

9. 実 験 と 調 査

圧延技術の向上、特に品質の向上には、常に現場作業の流れの中で作業の実態を把握するとともに、種々の実験や調査を繰り返すことによつてそれらの向上をはかつていかなければならない。以下いろいろな実験と調査が行なわれたのでその内容を記述する。

注：表と図の中で F.C, S.C, M.S とあるのは圧延機の型式別に区分した記号である。

- F.C (全連続圧延機) ; B. E. G. 工場
- S.C (半連続圧延機) ; A. D. C. F. H. 工場
- M.S (多軸圧延機) ; I. J. 工場

9.1 寸法変動 (昭和32年1月調査)

圧延成品の寸法変動の実態を知るために調査したものであり、正常状態で圧延された成品の代表的寸法のものについて測定している。結果は図 9.1~9.4 に示したとおりである。

調査された各工場のコイル幅は、50~600 mm コイル厚みは 1.5~4.0 mm の範囲にわたり。図 9.1~9.3 に示すごとく JIS に十分合格している。幅変動とコイル長

さとの関係は余り認められないようであり、図 9.2 のとおりである。厚さ変動コイルとコイル長さとの関係は図 9.4 のとおりである。

9.2 寸法変動におよぼす圧延温度の影響 (昭和33年7月調査)

圧延製品の圧延温度の変化による寸法変動を調査したものであり、定常温度より 30°C 高いもの、30°C 低いもの、60°C について測定している。結果は、図 9.5~9.8 に示す厚み変動には相当大きく影響があり図 9.5 幅変動はあまり関係がないようである。図 9.6 図 9.7 は圧延機型式別の寸法変動例を、図 9.8 は圧延機に部分的に温度差が生じたときの寸法変動例を示したものである。

9.3 寸法変動におよぼす圧延機間の引張の影響 (昭和34年7月調査)

圧延中の成品に、引張りかけることによりその寸法変動調査を行なつたものであり、引張り 0%, 3%, 6%

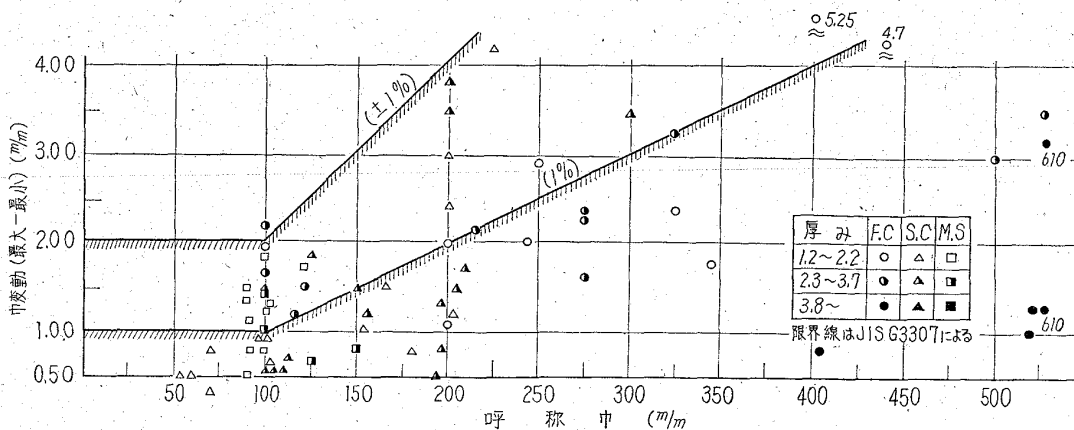


図 9.1 呼称幅—幅変動 (最大—最小)

