

(=)、震動防止法を攻究すること。

結 論

1. 現在迄に使用して來た各種航空發動機用曲軸鋼に就て説述し、之が使用實例や、折損狀況に就ても述べた。
2. 曲軸鋼の破斷は凡て疲勞破斷であつて、分離破斷との關係を述べた（鐵と鋼 18 年第 10 號及 12 號参照）
3. 分離破斷の概念から強度設計に必要な基礎要件を述べ従來の誤つた概念を指摘し實物機構の設計に利用し得る公

式に就て論じた。

4. BMW 發動機曲軸の疲勞耐久性を基礎とした計算實例を掲げ従來の靜力的荷重計算から耐久性を考慮に入れた鋼の撰定を爲す事が出來た。

5. 各種特殊鋼に就て機械的諸試験結果と耐久力（Amsler Universal Hammer Machin）とを比較し鋼の撰定上の重點を如何に考慮すべきやを論じた。

昭和 8 年 1 月記

美 裝 鋼 板 の 研 究

（日本鐵鋼協會 第 9 回講演大會講演）

森 寺 一 雄

目 次

概 要

第 1 章 緒 言

第 2 章 本邦市場に於ける各種アートタルの品質比較

1. 成分及び機械的性質 2. 組織 3. 各鋼板の厚さ不同程度

第 3 章 製造法概要

第 4 章 製作上必要なる基礎的諸性質

第 1 節 熱壓延率並にその焼鈍温度

第 2 節 冷壓延率並にその焼鈍温度

第 3 節 元板の熱處理、板の厚さ及び冷壓延後の熱處理の影響

1. 實驗方針 2. 板の厚さの影響 3. 加熱時間の影響 4. 冷却速度の影響 5. 元板熱處理の影響

第 4 節 元板の熱處理と冷壓延率の影響

1. 壓延作業 2. 牽引試験 3. 反覆屈曲試験 4. 結晶粒の大きさ

第 5 節 アームコ鐵と製鐵所鋼の比較

第 5 章 結 論

概要 最近に製造販賣する様になつた製鐵所美裝鋼板（アートメタル）の製作方法並に製作に必要な種々の基礎的性質即ち熱間壓延率、冷間壓延率、焼鈍温度、焼鈍時間、冷却速度及び板の厚さ等が製品の性質に及ぼす影響を實驗し、尙本邦市場に在る各國製美裝鋼板の品質を比較したものである。

第 1 章 緒 言

美裝鋼板とは製鐵所で特に命名したアートメタルの一種

で、車輛、自動車、建築材、家具、琺瑯鐵器等に使用せらるゝものである。

アートメタルには色々の種類があるが現在製鐵所的美裝鋼板は次の 4 種の商標によりて市場に出てゐる。

赤鷲 艶付仕上最極軟 赤鳩 普通仕上最極軟

白鷲 艶付仕上極軟 白鳩 普通仕上極軟

即ち鋼質に依りて赤白に分け、赤は極めて軟質にして深絞用に適し、白は赤よりも稍硬質で一般向である。又仕上の程度に依りて鷲と鳩に分け、鷲は冷壓延した艶付鋼板で磨いた様に光澤があるから一名磨鋼板とも稱せらる。鳩は熱壓延したものであるが酸洗してスケールを除去してあるから表面の美しいことは黑板の及ぶところでない。板の厚さは BWG22 番から 10 番まで即ち 0.7mm から 3.2mm まで種々あり、廣さは 3'×6', 4'×8', 5'×10' 及び不定尺物がある。之等美裝鋼板の製造上參考として本邦市場に在る各國製アートメタルの品質を調査し、又製作上必要なる基礎的諸性質を實驗に依りて求めんとするものである。

第 2 章 本邦市場に於ける各種アートメタルの品質比較

1. 成分及び機械的性質 供試料は本邦及び歐米各國製 12 種で厚さ 16 番乃至 26 番、廣さ 3'×6' 又は 4'×8' 物である。之等の各板の内外より試片を取り化學分析、牽引試験（標點距離 50mm）反覆屈曲試験（試片の一端を

丸口萬力にて摺み一方に 90 度屈曲するを第 1 回とし之を舊に復するを第 2 回とし次に反対側に屈曲するを第 3 回とし以下之に準ず、エリヒセン試験を行つた、夫等の成績は第 1 表の如くである。何れも 2 回の平均値である。

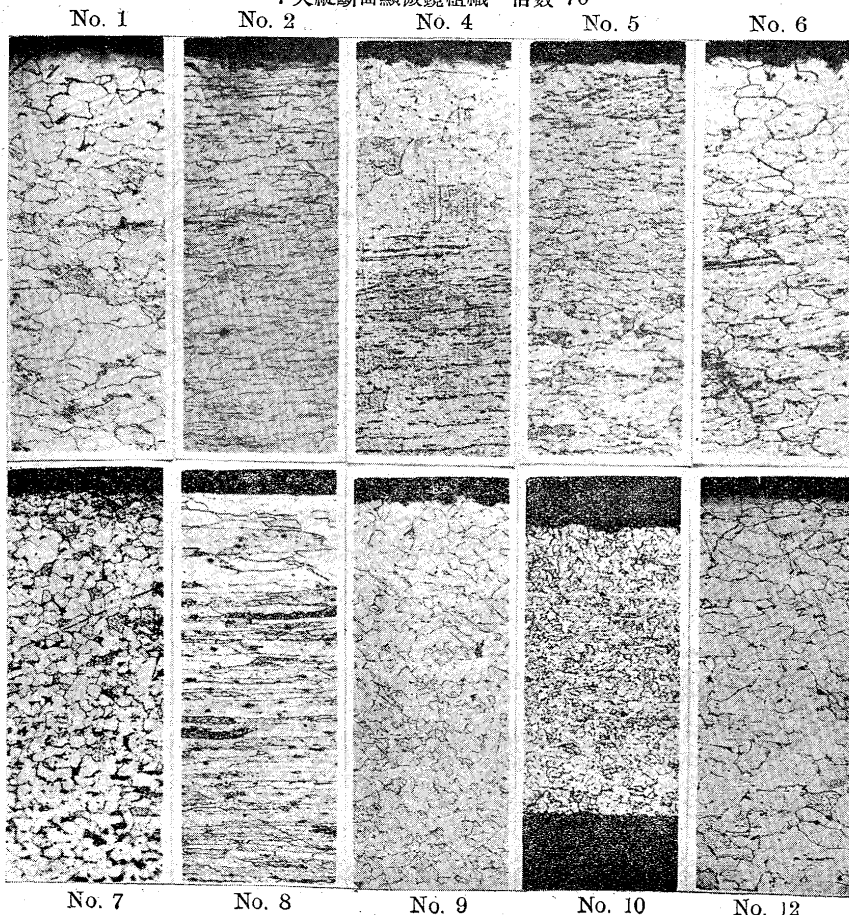
第 1 表 各種美装鋼板の成分と機械的性質

番 號	品 名	化 學 成 分						抗 張 力 kg/mm ²		延 伸 率 %		折 曲 回 数		厚 さ mm	エ リ ヒ セ ン 値
		C	Si	Mn	P	S	Cu	縦	横	縦	横	縦	横		
1	内 地 磨	0.085	0.055	0.325	0.008	0.085	0.19	31.0	33.2	38.5	40.5	28	19	1.69	12.6
2	アルベルト磨	0.095	0.013	0.350	0.008	0.026	0.17	33.2	35.4	40.3	39.5	28	18	1.60	12.3
3	イーグル普通	0.065	0.003	0.385	0.009	0.013	0.07	31.9	35.0	37.0	36.3	24	22	1.57	11.8
4	イーグル普通	0.060	0.003	0.400	0.011	0.022	0.08	33.6	34.4	33.7	35.2	20	15	2.32	12.8
5	内 地 磨	0.110	0.055	0.260	0.007	0.015	0.09	29.6	33.8	36.3	34.7	34	24	1.15	11.6
6	内 地 普 通	0.035	0.003	0.265	0.006	0.015	0.14	28.7	31.9	30.2	29.0	34	21	1.20	10.6
7	アームコ磨	0.085	0.004	0.370	0.005	0.017	0.06	35.7	36.9	37.5	37.3	31	27	1.11	11.4
8	アームコ純鐵	0.010	0.006	0.060	0.003	0.023	0.06	28.5	29.7	27.3	18.0	33	20	1.13	9.4
9	アームコ磨	0.065	0.004	0.340	0.005	0.023	0.08	36.5	38.3	31.8	31.8	23	21	1.60	11.6
10	アルベルト磨	0.110	0.013	0.500	0.057	0.042	0.06	40.9	41.8	30.3	27.5	26	23	0.52	9.1
11	イーグル普通	0.050	0.004	0.395	0.010	0.021	0.04	31.3	34.3	35.8	34.0	27	22	1.62	11.6
12	イーグル普通	0.060	0.004	0.370	0.003	0.013	0.04	32.9	34.2	36.8	34.7	24	20	1.57	11.9
13	製鐵所磨	0.020	0.004	0.160	0.008	0.013	0.11	31.0		37.0					

ベルギーのアルベルト製は C, Mn, P, S が多く内地某所のは C, Si が多い。アームコには純鐵に近いものと相當に不純物を含む鋼の 2 種がある。製鐵所ではアームコ

第 1 圖 本邦市場に於ける各種美装鋼板の組織

中央縦断面顯微鏡組織 倍數 70



純鐵に準ずる極めて不純物の少いものが出るが目標としては C 0.08% 以下、Mn 0.3% 以下、その他の不純物は出来るだけ少い様にしてゐる。

機械試験では壓延方向即ち縦が横よりも抗張力弱く延伸

率少い傾向があるが其の差

は極めて少い。然しアーム

コ鐵の No. 8 の如く冷壓

延後焼鈍されてゐないもの

は相當の差がある。反覆屈

曲試験では縦と横とで甚だ

差がある。一般に抗張力

30~35 kg/mm², 延伸率 30~

40% である。アームコ鐵は

之れよりも抗張力、延伸率

共に少いが硬度が軟く深絞

用には最も適當してゐる。

2. 組織 各板の縦横兩断面に於ける顯微鏡組織及びサルファプリントを検した。第 1 圖は各板の中央部に於ける縦断面の顯微鏡組織である。No. 2 アルベルト磨鋼板

は纖維狀に見ゆるが之れは氣孔或はスラッグの延ばされた筋が多數散在するからで結

晶粒が延びてゐるのではない。イーグル鋼板は No. 4 又は No. 11 の如くに不純物が中央に偏析せるリムド鋼でゴーストラインやスラッグが多い。No. 7 のアームコ磨

鋼板はパーライト多く内部に偏析す。No. 8 アームコ純鐵板は結晶粒が著しく壓延方向に延びてゐる。アームコ磨鋼板は結晶粒が

小さく且つ良く揃つてゐる。そして不純物の少いアームコ純鐵板の方には小さなソム

ムスが可なり多い。No. 10 のアルベルト鋼板の厚みが小さい即ち壓延率が大であるから結晶粒が極めて小さい。

3. 各鋼板の厚さ不同程度 鋼板は場所に依りて厚みの不同あるを免れない。その程度を測定するために各板を切斷して一

呎間隔の基盤目毎にマイクロメーター (感度 0.001 mm) で局部的厚さを測つた。之れを總括して厚み不同の範圍を求むれば第

2 表の如し。

第2表 厚み不同程度

試料番號	平均厚	最大 (厚mm)	最小	最大小差	最大-最小 平均厚%
1	1.69	1.75	1.60	0.15	8.87
2	1.60	1.68	1.52	0.16	10.0
3	1.55	1.66	1.46	0.20	12.9
4	2.34	2.44	2.28	0.16	6.83
5	1.14	1.18	1.07	0.11	9.65
6	1.18	1.27	1.05	0.22	18.65
7	1.08	1.12	1.04	0.08	7.4
8	1.09	1.12	1.04	0.08	7.35
9	1.57	1.63	1.51	0.12	7.65
10	0.48	0.52	0.46	0.06	12.5
11	1.59	1.62	1.56	0.06	3.78
12	1.55	1.62	1.51	0.11	7.1

大體に於て何れも板の外側が薄くて内部が厚い。ロールの嚙込口と出口とで異なるものである。

第3章 製造概要

製鐵所では第三製鋼工場鹽基性平爐で製鍊し、C 54 鑄型に下注法に依り約3噸の鋼塊を造り、分塊又は平鋼を経てシートバーを造るか或は中板に延ばし剪斷してシートバーとする。シートバーから先の仕上は鷺と鳩とに依りて異なり第3表の如くである。

