

ない破壊をしている 700°~800°C 間では破壊エネルギーがCuによつて著しく低下しているが、塑性變形を伴つて 850°~1,000°C では變形に要するエネルギーが逆にCuによつて若干増加するので、補償される事となり、Cuによる衝撃値の差が少なくなつていゝのであろう。

IV. 繰返曲げ試験

Sup 6系の平鋼を使用する板バネは繰返曲ゲの應力を受けて疲勞によつて折損するので、此の耐久限に及ぼすCuの影響を見る爲、バネ製造の場合と同様の工程を經にリーフを作り繰返曲ゲ試験を行つた。

試験機及試験片の條件は次の通りである。

試験機：最大荷重 5t, 繰返速度 96 回/分

支持點距離 500mm

試験片：鋼種 No. 1, 2, 3, 6, 及び 10

寸法 8×63.5×550

熱處理 焼入 840°C×20分油冷

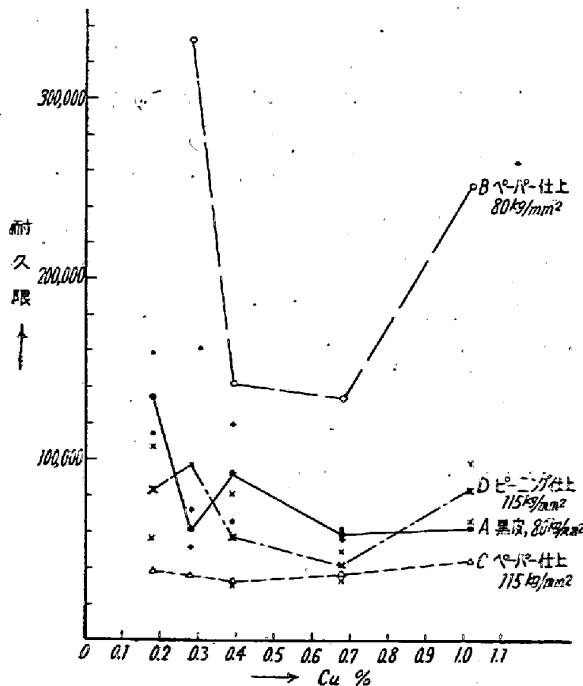
焼戻 480~500°C×60分油冷

硬 度 BHN 370~388

表面狀況及應力,

- A) 黒皮の儘 0←→80kgmm²
- B) エメリーペーパーで磨いたもの 0←→80 "
- C) エメリーペーパーで磨いたもの 24←→115 "
- D) ショットピーニングを施したものを24←→115 "

試験結果を第5圖に示す。



第 5 圖

A及Bについては各鋼種2枚宛行つたが、夫々の値はかなりバラツキがあるが、破面狀況等から見て、明かに表面疵の成長によつて早期に折損したと思われるものは除外して平均値を求めて描いた。

これによれば、表面處理が耐久限に著しい影響を及ぼす事が認められ、黒皮の儘では最も弱くペーパー仕上でも黒皮に比しては著しく壽命を延長し、ショットピーニングは更に有効である。

又Cuの影響はバラツキが著しいので明瞭ではないがCuの最も少ないものから漸次耐久限が低下し、Cu 1.02%に於ては再び上昇している傾向が認められる。此の上昇は恐らく第1報で述べた如く、Cuが焼入硬化能を増すので、リーフ内部迄十分焼が入る事によるものではないかと推測される。但し實際的にはCuは0.35%以下であるから、此の程度に於いては矢張Cuの少ない程耐久限に於いても優れているものと考えて良い。

(36) 高温酸化せる鋼中の銅の舉動

工業技術院機械試験所 工博 三 橋 鐵太郎

” 工 上 野 學

” 工〇 細 井 祐 三

I. 緒 論

周知の如く鐵鋼中にCuが含有されると、その多少に應じ種々の影響を與える。我國鐵鑛石中に含銅量多く又最近の様に鐵鑛資源として硫酸滓を用いるようになるとそれ等を原料とした銑鐵及鋼中にはCuが含有されてそれが鋼に與える有害性が問題となる。Cuの有害性のうち特に重要な點は熱間加工後に冷間加工する際に發生する龜裂との關係であるから考察を特にこの點に集中した。

しかもその有害性の限界については研究者に依り一定せず従來の結果よりみれば許容されるCu含有量の範圍は大體0.3%から4.5%にわたつてゐる。例へば小平氏によれば軟鋼にて管引抜の場合はCu 0.3%ですでにひび割れが認められることが報告され又 Clevenger, Rax氏等は鍛造の場合 0.5~0.6% Cの鋼ではCu 4.5%に至り脆性が現われ始めると言われている。一方この脆性又はひび割れはCu%のみならずC%及び加工溫度加工雰囲気の性質にも左右されると報告されている。

