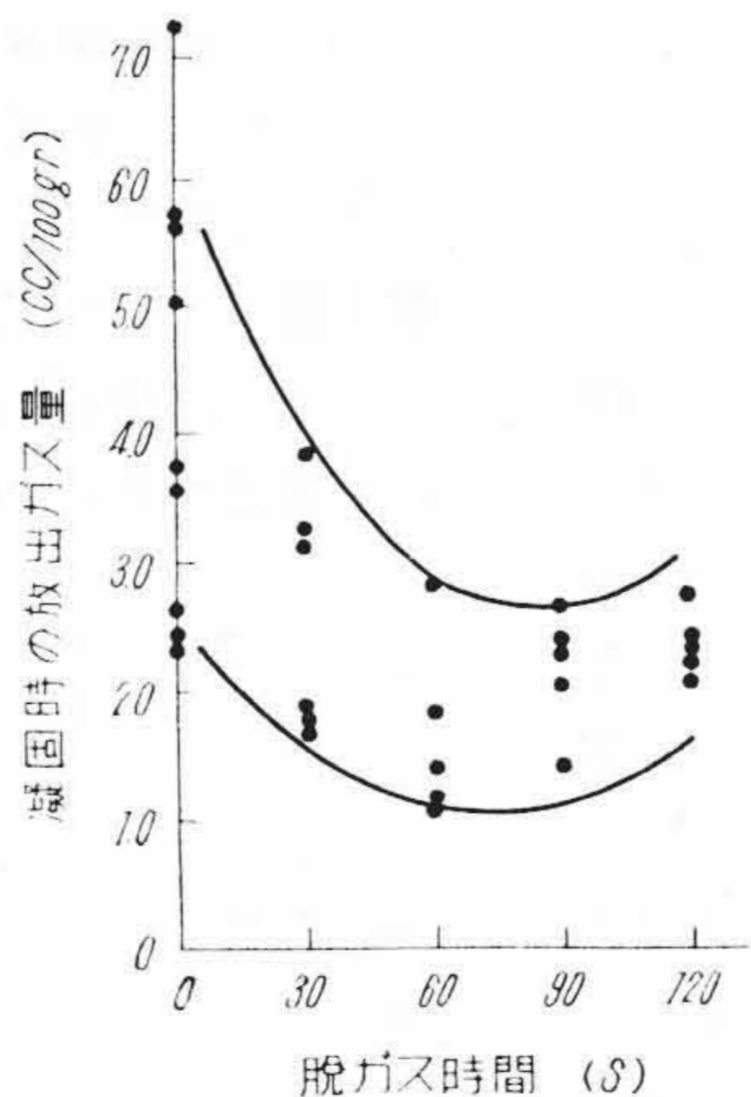
凝固時の放出ガスを分析した結果、定量されたガスは CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> で残りを N<sub>2</sub> とした。これらのガスの中 CO<sub>2</sub> は溶湯から放出された CO が装置内の O<sub>2</sub> と反応して CO<sub>2</sub> になつたものと考え、(CO+CO<sub>2</sub>) で示される量の CO が溶湯から放出されたものとして検討した。さらに CH<sub>4</sub> は溶湯中の H<sub>2</sub> が C と反応して CH<sub>4</sub> となつて放出されたもので、溶湯中から放出された H<sub>2</sub> は (H<sub>2</sub>+2CH<sub>4</sub>) で示されるものとした。

凝固時の放出ガス中の (CO+CO<sub>2</sub>) 量と脱ガス時間との関係を第5図に示し、脱ガスしない場合の (CO+CO<sub>2</sub>) 放出量を 100% として求めた放出量の比と、脱ガス処理時間との関係を第6図に示した。これらの図から知られる通り放出ガス中の (CO+CO<sub>2</sub>) 量は脱ガス時間の増加とともに減少するが 90 秒以上脱ガスした場合には逆に増加する傾向が認められる。

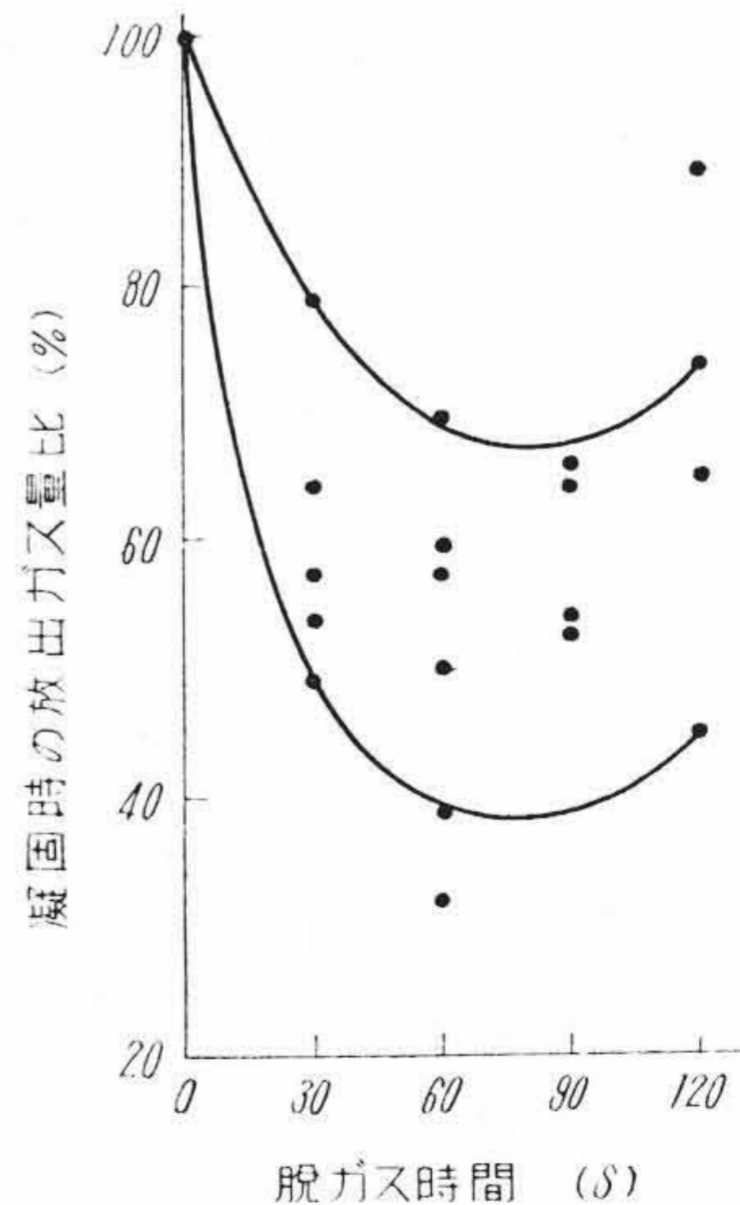
(H<sub>2</sub>+2CH<sub>4</sub>) の放出量と脱ガス時間との関係を第7図に示し、(H<sub>2</sub>+2CH<sub>4</sub>) の放出量比と脱ガス時間との関係を第8図に示す。これらの図から知られるように H<sub>2</sub> の放出量は脱ガス時間の増加とともに直線的に減少してい



