

鑄鐵製ロールの熱処理に就いて

(日本鐵鋼協會 第五回講演大會講演)

谷 口 光 平

On the Heat Treatment of Cast Iron Rolls. by Kôhei Taniguchi

Author intended to improve the properties of ordinary cast iron rolls (chilled rolls and sand rolls) in steel works in applying heat treatment processes (annealing or quenching), and studying concretely with many rolls, the author has induced it into practical operation with excellent success at the Imperial Steel Works, Yawata. The results of experiments are as follows;

- (1) For the annealed cast iron rolls, heating for more than 6 hrs. at 700°C is quite effective to remove casting stresses and also to improve the properties of rolls themselves without any fear of reducing their surface hardness.
- (2) The quenching method for cast iron sand rolls has been succeeded to increase their surface hardness very easily and to get a splendid result in practice with no sign to cause any damage.

Thus the author has gratefully been able to propose a new important improvement in this field.

目 次

研究要旨

I 化學成分及び組織

II 焼 鈍

- 1 熱膨脹 A. 普通加熱冷却、B. 高温保定、
- 2 焼鈍と機械的性質及び組織の變化
- 3 自己焼鈍

III サンドロール焼入

- 1 焼入と組織及び機械的性質の變化
- 2 焼戻と組織及び機械的性質の變化
- 3 實地應用 A. 實施方法、B. 使用結果、
- 4 自己焼入

IV チルドロール焼入

結 論

研究要旨

本研究は鋼材壓延用普通鑄鐵製ロール(チルドロール及びサンドロール)に從來試みられざりし焼鈍或は焼入等の熱処理を施しその材質を一層改良せんと企てしものにして、何れも八幡製鐵所使用の實際のロールに就き具體的に研究し著しき効果を擧げ得しものなり。

I 化學成分及び組織

鑄鐵製ロールは材質より大別してチルドロール及びサンドロールに分類され、當所に於て過去數年間使用されしもの、統計によれば、その化學成分兩者略々等しく普通次の範圍なり。

(%) C 3.3~2.5 Si 1.4~0.3 Mn 0.8~0.3
P 0.5~0.2 S <0.15

只前者に於ては普通燐分稍々高く 0.5~0.4%、後者に於ては稍々低く 0.3~0.2% なる差あるのみにして、何れも彼のランツ・パーライト鑄物¹⁾に類似せり。

又當所使用の大小各種のロールにつき成分分布状態を調べしに²⁾、その胴體の上中下各部及び内外を通じて著しき不同なきを知れり。更にその檢

1) ランツ・パーライト鑄物 化學成分(%)
C 3.4~3.2 Si 1.0~0.6 Mn 0.9~0.5 P 0.2~0.1 S <0.05 抗張力 (kg/mm²) 30~40

猶詳細は著者 製鐵研究 第109號 p. 124 に記載す
2) チルド・ロールに就いては著者 製鐵所研究所 研究報告 Vol. X No. 1(昭和5年4月) p. 2.
猶サンドロールに就いては 製鐵所内研究報告として多數あり

鏡組織¹⁾を見るに、前者に於ては、冷硬部は主としてパーライト及びセメンタイトより成り、斑鉄部に於て黒鉛を混じて次第に變化し、鼠鉄部に入れば各部完全なるパーライト鑄物となり、又後者に於ては表面より中心に至る迄各部殆んど均等に於ては且完全なるパーライト鑄物をなす。猶當所に於ける多數の實物ロールにつき研究せし結果、後者の各部の諸性質は殆んど前者の内部鼠鉄部と等しきことを知れり。以上により鑄鐵製ロールは先づその化學成分の研究より、低炭素、低珪素の極めて硬質なる高級鑄物の部に屬するを知られたれば、之を相當高温度に焼鈍するも軟化の懼少なかるべく、更にその組織のパーライト鑄物なるより（冷硬部は例外にしてセメンタイトあれどパーライトも多し）最も有効に焼入作業を施し得べきを暗示さる。依つて以下多くの實驗を行ひ具體的に之を確かめんとす。

II. 焼 鈍²⁾

鑄鐵の焼鈍には大略次の3種の目的あり。

- 1) 2) と同じ報告 p. 7
- 2) 普通鑄物に就きての焼鈍の研究は近時盛んとなり次の如き文獻あり。
Hurst. Engineering. (1919) July 4. p. 457
Hurst. Metallurgy of Cast Iron. (1926) 書物 p. 162~181
Priester and Curran. Trans. Amer. Soc. for Steel Treating. Vol. XI (1927) May p. 741
Roth. Trans. Amer. Soc. for Steel Treating. Vol. XII (1927) July. p. 27
Coyle. Trans. Amer. Soc. for Steel Treating Vol. XII. (1927) Sept. p. 446
Potter. Foundry Trade J. (1927) May. 5 p. 371 and May. 12 p. 397 and May 19 p. 413
Donaldson. Foundry Trade J. (1927) Feb. 17 p. 143 and Feb. 24 (1928) Oct. 25 p. 299 and Nov. 1 p. 315
Schoenmaker. Bl. F. & St. pl. (1929). Feb. p. 283
Edward E. Marbaker. Iron Age. (1928) Aug. 2 p. 282 Foundry Trade J. (1929) Aug. 25 p. 153
Beeny. Foundry Trade J. (1929) March 28 p. 229 and April 4 p. 251
Whitfield. Foundry Trade J. (1930) June 19 p. 455
Whitfield. Journal of Iron Steel Inst. (1930) June p. 269 猶其他
Piwowarsky. Hochwertiger Grauguß (1929) 書物 S. 144~152 に纏めて記載あり

(1) 黒鉛化現象に關するもの。例へば硬質に過ぎたる鑄物の軟化或は可鍛鑄物等。(2) 結晶組織の微粒化、又はセメンタイト或はパーライトの狀況の變化に關するもの。(3) 鑄造應力の除去。而して此處に論ずる鑄鐵製ロールの焼鈍は(1)の變化を生ぜしめずして(2)及び(3)の目的を達せんとするにあり。

1 熱膨脹

一般に鑄鐵鑄物に著しき鑄造應力を生じ焼鈍により之を除去し得らるゝは既に知られし所³⁾にして、石川博士によれば 600°C の長時間焼鈍にて良く除去され、而もこの温度は普通のパーライト組織の鑄物にありては化學成分によりて餘り變化せず、又勿論焼鈍温度の高き程應力除去には有効なれども、高きに過ぐれば他方材質の軟化を見るが故にその間自ら制限さると。而して今著者が知らんとするは實にロールに於けるこの限度にして、鑄鐵の焼鈍による軟化は主として黒鉛化現象によれば、之を知るに最も便利なる熱膨脹實驗により先づ之を究めたり。

試料。製鐵所製中板上下ロール(チルドロール)

鑄放し寸法 胴徑 763mm. 胴長 2,013mm. 化學成分(%) C 3.04. Si 0.66. Mn 0.77. P 0.591. S 0.056. 本ロールの胴中央部外周より中心に至る迄相連續して多數の試料を採り次の如き熱膨脹實驗を行へり。

實驗裝置。當研究室考案豎型真空膨脹實驗裝置を

- 1) 石川登喜治 鐵と鋼 第11年第11號(大正14年11月) p. 735. 猶鑄物の鑄造應力除去に關しては杉村伊兵衛 機械學會誌 Vol. XXVII No. 81 (1924) p. 13, Beeny. Foundry Trade J. 前掲 Edward E. Marbaker. Foundry Trade J. 前掲之によれば鑄物の鑄造應力除去に對する温度と時間に關する 11 氏の實驗結果を纏めしは 621~205°C に 1~150 時間となれり。

