

## 特殊鋼の熱傳導率に就て

(日本鐵鋼協會第 18 回講演大會講演 昭和 12 年 10 月)

菊田多利男\*

## ON THE THERMAL CONDUCTIVITY OF SPECIAL STEEL.

Tario Kikuta.

SYNOPSIS:—Five years ago, the author described, in this journal, on the thermal conductivity of numerous kinds of cast iron.

In this paper, he reports the results of the thermal conductivity of some kinds of special steel measured with the same apparatus as that was described in his previous reports. The temperature range experienced extends over ordinary temperature up to about 800°C, and the kind of steel is as follows:—

(1) Carbon steel: 2 kinds, (2) Nickel chromium steel: 3 kinds. (3) Stainless Steel: 2 kinds (4) High speed steel: 2 kinds.

As it is known that the thermal conductivity of cast iron or steel is affected by the microscopic structure more than the chemical composition, he measured the thermal conductivity of each steel in quenched and tempered conditions in addition to annealed condition.

## I 緒 論

特殊鋼の製造工業に於ては、熔解爐中に於ける鋼の精錬は勿論重要な事柄であるが、鋼塊の鍛錬作業も大切な事となつて居る、殊に鋼種が高速度鋼の如き硬くて脆き鋼又は不銹鋼の如き熱傳導率の低き鋼材を、經濟的に製造するに當ては鍛錬温度に留意すると同時に鋼塊鋼材の加熱冷却にも充分注意せぬと思はぬ失敗を招致することがある。鋼の鍛錬温度<sup>1)</sup>に就ては前に研究結果を發表してあるが、鋼の加熱冷却に關する明確なる認識を得る必要があり、茲に特殊鋼の熱傳導率を測定し、これ等鋼材の鍛錬作業の便に供したのである。

測定の方法は前に發表した鑄鐵の熱傳導率<sup>2)</sup>測定方法と同様であるから、その説明は省略する。

## II 試 験 材 料

試験材料は鋼塊より適當に鍛錬せられた 35~50 mm の丸棒より切出した、その化學成分は次の如きものである。表中炭素鋼 2 種あるがこれは本試験装置の適否、精密度を判定するために特に採用したのである。

これ等の化學成分を有する丸鋼材より所定の形状の試料

\* 日立製作所冶金研究所

1) 鐵と鋼, 第 23 年, 第 5 號, P. 430

2) 鐵と鋼, 第 19 年, 第 1 號 及び 第 19 年, 第 6 號

第 1 表

| 鋼 種        | C    | Si   | Mn   | P     | S     | Ni   | Cr    | W     | Mo   | V    | Co   |
|------------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|------|
| 炭素鋼A       | 0.18 | 0.24 | 0.45 | 0.019 | 0.007 | —    | 0.07  | —     | 0.13 | —    | —    |
| 炭素鋼B       | 1.01 | 0.16 | 0.47 | 0.020 | 0.010 | —    | 0.08  | Nil   | —    | —    | —    |
| ニッケルクロム鋼 A | 0.29 | 0.21 | 0.42 | 0.010 | 0.012 | 2.92 | 0.72  | —     | —    | —    | —    |
| 〃 B        | 0.31 | 0.15 | 0.38 | 0.021 | 0.006 | 4.33 | 1.12  | 0.27  | 0.37 | —    | —    |
| 〃 C        | 0.28 | 0.34 | 0.51 | 0.013 | 0.003 | 2.72 | 2.84  | —     | 0.56 | —    | —    |
| 不銹鋼A       | 0.26 | 0.20 | 0.30 | 0.017 | 0.002 | 8.61 | 17.30 | —     | —    | —    | —    |
| 〃 B        | 0.12 | 0.19 | 0.33 | 0.017 | 0.016 | 0.51 | 13.29 | —     | —    | —    | —    |
| 高速度鋼A      | 0.70 | 0.11 | 0.32 | 0.027 | 0.004 | —    | 4.40  | 18.52 | 0.51 | 0.84 | 0.06 |
| 〃 B        | 0.77 | 0.14 | 0.23 | 0.026 | 0.003 | —    | 4.35  | 19.31 | 0.91 | 2.03 | 5.58 |

