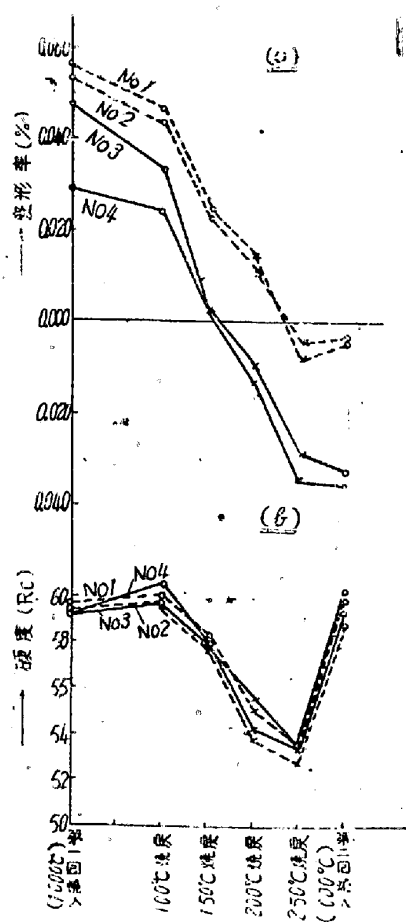


第3回 標準熱處理と變形率



程以上になると殆ど一定し 20% 附近迄變りない。
 (2) 以上の成分範圍に於けるものゝ變形率は 0.02 ~ 0.05 のものが多い。
 (3) 炭素量の低いものでは硬度が出難く又結果も不同になり勝ちである。
 (4) 變形率を小ならしめるためには焼入温度の選定と共に標準に選ぶ焼入前の状態が重要な意義を有することを強調したい。
 終りに臨み本研究を行ふに當り終始懇篤なる御指導を頂いた日立製作所安來工場長菊田博士に衷心御禮申上げる。(昭, 22.8, 寄稿)

参考文献

- 1) 山田: 工具と材料, 4 (昭 16), 194
- 2) W. H. Wills, Traus, Am, Soc, Metals, 23 (1935)
- 3) Thum: The book of stainless steels (1935), 299
- 4) E. Houdremont: Werkstoff-Handbuch St. u. Ei., (1937), 013
- 5) W. H. White: Metal & Alloys 14(1941), 166
- 6) H. Scott: T. A. S. M. 29 (1941), 503
- 7) 山田: 前掲
- 8) 石田, 川口: 鐵と鋼, 28 (昭 17), 1083
- 9) Thum: 前掲, 29

焼入硬度に及ぼす肉厚及びコーナ部の影響

大和久重雄*
 飯島一昭*

1 試験目的

焼入用試片として用ひられるものは小型の角又は丸棒状の極めて簡単な形状もので、普通これより得られた試験結果を直ちに現場に於て使用される如き大型の且つ形状の複雑した材料に應用して居るのであるが、質量効果といふ點より見て之は少しく危険である様に思はれる。

然るに、この點に就いての定量的な研究は少しく等閑に附せられてゐる如き觀がないでもない。

筆者等は斯かる實狀に鑑み、先づ炭素鋼に就き試料の

* 鐵道技術研究所

肉厚並びにコーナ部がその焼入硬度に及ぼす影響を調べ、現場に直ちに應用し得る如き實驗室試料め大いさの限界を確かめる目的を以て、次の如き二三の試験を行つたのである。

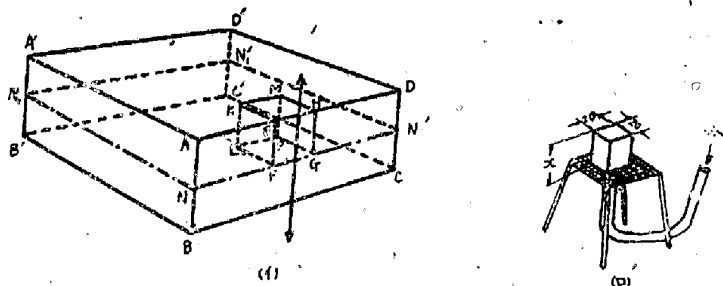
2 試験方法

(イ) 肉厚の影響を調べるためには、次の如き方法を採用した。第1圖に於ける立方體 AC' は板材の一部分を、又 AC 面は板状材の縦斷面を示すものである。この材料の肉厚は AD' 面と BC' 面の距離で示される。この材料が均一に加熱された状態より急冷されるものと考えると、材料内部の熱量は AD' 面及び

