

ルガムは硫黄の硫化水素として發生を促進する作用あることを知り得るなり。

d) 硫黄總量は米國標準局檢定表の硫黄量より大なることあり。米國標準局の結果は先づ眞價なりと見做し得るを以て、容量法は此の硫黄量過大なる點に於て一缺陷ありと云ふべし。此の硫黄總量過大の原因は、尙實驗研究を経ざれば明言不可能なれ共、吸収液に作用する硫化水素以外の物質（例へば砒北水素等）の作用に由るべしと思考せらる。

但し發生瓶内の硫黄は、普通の分析作業にては定量せざるを以て、硫黄量過大の缺點を分析結果として示さるゝ黄硫量には、直接影響することなし。

e) 結局發生法に於ても亞鉛アマルガム10瓦を試料に混じ、比重 1.18 鹽酸110耗を用ひて分解を行へば、重量法と同様に眞の硫黄量を定量し得るなり。（大正十四年三月）（終）

薄鋼板の延伸率に就て

奥 隆 富
三 村 善 之 亮

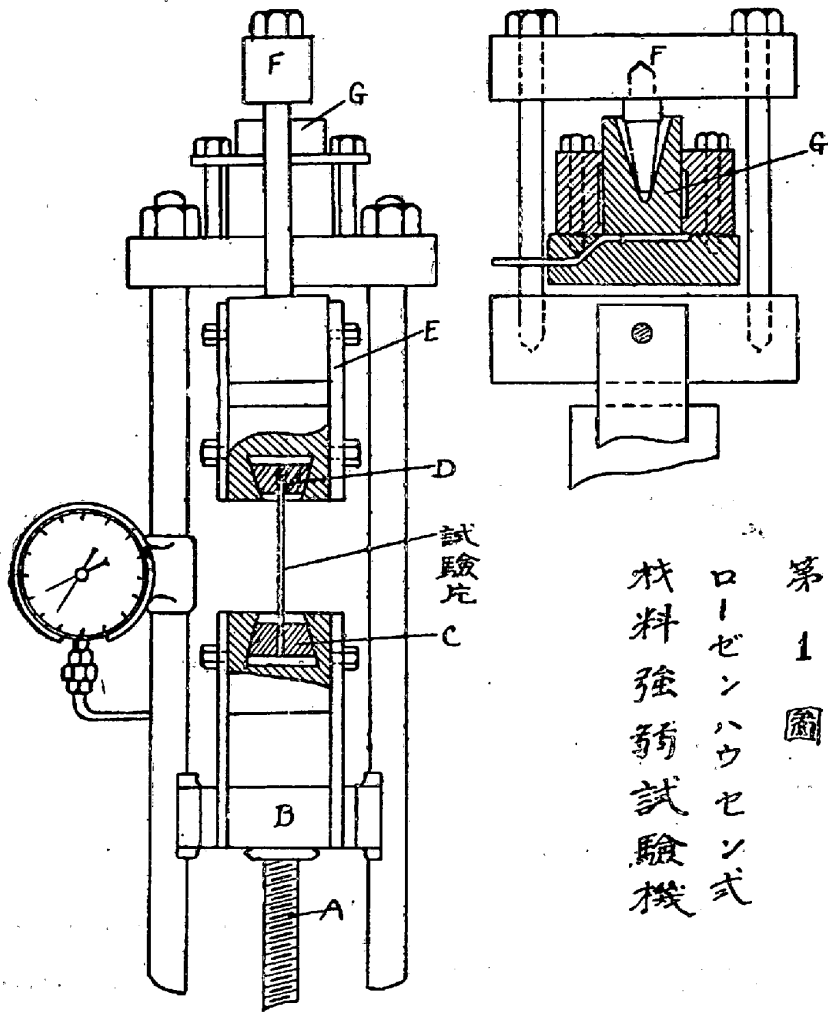
第 1 節 緒 言

薄鋼板の抗張試験を正確に行ふことは困難なりとは一般に稱へらるる所なり。元來薄鋼板は之が器具、機械に作らるるに當りて、多くの場合冷間加工に依るを以て主として其の材料に對して吟味せらるるは屈曲、折疊に耐ゆる性質なり、従つて5耗以下の薄物には抗張試験を行はざるを普通とす。されども近時機械は益々精巧となり航空、造船等の材料は軽くして且つ強く撃突にも耐へざる可からず。依つて抗張試験を行ひ抗張力と同時に延伸率をも正確に知ることを必要とするに至れり。本編に述べんとする所は余等が鋼板(炭素鋼)の抗張試験に従事中試験方法の改善に努力し又其試験結果により薄物試片の局部的異質、厚さ、形狀、幅、標點距離、壓延方向等と延伸率との關係に就て論じ薄鋼板の物理的性質を明瞭にせるものなり。其目的とする所は薄鋼板製造業者、検査員並に需要家諸彦の参考に資し特に此種品質規格制定者の注意を惹かんとするにあり、試験に供したる試料は凡て八幡製鐵所製品なり。

第 2 節 抗張試験装置

