

抄 録

—製 鉄—

熱風温度 2,000°F での溶鉄炉操業における諸問題

(R. T. HANNA: Blast Furn. & Steel Plant, 49 (1961) No. 6, 525~528)

最近の溶鉄炉熱風温度は次第に高温化する傾向にある。熱風温度 1,500~1,600°Fまでは従来の設備でも問題がなかったが、1,600°F以上になると種々の問題を生ずる。本稿は U. S. Steel の Fairless 工場において問題になった事項について述べたものである。

第一にブローパイプの歪、および漏風を生じた。これは 25~20 Cr-Ni ステンレス鋼を用いることにより解決した。ついでブローパイプとペンストックの接合部の破損、熱風管とストックの接合部からの漏洩なども問題となつたが、設計変更、高張力ボルトの使用などにより防止した。これらはいずれもあまり重大な問題ではなかったが、熱風弁その他熱風炉関係において生じた問題は重大なものであつた。

熱風温度が 2,000°F に近付くと、ミクサ配管を通る空気量が急激に減少し、温度上昇を生じたため、一部に煉瓦ライニングを行なつた。熱風弁およびバルブシートも冷却水の環流が十分でなく、構造上の修正を必要とした。熱風弁室の天井部は煉瓦張りで、熱風温度の上昇に伴い、天井部の温度も非常に高くなつたので、煉瓦積の変更、冷却槽の取付などを行なつた。一般的な方針として、1. 金属部はできるだけ耐火物でカバーすること。不可能な場合には交換できるようにする。2. 高合金耐熱鋼を使用すること。ただし熱膨脹率などに十分注意する。3. 冷却水の流速を上げること。この方向で再検討する。熱風温度を上げるため、天然ガスを利用したが、このことは直接的には大きな影響はなかつた。

熱風炉の状況は満足すべきものではなかつた。安定した状況になるまでに非常に長時間を要した。炉頂部温度は 2,200~2,250°F、ガス燃焼速度は 30,000 c.f.m、熱風は 2,000°F、85,000~90,000 c.f.m、1時間~1時間15分であつた。熱風炉使用方法も一部変更したが、将来は完全に自動化すべきで、この場合には最高炉頂温度 2,350°F、熱風温度 2,100°F で安全に操業しようものと考えられる。

(河合重徳)

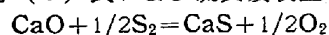
—製 鋼—

溶融石灰—アルミナ系の活量 (R. A. SHARMA and F. D. RICHARDSON: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), 198 (1961) Part 4, 386~390)

1,550°C における CaO-Al₂O₃ 系スラッグの硫黄吸収能と CaS 溶解度をガス—スラッグ平衡法で測定し、さらに結晶カルシウムアルミネートの熱力学的データを用いて、この系の溶融全域にわたつて、各成分の活量を求めた。

実験方法としては、1% SO₂、50% N₂ および H₂:CO₂ を変えたガス雰囲気中で7時間スラッグと平衡せしめた後、吸収硫黄量を定量するものである。これによれ

ば、一定組成のスラッグで P_{H₂}/P_{CO₂} を増加するにつれ硫黄量はある飽和量 (例えば N_{CaO}=0.57 で S%=0.58) に達するが、硫黄吸収能 C_S(=%S/(P_{O₂}/P_{S₂})^{1/2}) の値は硫黄量にかかわらず一定値をとる。ここでつぎの反応と (1) 式および硫黄吸収量の条件から a_{CaO}/γ_{CaS}



$$a_{\text{CaO}} = \frac{N_{\text{CaS}} \cdot \gamma_{\text{CaS}}}{K} \left(\frac{P_{\text{O}_2}}{P_{\text{S}_2}} \right)^{1/2} \dots\dots\dots (1)$$

(a_{CaO} は CaO の活量, N_{CaS} は CaS 飽和値のモル分率, γ_{CaS} は同活量係数, K は反応の平衡恒数) が得られるので, a_{CaO} がスラッグの組成だけにより, γ_{CaS} が飽和値まで N_{CaS} によらないと仮定すれば,

$$a_{\text{CaO}} = \frac{C_{\text{S}} \cdot \gamma_{\text{CaS}}}{32N \cdot K}$$

(N はスラッグ 100 g 中の (CaO+Al₂O₃+CaS) のグラムモル数.)