B'面に直角に矢印の方向に冷却媒中に放出される。従つて、断面内部には熱流の方向を分ける面が出来るわけで兩冷却面より一様に放熱される場合には、圖に於ける NN₁'面の如く兩冷却面より等距離にある點の軌跡となり、この面を假に分熱面と名付ける。NN₁'面より上にある部分に就て云へば、急冷の際 NN₁'面を斷熱したものと全く同様の放熱経過をとる。又立方體EHMKLFGPに就いて考へれば放熱の経過はEM面を除く各面を斷熱した場合と同一経過をとることになる。

従つて、かかる立方體を作り、他の表面を斷熱して、EM面より放熱せしむることに依り、第1圖の如き板状材の冷却面及び断面の硬化能を簡単に知り得るわけである。

第1圖 肉厚の影響試験用の試片とその試験装置

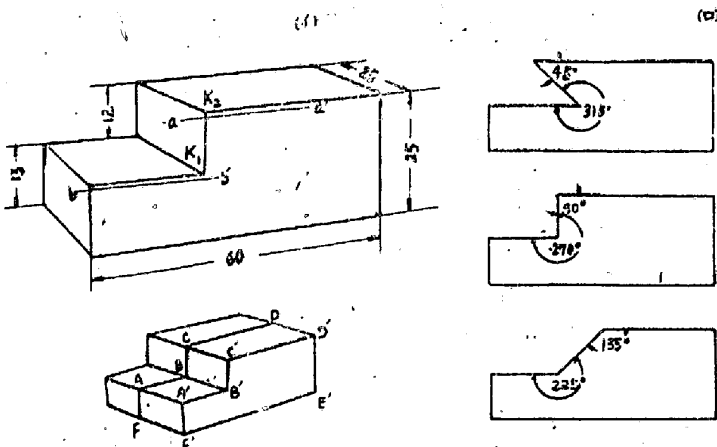


以上の如き見解に基き、0.3%及び0.9%C炭素鋼に就き20mm角、長さ、1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 30及び40mmの各種試片を用ひ、ソルトバス中にて加熱し、各焼入温度(0.3%C……900°, 0.9C……800°)から10°, 30°, 50°, 80°の温水によつて端面を噴水冷却(サイフォン式とし落差は約1米噴出口徑10mm)し試料の長さの変化による水冷面硬度並びに縦断面硬度の分布を調べたのである。斷熱面に對しては特別に斷熱の工夫をせず空中に曝したが、試験の結果空冷による影響は少く、省略し得る程度なることが分つた。

(ロ) 次にコーナの影響を調べるためには次の如き方法を採用した。

先づ第2圖(イ)の如き K₁部(凸コーナ)及び K₂部(凹コーナ)を有する試片を作り(ハ)の如く重ね合せ針金にて緊締する。而してこの重合面には豫め薄く粘土を塗り周邊よりの浸水を防ぐ。これを各焼入温度より冷却液中に浸漬急冷すると、各冷却面より放熱されるのであるが、重合面上に於ける熱流の状況を考へると、その重合面上の各部より最短距離にある冷却面が線 ABCDEF を含む面であれば、他の側面(面

第2圖 コーナの影響試験片の大きい並びに形状



A/B/C/D/E/F'等)よりの影響はないわけである。そのためには DD'の距離が 1/2DEより大であればよい。かくすれば、重合面を過ぎる熱の交流はないこととなり、従つて重合部に於ける斷熱の心配はなく、急冷後引き離せば重合面は恰も一體の試片を急冷した後切斷した断面と同様の結果を示すこととなる。

