

溶接鋼橋 (十一)

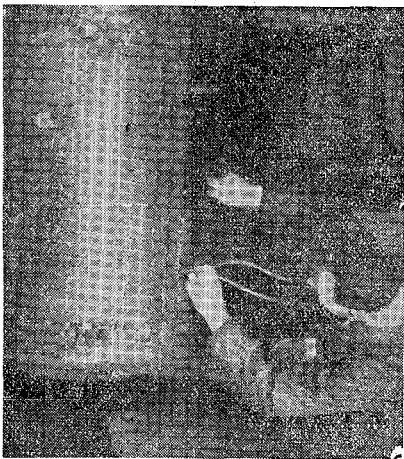
青木楠男

45 音響による検査 材質均等にして缺點なき鋼鉄の一部に打撃を與ふれば、振動はこの點より四方に一樣に傳達せらるゝも、もし鋼材の一部に龜裂 氣孔、不純物等の缺點あらんか、この方向の震動傳達には歪を生ずる。従つてこの振動による音響に異同を生ずることとなる。本法はこの現象を溶接部缺點の有無判定に利用せんとするもので、溶接部の一側を小ハンマーにて打ち、他側に傳はる音響を開き分けてこれが變化にて溶接内の缺點の處在を知らんとするものである。聽音には普通の醫師用聽診器を用ふる方法、又はこの音響を更に擴聲器にて擴大して聞く方法が用ひられてゐるが、更にこれを電氣的に記録せしむる方法が更に有効であらうと考へられる。

普通の聽診器を使用する場合 先端にゴム冠を被せるか、又はゴム板を敷く。これは試験片の表面の凹凸に對し其接觸を完全ならしむると同時に外部よりの音響を遮斷し更に試験片との直接の接觸が打撃による振動を減衰せしむる恐れな

らしむるためである。試験方法は銲接部の片側約 20 mm の距離の點に聽診器をあて、これに對する反對側同じく約 20 mm の點をハンマーにて打つ。ハンマーの大きさ、打撃の強さ等は試片の大きさ銲の厚さに應じて聽音に最も工合のよい大きさに適宜變更せらるべき性質のものである。打撃と共に聽こえるものは打撃をうけた局部の強制振動に應ずる音でやがて試験片全體の固有振動に應ずる音が混じて来る。缺點の判斷はこの最初の瞬時に聽こえる「ピン」と云ふ音の聽きわけによるもので、龜裂、氣孔、銲滓等の存在によつてこれが音色に變化が起る。又これ等の缺點が著しき場合は後に聽こゆる固有振動による「ガン」と云ふ濁音が急激に減衰するからこれによつて内部の缺點を判斷することが出来る。

本試験法は Union Carbide and Carbon Research Lab. の推奨してたものであるが、其性質上試験は定性的たるをまぬかれぬこと、試験者が相等の熟練を要すること、試験材の接手が比較的簡單にして同一状況の連続せるものにては效果的なるも接手複雑にして變化の甚しきものは應用困難なること等が缺點である。パイプ、銲、罐等の銲接検査に至便なるべく重要製作物にて X-Ray 試験を行ふ場合の豫備試験には最も適するものと信ずる。尚この聽音に擴聲器を利用するものあり、外部の雜音に妨げらるゝことなき點、音が強大なることによりてこれが判定が容易となる點等が便利である。更に打撃による音響の波形を電氣的に記録することによつて銲接内部の變化を一層確實に確り得ることと信ずるも、未だこの種の實際に關する報告をきかない、第 225 圖は聽音試験によ



第 225 圖 聽診器による銲接部の検査

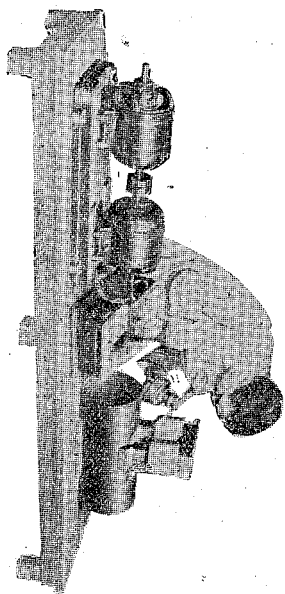
る銲接管検査の状況を示す。

47 磁力線による検査 強き磁場内に銲接試片を置き其表面にて磁力線を測定するとき、もし試片内に龜裂等の缺點あらば、この部分の磁氣抵抗が増加するために磁力線に變化を生ずる、本法はこの原理を利用して銲接部の検査を行はんとするもので軌條等の疵裂を發見するに用ひらるゝ装置と同一原理によるものである。