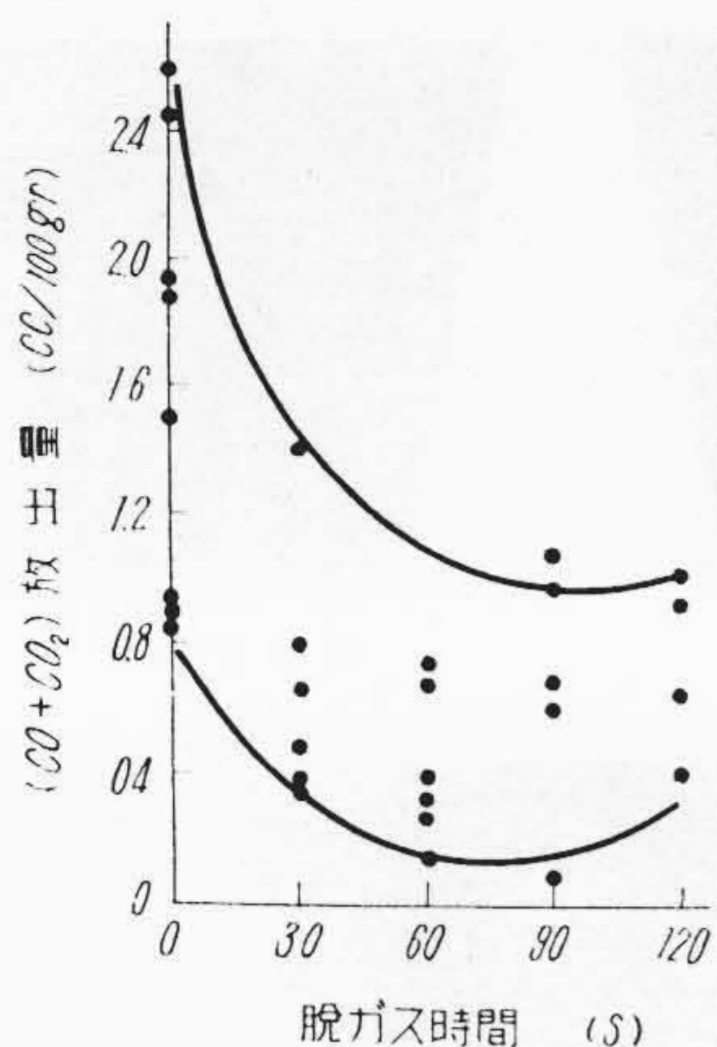
第2図 ブロック試験片  
Fig. 2. Block Test Piece



第3図 凝固時の放出ガス量と脱ガス時間との関係  
Fig. 3. The Relation between the Volume of Gas Evolved on Solidification and the Degassed Time

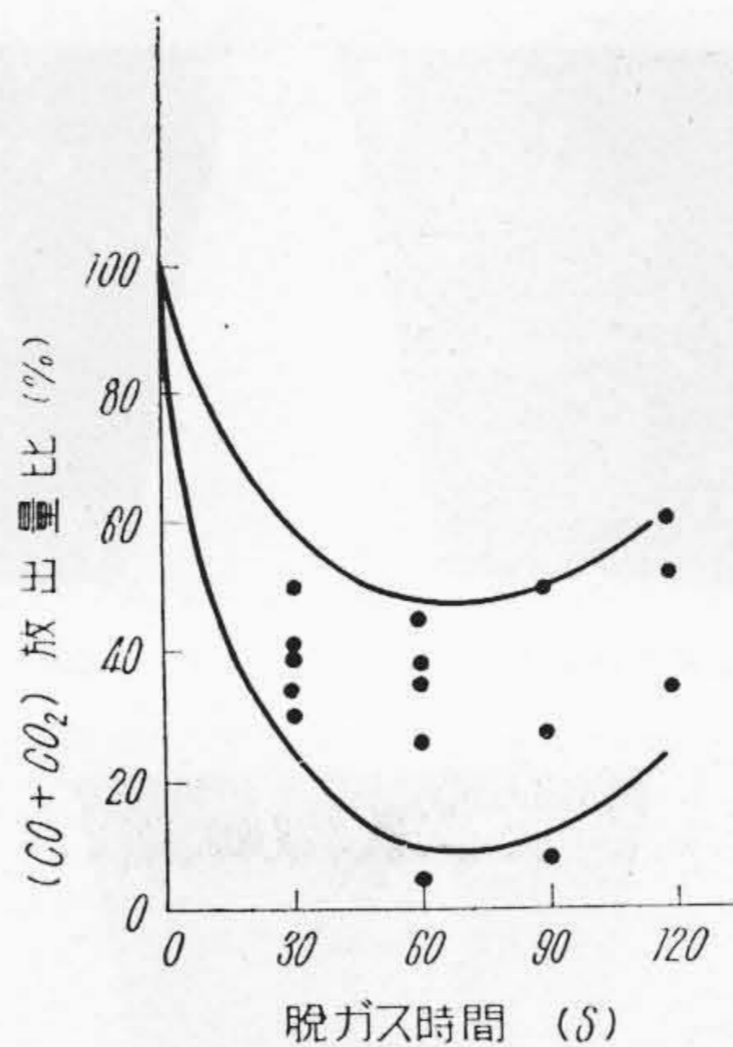


第4図 凝固時の放出ガス量比と脱ガス時間との関係  
Fig. 4. The Relation between the Ratio of Gas Volume Evolved on Solidification and Degassed Time