斯かる試片に就いて K₁部及び K₂部の角度を第2圖(ロ)の如く變化せしめることに依り、各コーナが冷却面及び縦断面硬度に及ぼす影響

を調べる事が出来る。

以上の見解より0.3%及び0.9%C炭素鋼に就き第2圖(ロ)に示す如く45°, 90°, 135°, 225°, 270°及び315°の各コーナを有する三種の試片を作り、ソルトバス中に加熱し、各焼入温度(0.3%……900°, 0.9%……800°)に10分間保持した後、常溫の水(0.3%C)及び機械油(0.9%C)中に焼入した。

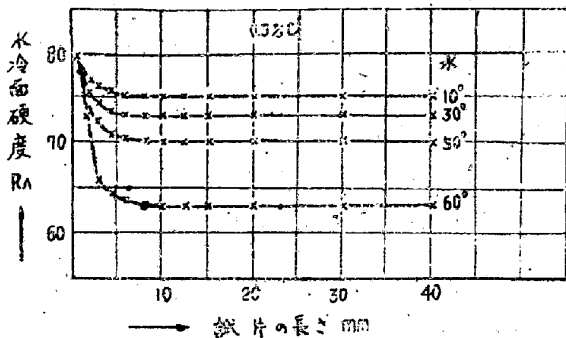
然る後、重合面に就き縦横2mm間隔に硬度を測定し以て各コーナが冷却面並びに縦断面硬度に及ぼす影響を調べたのである。

3 試験結果

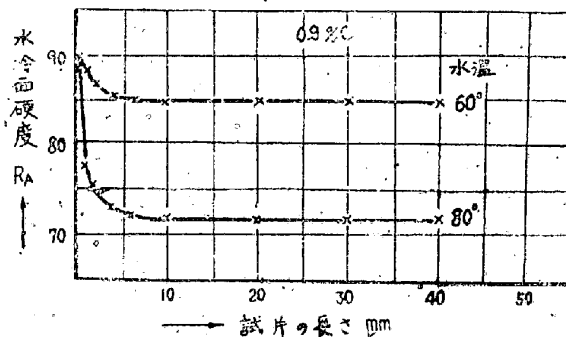
(A) 肉厚の影響

第3圖は長さの異なる0.3%(イ)及び0.9%(ロ)の各試片を第1圖(ロ)の如き噴水装置を用ひて端面急冷を行つた際、試片の長さによる水冷面硬度の變化を示すものである。縦軸は R_a(ロックウエル, ダイヤモンドコーン, 荷重60kg)硬度、横軸は試片の長さである。圖より明らかなる如く、水温及び鋼種に關係なく何れも長さ約11Dmm以上に於て一定硬度に達して居る。

第3圖(イ) 試片の長さによる水冷面硬度の變化 (0.3%C)



第3圖(ロ) 試片の長さによる水冷面硬度の變化 (0.9%C)



これは第1圖の如き板材に於て冷却面より分熱面に到る距離が約10mm以上、即ち全體焼入の際に於て肉厚が20mm以上であれば水冷面硬度はC%, 冷却液及び肉厚に無關係に一定値となることを示すものである。

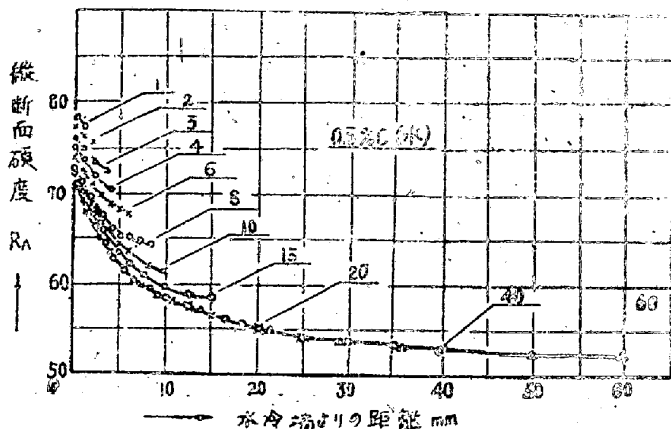
第4圖は如上の試片に就き、縦断面(長手方向の測面を以て代用した)の硬度が試片の長さとお水冷面よりの距離によつて變化する狀況を示すものである。