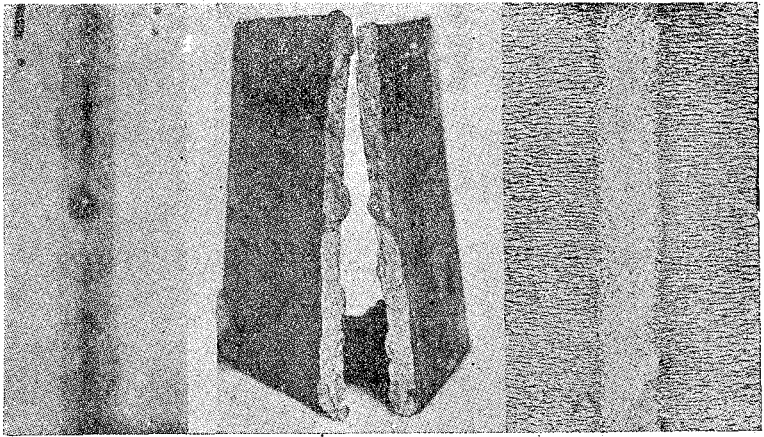
磁場の發生には普通馬蹄形電磁コイルが使用せられ、磁力線の變化を測定するためには鐵粉圖法 (Magnetograph) に依るものと、漏洩磁束計を用ふるものがある、

鐵粉圖法によるものは最初 Société La Soudure Autogène Française の研究所長 M. A. Boix 氏によつて提唱されたもので、第226圖に示す如く、試験體銲接部へ白紙を置き、電磁コイルを用ひて磁力線を通し、白紙上へ鐵粉を一樣に撒布する、鐵粉は其部分の磁力線の強さ方向等を示す圖形を表す。この鐵粉圖を記録するためには透明紙に鐵粉をまきてこれを糊料にて固定し、これを原紙として感光紙に同形を燒きつくる法、青寫眞用紙類上に鐵粉をまきて、アーク燈を用ひて感光せしむる方法等が用ひられてをる。電磁コイルの強さは試片の厚さによつて異なる 25 mm 鋼に對し 43,000 「アムペーターン」 30 mm に對し 80,000 「アムペーターン」のものが用ひられる。

第227圖上圖は比較的良好なる圓筒銲接部の鐵粉圖形である。銲接部の鐵粉の分布少く、この部分を明瞭に區別出来る



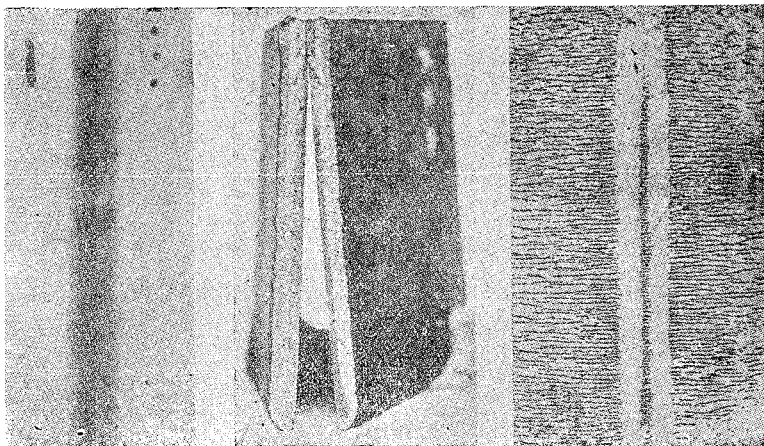
第226圖 鐵粉圖形による銲接部の検査



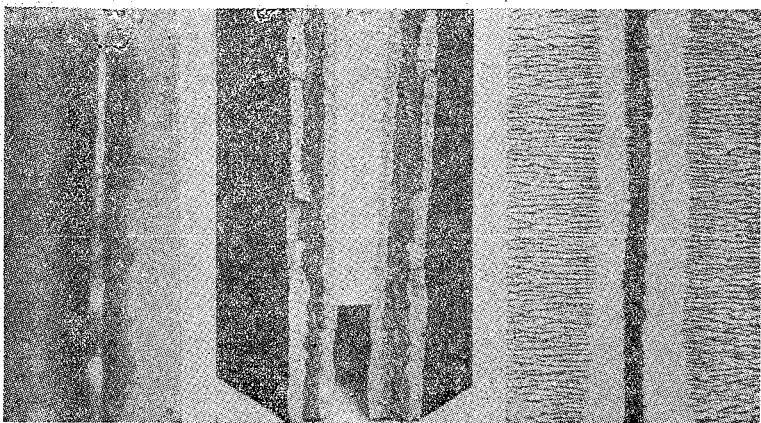
第 228 圖 銲接部の鐵粉圖、破折断面、及 X-Ray 寫眞（施工良好なるもの）

が、これは銲接部分と母材の部分との厚さの相違に應じた磁氣抵抗の差がこの結果を齎したものである、鐵粉の配置に局部的の不規則のないことは銲接内部に、顯著な缺點の存在しないことを示すもので、このことは中圖の破損断面並に下圖の X-Ray 寫眞によつても窺ひ知ることが出来る。

第 228 圖は銲込みの不完全なりし銲接部の例を示したもので、表面の外観からは其缺點を窺ひ難きものも、本法によれば上圖の如く、銲込不良の部分に沿つて鐵粉の配列を見ることが出来る、左端を除き、其他の部分の施工不良なりし



