

より任意の 1 本を選んで丸鋼および製品より試験片を採取して試験した。

III. 試験結果

試験結果を集約すれば、Table 3, Table 4 のごとくなる。

以上の結果より基礎試験、実用試験を通じていえることは、スピネル煉瓦がスラグ、熔鋼に対する耐蝕性および砂疵、非金属介在物に対し最も良好な結果を示し、ソフトクレーが最も悪く、フリントクレー、蠟石、高アルミナはその中間に属し三者間には大差がない成績であった。

この結果は砂疵、非金属介在物に対しての造塊耐火物は高軟化性の耐蝕性煉瓦が好ましく、低軟化性の侵蝕の多い煉瓦は砂疵、非金属介在物の増加することを意味している。

なお特異な点としては、高アルミナ質煉瓦において鋼浴と鋼滓ではその侵蝕率にいちじるしい差が認められることであった。

IV. 結果

試験数が少く、しかも砂疵要因が多くさらに非金属介在物の検査方法、成績判定が難しいことから結果は「ばらつき」が大きいため明確な結論を求めることはできなかつたが、高軟化性の耐火物は低軟化性の耐火物に比して砂疵、非金属介在物は高炭素クロム鋼に対して明らかに少い傾向を把みえた。

以上の結果にもとづいてさらに高軟化性耐火物の効果を確認するため非金属介在物に影響が大きいと考えられているノズルに、スピネル質の実用を計画し、取鍋、内張およびノズル共スピネル質としての実用試験を実施中である。

(19) Cr-Mo 肌焼鋼(SCM21)の縞状組織に関する研究

Study on the Banded Structure of Cr-Mo Case-Hardening Steel

T. Muraji, et alius.

大同製鋼, 平井工場

理 安田 洋一・工〇村治 敏明

I. 緒言

亜共析鋼のフェライト縞については古くから多くの研究があり、凝固過程における燐化物・硫化物・Mn 化合物・非金属介在物等の偏析にもとづいて γ 領域から α を

析出する際に撰択的に C 濃度の縞状分布を来すものとされており、また縞状組織を消滅あるいは軽減する方法としては高温長時間の拡散加熱が最も有効であるが、 γ 領域からの急冷によつても見掛上のフェライト縞は消滅することが知られている。

著者等は Cr-Mo 肌焼鋼に現われる縞状組織について鋼塊組織との関連を調査し、縞状特性の判定に一端水冷試験法を使用し、また切削性・機械的性質におよぼす影響を試験した。

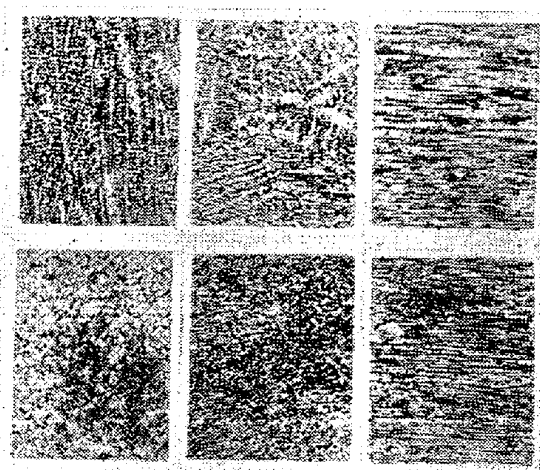
供試材は塩基性電孤炉で熔製し、Al でキルした 220kg 鋼塊と、出鋼直前の湯を Al キルして鑄込んだ 10kg 試験鋼塊で、化学成分の 1 例を Table 1 に示した。

Table 1. Chemical compositions of specimens.

Heat No.	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo
Specification	0.13 ~ 0.18	0.15 ~ 0.35	0.60 ~ 0.85	\leq 0.030	\leq 0.030	\leq 0.30	0.90 ~ 1.20	0.15 ~ 0.30
6245	0.16	0.26	0.69	0.015	0.010	0.25	1.11	0.17

II. 縞状組織と鋼塊組織の関連について

縞状組織は加工された鋼材に見られるものであるから鋼塊組織と加工後の縞状組織の関連を求めるために鍛造比を徐々に増した段階鍛造を行つた。供試材は 10kg 鋼塊で 1 本は鑄込後直ちにケースから抜き段階鍛造して空冷し、1 本は空冷した後再加熱徐冷した。組織を Fig. 1 に示した。



Forging ratio 0 ca. 2 ca. 4.5
Upper series: slow cooled
Lower " : air-cooled

Fig. 1. Structures of slow cooled and air-cooled specimens whose forging ratios are 0, ca. 2, and ca. 4.5.