縦軸は R_a 硬度, 横軸は水冷面よりの距離である。試片の長さが大となるに従ひ、縦断面硬度曲線は全體的に低下するが、長さ20mmを超せば硬度曲線は皆一致するやうになる。これは第1圖(イ)に於いて肉厚が約40mm(20mm×2)以上になれば全體焼入による断面各部の硬度は冷却面よりの距離によつて、定まる一種の硬度曲線に依つて示されることを意味するものである。

本試験の如き方法はデヨミニー、テスト(1)として知られて居るが、このテストを行ふべき試片は少くとも長さ20mm以上を必要とすることが分る。

以上第3圖及び第4圖より結論されることは、現場の大型用焼入に應用し得る如き實驗室用小型焼入試片は肉厚に於て少くとも、

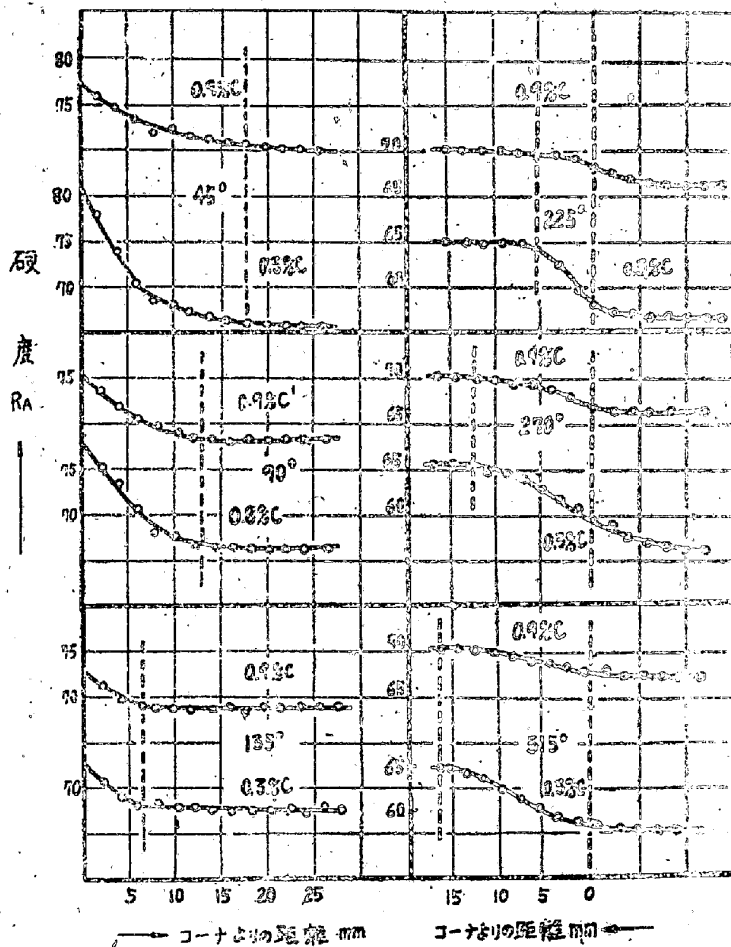
第4圖 水冷端よりの距離による縦断面硬度の變化



水冷面硬度用..... 20mm
縦断面硬度用..... 40mm
以上を必要とするということである。

(B) コーナの影響

第5圖は第2圖(イ)の如き試片を全體焼入後、重合面上をa-a' (凸コーナ)及びb-b' (凹コーナ)



