

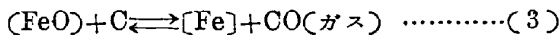
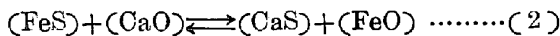
抄 録

銑鐵の製造

CaO-SiO₂-Al₂O₃系スラグ下の炭素で飽和せる熔銑の脱硫速度に及ぼす攪拌の影響について

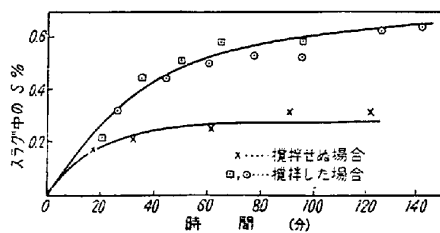
(C. E. A. Shanahan: Metallurgia, 45 (1952) No. 268, 59)

約 1430°C で熔銑爐のスラグと同じ型の CaO-SiO₂-Al₂O₃ 系スラグ下に於て炭素で飽和した熔銑の脱硫に及ぼす攪拌の影響を明らかにする目的から、アームコ銑 170gr, 硫化鐵 1.3gr を黒鉛坩堝中にてアークによつて熔解した。温度は坩堝の側面に孔をあけ熱電対を挿入して測定した。攪拌は多くの孔と螺旋狀の溝のついた黒鉛棒を約 45° の角度に傾けて熔銑中に浸漬し 500r.p.m. でこれを廻轉した。圖は攪拌せる場合とせざる場合のスラグ中の S 含量を各時間に於て求めた結果を示す。これによつて取鋼精錬作業に於ける攪拌方法の利用は多くの場合有益である事が推測される。又攪拌した熔銑金屬に於てはスラグからシリカの還元が著しくおこることが知られた。攪拌は擴散反應を早めるもので實際精錬反應にて平爐に較べてベツセマー轉爐の方が著しく早いこともその一つの證左である。CaO-SiO₂-Al₂O₃系スラグによる脱硫は次の反應によるものとして説明している。即ち



$$d(S)/dt = K_1[S] - K_2 \dots\dots\dots(4)$$

上式にて K₁, K₂ は常數, [S] と (S) はそれぞれメタルとスラグ中の S% を示す。第(4)式にて攪拌せる場合は K₂ は無視すべき程の大きさであり、又攪拌せざる場合はその値は無視出來ない大きさとなる。攪拌せざる場合にはスラグとメタル間に存在する固い或る薄膜のために S の擴散速度が低くなるが、攪拌せるもので



は S のメタルからスラグへの移動が著しく速かになる。最後にスラグ對メタルの量比の變化, S 濃度, スラグ組成と温度の變化についての研究を進めることが必要であることを述べている。(鳥取友治郎)

鋼の製造

酸素富化衝風によるトーマス鋼改善の可能性について (W. Dieck: Stahl u. Eisen, 72 (1952) 5, 233)

トーマス鋼の改善は、鋼が工業技術の進歩にマツチしているか否かの論點の中心になつて來ている。P, N₂ 及び O₂ の少ない新しいトーマス鋼は、目覺ましい成果ではあるが、O₂ 富化衝風による大規模な溶製にはまだ結論が得られておらず、消費者の極度の不安、たとえばリムド鋼材の時効不安定性を警戒するための嚴密な尺度も與えられていない。

化學組成に關しては、

C: リムド軟鋼を 40% Fe-Mn で仕上げると、從來の約 0.04~0.08% に對し 0.02~0.06% になり、又純鐵に近いものでも吹ける。

Si: 温度がよくコントロール出來るので Fe-Si の添加も困難でなく、ナベ付きが少なくなるので從來より湯の歩留りがよい。

Mn: 最低値約 2% であり、赤熱もろさを防ぐのに必要な量は、普通のトーマス・リムド鋼同様に 0.15~0.21% である。

S: ミクサーからの銑鐵には 0.050~0.060% 含まれているが、普通法に比し平均約 0.030% 多く減少して 0.025% になつている。従つて高級な鍛接材に適しているが、これは豫期しなかつた効果である。然しリムド快削鋼ではとくに S を下げることはしないが、N₂ が從來の平均約 0.016% から 0.007% に減つている。これが引拔疵發生の低減に役立つかどうかは不明である。