第3表 作業順序

鳩	印	シートバー→酸洗→加熱壓延→假剪斷→酸洗→箱焼鈍→ローラーレベラー→ストレッチャー→剪斷→検査→油引錆止→包装→製品
鷺	印	シートバー→酸洗→加熱壓延→假剪斷→酸洗→(箱焼鈍)→冷間壓延→箱焼鈍→ローラーレベラー→ストレッチャー→剪斷→検査→油引錆止→包装→製品
アームコ	磨鋼板	シートバー→酸洗→加熱壓延→開放焼鈍→酸洗→冷間壓延→箱焼鈍→矯正→剪斷→製品

最後の箱焼鈍は鋼板を軟くして曲げたり絞つたりする加工に適するためであるが使用の目的に依りては此の焼鈍を適宜變更してもよい。

鷺印の冷壓延前の箱焼鈍は之れを省いた方が製品の結晶が小さく良質であるから此の焼鈍も適宜變更されるであらう。

第4章 製作上必要なる基礎的諸性質

美裝鋼板は表面平滑にして美しき體裁を要することは勿論であるがその材質は極めて軟く且つ結晶粒の小なることが肝要である。故に之れが製作には製鋼より最後の包装まで周密なる注意を要するが特に必要なる點は不純物少き鋼塊を造ること、熱壓延率、冷壓延率、焼鈍温度、焼鈍時間、冷却速度を適當に按配することである。

次に美裝鋼板製造上の基礎的研究として實驗せる二三の

例を示して見よう。

第1節 熱壓延率並にその焼鈍温度 普通仕上鋼板即ち鳩印は熱壓延して焼鈍するのであるからシートバーからの壓延率と焼鈍温度が材質に及ぼす影響を試験した。

次の成分の厚さ 13.9mm シートバーを酸洗し、同一状態で次の5種の厚さの異なる板に加熱壓延した。

C	Si	Mn	P	S	Cu	
0.03	0.04	0.18	0.026	0.033	0.11	
記	號	H1	H2	H3	H4	H5
仕上板の厚さ(t)mm		3.1	2.4	1.7	1.2	1.0
壓延率 $\left(\frac{13.9-t}{13.9}\right)\%$		78	83	88	91	92

之等の各板より試片を採り、酸化を防ぐために水素氣中にて種々の温度に30分保定、爐内冷却し、之れを牽引試験するに第2圖の如き結果となる。但し牽引方向は壓延方向と一致す。尙又顯微鏡試料を採り同時に熱處理してその組織を検鏡した。第3圖は壓延の儘及び750°C 30分間加熱爐内冷却したもの縦断面組織である。

元來薄板の仕上温度は變態温度 A_1 點以下に降るから壓延率の大なるもの程結晶粒は壓延方向に延ばされる。此處でも H1 以外は何れも纖維狀になつてゐる。故に壓延率の大なるものほど抗張力は強く延伸率は少い。之れを焼鈍すれば750°C から著しく軟化して抗張力は減じ延伸率は増し、壓延率の大なるものほどその軟化程度は著しいのである。結晶粒は何れも750°C で完全に再結晶し壓延率の大なる H1 の如きは600°C で既に再結晶してゐる。壓延伸の大きくして纖維狀になつてゐたものほど焼鈍後の結晶粒は微細である。800°C 以上温度の高くなる程粒は成長し大きくなる。

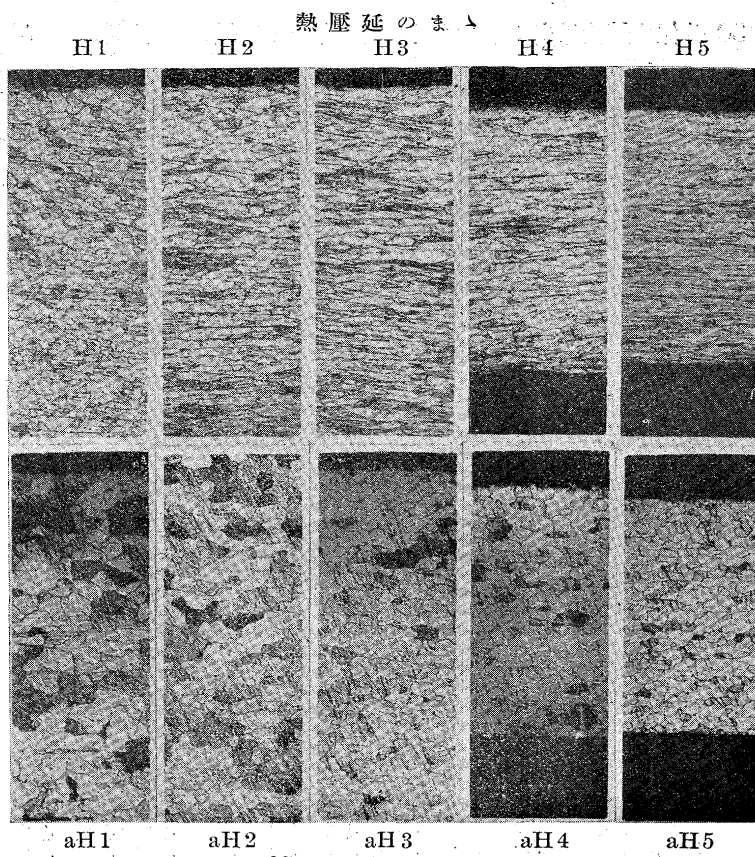
要するに鳩印鋼板は熱壓延率の大なるほど結晶粒は小さくなつて深絞用に適する。焼鈍温度は750~800°C が最も適當である。

第2節 冷壓延率並にその焼鈍温度 艶付仕上鋼板即ち鷺印は冷間壓延して焼鈍するのであるから熱壓延せる元板を焼鈍、酸洗した後の冷壓延率と夫れの焼鈍温度が性質に及ぼす影響を試験した。

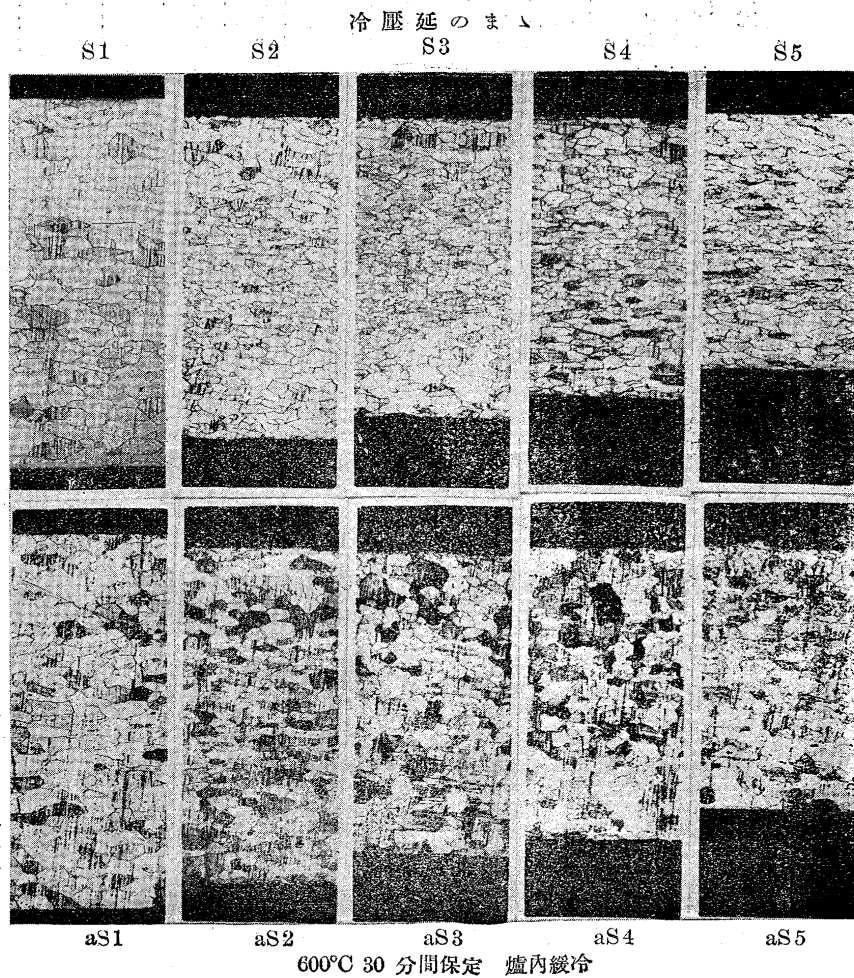
下記成分の厚さ 1.64mm 中板を800°C で焼鈍し、酸洗して次の5種類の厚さになる様に冷壓延した。

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Cu</i>	
0.02	0.005	0.16	0.008	0.013	0.11	
記	號	S1	S2	S3	S4	S5
仕上板の厚さ(<i>t</i>)mm		1.48	1.27	1.18	1.08	0.98
壓延率($\frac{1.64-t}{1.64}$)%		10	23	28	34	40

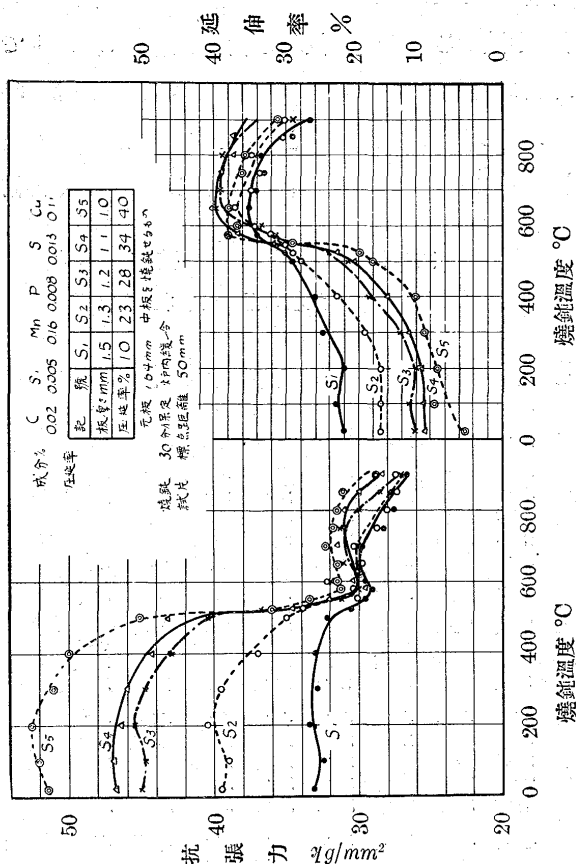
第 3 圖 熱壓延鋼板 縱断面組織 倍數 75



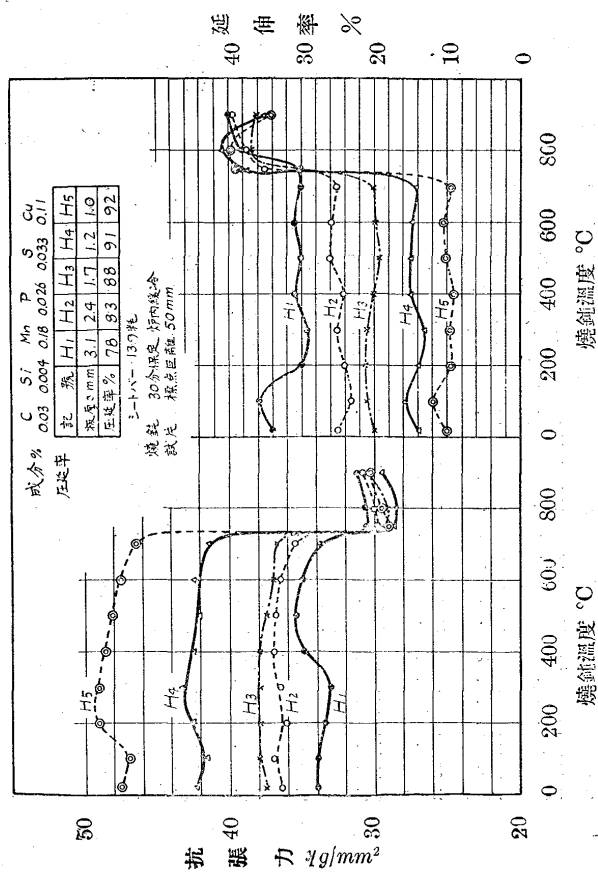
第 5 圖 冷壓延鋼板 縱断面組織 倍數 75



第 4 圖 冷間壓延率、焼鈍温度及び機械的性質の關係



第 2 圖 熱間壓延率、焼鈍温度及び機械的性質の關係



之等の各板から試片を採り、水素氣中で種々の温度に30分保定、爐内冷却し、之れを牽引試験せる結果は第4圖の如くである。尙又同様の熱處理して顯微鏡組織を見た。第5圖は壓延の儘及び600°C焼鈍せるものの縦断面組織である。

