

オーステナイト 18/8 不銹鋼板の點熔接に就いて —Si, Ti, Mo 又は Cb 添加の熔接成果に及ぼす影響

(日本鐵鋼協會第 19 回講演大會講演 昭和 13 年 4 月)

堀 慥 爾*
大 橋 秀 吉*

ELECTRIC SPOT WELDING OF AUSTENITIC 18/8 STAINLESS STEEL SHEETS. EFFECTS OF Si, Ti, Mo and Cb CONTAINED IN THE STEEL ON THE PROPERTIES OF THE WELDED PART.

Soji Hori and Hidekichi Ohashi.

SYNOPSIS:—The authors present in this paper the results of the study on the spot welding of 18/8 stainless steel sheets which contain a certain amount of Si, Ti, Mo and Cb respectively.

The work carried out by the authors is outlined below.

(1) The effect of variation in the electrode pressure, the duration of welding and the amount of electric energy consumed on the shearing strength of the welds between the plain 18/8 sheets were investigated.

(2) The examination on the welds of the 18/8 sheets containing Si, Ti, Mo and Cb either alone or in combinations was made with respect to the hardness, shearing strength, tensile properties, macro and microstructural characteristics, blow holes by means of X-ray and the corrosion-resistance.

From the results obtained, the authors conclude that the mechanical properties of the spot are improved by the addition of Ti, Mo, Si, Si+Ti, or Si+Mo, and the corrosion-resisting property, especially against that of the inter-crystalline type which takes place around the spot, is considerably raised by the addition of a suitable amount of Ti, Ti+Si or Cb respectively.

I. 緒 言

茲にオーステナイト不銹鋼板と言ふのは Cr 18%, Ni 8% を含む所謂 18/8 不銹鋼の厚さ 1mm 或は夫以下の薄板である。此の 18/8 不銹鋼板が近來各種の構造用材として強度を要する部分に使用せられんとする傾向あり、之に對し諸種の研究が進められ、強力にして耐蝕性に富んだものが得られようとしてゐる。其の用途の主なるものは飛行機主翼の桁を初め各種の小骨、張殻用腕張板等に對するものである。然して 18/8 板が斯の如き用途に使用せられんとするのは之が點熔接に對して甚だ勝れた條件を具備せることが有力な理由の一となつてゐることは周知のことである。即ち此の好條件と言ふのは表面の美しきこと、電氣抵抗の大なること、熱傳導率の低きこと又熔接後の材質が高溫よりの急冷により他種鋼板に於ける如く脆化せぬこと等が數へられる。

従來 18/8 不銹鋼板の點熔接に關して研究資料は内外を通じ多々あるが¹⁾。本材の熔接に於ける一缺點である粒間腐蝕現象を誘發する粒間炭化物析出防止に關し次記の如き特殊元素添加の影響に就いて同薄板の點熔接に於ては未だ

充分明かにされてゐない。

仍つて筆者等は Ti, Mo, Si 又は Cb を添加した 18/8 板數種に就いて強度及耐蝕性に關し熔接成果に及ぼす之等元素の影響を試験し、其の間の關係を明かにしようとした。

II. 試 料

本實驗に使用した試料は次の成分のものである。

第 1 表 試料の化學成分(%)

| 試料番號 | C | Mn | Si | Cr | Ni | Ti | Mo | Cb |
|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| 1 | 0.07 | 0.40 | 0.42 | 17.88 | 8.47 | — | — | — |
| 2 | 0.03 | 0.38 | 0.42 | 18.27 | 8.53 | 0.30 | — | — |
| 3 | 0.06 | 0.38 | 0.65 | 18.00 | 8.88 | 0.51 | — | — |
| 4 | 0.06 | 0.40 | 0.52 | 18.60 | 8.80 | 1.41 | — | — |
| 5 | 0.07 | 0.26 | 0.46 | 17.60 | 8.44 | — | 2.60 | — |
| 6 | 0.03 | 0.49 | 2.33 | 18.07 | 8.73 | — | — | — |
| 7 | 0.07 | 0.49 | 2.30 | 18.26 | 8.61 | 0.40 | — | — |
| 8 | 0.08 | 0.46 | 2.22 | 18.13 | 8.30 | — | 1.69 | — |
| 9 | 0.08 | 0.40 | 0.49 | 18.25 | 8.24 | — | — | 0.48 |
| 10 | 0.08 | 0.38 | 0.61 | 17.95 | 8.36 | — | — | 1.06 |

P 及 S は何れも 0.03% 以下)

左 列

- 1) E. J. W. Ragsdale: Metal Progress, 24 (1933)
- V. W. Whitmer: Steel, 92 (1933)
- E. C. Rollason: Metallurgia, 8 (1933)
- G. Mandran: Aciers Epéciaux, 9 (1934)
- E. J. L. Dussourd: Rev. Métallurgie, 32 (1935)
- E. J. W. Ragsdale: Metal Progress, 29 (1936)

* 住友金屬工業株式會社伸銅所

試料は總て厚さ 0.7mm の板とし次の兩状態となす。

軟化状態 (1,050°C より水冷)

壓延状態 (常溫壓延 30%)

之等は何れも炭素含量が普通品に比して甚だ低いが、之は本板材の強度増大に關する研究に供したる試料を其の儘使用した爲である。猶試料中 Cb を含むものは住友金屬工業株式會社鋼管製造所に於て目下諸研究中のもので其の試料の一部を貰ひ受けたものである。