As: 文献ではおよそ 0.1% まで害がないとしているが、一週間 As のない荷をトーマス高爐で吹いて普通の 0.050% に比し 0.015% とし、プロフィール、板及び線にして調べたが著しい差はなかつた。たゞ 100°C の時効切欠衝撃値にのみ差が見られるが、P, N₂ が少なければ問題にならない。

2,700 溶解についてリムド軟鋼の P, N₂ (N₂: 0.004~0.022%) の分布圖を與えている。P, N₂ の少ない上に

偏析も減少している。

文献及び実験から O_2 含有量を廣範に調べた。これによると、

- (1) 上質の平爐鋼 $O_2 \leq 0.020\%$
- (2) 普通トーマス鋼 $O_2(\max) = 0.060\%$, 0.015% 以下は稀
- (3) 酸素使用トーマス鋼 $O_2 = 0.010 \sim 0.040\%$, とくにキルド鋼では下限に近く, リムド鋼でも $0.015 \sim 0.035\%$ にできる。

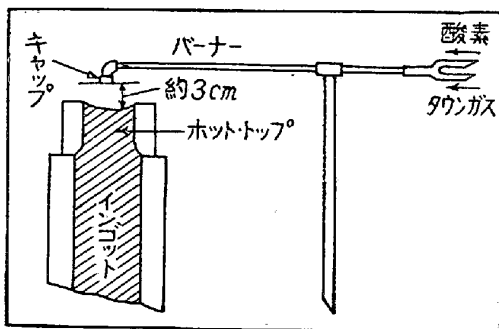
[C], [O_2] 間の関係について古くは Vacher and Hamilton の研究があるが, これは満足されていない。[P], [O_2] の関係を圖示して, 兩者に密接なつながりのあることを述べている。

低 N_2 , O_2 & P 鋼の組成例を示しているが, P: $0.025 \sim 0.040\%$ であり, $N_2(\max)$ は 0.006 及び 0.007% に抑えている。又約 5,500 メルトにつきパイプの減少 (4~5t 鋼塊) を確かめ, 繰返曲げ及衝撃試験を行つて物理的, 加工冶金的な特性の向上を認めている。

(松下 幸雄)

酸素-タウン混合ガス加熱によるインゴット歩留の増加 (A. J. Texter, Supt., E. F. Kurzinski; The Iron Age, 169, No.7 (1952), 126)

オーステナイト不銹鋼及び其の他の特殊鋼インゴットのホット・トップ加熱に依る材質の改良及び産出高の増加に關しては従來各種の方法が研究されているが, こゝに發表されたものは, 酸素とタウンガスの混合ガスによるホット・トップ加熱法である。現場試験の結果歩留を 10% 増加することに成功し, 品質には何等悪影響なく, バーナーを水冷する必要はないという。



圖に示すように, バーナーに酸素とタウンガスを 1.4~1.5:1 の割合で送り込む。バーナーの先のキャップと湯面との距離は約 3inch である。銅製のキャップを用いて約 200 回の操作に耐えたから, 特殊鋼を用いれば, もつと壽命を長くすることが出来よう。バーナーから出る焔は約 $4900^\circ F$ であるから, 鋼の熔融状態を保つには

充分である。加熱時間は, 湯が注ぎ込まれてからすぐ加熱して, $8\frac{3}{4}$ in. 角, 640lbs のインゴットで約 14 分, 12inch 角, 6500lb で約 22 分である。大きいインゴットでは, 凝固してからも相當長く加熱を続ける必要がある。インゴット 1ton につき, 約 $200ft^3$ の酸素が消費された。この酸素とタウンガスの混合ガスによるホット・トップ加熱は, その鋼塊の化學分析にも偏析にも, 何ら悪影響は無く, 10% の歩留増加を計ることが出来, ステンレス鋼や, その他特殊鋼のインゴットの産出高の増加には, 最も經濟的に, 簡単に操作出来るものであるという。因にこの方法の研究は, Firth-Sterling Steel & Carbide Corp と Linde Air Products Co. の共同研究で, なお現在もその改良につとめている。

(長谷川正義)

平爐の燃焼問題調査のための試験爐 (第V部)

(J. F. Allen: J. Iron Steel Inst. 1952, Jan. 37~45)