抗張試験に當り試験片が左右前後の振れなく眞直の位置に保たれ徐々に力を加ふるは重要條件なり。然るに實際に於ては試験機の構造、試片の形狀其他種々なる原因に依り理想通り行ふは困難なり。本研究に於ては是等の故障の最も少なきローゼンハウゼン式 5 噸及 25 噸試験機の一部を改造し薄物試験の専用となせり。試験機の構造は第 1 圖に示すが如く A の回轉と共に B は兩側の圓柱に添ひて降下す、従つて引張力は駒 C 及 D に摺まれたる試験片を通じて F の尖端に働き G の凹面を押し其の

力量はゲージに表はるる装置なり。



摺み駒 C及Dは製造會社供給品を取替へ幅3吋となし試片と接する面は試片の凹りを止め駒の喰込みより起る龜裂を避くる爲極めて細き網目形の刻目を附し試験機に接する面は左右兩側共に一樣に凹り良く滑かに仕上をなし軽く上下すべく薄板試験に適當なる形に加工せり。本試験機の特長はE及Fの軸連結の局部に於て夫々前後に動き又FはGに對し尖端を中心として前後左右に動く如くなせるにあり。従て摺みより生ずる振れは試験機自ら矯正をなし試片は力の加はると共に常に垂直を保つ爲使用上便利にして試験結果正確なり。以下列記する諸試験は本試験装置により最善の注意を以て施行せるものなり。余等は特に薄鋼板

抗張試験の至難なるを感じ多數の豫備試験を繰返し實用上差支なき自信を得たり。

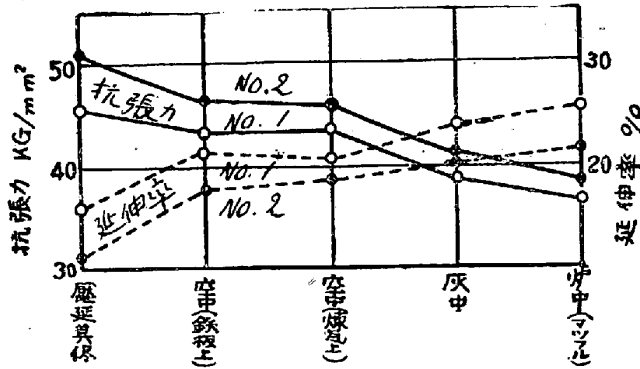
第3節 焼鈍と延伸率

鋼板は薄き程壓延其儘にては硬きが故に多くの場合焼鈍を爲して韌性を添へ以て加工に適せしむ。焼鈍法としては箱の中に入れて外氣を遮斷しつゝ行ふもの或は其儘裸にてなすもの等あれど何れにしても温度と時間を適當にし加熱冷却の速度は鋼板の全面一樣となる様注意を要す、然らざれば一枚の板にても試片の採取場所によりて其抗張性質に差異を生ずべし。

第一表は一例として裸焼鈍を施されたる幅3呎、長さ6呎のab鋼板の兩端及び中央より採取せし試片の抗張試験結果を示せるものなるが、aは右端、bは中央に於て抗張力強く延伸率尠し。故に一枚の板にても試片採取場所によりて其試験に合格ともなれば不合格ともなることあり。猶嚴密に檢すれば一個の試片にも部分によりて硬軟の差ある譯なり。次に参考の爲二種の軟鋼板を900度に加熱後中、爐中、灰中等に冷却して放熱方法が機械的性質に及ぼす影響を求めたり。即ち第2圖の如く冷

却方法の如何は強さと延びに甚しき影響あるを知る。

第2圖 放熱方法及抗張力及延伸率との關係



溫度900度保温5分

標點距離200m.m.