第 227 圖 銲接部の鐵粉圖、破折断面、及 X-Ray 寫眞（銲込不良なるもの）

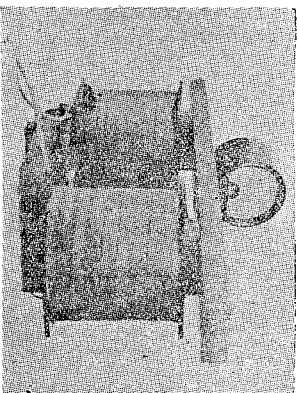


第227圖 銲接部の鐵粉圖、破折断面、及 X-Ray 寫眞(断面中央の銲着不良のもの)

ことは中圖の破折断面にて知り得べく、下圖の X-Ray 寫眞又この部分の透過の大なることを示してをる。

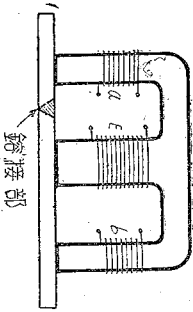
第229圖は表裏兩側より銲接した X 接手で、其中間か銲蝕してをらぬもの例で、上圖鐵粉圖にて銲接部の中央に顯著な鐵粉の附着があり、X-Ray 寫眞も又中央部の透過のよろしきを示してをることは、破折断面の状況から見て當然と考へられる。

磁力線の變化測定に漏洩磁束計を用ふる方法は Westinghouse 電氣會社の Walsby 氏によつて深い研究がされてをる、同氏の方法は銲接部を跨ぎて鋼の裏面より馬蹄形電磁コイルを當て、表面銲接部に沿ひて漏洩磁束計を置く、銲接部龜裂等の缺陷による漏洩磁束の増加は 磁束計の指度を増す事となる。第230圖は磁束計による銲接部検査状況である 磁力線變化の測定による銲接部検査方法中前掲鐵粉圖によるものは其性質上定性的の範圍を出で難いのであるか、漏洩磁束計によるものは何程度まで定



第230圖 漏洩磁束計による銲接部の検査(星氏に依る)

量的の検査を行ふことが出来る、Watt 氏の探つた方法は磁束計の母材に於ける指度と、銲接部に於ける指度との比率と、母材強度と、銲接強度との比率の關係を示す曲線を作り、磁束計による測定によつて間接に銲接部の強度を求めんと試みてをる。第 211 圖は Watt 氏の作つた磁束計の指度の比と嚮手効率の關係圖である。(鐵道技師星源藏氏に依る) 前掲鐵筋圖法とこの漏洩磁束計による方法とを比較するに前者は銲接部がほぼ水平に置れたる場合にのみ適用でき、斜面の銲接部の検定は不能なること、缺點が深部にあつた場合これが判定困難なるに對し、後者は銲接部の位置の如何をとはず比較的簡単に検査を行ふことが出来、其缺點を或程度まで數量的に表示できる利點をもつてをる、併し兩法とも適合接手について實用的に利用が出来るのであつて閉肉銲接に對しては應用困難である。

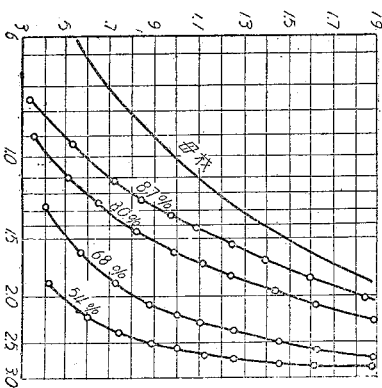


第 212 圖 柴田氏銲接部檢定器

同しく銲接部を通る磁束の變化を利用するものであるが、幾分其原理を異にしてをるものに、鐵道技師柴田晴彦氏の考案による檢定器がある、第 232 圖は其原理を示すもので、銲接部に通する磁束は圖の 3 本足の電磁石で作られる、即ち此 3 本足の内、中央の足に勵磁コイル (E) を設け之に 100 V の交流を通し、この磁束を鋼板を通じ兩側の足に分流させる、この兩側の足 a 及 b には別にコイルを設けて、これを差動的に

接續する。もし銲接部に何等の缺點なく a 及 b に誘起する電流が同一であれば平衡す

鋼の比率を縦軸に於ける指度



第 231 圖 漏洩磁束計指度と比と銲接部における磁束計の讀 (Log Scale) 接手効率との關係

こととなるが、茲に何等かの缺點あらば、この回路の磁氣抵抗が異り、 a 及 b 平衡が破れる、この程度によつて缺陷の有否、深さ大さ等を判断せんとするものである。この方法は其磁束が鋼管の比較的表面のみを道する關係から、銲接部の缺點が深部にあつた場合に検出困難なる不利があるのと、其性質上検出が定性的であつて特殊な場合のほか定量的に利用することが難しい點が遺憾である、尙この方法については考察者が引續き實驗を進められつゝあるから早速完全なものとて現はるものと信ずる。

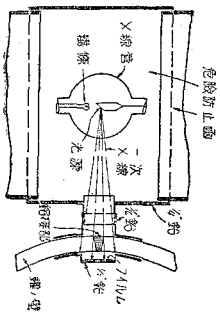
これ等の検査法と類似のもので、銲接部へ電流を通じ、これによる磁場が銲接部の缺點によつて變化する状況をガルバノメーターにて測定する方法がある、米國スペリー博士の考察によるものであるが、未だあまり使はれてをらぬ。