此の報告の第 I—IV 部では, 實際の平爐の 1/5 の大きさの試験爐で, 在來の噴出口及び Maerz 式並びにその改良型についての試験結果が報告されたが, 第 V 部では, Venturi 式でガス噴出口先端の位置及び空氣噴出口の天井傾斜を變えた場合の影響を調べた。従來の試験で一定の入熱に對して爐床への熱傳達は空氣が理論量の時最大となることが確められたので, 第 V 部では理論量と 55% 過剰の空氣量についてだけ試験し, 同様のことを確めた。過剰空氣量と噴出口設計とは關連があり, 能率の悪い噴出口程, 燃料と空氣の混合を助けるため過剰の空氣を必要とする。平爐溶解室壓力は ± 0.06 in. W.G. の間で試験したが, 従來の試験と同様, 爐壓を増す程一定の入熱に對し爐床への熱傳達が大きくなる。ガス流量を一定としガス噴出口の大きさを變えた場合も従來と同様の結果を得た。即ち, ガスと空氣の混合が兩者の流の激しい擴散により生ずる時には, 小さいガス噴出口からのガス噴射が混合を助けるが, 混合がガスと空氣の流れ激しい衝突により生ずる時は, ガス噴出口の大きさは餘り影響がない。

ガス噴出口の先端の位置は, 後退させる程, 混合がよく行われる。後壁の所までずらす時最良の結果が得られる。空氣噴出口の天井の傾斜を急にすると結果はよくなるが, ガス噴出口を壁の所まで後退させる時はこの効果は餘り著しくない。餘り急な傾斜は實際には建設上の困難を伴うが, 兎も角考慮の價值がある。ガス噴出口が小さく混合がよく行われている時は, 空氣噴出口の傾斜を急にしても餘り効果がない。ガス噴出口先端を後退させ,

空気噴出口の天井傾斜を急にすると効果は、理論空気量の時最も著しく、空気がかなり過剰の時は薄れる。空気上昇道を在来の二つの代りに一つとし、空気噴出口傾斜を急にすることだけの設計で今まで調べた中で最も有望な結果を得た。天井温度を考慮に入れる時は結論が少し變る。即ち、空気は少し過剰の時に、天井が冷却され、製鋼速度を増し、天井を傷めずに爐床への熱傳達を増加することが出来る。併しこの場合、生産増加による利益よりも燃料費の増大の方が大きいであろう。能率のよい噴出口程操業条件の變化に敏感であるから、爐が改良される程計器設備と自働調整の重要性が増す。(田鍋 力)

冶金過程の放射化學的研究の方法論のために

(W. Koch & K. Fink: Archiv. Eisenhüttenw
1951 371~375)

平爐の加熱ガスにガス中の硫黄と同じ形の放射性硫黄 S^{35} を加えれば、鋼にも S^{35} が現れる。即ち、鋼の S の一部は加熱ガスから来る。加熱ガス中の放射性 S と非放射性 S の比を鋼中の二種の S の比と比較すれば、鋼の S の何%が加熱ガスから来るかが分る。

鋼の S を 0.02% とすれば、その放射能が測定されるためには、鋼 50t に對する放射能として少くも 4mC (milli Curie) の S^{35} を要する計算となる。入手出来た稀硫酸の形の放射性 S^{35} から H_2S を作り、之を加熱ガスに加えて豫備試験を行つたが、 S の一部が導管の壁その他に沈積した。本試験では損失を最小にするため、成るべく爐に近く即ち上昇道で S^{35} を加えることとしたが上昇道の約 1100°C の温度では、硫酸は還元性ガスにより直ちに反応し平衡に達すると考え、ガス状とせずそのまま撒布した。硫酸撒布は装入直後に始め、溶解精練期中續けた。加熱ガスから S が多く入る様に、表面積の大きい薄板屑を装入した。豫備試験の約 10 倍の放射能を用い、溶解期には 15 分に 1.28mC、精練期にはその倍の S^{35} を用いた。單位時間に添加する放射性硫黄の量は一定としたが、加熱ガスの S の時間的變動が著しく、單位時間當りのガス量も變動したので、廢ガス中の S^{35} は甚だしく變動した。又上昇道の高温度でも、鹽基性鍊瓦との反應により S^{35} の損失を來した。併し放射性物質の量を増せば、鋼浴及鋼滓の S^{35} を測定出来る。鋼滓試料と鋼試料の S の放射能 ($BaSO_4$ 1mg 當りの S^{35} の量) の比は溶落直後 1.1 である。沸騰期にはガス中の S^{35} を増したためガスから鋼滓及鋼への S^{35} の分配は多くなるが、鋼滓の放射能だけが增加し(比の最高 1.7)、鋼の放射能は最終期まで増加しない。精練速度を約 0.6%