空冷した組織の中、鍛造比 0 のものは鋼塊の鑄込儘の

組織であつて粒界に ferrite を析出し、粒内は bainite であるが、粒内および粒界を横切つて網状に C 濃度を異にするとと思われる bainite (または pearlite) が見られる。徐冷した組織の中鍛造比 0 のものは十分に ferrite を析出し最後に pearlite に変態するが樹枝状を示している。いずれの場合も鍛造比 4 以上で縞状組織となるが、この pearlite 部は鋼塊組織の網状 bainite (または pearlite) 部あるいは樹枝状 pearlite 部である。

鋼塊の凝固過程において δ 品が樹枝状に生長すると C P·S·Mn·Cr 等は樹枝間に偏析するが、C は高温で容易に拡散するから温度が低下して全てが γ 品になつた時には均質に分布しているものと考えられる¹⁾。他の不純物は拡散がきわめて困難であるから樹枝間にそのまま残つている。 γ 領域からの冷却に際してはその速度によつて CCT 曲線に示されるように変態を異にするが、ferrite は不純物が核となつて先ず析出し、冷却速度が遅い程十分成長する。

Ferrite を析出すれば残りの γ は益々 C が高くなり、pearlite に変態する。不純物が多いと C の溶解度はへるから³⁾、これらの C は γ 粒内でも純度の高い最初の樹枝状品部に撰択的に集るであろう。したがつて Fig. 1 の鍛造比 0 の組織に見られる pearlite 部は最初の樹枝状品部と考えられる。

III. 一端水冷試験による縞状特性の判定

縞状組織はチャージによつてその程度が異なり縞を発生する限界冷却速度も相違する。縞状組織の程度を数値的にあらわすことは仲々困難であつて、例えば C 濃度分布を硬度分布で示したりあるいは縞の本数で示したりするが、縞状の分布には太く粗なものゝ細く密な場合があつて決して一樣でない。これ等を 1 回の試験で明瞭にするため次のごとき一端水冷試験を考案した。

一端水冷試験は Jominy 試験に準じ、1" ϕ \times 10⁷/₈" 長さで 5" 部に鏢をつけた試験片を用いたが 5" \sim 10⁷/₈" 部は円錐形のイソライト煉瓦で保温し徐冷して冷却速度を 15000 \sim 13°C/mn の間に連続変化させた。各部の冷却速度は 705°C を通過するさいの中心部の速度である。冷却条件は Jominy 試験条件と同一である。

Fig. 2 に試験片および各部の冷却速度を示した。Fig. 3 は 1300°C \times 5h の拡散焼鈍の効果を本試験法によつて示した。この方法によつて縞状組織を現出する位置と水冷端との距離を求めれば、その限界冷却速度を求めることができ、チャージ間の相違や改善の程度はその距離によつてあるいは一定距離における組織の比較によつ

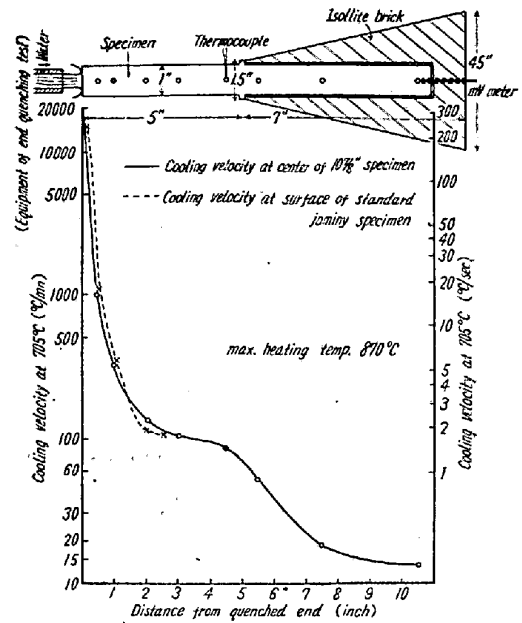


Fig. 2. Cooling velocity at various parts of end quenched specimen.

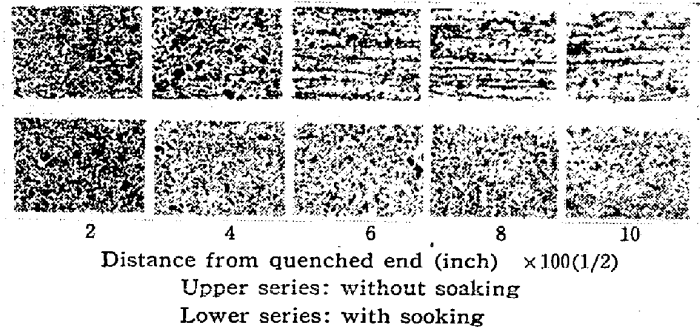


Fig. 3. Effect of soaking showed by microstructure at various parts of end quenched specimens.