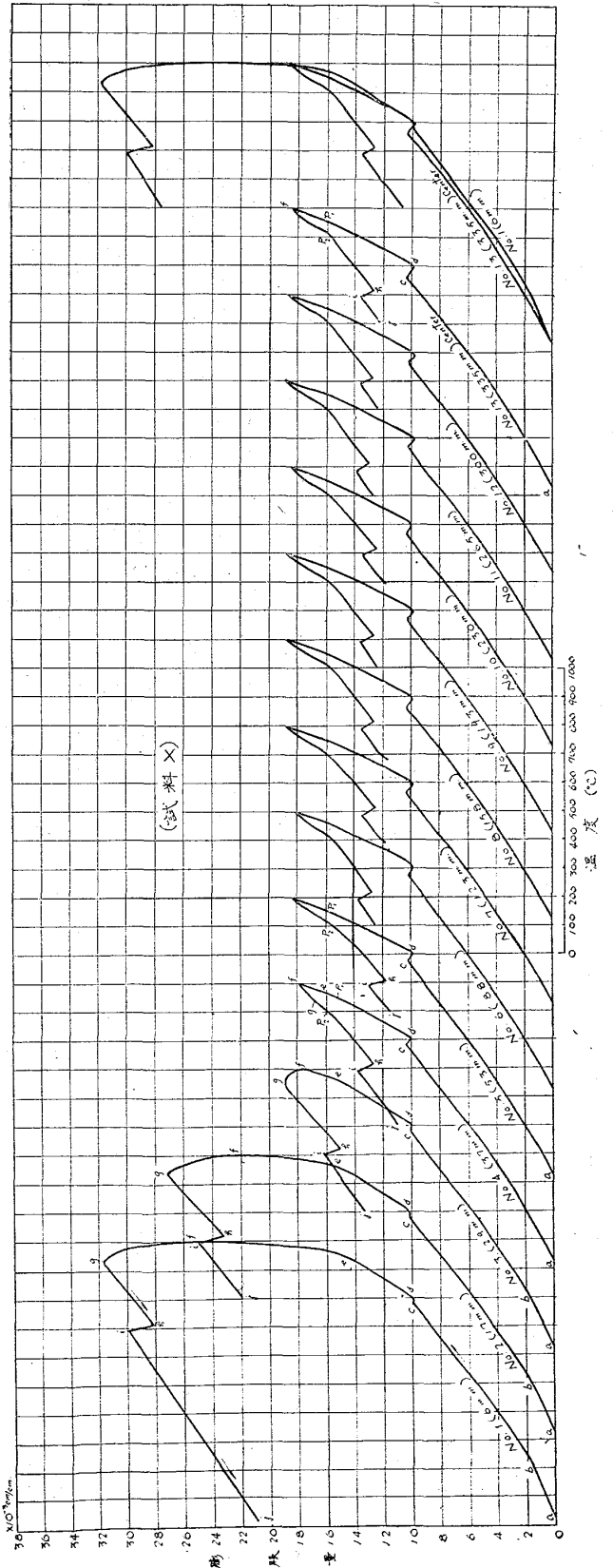
主とし、参考として本多博士の横型トータル膨脹計をも併用す。試料寸法 50mm×8mm
 実験は凡て真空中にて 1 分 5°C の割合にて 1,000°C まで加熱し、700°C まで 4 分置きそれ以上は 2 分置き、冷却時は全部 2 分置きに読みをとれり。

A 普通加熱冷却

(a) 胴圓周に切線方向の熱膨脹、結果 第1圖 但し各曲線下部記入數字はロール表面より試料中心線までの距離を示す。各曲線の形状は一々興味深けれども本研究に直接関係なければ説明を省略し、唯黒鉛化現象のみを論ずれば、表面冷硬白銑部なる No.1 に於ては、e 點即ち 950°C にて黒鉛化を開始し、1,000°C に至るも未だ終了せずして冷却時猶 g 點即ち 930°C に至る迄膨脹を續く。No. 2. No. 3 に至つて次第に黒鉛化程度劣り No. 4 以内中心迄は黒鉛化殆んど行はれずして曲線は何れも同様の形をとる。

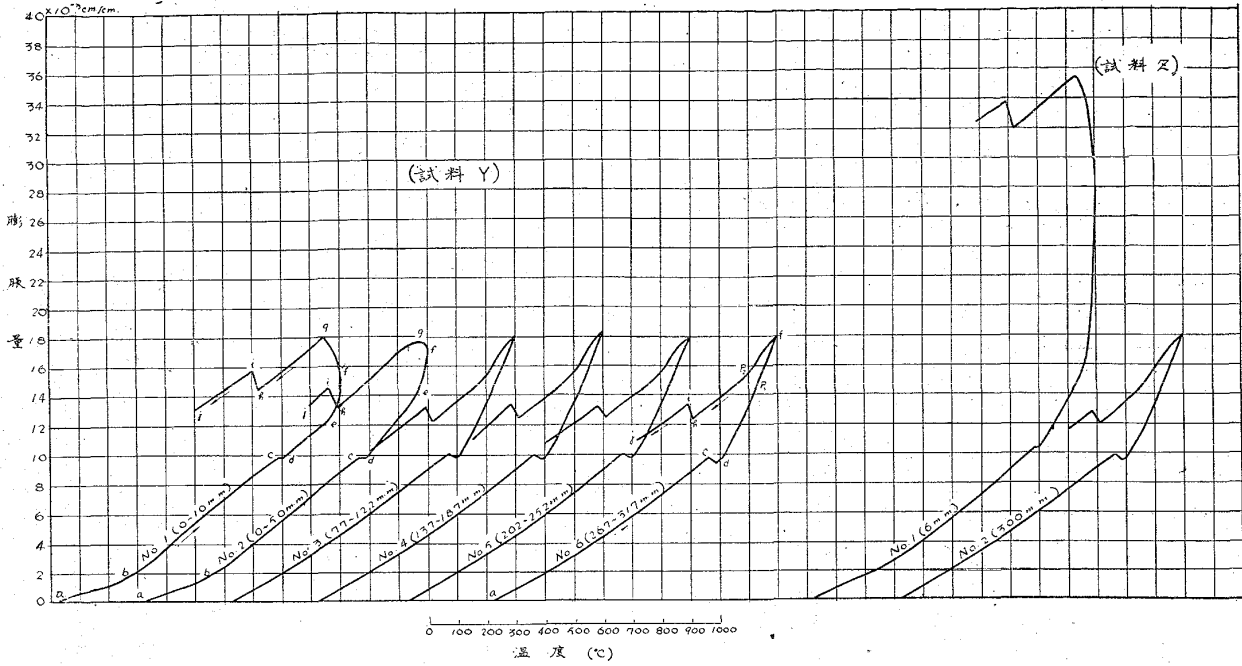
(b) 胴圓周に直角方向及び軸方向の熱膨脹、結果 第2圖 但し圓周に直角方向の試料のみは冷硬部、斑銑部、鼠銑部を區別する都合上その長さを同一にする能はざればその位置を示すに試料兩端の表面よりの距離を以てせり。今上述3種の互に直角なる方向の熱膨脹結果を實驗順に XYZ とし、冷硬部及び鼠銑部の膨脹曲線を比較すれば第3圖 a. b の如く、後者に於てはその結晶丸味を帯びたる多角形のため 3 者殆んど一致すれど、前者に於ては然らず、黒鉛化開始迄は一致すれど以後著しき相違あり。即ち結晶の柱状をなす冷硬部に於ては、黒鉛化による熱膨脹