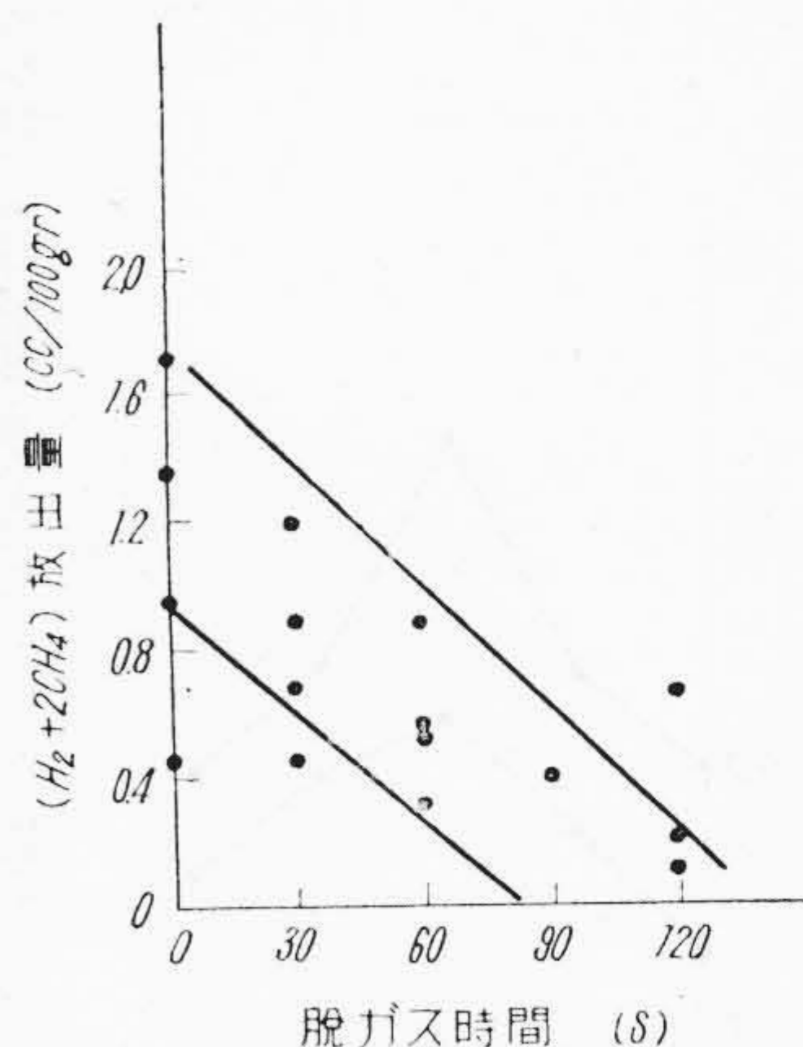
第5図 (CO+CO<sub>2</sub>) 放出量と脱ガス時間との関係

Fig. 5. The Relation between the Volume of (CO+CO<sub>2</sub>) Evolved on Solidification and Degassed Time



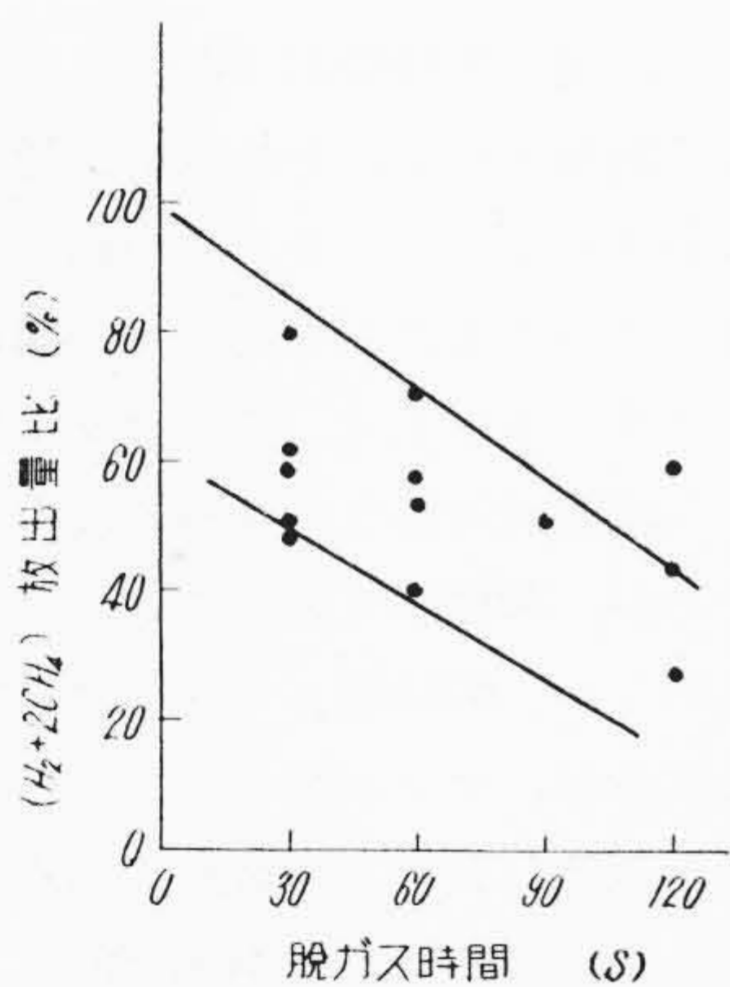
第6図 (CO+CO<sub>2</sub>) 放出量比と脱ガス時間との関係

Fig. 6. The Relation between the Ratio of (CO+CO<sub>2</sub>) Evolved on Solidification and Degassed Time



