

Fig. 2. Effect of tube rollers and inside surface of tubes.

6. 管の内面状態の影響

成品状態、酸により地荒れをさせた状態、深さ 0.2~0.3mmのVノッチを切つた状態、60メッシュのグラインダーで研磨した状態、旋盤切削した状態および24, 50, 120メッシュのペーパーで軸方向研磨した状態についてD1型ローラーで試験した。Vノッチを切つた状態については、Vノッチが起点となつてCF型のひどい発生をする。また、120メッシュのペーパーで研磨した状態については発生しがたい。他の状態については、成品状態がわずかに発生が少ないが大きな差ではなく、 $\phi=0.8\%$ 以上では加工度が大きくなるほど発生はひどくなる。

7. 管の内面状態および拡張ローラーの影響

管の内面が成品状態(12S~25S)については、D1型、F2型およびF3型の3種のローラーで、また内面60メッシュのグラインダー研磨および旋盤削りした状態(6S~18S)については、D1型とF2型の2種につき試験した。Fig.2に加工度とflakingの発生程度との関係を示した。各内面状態ともローラーにより発生程度は著しく異なっており、F2型およびF3型は $\phi=1.5\%$ 以下においては、いずれの内面状態においても発生していない。しかしD1型は、 $\phi=0.8\%$ 以上では、加工度が大きいほど発生はひどくなる。管の内面状態については、F2型ローラーでは差は認められないが、D1型ローラーではグラインダー研磨および旋盤削りした状態に比較して、成品状態が発生はやや少ない。なお発生したflakingはいずれもAF型である。

V. 総括

拡張加工におけるflakingの発生におよぼす諸因子の影響については、

1. 潤滑剤、拡張速度(拡張ローラーのマンドレル回転数)および間隙は、一般に実施されている範囲においては大きな影響はない。

2. 管の機械的性質は冷間引抜加工のまま、あるいは低温で熱処理した硬い材料は、ひどい発生を起しやすい。

3. 管の内面状態については、悪質な縦筋などが存在していると、これが起点となつてひどい発生をする。しかし、普通の成品状態であれば、60メッシュのグラインダー研磨および旋盤削りした状態より発生しがたい。

4. 拡張ローラーの形状については、試験した因子の内最も影響が大きく、Flakingの発生防止解決策としては、拡張ローラーの形状を検討することが重要である。なお試験した3種のローラーの内、D1型ローラーは発生を起しやすくよくない。

(116) 空気添加によるカーボンポテンシャルの低減について

(バッチタイプ焼入炉における雰囲気調節—III)
大同製鋼, 中央研究所

○益本 茂・保田 正文

On the Carbon Potential Decrease by Adding Air.

(Atmosphere control in the batch type hardening furnace—III)

Shigeru MASUMOTO and Masabumi YASUDA.

I. 緒言

バッチタイプ焼入炉における雰囲気調節に関するこの一連の研究の第1報として、炉室内のコンデイションングおよびパーシング、とくに後者を計算と実験とで論じ、第2報には炉気汚染によるカーボン・ポテンシャル低下対策としてのプロパンエンリッチをとり上げ、その効果を熱天秤による基礎的な実験と、工業的な炉での実証例をあげて詳しく報告した¹⁾。

今回は、第1報報告の際に、2, 3のデータを示して少し触れておいた空気添加によるendothermicガス雰囲気組成変化とカーボン・ポテンシャル低下の状況、添加量の限界などを計算、基礎的な実験および工業的な炉による実証例などを示して報告したい。すなわち空気侵入による炉気汚染の問題から、逆にこの現象を利用し(Fig.1参照)。最近次第に実用化されようとしている低炭素強靱鋼の無浸炭焼入用雰囲気や約0.35% C以下の鋼の焼入用雰囲気として使おうとする理由にもとづき、endothermicガス雰囲気のカーボン・ポテンシャル低下方法のうち、これまでほとんど報告されていない空気添加の方法をまず第3報とした。なおexothermicガスの吹き込み、あるいは混合法については、CO₂量を赤外線ガス分析計で自動分析し、これによる自動制御が概要報告されており²⁾、このほか水蒸気吹き込み、N₂または浄化乾燥したリーントタイプのexothermicガスで薄めるなどの方法³⁾があるが、これらについても順次報告する予定である。

II. 計算結果

一定のendothermicガス雰囲気が、ある温度の炉に送られて安定した状態にある場合、これに空気を混ぜて露点を上げることは、いわば雰囲気中のCOやH₂を空気中のO₂で燃焼させ、その温度でCO, CO₂, H₂およびH₂O 4成分間に新しい平衡関係を生み出すことで