を製作し、そのまゝの状態即ち炭素鋼及び高速度鋼等は焼鈍状態のものを Ni-Cr 鋼、不銹鋼 A は熱處理状態のものにつき熱傳導率の測定をなしたる後、試料は夫々測定装置より取出して後、それぞれの熱處理に従ひ所定の温度より水又は油中にて急冷した後、それを測定装置に裝備し、300 又は 550°C まで測定を續け焼入状態に於ける熱傳導率並びに引續き實驗をなし、焼入焼戻後の状態に於ける熱傳導率をも測定した。

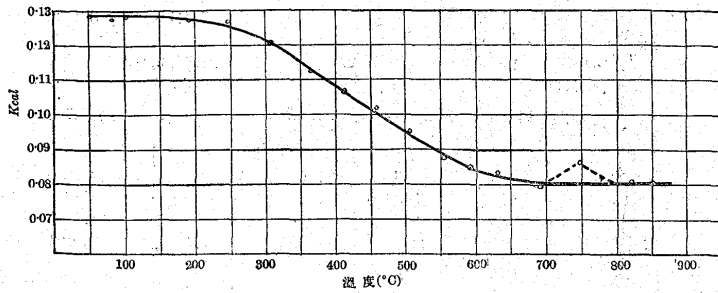
## III 結 果

測定の結果を掲げると第 2~10 表、及び第 1~9 圖の如くなる。

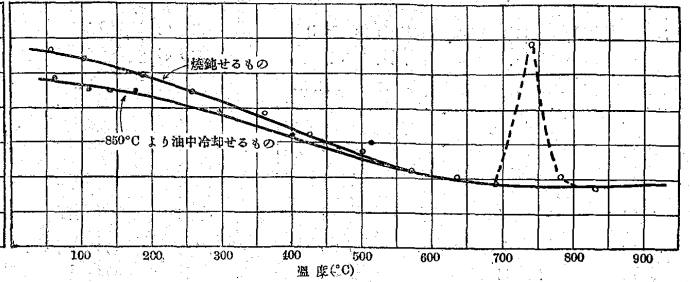
第 2 表 炭素鋼 A. 焼鈍せるもの

| 温 度   | 熱傳導率  | 温 度   | 熱傳導率  | 温 度   | 熱傳導率  |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 49.5  | 0.128 | 364.5 | 0.112 | 630.0 | 0.084 |
| 82.0  | 0.127 | 411.5 | 0.107 | 690.5 | 0.079 |
| 101.0 | 0.128 | 458.0 | 0.102 | 746.5 | 0.087 |
| 190.5 | 0.127 | 508.0 | 0.095 | 822.5 | 0.080 |
| 245.0 | 0.126 | 554.0 | 0.087 | 848.5 | 0.080 |
| 306.0 | 0.121 | 592.0 | 0.085 |       |       |