	C	Mn	厚m.m
No.1	0.16	0.47	1.6
No.2	0.25	0.46	1.6

第1表 焼鈍せる鋼板の抗張試験より見たる部分的差異

板厚 mm	炭素量 %	試片採取位置						
		左端		中央		右端		
		抗張力 Kg/mm²	延伸 %	抗張力 Kg/mm²	延伸 %	抗張力 Kg/mm²	延伸 %	
a	1.2	0.52	49.0	16.2	51.0	14.4	55.0	14.0
d	1.5	0.24	39.0	18.7	45.0	17.0	39.0	18.3

各四本宛の平均値標點距離 200 m.m.

第4節 厚さと延伸率

鋼板の壓延溫度は厚さ薄くなるに従ひて低下し結晶粒は細かく延びて強さを増し延伸率を減ず、之を焼鈍すれば強さを減じ延伸を増せども抗張試験結果より見れば薄き板は厚き板に比して延伸遙かに少し。例へば同一チャージの鋼を以て厚物を壓延したる時は希望通りの強さと延びありとも薄物となれば延びの不足を來し規格に外れること無しとせず。故に一般規格に於ても薄物の延伸率最少限を下ぐるか、又は試片の幅、標點距離等を變へて延伸率の促進を謀らざる可からず。されど一般規格は薄物に嚴に失せずやとは薄物製造者の嘆聲なり、然らば同一鋼質にても薄物と厚物とは如何なる程度迄其延びに差異を生ずるか次に實驗せる二つの例に就き考察せんとす。

A. ロイド規格に依る抗張試験

鋼の化學成分.....

C	Si	Mn	P	S
0.25	0.032	0.47	0.023	0.035

鹽基性平爐鋼の重量 160 匁の鋼片を取りて之を9耗より1耗迄の厚さに壓延し、各厚さ共半分は其儘とし他の半分は之を焼鈍したる後横纖維より標點距離8吋、幅2.5吋の試片を作りて試験す、其結果は第2表Aの如し尙曲線圖として第3圖Aに描けり。即ち壓延の儘にては薄き物程抗張力高けれども5耗以後は略同様の値となれり、延伸率は大體抗張力と相反せり。而して焼鈍せる試片は其差を減じたれど延伸率は1耗のものに極めて低し。

第2表 鋼板厚さの大小が抗張力延伸率に及ぶ影響

ロイド規格にて(横繊維)

【A】

試片の幅 = $2\frac{1}{2}$ "

C = 0.25%

厚 m.m.	歴延の儘		焼 鈍		標點 距離
	抗張力 kg/mm ²	延伸率 %	抗張力 kg/mm ²	延伸率 %	
1	58.1	7.5	40.0	16.5	8"
2	54.1	16.0	39.9	27.3	"
3	54.6	17.0	41.9	27.5	"
4	53.0	20.0	41.9	26.0	"
5	49.0	26.6	42.7	25.3	"
6	50.0	25.5	43.1	27.3	"
7	48.5	28.0	43.0	26.3	"
8	49.0	26.0	42.5	27.8	"
9	50.4	25.0	42.7	27.0	"

陸軍規格にて(縦繊維)