で CaO の活量が計算できる。ただしこの場合の活量の規準は固相と共存の点を選んでおり、その精度は±10% である。このようにして求めた a_{CaO} を (1) まで外挿したスラッグの組成は、状態図で 3CaO·Al₂O₃ がないとして、CaO の飽和曲線を外挿した値とよく一致する。

(N_{CaO}=0.72±0.01)

一方 Al₂O₃ の活量は Gibbs-Duhem の式を用いて a_{CaO} から求めている。この場合にも CaO·Al₂O₃ がなく Al₂O₃ で飽和しているとすれば (a_{Al₂O₃}=1) 状態図から得られる外挿値 (N_{CaO}=0.48) に近い値が得られる。

このようにして得た全溶融域 (N_{CaO}=0.48~0.72) の活量は 12CaO·7Al₂O₃ (N_{CaO}=0.63) の点で、生成自由エネルギーから計算した値と比較してチェックした所満足のゆくものだつた。また 1,500°C の溶融 CaO-Al₂O₃ の分子生成自由エネルギーも図示している。(佐野信雄)

高速度鋼の清浄度におよぼす溶解作業法の影響

(W. L. HAVEKOTTE: Proc. Electr. Furn. 17 (1959), p. 316~341)

実験炉は直径 9 ft のエル—炉で炉底・炉壁には塩基性煉瓦を (マグネサイトと syndolag で補修)、炉蓋は珪石煉瓦、レードルは耐火煉瓦で内張りしてある。容量は 13,000 lb、2,500 KVA トランス (No. 1 炉) および 15,000 lb、3,000 KVA トランスである。これらによる高速度鋼の標準製鋼作業要領は①高速度鋼および炭素鋼スクラップ、酸化金属 (WO₃, V₂O₅, MoO₃)、高炭素 Fe-Cr、石灰などを装入・溶解。② 75~100% が溶解したとき酸素を吹込む (普通 3~5mn)。ガス流量は約 230 c.f.m、露点は <-60°F。③スラッグを石灰、螢石、CaC₂、FeSi 混合物で還元。最後に少量の Al を使用。④ No. 2 炉の溶鋼はレードルで一たん受けたのち再び炉に戻す。(スラッグと溶鋼をよく混合させるため、No. 1 炉では実施せず。)これが出来ない場合は露点<-60°F の乾燥空気を吹込んで攪拌。⑤除滓後 CaO+螢石

を投入。⑥合金成分を分析し必要量のフェロアロイを出鋼 30~60mn 前に投入。⑦出鋼 20mn 前に Fe-Si を投入。⑧出鋼直前に Al を投入。⑨規定の温度でレードルに注入し、5~7mn 後に 6¹/₈in~18 in 角型上広鋳鉄製鋳型に鋳造。型の内面には樹脂を塗布し、また発熱ホットトップを使用。

調査の対象とした鋼種は AISI M-1, M-2, M-7, M-10, T-1, T-5 で全 173 溶解。清浄度の判定は H-F (硬化-抗折)試験にしたがって行なつた。すなわち試験ビレットより約 3/8 in 厚の板を切断し、空気中で 1,500 °F に予熱したのち所定の温度の塩浴中で 3mn 加熱してから油焼入を行なう。これを円板破壊試験機 (周辺を支持し中央部をハンマーで打撃を加える) で破壊し、肉眼によつて破面のスリットの有無により清浄度を判定する。