之れに依れば200~300°Cは硬度増加範圍で抗張力を増し延伸率を減する500°C位から軟化し始め575°Cで急變する之れが再結晶範圍である575°C~800°Cは結晶成長範圍で800°C以上は過熱範圍である。壓延率の大きなほど焼鈍前の力は強く伸は少いが軟化程度は著しく再結

第4表 美 裝 鋼

元板の熱處理、板の厚さ及び

符號温度		A										B									
		0.8	1.0	1.2	1.4	1.8	2.2	2.5	3.2	平均	0.8	1.0	1.2	1.4	1.8	2.2	2.5	3.2	平均		
冷間壓延		55.8	55.2	52.8	55.6	58.6	50.5	47.5	53.4	53.7	54.0	47.3	53.1	54.6	54.4	50.8	48.4	53.9	50.8		
5分間保定	爐内冷却	30.5	31.6	32.0	32.4	31.9	32.0	30.7	32.7	31.5	32.5	30.7	30.9	32.7	31.9	30.9	31.4	32.9	31.5		
	550	45.5	46.7	46.6	47.8	48.5	46.3	44.4	43.8	46.8	50.2	45.9	47.5	50.5	47.7	45.6	44.4	43.0	47.5		
	600	44.7	40.5	42.3	43.7	38.0	36.1	37.9	39.5	40.4	46.0	41.0	35.2	34.3	34.6	35.1	37.0	45.0	38.5		
	700	32.1	32.8	43.5	44.4	42.2	44.2	33.3	34.7	38.4	32.4	32.2	45.5	45.6	43.5	44.9	31.8	33.9	38.7		
	750	34.6	34.4	34.0	35.9	35.2	33.2	34.3	34.6	34.5	34.5	25.3	35.2	35.7	35.3	33.7	33.2	34.4	33.4		
30分間保定	800	36.7	35.0	35.2	35.3	33.6	33.4	34.1	35.8	34.6	37.7	35.6	30.5	34.1	36.6	34.4	34.7	34.7	34.8		
	空中冷却	550	48.4	47.1	46.0	46.4	47.3	46.7	46.0	47.5	47.0	45.0	43.4	45.5	44.7	45.9	46.7	44.0	47.1	45.0	
	600	43.1	33.4	33.1	36.2	33.7	33.9	43.1	41.7	37.3	35.2	31.0	33.6	40.5	34.3	35.7	37.2	41.3	36.0		
	700	32.0	32.6	32.1	36.1	32.8	31.8	30.6	33.9	32.9	31.7	32.2	35.7	32.8	34.3	33.0	32.1	33.3	33.1		
	750	36.5	34.9	34.3	34.7	34.5	33.0	32.1	33.0	34.1	34.8	34.5	33.1	34.2	32.8	33.6	32.8	34.7	34.1		
3時間保定	800	37.0	35.1	33.9	35.0	33.1	33.1	36.0	34.0	34.7	35.8	35.1	34.5	34.6	35.7	33.1	33.3	34.0	34.5		
	爐中冷却	550	41.5	42.8	43.3	44.7	45.4	43.9	42.7	46.5	48.8	40.1	41.9	43.2	43.9	43.7	42.3	44.9	41.7		
	600	40.6	34.1	32.9	32.8	32.2	33.5	31.9	33.3	33.9	35.3	35.5	34.7	33.0	32.8	32.5	37.3	35.8	34.6		
	700	30.6	31.2	31.2	31.2	31.8	30.5	30.9	31.5	30.1	30.2	30.5	31.5	31.0	31.6	30.1	30.2	33.3	31.5		
	750	29.6	31.0	30.9	31.2	31.6	30.3	30.0	30.9	30.7	30.6	29.6	31.0	32.1	31.7	30.9	30.8	31.0	30.9		
3時間保定	800	33.0	31.0	31.0	31.0	31.5	30.8	30.3	31.8	31.3	33.0	27.4	31.1	31.5	32.3	30.6	30.4	31.6	30.9		
	空中冷却	400	48.3	48.6	48.8	49.9	50.6	48.2	45.6	49.4	47.5	49.7	45.4	48.8	51.4	50.4	37.5	46.8	49.5	47.5	
	450	46.0	47.0	45.9	48.2	47.9	44.7	44.2	48.4	46.5	—	46.8	48.1	49.2	45.2	46.2	43.7	46.2	46.5		
	500	43.5	46.4	45.7	46.8	48.3	46.3	44.5	47.7	46.2	46.6	46.8	46.2	49.2	47.3	46.8	45.2	48.6	47.1		
	550	42.4	41.4	41.4	42.8	41.4	42.8	41.7	46.2	42.5	41.8	43.9	44.2	41.2	39.2	41.1	40.9	45.3	42.2		
3時間保定	600	35.6	32.6	32.5	33.4	32.7	32.1	31.6	33.3	33.0	33.8	35.0	31.8	33.1	33.4	31.7	31.8	33.8	32.8		
	700	32.2	32.6	33.4	32.7	32.4	31.6	30.8	32.0	32.2	33.8	32.1	34.6	32.9	32.8	32.2	31.8	33.1	32.9		
	800	38.5	36.1	35.0	36.2	36.0	35.2	33.6	33.9	35.7	38.0	34.3	32.0	35.7	35.4	32.9	33.0	34.5	34.4		
A=壓延のまま B=400℃ 焼鈍 C=750℃ 焼鈍 D=900℃ 焼鈍																					

A=壓延のまゝ B=400°C焼鈍 C=750°C焼鈍 D=900°C焼鈍

第5表 美 裝 鋼

元板の熱處理板の厚さ及び

符號溫度		A										B									
		0.8	1.0	1.2	1.4	1.8	2.2	2.5	3.2	平均	0.8	1.0	1.2	1.4	1.8	2.2	2.5	3.2	平均		
冷間壓延		10.0	10.0	—	6.0	—	8.0	8.0	8.0	8.0	10.0	12.0	—	6.0	11.0	9.0	9.0	11.0	9.5		
5分間保定	700℃	32.5	39.5	34.5	37.0	38.5	39.0	39.0	37.5	37.0	33.5	34.0	36.5	40.0	41.0	40.0	40.0	40.0	38.0		
	爐內冷却	550	41.0	16.0	17.0	15.0	19.0	18.0	21.0	17.0	14.5	16.0	15.0	17.0	16.0	19.0	20.0	20.0	17.0		
	空中冷却	600	15.5	15.5	15.5	16.0	22.0	22.0	20.0	23.0	13.5	16.0	21.0	28.5	28.5	22.5	20.0	20.5	21.5		
	700	32.0	41.0	17.0	16.0	16.5	18.0	37.0	41.0	27.5	37.0	35.0	17.5	15.5	17.0	18.0	42.0	46.5	28.0		
	750	21.0	22.0	23.5	23.5	34.5	37.5	37.0	42.5	30.0	15.5	18.5	32.5	34.5	36.0	31.5	36.0	40.0	30.5		
30分間保定	800	30.0	18.5	32.0	33.5	38.5	39.0	35.5	43.0	36.0	30.0	32.0	32.0	34.0	38.5	38.5	36.0	39.0	35.0		
	空中冷却	550	14.0	14.0	14.0	15.0	16.0	18.0	20.0	16.0	14.0	16.0	14.0	15.0	17.0	18.0	20.0	20.0	17.0		
	600	15.5	27.5	26.5	8.0	34.0	29.0	9.0	19.0	25.0	17.0	23.0	6.0	—	31.0	24.0	20.0	17.0	23.0		
	700	27.5	34.5	34.0	21.5	35.0	33.5	38.5	24.0	32.5	31.0	31.5	21.5	37.5	27.5	11.0	36.0	40.5	32.5		
	750	11.0	34.0	32.0	17.0	28.0	30.0	20.0	35.5	33.0	9.0	29.5	15.0	17.0	27.0	34.0	29.0	35.5	33.5		
	800	27.5	33.0	32.5	32.5	35.5	38.5	36.0	37.5	34.0	28.0	27.5	32.0	36.5	35.5	37.5	37.0	37.5	34.0		
	爐中冷却	550	15.0	14.5	15.5	16.5	15.5	17.0	18.0	10.5	15.5	15.5	16.0	15.5	15.5	20.0	20.5	18.5	17.0		
	600	17.5	24.5	24.5	26.0	27.0	26.0	30.0	31.0	27.5	17.5	17.0	22.5	28.5	32.5	30.0	21.0	28.0	26.5		
	700	31.5	35.5	37.0	38.0	37.0	41.0	40.5	38.5	37.5	34.5	35.5	37.0	39.0	39.5	40.0	41.5	41.0	38.5		
	750	34.0	36.0	36.0	37.5	39.0	41.5	40.5	38.5	37.5	35.0	38.5	38.5	37.5	39.0	42.5	40.5	42.5	39.0		
3時間保定	800	33.0	39.0	37.0	42.0	39.0	38.5	42.5	39.0	39.0	33.0	35.0	37.0	39.0	40.5	38.5	41.5	41.0	33.0		
	空中冷却	400	9.5	10.0	11.0	12.0	10.5	14.0	14.5	14.5	12.0	13.0	11.0	12.0	12.0	22.5	15.0	16.0	14.0		
	450	12.0	13.5	13.0	13.0	13.0	16.0	16.5	18.5	18.0	14.5	—	14.0	13.0	15.5	15.0	17.0	18.5	18.0	16.0	
	500	14.5	15.0	15.5	15.0	16.0	17.0	18.5	18.0	16.0	14.5	16.5	16.5	15.5	15.5	19.0	18.5	18.5	17.0		
	550	17.5	15.0	17.0	18.0	18.0	18.0	20.0	20.5	18.0	15.0	15.0	15.0	16.0	19.0	19.0	21.5	20.5	17.5		
	600	21.5	30.0	31.0	34.0	38.0	39.0	38.0	38.0	33.5	28.0	29.5	32.5	36.5	36.5	38.5	39.0	38.0	35.0		
	700	35.0	29.0	18.5	34.5	37.0	43.5	40.0	39.5	37.0	20.0	32.5	18.5	30.0	29.5	37.5	33.0	34.5	32.5		
	800	17.0	32.0	35.5	34.0	32.0	35.0	36.0	41.0	35.0	17.0	28.0	29.5	29.5	39.0	41.0	38.0	39.5	35.0		

A=壓延のまゝ B=400°C焼鈍 C=750°C焼鈍 D=900°C焼鈍

晶後は力、伸共に少しく大である。壓延のまゝの組織は壓延方向に多少は結晶粒が延びてゐるがS5と雖ども熱壓延したH2ほどにも延びてゐない。焼鈍すればS5のみは550°Cで完全に再結晶し、他は600°Cで再結晶してゐるそれより焼鈍温度の上るほど粒は大きくなり、S1は特に