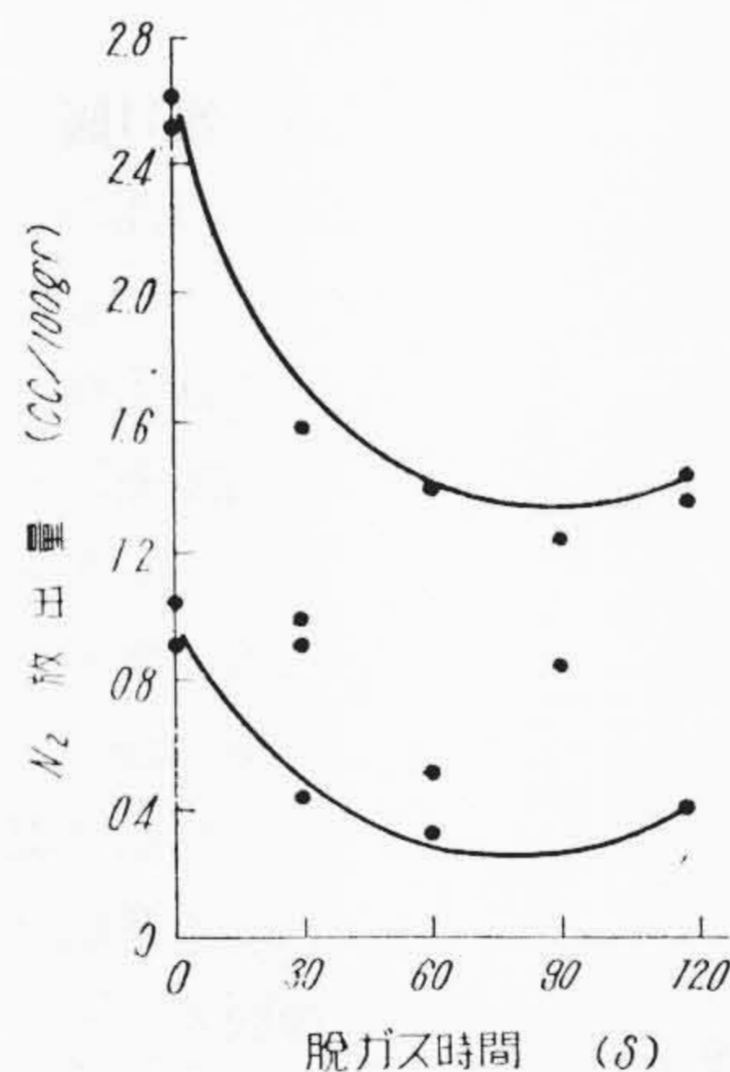
第7図 (H<sub>2</sub>+2CH<sub>4</sub>) 放出量比と脱ガス時間との関係

Fig. 7. The Relation between the Volume of (H<sub>2</sub>+2CH<sub>4</sub>) Evolved on Solidification and Degassed Time



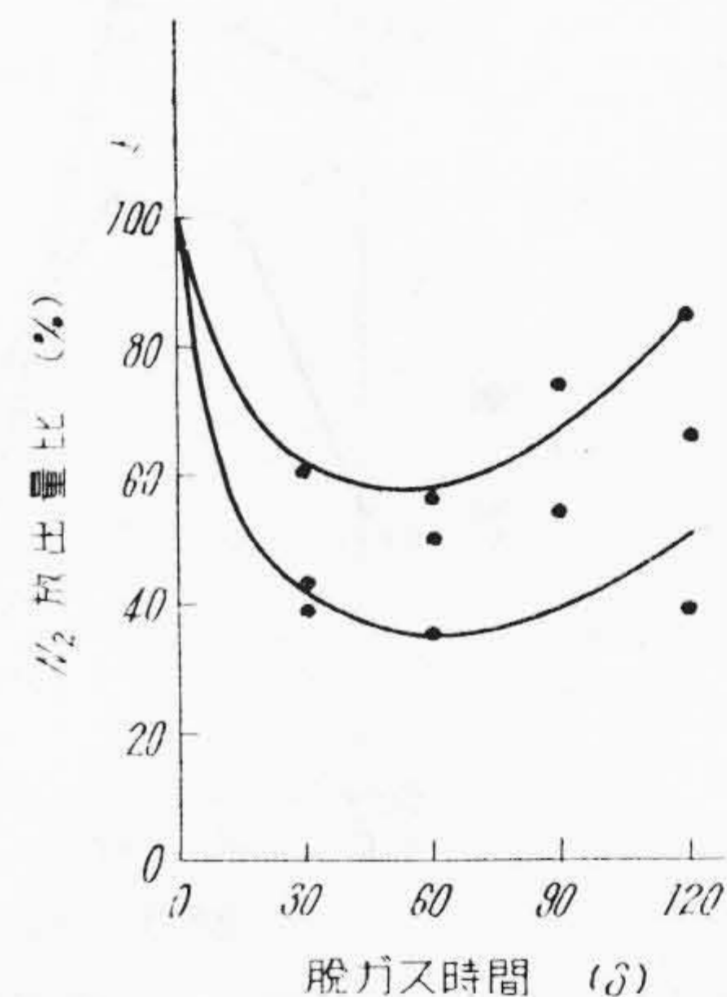
第8図 (H<sub>2</sub>+2CH<sub>4</sub>) 放出量と脱ガス時間との関係

Fig. 8. The Relation between the Ratio of (H<sub>2</sub>+2CH<sub>4</sub>) Evolved on Solidification and Degassed Time



第9図 N<sub>2</sub> 放出量比と脱ガス時間との関係

Fig. 9. The Relation between the Volume of N<sub>2</sub> Evolved on Solidification and Degassed Time



