

ガス滲炭窒化法の實用化に就いて

大阪大学* 教授 足 立 彰

I 緒 言

機械器具の部分品として摩耗し易い部分は強靱で耐摩耗性のある材料が望まれるが、この要求に沿うものは概して脆弱であるとか高価で使用に供し得ない等の欠点が多いので一般に低炭素の強靱なる鋼材の表面を滲炭或は窒化して表皮部のみ硬化し内部は強靱なる状態に保持せる材料を使用している。

従来我国で一般に行われて来た滲炭作業は滲炭函中に炭粒と少量の炭酸塩とを混合せる滲炭剤中に製品を埋め約930°Cに加熱して処理する所謂固体滲炭法が多い、一部では熔融青化塩浴中で750~900°Cで処理する液体滲炭窒化法も行われている。

米国では天然ガスを利用するガス滲炭法が盛んで殊に近年は種々改良され少量のアンモニアガスを添加した滲炭窒化法が盛んとなつて来た。この方法の特徴利点を列挙すると、(1)全被加熱体に対する製品の割合が大きく特に固体滲炭法に比べて急速加熱及び冷却が可能となり操業時間が短縮され熱効率が大きい。

(2)製品は所定温度に達する途中性乃至弱還元性雰囲気中で均等に加熱され、次いで滲炭窒化ガス中で均等に処理される。

(3)温度、雰囲気等の調制が自由自在に行われるので製品処理の調制が容易である。

(4)作業管理が充分行われ、清潔で労力は著しく軽減される。

(5)連続炉で量産するに適し又操業費は従来からの固体滲炭法の1/2以下、液体滲炭法の1/4以下と云う程度迄軽減される。

(6)硬化深度の調制が自由に行われ窒化量を加減して低温短時間処理で直接焼入れる事が出来る。又変形量は至

つて少い。

(7)液体滲炭窒化法に比敵する組織のものが得られ、しかも有毒薬品等の危険物を取扱わない点で有利である。

(8)窒素を含んだ硬化層は焼入硬化能が著しく大きいため比較的ゆるやかな冷却速度もよく焼が入り、硬度が著しく高く、耐摩耗性及び耐蝕性が著しくよい。

II 滲炭窒化用ガス

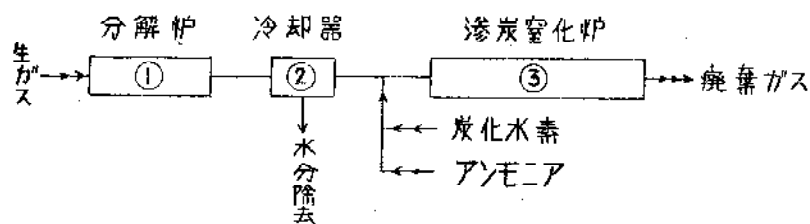
ガス滲炭法としては先ず中性の搬送ガスを作り、これに滲炭能力を与えるために適当な炭素水素系ガスを適量添加し沈澱炭素即ちススの附着しない状態で滲炭せしめる。更にアンモニア瓦斯を適量添加して滲炭窒化を行う場合は比較的低い温度で短時間に硬化層が得られる。次に大阪ガス会社製都市ガスを原料として研究を行つた結果を述べる。その成分は第1表に示す通りである。

第 1 表 生ガスの成分 (%)

CO ₂	O ₂	CO	CmHn	H ₂	CH ₄	N ₂
3.6	4.0	7.0	0.6	20.0	23.0	残り
2.2	9.2	5.2	1.2	24.6	20.1	"
3.0	8.0	7.0	2.5	30.0	22.0	"

生ガスは第1表に示す様に酸素及び炭酸ガスを可なり

第 1 図



含有している。又その量も絶えず変動して不安定であるため直接滲炭作業に供することが出来ない。この生ガスは触媒としての硫酸ニツケル又は硝酸ニツケルを浸した磁性又は耐火煉瓦の粒状物或は木炭粒を充填して900~1000°Cに加熱されている分解炉に通し、 $CO_2 + C \rightarrow 2CO$; $CH_4 + O \rightarrow CO + 2H_2$; $O_2 + 2H_2 \rightarrow 2H_2O$ 等の反応によりCO₂及O₂を変成しCO、H₂O等となしH₂Oは冷却し凝結せしめて除去する。

*大阪市都島区東野田町9

第 2 表 変成ガス分析成分

変成温度 °C	CO ₂	O ₂	CO	CmHn	CH ₄	H ₂	N ₂
500	4.5	1.2	13.2	1.2	20.2	25	残り
700	4.0	0.8	14.3	1.1	19.2	30	〃
900	2.0	0.3	17.6	1.0	15.0	47	〃
1000	0	0	19.0	0.2	12.5	58	〃