大きく壓延率大なるものほど粒は小さい。

之れを要するに驚印鋼板の冷壓延率は太なるほど結晶粒小さく機械的性質も良好である。焼鈍温度は600~700°Cが適當である。

次に第1節及び第2節に述べたる熱壓延したものと冷

板 の 抗 張 力

冷間壓延後の熱處理の影響

C									D								
0.8	1.0	1.2	1.4	1.8	2.2	2.5	3.2	平均	0.8	1.0	1.2	1.4	1.8	2.2	2.5	3.2	平均
48.8	40.6	43.6	45.5	40.9	40.5	41.7	43.2	43.1	45.6	47.7	42.6	42.9	44.1	42.0	47.1	43.8	44.5
32.5	26.1	32.9	33.4	31.9	32.5	31.3	33.9	32.5	36.6	32.5	32.8	32.3	33.8	32.4	31.6	35.4	33.5
36.7	41.5	38.2	38.6	36.8	34.6	36.1	40.4	37.8	41.8	41.9	36.7	36.8	36.3	37.7	41.3	42.0	39.3
35.6	41.0	35.3	36.2	36.6	33.5	35.4	37.8	36.4	41.7	43.8	36.1	35.5	38.7	36.4	39.2	41.4	39.1
35.4	35.3	34.6	35.3	36.6	33.6	34.0	35.9	35.1	40.5	36.8	35.2	37.1	39.1	34.4	40.7	37.2	36.1
28.1	37.3	36.7	36.8	35.9	35.8	34.6	36.4	35.2	38.6	41.0	36.0	36.4	37.1	35.6	40.6	37.2	37.8
39.0	37.6	34.5	35.6	38.2	34.9	34.1	36.0	36.2	38.5	39.5	35.1	36.2	35.2	35.1	37.3	37.8	36.8
37.1	34.8	34.1	34.5	36.8	33.7	34.6	39.0	35.5	40.8	40.9	36.8	36.6	38.6	—	35.9	41.5	38.7
35.6	35.3	35.3	34.9	36.0	33.9	33.3	45.0	36.2	40.0	41.9	34.6	36.6	36.3	35.6	39.5	38.7	37.9
32.8	34.4	34.4	36.4	34.8	33.2	33.3	34.8	34.2	36.0	31.8	35.6	35.8	33.7	33.9	32.1	35.0	34.2
36.0	34.9	34.7	36.8	35.2	34.0	34.0	35.3	35.0	38.7	37.4	35.2	35.7	34.4	34.2	34.8	35.8	35.8
37.0	35.0	35.0	34.7	35.0	33.6	33.8	35.5	35.0	38.8	35.8	37.5	34.6	31.8	33.5	34.6	35.3	35.6
31.9	33.8	33.4	33.7	34.7	32.1	32.8	36.7	33.6	38.8	35.2	33.1	34.3	34.6	34.4	34.3	38.7	35.4
32.7	31.6	33.2	34.3	34.2	31.8	32.9	35.9	33.3	34.6	35.1	33.5	34.1	35.1	34.8	33.0	37.7	34.7
30.3	30.6	31.5	32.3	32.8	30.5	31.4	34.8	31.7	35.0	29.4	30.9	32.8	33.3	30.3	31.5	31.2	31.9
30.8	31.3	30.6	31.9	31.7	30.8	31.4	33.3	31.5	31.8	30.8	30.6	34.1	31.4	31.1	31.9	32.2	31.7
31.5	31.0	30.3	31.9	32.2	30.5	30.9	32.5	31.3	28.0	32.0	30.8	31.3	30.9	31.0	31.2	32.5	32.1
38.0	42.0	38.4	39.5	38.6	47.8	37.3	40.7	40.0	42.3	44.7	35.6	38.8	40.3	40.0	42.2	43.4	41.0
37.6	42.0	35.2	38.0	35.6	36.1	35.2	39.1	37.5	41.6	39.4	34.9	37.4	36.8	37.1	36.4	41.8	38.2
35.8	39.8	32.9	37.3	36.0	35.8	35.4	39.9	36.5	40.6	35.7	33.6	36.9	37.2	39.3	41.2	41.8	38.2
36.1	39.6	33.6	35.5	35.3	33.6	34.2	37.9	35.8	39.7	38.5	34.2	35.6	38.4	38.7	40.1	40.2	38.2
36.1	39.1	33.4	34.0	34.3	34.5	34.4	36.0	35.2	33.2	31.8	35.2	34.6	35.9	35.4	34.0	39.1	34.9
34.5	30.8	33.3	36.9	35.7	33.5	33.8	32.4	33.8	31.0	30.4	33.4	35.4	33.7	29.8	31.7	35.7	32.6
39.9	38.3	35.8	33.8	36.1	34.9	34.7	35.3	36.1	39.2	40.0	35.2	35.7	36.4	34.8	36.4	37.3	36.8

板 の 延 伸 率

冷間壓延後の熱處理の影響

C									D								
0.8	1.0	1.2	1.4	1.8	2.2	2.5	3.2	平均	0.8	1.0	1.2	1.4	1.8	2.2	2.5	3.2	平均
15.0	18.0	14.0	14.0	18.0	16.0	16.0	—	16.0	14.0	14.0	13.0	14.0	14.0	16.0	16.0	20.0	15.0
28.0	25.0	29.0	31.5	33.0	35.5	34.5	33.5	31.0	28.0	28.0	27.0	31.5	31.5	37.0	34.5	35.0	31.5
20.5	20.0	22.0	24.0	28.5	30.0	29.0	26.0	25.0	22.5	16.5	24.0	25.0	27.0	23.0	27.0	30.0	24.5
20.0	18.0	25.0	25.5	27.0	23.0	30.0	26.5	24.0	22.0	18.5	25.0	26.5	23.0	28.5	27.0	31.0	25.0
28.0	22.0	31.0	31.0	27.0	35.0	33.0	38.5	30.5	26.5	19.0	28.0	25.5	25.5	32.5	26.0	34.0	27.0
17.5	19.0	23.5	31.5	33.5	34.0	31.5	32.0	28.5	24.5	17.0	29.5	28.5	30.0	29.0	27.0	28.0	26.5
24.5	27.5	30.0	31.0	30.0	34.0	36.0	33.0	30.5	23.0	28.0	32.0	29.0	30.0	32.5	32.0	34.0	30.5
22.0	20.0	24.0	26.0	26.0	32.0	28.0	26.0	25.5	21.0	17.0	23.0	24.0	24.0	24.0	18.0	24.0	22.0
25.0	28.0	24.0	25.0	27.0	31.0	34.0	26.0	27.5	24.0	20.5	26.5	26.0	27.0	29.0	28.0	32.0	29.0
28.0	26.0	26.5	26.5	31.0	33.5	34.5	32.0	30.0	15.5	28.0	24.0	23.5	33.5	29.5	31.0	32.0	29.0
24.0	25.0	29.0	23.0	31.0	33.5	31.0	34.0	29.0	10.0	9.0	28.5	28.5	31.0	32.5	31.0	33.0	30.5
25.0	25.0	28.0	30.5	30.0	34.5	34.0	33.5	30.5	29.0	23.5	29.0	30.5	32.5	35.5	32.0	34.0	31.0
26.5	23.5	24.5	29.5	28.0	33.0	29.5	32.0	29.5	12.0	18.5	23.5	27.0	28.0	27.0	29.5	28.5	27.5
25.5	27.5	28.0	28.5	29.5	34.0	31.0	32.0	29.0	23.0	22.5	28.0	29.0	29.5	28.5	29.5	33.0	30.0
31.5	30.0	30.0	35.0	32.0	38.5	35.0	34.0	33.5	19.5	29.0	30.0	31.0	32.0	29.5	32.0	31.0	30.5
32.0	20.0	32.5	35.0	36.0	39.0	35.0	36.0	34.5	29.5	22.0	32.5	34.0	33.5	35.0	31.0	28.0	32.5
31.5	31.0	31.5	34.0	32.5	36.0	38.0	35.5	34.0	23.0	32.0	34.0	35.5	35.0	26.5	32.5	20.0	32.0
14.5	15.0	19.0	18.5	18.0	14.0	21.0	21.5	17.5	17.5	18.0	21.0	19.0	17.0	18.0	23.0	24.5	19.5
18.0	17.0	21.5	22.5	25.5	26.0	26.5	23.5	24.0	20.0	18.5	24.0	22.5	25.5	24.0	26.5	26.5	23.5
22.0	19.5	24.5	24.0	26.0	29.0	26.0	26.0	24.5	24.5	22.0	25.5	25.5	26.0	29.5	27.5	29.0	26.0
21.5	22.0	23.5	26.5	32.0	35.0	29.5	27.0	28.0	24.0	22.0	25.0	27.0	24.0	29.5	28.5	31.0	26.5
23.0	22.5	30.0	27.5	30.0	33.5	31.0	31.0	28.5	23.5	23.0	28.0	28.5	27.5	28.0	33.0	35.0	29.0
23.0	21.0	20.5	26.0	28.5	34.5	36.0	37.0	28.0	16.5	23.5	24.0	25.0	26.0	33.0	27.0	32.0	26.0
24.0	26.0	26.5	33.0	35.0	35.0	33.0	38.5	27.0	19.0	26.0	32.0	29.0	33.0	33.5	34.0	38.0	32.0

第 6 表 エ リ ヒ

元板の熱處理、板の厚さ及び

元處 板の理	板厚 のさ mm	冷延ま 間の 壓ま	5 分保定空中冷却					5 分保定爐中冷却					30分保定空中冷却				
			550°C	600°C	700°C	750°C	800°C	550°C	600°C	700°C	750°C	800°C	550°C	600°C	700°C	750°C	800°C
A	8.8	7.05	7.60	8.35	11.23	9.73	9.59	8.17	8.84	11.28	10.37	11.22	8.21	9.15	10.68	10.07	10.10
	1.0	7.18	8.14	10.38	11.53	11.01	10.70	8.49	11.37	11.44	11.68	11.82	8.15	10.71	11.05	11.14	10.44
	1.2	7.10	8.09	10.62	11.85	11.49	11.23	9.04	11.73	11.34	11.56	11.25	8.70	11.47	11.30	11.12	10.59
	1.4	8.25	8.52	10.27	11.95	12.02	—	8.75	12.23	—	12.21	—	8.57	11.45	11.87	11.45	11.15
	1.8	8.47	8.25	11.53	13.15	12.53	12.16	8.80	12.63	13.02	12.76	12.87	9.07	11.92	12.82	12.61	12.40
平均		7.81	8.12	10.23	11.94	11.36	10.94	8.65	11.37	11.77	11.72	11.79	8.54	10.94	11.45	11.28	10.95
B	0.8	6.37	7.09	10.35	10.20	9.96	9.76	7.12	10.20	9.87	10.12	10.11	7.53	9.73	10.37	10.19	9.95
	1.0	6.89	8.36	9.90	10.80	10.31	10.14	8.09	10.75	11.15	10.78	10.55	8.02	9.35	10.77	10.42	10.30
	1.2	7.84	8.65	10.54	11.92	11.50	11.56	8.87	11.54	11.51	10.48	12.22	8.60	11.16	11.56	10.97	10.80
	1.4	8.30	8.93	11.46	12.15	12.35	12.00	9.32	12.27	12.92	12.44	12.25	9.11	12.63	12.77	12.21	12.11
	1.8	8.40	8.60	11.94	13.10	12.56	12.91	9.10	12.53	13.02	12.93	13.06	9.37	12.61	13.10	12.31	12.62
平均		7.56	8.03	10.84	11.63	11.34	11.27	8.05	11.47	11.69	11.36	11.64	8.53	11.09	11.71	11.10	10.95
C	0.8	6.96	8.68	8.81	9.35	9.00	9.41	8.49	9.43	9.54	9.50	9.87	8.10	8.66	8.86	8.76	9.00
	1.0	7.75	9.87	9.96	10.60	10.15	10.10	9.56	9.53	10.70	9.90	10.58	9.32	9.72	10.61	9.52	10.05
	1.2	7.65	8.59	9.27	10.67	10.52	10.55	9.47	10.08	10.50	10.71	10.71	9.38	9.86	10.92	10.05	10.15
	1.4	8.92	9.47	9.98	11.29	10.82	10.47	10.00	10.43	11.50	11.33	10.70	9.63	10.26	11.05	10.81	10.78
	1.8	8.17	9.25	9.40	12.20	11.02	10.79	10.00	10.12	12.21	12.71	11.30	9.97	10.06	11.80	11.35	11.50
平均		7.89	9.17	9.48	10.82	10.30	10.26	9.50	9.93	10.89	10.83	10.63	9.18	9.76	10.65	10.10	10.28
D	0.8	6.92	9.28	9.46	11.00	9.47	9.37	9.52	9.75	10.23	10.28	10.36	8.72	9.33	9.15	9.76	9.52
	1.0	7.97	9.32	9.37	9.71	9.46	9.97	9.40	9.70	11.02	11.19	11.25	8.65	9.50	10.27	9.30	9.45
	1.2	8.40	9.87	10.53	11.25	10.84	10.64	10.62	10.44	10.67	10.84	11.56	10.07	10.23	11.05	10.64	10.28
	1.4	9.09	10.03	10.44	11.15	10.90	10.71	9.90	10.76	11.32	11.09	11.08	10.28	10.80	11.12	11.10	10.91
	1.8	9.12	10.64	11.74	11.73	11.31	11.65	11.16	11.50	12.58	12.71	12.15	10.40	11.13	11.97	11.90	11.84
平均		8.20	9.83	10.31	10.97	10.39	10.47	10.12	10.43	11.06	11.22	11.23	9.62	10.21	10.71	10.54	10.40