第10図 N<sub>2</sub> 放出量と脱ガス時間との関係

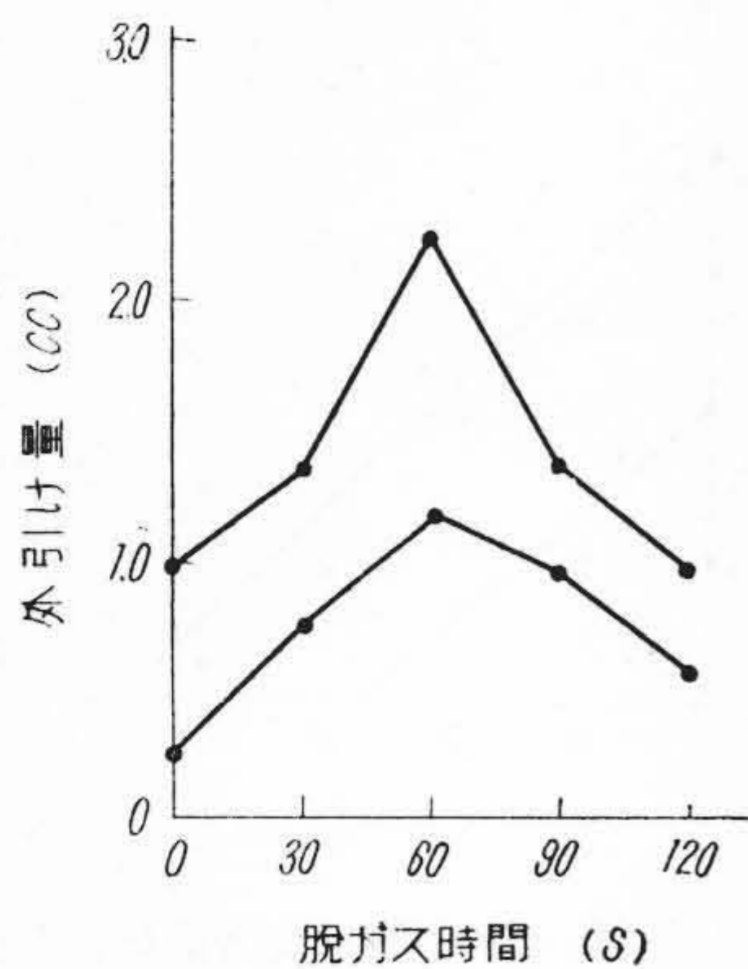
Fig. 10. The Relation between the Ratio of N<sub>2</sub> Evolved on Solidification and Degassed Time

る。N<sub>2</sub> についても同様の関係を第9図および第10図に示す。第9図および第10図から知られる通り N<sub>2</sub> は (CO+CO<sub>2</sub>) と同様に 60 秒脱ガスした場合に極小となることがわかった。

かように、脱ガス処理の効果はその初期に著しく、全放出ガス量は 30 秒脱ガスした場合に約 60% になり、60 秒脱ガスした場合には約 50% になっているが、これ以上脱ガスした場合には逆に増加する。このことは実用にあつて短時間の脱ガスによつて大きな効果がえられるこ

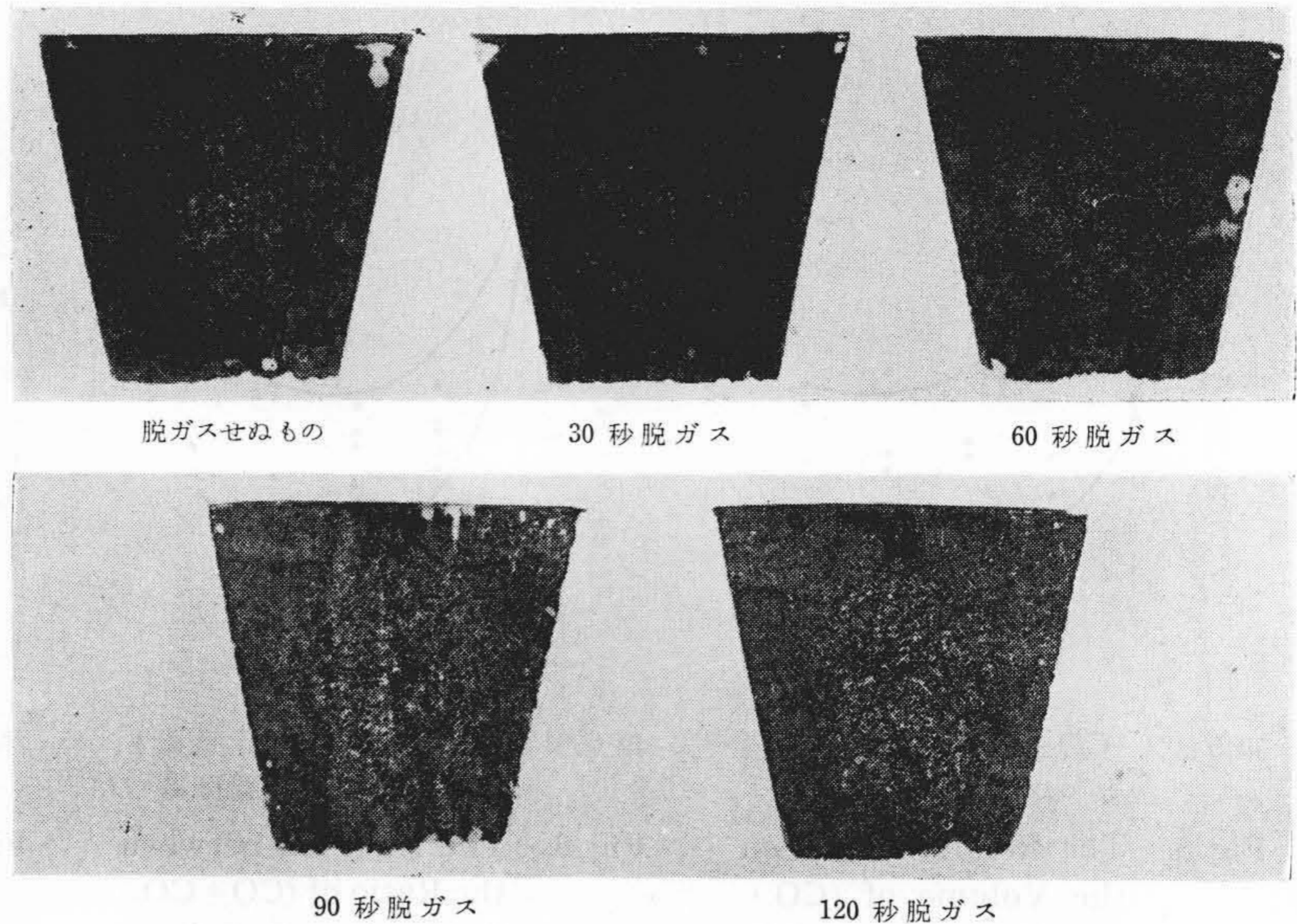
とを証明するものであるとともに、脱ガス処理による溶湯の温度降下が少なくて済むからきわめて有利である。脱ガス時間が長くなると凝固時の放出ガス量が増加する原因についてはあきらかでないが、溶湯中の酸化物、窒化物の変化によつてこれらのガス放出が多くなるためであろう。