C/h に高める時初めて、鋼滓と鋼の S^{35} 交換が活発となり、比は 1 に近づく。加熱ガスの平均硫黄量 54g/100m³、鋼、鋼滓の最終硫黄量が夫々 0.016%、0.30% である時、溶落直後の鋼と鋼滓の放射能は加熱ガスのそれの夫々約 10% 及 12%、出鋼直前には鋼 11%、鋼滓 12% である。(田鍋 力)

鋼塊鑄型製造への寄與 第1報

(E. Feil: Giesserei, 38 (1951) 205~210)

鋼塊鑄型の壽命を左右する原因に關しては、影響する要因の數が多いために、屢々矛盾した見解が發表されている。此の報告は從來の文献を各項目について總括したものである。

Si が低過ぎると割れ易くなり、高過ぎると焼損を起し易くなるから、鑄型の肉厚によつて決定すべきである。

Mn を高めると壽命は改善されるが、高過ぎると割れ易くなるので、S や Si の著しく高い時の外は 1% 以下にし、普通は 0.4~0.8% が適當である。

P は約 0.2% 以下なら餘り影響しない。

S は熱脆性の原因となるので 0.15% 以上は有害で、0.1% 以下なら餘り影響しない。

As は有害である。

C は熱歪力に對し抵抗力を與えるので高い方が良い。然しグラファイトの形狀は中位でムラのないものが良い。

化合炭素は 0.7% 以上は面白くない。

Cu は 0.2% 以下であれば影響がない。

Cr に就ては見解が一致していないが、コストを高める割には期待出来ないようである。

Ni に就ても見解は一致していない。

Mo に就ては文献がない。

V に就てはこれを含んだ銑鐵を使用して好結果を得た例がある。

組織は、少量のフェライト、細かいパーライト及び均齊な中位のグラファイトを有するものが良い。

原料銑は結晶が粗く暗灰色の断面で、粒度にムラのないものを選ぶ必要がある。合成銑はガスを多く含んでいて組織を硬くするので面白くない。

地金の配合割合は、原料の銘柄が良ければ殆んど関係なく、廢却も 40% 位迄使つても差支ない。

熔解温度は大體高い方が良好で、電氣爐或はベトロールコークスを使つて平爐で熔解したものがよいとの意見もある。鑄込温度が高過ぎると收縮窩を増す。これ等の

温度は成品の組織を目標として決定すべきである。

使用前の鑄型の 800~900°C 焼鈍は有効で、豫熱も好ましい。鑄型の形状、特に傾斜が壽命に影響する。

製鋼工場の取扱方法、冷却方法、型抜時間、鑄込鋼種等も影響が大きい。特に注鋼時鑄型壁の一部に熔鋼が當つたり、据付方法が不適當で鑄型内で湯が不自然に運動する場合には局部的缺陷を起して壽命が低下する。

(堀川 一男)

鋼塊鑄型製造への寄與 第2報

(E. Feil: Giesserei, 38 (1951) 345~355)

下注法で製造される非常に多數の鑄型に就て 95mmφ の湯口を試料として化學分析、硬度測定、金屬組織學的試験等を行い、その成績と鑄型の壽命及び廢却原因との關係を導いた。

化合炭素量は 0.2~0.5% の時、最も耐久力が良好であつた。硬度を平均値の他に、最外周部 (H_R)、及び外周より 5mm 内 (H_{5mm}) の各位置で測定したが、 H_R/H_{5mm} の比が 0.90~0.95 のものが成績が良く、 H_R としてはブリネル 130 位が良好であつた。 $H_R/H_{5mm} > 1.05$ では内壁の剝離を起し易く、内壁剝離に因り早期に廢却となつた鑄型の断面硬度は外周に近づく程硬かつた。S プリントでは、S が均齊に分布したものは成績が良く葉脈狀に偏析したものは不良であつた。S については湯口の外周から中心迄穿孔して得たサンプルの分析値 $S_{(ERM)}$ と、湯口の中心を穿孔して得たサンプルの分析値 $S_{(EM)}$ を調査したが、 $S_{(ERM)}/S_{(EM)}$ が高い程平均硬度及び H_R/H_{5mm} が高かつた。尙 S の比は含有量の多い程大であつた。S 含有量の増加と共に硬度は高くなるが、その姿勢は断面の位置によつて異り、 $S < 0.0085$ では $H_R > H_{5mm}$ であるが、 $S > 0.0085$ では $H_R < H_{5mm}$ となる。鑄込前取鋼から採取したサンプルによる S の値 $S_{(Sch)}$ を求めると $S_{(Sch)}/S_{(ERM)}$ が 1.0~1.2 で壽命が最高であつた。