これらの調査によりつぎのことが判明した。①適正塩基度の充分還元された活性スラッグを少くとも 20mn 保持してから出鋼するとよい。出鋼スラッグ中の CaO-SiO₂ 比が高いほどよく、これが 3.5 以下になると急激に悪くなる。また SiO₂ は低い方がよく、19% を越すと悪くなる。②乾燥空気 (-60°F) を吹込み数分間攪拌してから溶鋼温度を測定した結果、2770°F までは清浄度がよくなるがそれ以上では変化がない。また溶鋼をレードルに移す際に 35~50°F、レードル中で 4~5°F/mn の割合で冷えるが、鋳込み作業を終つたときレードルの内側に溶着するくらい温度が下つている場合は清浄度の悪い可能性が多分にある。③レードル、鋳型を清浄に保つこと。④出鋼孔を適当に小さくし、スラッグが溶鋼と一緒に流出しないようにする。⑤合金元素の添加後充分還元させてから出鋼する。(上正原和典)

ステンレス鋼吹精の際の酸素の代用としての乾燥空気 (J. B. BRIDGES: Proc. Electr. Furn., 17 (1959), 370~378)

Cameron Steel Works での試みで、これに用いる装置は数百ドルの極く簡単なものである。すなわち直径 20 in, 高さ 48 in, 入口・出口には活性アルミナ粒をつめたスクリーンを有し、4 基のエアコンプレッサーで空気を供給するようになつている。

まづ AISI 304 に対して乾燥空気吹精が試みられたがこの場合 Cr の損失は 1.25%, 温度は吹精の前後で変化がなく。装入物は溶け落ち時に Cr 13.50%, C 0.15~0.25% を目標。溶鋼温度は 2,875~2,890°F。電極を昇げ、炉蓋を除去し、衝立で飛沫を避けながら 1 in のスリーブ付パイプを用い圧力 62 lb で空気吹込を開始。5mn で Si は除去、ついで C が 2¹/₂~3mn 毎に 0.01% の割合で除去される。溶鋼温度は吹精開始時の ±30°F 以内に保たれる。普通吹精を 35~40mn 行なうと窒素が 0.06% 補足されるが、これを除くために 1/2 in のパイプで 60 lb の酸素を吹込む。この場合温度は 150°F 上昇する。35~40mn の吹精のち約 3% の Cr が除かれスラッグ中に入る。このスラッグは表面が硬くクラスト状を呈している。つぎに 1,500 lb の石灰、1,500 lb の Fe-Cr-Si を投入し通電する。また還元期に 300~400 lb の 20 メッシュ以下の 75% Fe-Si を追加する。この還元期は酸素吹精の場合より幾分短い。

AISI 410 についても同様に空気の使用が試みられ、その結果、①作業時間の短縮。②炉の損傷の程度は単一スラッグ溶鋼、あるいは炭素鋼の場合と同程度。③Cr の回収率良好。④鋼の清浄度が高い。⑤機械的性質は酸素吹精のものより優れている。ことなどが判つた。

(上正原和典)

500t 平炉の操作記録 (E. I. DIRSHTEIN, et alii: Stal in English, (1961) No. 3, 170~173)

ソ連の 500 t 平炉(新設)について、その操業記録を報告している。平炉の諸元はつぎの通りである。

炉容: 500~550 t 炉床面積: 105m²
 鋼浴深さ: 1.2m 天井の高さ(土堤より)3.15m
 Uptake 面積: 10m² スラッグポケット: 142m³
 蓄熱室容積: 380m³

使用した燃料は C gas (4,100kcal/m³) 重油 (9,600 kcal/kg) で 65% の鉄鉄比 (pig ratio) で操業された。操業成績は 100 チャージの平均でつぎの通りである。

装入 t 数	529 t	燃料消費量	157.8 kg / t
全製鋼時間	13°25'	溶落炭素	0.60%
成品成分炭素	0.18%	溶落 S	0.049%
成品成分 S	0.044%		

操業中の燃料使用量等はつぎの表の如き標準で作業している。

	補 修	装 入	加 熱
時 間 (時, 分)	0°30'	2°00'	2°00'
入熱量 (×10 ⁶ kcal/h)	32	40	40
C ガス (×10 ³ m ³ /h)	5.5	7.5	7.5
重 油 (kg/h)	1,000	1,000	1,000
空 気 (×10 ³ m ³ /h)	43	54	54