(2) 引け試験および比重と脱ガス処理時間との関係  
第2図に示したブロック試験片の外引け、内引けおよび比重と脱ガス処理時間との関係を調べた結果、外引け



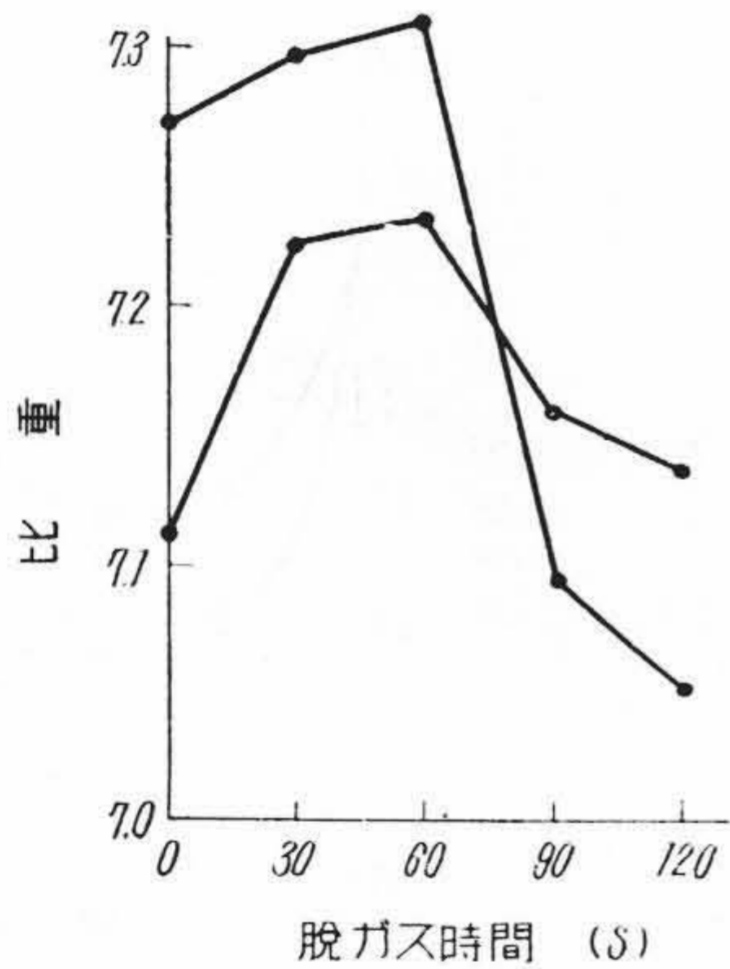
第11図 外引け量と脱ガス時間との関係

Fig. 11. The Relation between the Volume of Shrinkage and Degassed Time



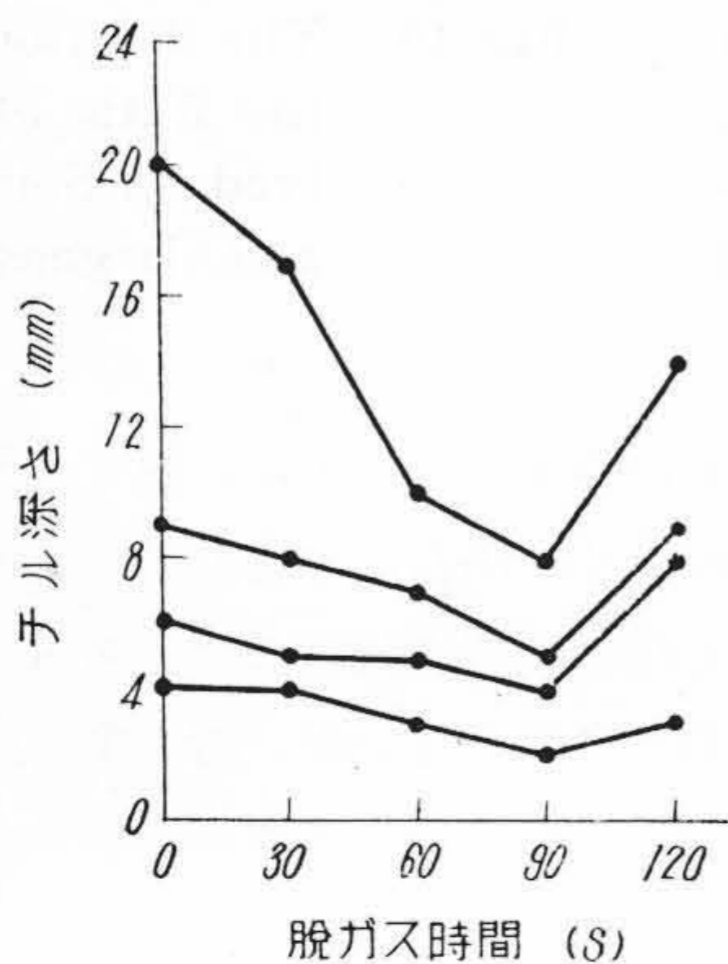
第12図 ブロック試験片のサルファプリントと脱ガス時間との関係

Fig. 12. The Relation between the Sulfur Prints of Block Test Piece and Degassed Time