A=熱間壓延のまま B=400°C 焼鈍 C=750°C 焼鈍 D=900°C 焼鈍

壓延したるものと軟化温度の異なる理由を考察するに前者は A、變態點と再結晶温度（冷間壓延したるもの、再結晶温度 575°C）の間にて仕上られてゐるから結晶粒は纖維狀に延びてゐるが各結晶自體は破壊してゐないであらう故に此の方の再結晶は A、變態によつて起るものである。然るに後者は常温で壓延されてゐるから結晶粒の外形はあまり延びてゐないけれども結晶粒自體は大なる内部歪を生じ甚だしきはスリップし破壊されてゐるものもあるであらう、かゝるものは變態點以下の低温度で所謂再結晶をなすのである。

第 3 節 元板の熱處理、板の厚さ及び冷壓延後の熱處理の影響

1. 實驗方針 下の如き成分の厚さ 8mm シートバーを酸洗し加熱して皆同一狀況で厚さ 0.89~3.56mm の夫々順次に厚さの異なる 8 種の板に熱壓延した。

C	Si	Mn	P	S	Cu
0.07	0.01	0.33	0.017	0.01	0.14

而してその各厚さの板を夫々熱處理に依りて次の 44 種に分類した。

A 熱壓延のまま	C 750°C 焼鈍
B 400°C 焼鈍	D 900°C 焼鈍

かくして厚さ及び熱處理の異なる 32 種類の所謂元板を

造つた、之等の元板を酸洗し 10% 冷壓延した。そしてそれ等の各板より適當の試験片を採り焼鈍温度を 400~800°C の種々の温度に於て 5 分、30 分及び 3 時間と保定時間を變へて加熱し、更に冷却法を空中冷却と爐内冷却の緩急 2 種に分けた。かくの如く種々の熱處理したものを夫々に牽引、エリヒセン及び顯微鏡試験した。

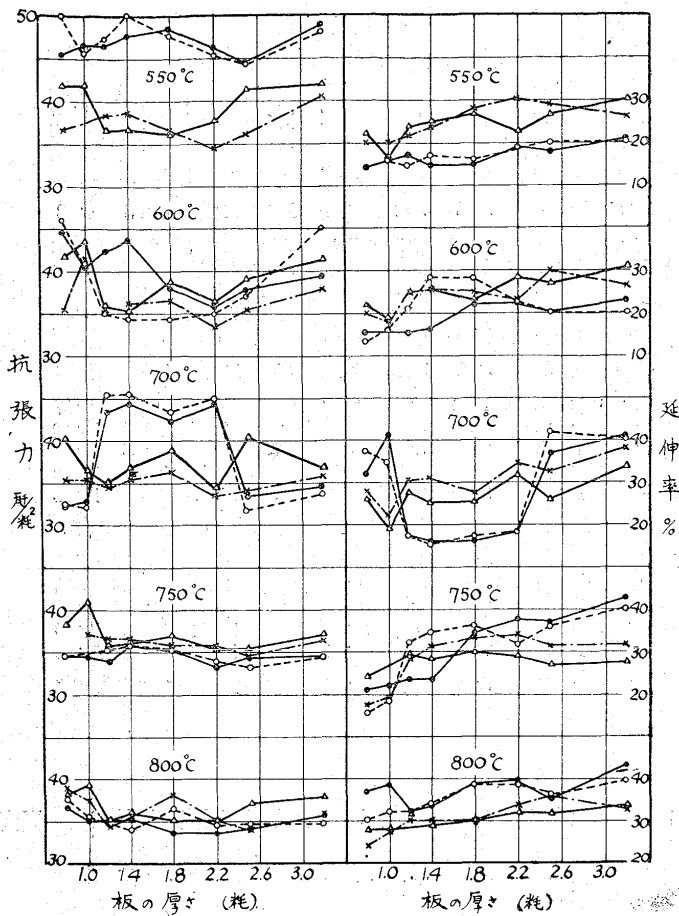
茲で熱壓延方向と冷壓延方向は一致せしめ、牽引試験はその壓延方向に引張り、試験片は幅 25mm、標點距離 50mm と一定した。

之等の試験結果を總括すれば抗張力、延伸率及びエリヒセン値は第 4、5、9、表の如くである。

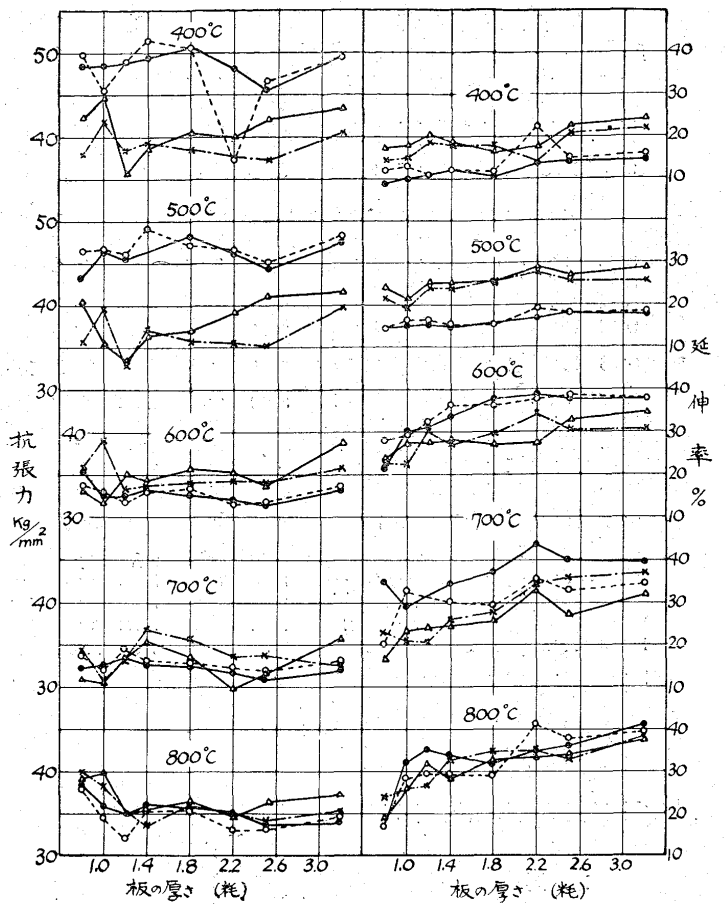
2. 板の厚さの影響 第 6、7、8、9、圖は冷壓延前の元板を未焼鈍、400°C 焼鈍、750°C 焼鈍、900°C 焼鈍したものとに區別し、更に 10% 冷壓延後に種々の温度にて焼鈍したものを夫々に就いて板の厚さと抗張力並に延伸率の關係を圖示したものである。その内第 6 圖は冷壓延後各温度にて 30 分間保定空中冷却したもの、第 7 圖は 30 分間保定爐内冷却したもの、第 8 圖は 5 分保定空中冷却したもの、第 9 圖は 3 時間保定空中冷却したものである。