第 1 図の①なる分解炉で変成されたガスは冷却器で水分を凝結除去した後は弱還元性乃至中性の搬送ガスとして利用される(第 2 表)。滲炭が内の温度即ち装入材料の温度が低い間はその儘の中性雰囲気ガスとして通しながら加熱し、材料が滲炭温度に達すると炭化水素(ガソリン、粗製ベンゾール其他)を適当に添加して強滲炭性ガス雰囲気として通す、この場合炭化水素添加量が過多であれば分解炭素が材料表面に析出して反つて滲炭作用の妨害となる。

過少なれば、滲炭作用が充分行われぬ。温度、処理の目的その他の条件に応じて調製される。更にアンモニアガスの添加量は通常 5~20% の範囲に渡つて処理温度並に目的に応じて調製する。低温度の場合程多く添加するのが有効である。熱分解に依つて生ずる炉内の有効なるガス成分はガスの流速に大變關係する。又或る程度以上の流速を与えないと均等な硬化層が得られない。水蒸気は滲炭作用に大變有害な影響を与えるため注意を要するが、アンモニア、炭化水素の添加によりその悪影響は減殺される。この点微量(1~2%)のアンモニア添加も大變有益である。

アンモニア添加量は種々の条件に影響されるので最適量は實際して見ないと決定出来ないが滲炭作業の代用として滲炭窒化を行う場合は 10% 以下に止める。又液体滲炭(苛化法)の代用の場合は 10~40% の範囲で行われる。

III 硬化層

硬化層中の窒素及び炭素の量はガス成分以外に処理温度に著しく支配される。750~700°C の低温度で処理し焼入れた場合は最外層は C-N-Fe 三元化合物層で ε 相と稱するものである。次に残留オーステナイトを含むマルテンサイト組織を示している。三元化合物層並に残留オーステナイト量は処理温度の上昇に伴い窒素含有量の減少するに伴い消失して行き約 850°C 以上では殆んど認められない。

硬度と耐摩耗性とは比例しないが、後者の測定困難なる点から専ら硬度で表現されている。然し乍ら硬度の低い三元化合物層、残留オーステナイトの多いマルテンサイト層等は軽い荷重の下での耐摩耗性が著しく高い。又

同時に耐蝕性も良い点は注目すべきである。

III 温度

操業の際温度、時間及びガス成分が種々変えられる。この内温度が多分最も重要な影響がある。温度上昇に従つて一時時間内に生成する硬化層の厚さは増加するが化合物層の厚さの割合は減少する。最外層の化合物層中の窒素量と内部残留オーステナイト中の窒素量とは減少する。この減少は焼入硬化能を減少し、又残留オーステナイト量を減少する。高温で出来た硬化層の表面硬度は低温で出来た硬化層よりも一般に高い。780°C 附近で出来た硬化層は最も均等で烈しい取扱いに耐える。更に低温度の 650~760°C で処理したものは化合物層が厚く、変形も極めて少いが硬化層が薄いので特殊の用途に供せらる。一般には 810~840°C で処理される。同一温度及び時間では滲炭窒化は滲炭よりも硬化層が深い、一般に低温度で処理して変形量を少くし仕上げ代を少くするか或は度々仕上げ作業を省略することを目的とするため硬化層は浅い。

V ガス滲炭窒化の實施例

島野工業株式会社に於ては自転車部分品について従来固体滲炭を行つて来たが合理化の為に阪大工芸部に於ける基礎研究を参考にしてガス滲炭窒化法の工業化に着手し、先づ回転炉で試験したが変形量の多いため実用に供せられなかつたため堅型滲炭炉による試験を行い、種々の段階を経てフリーホキルの団体滲炭作業の一部をガス滲炭窒化法に依つて操業し成功を収めた。現在操業中の概要を述べると第 3 表に示す様な条件で操業を続けている。又作業系統は第 2 図に示す通りである。

以上の条件で処理せる製品は炉より吊り上げ直接油焼入れする。従来固体滲炭法の場合は一旦冷却せしめた滲炭炉より製品を取り出し再加熱し垂取り用の型に箆めて水焼入れをしていたので大變労力と費用が要していた。油焼入れ状態では表面硬度が Rc 61 程度、硬化深度

第 3 表

分解変成温度	930°C
滲炭窒化温度	800~820°C
毎回装入数	400~440ヶ
毎回装入重量	50kg
操業時間	{ 温度上昇時間 20分 滲炭窒化時間 1時間50分
搬送ガス流量(毎分)	50立
ガソリン添加量(毎分)	2.0cc
アンモニア添加量(毎分)	7.0立 (以下32頁へ)