III. 基本作業に關する實驗

本研究は點熔接作業技術に關するものではないが、本試料に對し必要條件とされてゐる次の3項目²⁾に就て最適條

件を決定するために純 18/8 試料1を用ひ一通りの試験を行った。

電極に加へられる機械的壓力

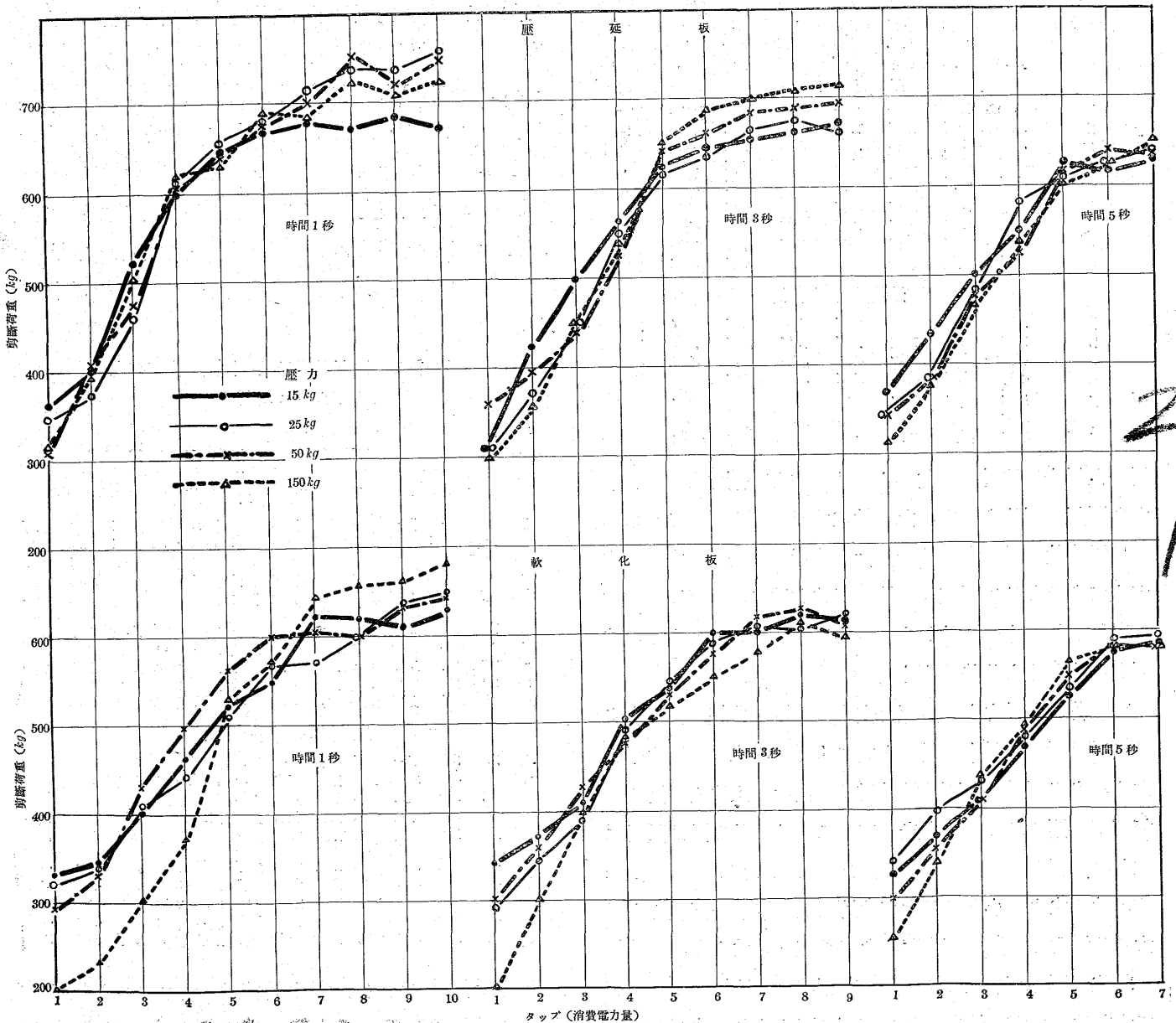
熔接に消費される電力量

熔接時間

試験は之等を各數種に變へた條件の下で熔接されたものに就て剪斷力を測た。剪斷試験は長さ 45mm, 幅 15mm の試験片を縦に 15mm 重ね其の中心を點接したるもの、兩端を抗張試験機にて引き張り切斷されるに要する荷重を測る方法に依た。

今試験條件と剪斷荷重を示せば第2表及第1圖に示す様である。

第 1 圖 試験條件と熔接點の剪斷力



²⁾ J. L. Miller: Welding Industry, 3.(1935).

以下の結果によると、軟化及壓延兩状態とも熔接時間の

第2表 試験条件と熔接点の剪断力

条件:—

電極尖端直径:5.0mm

電極に加へられる機械的壓力:15, 25, 50 及 100 kg の4種

熔接に消費される電力量:變壓機のタップを變へて6~50 V/A の間を 10 段に變ず。

熔接時間:1, 3 及 5 秒の3種。

試験片は電流を断ちて直に電極より取り外す。

剪断力(剪断荷重 kg)

| 壓力 kg | 15 | 25 | 50 | 100 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|
| 板の状態 | 軟化 | 壓延 | 軟化 | 壓延 |
| 電氣消費量 | タップ | | | |
| 熔接時間 1 秒間 | | | | |
| 1 | 330 | 335 | 320 | 345 |
| 2 | 340 | 400 | 340 | 375 |
| 3 | 400 | 520 | 410 | 460 |
| 4 | 465 | 600 | 440 | 610 |
| 5 | 520 | 645 | 510 | 655 |
| 6 | 545 | 670 | 570 | 680 |
| 7 | 620 | 680 | 570 | 710 |
| 8 | 620 | 670 | 600 | 735 |
| 9 | 610 | 680 | 635 | 735 |
| 10 | 630 | 670 | 650 | 757 |
| 熔接時間 3 秒間 | | | | |
| 1 | 340 | 310 | 290 | 310 |
| 2 | 370 | 425 | 345 | 370 |
| 3 | 410 | 500 | 390 | 450 |
| 4 | 505 | 565 | 490 | 550 |
| 5 | 535 | 625 | 545 | 620 |
| 6 | 600 | 645 | 585 | 635 |
| 7 | 600 | 655 | 605 | 665 |
| 8 | 620 | 665 | 605 | 675 |
| 9 | 615 | 670 | 620 | 660 |
| 熔接時間 5 秒間 | | | | |
| 1 | 330 | 370 | 340 | 345 |
| 2 | 370 | 432 | 398 | 385 |
| 3 | 410 | 500 | 433 | 480 |
| 4 | 470 | 517 | 480 | 585 |
| 5 | 525 | 625 | 535 | 610 |
| 6 | 575 | 620 | 590 | 630 |
| 7 | 585 | 630 | 595 | 640 |

同一な場合には電極に加へられる壓力と剪断力との間に明かな關係が認められぬ。たゞ軟化状態で壓力 100 kg のものは電流量の低い處では特に低い剪断力を表す。之は壓力が大であるために兩板間の接觸抵抗が減じ、其處に發生する熱量が他のものに比し少いことに因るものであらう。時間が長くなると其差は少くなる。

剪断荷重と電力との關係を表す第1圖の曲線は何れもタップ5附近迄は電力の増加と共に上昇し、之より略水平となる。タップ5より下は熔接点の剪断を、上は其の周圍の板部が切断されたことを夫々表してゐる。此の點は試料に依り僅の相違はあるが凡そタップ5附近と言ふことが出来る。故に之より小なる電力では熔接点の熔着の程度をより大なる電力では周圍板の強さを夫々表はしてゐる。

軟化、壓延兩状態で熔接点の剪断荷重は熔接時間によつて大差はないが、熔接点周圍板部の強さは其の時間と共に次第に減ずる。之は熔接附近部の加熱による軟化の影響を

表すものである。而て壓延状態のものは軟化状態のものよりも其の傾向稍大で又最高値の高いのは當然である。

上に行つた剪断試験の結果及實驗上經驗から最も適當と考へられる諸條件の範圍を凡そ次の様に定め、之によつて成分を異にする諸試料の比較試験を行つた。

電極に加へられる機械的壓力:50kg

熔接に消費される電力量:15~27 v.a. (タップ 4~6)

熔接時間:1秒

其の他上項試験に於けると同様

IV. 純 18/8 並びに特殊元素を添加したる 10 種試料に就いての實驗

添加されたる特殊元素及其の量の熔接成果に及ぼす影響を知らんとして前項記述の諸條件の下に點熔接された第1表の 10 種試料に就いて數種の實驗を行つた。

以下記述せんとする試験中試験片の形狀及點熔接位置等は特記せざるものは總て前項基本試験に於けるものと同様である。

試験 1 表面硬度 タップ5によつて點熔接された各試料試験片の熔接点中心から兩側へ一定の間隔で測つた表面硬度並びに母板の平均硬度は第3表及第2圖に示す様である。

第3表 熔接点及其の附近の表面硬度

ゲイカース硬度(30 kg)