	受鉄+ 1時間	溶 解	精 錬
時 間 (時, 分)	2°00'	3°00	2°30'
入熱量 (×10 ⁶ kcal/h)	38	34~36	38
C ガス (×10 ³ m ³ /h)	6.0	50	5.5
重 油 (kg/h)	1,500	1,500~1,800	1,800
空 気 (×10 ³ m ³ /h)	≤60	60~55	50

燃料通入バーナーは 1 箇が最も簡単であるが、2~3 箇のバーナーを使つた方が良好な成績を収めた。問題として残るのは C-ガスのみで操業した場合のバーナー構造を如何にするかということで、完全な燃焼と、火焰輝度を増すための改良が必要である。(河野拓三)

Novo-Lipetsk 工場の連続鋳造 (V. S. RUTES, et alii: Stal in English (1960) No. 4, 255~260)

Novo-Lipetsk 工場の連続鋳造設備は、第 1 基目が、1959年 8 月、第 2 基目が 1960 年 7 月に完成した。これは 90 t の電気炉工場に併置され、スラブ寸法は 150×620, 150×780, 170×1,020mm でソ連では最大のものである。設備の諸元はつぎの通りである。

Pit 深さ: 16.5m, 操業床の高さ: 9m tundish 容量: 5~7 t, tundish nozzle 径: 28~30mm, mold 長さ: 1.5m, mold 材質: クロム・グロンズ, 冷却水量: 150~250 m³/h, 取鍋容量: 90 t
 操業の最初は事故も多く、第 1 月目は 12 charge 試み

て 1 ch. も成功なく、つぎの月は 18 ch. 中 6 ch が成功した。主なトラブルは tundish の操作不良、ピンチロールの附近でスラブが曲ること、等であった。しかしながら 1960 年 1 月には 6,000 t 鑄造して 200 t の不良 1960 年 6 月には 13,000 t 鑄造して 160 t の不良ですむようになった。

つぎに操業についてキルド炭素鋼 t3~St 10 を例に述べると、溶鋼温度は 1,580~1,649°C (immersion) であるが 1,590°C 以下ではノズルがつまるため注入不良となり 1,630°C 以上では mold の下で slab が破れることがあり、縦割が入ることもある。溶鋼温度は、電炉内 1,630°C、取鍋内 1,610°C tundish 内 1,560°C である。注入速度および冷却水量はつぎの値が最適と思われる。

スラブ寸法	150×620	150×770	1,70×1020
鑄込速度 (m/mn)	0.85~0.90	0.75~0.80	0.50~0.60
鑄込量 (kg/mn)	550~610	690~740	700~850
冷却水量 (mold) (m ³ /h)	150~200	195~210	225~250
冷却水量 (二次冷却) (m ³ /h)	31~34	37.5~41	44~52

連続鑄造で鑄込まれたスラブを圧延した結果 ductility, 表面状況, 機械的性質は充分満足するものであった。

圧延の際の歩留は slab/sheet=1.088, slab/plate=1.084, slab/strip=1.09 であった。(河野拓三)

平炉における塩基性吊天井の設置について

(K. D. BARTELS: Iron & Steel Eng., 38 (1961) 6, p. 120~123)