量は結晶の方向によりて著しくその程度を異にするとの珍らしき新事實見出されたり。但し本現象



第1圖 熱膨脹の方向に切線方向の胴圓周に切線方向の熱膨脹

第2圖 チルドロール銅圓周と直角及び軸の方向の熱膨脹

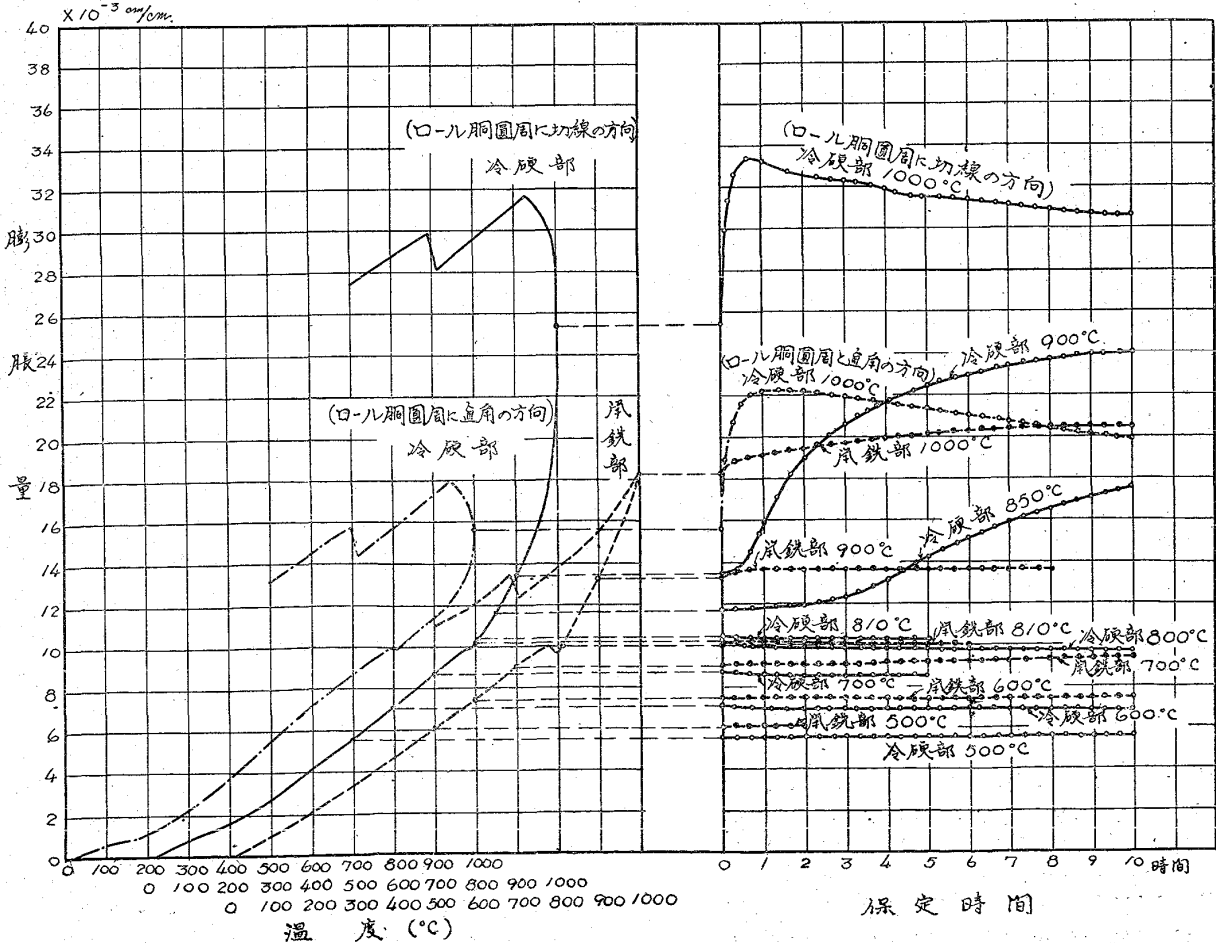


第4圖 チルドロール高温保定熱膨脹

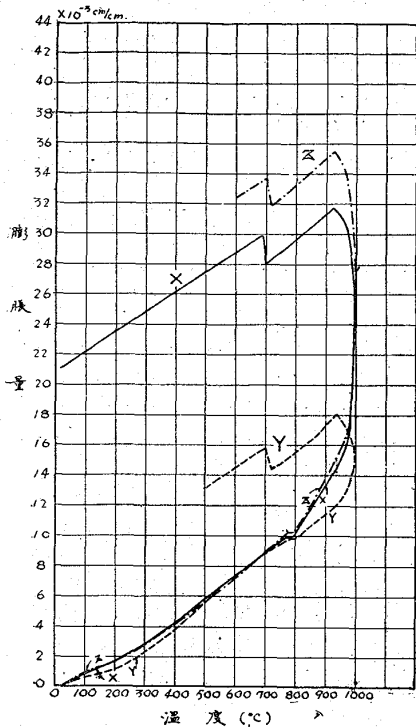
b 結果總括

I 回加熱冷却

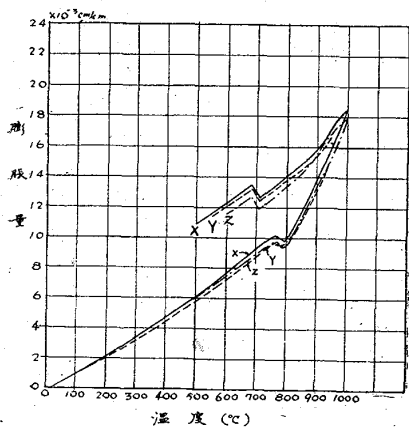
保定時の熱膨脹



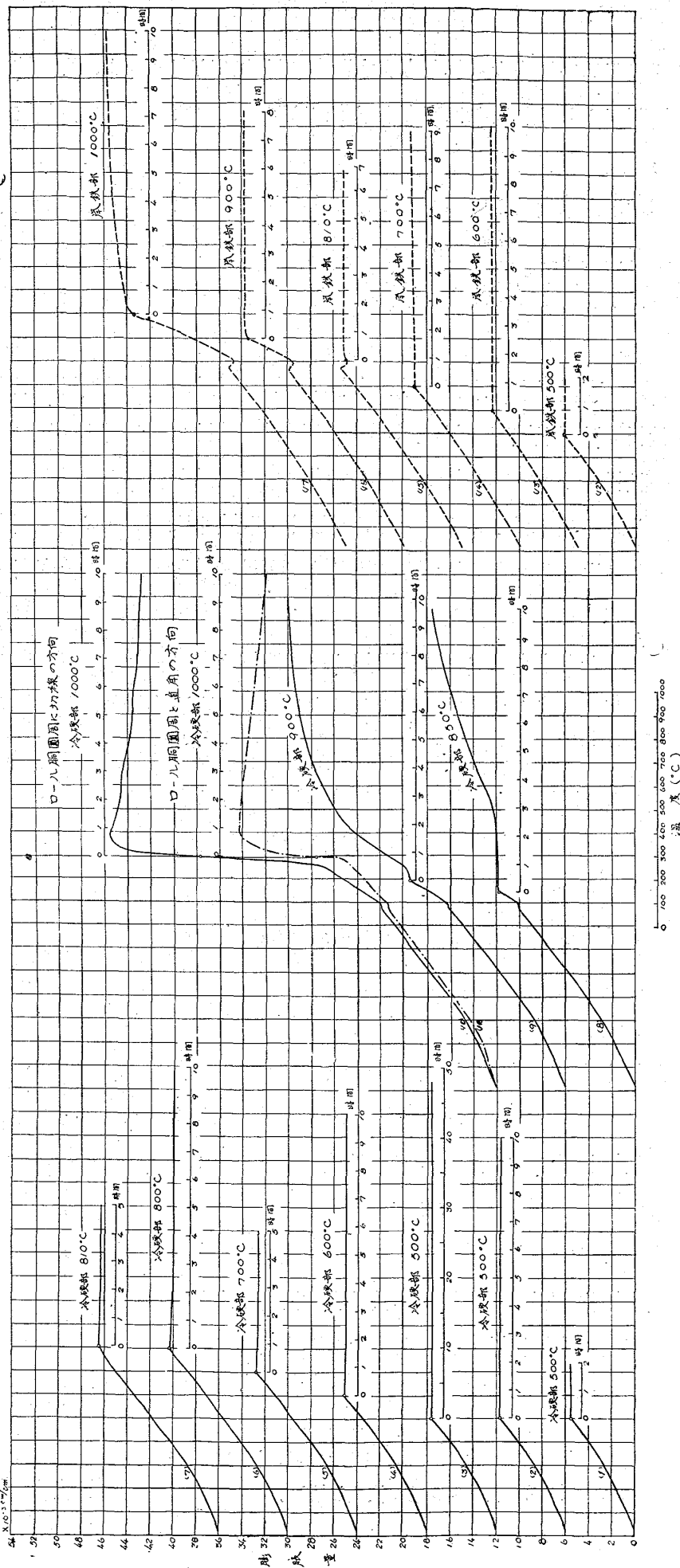
第3圖 チルドロール X.Y.Z
三方向に於ける熱膨脹
a 冷硬部



第3圖 チルドロール XYZ
三方向に於ける熱膨脹
b 鼠銃部



第4圖 チルドロール高温保設定熱膨脹と實驗



は學問的に興味大なれども、本研究の目的には直接關係少なれば單に事實を示すに止め此處にはその説明を省略す。

要するに本實驗の結果、只1回の普通加熱冷却に於ては、冷硬白銑部は950°C迄、鼠銑部に於ては更にそれ以上の溫度迄黒鉛化現象を呈せざるを明らかにせり。

B 高溫保定、冷硬部(第1圖 No. 1 と同種の試料) 及び鼠銑部(同じく No. 13 と同種の試料)の試料を 500°C~1,000°C の各溫度に長時間保定せし際の熱膨脹は第4圖 a. b. の如く、鼠銑部は900°C 迄殆んど變化なく冷硬部も猶 850°C に相當時間耐ゆるを知り得たり。

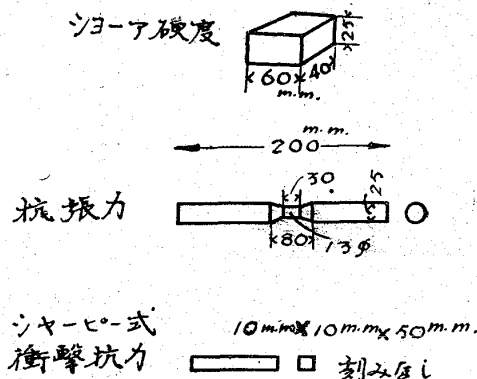
斯くして本實驗により鑄鐵製ロールは頗る高溫度に長時間保定するも黒鉛化を見ずして高溫焼鈍の可能なると、又その材質のパーライト鑄物にして而も A₁ 點以上の加熱に對し猶黒鉛化せざる事實より、最も有効に焼入法の施し得べきを認め得たり。

2 焼鈍と機械的性質及び組織の變化 上述實驗にて焼鈍時の黒鉛化開始溫度明らかとなりしが、假令この溫度以下の焼鈍たりとも鋼に於けるが如く他の原因にて軟化¹⁾するやも計られざれば、更に前掲ロールの冷硬部及び鼠銑部より多數の試料を採り(試料の大きさは各々 25mm×40mm×60mm)電氣爐にて 400°C~1,000°C 間各溫度に6時間保定後爐中緩冷却を行ひ、焼鈍前後の硬度變化を調ふると共に、衝擊試験(試験片は上記硬度測定後該試料より採取 試験片寸法 10mm×10mm×50mm 刻みを附せず以下皆同じ)を行