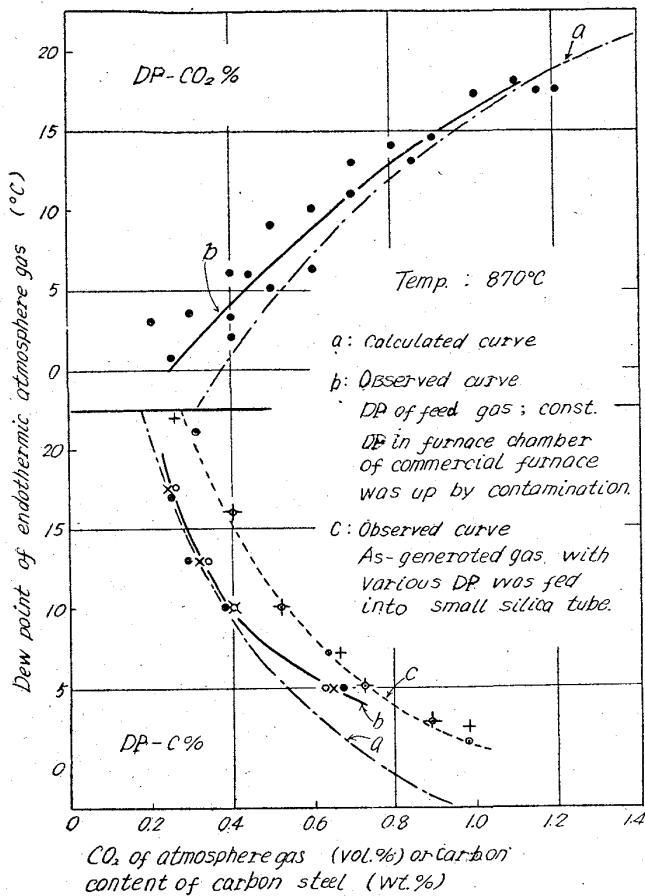


Fig. 1. An example showing influence of atmosphere gas contamination on the carbon potential.

ある。endothermic ガス発生装置の場合のような触媒層で約 1000°C 以上の高温という条件こそ異なつても、本質的には多量の空気を混合させて発生させた場合と同じであり、また、エキソガスの燃焼室の温度が低い場合に相当すると考えることができる。ただし工業的には困難な条件がある⁵⁾⁶⁾。この考えの下に計算した結果は Fig. 2 のごとくである。この図のように endothermic ガスがすっかり燃焼しつくすほど空気を添加する場合は本報の目的とするところではなく、右上の拡大図に見られるように比較的少量の空気添加が対象となる。後出の Fig. 4 に示すように、計算によればカーボン・ポテンシャルは少量の空気では著しく低下するから実用添加範囲はせいぜい 5% ぐらいまでと考えることができる。

III. 実験装置と方法

基礎実験としては、炉内雰囲気の種類を汚染をできるだけ避けるために小型の清浄な石英反応管および熱天秤を使用し、実用試験には、前報で紹介した工業的に現在使われているバッチタイプのガス浸炭焼入炉を利用した。ガスには、工業的設備でもつとも普通の運転範囲である露点 0°C 近辺の endothermic ガスを選んで定期的に発生させたものを使った。添加用空気は、他のガス発生装置を利用して、これの除塵フィルター、ブローアおよび定圧装置を通して引いたものを、プロパンエンリッチの場合と同様、炉に入る前の配管中にキャリアガ

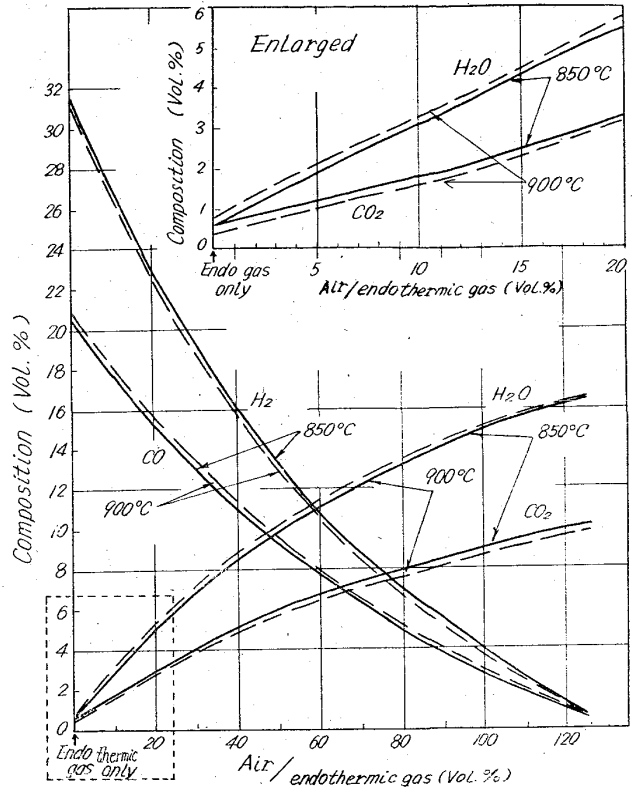


Fig. 2. Effect of air addition on the composition of endothermic gas atmosphere (calculated).