48 X-Ray による検査 本法は現行はれてをる銲接部検査方法中最も完全なるものとして、其設備費が比較的高價なるにも拘らず、重要構造物の銲接接手の検査には必要缺くべからざるものと認めらるゝに至つた、今米國に於ける現況を聞くに、殆んど全部の重要銲接工場には X-Ray 装置が備付けられ、設備の資力なき小工場のためには別に X-Ray 装置を備へた私設試験所があつて、これが求めに應じて製品の検査を代行するの状況で、今や X-Ray 検査法は實験室時代より實用時代に入つてゐるものと稱して過言なき状態である。米國に於て斯くの如く X-Ray 検査法の一一般化したことは其検査法の合目的性によることは勿論であるが、一面 A. S. M. E. の銲接ボイラー規格が 1932 年の 1 月から實施されたことにも基因してをる。同規格にては厚さ 7.5 cm. 以下のボイラー・プレートに對しては縦及圓周の全銲接接手の X-Ray 寫眞を撮影提出しなければならぬこととなつてをり、X-Ray 装置は額厚の 2% 以上の缺陷を定量的に測定するべきものでなくしてはならぬと定めてをる。

本邦でもすでに二三の銲接工場並に海軍関係では X-Ray 装置を應用してをられる様に見受けられるし、又この目的の爲に考案された X-Ray 新装置が東京電氣會社及島津製作所あたりから發賣された模様であるから、早晚この方向の急足な發達が見られるに至ると信ずる。

X-Ray による検査は上述の如き製品検査の目的以外に銲接技術の改善に役立つ場合が頗る多い、即ち銲接工は自己の製品の X-Ray 寫眞を示されることによつて其技術に關し反省させらるゝ點多かるべく、銲接技術習得者が X-Ray 寫眞を参照しつゝ技術を練るることによつて習得期間を著しく短縮することが出来る、又同種構造物類の接手箇所に屢々發見せらるゝ缺陷ありとすれば接手設計法の改善を促すこととなる。

抑も X-Ray による金屬内部の検査はこれが有する短波長 10^{-8} 乃至 10^{-9}cm による金屬透過力の強大さを利用するもので、其應用を2種に分類することが出来る。一つは小孔から放射された X-Ray によつて局部的に金屬の結晶、組織、歪等を研究せんとするもので銲接接手一般性狀の實際的検査には適用し難い性質のものである。他の一つは金屬面の一定範圍へ全面的に X-Ray を投射し、金屬各部の透過度の差異を螢光板又はレントゲンフィルムに感光によつて求め、これによつて組織の相異を研究せんとするもので、今日銲接接手の検査に應用されてをるものは殆んどこの種類に屬してをる。第233圖は銲接部 X-Ray 寫眞撮影装置を示したもので取扱者へ及ぼす X-Ray の危害を防ぐために必要以外の部分は出來うる限り鉛板にて覆ふてをる、螢光板使用の場合は感光フィルムに位置に螢光板ををき、これの観測は取扱者の危険なき様、 45°



第233圖 銲接部 X-Ray 寫眞の撮影

傾斜せる鏡を利用して側方より行ひうる様装置されてをる。一般に蛍光板を用ひての直接観測は寫眞撮影による間接観測に比して精度低く、且つ特別の熟練を必要とする、後者が 12 mm 鋼板にて厚さの 1% 程度の缺點を検出しうる場合、蛍光によれば 4% 程度が其限度である。

今日 X-Ray 検査にて検査しうる鋼板厚の限度は、装置の大きさ、露出時間、消費電力等の經濟關係より見て 100 mm 程度とされ、検出しうる缺點は鋼板厚 90 mm までならば厚さの 1%、鋼板厚 25 mm 以下ならば一番細い缺點をも検出すべしと稱されてをる。

銲接物検査用に今日使用される X-Ray 放射用の電力は電壓 120 乃至 300 K V. 電流 5 乃至 25 M. A. の直流で、これによる露出時間は鋼板厚感光ライルムの種類、光源からライルム迄の距離等にて差異あるも大體次表の時間が標準とされてをる。

X-Ray 寫眞露出時間

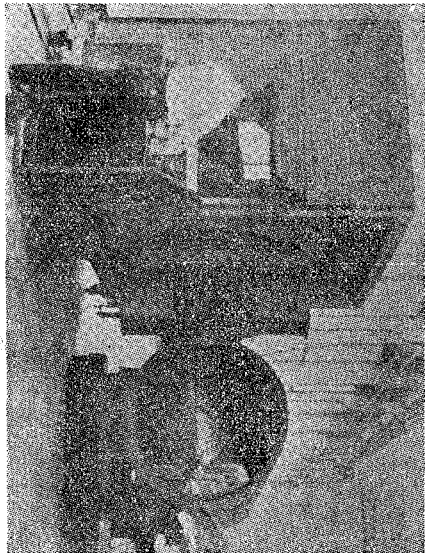
板厚 (mm)	6	9	12	20	25	30	35	40	50	60	70			
電壓 (K. V)	120	120	120	120	150	150	150	200	200	215	215			
電流 (M.A)	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5	5			
露出時間 (M)	0.5	1.0	1.5	4	0.3	0.5	1.5	5	5.5	0.7	3	0.7	3.3	12.5