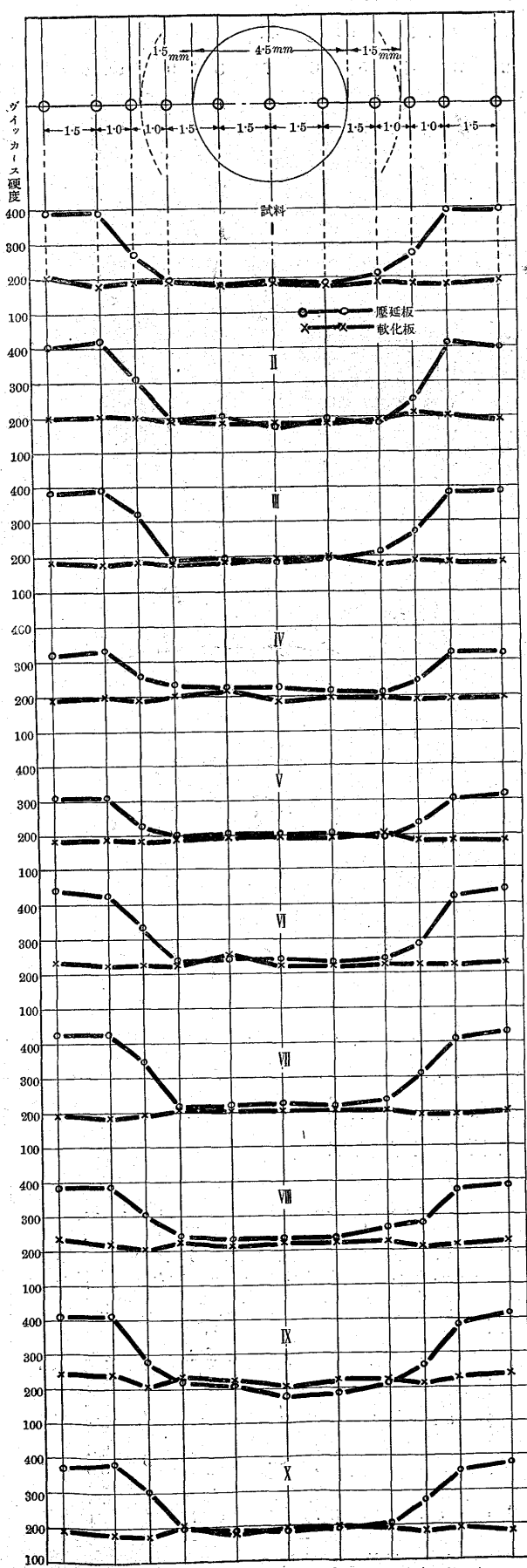
| 試料 番號 | 測定位置 | | | | | | | | | | 母板 平均 | |
|----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|-----|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 |
| 軟 化 状 態 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 200 | 181 | 190 | 192 | 182 | 181 | 179 | 183 | 177 | 185 | 193 | 197 |
| 2 | 200 | 205 | 195 | 193 | 185 | 190 | 195 | 193 | 216 | 205 | 198 | 200 |
| 3 | 187 | 180 | 183 | 179 | 192 | 193 | 200 | 178 | 190 | 181 | 185 | 186 |
| 4 | 189 | 201 | 188 | 203 | 219 | 185 | 195 | 195 | 188 | 189 | 194 | 192 |
| 5 | 187 | 194 | 185 | 191 | 200 | 198 | 196 | 200 | 183 | 182 | 188 | 188 |
| 6 | 235 | 225 | 230 | 224 | 255 | 223 | 229 | 224 | 225 | 229 | 230 | 233 |
| 7 | 197 | 187 | 195 | 210 | 207 | 205 | 210 | 205 | 190 | 191 | 200 | 199 |
| 8 | 232 | 220 | 207 | 228 | 214 | 227 | 223 | 228 | 210 | 218 | 226 | 227 |
| 9 | 240 | 240 | 207 | 237 | 223 | 208 | 225 | 218 | 219 | 232 | 244 | 242 |
| 10 | 190 | 179 | 175 | 208 | 181 | 194 | 197 | 195 | 184 | 191 | 184 | 187 |
| 壓 延 状 態 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 391 | 389 | 270 | 197 | 184 | 193 | 187 | 217 | 272 | 396 | 396 | 394 |
| 2 | 405 | 418 | 309 | 197 | 201 | 176 | 192 | 181 | 254 | 411 | 395 | 410 |
| 3 | 383 | 396 | 325 | 194 | 199 | 186 | 195 | 210 | 277 | 389 | 381 | 382 |
| 4 | 320 | 334 | 258 | 233 | 224 | 228 | 218 | 209 | 246 | 321 | 318 | 319 |
| 5 | 311 | 311 | 224 | 205 | 210 | 205 | 203 | 194 | 237 | 305 | 314 | 313 |
| 6 | 441 | 427 | 334 | 239 | 242 | 246 | 237 | 241 | 289 | 420 | 444 | 443 |
| 7 | 429 | 425 | 344 | 221 | 219 | 224 | 217 | 232 | 308 | 409 | 425 | 427 |
| 8 | 385 | 385 | 307 | 243 | 233 | 237 | 240 | 265 | 278 | 379 | 387 | 386 |
| 9 | 409 | 404 | 280 | 220 | 204 | 179 | 183 | 214 | 263 | 385 | 411 | 410 |
| 10 | 375 | 383 | 301 | 194 | 185 | 185 | 191 | 203 | 274 | 357 | 381 | 378 |

即ち軟化板は全試料を通じ熔接点圓痕の中心より距るも硬度に殆ど變りはない。壓延板では全試料を通じ熔接点圓痕内の3點と圓を圍む着色環部は殆ど均等で軟化板の硬度

74 X 2φ = 17.76

並

第2圖 熔接點及其の附近の表面硬度



と略ぼ等しく、圓の中心から約 4mm 距た點から硬度稍上り 5mm を距つと母板の硬度を表すに至る、故に壓延板の硬度は之が點熔接された場合熔接點は軟化材の硬度となり。其の中心より 5mm 距れば最早硬度には影響は無い。

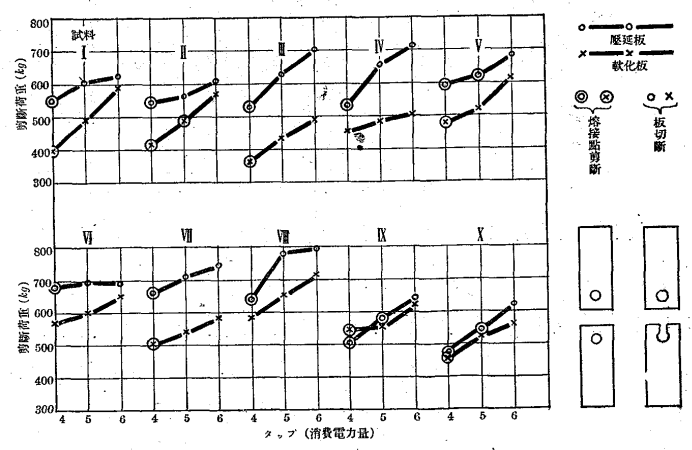
而て試料による相違は壓延狀態の母板の硬度に差違ある何等特異な點はないことが判明した。

試験 2 剪斷力 剪斷試験は前項と全く同様に行ひ第 4 表及第 3 圖に示す結果を得た。

第4表 熔接點の剪斷力

| 試料 番號 | 軟化板 | | | 壓延板 | | |
|----------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | タップ 4 | 5 | 6 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 400 | 495 | 588 | 540 | 605 | 635 |
| 2 | 415 | 492 | 570 | 545 | 563 | 610 |
| 3 | 365 | 433 | 490 | 530 | 625 | 703 |
| 4 | 453 | 480 | 507 | 535 | 660 | 712 |
| 5 | 478 | 515 | 615 | 595 | 615 | 680 |
| 6 | 570 | 600 | 650 | 680 | 697 | 690 |
| 7 | 505 | 540 | 585 | 660 | 710 | 740 |
| 8 | 587 | 658 | 718 | 640 | 780 | 788 |
| 9 | 545 | 553 | 630 | 508 | 580 | 645 |
| 10 | 460 | 530 | 562 | 478 | 542 | 625 |