スとはほぼ同圧にて送入した。なお基礎実験と実用試験とは同一のガスを使用した。試験材には、熱天秤では極細の純極軟鋼線を用い、石英反応管と工業用炉では SPM および SK 5 の箔状試片を使ってカーボン・ポテンシャルを測定し、さらに S 50 C 鋼の丸棒状試片を同装すると同時に、工業的な炉では SCM 3, SCM 4, 0.2 C-1.2 Mn-1.5 Cr 鋼の丸棒状試片も用いた。試験条件は両者とも 850°C, 870°C および 900°C の各温度で、保持時間 0.5 および 2hr の処理をした。炉内の雰囲気は 0°C 近辺の endothermic ガスに対して空気添加量を 0 ~ 15% の間を適当な間隔で変えて送った。試片の装入は少なくとも、炉内雰囲気が安定したとおもわれる状態でおこなった。

試験材の処理は、小型石英反応管のほうでは炉内保持後送気のまま石英管とともに管状炉から引き出し、急冷後試片を取りだした。また、工業用炉のほうでは、炉内保持後油冷してとりだした。試験は各条件ごとに、両者平行しておこなった。なお、炉内雰囲気のガス分析は、できるだけ頻りにオルザット法で CO₂, O₂ および CO をチェックした。同時に各試験中炉気もつとも安定したとおもわれる保持終了直前のガスについて CO₂ と O₂ とにはヘンベル計を、その他の H₂, CO および N₂ に対してはガスクロマトグラフ装置を使って測定した。これの分析条件はすでに報告したとおりである⁷⁾⁸⁾。

処理後の試片については、炭素量の分析と検鏡とをおこなった。

IV. 結果

Fig. 3 は、今回の試験において測定した少量の空気添

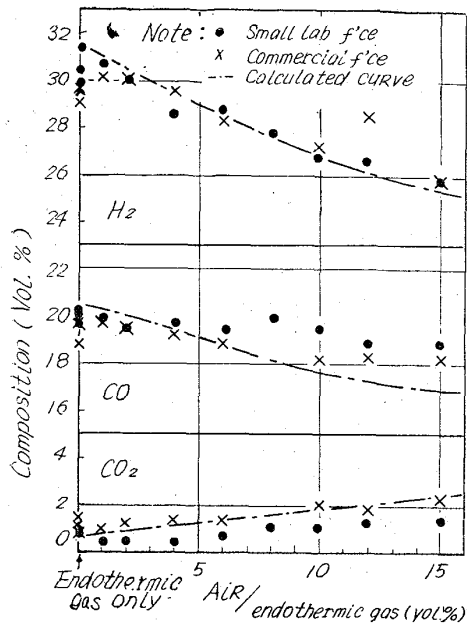


Fig. 3. Comparison between the results of calculated and observed. (at 850°C)

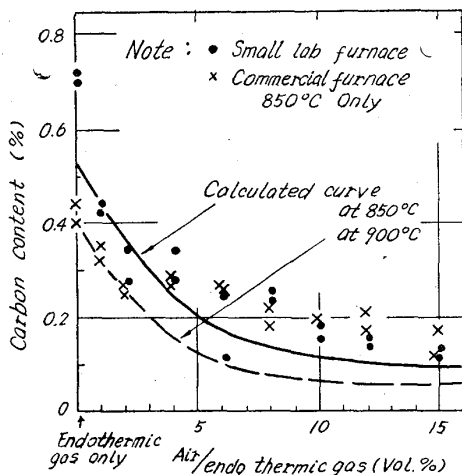


Fig. 4. Effect of air addition on the carbon potential of endothermic gas atmosphere.