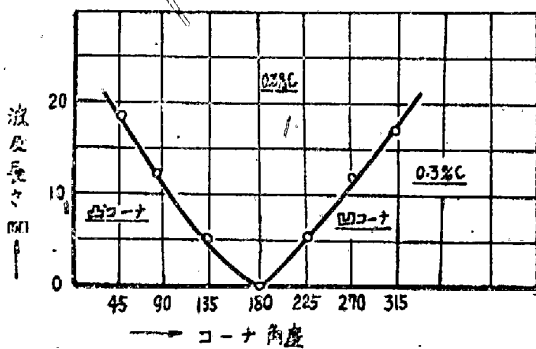
第5圖 コーナ角度と冷却面硬度との關係

線に沿って 2mm 間隔に硬度を測定した結果で、コーナー部が冷却面硬度に及ぼす影響の大小を示すものである。

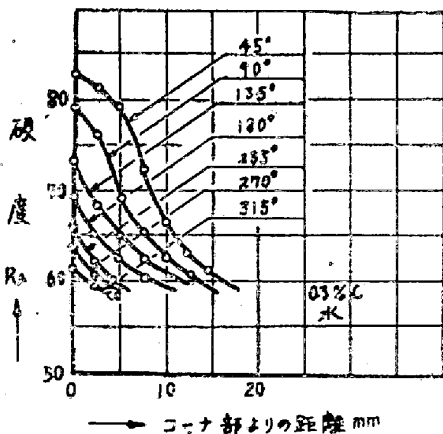
a-a' 及び b-b' 線は冷却面より 2mm の深さにある線であるが硬度測定の都合上、これをもつて冷却面に代用したのである。図の縦軸は R_a 硬度、横軸はコーナーよりの距離を示すもので、図に明らかなる如くコーナーの影響波及長さは凸コーナーに於ては角度の小なる程大であり角度が増すに従つて減少し、 180° に於て 0 となる。凹コーナーに於ては、逆に角度が増すに従つて増加する。

第 6 図はこれらの関係を図示したもので、 180° を原點とする双曲線状をなすことが判る。而して、 45° と 315° 、 90° と 270° 、 135° と 225° の各々は略々對稱の位置にあり、これらの角は互ひに 360° の補角をなして居ることと比較して興味ある現象である。

第 6 図 コーナ角度とその影響波及長さとの関係



第 7 図 コーナ角度と縦断面硬度との関係



第 7 図は此等角度の異なる各コーナーより分熱面に沿つて測定した硬度結果を示すもので、縦軸は R_a 硬度、横軸はコーナーよりの距離である。図に示す如く、角度の小なる程硬度曲線は高位にあり、角度の大となるに従つて全體的に低下して来る。

コーナー部硬度はコーナー角度小なるに従ひ増加、角度大なるに従ひ減少する。尚、水冷面硬度に対するコーナーの影響は実験の結果 C% 並びに冷速に無関係であることが分つた。

4 總 括

(A) 肉厚の影響

冷却面硬度に対する肉厚の影響は、肉厚約 20mm 以上に於て一定となる。

縦断面硬度に對しては、肉厚約 40mm 以上に於てある一定の硬度曲線上に一致する。(ジヨミニー、テスト用試片に對しては長さ約 20mm 以上) 従つて、實驗室に於て用ひ、直ちに現場に應用し得る如き試片の肉厚の最小限界は C%、並びに冷却媒質に無關係に、冷却面硬度に對しては約 20mm、縦断面硬度に對しては約 40mm である。

(B) コーナの影響

冷却面硬度に及ぼすコーナーの影響は 180° 以下 (凸コーナー) では角度の小なる程大であり、 180° 以上 (凹コーナー) では、角度の大なる程大である。而して凸直角 (90°) 及び凹直角 (270°) に於てはその影響波及長さは約 12mm である。

コーナー部の硬度は角度の増加に従ひ低下する。又、縦断面硬度はコーナー角度の小なる程低下する。

従つて、コーナー部の影響を除くためには C%、冷却媒質並びに肉厚に關係なく各稜の長さがコーナー角度に依つて定まる一定値 (凸直角及び凹直角に於て約 12mm といふ如き) 以上を必要とすることが分る。

尙筆者等は目下コーナー部に於ける面取りの影響について實驗中である。(昭 22, 1 月寄稿)

文 献

1) Transactions, American Society for Metals, Vo. 26, 1938, P. 574. W. E. Jominy: Hardenability Tests