U.S. Steel 社の Fairless 工場で 1957 年 5 月から吊天井について試験をはじめ 1959 年 1 月以来、天井ランス法を用いた塩基性吊天井 (アーチ型) を採用した。これにより製鋼能率が向上したと報告している。なお一チャージの出鋼量は 345 t であり、酸素の使用量は良塊トンあたり 420~520 cu. ft である。天井寿命の平均は 401 回である。天井の谷の煉瓦 (12×4¹/₂×3in) は 4 枚ずつ、山の煉瓦 (15×4¹/₂×3in) は 2 枚で、各々の 2 枚の山の煉瓦の間に鉄板 (厚さ 3/16 in) が入り、鉄板は I ビーム (6 in) で支持している。I ビームは支持パイプで天井の金物に吊られている。膨脹代はアスベスト (厚さ 1/16 in, 巾 3 in) の小片を用い、ダキ前から 5 ft までは 2 枚おき、それ以上は 4 枚ごとに入れられる。天井の上に長手方向にパイプをおきパイプには 9 in おきに 1/8 in の穴が開けられ、そこから天井に圧縮空気と graphite が jet 方式により吹きつけられる。天井差煉瓦は膨脹しない煉瓦 (9 in) を使用し、差したのちに補強材としてクローム鉍石のモルタル状のものを吹きつける等、天井差しには独特な方法がもちいられている。そして塩基性天井は珪石に対してコストは 8 割増しであるが寿命は 2 倍以上もつことが判つた。耐火度の良好な煉瓦を見つけるためには張分け試験を行ない、一方

の半分が消耗した場合、その部分を珪石煉瓦で置きかえ他の半分の寿命状況を調べる方法を取っている。以上の結果から操業能率の向上、天井煉瓦補修の迅速化をきたし吊天井の価値が確められた。(岡村光真)

一加 工一

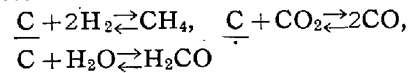
オープンコイル焼鈍法による極低炭素鋼の製造

(D. J. BLICKMEDE: Blast Furn. & Steel Plant, 49 (1961) No. 7, 639~647)

ゆるく巻いたストリップのコイルに特殊な処理を行なうことは従来からも種々検討されてきたが、最近ではこの状態で焼鈍することによつて脱炭し、例えばホーロー加工用の極低炭素鋼板を製造する方法が注目されている。本稿はこの方法の原理およびその詳細について説明したものである。

ストリップコイルは全面が焼鈍雰囲気と接触するようにゆるく巻き取られる。コイルの各層は互いに他層と接触しないようにしなければならない。そのために 0.018 in 径の高炭素鋼線製のスパーサを層間にはさむ。これを使用することにより、均一なスペースを取ることが可能であり、運搬時の変形も防止でき、かつ同じものを種々の厚さのストリップに用いるなどの利点がある。

巻き取つたコイルは焼鈍を行なう。この工程では歪取り応力除去ならびに脱炭を行なう。脱炭平衡は



によつて表わされる。脱炭、滲炭、酸化、還元などの状況は H₂/H₂O, CO/CO₂ によつて決定される。しかし脱炭速度は C の拡散速度、H₂O のコイル表面への供給速度、表面での反応速度、反応生成物の除去速度などの影響があり、C の拡散速度はオーステナイト中よりもフェライト中で早いため、脱炭焼鈍は 1,300°F で行なう。加熱、冷却の過程は乾燥した H₂(4%) - N₂ ガスを通し 1,200°F に達した時に乾燥した 18% H₂-N₂ ガスに切換える。この方法により酸化、爆発の危険を防止できる。温度が 1,300°F に達すれば水蒸気を添加して脱炭を開始する。水蒸気量は露点により自動制御する。脱炭反応の進行と共に水蒸気は消費され H₂ が 22%, CO が 6% 位になる。所要時間は実際作業時には約 24 時間である。

この方法の問題点としては、コイルの形状、酸化、不完全脱炭などがあるが、特に重要なのは内部酸化の問題である。これは酸素の拡散により結晶粒界に酸化物を形成する現象で、酸化物には酸素との親和力の強い合金元素も含まれている。内部酸化は脱炭後の保持時間が長過ぎた場合に起るもので、適当な調整によりこれを防止することができる。内部酸化により衝撃値が低下し、遷移温度が上昇する。内部酸化の生じた場合には、乾燥した 18% H₂ 気流中において処理することにより、これを恢復させることができる。

焼鈍終了後は強く巻きなおさねばならないが、この際に切断したり、傷をつけたりせぬように特別な装置や注意を必要とする。

この方法によれば通常の製鋼作業で製造不能な低炭素のものが得られるが、同時に脱炭素が進行する点は重要である。(河合重徳)