1) 炭素鋼は成分によりその程度に差異されども大體 600°C 附近の焼鈍より稍々軟化し始む。

ひ、その粘さの變化を究め更に抗張力試験を行へり。但し抗張力試験片は前二者と異なりその形長大にして且複雑なれば(第1表参照 長さ200mm。太き部の徑 25mm 細き部の徑 13mm)實物より多數は求め難く、爲に鼠銑部試料としては僅かに4本をとり、各2本づつ常溫と700°C 6時間焼鈍のものゝみにつき試験せり。又冷硬白銑部よりこの種試料の採取は殆んど不可能なれば、止むを得ず便法としてチルドロール熔銑を試験片の形をなせる乾燥土型に鑄込み、冷硬部に準じたる白銑を作りて之を硬度試料同様高溫の各溫度に6時間焼鈍して後牽引せり。

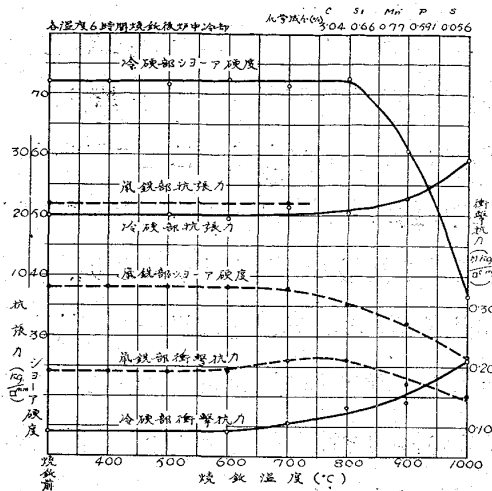
第1表 冷硬部及び鼠銑部
焼鈍と硬度、衝擊抗力及び抗張力
試験片寸法



焼鈍溫度 各溫度6 時間焼鈍 後爐中冷 却	冷硬部			鼠銑部		
	シヨ ーア 硬度	衝擊 抗力	抗 張 力	シヨ ーア 硬度	衝擊 抗力	抗 張 力
	M.kg/cm	kg/cm	kg/mm	M.kg/cm	kg/cm	kg/mm
焼鈍前	72.0	0.090	19.7	38.1	0.190	21.7
400°C	72.1	—	—	37.8	0.190	—
500	71.5	—	20.0	38.0	0.190	—
600	72.3	0.090	19.3	37.4	0.190	—
700	71.3	0.105	21.7	37.7	0.210	22.1
800	72.6	0.130	20.3	35.1	0.210	—
900	60.3	0.140	22.7	32.1	0.170	—
1,000	36.4	0.215	29.1	26.4	0.150	—

之等の結果を一括して示せば第1表及び第5圖の如く、之に依れば冷硬部は800°C 鼠銑部は700°C の焼鈍迄硬度の變化なく以後次第に軟化し、衝擊値は反對に何れも700°C 附近より増大すれ

第5圖 冷硬部及び鼠銑部焼鈍と硬度、衝擊抗力及び抗張力



ど、以後焼鈍温度の上昇と共に冷硬部は益々靱性を増し、鼠銑部に於ては却つてその値を稍々減ず。又抗張力は鼠銑部 700°C 焼鈍に於て殆んど變化なく、冷硬部は衝擊値同様この温度以上の焼鈍に於て益々その値を増加せり。