て示すことができる。なお本法の冷却速度・組織には再現性がある。

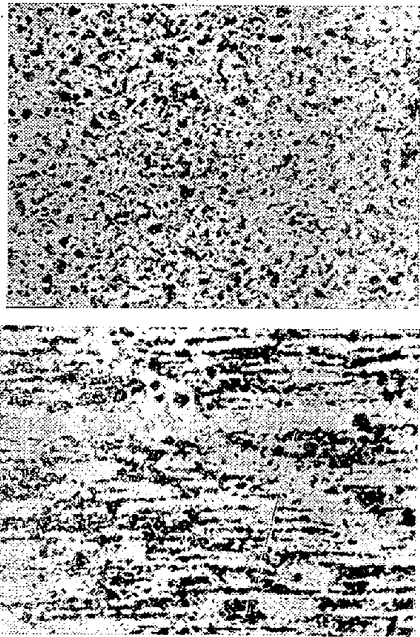
IV. 縞状組織の切削性におよぼす影響

縞状組織は鋼の被削性を悪くすると通常いわれている。被削性を決定する要素は色々あるが、主に切削抵抗・切削能率および切削面の粗さの 3 要素によつて判定されている。これ等の被削性を試験するため、ターレット旋盤に E·M·S 式切削試験機を取付け wire strain gauge を併用して切削抵抗を求め、バイトと材料を熱電対として測定した熱起電力と切粉の色から切削温度を比較し、さらに万能投影器による光切斷法と小坂式仕上面検査機によつて表面粗さを測定した。

供試材は C# 6245, 220 kg 鋼塊で 1 部を 1170°C \times 3 \sim 4h 拡散加熱後鍛造し、残部は普通鍛造したものである。切削試験を行つた部分の組織を Fig. 4 に示した。切削は S 1-19-1 および SKH 4-12-1/2 真剣バイトを

Table 2. Results of cutting test.

Cutting speed m/mn		S 1			SKH 4	
		21	65	131°	9	25
Messured value	Structure					
Tangential cutting force (kg)	Uniform S.	46.4	50.7	46.4	54.3	39.3
	Banded S.	60.0	64.3	60.0	57.2	54.3
Thermoelectro motive force (mV)	Uniform S.	7.0	11.0	14.2	2.0	3.5
	Banded S.	7.5	11.5	14.5	4.0	4.5

Fig. 4. Micro-structure of specimens used for cutting test. $\times 100(2/3)$

使用し、切込深さ 1mm, 送り 0.23mm/rev, 切削速度をそれぞれ 21~131m/mn, 9~25m/mn とした。

Table 2 に切削主分力と熱起電力を示す。

以上の試験結果ではいずれも縞状組織のある方が切削性は悪かった。しかしこれ等の試験は可成り精密なものであるから、通常の切削作業では無視できる程度であろうが、精密なギャカツティングやブローチ加工では無視できない差と考えられる。

V. 縞状組織の機械的性質におよぼす影響

前項に述べた C# 6245 を鍛造後圧延して 170×18mm の板とし圧延方向に平行および直角方向から 170×18×18 の角棒を交互に切出して引張試験・シャルピー衝撃試験素材とした。試験片素材は①焼入焼戻、②870°C 空冷、③870°C 徐冷 (約 20°C/mn)、④870°C 徐冷 (約 2°C/mn) の熱処理を行った。この際各熱処理ごとに同一硬度となるように注意した。

以上の熱処理で高温長時間の拡散を行ったものを行なわなかったものの組織は、①では差がなく、②では

bainite+pearlite であるが前者は縞状を呈しないが後者はかなり縞状となる。③では前者にやや pearlite 縞が見られるが後者は完全に縞となる。④では前者の pearlite 縞はかなり分断している。

試験の結果を拡散した場合と、しない場合について比較すると抗張力・降伏点は前者がやや良いようであるが、伸、絞、シャルピーは差が明らかでなかった。平行方向と直角方向ではもちろん平行方向が良いが拡散した場合もその差は拡散しない場合と同程度であった。

以上の結果を数値的に見ると拡散した場合としない場合の差は僅かであり、むしろチャージ間、熱処理等による変動の方がかなり大きく、したがって実用上差があるとはいい難い。

VI. 結 言

以上の試験結果を要約すると

(1) Cr-Mo 肌焼鋼にあらわれる縞状組織の pearlite 部は凝固過程の樹枝状晶の幹枝の部分と考えられる。

(2) 一端水冷試験によつてチャージの縞状特性を判定する方法を採用したが、この方法は縞状限界冷却速度や各冷却速度における縞の程度を簡単に知ることが出来る。

(3) 縞状組織は切削性を悪くする。通常の切削作業では無視できる程度であるが精密な切削作業には影響すると考えられる。

(4) 本試験程度の拡散加熱を行った場合は縞状組織はかなり改善されるが機械的性質は実用上ほとんど変化しない。

文 献

- 1) 飯高一郎：理論合金学，昭 23
- 2) H.C.H. Carpenter & J. M. Robertson: JISI (1933), 259
- 3) 金属学会：新制金属講座，鉄鋼 (1) 54