第3圖 熔接點の剪斷力



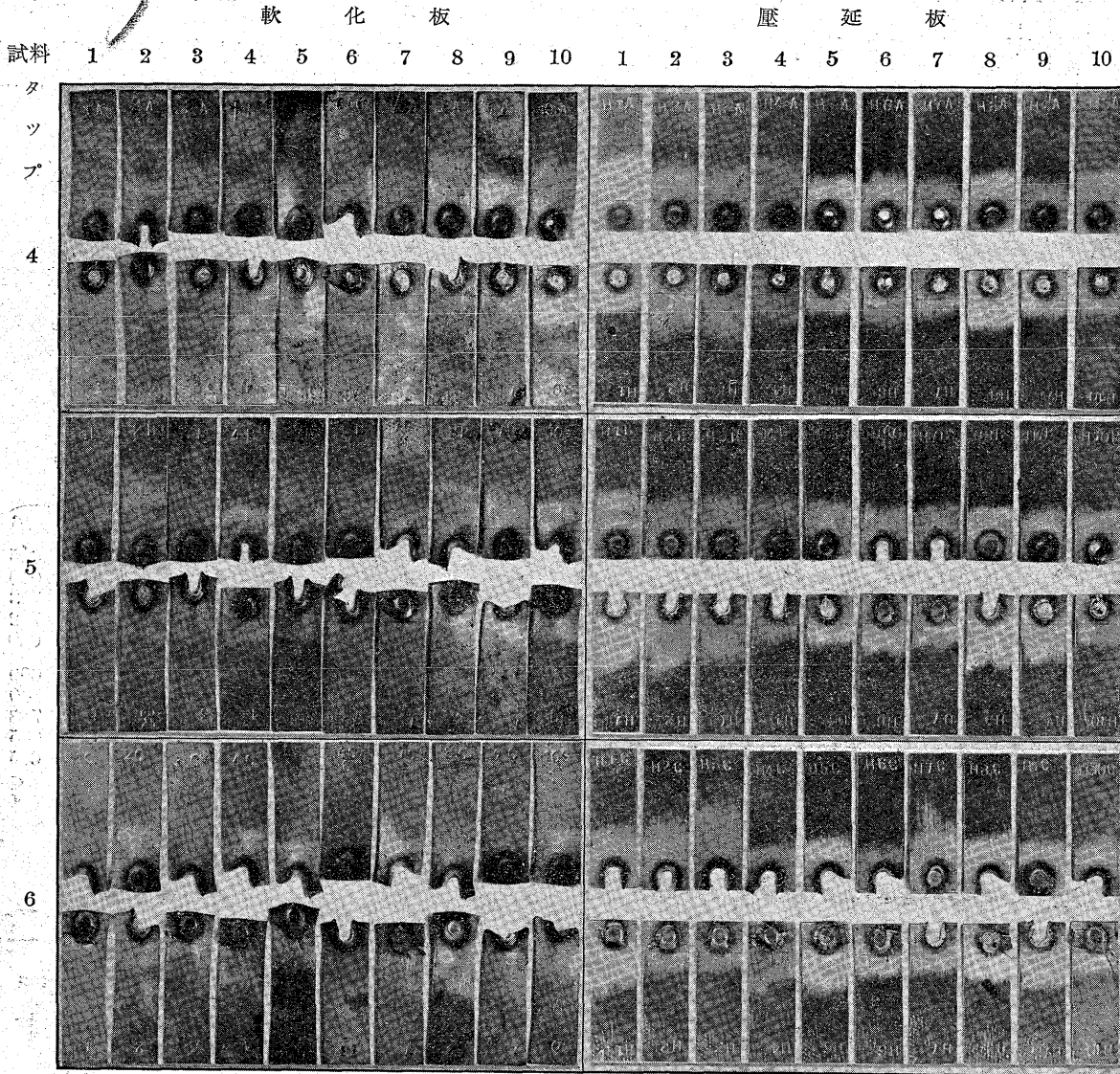
軟化、壓延兩板ともタップ 4 又は 5 のものは熔接點で剪斷し、其の中には熔接の不完全なものもあるが、タップ 5 又は 6 のものは多くは熔接は完全であつて、附近の板が切斷されてゐる。剪斷荷重で表した剪斷力は試料によつて試験片切斷狀況は第 4 圖に示す様である。

多少異なる。就中試料 3 (Ti), 4 (Ti), 5 (Mo), 6 (Si), 7 (Si+Ti) 及 8 (Si+Mo) 等の壓延板は剪斷力比較的大の部類に屬し、此の傾向は軟化板に於ては同様ではないが添加成分の影響は認められる。

並 28 43x47=20.2

32

第 4 圖 剪斷試験後の試験片切斷狀況



試験 3 抗張性 熔接點及其附近の抗張性を知るために重ね合せた2枚の板を1點で點熔接し、之より第4圖に示した様に熔接點の中心を平行部の中心線に合せ其幅を

3mmとする抗張試験片と、板を2枚重ね合せて點熔接を施さぬ同形同大の試験片を作り比較試験を行ひ第5表及第5圖に示す結果を得た。

第 5 表 熔接點による抗張性の變化狀況

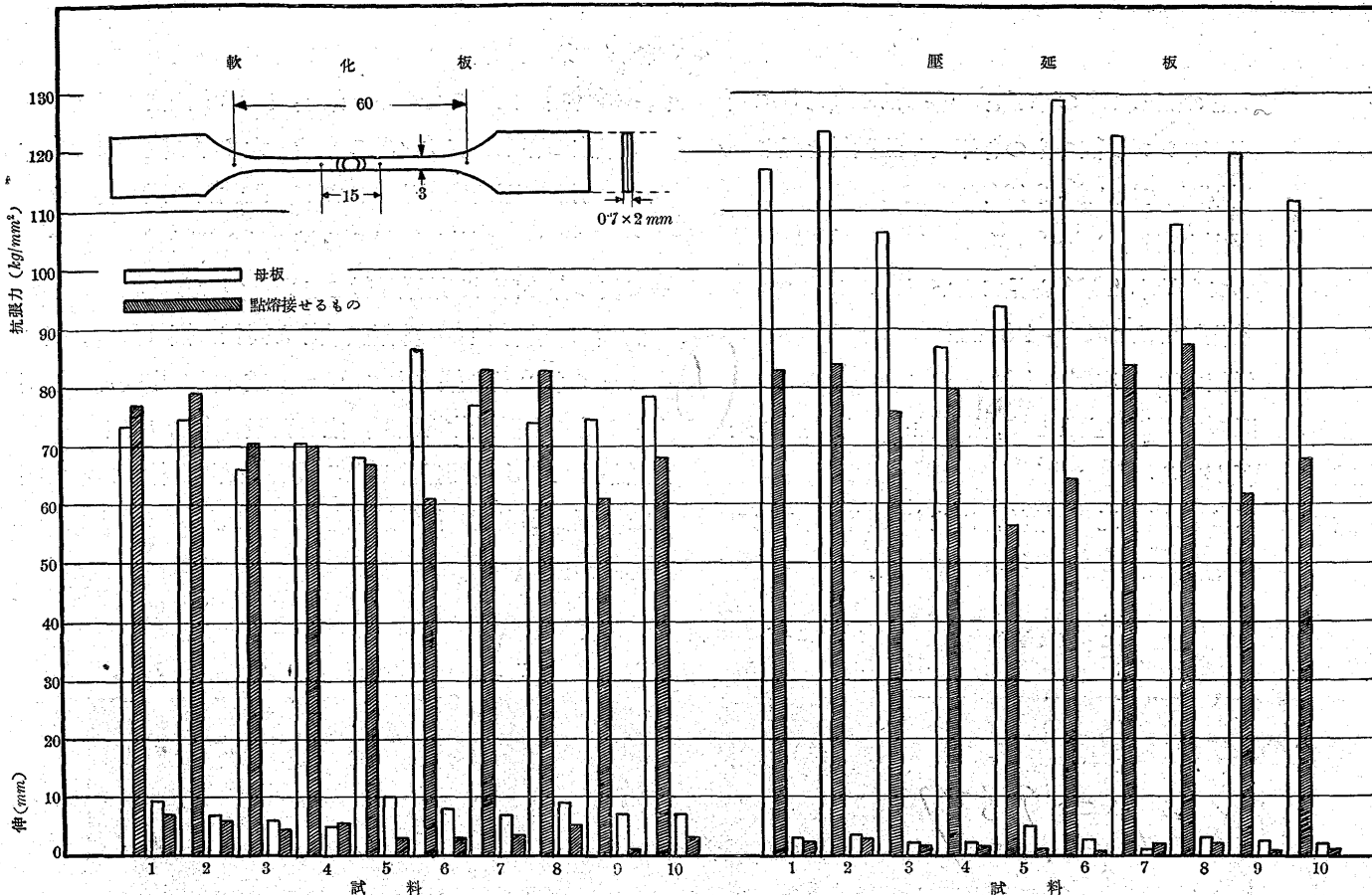
| 試料番號 | 軟化板 | | | | 壓延板 | | | | 試料番號 | 軟化板 | | | | 壓延板 | | | | | |
|------|---------------------------|----------|-----------------|----------|---------------------------|----------|-----------------|----------|------|---------------------------|----------|-----------------|----------|---------------------------|----------|-----------------|----------|-----|-----|
| | 抗張力 kg/mm ² | 減少 率% | 伸 (實伸) mm | 減少 率% | 抗張力 kg/mm ² | 減少 率% | 伸 (實伸) mm | 減少 率% | | 抗張力 kg/mm ² | 減少 率% | 伸 (實伸) mm | 減少 率% | 抗張力 kg/mm ² | 減少 率% | 伸 (實伸) mm | 減少 率% | | |
| 1 | 母板* 熔接* | 73.5 | -5 | 9.6 | 28 | 117.0 | 29 | 3.0 | 20 | 6 | 母板 熔接 | 86.4 | 29 | 8.0 | 63 | 129.2 | 50 | 2.5 | 76 |
| 2 | 母板 熔接 | 74.5 | -6 | 7.0 | 14 | 123.5 | 32 | 3.6 | 14 | 7 | 母板 熔接 | 77.2 | -8 | 6.8 | 47 | 123.2 | 32 | 1.1 | -82 |
| 3 | 母板 熔接 | 79.2 | | 6.0 | | 84.0 | | 3.1 | | 8 | 母板 熔接 | 83.0 | | 3.6 | 47 | 84.0 | | 2.0 | |
| 4 | 母板 熔接 | 66.0 | 7 | 6.2 | 29 | 106.6 | 29 | 2.3 | 22 | 9 | 母板 熔接 | 74.1 | -12 | 8.7 | 40 | 108.0 | 19 | 3.3 | 39 |
| 5 | 母板 熔接 | 70.6 | | 4.4 | | 76.1 | | 1.8 | | 10 | 母板 熔接 | 82.9 | | 5.2 | 40 | 87.4 | | 2.0 | |
| | 母板 熔接 | 70.4 | 0 | 5.1 | -1 | 86.8 | 8 | 2.2 | 32 | | 母板 熔接 | 60.9 | 19 | 7.2 | 82 | 119.8 | 48 | 2.4 | 63 |
| | 母板 熔接 | 70.1 | | 5.5 | | 79.8 | | 1.5 | | | 母板 熔接 | 78.5 | | 7.2 | 56 | 62.2 | | 0.9 | |
| | 母板 熔接 | 67.9 | 1 | 9.8 | 67 | 94.0 | 40 | 5.0 | 80 | | 母板 熔接 | 68.3 | 13 | 3.2 | 56 | 112.7 | 40 | 2.2 | 50 |
| | 母板 熔接 | 67.0 | | 3.2 | | 56.5 | | 1.0 | | | | | | | | 68.2 | | 1.1 | |