—性質—

Cr-Mo-V 鋼の性質におよぼすオーステナイト化加熱焼戻および組織の影響 (F. E. WERNER, et alii: Trans. Amer. Soc. Metals, 52 (1960), 376~403)

耐熱用の低合金鋼として最も普通なものである Cr-Mo-V 鋼は、クリープ強さは高いが切欠脆性を起しやすい。そこでこの論文は、蒸気タービンのローターとして最も普通に用いられる 1% Cr-1.2% Mo-0.25% V 鋼の切欠感受性におよぼす熱処理の影響を、ひいてはクリープ強さに貢献する因子を追求しようとするものである。切欠のない試験片および切欠のある試験片について 540°C でのクリープラプチャー試験を行なつたほか衝撃試験や引張試験も実施した。まず熱膨脹計によりこの鋼の連続冷却変態曲線図を求め、適当な冷却速度を選ぶことによつて希望する組織を得た。540°C のクリープラプチャー試験の結果より。

1. マルテンサイト組織、ベーナイト組織ともに、焼戻温度が高くなるにつれて、クリープラプチャー強さは低下するが切欠感受性は除去される。同じ硬さまたは同じ温度に焼戻するときには、もとの組織がマルテンサイトよりベーナイトの方が強い。フェライト+パーライト組織は最も弱い。

2. 焼戻温度が低すぎるかまたはオーステナイト化温度が高すぎると、切欠感受性の高い状態が生ずる。

3. しかしオーステナイト化温度が 910°C 以下になると、炭化物が完全に固溶しないために、性質にばらつきが生ずる。

4. オーステナイト化処理を 2 回行なつても、普通の 1 回加熱のときに比べてすぐれた点はない。

さらに衝撃試験などから

1. ベーナイト組織を焼戻した場合、910~1010°C のオーステナイト化温度および ASTM 3~8 の結晶粒度の範囲では、衝撃値に著しい変化はない。しかしオーステナイト化温度が高くなつて結晶粒度が大きくなれば衝撃値は低下する。

2. ベーナイト組織を 660°C で焼戻して使用する場合、使用温度が 510°C 以上になると、使用時間とともにかなり急激に硬さが低下することが計算できる。

3. もし焼戻が同じであれば、マルテンサイト組織はベーナイトよりも、ラプチャー試験における靱性は高い。(中島宏興)

—分析—

ボロン共存におけるシリコンの重量法による定量

(L. C. PASZTOR: Anal. Chem., 33 (1961) No. 9, 1270~1272)

従来の重量法による Si の定量において、もし試料中多量の B が共存すると、高値を得る傾向のあることが認められている。これは Si を脱水するため高温で加熱することによつて B も容易に不溶性となり、Si と共沈するからである。しかも、都合の悪いことにフッ酸処理によつて B もまた Si と共に揮散するから、フッ酸によつて分離することも不可能である。

そこで著者は B 共存の試料中の Si を迅速、正確に定量する方法として、新しい重量法を提案した。操作の概

要はつぎの如くである。

鉄鋼試料では 5g、スラッグでは 0.5g を HCl(1+1) 50ml で分解し、HNO₃ で酸化する。加熱、濃縮して液量を 15~20ml とし、グリセリン 15ml を加える。しばらく加熱し沸トウしはじめたら加熱をやめ冷却する。これに濃 HCl 20ml を加え 5 分間煮沸する。液温を 90°C とし熱ゼラチン水溶液 (5%) 5~6ml を加える。磁気攪拌器で 2 分間かきまぜ、ついで 5 分間放置する。ゼラチン水溶液 (5%) 10ml を含む 100ml の水を加え、沓紙を用いて沓過し、HCl(1+1) およびゼラチン (0.5%) を含む温水で洗浄する。以下常法の通り重量法によつて Si を定量する。