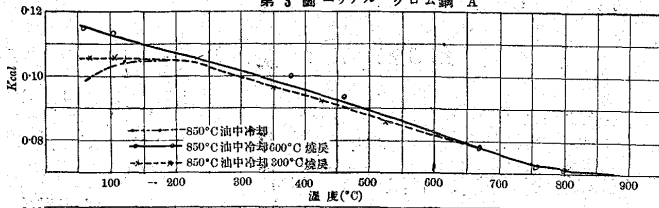
第1圖 炭素鋼 A



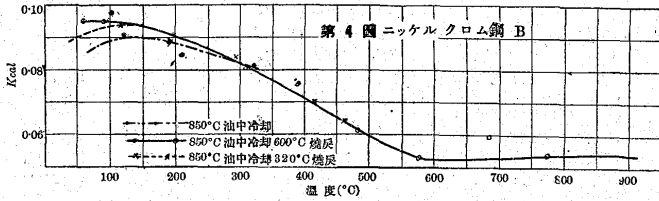
第2圖 炭素鋼 B



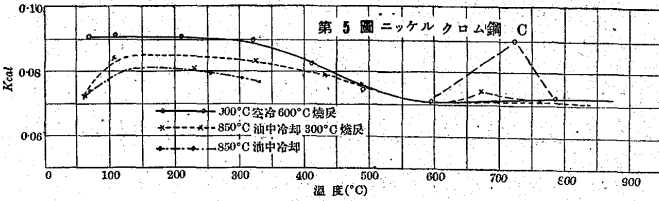
第3圖 ニッケル・クロム鋼 A



第4圖 ニッケル・クロム鋼 B



第5圖 ニッケル・クロム鋼 C



鋼の場合と同様で別に説明の要はない。

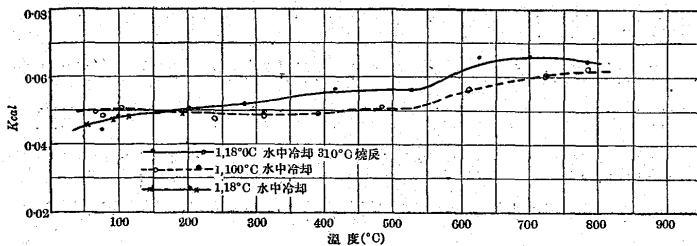
第3表 炭素鋼 B

| 焼鈍状態のもの |        | 850°Cより油中冷却せるもの |        |
|---------|--------|-----------------|--------|
| 温度      | 熱傳導率   | 温度              | 熱傳導率   |
| 56      | 0.1167 | 572             | 0.0819 |
| 103     | 0.1140 | 635             | 0.0802 |
| 184     | 0.1092 | 692             | 0.0790 |
| 257     | 0.1045 | 740             | 0.1187 |
| 362     | 0.0982 | 783             | 0.0803 |
| 425     | 0.0922 | 832             | 0.0773 |
| 502     | 0.0879 |                 |        |
|         |        | 64              | 0.1084 |
|         |        | 111             | 0.1052 |
|         |        | 176             | 0.1050 |
|         |        | 295             | 0.0985 |
|         |        | 401             | 0.0912 |
|         |        | 514             | 0.0902 |

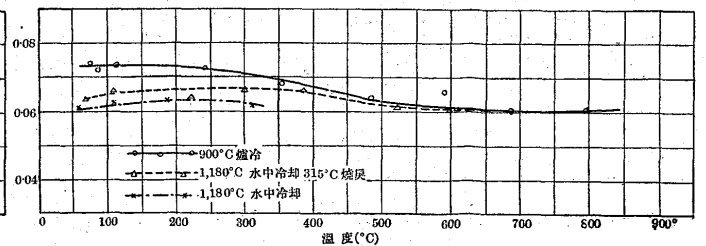
これを曲線にて圖示すれば第2圖の如くなる、圖中に於て740°Cに於ける熱傳導率の高値を示せるは試料の熱流が定常状態に達した後、鋼のA<sub>1</sub>變態に依る發生熱の爲め温度差に變調を來したる爲めであつて、炭素鋼Aの場合にも此の影響は現はれて居る。油中冷却に依り焼の入た鋼は多少熱傳導率が低くなることは豫想もされる事であるが、その減少の程度はそう大でない。これ等の現象は次に述べるNi·Cr鋼の場合にも適合するものである。

表中熱傳導率の單位は cal/°C, cm, sec である。これを曲線に畫くと第1圖の如くなる、曲線及び表に於て熱傳導率の價及びその温度上昇に従ふ推移の狀況は從來の炭素