* 母板：2枚板を重ね、熔接を行はざるもの。 熔接：2枚板を重ね、其の中央を熔接せるもの。
試験結果は各試料とも試験片2個の平均値である。

57 X 37 = 21.09

並 32

第 5 圖 點熔接による抗張性の變化狀況

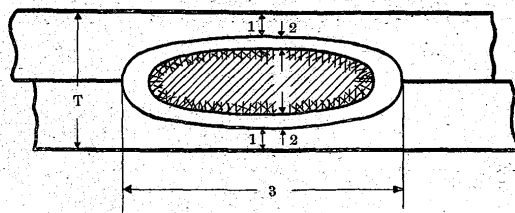


試験片は總て熔着點を横切て切斷されてゐる。今兩種板に就いて見ると、熔接によつて抗張力及伸の減少する割合は概して少く、試料 1 (純), 2 (Ti), 3 (Ti), 4 (Ti), 5 (Mo), 7 (Si+Ti) 及 8 (Si+Mo) では抗張力は少しも減少せぬのみか其の中には僅な増加を示すものもあり、之等の伸の減少も亦僅少である。然るに試料 6 (Si), 9 (Cb) 及 10 (Cb) では抗張力及伸の減少稍大である。壓延板では一般に抗張力の減少は軟化板に比し概して大である。其の減少の大なるものに屬するものは 5 (Mo), 6 (Si) 9 (Cb) 及 10 (Cb) で抗張力の減少約 40~50% 之等は伸の減少も亦大である。其の小なるものに屬するものは 4 (Ti) 及 8 (Mo) であつて、抗張力の減少 20% 以下、伸の減少又小である。

試験 4 熔接點斷面に於けるマクロ組織的分野 熔接點の斷面は熔着完全なものでは之を研磨後腐蝕して見ると大體第 6 圖に示す様な組織を異にする分野から成立つ。此の分野の關係的大さは熔接後の諸性質と深い關係が存することは容易に想像されるところである。今タブ 5 で熔接された各試料の、軟化壓延兩板に就いて實測した之等の數

値を拔出し表示すると第 6 表の様である。

第 6 圖 熔接點斷面に於けるマクロ組織的分野



第 6 表 熔接點斷面に於けるマクロ組織的分野の大き

(第 6 圖参照) 寸法 mm

| 試料 番號 | 軟 化 板 | | | | | 壓 延 板 | | | | |
|----------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| 1 | 0.24 | 0.29 | 0.03 | 0.06 | 3.69 | 0.09 | 0.16 | 0.28 | 0.15 | 4.11 |
| 2 | 0.18 | 0.20 | 0.14 | 0.16 | 4.12 | 0.19 | 0.15 | 0.11 | 0.20 | 4.25 |
| 3 | 0.21 | 0.16 | 0.05 | 0.06 | 4.02 | 0.18 | 0.18 | 0.24 | 0.23 | 3.58 |
| 4 | 0.14 | 0.12 | 0.22 | 0.25 | 4.52 | 0.17 | 0.15 | 0.31 | 0.29 | 4.00 |
| 5 | 0.14 | 0.15 | 0.08 | 0.11 | 3.95 | 0.20 | 0.21 | 0.09 | 0.11 | 4.09 |
| 6 | 0.25 | 0.20 | 0.13 | 0.08 | 3.92 | 0.25 | 0.17 | 0.25 | 0.30 | 3.81 |
| 7 | 0.17 | 0.15 | 0.27 | 0.28 | 4.34 | 0.22 | 0.19 | 0.44 | 0.20 | 3.35 |
| 8 | 0.20 | 0.21 | 0.14 | 0.14 | 4.34 | 0.17 | 0.14 | 0.18 | 0.17 | 4.46 |
| 9 | 0.18 | 0.18 | 不明 | 〃 | 3.28 | 0.18 | 0.24 | 0.08 | 0.08 | 4.02 |
| 10 | 0.23 | 0.19 | 0.10 | 0.11 | 4.18 | 0.19 | 0.20 | 0.25 | 0.25 | 3.14 |

第 30

各分野の大きさに就いては各試料間に添加特殊成分の影響ではないかと考へられる多少の相違が認められるが、此の點充分明かではない。たゞ熔接成果と密接關係ある。中心熔融部と表面との間の層1の厚さと、熔融部の直徑3に就て一言すれば、タップ3種のものを平均し全試料を通じ。