一般に Si は低い方が良いが、出湯及び鑄込温度が高い時は Si が 2.0~2.2 であつても成績は劣らない。

P はフェライトの少い硬い鑄鐵の時には共晶を現わすので有害である。従つて Mn を高めて耐久力を改善する時には P を低くしておく必要がある。

鑄込温度は低過ぎると内面にクラストを生じ、又外周の硬さを高めて内部の硬さを低めるので面白くない。然し高過ぎると中子との焼付や收縮を大きくする。

湯口の硬さから本體の硬さを推定することが出來た。

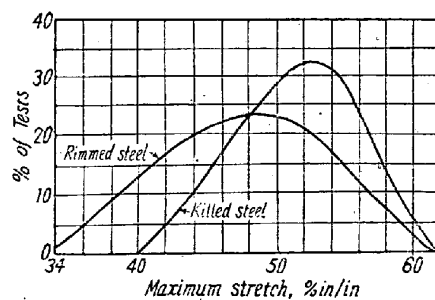
熔解温度は高い程良い。原料銑としては中位の粒度で

ムラのない軟いものが良い。鑄肌は破壊の進行にブレーキをかけるから損傷しないよう注意を拂う必要がある。鑄型自體の粒度も中位で均齊なことが必要である。これには上述した各作業條件を一定に守ると共に、特に鑄型用として吹いた優秀な銑鐵を使用することが大切である。(堀川 一男)

鐵及鋼の性質・物理冶金

深絞用鋼板に於ける材質の進歩 (T. Folt & R. S. Burns: Metal Progress, Feb, 1952)

現今、薄鋼板の生産は非常に増大して來て、25 年前に於ける薄鋼板の年生産高は 600 萬 t であつたが、現在では 2500 萬 t に及んでいる。1920 年代には大部分の薄板はハンド・ミル法で作られたが近代的なストリップ・ミル法では、1 時間 200t を生産し、同時に製品の品質と均一性も非常に向上した。ストリップ・ミル法では、製品はコイルにされ、この結果、品質管理方式が容易になり又需要者側では、部品製造の際のスクラップの損失から救われている。しかし、この方法では、1 個のインゴットが 1 捲のコイルになるから、コイルの各所で深絞性に相當變化のある事は避けられない。特にリムド鋼では相當な偏析を生じ易いから製品の均一性を缺く恐れがある。又板の表面はリムド鋼の場合は鋼塊中に於ける氣泡や表面の凹凸は壓延の際壓着されて、表面の缺陷は案外少い。一方、キルド鋼では、製鋼の際に生じた脱酸生成物により屢々不良な表面を生ずる事がある。又キルド鋼ではコストは高くなるが、優れた深絞性を有し、低炭素鋼の有する時効性が少い。圖はリムド鋼とキルド



鋼の深絞性と均一度の比較を示したものである。これらの曲線はキルド鋼がリムド鋼に比して、深絞値の最大と最小の差が少く、即ち、深絞性の均一性が良く、又平均深絞値の高い事を示している。現在米國では深絞用薄鋼板はその生産と共に用途も非常に擴大し多方面に亘つている。以前には數個の部品から熔接、蠟付等で組立てられたものも、現在では、凡てプレスのみで作る様な傾向になつて來た。このため、一層大型の板と均一な製

品の深絞性が要求される。(長谷川正義)

25% Cr 鋼の諸性質に対する真空熔解の影響

(J. Hochmann, Revue de Métall 48 (1951) 10734~758)