此の結果に依れば熱處理の温度及び方法によりて多少の相異はあるが大體に於て抗張力は仕上板の厚さによつては大した異なりはない、強ひて言へば板の厚いものほど稍抗

第 8 圖 元板の熱處理、板の厚さ及び冷間壓延後の焼鈍温度の影響 5 分間保定 空中冷却

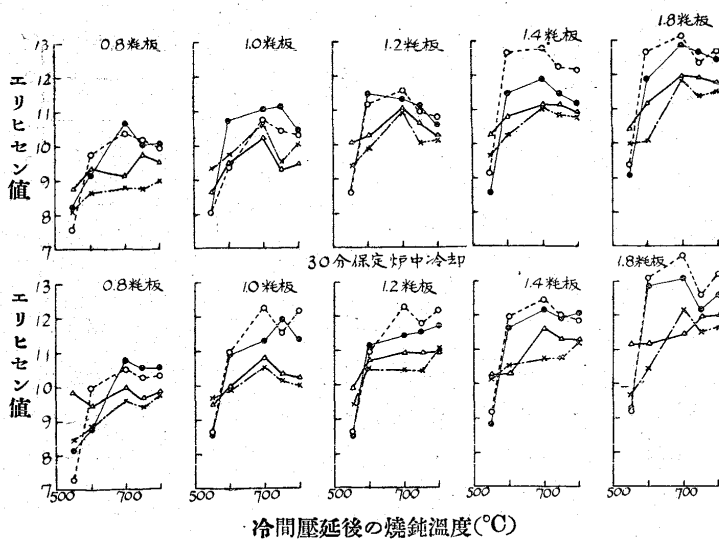


第 9 圖 元板の熱處理、板の厚さ及び冷間壓延後の焼鈍温度の影響 3 時間保定 空中冷却

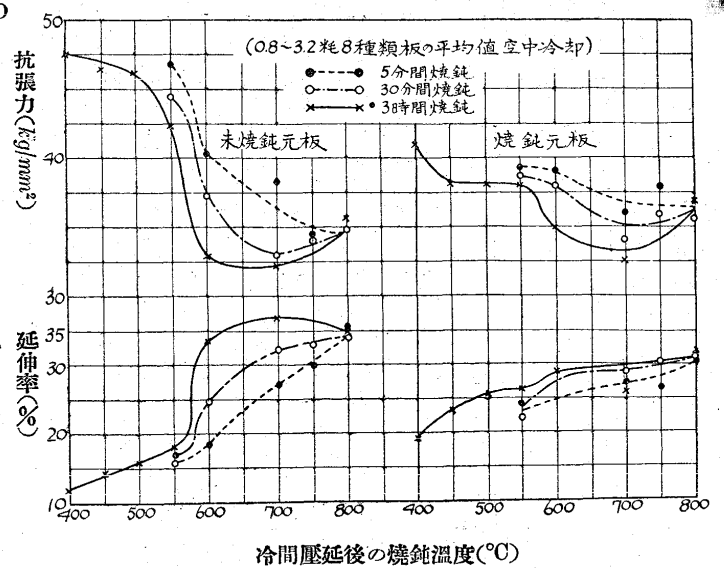


第 10 圖 エリヒセン試験

元板の熱處理及び冷間壓延後の熱處理の影響 30 分保定 空中冷却



第 11 圖 加熱時間の影響



張力の少い傾向がある、延伸率は板の厚いものほど増加して高温で長く充分に焼鈍されたもの程その影響が多い。20番以下の薄物で 30% 以上の延伸率を出すことは容易で

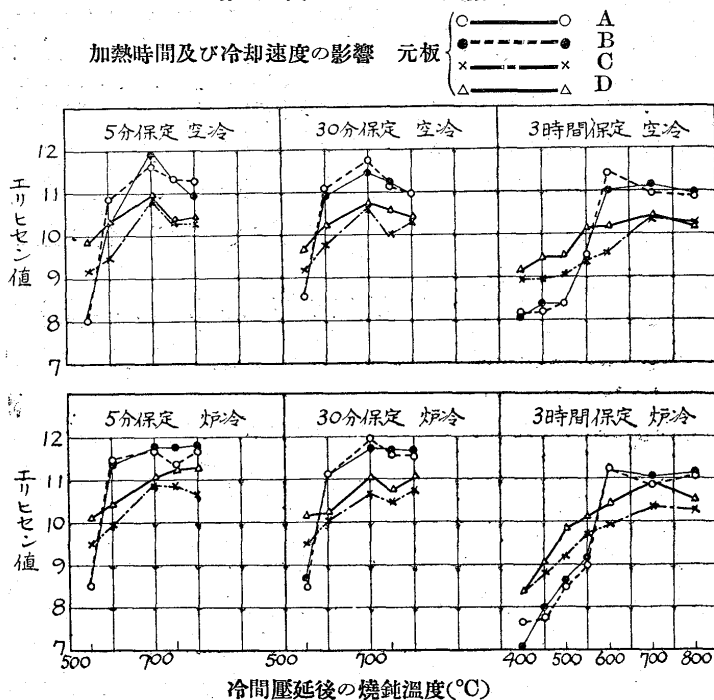
ない。

第 10 圖はエリセン値で板の厚いものほど何れの製法によつてもエリヒセン値を増大する。

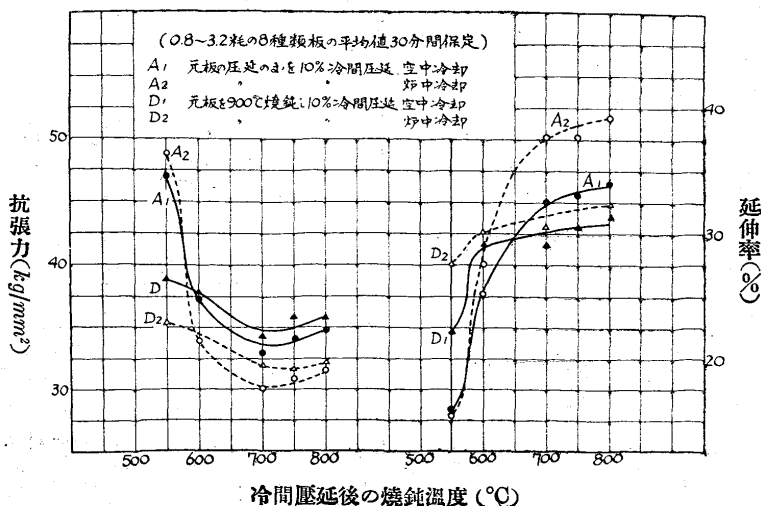
3. 加熱時間の影響 第 11 圖は第 4, 5 表から選抜して 5 分、30 分、3 時間と冷壓延後の焼鈍時間が抗張力、延伸率に及ぼす影響を比較したものである。但し冷壓延前の元板によりて仕上板の性質に影響する處が多いから未焼鈍元板と 750°C 焼鈍元板とに分けて別々に示し、冷却速度は空中冷却したものを選び、仕上板の厚さは 0.8~3.2 mm の 8 種を合算平均したものの値である。

之れに依れば加熱時間の長いほど抗張力は減じ延伸率は増加する。何れも 575°C で再結晶し急に軟化するがその程度は加熱時間の長いほど著しい。5 分保定では温度の高いものほど軟化し 30 分保定では 700°C、3 時間保定では 650~700°C が最も良く軟化される。

第 12 圖 エリヒセン試験



第 13 圖 冷却速度の影響



第 12 圖はエリヒセン試験結果で空中冷却するも爐内冷却するも加熱時間の長いほどエリヒセン値は減ずる。而して 5 分保定及び 30 分保定では 700°C で最高となり 3 時間保定では 600~700°C が最高の値を示す。

次に之等熱処理したもの、顕微鏡組織は加熱温度の高いほど又加熱時間の長い程結晶粒は大きくなつてゐるが殊に 700°C 以上で 3 時間加熱したものは板の表面の結晶粒が極めて大きく、かゝるものはエリヒセン試験せる如き彎曲外表面の肌が粗い。

4. 冷却速度の影響 第 13 圖は第 4, 5 表から選抜して空中冷却したもの、爐内冷却したものとの抗張力、延伸率に及ぼす影響を比較したものである。但し冷壓延前の元

板は未焼鈍と 900°C 焼鈍とに區別し、加熱時間は何れも 30 分のものを選び、仕上板の厚さは 0.8~3.2 mm の 8 種の合算平均したものである。

之れに依れば再結晶温度は 575°C 最も軟化する温度は 700°C で空中冷却も爐内冷却も同様であるが軟化の程度は緩冷した方が多く、例へば 700°C 焼鈍に於ては抗張力 3 kg/mm² 延伸率 5% ばかりの差がある。

5. 元板熱処理の影響 艶付鋼板を造るには普通に熱壓延せる元板を焼鈍したる後冷却壓延して再び焼鈍する、即ち熱壓延したまゝの薄板は結晶粒が纖維狀に伸び相當に硬化してゐるために其の儘では冷壓延し難いから一度軟化して冷壓延するを普通とするが、此の元板の焼鈍の如何が其の後の冷壓延して焼鈍仕上した板の性質に非常に影響を及ぼすのであるそこで此の元板を A 熱壓延のまゝ B 400°C 焼鈍 C 750°C 焼鈍 D 900°C 焼鈍の 4 種に分けて試験比較したことは前數節に述べたる通りである。第 6 圖乃至第 13 圖の何れの圖を見るも明らかであるが特に總括し平均値を比較せる第 12 及第 13 圖を見るに冷却壓延後の焼鈍に於て再結晶温度の 575°C 以下では D の焼鈍したものが力は強く伸びは少いが 600°C 以上で充分に焼鈍されたものでは夫れと反對に未焼鈍元板の A が力は弱く伸びは多くなり、エリヒセン値にても A 元板の方が大である。尙結晶粒の大きさも未焼鈍元板 A の方が遙かに微細である。

元板の熱処理温度の影響は熱壓延率と相待つて變

化するであらうが A の壓延の儘と B の 400°C 焼鈍したものとは大差なく又 750°C 焼鈍と 900°C 焼鈍とでは大差なく、要するに A₁ 變態點以上で充分に軟化されたものと未だ軟化されずに結晶粒が纖維狀に延びて加工歪を保つてゐるものとで大いに異なるのである。此の項に就いては次に節を改めて詳細なる實驗結果を述ぶる。

第4節 元板熱處理と冷壓延率の影響

1. 壓延作業 下記成分の熱壓延せる厚さ 1.6mm 元板を A 壓延のまゝ B 800°C 焼鈍の二つに分け兩者とも酸洗して厚さに於て 5, 15, 25, 35% の4種に冷壓延した此の冷壓延のロール通過回数は次の如くである。

冷壓延率 (%)	5	15	25	35
A 未焼鈍元板(回)	16	72	196	300
B 焼鈍元板(回)	16	34	108	118

冷壓延せる板の外観は 5 及び 15% 冷壓延せるものでは B には小波多く肌も悪くて A の方が遙かに優良であるが 25% 以上のものでは A には至多く肌劣る。

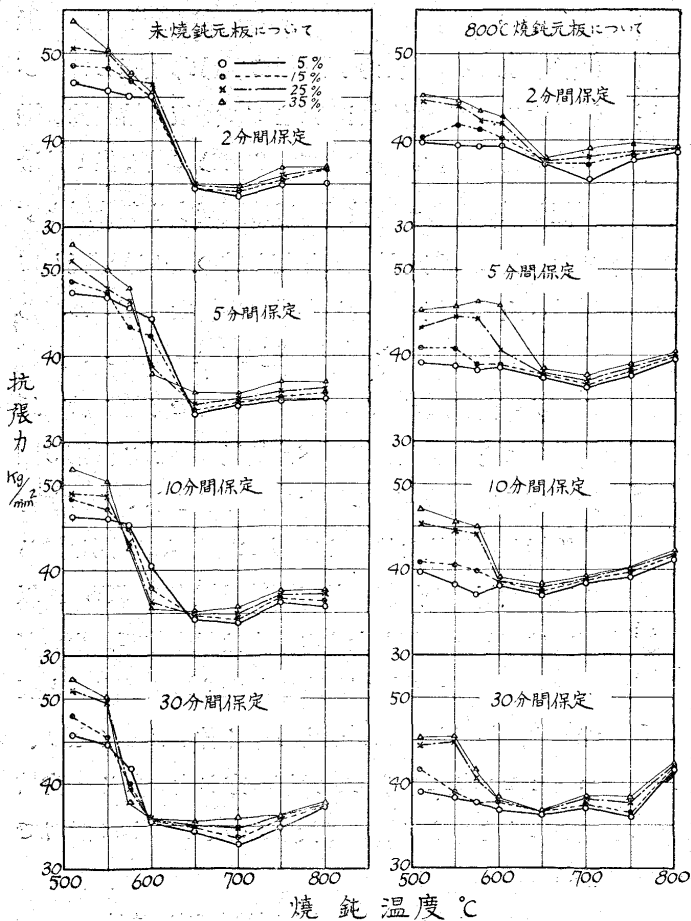
次に基盤目毎に厚さを測りその不同率を算出すれば次表の如くである。

壓延率 (%)	5	15	25	35
A (%)	8	67	86	75
B (%)	6	45	55	14

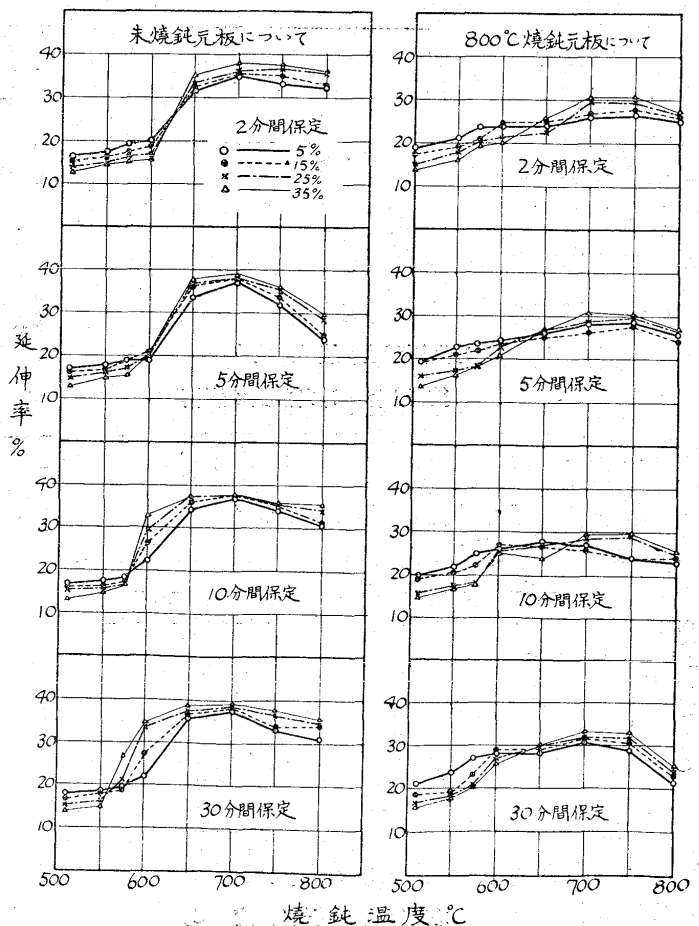
即ち A の未焼鈍元板を冷壓延した方が局部的厚みの不同は稍大である。即し本實驗では熱壓延元板の局部的厚さを測定してゐないから正確な値ではない。要するに未焼鈍元板は焼鈍元板に比し冷壓延率 15% 以上になればロール通過回数を著しく増加し壓延に手間を要し不經濟であるが 15% 以下では焼鈍元板よりも優良である。即ち未焼鈍元板の冷壓延率は 15% 以下に止め、焼鈍元板の冷壓延率は 15% 以上にする方がよい。