$\frac{1+1}{T}$ は軟化板では 20~35%,

壓延板では 20~28%,

で何れに於いても最小 20% と見てよい。

3 は軟化板では 2.93~4.81mm

壓延板では 3.01~4.82mm

である。上記の $\frac{1+1}{T}$ は主として、耐蝕性に 3 は強度に夫夫重要な關係がある。

試験5 X-線透過狀況 熔接部に生じた氣泡其の他の

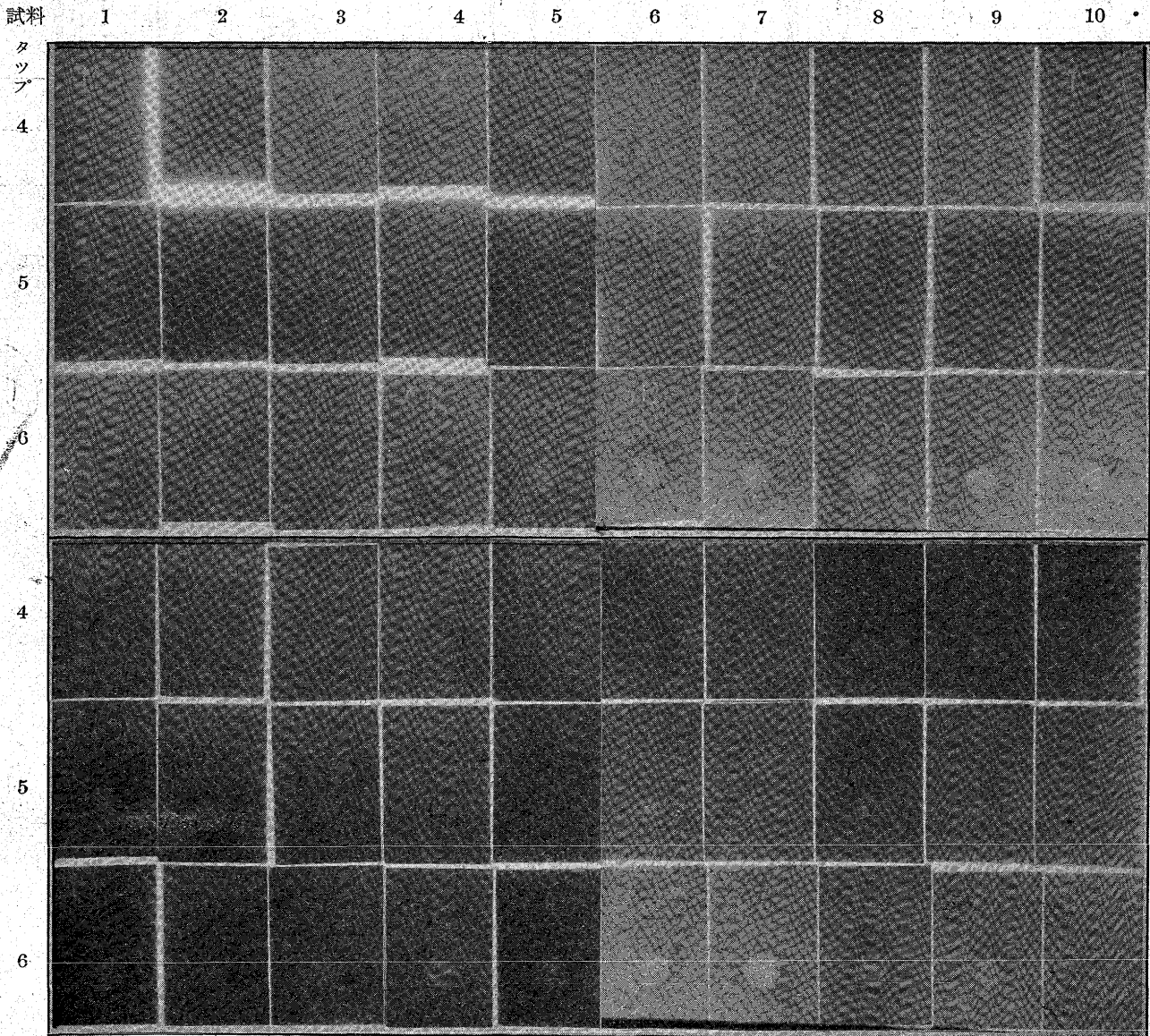
缺陷檢出の目的で行た X 線透過試験の結果は第7圖に示す様である。

寫眞は各種試料に就いてタップを 4, 5 及 6 の 3 様に變へて熔接したものである。熔接點を示す圓内に見える白點は氣泡の存在を表す。其の有無、大小等に関しては各試料間に明かな區別は認められぬが、全試料を通じ格別著いものではない。圓外に飛散せる様に見える暗部は電孤によつて板の合せ目面が熔融放射されたものである。

試験6 腐蝕性 剪斷試験片と同様に幅 15mm, 長さ 40mm の板 2 枚を縦方向に 15mm 重ね其の中央を點熔接したるものを試験片となし、之を硝酸 15%, 弗酸 3% の水溶液中で 15 時間煮沸したる後表面狀況を検した。熔接點と其周圍部表面の侵蝕狀況を壓延板に就いて示せば第 8

第 7 圖 X-線 透 過 状 況

化 軟 板



47 x 51 = 23,97

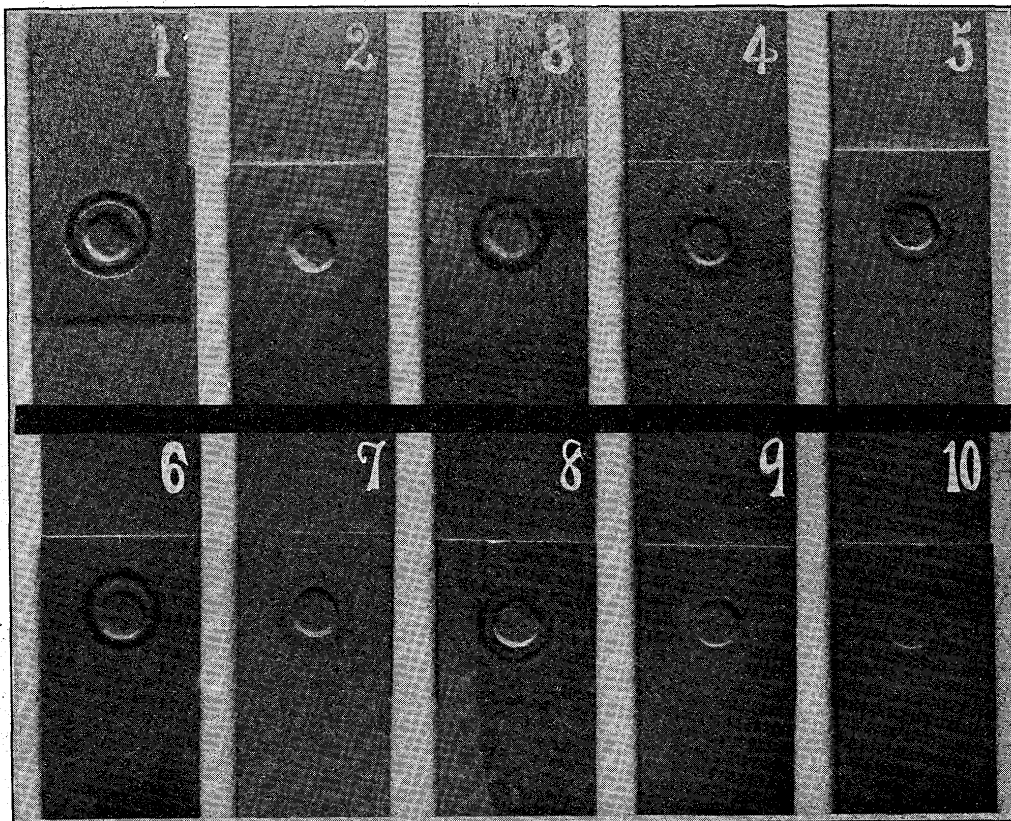
42X34 = 14.28

31 並

圖の様である。

第 8 圖 腐蝕試験に依る表面の侵蝕状況 (壓延板タップ 5)

寫真に見らるゝ様に熔接せられた點は最初より圓き凹を有するが、其の周圍に少し距れて環状をなして侵蝕が生じてゐる。各試料は其の程度と範圍によつて外觀に不同を呈する。單に白味を呈する輕微なものより甚しきものは侵蝕は板の全厚さに及び表裏に貫通するに至るものがある。本試験結果を各試料の軟化、壓延兩板に就いて見ると、軟化板は壓延板に比し上記の環状侵蝕の程度は概して輕微である。試料別には 1 (純), 6 (Si) 及 8 (Si + Mo) は其の状況から不良の部に屬し、他は何れも餘り相違が無い。壓延板では試料 1 (純), 6 (Si) 及 8



×13 (數字は試料番號)

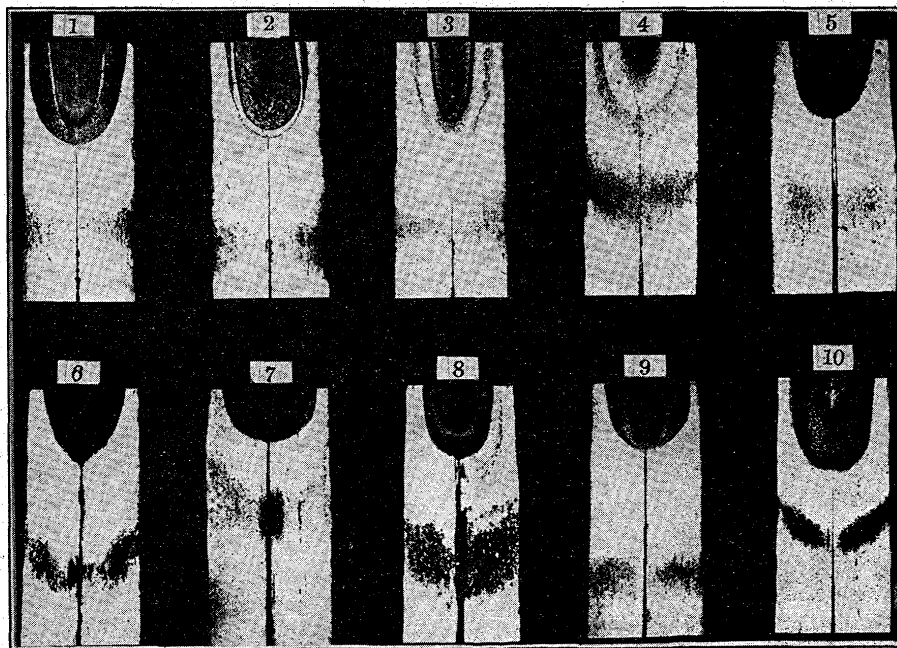
(Si + Mo) は不良就中 1 は特に甚しく。5 (Mo), 7 (Si + Ti) 及 9 (Cb) 良にして、2 (Ti), 3 (Ti), 4 (Ti) 及 10 (Cb) は其の中位に屬する。