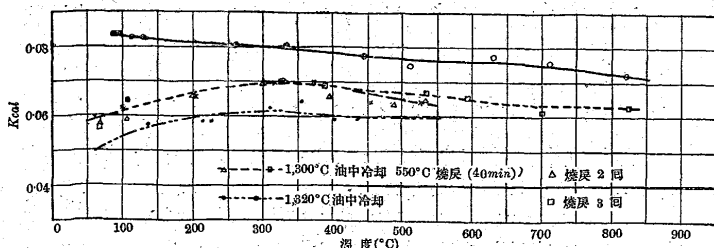
第6圖 不銹鋼 A



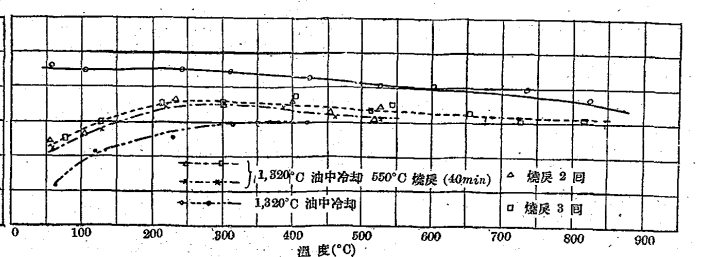
第7圖 不銹鋼 B



第8圖 高速度鋼 A



第9圖 高速度鋼 B



第4表 ニッケル・クロム鋼A

| 熱處理済みのもの<br>850°C焼入(油中)<br>600°C焼戻(水中) |        | 850°Cより<br>油中冷却 |        | 850°C 油中冷却<br>300°C 焼戻 |        |
|--|--------|-----------------|--------|------------------------|--------|
| 温度                                     | 熱傳導率   | 温度              | 熱傳導率   | 温度                     | 熱傳導率   |
| 57                                     | 0.1142 | 61              | 0.0989 | 67                     | 0.1059 |
| 102                                    | 0.1136 | 126             | 0.1048 | 105                    | 0.1053 |
| 133                                    | 0.1109 | 219             | 0.1045 | 226                    | 0.1050 |
| 289                                    | 0.1002 |                 |        | 358                    | 0.0967 |
| 377                                    | 0.1007 |                 |        | 426                    | 0.0927 |
| 457                                    | 0.0939 |                 |        | 529                    | 0.0859 |
| 592                                    | 0.0833 |                 |        | 603                    | 0.0812 |
| 669                                    | 0.0788 |                 |        |                        |        |
| 756                                    | 0.0719 |                 |        |                        |        |
| 800                                    | 0.0721 |                 |        |                        |        |

第5表 ニッケル・クロム鋼B

| 熱處理済みのもの<br>850°C 油中冷却<br>600°C 焼戻 |        | 850°Cより<br>油中冷却 |        | 850°C 油中冷却<br>320°C 焼戻 |        |
|------------------------------------|--------|-----------------|--------|------------------------|--------|
| 温度                                 | 熱傳導率   | 温度              | 熱傳導率   | 温度                     | 熱傳導率   |
| 59                                 | 0.0950 | 69              | 0.0854 | 62                     | 0.0909 |
| 90                                 | 0.0947 | 123             | 0.0904 | 113                    | 0.0946 |
| 176                                | 0.0924 | 187             | 0.0886 | 296                    | 0.0845 |
| 209                                | 0.0847 | 265             | 0.0788 | 416                    | 0.0704 |
| 311                                | 0.0809 |                 |        | 463                    | 0.0642 |
| 390                                | 0.0758 |                 |        |                        |        |
| 479                                | 0.0613 |                 |        |                        |        |
| 578                                | 0.0538 |                 |        |                        |        |
| 700                                | 0.0890 |                 |        |                        |        |
| 682                                | 0.0598 |                 |        |                        |        |
| 776                                | 0.0541 |                 |        |                        |        |