鉍酸法以外で重量法で Si を定量する方法としては、迅速定量法として、すでにゼラチン法とグリセリン法の 2 つの方法が発表されている。しかし、これらの方法は元来 B を含む試料を対象としてつくられたものでない。したがつて、B を含む試料に応用して良好な結果が得られなかつた。さらに、B を含まない幾つかの鋼およびスラッグについてテストした結果でも、若干低値を得る傾向が認められた。そこで種々検討した結果、上記の操作のように強酸性溶液でグリセリンで Si を脱水させたのち、ゼラチンで沈殿させることによつて、良好な結果の得られることを見出した。この場合 B はグリセリンと安定な可溶性錯塩をつくるので妨害とはならない。またゼラチンあるいはグリセリン単独の場合よりも Si の沈殿は完全である。この方法は 2~500mg の範囲の Si の定量に使用して再現性、正確度とも良好である。幾つかの B を含む実際試料に応用して従来の重量法よりも良好な結果が得られた。(若松茂雄)

—その他—

オーデル河とウイスラ河流域に挟まれた地方から採取した古代鉄製品に関する金相学的研究

(JERZY PIASKOWSKI: J. Iron & Steel. (U.K.), 198 (1961) Part 3, 263~282)

従来考古学者は古代の製品を主として形状の面だけから観察していたが、古代の鉄金物については金相学的に研究しないと品物の性質や製法技術ならびにその発展の歴史が正確には把握できない。正しい結論を導くためにはできるだけ多数の試料についてその道の権威者が調査する必要がある。また試料としては鋌や釘などより刀剣や斧のように硬化させた品物の方が価値がある。

著者はポーランドのオーデル河とウイスラ河流域に挟まれた地方から採取した多数の古代の鉄製品について、先づ試料の外観を撮影し、計量したのち調査位置をスケッチし、物によつては Co⁶⁰ や Ir¹⁹² による透過試験を行ない、分光および化学分析ならびに濃硝酸と 4% ナイタルによつて交互に腐食して顕微鏡組織を調査した。

C の分析値は同一試料内で不均一に分布しているのが目安に過ぎない。Si は 0.1% 以下で大部分スラッグとして含有されている。Mn も通常 0.1% 以下である。P は使用した鉍石の種類、産地を推定する上で重要である。S は普通 0.03% 以下で極めて微量だが西暦 13 世紀のものには 1.06% 含有されているものがあつた。

この地方に鉄製品の現れ始めたのは紀元前 8~10 世紀であるが、紀元前 4~6 世紀のものは主として不均一に

加炭した鋼を扁平にし折疊み、重ね鍛造しているが、加炭度の少ない部分には窒化物 γ' -Fe₄N と α' -Fe₁₆N₂ が認められた。

紀元前 1~4 世紀には熱処理したものが発見された程度であるが、西暦 3~4 世紀になると可成り採用されており、4~9 世紀の間については試料がないので不明だが、9~10 世紀には加炭と熱処理は相当普遍化し、また P の 0.2~0.4% のものが認められた。西暦 13~14 世紀には鉄と鋼を鍛着し、刃の部分にだけ鋼を使用する方法が一般化している。中世には西部ヨーロッパから輸入されたと思われる鉄鑄物が現れているが、成分は C 3.15%, Si 2.09%, Mn 0.45%, P 1.13%, S 0.136% であつた。(堀川一男)

軽型鋼の経済性について (I)

(F. E. FAHY: Blast Furn. & Steel Plant, 49 (1961) No. 6, 519~524)

最近における鋼材需要の約 20% は、各種構築物の構造用材料としての用途であり、本稿はこの種の構造用材料、耐負荷材料の軽量化について述べたものである。

鉄鋼メーカーは一般に製品を重量単位で評価するが、需要家は強度、剛性などの面から評価し、できるだけ軽量化することを希望する。

構造用材料としての耐負荷能力 (load-carrying capacity) を比較してみると、例えば負荷に耐えるため径 $9\frac{3}{8}$ in の丸鋼を必要とする場合、高さ 16" の I ビームを用いれば重量は約 1/5 で済み、高さの低い $10\frac{1}{2}$ " の I ビームを用いれば重量は約 1/3 になる。また梁としての強度を鋼材の単位重量あたりで比較すれば、丸鋼を 1 として角棒鋼の強度は 1.2、高さが角棒の 4 倍の平鋼は 4.7、同じく高さ 4 倍の I ビームは 10.0 の強度を有する。また強度を増すため大型の鋼材を使用する場合の重量の増加率も丸鋼の場合に大きく、I ビームの 3 倍位になる。