加におけるガス組成の計算結果と実測結果とを比較図示したものである。露点はすでに室温飽和に近い状態で測定困難であるので測定はしていないが、他の各成分ともごく少量部分では計算値に比較的一致しているものと考えられる。なお、これと類似の資料を第1報でも参考のために示したが、 H_2 の減量が CO のそれより大きいところから H_2O の生成の方が CO_2 よりも多いと考えられる。実際に観察したところでは、空気添加による炉温の変動は、今回の試験範囲ではまったく確認できなかつたが、炉内ではすくなくとも発熱反応があり、高温ほど CO よりも H_2 の O_2 に対する親和力が大であるという現象に基因するものと考えられる。Fig. 4は、Fig. 3の各ガス組成中で試験した薄試片の炭素量の分析結果すなわちカーボン・ポテンシャルの実測結果である。全般に計算値よりも

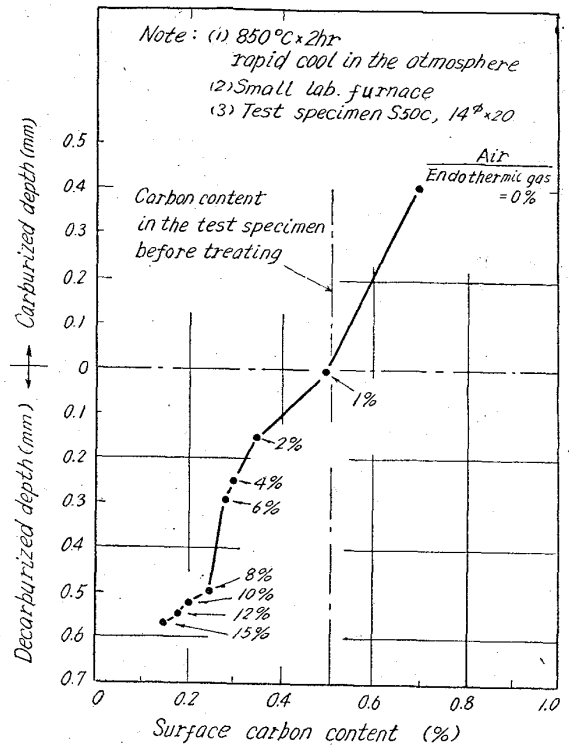


Fig. 5. Effect of air added endothermic atmosphere on surface carbon content.

やや高目の値を示しているが5%添加量以下では、かなりよい一致を示している。これによると $0^\circ C$ の endothermic ガスのみのカーボン・ポテンシャルに対してごく微量の空気を添加するだけで、ポテンシャルの急激な低下をきたすことがわかる。Fig. 5は、小型石英反応管中の試験に装入した S50C 鋼丸棒試片を用いて、その表面炭素量におよぼす空気添加の影響を調べた結果を示したものである。

なお、熱天秤による基礎試験および実際例のいくつかをあわせて報告したい。さらに本試験を通じてわかつたことであるが、本法は計算結果からも予想されるとおり水分の生成が著しい。そのために多量の空気添加は焼入れ油および炉室を損なうおそれが十分ある。したがって究気添加はできるだけ少量にとどめるべきであり、しかも連続添加でなく間けつ的に添加すべきである。たとえ間けつ的であつても 1 回の添加量を多くすべきではない。

V. 結 言

バッチタイプの焼入炉において endothermic ガスのカーボン・ポテンシャルを低減させる方策として、少量の空気添加の方式を研究した。その計算ならびに試験結果をまとめると次のとおりである。

(1) 送気 endothermic ガスの状況や炉況によつてもことなるが、空気添加は少量にすべきである。本法は endothermic ガスを炉内で燃焼するという考え方ではなく、あくまでも少量にとどめ概して 5% 以下である。

(2) 空気添加は連続的におこなう必要はない。むしろ連続添加は極力避けて間けつ的にすべきである。しかも 1 回の添加量を多くすべきではない。この方式は第 1

報のコンデショニングおよびパーシングのデータからも利用可能であることが確認されている。

(3) 本試験範囲の空気添加量では、炉内における発熱は少なく、確認できるほどのものではないので炉温の変動は無視してもよい。

(4) 連続あるいは多量の添加は、かえって水分の生成を多くし、これが炉内を損ない、とくに焼入れ油を劣化することになる。

(5) 空気によるカーボン・ポテンシャルの低減は、空気添加量が1, 2%の少量でも急激で、5%程度で、850~900°Cで0.2%C以下のカーボン・ポテンシャルになる。

(6) 本法における炉気調節を露点でおこなうことは空気添加量1, 2%の微量の場合ならばともかく、一般には非常に困難である。したがって露点にかわつてCO₂による調節がのぞましい。

文 献

- 1) 保田, 益本: 鉄と鋼, 49(1963), 10, p.405~406
- 2) 保田, 益本: " , " , 10, p.407~408
- 3) J. H. Floom: Metal Progress, 82(1962), 5, p. 76~79
- 4) 保田, 益本: 未発表
- 5) 保田, 益本: 鉄と鋼, 49(1963), 3, p. 500~502
- 6) 保田: 電気製鋼, 33(1962), 2, p. 117~128
- 7) " : " , 34(1963), 1, p. 32~39
- 8) " : 鉄と鋼, 49(1963), 3, p. 645~646

(117) 熱処理100kg/mm²ハイテンの特性

(超高張力鋼の研究—I)

日本製鋼所, 室蘭製作所

工博 宮野樺太男・○進藤 弓弦

Characteristics of Quenched and Tempered 100kg/mm² Ultra-High Strength Steel.