第6表 ニッケル・クロム鋼C

| 熱處理済みのもの<br>900°C 空冷<br>600°C 焼戻 |        | 850°Cより<br>油中冷却 |        | 850°C 油中冷却<br>300°C 焼戻 |        |
|----------------------------------|--------|-----------------|--------|------------------------|--------|
| 温度                               | 熱傳導率   | 温度              | 熱傳導率   | 温度                     | 熱傳導率   |
| 67                               | 0.0908 | 69              | 0.0740 | 62                     | 0.0721 |
| 108                              | 0.0912 | 122             | 0.0802 | 109                    | 0.0842 |
| 209                              | 0.0908 | 256             | 0.0797 | 231                    | 0.0810 |
| 320                              | 0.0899 | 301             | 0.0782 | 433                    | 0.0798 |
| 414                              | 0.0826 |                 |        | 520                    | 0.0759 |
| 492                              | 0.0745 |                 |        | 622                    | 0.0745 |
| 589                              | 0.0705 |                 |        | 711                    | 0.0714 |
| 788                              | 0.0720 |                 |        |                        |        |

以上の結果を曲線にて示すと第3~5圖の如くなる、圖より Ni・Cr 鋼の温度 對 熱傳導率曲線は大體炭素鋼の場合に類似して居る、而して硬き鋼即ちマルテンサイト鋼に近きもの程熱傳導率は悪い、鋼の加熱及び冷却の場合を考へて見るのに熱傳導率の悪い鋼程熱分布の部分的差が大で、それに依て生ずる熱應力も大となる。他方に於てかゝる熱應力の起る事大なる鋼程硬くて且つ延び難いのであるから、兩々相俟てこの種硬き鋼を急激に加熱冷却をなすときは遂に熱應力のために表面にも毛疵を生ずるに至るのである而してかゝる鋼は又 Ar<sub>1</sub> 變態點が可なり低温度(300~150°C)にて起るのであるからこれも亦毛疵その他の割れの生ずる機會を多からしむ。上掲のニッケル・クロム鋼 B 及び C の如き鋼を鍛鍊する際には加熱及び冷却に注意して疵の發生を防止すべきである。

第7表 不銹鋼 A

| 熱處理済みのもの<br>1,100°Cより<br>水中冷却 |        | 1,180°Cより<br>水中冷却 |        | 1,180°Cより水中<br>冷却のものを更に<br>306°Cまで加熱せ<br>るもの |        |
|-------------------------------|--------|-------------------|--------|--|--------|
| 温度                            | 熱傳導率   | 温度                | 熱傳導率   | 温度   | 熱傳導率   |
| 65                            | 0.0495 | 53                | 0.0459 | 71   | 0.0447 |
| 77                            | 0.0489 | 91                | 0.0475 | 95   | 0.0482 |
| 102                           | 0.0504 | 114               | 0.0486 | 200  | 0.0514 |
| 238                           | 0.0477 | 191               | 0.0495 | 282  | 0.0520 |
| 307                           | 0.0491 | 306               | 0.0494 | 415  | 0.0568 |
| 389                           | 0.0494 |                   |        | 525  | 0.0566 |
| 481                           | 0.0516 |                   |        | 621  | 0.0660 |
| 610                           | 0.0565 |                   |        | 701  | 0.0667 |
| 719                           | 0.0595 |                   |        | 779  | 0.0645 |
| 783                           | 0.0625 |                   |        |  |        |

第8表 不銹鋼 B

| 焼鈍せるもの<br>(900°Cより冷爐) |        | 1,180°Cより<br>水中冷却 |        | 1,180°Cより水中<br>冷却のものを更に<br>310°Cまで加熱せ<br>るもの |        |
|-----------------------|--------|-------------------|--------|--|--------|
| 温度                    | 熱傳導率   | 温度                | 熱傳導率   | 温度   | 熱傳導率   |
| 75                    | 0.0742 | 58                | 0.0606 | 67   | 0.0638 |
| 87                    | 0.0721 | 109               | 0.0629 | 107  | 0.0666 |
| 110                   | 0.0742 | 189               | 0.0638 | 220  | 0.0641 |
| 110                   | 0.0729 | 311               | 0.0619 | 299  | 0.0666 |
| 241                   | 0.0730 |                   |        | 384  | 0.0665 |
| 352                   | 0.0686 |                   |        | 523  | 0.0612 |
| 483                   | 0.0643 |                   |        | 595  | 0.0602 |
| 590                   | 0.0662 |                   |        | 714  | 0.0653 |
| 686                   | 0.0607 |                   |        | 801  | 0.0644 |
| 796                   | 0.0608 |                   |        |  |        |