Cr 20~30% を含んだ低炭素 Cr 鋼は侵蝕及び高温酸化に強い不銹鋼として広く用いられている。然しその衝撃値の著しく低いことが最大の缺點とされている。本論文は 25% Cr 鋼の諸性質に及ぼす真空熔解の影響即ち化学成分の變化、引張試験及び衝撃値、顯微鏡組織及び化学腐蝕、脆化發生の 475°C 長時間加熱の作用などに就いて検討している。真空熔解は極めて有効な實驗手段であつて、C, N 又は O などの因子を容易に分離することが出来る。然し H の分離は困難であつた。此の高 Cr α 鐵の性質の改良に対する真空熔解の影響は極めて著しいものがあつた。Cr 20~30% α 鐵の 900~1200°C 加熱後の脆性は、微量の不純物即ち C, O 又は N などが関係あり、適當な状態で真空熔解を行うことにより完全に消失せしめることが出来る。此れは 0.002~0.003% 程度に C % を低下せしめること、脱酸を良く行うことが必要條件のように思われる。然し 400~500°C に長時間加熱した場合、真空熔解は靜的脆性(引張試験に於ける)を避けることは出来ても、衝撃値(動的脆性)の低下及び結晶粒界腐蝕の過敏性を避けることは出来ない。顯微鏡組織の點では、950°C 以上の温度加熱後の組織不均一は、フェライトと粒界オーステナイトの間の C 及び Cr の不均等分布によることが粒界腐蝕敏感性、化学分析又は熱磁気分析により認められる。此の研究で得られた結果は 50% までの Cr 鋼, Fe-Al 又は Fe-Ti 合金など類似の二元鐵合金の脆性現象の改良にも役立つのではないかと考えられる。(牧野 昇)

超音波による反射式 (Laufzeit-Echoverfahren) 材料非破壊試験 (A. Lutsch; Archiv für das Eisenhüttenw 1~2, 1952, 57)

超音波を使つた探傷法には透過法、音視法、共振法、反射法があるが探傷能の適用能力の輕便さの點で反射法が特に優れている。

反射法の適用:

反射法ではインパルス波を使う。

水晶發振子で高周波インパルスを送り傷及び底面からの反射波を同一の水晶、或は受信用の別な水晶板で受けて増幅し、陰極線オツシログラフに導き、靜止像として見る。

更に距離目盛用の矩形波を重ねる。

送信インパルスには、0.75~7 μ s (縦波では鋼中で 2~20cm) の長さのものを使い周波数は 0.5, 1, 2.5, 5, MHz に切換える。

この装置の探傷最短距離 l_0 は水晶より

$$l_0 \approx D^2/4\lambda \dots\dots\dots(1)$$

D: 水晶板直径, λ : 波長

である。

指向性は第 1 近似として、半開角(第 1 零輻射になる角)を β とすると、

$$\sin \beta = 1.22 \lambda/D \dots\dots\dots(2)$$

で表わせる。

即ち D が大きいと l_0 は大になるが波束が鋭くなり、検査材より、又傷の場所により、D, 周波数を適當に選ぶ。

周波数と探傷能の關係:

周波数を高くすれば波束は鋭くなるが探觸子の材料へのカップリングが困難になる。この時探觸子と試験材の間に両面に油を塗つた錫等の薄い箔をおけば、結合度は改善される。特に周波数が高く面が粗いときは、箔の改善効果が大きい。

底面の状態は傷からの反射波には影響しないが底面反射波には影響する。例えば底面を階段状にしてみると、底面反射波は形は變らないが、インパルスの高さが低くなる。従つて、傷からの反射波を底面反射波と比較する時には注意する。底面反射波には、この他に吸収と散亂も影響する。(Al や鋼では小さいが、真鍮や鉛では大きい) 吸収量は周波数の 2~4 乗に比例するから、材料の大きいときは周波数を下げて使う。

傷からの反射波は波の方向に垂直な面が大きいほど、又波長が小さいほど大きくなる。或る大きさ以下の傷の検出が不必要のときは適當に周波数を下げるか又増幅度を下げて探傷能を下げる。

傷の大きさを推定するには底面反射波と比較するが、この場合底面反射波の増幅が飽和に達していることがあるので注意する。

注意して底面反射波の減少することより、反射波が水晶板に戻つていない様な形の傷の存在も分る。

材質の結晶粒が波長程度になると粒界からの散亂波が表われ、底面反射波がなくなることもさへある。この場合は周波数を下げる。しかし探傷能、分解能が低下するので餘り下げ得ない。逆にこれを利用して粒界の状態を判定することも出来る。粒子散亂は長波長域(粒子直径に比して)では $d^3 F^3$ (d: 粒子直径, F: 周波数) に比例し、高周波域では $d F^2$ に更に高周波では $1/d$ に比