(Study on ultra-high strength steel—I)

Dr. Katao MIYANO and Yuzuru SHINDO.

I. 緒 言

最近溶接構造による大型構造物の製作が盛んになり特に高強度の高張力鋼の要望が多い。高強度の鋼材ほど含有合金元素量が多く炭素当量が増加し溶接性がいろいろ問題となる。当所における溶接構造用100キロハイテンはすでに東大ロケットチャンバーの全溶接鋼材として使

用されている実績がある。一方著者らは引張強度80kg/mm²以上の高張力鋼の溶接硬化性と割れ感受性の改善に関する一連の研究を重ね、適切な化学組成と熱処理の調整に努力してきた。その結果2H Ultra 鋼 (HT 80)の溶接性がHT 60に匹敵することを明かにしたり。

さらに2H Ultra 鋼に若干量のCとVを添加することにより容易に熱処理100キロハイテンの製作が可能であるとともに、その溶接性がHT 70相当であることが判明したのでその結果を報告する。

II. 試 料

実験に使用した大型圧延鋼材の化学成分をTable 1に示した。鋼材A~Dは800kg高周波電気炉鋼, Eは6t エルー式塩基性電気炉鋼である。A, BとC, Dの化学成分の間にはV, Bの相異がありそれによる機械的性質が検討される。Eは高周波電気炉鋼の実験結果より考慮しかつ工業生産を目的としたもので、Vのみを添加しBは添加されていないがC量, Mn量を若干多くし硬化作用を増した。鋼材A~Dは板厚12mm, Eは12, 25, 35mmの圧延鋼材に熱間圧延後直ちに850°Cの高温度から水焼入れし試験目的に応じていろいろの温度に焼戻したものである。

III. 実 験 結 果

(1) 焼戻温度と機械的性質

板厚12mmは圧延後水焼入れした鋼材A~Eを550~700°Cの任意の温度に各1hr焼戻し、焼戻軟化の傾向をJIS 5号抗張試験片でまた衝撃抗力の変化はVノッチシャルピー試験片を試験温度0°Cで衝撃しその結果をFig. 1に図示した。V, Bを含有しないA, Bは焼戻温度の上昇につれ機械的強度がほぼ直線的に降下し焼戻温度600°Cですでに90kg/mm²程度に軟化している。V, Bを含有するC, Dは焼戻温度550°Cと600°Cの間に何らの強度低下が認められず、引張強度102kg/mm²前後である。焼戻温度650°Cでなお90kg/mm²の高強度である。衝撃抗力はV, Bを含有した場合焼戻温度600°C以下ではBの焼入能効果とV, Bの焼戻軟化抵抗のため高強度でありながら必ずしも望ましくないものと考えられる。Eは衝撃抗力にあまり有効でないと考えられるBの添加を中止し、C量, Mn量で焼入能を増加させたものでその結果、焼戻温度640°Cでも十分強度を有し衝撃抗力もA, Bに匹敵する高い値である。

(2) 大型圧延鋼材Eの機械的性質

(1)項の試験から最も良好な性質が得られた鋼材Eの板厚12, 25, 35mmの熱処理内容と引張試験結果をTable 2に示した。板厚35mmの厚鋼材でも100kg/

Table 1. Chemical composition of tested steels.

Mark	Chemical composition (%)												
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Mo	V	B	Sol Al	N
A	0.12	0.27	0.76	0.016	0.014	0.80	0.40	0.29	0.41	—	—	0.038	0.0072
B	0.12	0.28	0.85	0.016	0.010	0.81	0.43	0.31	0.41	—	—	0.023	0.0078
C	0.12	0.27	0.74	0.015	0.018	0.86	0.42	0.30	0.41	0.09	0.003	0.041	0.0069
D	0.12	0.28	0.73	0.017	0.018	0.90	0.40	0.27	0.39	0.08	0.003	0.023	0.0078
E	0.15	0.31	0.95	0.013	0.011	0.80	0.48	0.14	0.47	0.07	—	0.028	0.0098