銲接部の X-Ray 検査を行ふに當つて被検査物か小型のときは左程の困難なきも、大型のものゝ場合は銲接接手の任意の箇所へ X-Ray を放射するために特別設備を必要とする、接手を順次移動撮影するために、X-Ray 装置を可動ならしめたものと、被検査物を可動ならしめたものとある、第 234 圖は Balcock & Wilcox 會社の汽罐検査設備で、前者の方法を

採つてをる、電力装置を設備した移動箱車の側面に X-線管の装置された危険防止図が取りつけられ、これが軸の廻りに回轉しうる仕掛けとなつてをり、X-線管の位置も上下に調節しうる様になつてをる。圖は銲接部の銲接手の撮影を行はんとする狀況を示したもので、箱車の移動によつて漸次接手を一區分づゝ連續撮影することが出来る、能に横接手のある場合は、管を臺車に設けたローラー上にて回轉せしめ、圓周に沿つての接手を連續撮影する。

X-Ray 寫眞による銲接部缺點の判斷には相當の熟練を必要とすると共に、X-Ray 放射方向に誤りなきことを期せねばならぬ。今銲接部の各種缺點が X-Ray 寫眞に如何様に現はるかを説明するに當つて、銲接部の缺點を次の3種に分類するを便とする。

a) 母材と銲着鋼との融合の不完全 この缺點が銲接部の強度低減に大なる影響を有することは衆知の事柄であるが其原因は銲込み不完全にして融着面に沿つて酸化物、銲滓類の殘留すること存在。従つて融着面が平面に仕上げられた接手に於ては X-Ray をこの面に平行に放射することが最も効果的である。即ち第235圖に示すごとく a の直接ぎにて垂直方向 b 及 d の V 接ぎ、X 接ぎにて2斜方向、c 及 d の如きものにてはほかに垂直方向の撮影を必要とする。又隅肉銲接

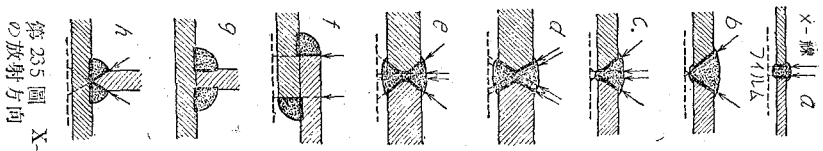


第234圖 X-Ray 検査装置

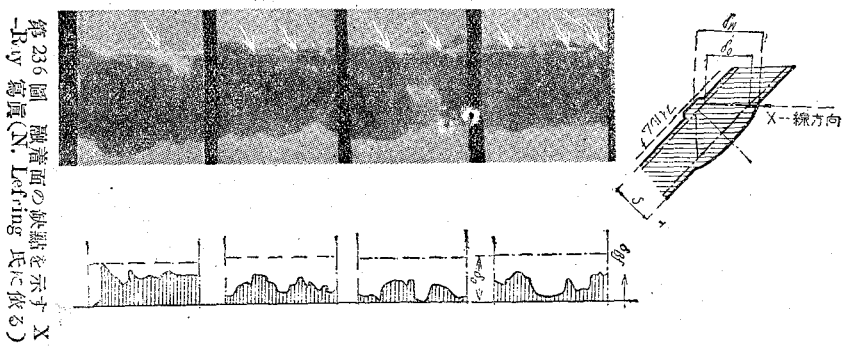
にては f 及び h の如き、特別の場合のほか一般にはこの種缺點の撮影は困難である。

この缺點は寫眞上に特長ある線狀の斑點となつて現はれる缺點の著しいものほど斑點は力強くなる。第 236 圖は其數例を示したもので V 接ぎの一融着面に見出された缺點である、右側に示した圖表は試片を上圖鎖線の如く仕上げたる後、引張試験を行ひ切斷面たる寫眞撮影面に現はれた融合不完全なる部分の大き(細線を施せる部)を示したものである。經驗が積めば寫眞に現はれたる斑點の強さから接手の強度を或程度まで判定することが出来る。

b) 銲着鋼各層間の缺點 接手の銲着鋼が數層盛にて行はれたる場合、各層間の銲融不完全にてこの部分に酸化皮膜、銲滓等残すことがある。この缺點中の X-Ray による検出は其形が雑多なる曲面状を呈すること多きと、其存在が全く偶然にして豫想困難なる事等より隨る難事とされてをり、比較的厚き銲滓を含有する場合は別として一般に起り勝ちなる各層間の薄き不純物の膜は寫眞上には單なる雲狀又は紗狀の像を表はすのみにて元來黑色の雲狀不規則なる像と



第 235 圖 X-Ray の放射方向



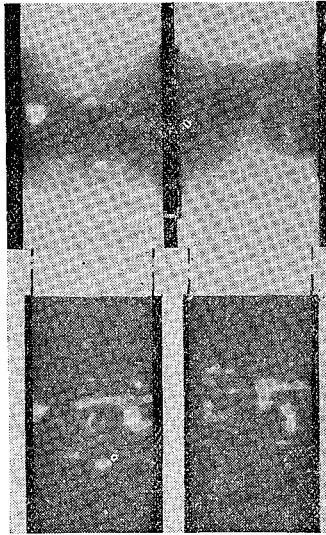
第 236 圖 融着面の缺點を示す X-Ray 寫眞(N. LeFrang 氏に依る)