以上の結果から見ると Mo, Ti, Cb 又は Si + Ti の添加は熔接點附近の耐蝕性に好影響を與へることが判る。

試験 7 断面に於ける熔接點附近の組織 熔接點附近の断面を腐蝕して顯微鏡下に見ると全試料に於て熔接點から少しく距れた點に之を挾んで板の全厚さに擴る灰色乃至は黒色に着色せる析出帯がある。之に就いて軟化壓延兩板を比較すると前項の表面腐蝕試験結果と同様全試料を

通じて壓延板は軟化板に比して遙に顯著である。依て今壓延板に就いて行つた試験結果に就いて述べよう。第 9 圖は其の熔接點の中心に沿ふ断面を研磨の後 NaCN 水溶液中電解法により腐蝕せるものである。

第 9 圖 断面の顯微鏡的組織 (壓延板タップ 5)



×10 (數字は試料番號)

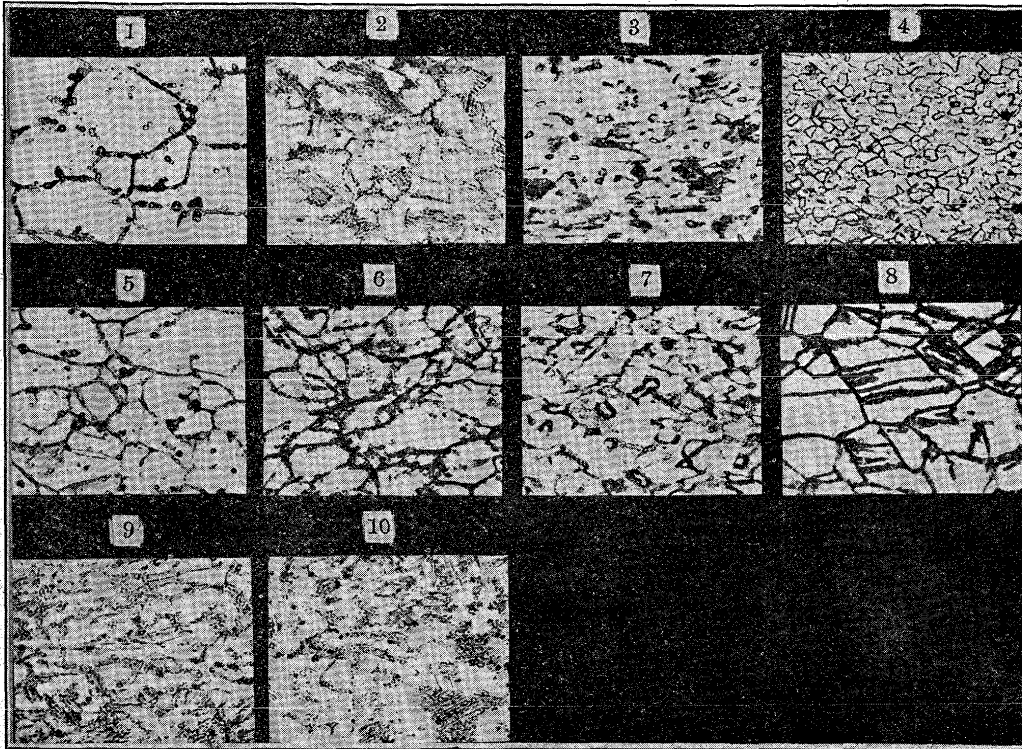
37X27 = 9.99

寫真は熔接點の周圍から少しく距て之を圍む灰黒色析出帯断面の各一半を示す。其の熔接點からの距り、其の面積、組織等に關しては試料間に大分相違がある。此の析出帯の板の表面に現れたものが第 8 圖に示した環状侵蝕部である

$$43 \times 31 = 13,33$$

32 並

第 10 圖 析出帯の顯微鏡的組織 (壓延板タップ5)

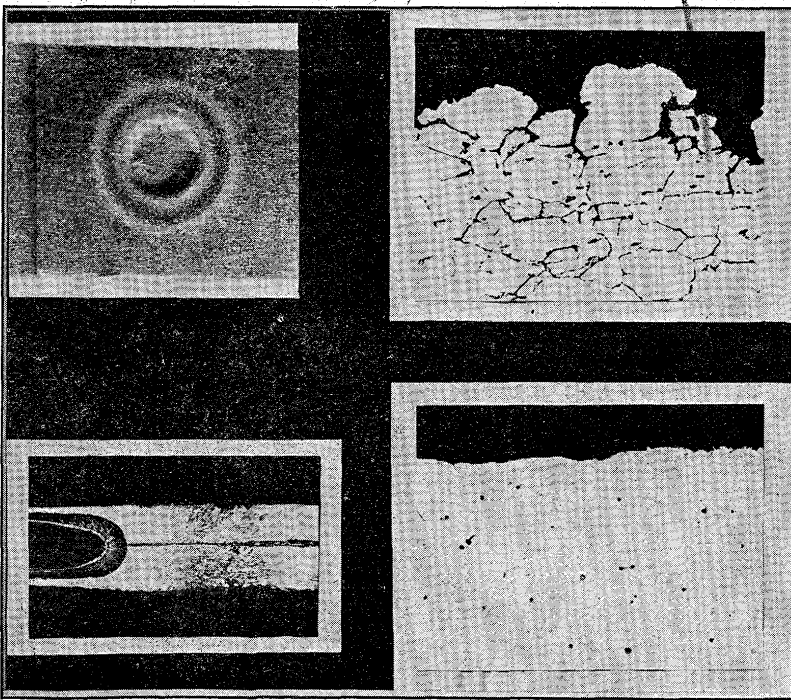


× 250 (數字は試験番號)

$$33 \times 29 = 9,57$$

第 11 圖 試料 1 に於ける表面腐蝕と断面析出帯

39



× 10

× 100

然らば此の断面に於ける析出帯の正體に就いて調査を進めることは點熔接部表面の腐蝕作用に關し正しき認識を得るに役立つと考へ、此の部分の顯微鏡的組織を更に擴大して檢した。其の結果は第 10 圖の様である。

之等の寫眞に見らるゝ様に全試料とも炭化物析出が若干生じてゐる。就中試料 1 (純), 5 (Mo), 6 (Si) 及 8 (Si+Mo) は結晶粒比較的大で炭化物の粒間析出が顯著である。他は添加元素と其の量によつて組織はオーステナイトの外にフェライトを含むものがあつて組織的に相違はあるが概ね結晶は細く其の内部は稍灰色を呈するものが多い。之等のことから此の灰黑色帯が約 450~800°C の加熱によりて生ずる粒間又は粒内入り面に析出せる炭化物であることは容易に想像される。

之等試料の中前項の表面腐蝕によつて侵蝕被害の大なるものは何れも粒間析出の大なるもので然らざるものは全面的腐蝕を被るも著しき不良結果には至らぬものである。

但し試料 5 が粗粒で粒間析出を呈するに拘らず表面腐蝕試験結果の甚だしく不良でないのは此の灰黑色析出帯が比較的板の内部に濃く表面に輕微であるためであらう。

今試料 1 (純) に就いて表斷兩面の腐蝕に關する上述の關係を一括したものを示すと第 11 圖の様である。

圖中左上は表面腐蝕試験 5 時間後の狀況 (第 8 圖参照) 左下は断面狀況 (第 9 圖), 右上は断面に於ける灰黑色析出帯が表面に連る部分の粒間侵蝕狀況, 右下は健全なる表面を持つ断面を夫々表すものである。

以上の試験によつて熔接點附近に生ずる炭化物の析出狀況と之に及ぼす添加元素の影響が略明らかになつた。之を試料別に見ると、試料 1 (純), 5 (Mo), 6 (Si) 及 8 (Si+Mo) は結晶粒の粗大化と粒間析出を生じて耐蝕性は著しく低下し就中試料 1 (純) は最も甚だしく、他

の 2 (Ti), 3 (Ti), 4 (Ti), 7 (Ti+Si), 9 (Cd) 及 10 (Cd) は何れも結晶粒細く、耐蝕性も亦良好である。

V. 終 結

18/8 板の點熔接に於て之に添加された Ti, Mo, Si, Ti+Si, Mo+Si 及 Cd が熔接點の機械的性質及耐蝕性に及ぼす影響に關し其の軟化及壓延兩状態の板に就て試験を行った。今結果の主なるものを纏めて見ると、軟化板に