次に之等の試験片を檢鏡するに、實物ロールの冷硬部は 600°C 焼鈍附近よりパーライト稍々粒狀化し、700°C に於て益々盛んに、800°C に於て最も著しく、之を焼鈍前の組織と比較すれば第 6 圖 a. b. の如し。更に 900°C に於て稍々黒鉛を生じ、1,000°C に於ては黒鉛良く發生すれどその形比較的細かくして黒心可鍛鑄物に類似し、且少量のフェライトの發生を見て、上述結果を裏書し、

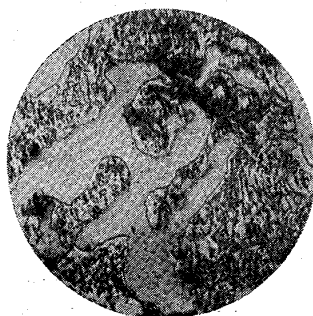
第6圖 冷硬部焼鈍前後の組織比較
×250 ピクリン酸腐蝕

a 焼鈍前

b 800°C 6時間焼鈍



(冷硬面より 1 mm の處)



(冷硬面より 3 mm の處)

鼠銑部に於ても 700°C 800°C に於てパーライトの粒狀化最も著しく、900°C 1,000°C に於ては更に黒鉛量を幾分増加せり。従つて鼠銑部が第 5 圖の如く 800°C 焼鈍にて稍々硬度を減ぜしは、主としてこのパーライトの粒狀化と解し得べく、而も冷硬部に硬度減少を見ざりしは、遊離セメントの存在量多き爲硬度に對するその影響少なかりしなるべし。

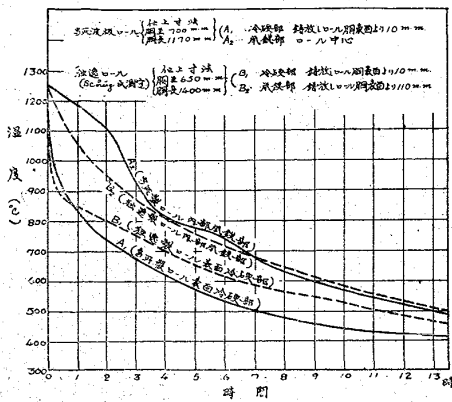
以上によればロールの焼鈍温度は 700°C が最適にして、この温度に 6 時間の焼鈍なれば冷硬、鼠銑兩部を通じて硬度、抗張力に變化なく靱性を増し、而も前記石川博士等の實驗結果よりその鑄造應力の完全に除去し得らるゝを知る。¹⁾

以上は普通の鑄鐵製ロールに就き、材質の軟化を見ずして主として鑄造應力除去を目的とせる際の焼鈍を説けり。されど之と全く別の立場にて製造の都合上硬化し過ぎたるロールの軟化用として、更に著しき高温に於ける焼鈍の有効なるは論ずるまでもなく、殊に近時試みられつゝある各種の合金ロールに於ては、應力除去問題以外焼鈍により初めて組織を改良して充分なる威力を發揮するもの少なからず。現に當所にて之を實行して満足なる結果を得たるあり、之等に關しては又後日改めて發表の機會あるべし。

3 自己焼鈍 チルドロール製造時ロール各部の冷却速度を實測せる結果は第 7 圖の如く、表面冷硬部は金型により急冷さるれど 900°C 附近より緩冷となり、鑄造後數時間を経れば内外兩部の冷却曲線相接近し、700°C 附近よりは更に緩冷とな

1) 更に詳細に論ずれば、石川博士の研究はパーライト鑄物に關する研究にしてチルドロールの冷硬白銑部の如きものに對しては明らかならず。されどこの部もこの温度の焼鈍なれば相當除去され得べしと察せらる。

第7圖 チルドロール鑄造時
各部冷却曲線



る。依つてこの際適當なる方法を構じそのまゝ之を可及的緩冷せしむれば、偶々

前記燒鈍最適温度に於て自己燒鈍を行ひ得、鑄造應力を減じ極めて都合良し。殊にチルドロール鑄造時の最大缺陷の鑄割れなる事實に鑑みれば、この附近の自己燒鈍の極めて有利なるを容易に知り得べし。又サンドロールに於ては、その影響チルドロールの如く著しからずとするも、猶相當の效果あるべきは前記諸結果より見て察するに難からざる所なり。

III. サンドロール焼入

之迄は鑄鐵ロールとしてチルドロール及びサンドロールを共に説明し來れ共、以後便宜上別々に説明することとし、先づサンドロールに就き記せり。

條鋼用ロールとして鋼ロールは強靱なれども、表面柔軟(ショア 30 附近)にして特に磨耗甚しく、且高温使用の際著しき龜甲型龜裂の生ずる缺點あり。之に反してチルドロールは表面硬けれど(ショア 60~70) 脆く且複雑なる孔型の製作困難なり。而してサンドロールはその性偶々この兩者の中間に位し、相當の硬度(ショア 30~40)¹⁾

と靱性を有し、且如何なる孔型も加工容易なれば専ら之を使用す。然れども猶之にて充分なるには非ずしてロールとしては更にその表面硬度の大に且その材質の更に強靱なるものを切望して止まざる有様なれば、従つて製造者は之に對し或は化学成分に或は鑄造方法等に種々工夫を凝らし居れども猶満足なる結果を得難き状態にあり。然るに著者は前記諸實驗の結果、その組織及び熱的諸性質より論じて、斷然之に燒入法を施して最も簡單且有効にこの目的を達し得べきことを主張せり。但し之に對しては一般に

- (1) 鑄鐵ロールに果して燒の入り得るや
- (2) 高温加熱の際損傷なく又黒鉛化による軟化の懼なきや
- (3) 鋼に比し頗る脆く且複雑なる孔型を有する鑄鐵製ロールに燒割れ變形等の危険なきや
- (4) 燒入により更に材質脆弱化せずや
- (5) 折角燒入するも使用時燒の戻りて無効となることなきや等々

の疑惑起れり。されど之等多數の疑惑は前記燒鈍實驗及び以下の諸實驗により何れも見事に解決せられたり。

1. 燒入と組織及び機械的性質の變化 サンドロールは既に説ける如く、その組織性質何れもチルドロール内部鼠銑部と等しく各部均等なるパーライト組織よりなり、且前掲實驗結果¹⁾の如く A₁ 點以上の温度に長く加熱するもパーライト量の減少なければ、之を A₁ 點以上に加熱して燒入すれば充分なる燒入組織を得られてその效果顯著なるべき理なり。之を確めん爲次に實際のサンドロールに就き各種の實驗を行へり。

1) 鋼ロールと鑄鐵ロールは假令その表面硬度等しくとも、之を使用せし際には前者の磨耗量極めて多し。之鑄鐵は 500°C 迄その硬度變化なきに對し(著者實驗)鋼は高温に於て急激に軟化する爲ならんと解す。

1) サンドロールよりも試料を採取し精密なる熱膨脹實驗を行ひしが、チルドロール鼠銑部の結果と殆んど同一なれば省略す。

先づ條鋼用サンドロール(當所製軌條 37kg A.F 上段ロール 全長 3,580mm 胴長 2,200mm 最大徑 964mm 化學成分(%) C 3.08 Si 0.540 Mn 0.490 P 0.225 S 0.046) の胴部より 25mm × 40mm × 60mm の大きさの試料を多數切り採り、電氣爐中にて 800°C に 30 分保ち後水中及び油中に焼入せしに、その組織の變化は第 8 圖の寫眞の如く、a は焼入前 b、c は水中 d、e は油中に焼入