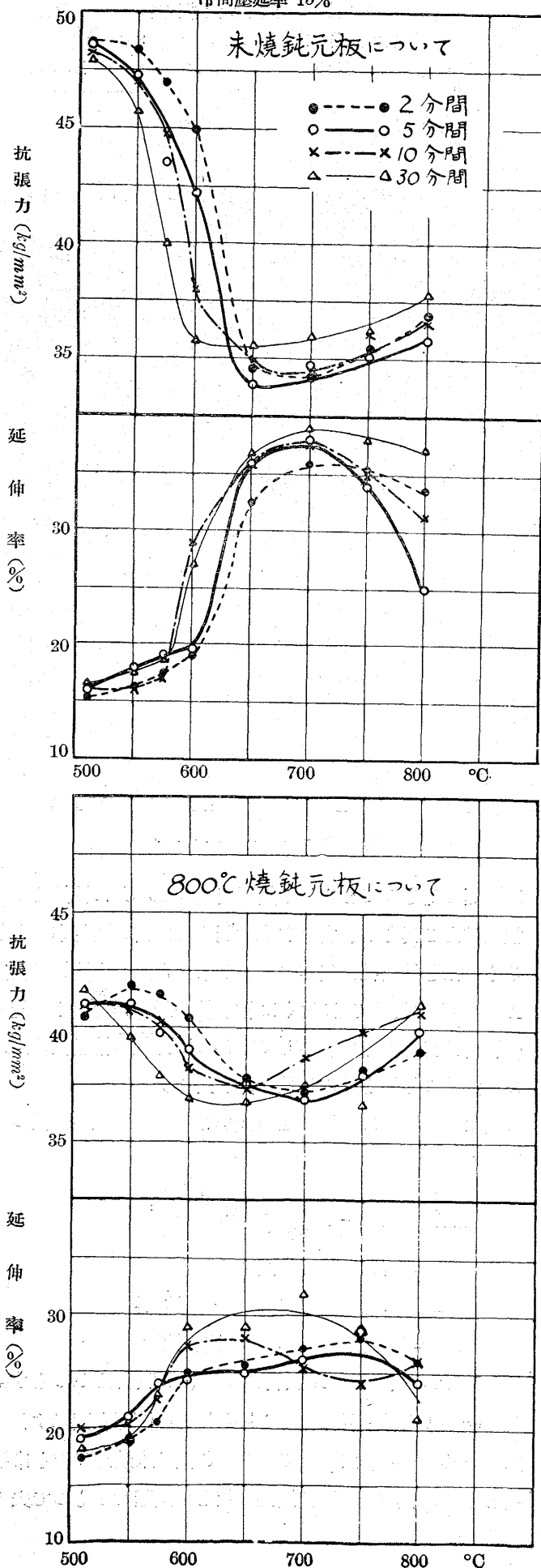
2. 牽引試験 上述の如く A B 2 種の元板から 4 通りの冷壓延し各板から一定の試片を採り (幅 25mm 標點距離 50mm とし、冷壓延方向、熱壓延方向、牽引試験方向を一致する) 種々の溫度に種々の時間保定し (此の間酸化を防ぐために水素氣中にて加熱す) 空中冷却して牽引試験するに抗張力は第 14 圖、延伸率は第 15 圖の如くである此の圖に依りて未焼鈍元板と焼鈍元板の比較、冷壓延率の比較、焼鈍溫度、焼鈍時間の影響が明らかとなる。尙又焼鈍

第 14 圖 冷間壓延率、焼鈍溫度、焼鈍時間、抗張力の關係



第 15 圖 冷間壓延率、焼鈍溫度、焼鈍時間、延伸率の關係



第 16 圖 焼鈍温度、焼鈍時間の影響
冷間圧延率 15%

温度及び焼鈍時間の影響を一層明瞭に比較するために冷圧延率 15% のもののみを選抜して図示すれば第 16 圖の如くである。

之等 3 つの圖面に依りて考察するに、未焼鈍元板と焼鈍元板の比較は前節に述べたる結果と全く同様に冷圧延後の焼鈍温度 600°C 以下即ち再結晶前の未だ圧延歪の残れる状態では未焼鈍元板の方が抗張力は強く延伸率は少いが 600°C 以上に焼鈍して再結晶し軟化せるものでは其の反對に未焼鈍元板の方が抗張力は弱く延伸率が多いのである。而して此の現象は何れの冷圧延率及び焼鈍時間に於ても同様である。

冷圧延率の比較は焼鈍元板に就ては第 3 節に述べたる通りであるが更に未焼鈍元板に於ても冷圧延率の大なるものほど抗張力強く延伸率少いが之れを 600°C 以上に焼鈍すれば抗張力、延伸率共に大となる。

焼鈍時間の影響は第 3 節 3 項に述べた通りであるが更に詳細に繰返し實驗した。壓延率に依りて多少は異なるけれども皆時間の長いほど低温度にて軟化し例へば 2 分間にては 650°C 以上から軟化するが 30 分間保定にては 600°C から軟化する。然るに何れの保定時間でも 700°C が最適當の焼鈍温度でそれより上下 50°C 位の範囲内なれば良らしい。

3. 反覆屈曲試験 次に未焼鈍元板と焼鈍元板を夫々 5~35% 冷圧延せる板からその壓延方向 (縦) 並にその直角方向 (横) から試験片を採り、壓延の儘及び 600°C 700°C にて 30 分間焼鈍空中冷却せるものについて夫々反覆屈曲して破折するまでの屈曲回数を測るに第 7 表の如し。冷圧延率の大なるもの程成績は良好である。又未

第 7 表 美装鋼板反覆屈曲試験

種 別	焼 鈍 温 度	常 温		600°C		700°C	
		縦	横	縦	横	縦	横
未焼鈍元板	A 5	15	10	22	15	23	17
	A 15	19	9	30	19	30	20
	A 25	18	11	33	24	34	24
	A 35	19	9	35	28	35	25
焼 鈍 元 板	B 5	22	10	18	14	19	12
	B 15	19	10	24	17	26	16
	B 25	22	13	34	14	27	16
	B 35	20	11	34	18	29	19

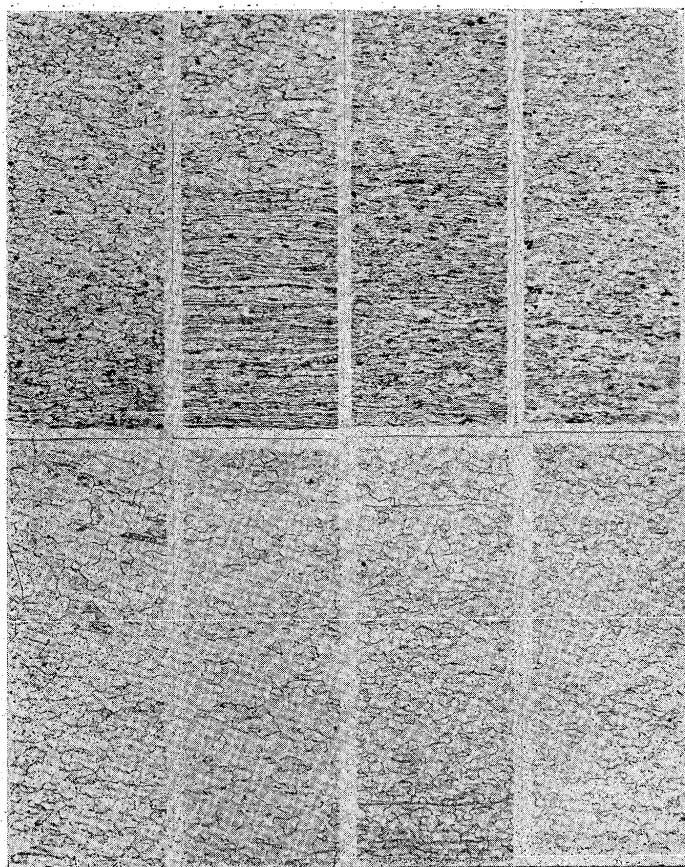
焼鈍元板が焼鈍元板よりも冷圧延後焼鈍せるものでは良成績である。

4. 結晶粒の大きさ 機械的試験片と同時に各板より顯微鏡試片を取り種々の熱處理を行つて縦断面 (壓延方向) の顯微鏡組織を見た。檢鏡面は剪断面より 3mm をセーバーにて削つてシア歪を除去したものである。牽引試

第 17 圖 未焼鈍元板製

縦断面組織 冷壓延のまゝ ×70

A 5 A 15 A 25 A 35



aA 5 aA 15 aA 25 aA 35

700°C 2 分間保定 空中冷却

驗片も平行部を仕上げるためにシーア歪の除去されてゐることは勿論である。

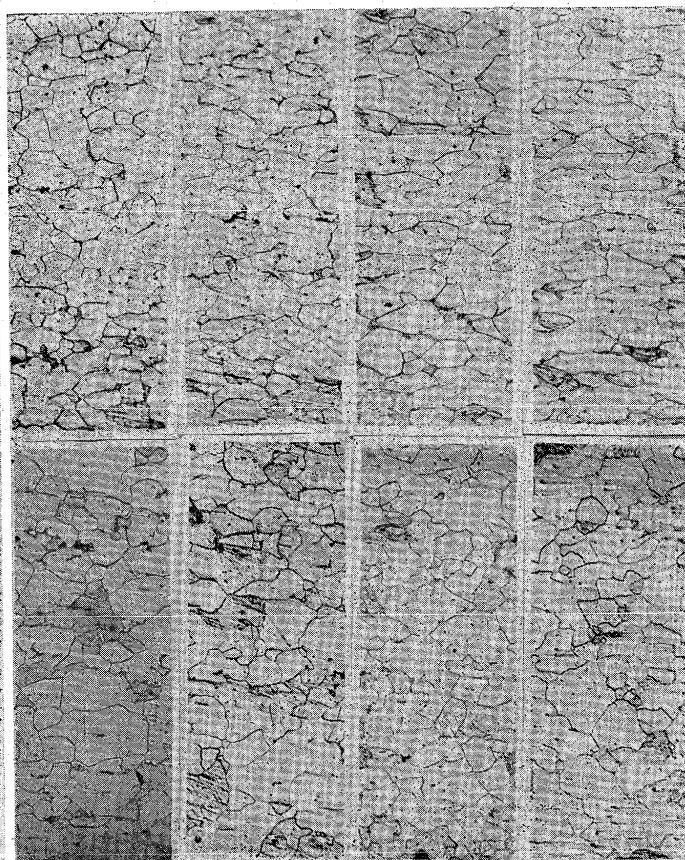
顯微鏡組織の一例を示せば第 17 及び 18 圖の如くである。第 17 圖は熱壓延したまゝの未焼鈍元板を 5~35% 冷壓延せるもので其の上列 A 5~A 35 は冷壓延のまゝ、下列 aA 5~aA 35 は夫々 700°C 2 分間保定、空中冷却したものである。之れに依れば A 5 は僅かに 5% 冷壓延したまゝであるから熱壓延せるまゝの組織と殆んど異らず冷壓延率が増すに従つて結晶粒は著しく延びてゐる。次に之れを焼鈍したものは再結晶して標準組織となり、その結晶粒の大きさは冷壓延率の大なるものほど微細である。

次に第 18 圖は熱壓延後に焼鈍した元板を 5~35% 冷壓延せるものである。その上列の B 5~B 35 は冷壓延のまゝ、下列の aB 5~aB 35 は夫々 700°C 2 分間保定、空中冷却せるものである。之れを第 17 圖の未焼鈍元板 A の場合と比較するに同一壓延率及び熱處理なるにも拘らず結晶粒の大きさが何れも極めて粗大である。B 5 は僅かに 5%

第 18 圖 焼鈍元板製

縦断面組織 冷壓延のまゝ ×70

B 5 B 15 B 25 B 35



aB 5 aB 15 aB 25 aB 35

700°C 2 分間保定 空中冷却

冷壓延せるものであるから熱壓延後 800°C に焼鈍せる元板と殆んど異らず、之れを冷壓延すれば其の壓延率の大なるものほど結晶粒は延びてゐるが第 17 圖の未焼鈍元板製 A の場合に於けるが如くに結晶粒の延びに對する壓延率の影響は目立たない。而して下列の焼鈍後の結晶粒は上列の焼鈍前の組織と其の形狀が餘り異らず。