【B】

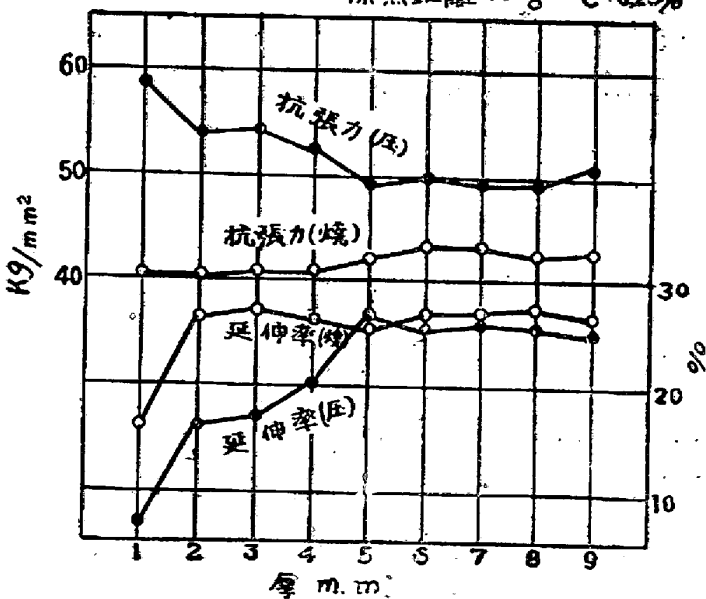
試片幅 = 30m.m.

C = 0.43%

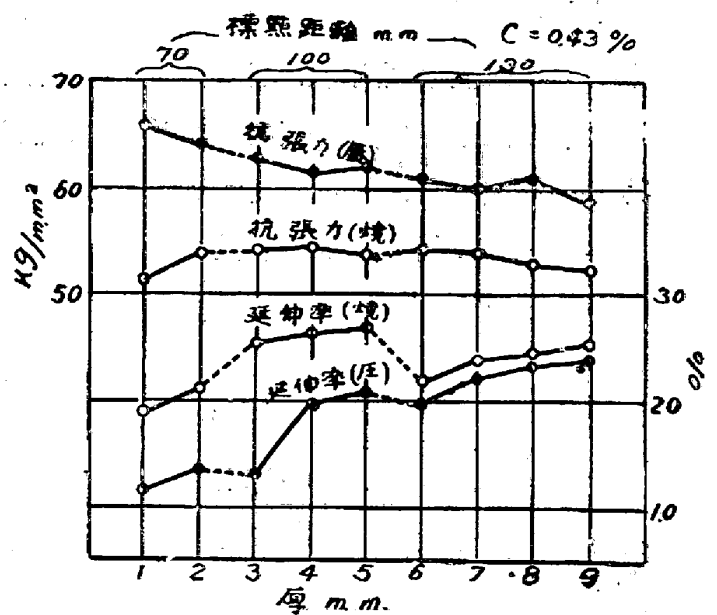
1	66.2	11.5	52.0	19.0	70
2	64.9	13.5	53.6	21.0	70
3	63.0	13.3	53.2	25.0	100
4	62.4	20.3	54.5	25.8	100
5	62.5	21.0	53.5	26.0	100
6	61.6	20.0	54.0	21.5	130
7	60.0	22.5	51.0	23.5	130
8	60.6	23.8	52.8	24.3	130
9	59.2	24.0	52.3	25.0	130

第三圖

(A) ロイド規格にて
標點距離 8" C = 0.25%



(B) 陸軍規格にて



B 陸軍規格に依る抗張試験

鋼の化學成分

C.	Si.	Mn.	P.	S.
0.43	0.263	0.62	0.020	0.027

鋼種、鋼片重量、壓延法等は前者に同じ、唯試片を縦纖維に取りたり。試験結果は第2表 B 及び第3 圖 B に掲ぐ、大體の狀況は A の試験と似たりと雖も幾分薄物に延伸率の下る割合が少くして曲線圖にて一層明かなるが如く薄物に對する曲線の傾斜が緩慢となれるは注目し値す、是れこの規格にありては標點距離が薄物に短きを以て延伸率の低下少きなり。若し該規格の標點距離が完全に $L = \sqrt{66.67S}$ なる公式に従ひて各厚さ毎に定められたらんには猶ほこの傾斜を減じ得たりしならん。(L は標點距離、S は斷面積)