トルースタイトなる焼入組織に變化し、硬度は次の如く一躍 2 倍以上となり、チルドロールを凌ぐ値を示せり。

	焼入前	水中焼入後	油中焼入後
シヨア硬度 (10 回測定平均)	32.2	75.0	74.1

但し水中焼入のものは顯微鏡的小龜裂を生じたれど、油中のものは何等かゝることなし。

斯くして油中の焼入によれば龜裂の懼なく且硬化現象確實となりしかば、更に強さ及び粘さに對する影響を知らんとして、前述ロールより抗張力試料及びシヤビー衝擊抗力試料をとり油中焼入してその前後の成績を比較せしに(試験片寸法前掲焼鈍の場合と同じ)

	焼入前	油中焼入後
抗張力 kg/mm ²	21.9	22.1
衝擊抗力 (刻みを附せず) m.kg/cm ²	0.197	0.140
シヨア硬度	33.5	73.2

となり、之に依り焼入後は抗張力稍々増し衝擊抗力値を稍々減ずるも、何れもかの鋼に於けるが如くその變化著しからざるを知れり。之ロールは鑄鐵なれば組織中に相當の黒鉛あり、鋼に比し最初より靱性に乏しく爲にその差比較的僅少に止まりしものなるべく、而も他方かゝる硬度の増加を見たるは、サンドロール表面硬化率としては充分なるを知り得。

2. 焼戻と組織及び機械的性質の變化 一度焼入効果を充分擧げ得たる鑄鐵製ロールは、更に彼の鋼と同じく焼戻により當然その性質を種々改良し得らるべく、又サンドロールは使用中鋼材より熱を受けロール自身の温度は 200~300°C に達するものなれば、之により焼の戻る懼あるやも知れず、依つて之等の消息を明らかにせんため次の實驗を行へり。

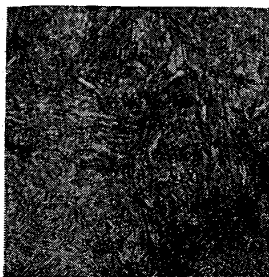
第 8 圖 サンドロール焼入と組織及び硬度
a 焼入前 完全なるパーライト鑄物 ×250



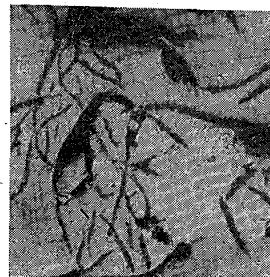
b. 水中焼入
シヨア硬度 焼入前 32.2 焼入後 75.0
肉眼的には焼割れ見えざるも顯微鏡的には、黒鉛のふちより小龜裂生ず 腐蝕せず ×50



c. ピクリン酸腐蝕 ×250



d. 油中焼入
シヨア硬度 焼入前 32.2 焼入後 74.1
肉眼的にも顯微鏡的にも龜裂なし 腐蝕せず ×50



e. ピクリン酸腐蝕 ×250



マルテンサイト及トルースタイトなれど主に後者なり

せるものにして、焼入後は何れも黒鉛の形狀に變化なく基地のパーライトのみマルテンサイト及び

前掲ロールより試料(寸法 25mm×40mm×60mm)7本を採り、各々800°Cに30分保ち後油中焼入してその硬度を測り、次に之を再び加熱し700°C迄100°C毎に各々6時間焼戻し爐中緩冷を行つて後再びその硬度を測定し、且之よりシャープ衝撃抗力試験片を切り採りて試験し、又別に抗張試験片(寸法は前記焼鈍の場合と同じ)6本を採り、前回同様焼入し200°C、300°C、400°Cに6時間焼戻して後牽引す。その結果を一括すれば第2表及び第9圖の如く焼入により硬化せるものは焼戻によりその硬度を減ずれど、300°C迄は

後にて大差なし。更に焼戻後の試料を檢鏡すれば第10圖 a. b. c. d. の如く、焼入時マルテンサイト組織なりしもの300°C焼戻にてトランスタイトとなり、之以上の温度にてはソルバイトとなれり。

第2表 サンドロール焼戻と硬度、衝撃抗力及び抗張力

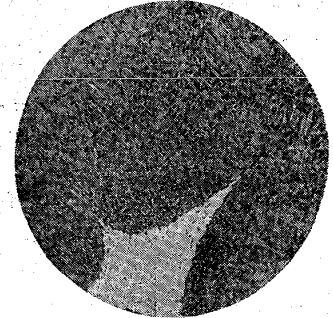
焼戻温度 (各温度6時間焼戻後爐中冷却)	シヨア 硬度	衝撃抗力 mkg/cm ²	抗張力 kg/mm ²
焼入前	33.5	0.197	21.9
焼入の儘	75.3	0.140	21.1
100°C	75.6	0.145	—
200	72.1	0.190	24.1
300	72.1	0.195	21.0
400	55.9	0.240	26.0
500	46.0	0.275	—
600	36.8	0.360	—
700	31.9	0.425	—

第10圖 サンドロール焼戻と組織

×250 ヒクリン酸腐蝕

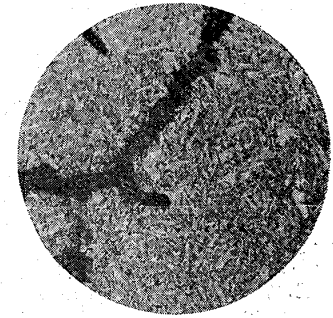
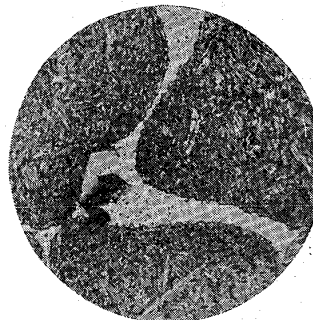
a. 焼入のまゝ

b. 300°C 6時間焼戻

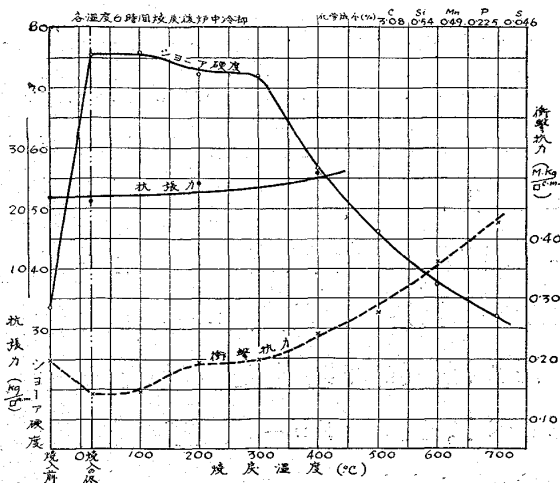


c. 400°C 6時間焼戻

d. 600°C 6時間焼戻



第9圖 サンドロール焼戻と硬度、衝撃抗力及び抗張力



以上によればサンドロールは焼入のまゝにては餘りに硬きに過ぎ粘さを缺けど、之を適當に焼戻せば次第に回復し、遂にソルバイト組織に於ては熱處理前のものより却つて靱性を増し、特に400°C附近の焼戻を行へばその硬度猶シヨア50附近にありて、而も衝撃値は普通のものより餘程大なれば、所謂硬くして粘き理想的のロールの得らるゝを知れり。

その量僅少なり。又衝撃値は焼戻温度の上昇と共に増加し、40.°C以上より特に著しく、又抗張力試験結果は稍々亂れたれど大體に於て焼入焼戻前

3. 實地應用 以上により理論的及び實驗的に焼入の可能にして有效なるを證し得たりしが、而も工業的立場に於てはその實施を俟たざれば眞にその價值を論じ難し。依つて著者は一大決心の下に幾多の困難を排して遂に之を當所製の實物ロール