上の2表を圖示すれば第6圖及び第7圖の如くなる、これ等の曲線を見ると炭素鋼及び Ni・Cr 鋼の場合とは可なり異て居る、特に不銹鋼 A に於て然りとす。

不銹鋼 A は所謂 18/8 の Ni・Cr 系オーステナイト不銹鋼に屬し、表及び圖より知らるゝ如く熱傳導率は可なりに低値を採て居る。而してその温度に依る變化の狀況はパーライト系鋼に比すれば全く異り、温度上昇するも熱傳導率の低下を見ない。550°C 位以上温度を上昇せしめると寧ろ熱の傳導は良くなる。なほこの鋼は鍛造のまゝにても大部分オーステナイト組織となつて居る故これを 1,100°C の如き高温より焼入れたものにもその組織に變化を來さぬ故 200°C 位までは熱傳導率は變りはない、ただ 250°C 以上となると焼入後 300°C で焼戻したものが多少熱傳導率が良くなる傾向になつて居るが、その理由は不明である。

不銹鋼 B は所謂 13% Cr 系の不銹鋼であつて焼鈍状態に於てはパーライト系となり、高温焼入(水中)によりオーステナイト・マルテンサイトとなる、従て 1,180°C より水中に健淬せるものはオーステナイトを多分に有する故、その熱傳導率は比較的低い、この焼入れたものを 310°C にて焼戻すると幾分のオーステナイトはマルテンサイトに變るためか熱傳導率は多少良くなる、而して

第 9 表 高 速 度 鋼 A

| 焼鈍状態のもの |        | 1,320°Cより油中冷却<br>せる焼入状態のもの |        | 1,320°Cより油中冷却<br>後550°Cにて40分間<br>焼戻し爐中冷却のもの |        | 1,320°Cより油中冷却<br>後550°Cにて40分間<br>2回焼戻せるもの |        | 1,320°Cより油中冷却<br>後550°Cにて40分間<br>3回焼戻せるもの |        |
|---------|--------|----------------------------|--------|---|--------|---|--------|---|--------|
| 温 度     | 熱傳導率   | 温 度                        | 熱傳導率   | 温 度   | 熱傳導率   | 温 度                                       | 熱傳導率   | 温 度                                       | 熱傳導率   |
| 85      | 0.0838 | 65                         | 0.0493 | 60  | 0.0592 | 67  | 0.0575 | 69  | 0.0560 |
| 113     | 0.0822 | 137                        | 0.0574 | 103   | 0.0627 | 106                                       | 0.0584 | 107                                       | 0.0644 |
| 131     | 0.0823 | 226                        | 0.0581 | 203   | 0.0656 | 209                                       | 0.0651 | 323                                       | 0.0697 |
| 258     | 0.0802 | 308                        | 0.0625 | 318   | 0.0694 | 299                                       | 0.0692 | 387                                       | 0.0684 |
| 334     | 0.0805 | 354                        | 0.0643 | 371   | 0.0694 | 392                                       | 0.0657 | 530                                       | 0.0676 |
| 443     | 0.0780 | 401                        | 0.0593 | 453   | 0.0645 | 489                                       | 0.0634 | 593                                       | 0.0659 |
| 512     | 0.0749 | 432                        | 0.0598 | 538   | 0.0645 | 531                                       | 0.0650 | 702                                       | 0.0616 |
| 630     | 0.0775 | 550                        | 0.0600 |   |        |   |        | 826                                       | 0.0631 |
| 707     | 0.0754 |                            |        |   |        |   |        |   |        |
| 819     | 0.0722 |                            |        |   |        |   |        |   |        |