そこで筆者等は、鋼の熱間加工時に於けるCuの影響につき検討するため、鋼を高温酸化の雰囲気中にさらし鋼中Cuの舉動を見た。即ち高温酸化せる鋼の引張り試験

及び曲げ試験を併用しマイクロ硬度測定結果顯微鏡組織を参考としてこゝに二、三の結果を得たので報告する。

II. 實 験 試 料

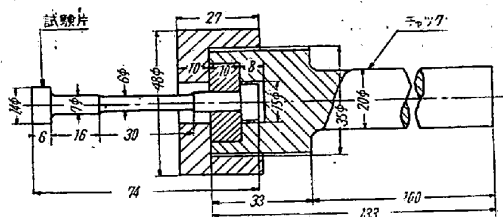
本實驗に使用した試料は新理研 K.K. 製造の Cu% を變へた Si-Mn 鋼でその分析結果は下の如きものである。

試料 番號	C%	Cu%	
1	0.56	0.16	その他は S: 0.004~0.009% P: 0.014~0.016% Mn: 0.77~0.78% Si: 1.42~1.44%
2	0.56	0.28	
3	0.56	0.39	
4	0.66	0.51	
5	0.66	0.68	
6	0.65	0.73	
7	0.65	0.86	
8	0.65	0.88	
9	0.66	1.01	
10	0.63	1.17	

III. 實 験 方 法

i. 引張試験

高温酸化せる鋼中の Cu が抗張力に及ぼす影響を検討するため高温酸化用堅型エレマ爐を試作し、これにより各試験片を 950°C に 10min 豫熱して次に 1000°C, 1100°C, 1200°C の中の任意の温度に夫々 5min 保ち爐中冷却 (冷却速度 20~30°C/sec) により 950°C まで冷却し 10min 保持後油焼入した。斯る熱処理をした試験片を 48hr 以内に引張り試験に供した。この場合全試験片を焼入したために抗張力硬度の著しき増大を慮り試験片の形状、チャックは特別なものである。(第 1 圖)



第 1 圖

950°C にて 10min 保持後焼入したのは試験片の温度均一をはかるためと結晶粒界現象を顯著に出すため冷却中の擴散を防止したので、この方法については Ko and Hanson; [Grain Boundary Phenomena in Severely Heated Steel] Jour. Iron and Steel Int. 1950, p 51 を参照した。

ii. 曲げ試験

試料を 7mm×10mm×85mm の角棒に切截して焼準し實驗試験片とした。各試験片を横型管状エレマ爐を

用い、1000°C, 1050°C, 1100°C, 1150°C, 1200°C, 1250°C の任意の温度に 20min 加熱して直ちに曲げ試験をおこなった。曲げ試験は試作した装置により二本の支柱の間に試験片をはさみ挺子を利用して急激に約 180° 曲げた。曲げ試験中の温度降下を知るため温度降下一時間曲線を求め曲げ試験の際の温度を補正した。試験片は冷却後スケールをとり除き日本光學製の投影器により 20 倍に擴大して割れの深さを測定し外觀を観察した。又實驗の最高温度を 1250°C に止めたのは過熱及び燃焼の影響をさけるためである。

IV. 實 験 結 果 及 び 考 察

(i) 抗張力と Cu% と温度との關係

抗張力は最高保持温度が 1000°C, 1100°C の場合には Cu が 0.16% から 1% ぐらいまで増加しても殆んど變化しない。併し、1200°C になると抗張力は Cu の増加につれて減少する。即ち Cu が増加するほど 1000°C, 1100°C の場合の抗張力にくらべて開きが大きくなっていく。荷重 30kg のビッカース硬度を求めた場合にも大體同じ傾向を示した。

(ii) 曲げ試験

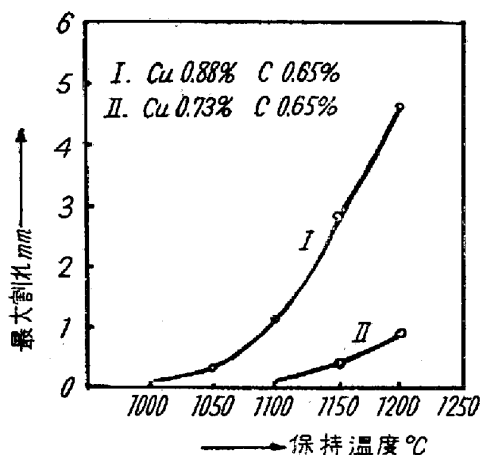
本實驗に依り得た結果によると

同一保持時間の場合には Cu% の増加に伴い割れの起る温度は低くなっていく。即ち保持時間 20min の場合に Cu 0.16% の場合には 1250°C までに於ては割れを生じないが 0.39% では 1250°C, 0.73% では 1100°C 0.88% では 1000°C でもすでに割れがおこる。