第3表 陸軍規格の標點距離

厚 m.m.	幅 m.m.	斷面積 m.m. ²	標點距離 $L = \sqrt{66.67S}$	m.m. 陸軍規格
1	30	30	45	70
2	"	60	65	
3	"	90	80	100
4	"	120	90	
5	"	150	100	
6	"	180	110	130
7	"	210	120	
8	"	240	125	
9	"	270	135	

之が説明の爲第表を示さん、即ち陸軍規格の標點距離は各厚さに定められずして括られたるを以て一括り中の薄物に對しては嚴となり、厚物に對しては寬となる。第3圖 B に於て厚さ3 耗及び6 耗の試片が各々の其等より薄き2 耗及び5 耗の試片に比して延びの下れるはこの事を立證するものなり。何れにせよ薄物の延伸率減少は避け難きを以て其對策として薄物に向つて試片の幅を増し、或は標點距離を短かくし、又は延伸率最下限を下ぐるは謂ふ迄もなし茲に參考の爲第4表として一例を示せり。

第4表 諸規格が薄物に對する讓歩の一例

品名	厚	抗張力 T (kg)	延伸率 %	幅	標點距離
海軍 軟鋼板	$\frac{1''}{8}$ 未滿	26~31	16	$2\frac{1''}{2}$	8" *
	$\frac{1''}{8} \sim \frac{1''}{4}$	28~32	18		
	$\frac{1''}{4}$ 超過	"	20		
ロイド 造船材	$\frac{3''}{8}$ 未滿	26~32	16	$2\frac{1''}{2}$	8" *
	$\frac{3''}{8}$ 超過	"	20		

陸軍
軟鋼板

48~58
kg/m.m² 16 *

30.25.20 } 70.100.130
m.m. } m.m.

*.....恒數

以上の試験より考ふるに薄物は厚物に比して壓延其儘と焼鈍後とを問はず延伸率少く、抗張力は壓延其儘は高く焼鈍後は稍低下せり。

第5節 壓延の方向

鋼板を顯微鏡にて檢すれば結晶粒は壓延の方向に細長き形をなし含有不純物も又點々と列をなせり、従つて抗張試験に於て試片が壓延方向に平行なるものは延び多くして力少く、直角なるものは延び少く力強きを知る。第5表は余等の實驗結果にして壓延其儘の鋼板（厚 1.6 耗）より壓延方向を縦横に分ちて採取せる試片に依りて抗張力、延伸率の比較をなせるものなり。

平均値に於て抗張力は横 100 に對して縦 97、延伸率は横 100 に對し縦 124 となる、又 No.2 の如き燐の含有多きものは縦に於て抗張力甚だ劣れり。故に試片を採取する場合に壓延方向が縦横何れなるかは充分確むるを要す。

第5表 厚 1.6 m.m.鋼板横縦比較

試片幅 = 60m.m. 標點距離 = 200 m.m.