に施し、而も數年の歳月を待つて最後迄その使用結果を調べたり。その詳細次の如し。

A. 實施方法 供試體 製鐵所第一中形工場 6 kg 軌條仕上ロール上段及び下段 2本1組

鑄造 番號	ロール 記號	化學成分(%)					
		C	Si	Mn	P	S	
上 段	S. 580	r. 21	2.92	0.73	0.70	0.291	0.043
下 段	S. 531	r. 21	2.86	0.77	0.77	0.296	0.048

	鑄放重量 (kg)	鑄放全長 (mm)	胴 長 (mm)	胴平均徑 (mm)
上 段	3,095	2,320	1,500	544
下 段	3,565	2,320	1,500	

胴部に軌條孔型 10 個を有す。

焼入前孔型各部の硬度を嚴密に測定し、後ロール頸部は焼入の必要なき爲適當に覆ひ、胴部は酸化を避け且焼入効果を調節するため適當の厚さに粘土を塗り、然る後之を普通の加熱爐(横型にし

て石炭を焚くもの)中に入れ、熱電對を爐中

ロール胴表面に接觸せ

しめて溫度を測り、

850°C に數時間保つて

後取出し、油槽中に焼

入して約 30 分後再び

取出し、空中放冷して

300~400°C 附近にて

自己焼戻を爲さしむ。

之一つには萬一の焼割

れ豫防のためと、又他

は前記第 9 圖曲線を参照して成可く靱性を大ならしむる様試みしなり。又油槽中に満たされたる油はロールの浸さるゝと同時に電動機にて攪拌し焼入効果を有効且均一ならしめたり。斯くしてその日はその儘放置し、翌日本ロールを仔細に點檢するに、焼割れ全くなく變形も著しからずして、そ

の表面の硬度を委しく測定せるに第 11 圖の如く、焼入前はその硬度僅かにショア 32 附近なりしもの焼入後は一躍目的通り 40~50 となり、特に孔型の凸凹部如何を論ぜず各部略々一様に硬化せるは殆んど理想に近く眞に驚く可き事實なりとす。(上段ロールの全體として下段ロールより稍々高くなりしはロールの徑小なると焼き具合による)

B. 使用結果 次に本ロールの表面を僅かに仕上げ、(2mm 程度) 之を當所第一中形工場にて實地に使用せし結果は第 3 表の如く見事なる成績を挙げ、その壓延噸數一躍焼入前に平均 3 倍し、而も焼入後は何回旋削使用するも焼の戻るが如き事なく、只一回の焼入にて良く最後迄その威力を發揮

第 3 表 焼入ロール使用成績
一中形工場 12 封度軌條仕上ロール(2本1組)

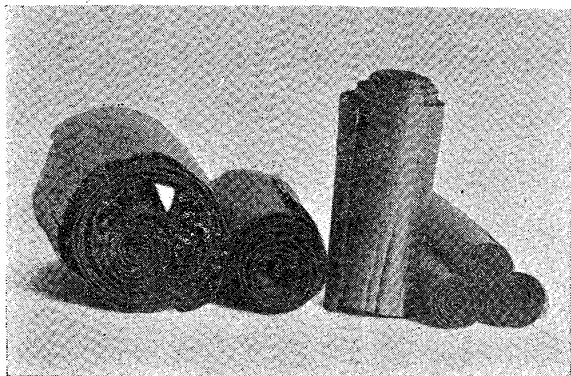
旋削年月日	胴平均徑 (m/m)	働 延 時 間	壓 延 噸 數	壓延噸數 比 較
燒入前 { 昭和2年 6月17日	476新	68時20分	491噸064 ^低 平均旋削1回當り 163噸688 ^低	1
" 3~5~9	441	平均旋削1回當り		
" 3~7~7	431	22時46分		
此處にて焼入す				
燒入後 {	" 3~9~7	63時50分	405噸589 ^低	2.48
	" 3~10~2	17 45	122 582	工場の都合にて 壓延中止
	" 3~10~29	41 0	373 978	
	" 4~5~17	40 15	676 957	4.06
	" 4~6~25	393	以後使用せず	
" 5~2~15	徑小廢棄			2.96(燒入後平均)

本ロール孔型 1 箇の壓延成績記録

	比較
燒入せるもの	89噸307 ^低 5.6
普通のもの平均	16 369 1

し、殊に最後の旋削に於てはその成績從來の 4 倍以上にも及び、而も遂に折損を見ずロールとしては天壽を全うして徑小廢棄處分に附せられたり。而して旋削時旋削屑の狀況を見るに第 12 圖寫眞の如く、ぐるぐると 7~12 回も捲きてその状態全く鋼に似、一見到底之が彼の脆弱なる鑄鐵製ロー

第12圖 焼入ロール旋削屑



ルなりとは想像し得ざる有様なり。猶將來の参考として本ロール孔型1個1回旋削時の壓延噸數を調べしに、同表下部に記せし如く、最良なりしものは(右端の孔型 實に普通のもの) 5.6倍の成績を挙げしこととなり、従つて將來更に焼入技術の熟練して何れの孔型もかくの如くなり得れば、全體として普通ロールの數倍以上の壓延成績を挙げ得べきこと明らかとなれり。而も之に依つて工場の受くる利益は單なる壓延噸數の増加のみならず、ロール表面の硬きため成品の肌著しく良好となり、且ロール組替の回數を減ずるが故に、之に要する勞力と時間とを著しく節約して、工場作業能率を著しく増加し得るなり。斯くして本方法は實行可能且有效なるを確實に證せしが、引續き當所に於ては大小各種のロールに就き更に實地技術を研究しつゝあり。元よりかかる技術は決して一朝一夕に完了し得るものに非ず。古くより知られたる鋼の焼入技術に於てすら、今日猶技術者は非常なる苦心を拂ふにも拘らず猶往々にして失敗あり。況んや此處に論ずるロールの如き大形のものに於ては、小さき双物等の焼入と異なり一切起重機を用ひて取扱ひ、且加熱爐の如きも巨大なれば溫度測定も實驗の如く正確且容易ならず。従つて之等の技術設備等の不充分なるために見る失敗も

亦少なからざるなり。而して著者も亦本法實施當初に於ては一二焼割れを生じて失敗を見しことあり。その際該ロールの破折面を觀察せしに、焼入効果は宛もチルドロール冷硬部の如く胴周に沿ひ一樣にその表面より略40mmの深さ迄明瞭に存するを知れり。従つて一度焼入せば爾後幾回もの旋削使用に耐え得べく、又この部の顯微鏡組織を調べしに、黒鉛の形狀には何等の變化なく基地のみ見事なるトルースタイト或はソルバイトになれり。

爾來著者は八幡製鐵所に於て専ら之が實地技術の研究に従事せり、而して今日に於ては幸にして設備の完成と相俟ち最早何等の懸念なく容易に之を行ひ得るに至れり。特に喜ばしきは爾後當所に新設せられたる大型ニクロム線縦型電氣爐を用ひ加熱によく注意せし結果、前記横型加熱爐使用の際には焼入後微量なれ共變形あり、爲に少しく之を仕上ぐる要を認めしにも拘らず、今日に於ては焼入前充分仕上たる複雑微細なる孔型は焼入後少しも狂ふことなく、何等再仕上の必要なくその儘直ちに之を使用し得るに至り、且焼入費用の如きは實にロールの値の何十分の一と言ふ取るに足らざる少量にて済むに至れり。