第13図 比重と脱ガス時間との関係

Fig. 13. The Relation between the Specific Gravities and Degassed Time



第14図 チル深さと脱ガス時間との関係

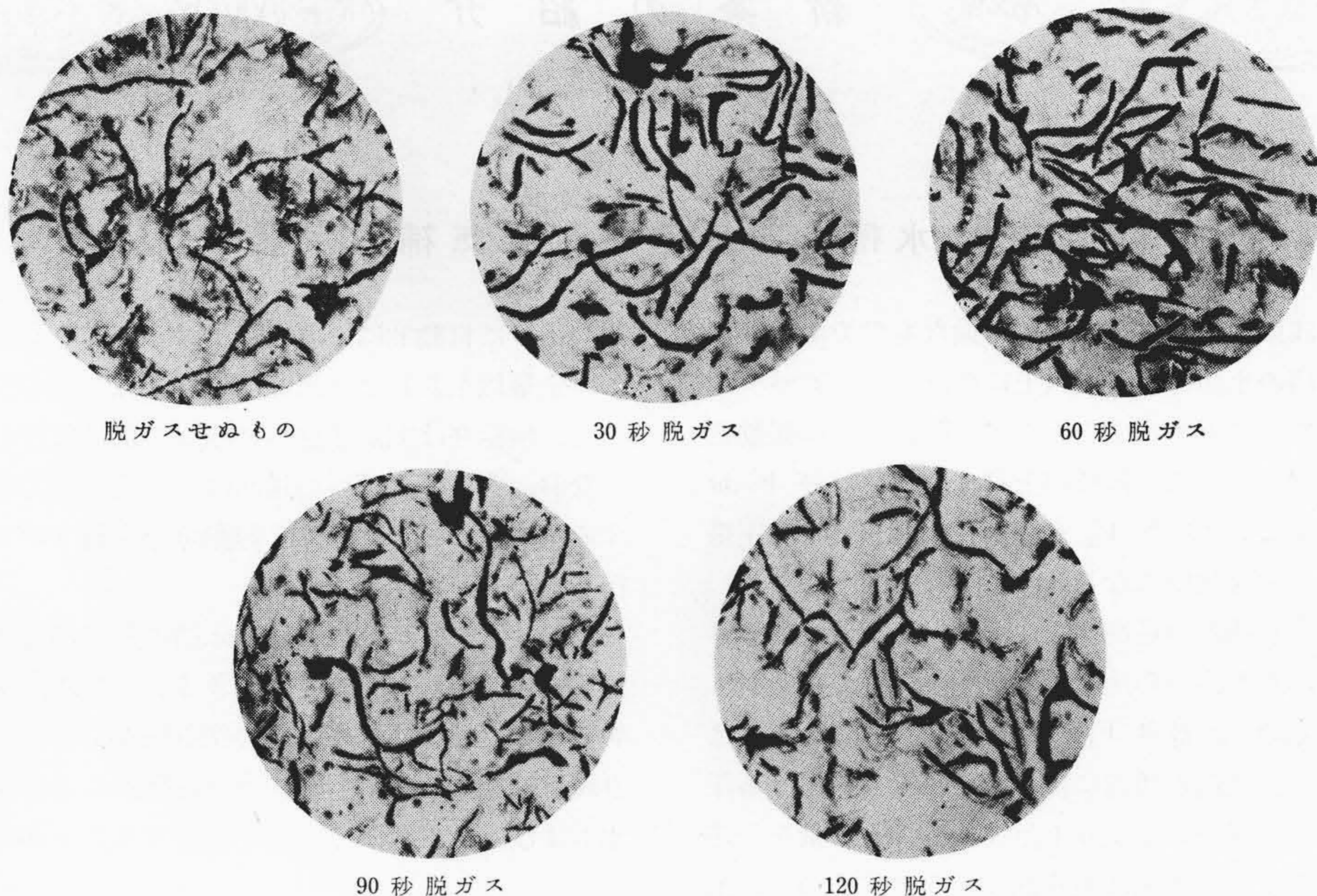
Fig. 14. The Relation between the Chill Depth and Degassed Time

量は第11図に示すように、脱ガス時間が60秒までは脱ガス時間の増加とともに増加するが、それ以上長時間脱ガスしたものでは逆に小さくなっている。この図の測定値を結ぶ線は同一溶解によつてえたものを示す。第12図は切断面のサルファプリントを示す。このサルファプリントからわかるように脱ガスしない試料では中心部に引け巣が存在しているが、30秒脱ガスしたものでは引け巣はほとんど認められない。60秒脱ガスした試料では小さな引け巣が認められるが、サルファプリントに現われる基地は30秒脱ガスした試料より緻密である。90秒脱ガスした試料では小さな引け巣が多数存在しており、120秒脱ガスした試料でも同様で、かつ、これらの基地は粗である。これらの試料の中心部の比重を測定した結果は第13図に示す通りで、60秒脱ガスした場合に最大となつている。第13図の2本の折線は各線が別の溶解によつてえた結果であり、相つながらる線で結ばれた点は同一溶解でえた結果であることを示す。(第14図も同様)

以上の結果から脱ガスすることにより外引けは大きい内引けのない緻密な試料がえられることがわかり、さらに、前述の放出ガス量についての結果を考え合わせると、外引け、内引けおよび比重が溶湯中のガス量と関係があることがあきらかである。すなわち脱ガス処理することによつて外引けは大きい内引けのない緻密な鑄物がえられることがわかつた。