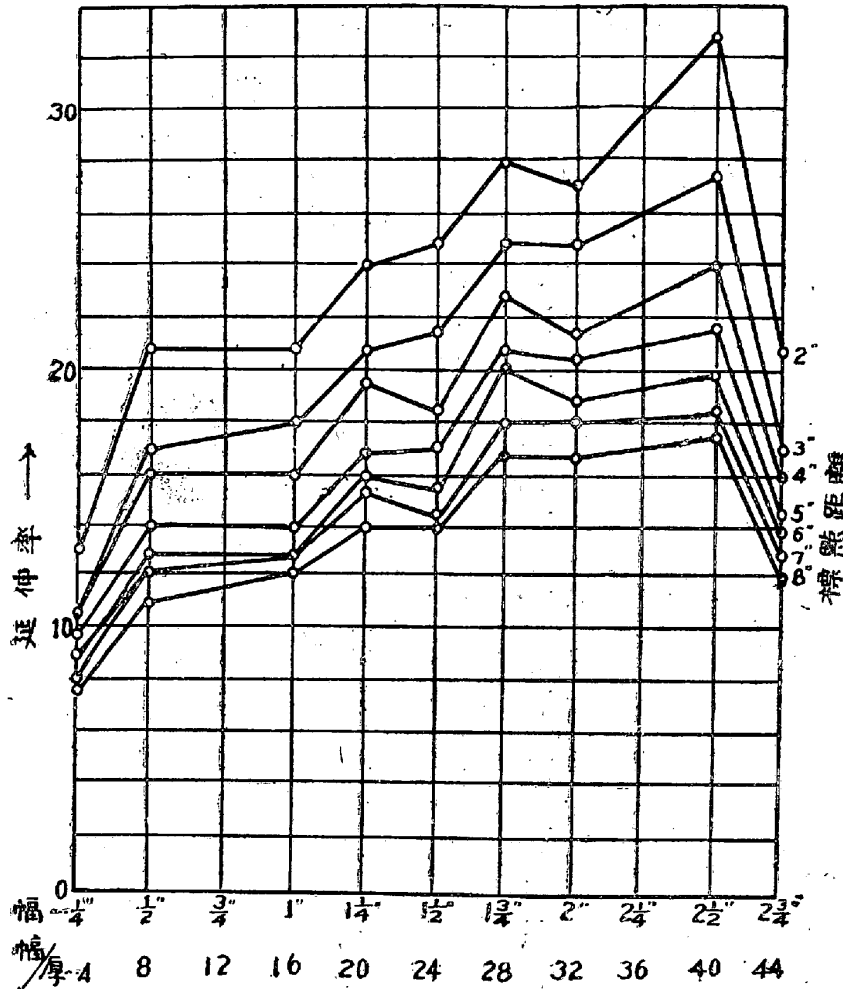
No.	化 學 成 分				壓 延 方 向			
	C	Mn	P	S	横		縦	
					抗張力 kg/mm ²	延 伸 %	抗張力 kg/mm ²	延 伸 %
1	0.11	0.39	0.009	0.050	45.2 (100)	9.5 (100)	44.0 (97)	10.5 (111)
2	0.11	0.38	0.122	0.053	48.9 (100)	9.7 (100)	45.5 (93)	12.0 (124)
3	0.20	0.52	0.016	0.037	48.0 (100)	9.3 (100)	46.0 (96)	12.5 (134)
4	0.21	0.41	0.025	0.013	48.6 (100)	13.0 (100)	47.7 (98)	14.3 (110)
5	0.22	0.47	0.024	0.023	47.5 (100)	11.0 (100)	46.8 (99)	15.0 (136)
6	0.25	0.46	0.026	0.035	51.0 (100)	12.0 (100)	50.0 (98)	15.5 (129)
平均 (横を 100 としたる縦の値)					100	100	97	124

第6節 試片の幅及び標點距離

試片は破斷箇所に近い程延び多きを以て標點距離を短かく取れば延伸率を増し、長く取れば減す。第6表は厚 1.6 耗にして壓延其儘の鋼板より標點距離を 2 吋乃至 8 吋、幅を $\frac{1}{4}$ 吋乃至 $2\frac{3}{4}$ 吋としたる試片を作りて延伸率の變化を求めし結果にして第4圖は之を更に曲線に描けるものなり。

圖に明かなるが如く一般に標點距離小なれば延伸率を増せり。試片の幅も又廣くなれば或程度迄は延伸を増加す、而して幅が厚さの或る倍數となれば其後は延を減するものの如し。即ち第4圖に表はれし如く幅が厚さの40倍となりし時延びは最高になり其れより廣くなれば下れり。この試験は 1.6 耗

第四圖
試片幅及び標點距離と延伸率との關係。
試片厚 = $\frac{1}{16}$ " (壓延の儘)



鋼板に就てのみの結果なれば各厚さに於て40倍に最高なるや否やは論ずる限りに非らざれど斯の如き傾向より考ふれば斷面積のみを以て試片寸法を定むるは不當にして幅と厚さの割合に注意せざる可からざるを知る。