斯くしてサンドロールの焼入方法は遂に實際化し得たり。而も之に依つて新らしきロールは勿論、從來使ひ古し軟質廢棄として空しく捨てられたる大小多數のロールを悉く復活せしめて、而も普通の新ロールの何倍かの成績を挙げ得しむれば、その利益は蓋し僅少なからざるものある可し。

4. 自己焼入 上記焼入法の成功より思ひ出さるゝは自己焼入法にして、鋼に於て特殊の元素の含まれしものにこの現象著しきは既によく知られし所なるが、鑄鐵製ロールに於ても同様の現象を見

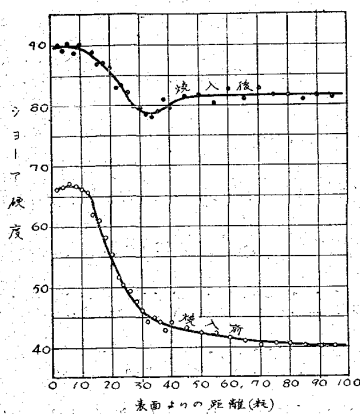
出し、既にその成分等も明らかとなりしが目下之が實施に就き攻究中なり。

IV. チルドロール焼入¹⁾

冷硬部組織の主としてセメントライト及びパーライトにして且前記諸實驗の如く A₁ 點以上に加熱するも黒鉛化を起さざる事實より見れば、之又理論上焼入可能にしてそのパーライトを焼入組織となし更に硬化し得るべし。而して之が實施に際しては特に仕上艶出用冷板ロールに面白かる可く、或は又小形、線材等の條鋼用ロールにて、最初平滑なるチルドロールに作られ、後之に稍々深き孔型を附せし爲その奥部に鼠銑部の生ぜしものに施し、その部を冷硬部同様の硬度となさば極めて有利なるべし。之に對し次の實驗を行へり。

冷硬、斑銑、鼠銑の3部を共有するチルドロール破片の硬度分布を豫め測定し置き後之を適當に加熱し油中に焼入して再び硬度分布を測定せるに、

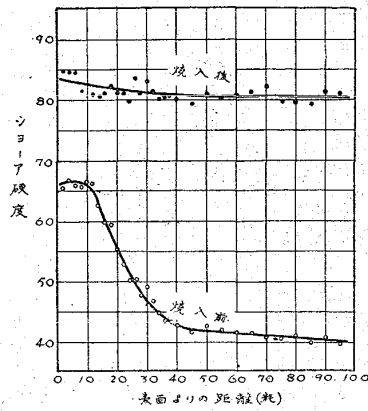
第13圖 a
有孔型チルドロール焼入
普通焼入



その結果は第13圖 a の如く、冷硬部は更に硬度を増してシヨア 90 にも達し、鼠銑部に於てはその硬化率更に甚しく一躍 80 を越えて普通の冷硬部以上の硬

第13圖 b

特殊の方法による焼入



度となれり。斯くして前者に依れば冷硬部も焼入により更に硬化し得ること明らかとなりしかば、冷板ロールに對する應用も有望なるべく、

又後者に依れば前掲の孔型深き條鋼用チルドロール奥部の柔軟なる鼠銑部を著しく硬化し得べし。但しこの種ロールに於てはその表面冷硬部の硬度は増加する必要なく、主としてその奥部のみ硬化し得て結局孔型内外部の硬度を平均せしむれば可なれば、之に對する實驗として新に次の方法を行へり。即ち實驗に際し試料の冷硬部を豫め粘土にて保護し、柔軟なる鼠銑、斑銑部のみ露出して焼入せし結果は同圖 b の如く、各部の硬度平均し而も全體として普通の冷硬部以上の硬度を得られ満足なる結果を示せり。但しこは勿論孔型表面部の問題にして、この際孔型に關係なき内部は特に焼入するが如き要なければ、操作時少しく工夫し、孔型附近の表面に近き部分のみ b の如く焼入せしむれば、この種ロールとして理想的のものを得らる可し。但し以上の實驗はチルドロール破片に就き行ひしものにて、斯かる試料に於ては肉眼的に何等焼割れ等の故障なく好都合なりしが、實際のチルドロールに於てはサンドロールと異なり、鑄造應力、焼入應力の相互關係頗る複雑なる爲、焼入効果のみは確實なるも、果してよく他に焼割れ等の故障なく行ひ得るやは未知の問題にして目下各種の焼入方法を攻究中なり。

1) 白銑の焼入に關しては我國にても既に齊藤、澤村兩博士の實驗あり
(鐵と鋼 第12年 第12號 (大正15年) p 1,006)
(鐵と鋼 第13年 第9號 (昭和2年) p 711)
但し兩氏のは可鍛鑄物に對し之を行つて黒鉛化を容易にし、焼鈍時間を短縮せしめん目的にして著者の目的とは全然その趣を異にす。

結 論

以上の研究より得たる結論次の如し。

鋼材壓延用普通鑄鐵製ロール（チルドロール及びサンドロール）は極めて硬質なる特殊の高級鑄物にして、700°C の高温度に焼鈍して硬度の低下なく、よくその鑄造應力を除くと共に材質を優良化し得べく、更に進んでは之に焼入法を施して安全且有効にその効果を擧げ得べし。殊に著者は工業的研究の立場より之が實施に努めし結果幸にして満足なる成績を得、殊に條鋼用サンドロール焼

入法の如きは、實施後一躍數倍の壓延成績を見、ロール製造界に安全且確實有效なる一つの新らしき方法を提出し得たり。

終りに臨み本研究に對し御指導を仰ぎたる野田研究所長及び鶴瀨第一研究室主事、焼入法實施に御援助賜はりたる高橋ロール課長及び江口鍛鋼工場主任、實驗に従事されたる上田哲三氏以下多くの人々の御盡力を謝し、又本報告の全文に亘り親しく御校閲の榮を賜はりたる、恩師東大教授工學博士俵 國一先生に對し厚く感謝の意を表す。

種油による焼入効果に就て

（日本鐵鋼協會 第五回講演大會講演）

大 畑 宇 治 郎

ABSTRACT

A STUDY OF HARDENING POWER OF RAPE-SEED OIL. By Ujiro Ohhata.

The quenching media used for large forgings of steel are mostly rape-seed oil, fish oil and water. Generally speaking, oils are excellent quenching media when fresh or when first used, but unfortunately their good characteristics change with age and service.

The author of this paper has investigated the relation between the hardening effect upon the heat treatment properties of steels and change in service of rape-seed oil. And comes to the conclusion by the result of many tests that the rape-seed oil produces a better structure and has an extremely long life in service.

In addition to considering the characteristics of water and fish oil.

目 次

- I. 緒 言
- II. 種油の冷却能力
- III. 種油の古さが熱處理後の機械的性質に及ぼす影響
- IV. ニッケルクローム鋼の油中及水中焼入に就て
- V. 種油と魚油との比較
- VI. 結 論

I. 緒 言

鋼材の焼入用急冷媒質として用ひられつゝある

ものには各種のものがあるが、砲身甲冑及び機關用打物等の如き大鍛造物に對しては一般に種油、魚油若くは水の3種の範圍を出でない様である、動植物油を媒質として長年月使用する時には酸素を吸収して分解作用を起し、分解成生物が漸次濃厚となり、且は被加熱物に附着せる灰及スケールの浮遊若くは沈澱をなす等により著しく粘稠のものとなる。

斯の如く焼入油が永年の使用によつて、古くなつた程度が焼入鋼材の性質に及ぼす影響に就て研究したものは極めて少ない、勿論僅少量であれば新油と取り更へた處で別に問題ではないが、大