して寫し出さるゝ銲接部からこれを識別することは困難である。但し補強盛を削減して撮影する場合には或程度までこれを檢出することが出来る。第237圖はV接ぎの垂直方向の放射によるX-Ray寫眞を示したもので、左は補強盛のまゝ、右は表面削れせる場合の寫眞である。寫眞に表はれたる白斑は融着面の缺點と、銲着鋼各層間の缺點とが混合したものである。

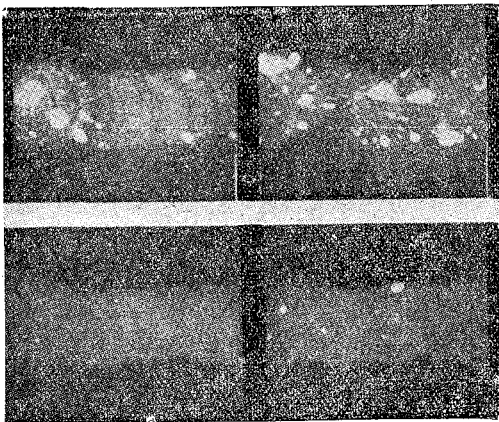
㊦) 氣孔 電弧銲接にて

最も起り勝ちな缺點で、其銲接強度に及ぼす影響は

(A)ほどではないが、これの多少は銲接施工の可否を判断する資料として見逃すべからざるものである。X-Rayによる氣孔の檢出は前掲(A)(B)孰れの缺點よりも容易であつて、寫眞面には明瞭な白斑となつて現はれる。殊に表面削減せる試片にあつては氣孔の大小、量、配量等を鑑別するに困難でない、第238圖はV接ぎ、表面仕上げせる試片の垂直方向の放射によるX-Ray寫眞で兩者とも交流160Aの電流を用ひて施工したものであるが、右圖のものに用ひた電極棒がはるかに優秀なことがこの寫眞からわかる。



第237圖 V接手の垂直X-Ray寫眞 (N. Jøfthing 氏による)



第238圖 銲接部に含まれたる氣孔のX-Ray寫眞

以上述べたところにより X-Ray による銲接部の検査法の得失を要約するに、これが利用によつて銲接手は自己の施工せる銲接の本質を明かにすることを得るが故に、銲接技術の促進に資するところ極めて大なるものがある、又銲接部の性状を示す不変の記録を残しうること、各種缺點が各々異りたる形にて記録上に現はるゝ事等は他の検査法に比較して著しく優れてゐる點である。これに對して其缺點を擧げるならば先づ其設備が高價であるため常時 X-Ray 検査を行ふの必要ある場合は別として、時々この検査を行ふものなるときは一回の検査に對する総費は著しく大となる事、又其操作後難なるが故にこの目的に専門技術者を必要とする事等が經濟上不利な點であり、其本質から見てもこの缺點は隅内銲接への應用が特殊の場合のほか可能でないこと等である。

49 γ-Ray による検査 X-Ray の代りにラジウムの放射線を用ひんとするもので、放射線の發生に X-Ray の如き複雑さを要せざる點放射が八方に行はるる點から見ても X-Ray には検出困難なる複雑なる銲接部分にても検定しうる事 同時に數多の試片の検査を行ひうること等の利點が擧げ得るも、高價なるラジウムの入手は困難なるが故に借入れ等の便宜を有する場合のほか應用不能なことが缺點であり、且其透過性大にして 50 mm 以下の鋼板に用ひては寫眞上にて缺點の見わけ困難なりと云はれてをる。米國海軍研究所の Mohl 氏等の實驗あれども一般的に使用せらるゝに至る見込みは當分ないと云はねばならぬ。

50 漏洩又は壓力試験 銲接鋼水槽、銲接鋼管等の既成構造物の水密性又は氣密性を検査する場合には、一般銲結構造のときと同様 水張、油張、水壓、水漬、氣壓、真空試験等其目的に應じたものが採用される。これ等の漏洩又は壓力試験に際しては龜裂の發見を容易ならしむるため、適當の重量のハンマーによる打撃を行ふことが常法である。又壓力試験

に於ける壓力は、銲結管に於けるが如く銲の弛緩を懸念する必要なきが故に充分高壓ならしめることが出来る。米國銲接ボイラー規格にては常用壓力の2倍まで加へることに定められてをる。

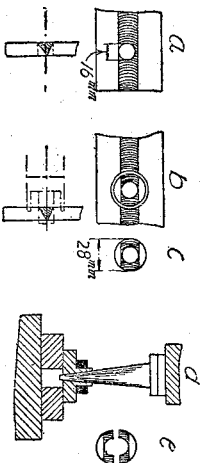
これ等の漏洩又は壓力試験の施行困難なる場合に、滲透油の浸潤試験をもつてこれに代へることがある。即ち銲接部の一面にチヨークを塗り、他面に石油類を塗布する、もし龜裂あらば數時間にして不良箇所より油の浸潤ありて、チヨークの色を變化せしむるが故に、容易に洩漏箇所を發見することが出来る。又氣壓真空試験に當りては漏洩箇所の發見を容易ならしむるため壓と石鹼水の塗布が利用せられる。