諸規格に於ても薄物程標點距離を短かくし又は試片の幅を廣く取りて延伸率を對等ならしめんとせり、而してこの事たるや度合を過さざるは勿論と謂ふべし、上述の如く厚さに對する幅と標點距離は主要なる條件なれば何れの規格に於ても定めらるゝ所なり。次に一例として佛國統一規格とロイド規格を第7表として掲げたり。兩規格よりして幅が厚さの40倍を越ゆる所を求むればロイド $\frac{1}{16}$ 吋未滿佛國0.75毫未滿となる譯なり。

第6表 試驗片幅及標點距離と延伸率との關係

幅 (吋)	抗張力 kg/mm^2	鋼板厚 = $\frac{1}{16}$ " 壓延の儘								幅/厚
		延伸率 %				標點距離 (吋)				
		2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	平均	
$\frac{1}{4}$ "	49.8	13.0	10.5	10.5	9.5	9.0	8.0	7.5	9.7	4
$\frac{1}{2}$ "	50.2	21.0	17.0	16.0	14.0	13.0	12.0	11.0	14.9	8
1"	49.2	21.0	18.0	16.0	14.0	13.0	13.0	12.0	15.3	16
$1\frac{1}{4}$ "	49.5	24.0	21.0	19.5	17.0	16.0	15.5	14.0	18.1	20
$1\frac{1}{2}$ "	50.3	25.0	21.5	18.5	17.0	15.5	14.5	14.0	18.0	24
$1\frac{3}{4}$ "	50.6	28.0	25.0	23.0	21.0	20.0	18.0	17.0	21.7	28
2"	50.6	27.0	25.0	21.5	20.5	19.0	18.0	17.0	21.1	32

$2\frac{1''}{2}$	50.4	33.0	27.5	24.0	21.5	20.0	18.5	17.5	23.1	40
$2\frac{3''}{4}$	50.2	21.0	17.0	16.0	14.5	14.0	13.0	12.0	15.4	44
平均	—	23.7	20.3	18.4	16.6	15.5	14.5	13.6	—	—

第7表 佛國統一規格

口イ下規格

厚 m.m.	標點距離 m.m.	幅/厚	厚 (吋)	標點距離 (吋)	幅/厚
	幅 30 m.m.			幅 $2\frac{1''}{2}$	
1	45	30	$\frac{1''}{16}$	8"	40.0
2	65	15	$\frac{1''}{8}$		20.0
3	80	10	$\frac{3''}{16}$		13.3
4	90	7.5	$\frac{1''}{4}$		10.0
5	100	6.0	$\frac{5''}{16}$		8.0
6	110	5.0			
7	120	4.3			
8	125	3.8			幅 2"
9	135	3.3	$\frac{3''}{8}$		5.3
10	140	3.0	$\frac{7''}{16}$		4.6
	幅 25 m.m.				
11	135	2.3	$\frac{1''}{2}$	8"	4.0
12	140	2.1	$\frac{9''}{16}$		3.6
13	150	1.9	$\frac{5''}{8}$		3.2
14	155	1.8	$\frac{11''}{16}$		2.9
15	160	1.7	$\frac{3''}{4}$		2.7
16	165	1.6	$\frac{13''}{16}$		2.5
17	170	1.5	$\frac{7''}{8}$		2.3
18	175	1.4			
19	180	1.3			
20	185	1.25			幅 $1\frac{1''}{2}$
	幅 20 m.m.				
			$\frac{15''}{16}$		1.6
			1"		1.5
21	170	0.95	$1\frac{1''}{16}$	8"	1.4
22	175	0.90	$1\frac{1''}{8}$		1.3
23	180	0.87			
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮

第7節 二三の注意

上述の如く鋼板は薄くなるに従ひて其延伸率を減ず、之は試片の寸法を變へることに依りて幾分増加し得れど次に述ぶるが如き諸原因ありて延伸の減少を完全に阻止することは困難と考へらる、従つて良品を作らんと欲すれば製造者に於て之等缺點の除去に努力すると共に需要者に於て之が用途を考究し適當の所置によらざる可からず。

(イ) 疵、酸化物、鋼滓、ポンチ痕、鋼板表面に痘又は疵あるもの、内部に酸化物、鋼滓等が介在する場合或は標點たるポンチ痕等は其れが如何に微細なりとも薄物に對する其影響は看過す可からざるものありて此等弱き點より破斷して延伸を減ず。