第 10 表 高 速 度 鋼 B

| 焼鈍状態のもの |        | 1,330°Cより油中冷却<br>せる焼入状態のもの |        | 1,330°Cより油中冷却<br>後550°Cにて40分間<br>焼戻し爐中冷却のもの |        | 1,330°Cより油中冷却<br>後550°Cにて40分間<br>2回焼戻せるもの |        | 1,330°Cより油中冷却<br>後550°Cにて40分間<br>3回焼戻せるもの |        |
|---------|--------|----------------------------|--------|---|--------|---|--------|---|--------|
| 温 度     | 熱傳導率   | 温 度                        | 熱傳導率   | 温 度   | 熱傳導率   | 温 度                                       | 熱傳導率   | 温 度                                       | 熱傳導率   |
| 57      | 0.0760 | 65                         | 0.0420 | 60  | 0.0520 | 55  | 0.0545 | 78  | 0.0547 |
| 108     | 0.0746 | 121                        | 0.0520 | 130   | 0.0642 | 104                                       | 0.0568 | 128                                       | 0.0602 |
| 245     | 0.0749 | 229                        | 0.0561 | 224   | 0.0642 | 236                                       | 0.0663 | 216                                       | 0.0649 |
| 312     | 0.0745 | 317                        | 0.0601 | 387   | 0.0641 | 307                                       | 0.0654 | 303                                       | 0.0658 |
| 425     | 0.0724 |                            |        | 462   | 0.0619 | 397                                       | 0.0660 | 407                                       | 0.0680 |
| 525     | 0.0703 |                            |        | 527   | 0.0612 | 457                                       | 0.0630 | 510                                       | 0.0637 |
| 606     | 0.0702 |                            |        |   |        | 517                                       | 0.0610 | 545                                       | 0.0652 |
| 735     | 0.0697 |                            |        |   |        |   |        | 655                                       | 0.0622 |
| 825     | 0.0661 |                            |        |   |        |   |        | 746                                       | 0.0606 |
|         |        |                            |        |   |        |   |        | 815                                       | 0.0610 |

900°C に暫く保ちて後爐冷をなしたものは焼鈍状態となりソルバイト組織を呈する故に熱傳導率は更に良くなる。

上の表の数値を以て圖示すれば第8圖の如くなる。この實驗に於て 550°C に於ける焼戻を數回重ねたるは、最近高速度鋼を焼入後數回焼戻を繰返すとその切削能力が高まることが知られた故、これが熱傳導率に關係はないかと思ひこの實驗をなしたのである、高速度鋼Bに就ても同様である。

この表を圖示すると第9圖の如くなる。

これ等高速度鋼の熱傳導率の温度による變化は炭素鋼及び Ni・Cr 鋼の場合と多少異り、焼鈍状態に於けるもの、熱傳導率は温度の上昇と共に僅かに減少するに過ぎず。焼入れ状態に於ける鋼の熱傳導率は高速度鋼 A B 共温度上昇すると共に良くなること普通鋼の焼入れたもの、場合と同様である。焼入れられた高速度鋼はそれを 550°C 位の焼戻温度にて焼戻すと一般に熱の傳導はよくなる、この點は高速度鋼の切削能力に關係する重要なる事柄と思ふ。即ち高速度鋼にて作られた双物(バイト, ドリル, カッター等)にて金属を切削するとき、此の双物の被切削物體に接觸される部分は摩擦と切削とに依り加熱され、殆んど焼戻温度(550~600°C)に達するのである、この際若しこの双物の

熱の傳導が良ければ双尖部に發生した熱を元の方に傳へ双尖部の過熱を幾分和げるものと考へられる、焼入れられた高速度鋼は適當の焼戻により硬度も幾分高くなるが、同時に熱傳導も良くなりその切削能率を著しく高めるものである、これより考へて高速度鋼の焼入後の焼戻は優良なる双物を作る上に於て重要なることである。而してこの焼戻の回数を2回又は3回と重ねるとその切削能率を高めるのであるが、實驗の結果高速度鋼 A の如きコバルトの入らぬものは2回の焼戻をなすときその効果が最も良く、(焼戻時間は30分~1時間として)高速度鋼Bの如く Co 5~6%を含むものは3回の焼戻をなすときにその効果が最も良いことが知られて居る。それで焼戻作業を繰返した時の鋼の熱傳導率を測定しその結果より焼戻繰返數と切削能率の關係を説明せんとせしが以上の結果より焼戻の回数を増してもその熱傳導率に著しき差が認められず、高速度鋼Aの如きは焼戻の回数を重ねても殆んどその變化が認められないことが知られた。高速度鋼の熱處理とその切削能率の關係については種々研究して居るのであるが適當の機會に發表したいと思て居る故、この方面の詳説は他日に譲ることにする。