51 銲接部割取試験 上述の諸法は皆銲接部に損傷を與へざることを主張としたものであるが、こゝに説かんとするのは既成銲接の一部を切り取るか又は銲接部へ鑽孔して内部検査を行はんとするもので、この部分は後に銲接にて埋金するの手續あるも、銲接内部を現實に検査しうる點に力強さがある。殊に他の検査法と混用しほゞ不良箇所の位置を定めたる後、この工法を用ふるれば、不良の點を檢定しうると同時にこの部分の割取りを行ふこととなり、不良箇所修理の一階梯を施工することとなる。

この工法中最も簡單なるものは鑿こよる切り取りであるが、削り面が不規則であるから充分なる検査を行ふことは困難である。

特殊な削り取り装置を用ひ、主として鋼板筒合接手の検査を目的とするものに第239圖の如きものがある。(a)及(b)の順序にて銲接部より

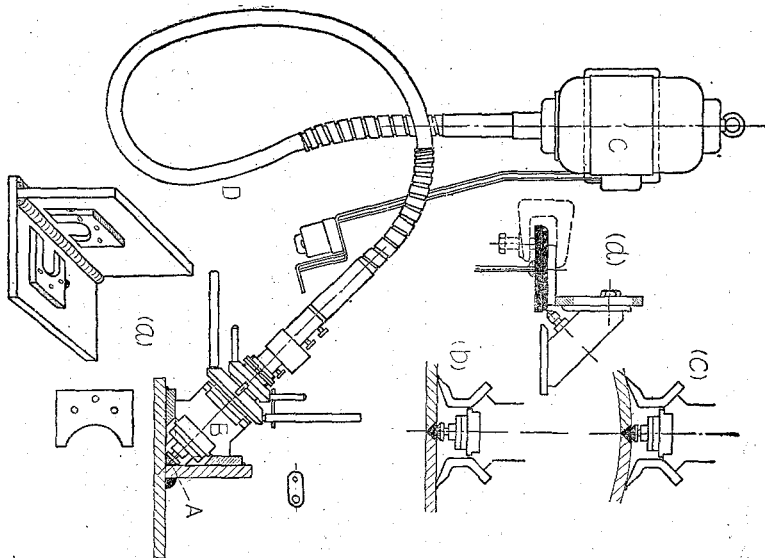
(c)の環狀試験片を切り取り、切斷面につき鑿込み、氣孔等の検査を行ふと共に環狀試験片を(d)の装置を用ひて切斷し、



第 239 圖 環狀試験片の切り取り

これによつて施工されたる銲接の引張強度並に周圍に沿つての伸率を求めんとするものである。この試験方法による銲接の強度は其装置が特殊のものであるだけに一般の強度試験の成績とは全く異つた値が示さるべきもので兩者の間の關係が充分明かにあらねば充分なる實用價值を認めることは出来ぬ。

上記の方法のほかに Schmuckler 氏によつて提案せられ、X-Ray 検査ほどの費用を投ぜず安價にこれと同程度に検査の効果を擧げうるものとして獨乙方面にて相當推賞せられてをる鑿孔による検査方法がある、第 210 圖は其装置を示したもので鑿孔用の双先(A)、これが握金物(B)、電動機(C)、これ等を連結する可撓軸(D)よりなり鑿込の度を検しうる深さまで圓錐形に鑿孔の上、約 0.6 mm の幅にくり擴げを行ふことが出来る。斯くの如くして得たる検査孔を肉眼又は擴大鏡によりて吟味することにより鑿込みの良否、氣孔、溶滓の存在、銲着鋼の組織等を確實に調査することが出来る。母材と銲着鋼の區別明瞭ならざる場合は検査孔の表面を鹽化銅アムモンの 1:12 乃至 1:6 の溶液を用ひて腐蝕すれば

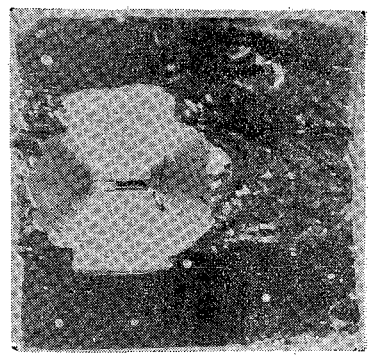


第 210 圖 Schmuckler の銲接部鑿孔検査装置

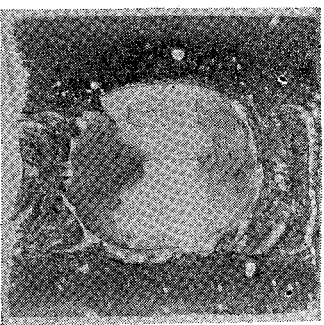
銲着鋼は暗灰色又は黒灰色となり兩者を容易に區別することが出来る。第 241 圖は鑽孔せるまゝの検査孔、第 242 圖は鹽化銅アンモン溶液による腐蝕を行ひたる検査孔を示せるもので暗色の部分は銲着鋼である。又銲着鋼組織の詳細なる調査に必要ある場合は特に備へられたる研磨具にて検査孔表面を磨くことが出来る。