割れの形状をみると割れの最初の温度に於て生ずる割れは非常に細かいひび割れが無數に生じ測定が困難なほどである。温度上昇につれ割れの深さは増大し割れの数は少なくなる。又、割れの深さは同一温度では Cu% の多い方が深い。一例をあげれば 1200°C の場合 Cu 0.73% では最大割れの深さ 0.9mm に對し Cu 0.88% では 4.6mm である。(第 2 圖)

高温に保持する時間も割れをおこさせる一つの因子となつていて、即ち時間が長くなると割れは深くなり 0.16% Cu の場合でも 1250°C 10min では割れを生じなかつたが 30 分保持した場合には割れを生じた場合もあつた。

以上の實驗結果には次の如くに解釋できる。含 Cu の鋼を高温で酸化させると Fe が優先酸化され富化した Cu は粒界に移動する。遂に Cu が粒界に析出することもあり更に脆化した粒界が互に連絡することもあつて龜裂は深くなる。



第2圖 曲げ試験結果の一例

(iii) マイクロ硬度試験

引張り試験と同じ熱処理を施した試験片に荷重 100g の明石製作所製マイクロ硬度計を用い各試験片の粒内粒界の硬度を測定した。これらの硬度は引張り試験の結果とは直ちに對應する関連は認められなかつた。

一般に粒内硬度は粒界硬度よりも 100 單位高く各保持温度ごとの Cu% の變化によるその差は平行していた。しかし 1200°C に加熱したものに於ては Cu% の増加に伴い、粒内に比して粒界硬度は著しく減少して (250 單位) いるので、筆者はこれを Cu 析出に基くものと解釋している。更に詳細なデータ及び推論については講演にゆづる。

文 献

- 1) Ko and Hanson: Jour. Iron and Tteel Ins. 1951, vol. 167 part 1 p. 51.
- 2) Gertsman and Tardif: The Iron Age. 1952. vol. 169, No. 7 p. 136.
- 3) 兒玉: 製鐵研究, 昭和3年, 第8卷1頁
- 4) 小平: " " " 25頁
- 5) 高寺, 松浦, 桐野: 鐵と銅, 昭和18年, 第29年 第2號. 176頁
- 6) Gregg and Daniloff: Alloys of Iron and Copper (Alloys of Iron Monographs)

(37) 軸受鋼の研究 (I)

工業技術院機械試験所

工博 三橋 鐵 太 郎

工〇上 野 學

I. 緒 言

最近機械工業の發展, 特に航空機の進歩により軸受部分の精度の向上が要望せられるに到つた。當然軸受部分

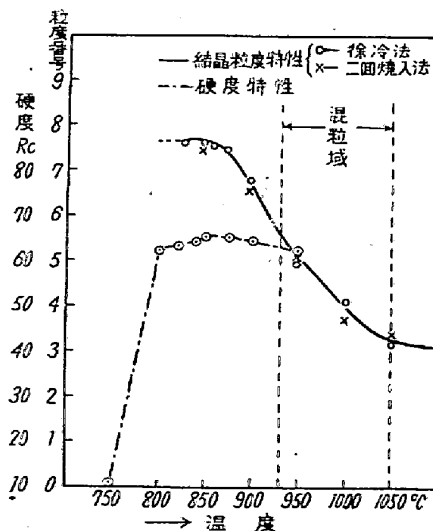
の精度及び性能の向上には軸受鋼の材質及び熱處理の相異にもとづく種々の現象を精確に把握することが必要である。米國の或るベアリング會社ではマルクエンチング處理, 及びサブゼロ處理等の工業化が行われていることである。當試験所において我國の軸受鋼の諸性質の向上を目的として一連の研究を行つてゐるが, そのうち第1報として, 結晶粒生長特性, マルクエンチング處理サブゼロ處理, 油焼入焼戻處理にもとづく機械的性質の變化, 焼入した際に残存する残留オーステナイトの常温における寸法の時効變化に及ぼす舉動及サブゼロ處理したマルテンサイトの常温の寸法の時効變化の舉動及び, 残留オーステナイトの Point Counting と Lineal Analysis の方法による定量測定について報告する。

II. 結晶粒子の成長特性と焼入温度による硬度變化

結晶粒度と温度の關係を求めめるために使用した鋼は軸受鋼1種である。此の軸受鋼を 800°C~1100°C の各温度に2時間加熱して 270°C/sec の速度でもつて徐冷した。此の際セメントイトが粒界に網狀に生ずるので、この網狀セメントイトを 5% ピクリン酸アルコールで腐蝕し粒界を現した。學振 19 小委員會第6號報告の方法と比較するため2回焼入法も平行して實施した。混粒の範圍を決定するため混粒の定義にもとづき粒度の全く異なる結晶粒が 1/4 以上を占める物を混粒鋼とした。

以上の結果を第1圖に示す。これによると 850°C の温度より結晶粒度が大きくなり始める、そして混粒域は約 930°C より 1050°C までの範圍である。

徐冷法と2回焼入法による粒度決定の結果は大體一致する。軸受鋼の焼入温度として混粒域は當然不適當であ



第 1 圖