(ロ) 部分的組織の差異と厚さの不同 薄物には加熱冷却が急速に行はれ易き爲部分的に組織の差異を生じて思ひ懸けぬ延伸不足を來し、又は厚さ僅かに薄き箇所あれば其所より切斷して延び少し。通常壓延方向に直角に採りし試片には厚さの不同多し。

(ハ) 平面ならざるもの 薄物には板が平面をなさず波形となれること往々あり斯る時は引き吊れる側より力掛り試片は紙を手にて引き破るが如き状態となりて延び少し或は又機械の把持不完全にして一方緩き場合も同様の結果となる。

以上の如き理由に基きて薄物試験には端切れ、點外切れ等を生じ易く試験施行上不都合を來すこと度々なり、第8表に端切れの一例を示せり、この統計は4耗以下の壓延の儘の軟鋼板に就きて取りしものにして此の範圍にても1~2耗には端切れのパーセンテージを増せり。又端切れの大多數は端薄きものに占められしを見る。

第8表 薄物に端切れ多き一例

標點距離 200m m. 試片の幅 60m.m. (横纖維)

鋼板厚 m.m.	試片 總枚數	端 切 れ 枚 數			合 計	
		端 薄	端に疵	其 他	枚	%
4~3	256	61	4	25	90	35
3~2	131	23	8	15	46	35
2~1	105	27	4	20	51	49

標點間を四等分し兩端區分中にて切をしもの

第9表 薄鋼板厚さの公差一例

板 厚 (吋)	幅14吋以下		幅14吋超過	
	公差(吋)	公差×100 厚(平均)	公差(吋)	公差×110 厚(平均)
0. ~0.020	+ 0.001	10 %	± 0.002	20 %
	- 0.002	20		
0.021~0.030	+ 0.002	8	± 0.003	12
	- 0.003	12		
0.031~0.040	± 0.003	8	± 0.003	8

0.041~0.050	± 0.003	7	± 0.004	9
0.051~0.085	± 0.004	7	± 0.004	7
0.066~0.080	± 0.004	6	± 0.005	7
0.081~0.100	± 0.006	7	± 0.006	7
0.101~0.120	± 0.006	5	± 0.007	6
0.121~0.250	± 0.008	3	± 0.008	4

International Aircraft Standard.

一般需要者にありては厚さに對して公差を規定し成可く注文厚さに合致せしめんとする爲自然厚さの不同を限定せらるることとなる。第9表は公差を試みに板の厚さの百分率として表はせるものにして、數字としては一見薄物に酷なるが如き公差も率としては遙かに寛なることは此の表にて知るに便なりとす。即ち公差は厚物に3~4%なるに薄物に10~20%の値にあり。斯くの如く薄物に公差の寛大なる所以は固より壓延作業の困難なる故にして製造者は尙且寛ならんことを欲するなり。然るに之を他方より考ふれば公差多きは厚さの不同を大ならしむる結果となりて抗張試験に於て延伸減少となり且つ端切れ點外切れ等を増すに至る。

上述の如く薄物に對する一般規格は延伸率を増さんが爲に試片の幅を廣くし、標點距離を短かくし或は延伸率の合格限界を下げたり、然しながら規格として幾分無理あるもの無きに非ず、とは言へ製鋼法、壓延法の發達せる今日に於ては合格餘裕充分にある筈なれども往々にして薄物不合格の聲を聞くは未だ其製造に數多の障碍あるを語るものに非ざるか。

第8節 結 論

本研究に依り得られたる要點を綜合すれば次の如し。

- 1、薄きもの程厚さの平等を計り表面疵なきを期すること。
- 2、薄板用の鋼は充分精鍊されたるものを選ぶこと。
- 3、壓延、焼鈍を入念に行ひ部分的に組織又は厚さの差異を作らざること。
- 4、試験機は精密なるものたること。
- 5、板は波なく平面なるを要す。
- 6、需要者は各用途を研究し合理的の規格を選び板の性質並に試験法等に不合理を起さざる如くする事。

(八幡製鐵所研究所)