鑽孔にあつては装置を割片へ固定しなければならぬ。これがために銲接の種類に應じて各種のものが考案されてをる。第 240 圖の (a) は隅内銲接、(b) は平銀の筒合銲接、(c) は管類の筒合銲接、(d) は銀杆蓋銀の隅内銲接鑽孔の状況を示したものである。

本法の得失を考ふるに、鑽孔用電動機は 200 V、450 Watt 程度のものなるが故に極めて容易に且つ安價に、銲接の種類の如何をとはか任意の箇所を鑽孔検査することが出来るこの點は他の検査法の多くが隅内銲接に適用困難なる事、設備費並に經費に多額を要する事に比して遙かに優つてをる。且つ其検査法が肉眼にて直接不良箇所を鑑別するものなるが故に其結果の充分なる信頼さを有することは言を俟たざる點であり、必要に應じては寫眞によつて検査の結果を残すことも出来る、只こゝに本法の大缺點と認めねばならぬ問題は、銲接部の検査箇所の選定が全く任意なるが故に鑽孔箇所が果して最悪の施工の行はれる點にあたるや否やを疑問としなければならぬ點



第 241 圖 鑽孔せるまゝの検査孔



第 242 圖 同上を鹽化銅アンモンにて腐蝕せるもの

である、この點は既述の銲接部を毀損せずして行はんとする各種の不良箇所検査方法と大に趣きを異にするところで本法の一大弱點と云はねばならぬ。併しこの問題に關しては考案者たる Schmuckler 氏が本法の應用に就いて主張してをる事柄を知ると頷かれる點も少くないのである。

同氏の主張するところによれば、先づこれを銲接手の養生に應用し、彼等の施工せる練習用の銲接試片は隨時これを鑢孔し、銲接手をして自己の製品の内部状態を覺らしめ、缺點の發生の原因を自得せしむることによつて技術の向上を促進せしめ得べしと云ひ、これを製作工場に應用し、新銲接手の製作物に對しては毎日3回以上任意の箇所の鑢孔検査を行ひ、技術上達の後は検査を1日1,2回或は更に熟練せるものに對しては1週1,2回の鑢孔検査を行ふ。斯くすることにより工場全體の銲接手は常に緊張せる状態に置かれ、製品の向上を促す結果となり、他の方法によつて行はるゝ時々の上り製作物の缺點發見よりも遙かに有效なりと唱してをる。斯くの如き當時の鑢孔検査の施工可能性は一つに其費用の低廉なることに基く。

更にこれを既成構造物の検査に應用する場合、各種鐵骨構造、車輛等ならば任意の箇所の鑢孔を行ひ、施工の可否に對する大體概念を判断すれば充分なるべく、氣密、水密等を要する汽罐、水槽、管類に對しては任意の箇所の鑢孔のみによる検査は不安なるが故に、他の各種検査法を利用して不良箇所の位置を豫測し、この部分に對しての鑢孔を行ふを最善とすると唱してをる。

52 元應力の検査 銲接に於て最も困難を感ずる事柄の一つは、銲接施工後銲接部の收縮に伴つて起る元應力の構造物内に殘留することである。この元應力を最小限度に止めんがために施工に當つて其工法に各種の考案の施さるゝことは既

に説明したところであるが、或程度までの元應力の殘留は止むを得ないこととなる。構造物の形状大きによりてはこの元應力の大きさは鋼の弾性限度を遙かに超過することも屢々見受けらるゝところで、これがひいては構造物破壊の原因となることが多い。この意味に於て既成銲接構造物の元應力測定が極めて重要な事柄であることが明かにされるのであるが、今日未だ有効なる實用的方法は考案されてをらぬ。銲接部附近に刻したる2標點間距離の銲接前後及銲接部切り離し後の變化を測定して元應力を求むる法、銲接部附近に小圓孔を穿ちこれが變形を測定して元應力を求むる法、銲接部に外力を加へたる時の各部の弾性變形を測定し、變形異常の程度より元應力を推定する方法等あれども孰れも研究室の仕事であつて實用化さるゝに至らぬ。

元應力の大きな部分ありとすれば、構造物使用に先ちてこれが除去の方法を講ぜねばならぬ。これが最も安全なるは構造物全體の燒鈍であつて600°乃至650°Cの溫度で燒鈍される。構造物があまり大であれば全體の燒鈍は困難であるが、最近の米國の大製作工場の例を見ると、汽船燒鈍用として長さ20~30m近い燒鈍爐を有するものが少くない。橋梁の如く現場銲接にて組立てらるゝものゝ燒鈍施工は先づ不能と考へねばならぬが、銲接部の如きものは原則として燒鈍すべきであらう。(完)

追記 一年餘りに亘つて貴重な紙面を盡してきた拙稿はこれをもつて一段落とする、銲接鋼橋に携はるる人に幾分でも參考になる點があつたなら幸である。一年の間の銲接技術界の進歩によつて既述の内容を改めねばならなくなつた箇所が大部あるが、これ等は本稿を増補改訂して近く上梓せんとする拙著によつて御覽願ひたい。