例する。

インパルスの中には終端のゆるやかなもの、急激なものがある。前者は發振が容易で、後者はインパルス幅の小さい特徴がある。粒界の様に接近した反射波を見るには後者がよい。インパルスの長さを短くするには、搬送周波数を高くする。

分解能はインパルスの長さにより決り、短い方がよいが、充分のエネルギーを送るには、或る程度長くせねばならない。このとき非減衰のインパルスを使えばうまくゆく。これには、高周波自身或いはこれの包絡線を使うが、前者は受信波の形から傷の形が推定出来るし、後者では受信像が明いと云う特徴がある。

斜角輻射法：

熔接部の検査の様なときは、或角度で音波を送り込む。音波は薄板の両面で何度も反射し、傷の部分に達し反射して戻つて来る。この場合送信音波が横波だけになる様な適当な角を選ぶ。入射する物質が異なると屈折角も異なる。斜角輻射探觸子には水晶を水銀につけた角度可變のものもあるが鋭過ぎるので適当な材料に水晶を膠着して使う。

熔接部試験には底面波が表われず、カップリングの良否が分からないので、特に注意してカップリングする。

薄鉄板のとき、探觸子前方を油で濡らしすぎると、ブラウン管上には塗りつぶされた像が表われ、傷が判らない。熔接部全體を探傷するときは、探傷子を「じぐざぐ」に動かし、且軸のまわりに少し回してやる。

熔接部の厚さが鉄板より厚すぎると、無傷でも反射波が表れるので、少し磨き落してやる。熔接面の粗さに餘り影響しない。

斜角法のときは、傳播経路、横波の速度の小さいことに注意する。場所さえあれば二つの探觸子を使つて、送受別々にしてもよい。

尙縦波を使つた検査でも、境界面に當ると横波を生ずるから注意する。

多重反射法及多くの探觸子の使用：

反射法は餘り薄い板では使えない。これはインパルスの長さの有限性と送信、受信切換時間によるものである。この中で後者の影響が大きい。

切換時間 $1 \cdot 10^{-6}$ s のとき、試験条件の良いときで鋼

中約 7mm から反射波が出初める。

多重反射法では、7mm 以下の鉄板の 7mm~4mm 間の傷が探知出来る。即ち、試験範囲を大きくとつておくと、底面及び表面の反射が何度も表われ、エネルギーのなくなるまで續く、傷があれば、この上に傷からの反射波が重なる。従つて切換時間の制限がなくなり、搬送周波数にのみ制限される。4mm 以下の鉄板には透過法で行う。

珐瑯引、鍍金等の検査にも使える。

切換時間を長くするには音響的遅延法（探觸子、検査材間に同材料の 1 裁片をおく）を使つてもよいが、餘分な反射波が表われる。

又分離探觸子を使つても良い、このときは表面近い傷には或一定角以下で、送受波せねばならず探觸子のおく場所又表面波の影響によつて制限される。この分離型探觸子はインパルス使用の透過法に使える。

製造の操作：

先づ測定範囲を大きくしておき反射波を見ながら、測定範囲を調整する。同時に底面波の至、探觸子の傾きに注意する。底面波の小さいときも、尺度目盛或いは固定尺（外部からの）により、その場所を豫知出来る。

送信インパルスを尺度の 0 に底面波を他端に合せる。尺度目盛は鋼中の縦波に對して合せてあるので、音速が異なれば、校正する。

カップリングに注意する。粗面では一般に探傷能は減少する。カップリングの良否は底面波の出方により判定する。接觸面はオイルで濡らし、粗面のときは粘性の高い結合液を使う。

結 言

超音波の指向性は、周波数、水晶板の直径より變る。探觸子のカップングに場合によつては、箔を使つて改善する。指向性、探傷能、分解能、結合の難易、吸收量を考へて適當の周波数を選ぶ。反射法により、鋼中の粒界の研究も可能。

インパルスは短かく適當な形のものが良い。

熔接部検査には横波を使い、斜角輻射をする。場合によつては送、受分離型探觸子が効果的であり、又これは透過法にも使える。この装置は輕便で、探觸子を自由に動かせ、狭い場所での測定に便利である。（永井 信行）