對しては剪斷力、抗張性等で表す機械的性質並びに耐蝕性に於て添加元素の影響は概して僅小であるに反し、壓延板に於ては其影響の可なり顯著なものがある。就中機械的性質に好影響を與ふるものは Ti, Mo, Si, Si+Ti 及 Si+Mo であるが耐蝕性、特に粒間腐蝕に對しては Ti, Ti+Si 及 Cd が夫々好影響を與へ、兩性質に對し好果を來らしめるものは結局 Ti 及 Ti+Si で有ることを知た、

中支戦局進展で鐵鑛石の供給確保 軍需資源中の最重要品たるとともに一般産業の基礎的資源としての鐵鋼については屢報の如く鐵鋼國策樹立され、一路増産に邁進してゐるが、之が原料たる鐵鑛石の供給は戦果かがやく支那事變の遂行によつて愈々確保されんとしてゐる、大體鐵鑛石の現状を大觀すれば左の如きものがある(單位千噸)

△需要高=昭和 11 年 4,500 12 年 4,000 (支那輸入激減の爲)
 △供給経路=11 年輸入品 3,447,750 噸、内支那より 1,060,000 馬來 1,594,000 フィリッピン其他 793,750、内地品(朝鮮を含む) 1,050,000 總計 4,497,750 12 年輸入品 2,833,000 噸 内支那より 420,000、馬來 1,748,000 フィリッピン其他 665,000 内地品(朝鮮を含む) 1,174,000 總計 4,007,000

しかも鋼材逐年の自然増加趨勢より推測し、これを考慮の下に進行裡にある

現在建設熔鑛爐等より見るとき、昭和 16,7 年頃の鐵鋼需要高は年額 10,000,000 噸に上るべく即ち 1 昨年及び昨年より 5,6,000,000 噸の増加は必然とされるのでありこの内大部分は輸入に仰がざるを得ない、しかしてこれを何れに求めるかにつき、北支よりの輸入が論議される、しかし日鐵調査員の報告及び京大教授藤田博士の意見に徴すれば察哈爾省龍關地方鐵鑛石は鑛量 900,000 噸と稱するも成分は鐵分 49 乃至 53 パーセントで必ずしも良鑛と言へず、運賃關係において揚子江沿岸品と競争にならず結局現地に製鐵所を設備し半製品として輸入するをその鐵鑛埋藏量は 100,000,000 噸と

推測され既にその一部分は左の如く本邦へ輸入を見てゐるが積出の至便なる事は、本邦着單價隨當り 13 圓乃至 15 圓で朝鮮利源及び汾川の鑛石値と變らず、馬來ヅンゲン、ジョホール、ケママン、ランカツプ、比律賓のマンブラオの 18 圓乃至 20 圓、濠洲ワイヤラの 25 圓に比し遙かに安値なるによつてその一斑を窺知し得る處である、この揚子江沿岸も戦局益々榮え、敵第二の首都漢口陥落によつて確實に把握されるのであり、この點から鐵鋼資源の確保が期待されるのである(輸入は 11 年實績單位噸)

| 鑛山名 | 積出地 | 輸入數量 | 鑛山名 | 積出地 | 輸入數量 |
|-----|------|---------|-----|------|---------|
| 大 冶 | 揚子江岸 | 564,000 | 大凹山 | 揚子江岸 | 38,000 |
| 挑 仲 | 同 | 135,000 | 小姑山 | 同 | 23,000 |
| 象鼻山 | 同 | 150,000 | 南 山 | 同 | 150,000 |

賢策となすのであつて、北支開發會社もこの意向の下に既設龍烟公司を活用する筈である、山西省の鐵鑛石埋藏量は實に 240,000,000 噸と推定され、鐵分 45 乃至 57 パーセントとされるが搬出不便、運賃當み之が、本邦への輸入はなほ將來に屬するも、山東省金嶺鎮鑛山は現在の日支合辦 10,000,000 元の魯大公司は採掘休止中だが青島、濟南の中間にあり、搬出至便、鐵分は 55 乃至 50 パーセントで鑛量も 13,700,000 噸と稱し近く輸入を期待される、しかも之に數等優るものとしては揚子江沿岸南京漢口間の鐵鑛山である

(中外八月十七日)

昭和製鋼にて貧鑛處理にブ式酸性操業を採用 さきにクルツプ式貧鑛處理法をドイツから輸入したわが製鐵界は今回更に米國からブラサート式酸性操業を製銑過程に取り入れて事變下の斯界に一大革命を齎らすこととなつた、世界的な軍擴の波に乗た各國はいづれも貧鑛處理には絶大の努力を拂ひてゐるわけであるが、長く米國のユー・エス・スチールで技師長をやつてゐたブラサート氏(現在ブラサート會社社長)は從來の富鑛による鹽基性鑛鑛爐から貧鑛を使ふ酸性鑛鑛爐への經濟的轉換に成功し、その方法は漸次世界的に認められて、このほど英國のボルビイに右酸性鑛鑛爐を建設同地付近にある含有量 29 パーセントの貧鑛を處理することとなつた外獨逸がハルレにおいて問題のゲーリング工場を建設に着手するやその製銑年 4,200,000 トン操業を鑛鑛爐建設後 5 年間ブラサート氏が全責任を持つて行ふ事になつたほど信頼を博したのである。

しかしてゲーリング工場の使用する鑛石も含有 30 パーセントの貧鑛であつてわが國においてもかねがね鑛鑛爐の貧鑛に對する酸性操業(アシッド・プロセス)は獨自に研究を續けられてをり、昭和製鋼所では今春來多少その實驗をも行つてゐたのであるが、ブラサートの副社長アイヴイス氏が過般來朝したのを機會に小日山社長以下技術關係のものが種々その助言を得て酸性操業を行つた結果頗る有利で小日山氏自身もこれに『革命的操業』なりとの折紙をつけたので昭和製鋼所においては現在操業中の年 700,000 トンの鑛鑛爐及び今年中に火入れ豫定の 700 トン爐四基に對してもこの酸性操業を行ふこととなり、右操業形式はパテントといふ形のものではないが昭和製鋼としても相當の謝禮をこれに支拂つた。

更にアイヴイス副社長からは三菱鑛業の技術關係者もブラサート式酸性操業の傳授をうけたので同社でもクルツプ式と併用して茂山開發に伴ふ清津製鐵所で富鑛、貧鑛を各 50 パーセントづつ使用する鑛鑛爐の酸性操業を行ふこととなつた、かくて世界的な最新貧鑛處理法たる酸性操業も昭和製鋼及び三菱鑛業の手でわが國に輸入の道を得ることになつたわけである。

この酸性操業法とは從來の鹽基性(ベーシック)のものより異なり石灰石を少し鹽基性の場合には 1,600 度乃至 1,800 度に熱せねばならぬものを 1,400 度乃至 1,500 度で済ますことが出來酸性度 0.8 熱度を低くすることが出来るため、使用するコークスの量も減少せしむることが出来るわけで、ただ石灰石が少いので硫黄分が多く殘るのでこれを取るのにソーダを用ふるのである。

この石灰石の代りにソーダで硫黄分を除くことが出来るのがその核心で右によつて出銑率も増加しコストも低下出来るのである、しかしてこの方法は貧鑛に特に有利で何れも貧鑛を目當てにこの方法を採用してゐるが富鑛においても條件によつてはこの酸性操業を有利とする場合多く、日鐵でも今春來獨特の方法で輪西の 225 トン 1 基釜石の 380 トン及び 350 トン各 1 基、兼二浦の 300 トン爐 1 基にこの研究を積んだ結果、富鑛處理の場合もなほ在來の鹽基性のもより有利なることが實證されたので近く八幡でもこれを實施し、その結果によつては日鐵の全鑛鑛爐をこの酸性操業とすることも豫想されるに至つた、しかしながら酸性操業が有利なのは特に貧鑛の場合であるから富鑛處理の鑛鑛爐は在來のまま鹽基性のものが存続する事も考へられるが、地元貧鑛のあるところで製銑事業を行ふ場合は今後すべて酸性式のみが用ひられるものとみられる

(東日八月十六日)