構造用材料は耐負荷性の他に剛性 (stiffness) を要求される。強度は負荷に対して破断せずに耐える能力であり、剛性とは負荷に対して形状寸度の変化、変形を生ぜずに耐える能力である。鋼は剛性の大きい材料で、Al 合金などは強度があつても剛性が不足する。強度を増す方法は高張力鋼などで可能であるが、剛性率を大きくする方法は認められておらず、形状によつて剛性を大きくすることが問題となり、許容される撓み量から、材料の形状が決定される。剛性を大にするためには、肉厚を大きくするか、肉厚は薄くしても高さを大きくするかのいずれかの方法を用いる。前者は安全性は非常に大きいのが経済的でなく、通常は後者の方法が用いられる。

軽型鋼とはもちろん相対的な名称で、類似寸法の通常の型鋼に比べ、肉厚が薄く、重量の軽いものを指し、冷

間加工による成型型鋼よりは重量が大きい。問題となるのは高さ対重量の比で、剛性を得るためには高さが必要である。

構造材料として梁に用いた場合、長手方向に対して直角に荷重が加わり、これにより曲げ応力、剪断応力を生ずる。I ビームの場合、曲げ応力は、ほとんどフランジで耐え、剪断応力はウェブで耐える。実際には剪断応力の影響は二義的で、ウェブは薄くても十分で、むしろ圧延可能な最低厚みを見出すことの方が問題である。

(河合重徳)

軽型鋼の経済性について (II)

(F. E. FAHY: Blast Furn. & Steel Plant, 49 (1961) No. 7, 633~638)

圧延された型鋼の高さとウェブ厚さの比を考えると便利である。その他のパラメータもあるが、ウェブ厚さは取扱い難い。重量あたりの強度にとつては、高さ一重量の比が大きい方が有利で、高さが高くなるとこの比が大きくなる。この点は軽型鋼の利点であるが、軽型鋼のフランジ部を補強することにより、さらに材料の節減が可能である。通常の梁などでは中央部に生ずる曲げモーメントが最大で、両端支持部では零であるから中央部のみ補強すれば良く、この方法により約 30% の材料が節減されることもある。加工コストが増大するので、材料費の節減と加工費とを合わせて考えねばならない。

以上は圧延型鋼についてであるが、平鋼と L 型鋼とを用いた組立型鋼 (built-up section) を作れば、圧延に関する問題は解決され、ウェブ厚さも十分薄くし、必要な h/W 比を得ることが出来る。しかしながら単位長さ単位重量あたり強度の点からは、たとえ軽くなつても通常は加工費の方が高く圧延型鋼の方が安価である。

帯鋼を冷間で成型した軽量型鋼の場合にも、上記組立型鋼の場合と同様に、成品を再加工することになり高価であり、かつ各部の厚みの等しいことも不経済である。したがつて特殊な、強度よりも剛性を要求され、重量が非常に軽くなる場合のみに有利である。薄い材料を用い圧延では得られぬような高さ/厚さ比とか重量/剛性比を得ることが出来る。一般に重量あたりの価格は高いので 1. 重量が非常に軽減される、2. 通常の型鋼の組合せが困難である、3. 特殊な形状のものを少量必要とする場合には経済的と考えられる。冷間加工による加工硬化も注目されているが、その価値は確定されていない。また最近では荷重を支えると同時にカバーするという二重目的に使用する用途があり注目される。

以上の形状的な軽量化のほか、最近著しく発達している高張力鋼との併用により、構築物の重量を著しく低減しコストの大巾な節減が可能であり、注意すべきである。(河合重徳)