## IV 總 括

以上の研究を總括的に述べると、

1. 前研究にて使用したと同様の熱傳導率測定装置を用いて、炭素鋼2種、Ni・Cr鋼3種、不銹鋼2種及高速度鋼2種に就き常溫近くの溫度より800°C位の高温まで繼續して熱傳導率を測定した。
2. 炭素鋼の熱傳導率測定結果は從來研究せられた結果と一致して居る。
3. Ni・Cr鋼の熱傳導率對溫度の曲線は大體炭素鋼の夫れと大體一致して居る。而して硬き鋼は一般に熱傳導率は低くなる。
4. オーステナイト系不銹鋼の熱傳導率は比較的 low、

その溫度に對する推移の狀況は炭素鋼とは趣きを異にし、溫度上昇と共に低下せず却て上昇する如く變化する。又パーライト系不銹鋼の方は炭素鋼と同様その熱傳導率は溫度上昇と共に低下はするがその割合は少ない。

5. 高速度鋼の熱傳導率は一般に低く、焼鈍狀態に於てはその溫度に對する推移はパーライト系不銹鋼と似て居るが一層緩かに低下する。この種鋼の焼入狀態に於ける熱傳導率は可なりに低くなつて居るが、550°C位の溫度にて焼戻されると著しく熱の傳導を良くする。

終りに臨みこの研究を發表する機を與へられた株式會社日立製作所常務取締役秋田政一氏に對し感謝する、なほこの實驗に勞せられた同社冶金研究所々員飯田新一郎氏に對し感謝する。

## スンプ法に依る金屬組織面の轉寫法に就て

(日本鐵鋼協會第17回講演大會講演 昭和12年4月)

高 島 德 三 郎\*

### DETECTION OF THE MICROSCOPIC STRUCTURE OF METALS AND ALLOYS BY MEANS OF THE "SUMP METHOD."

Tokusaburo Takashima,

**SYNOPSIS** :—The so-called "Sump Method" is a new device of making microscopic prints by means of placing a thin celluloid film with solvent on the surface of the specimen and removing it thus to reveal the structure of material. Hence, it is unnecessary to cut out the specimen from the body of material as is done in the case of ordinary microscopic preparation.

In the present paper the author intends to describe the way of its practical application and the efficacious operating method for the investigation of the structure of metals and alloys under the following headings.

1. Introduction.
2. The "Sump Method" and its way of manipulation.
3. Etching of the specimen.
4. "Sump" printing of the structure of metal.
5. Microphotography of the "Sump" preparation.
6. Polishing of the metal and its necessary apparatus.
7. Conclusion.

## I 緒 言

金屬組織を現場的に檢鏡する方法としては從來より顯微鏡を直接可檢體に裝置してゐるが、可檢部の位置形狀等によつては檢鏡不能のことが多く、殊にその部分を寫眞撮影するが如きは實際上非常に困難であつて實用的で無かつたよつて斯る場合スンプ法を利用して充分効果を擧げ得れ

\* 日本鋼管株式會社

ば非常に便利と思はれるが未だ一般に實用されてゐないやうである。これ本法による檢鏡法は間接法であつて、標本作製の巧拙が直ちに檢鏡結果に影響し、特に金屬組織の場合は腐蝕方法等が著しく結果の良否に關係するのであつて操作法如何によつては適確な結果を得難いためと思はれる。

從てこれを實用するには最初に正しき結果を得べき操作法について充分調査し熟達する必要がある。然るに今日ま