(3) チル深さと脱ガス処理時間との関係

鑄鉄中のガス特に O<sub>2</sub> は鑄鉄のチル性を増大することが知られている。脱ガス処理によるチル深さの変化を調



第15図 FC 19 の顕微鏡組織におよぼす脱ガス時間の影響

Fig.15. The Effect of Degassed Time on the Microstructure of FC 19

べた結果、第14図に示すように脱ガス時間が 90 秒までチルが減少し、120 秒脱ガスしたものでは逆にチルが増加している。すなわち脱ガスすることによって溶湯中の  $O_2$  が減少し、チル性の少い鑄鉄となることがあきらかになった。

(4) 顕微鏡組織と脱ガス処理時間との関係

鑄鉄の黒鉛組織はその含有するガス量によつて変化することが知られている。(7)~(11) 本実験においては脱ガス処理によつてその黒鉛組織がどのように変化するかを調べた。第15図にその一例を示す。これらの図に見られるように溶湯中のガスの含有量が減少するとともに黒鉛化が容易となり 60~90 秒脱ガスしたのものにおいても黒鉛化が良く進行している。

[IV] 結 言

溶融鑄鉄に対する減圧脱ガス処理の効果を凝固時の放出ガス量、その成分、引け試験、チル深さ、比重および顕微鏡組織によつて調べた結果

- (1) 凝固時の放出ガス量は比較的短時間の脱ガスによつて極小となる。
- (2) 凝固時の放出ガスのうち( $CO+CO_2$ )および  $N_2$  は全放出ガス量と同一の傾向を有し ( $H_2+2CH_4$ ) は脱ガス時間の増加とともに減少する。
- (3) 凝固時の放出ガス量が最低となる場合に外引け

は最大となるが、鑄物内部は緻密になる。

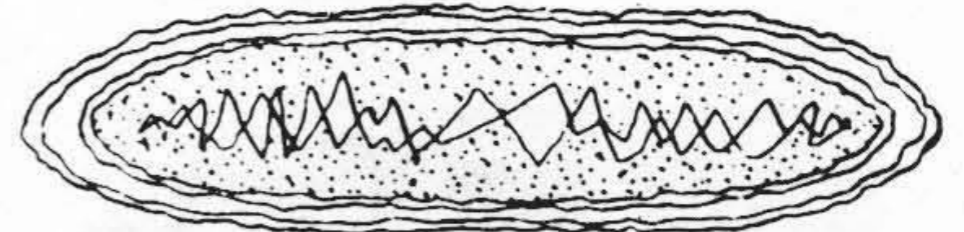
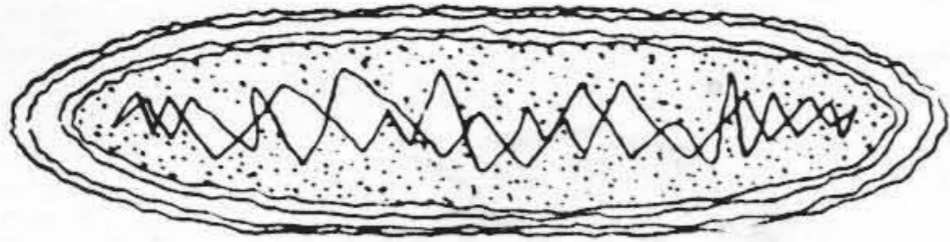
- (4) チル深さも凝固時の放出ガス量とほぼ同一の傾向を示す。

- (5) 溶融鑄鉄中のガス含有量が少い場合には黒鉛化が促進される。

以上のごとく減圧脱ガスすることによつて溶融鑄鉄のガス含有量を減少させることができ、また種々の性質が変化するが、特に肉厚内部の緻密な鑄物を製作するに役立つことがあきらかになった。

参 考 文 献

- (1) Piwowalsky: St. u. Ei. 27 (1927) 398
- (2) W. My. Bachanan: Foundry Trad. Jur. 61 (1939) 444, 62 (1940) 439
- (3) 大塚南夫: 鑄物 21 (1949) 10~21
- (4) 佐藤忠雄: 鑄物 24 (1952) 5~21
- (5) Richard W. Heine: Foundry, 77 (1949) 8~74
- (6) 音谷登平: 鑄物の巣の原因とその対策 共立出版社
- (7) 沢村宏: 鑄鉄の研究 国民科学社
- (8) 宮下格之助: 鉄と鋼 21 (1934) 1
- (9) 田中清治: 鉄と鋼 18 (1931) 690, 22 (1935) 487
- (10) 岩瀬, 本間: 日本金属学会誌 16 (1952) 486
- (11) 吉田道一: 鉄と鋼 36 (1950) 337



実用新案 第408559号

木暮健三郎

蓄圧揚水槽における自動空気補給装置

この装置は船用の給水設備等に好適なものである。

蓄圧揚水槽の水面が規定面以上にのぼると、レバーは浮子の作用により支点を中心として反時計方向に揺動され、押棒を押し上げる。押棒が上昇すれば、球弁  $V_1$  および中間棒を介して球弁  $V_2$  が開かれ、導入孔は蓄圧揚水槽の内部と連通状態になる。

一方蓄圧揚水槽内の最高空気圧を基として予め調節された圧気は、送入路から逆止め弁を押し開いて空気室にはいつているので、球弁  $V_1 \cdot V_2$  が開かれると、圧気は導入孔を経て蓄圧揚水槽内に流入する。すなわち、蓄圧揚水槽内の空気が一定量より不足すると、その量を一定圧に圧縮するための水面は規定面より上昇するので、前

記のように自動的に空気を補給する。もしもこの空気量が一定量以上あれば、水面は規定面以下で一定圧になるので、供給弁は開かず従つて空気の供給は行われない。

なお、蓄圧揚水槽への送水は、一定の圧力範囲で作動する圧力スイッチを介して起動停止を行うポンプにより行う。

この装置によれば、蓄圧揚水槽に於て消耗する圧気の補給を自動的に行うことができる。また水面が異常に上昇した場合および送入路側の空気圧が何らかの原因により低下した場合にも、逆止め弁の閉鎖により送入路側へ水および空気が流れることを防止することができる。

(富田)