次に下の方法にて結晶粒の大きさを顯微鏡組織に依つて測定した。

$$\text{結晶粒の大きさ} = \frac{a}{m + 0.6n} \times \frac{1}{K^2} \text{mm}^2$$

a = 直径 60mm の圓の面積

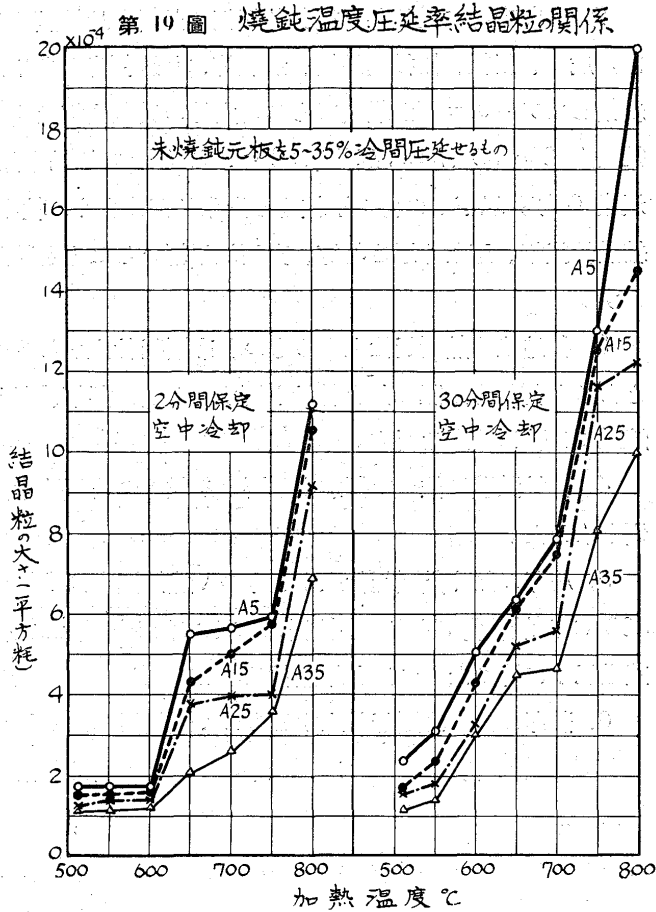
m = 此の圓内にある完全なる結晶粒數

n = 此の圓周に切られる結晶粒數

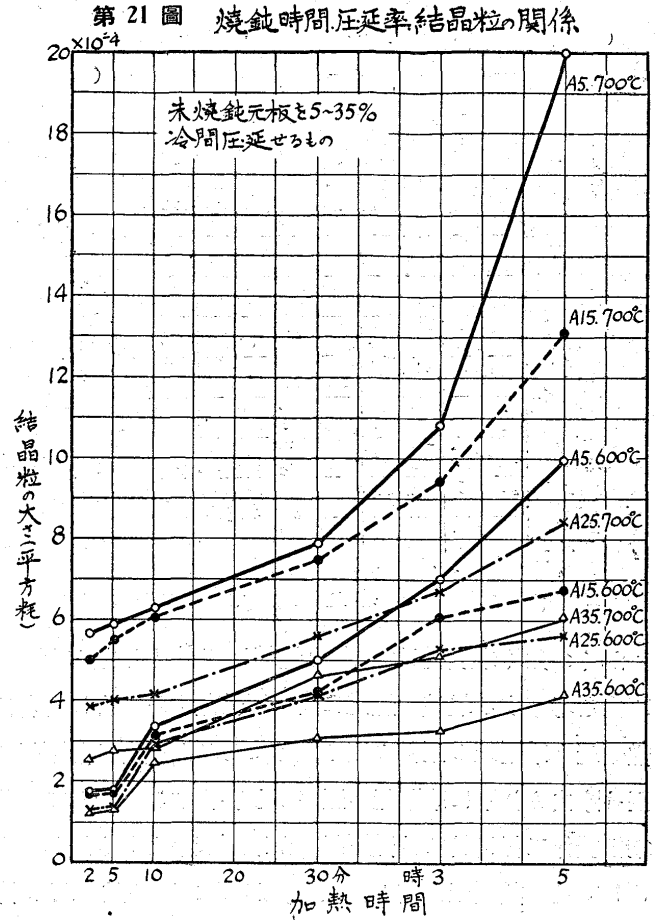
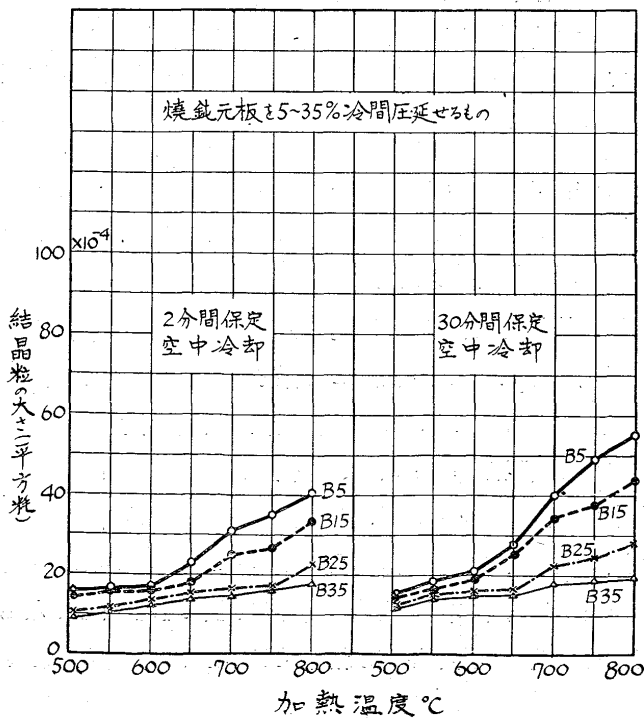
K = 擴大數 A 試料は 300、B 試料は 100 とす。

その結果より結晶粒の大きさと焼鈍温度の關係を圖示すれば第 19, 20 圖の如くである。第 19 圖は未焼鈍元板を冷壓延せるもの、第 20 圖は焼鈍元板を冷壓延せるもので夫々

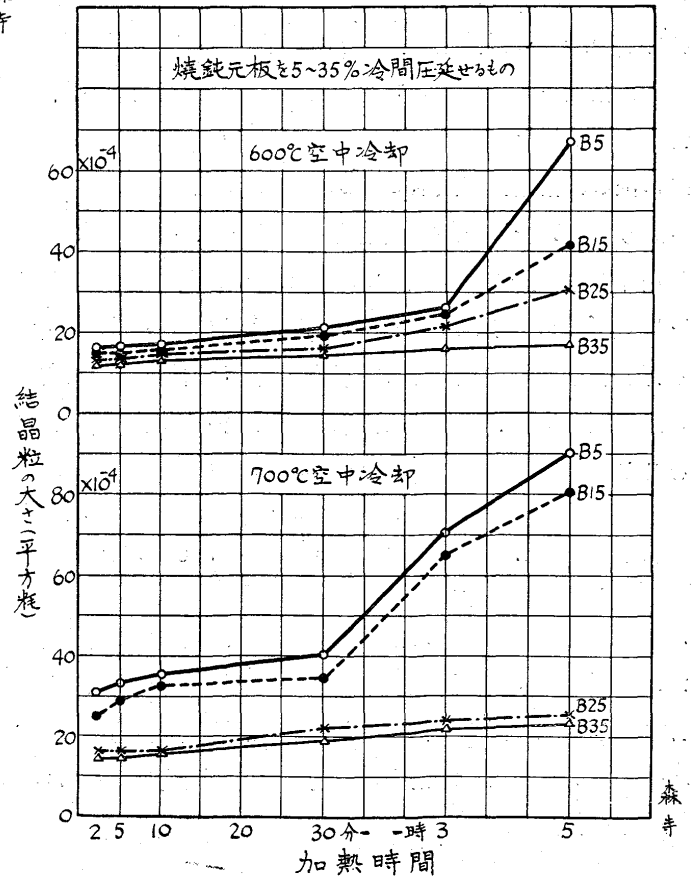
2分間及び30分間保定し空中冷却した場合である。600°C以上に於ては焼鈍温度の高くなるほど結晶が大きくなる。次に結晶粒の大きさと焼鈍時間の関係を圖示するに第21、第22圖の如くである。未焼鈍元板を夫々600°C及び700°Cにて2~5分時間加熱して空中冷却した場合である。



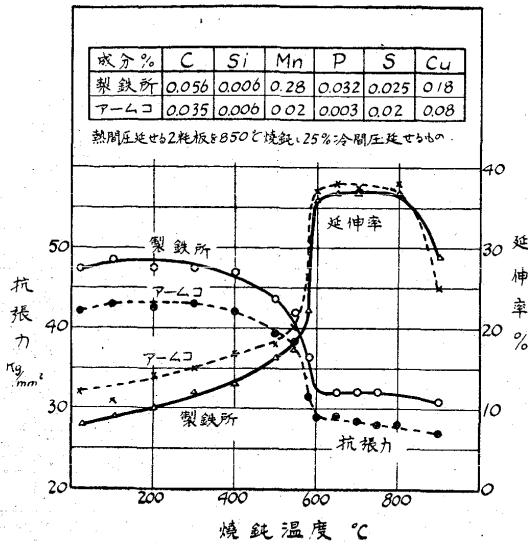
第20圖 焼鈍温度圧延率結晶粒の関係



第22圖 焼鈍時間圧延率結晶粒の関係



第23圖
製鐵所鋼とアームコ鐵の比較



かくの如く未焼鈍元板 A と焼鈍元板 B とに差を生ずる理由を考察する最後の焼鈍に於て再結晶する場合に前者は熱壓延と冷壓延の兩種の歪を受けてゐるが後者は熱壓延の歪は除去され單に冷壓延の歪のみを存在する。而して美裝鋼板製作工程に於ては熱壓延率が冷壓延率よりも遙かに大にして且つ熱壓延は其の仕上温度が A1 變態點以下に降つてゐるから結晶粒の變形は冷壓延に依る變形よりも遙かに大である。従つて再結晶後の結晶粒の大きさは熱壓延に依るものゝ方が遙かに微細である。熱壓延に依る變形は結晶粒外形の伸びで再結晶は粒境界から始まり、冷壓延に依る變形は結晶自體のスリッパ等の破壊にして再結晶は寧ろ内部から生ずるとの異なる狀件があると假定しても事實は熱壓延に依る再結晶粒が微細である。

第5節 アームコ鐵と製鐵所鋼の比較 アームコ鐵と製鐵所平爐鋼を夫々熱壓延して厚さ 2 mm の薄板を造り 850℃ で焼鈍し 25% 冷壓延した。此の兩板から一定の試片を採り各種の温度で焼鈍して牽引試験せる結果を比較するに第 21 圖の如くである。兩者の成分は下の如くで略似てゐるが滿庵、銅が製鐵所製に多い。

	C	Si	Mn	P	S	Cu
製鐵所鋼	0.056	0.006	0.28	0.032	0.025	0.18
アームコ鐵	0.035	0.006	0.02	0.003	0.02	0.08

兩者とも 575℃ から再結晶し始むる。抗張力は製鐵所鋼が冷壓延のまゝでも又焼鈍した後にでも約 10% 強く、延伸率は冷壓延の儘では相當の差があるが焼鈍したものは殆んど異らず製鐵所鋼が稍少い程度である。硬度はアームコ鐵の方が軟い。

第5章 結 論

1. 製鐵所では美裝鋼板と名付ける車輛、自動車、建築、家具等に使用する極めて肌の美しいアートメタルを製造販賣する様になつた。

2. 本邦市場に在る各國製美裝鋼板の品質を比較試験した。成分、組織、機械的性質、形狀等に長短優劣があるが總括してアームコ製が最良である。之等の美裝鋼板は大體抗張力 30~35 kg/mm²、延伸率 30~40% (50 mm 標點距離) 炭素 0.1% 以下その他の不純物は出来るだけ少く、軟く、結晶粒微細、歪なく厚さ均等、表面肌平滑なることを特長とす。

3. 製造法は熱壓延仕上するものと冷壓延仕上するものとあるが何れも上記の如き特性を要するが故に製鋼、壓延、焼鈍には特に注意を要す。

4. 實地試験に依りて製造上重要な種々の基礎的諸性質を求めた。

5. 鳩印の如く熱壓延仕上するものゝ焼鈍温度は 750~800℃ が最適當である。壓延率大にして仕上温度 A1 變態點以下に降つたものほど結晶粒は小さくなる。

6. 鷲印の如く冷壓延仕上するものゝ焼鈍温度は 650~800℃ が最適當である。冷壓延率の大なるものほど結晶粒は小さい。

7. 同一方法で仕上げた板では板の厚いものほど延伸率は大きく抗張力は餘り變らない。20 番以下の薄物で 30% 以上の延伸率を出すことは容易でない。

8. 加熱時間は長いほど抗張力を減じ延伸率を増すが加熱温度に依りて異なり或る限りがある。時間の長いほどエリヒセン値を減じ結晶粒は粗大となる。

9. 冷却速度は緩かなるほど軟化される。例へば 700℃ の温度から爐内冷却したものと空中冷却したものとで抗張力に於て 3 kg/mm² 延伸率に於て 5% の差を生じた。

10. 鷲印美裝鋼板を造る時にはシートバーから熱壓延→焼鈍→酸洗→冷壓延→焼鈍の手數を要するが此の中熱壓延後の焼鈍を省いたものゝ方が結晶粒は約 1/10 微細となり抗張力小さく延伸率大となり、深絞りに適する優良なる板が出来る。但しスリッパの如き幅の狭いものは壓延し易いが廣い板になると實際作業上には種々の困難を伴ふであらう。斯かる場合に熱壓延後の焼鈍が必要であるならばなるべく軽く焼鈍し出来るだけ結晶粒が小さくなる様な方法を