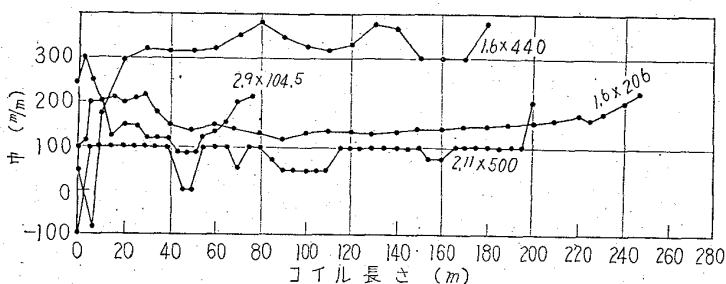


図 9.2 コイル長さ—幅変動

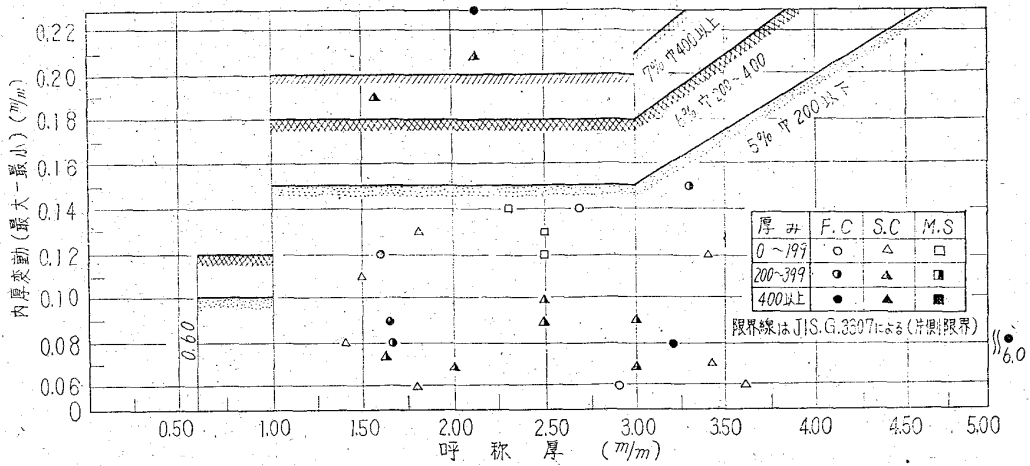


図 9.3 呼称厚さ一厚変動

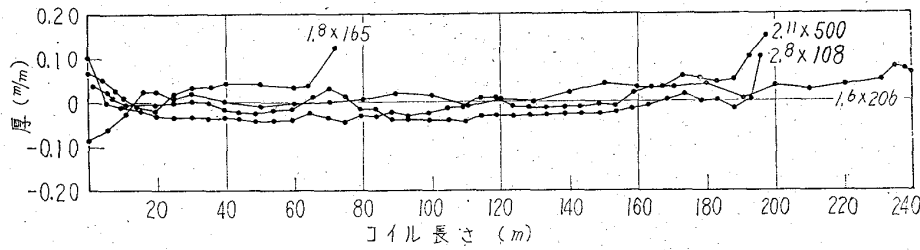


図 9.4 コイル長さ一厚

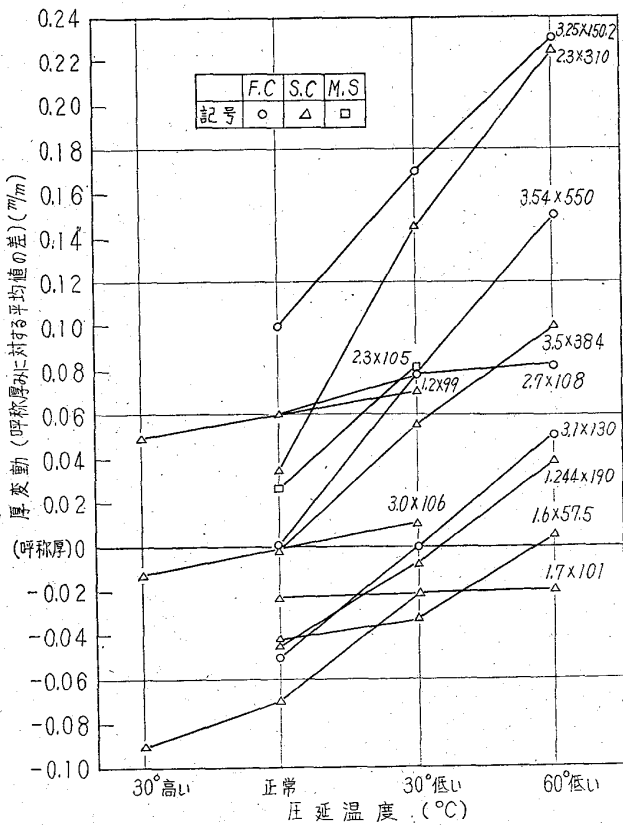


図 9.5 圧延温度一厚変動

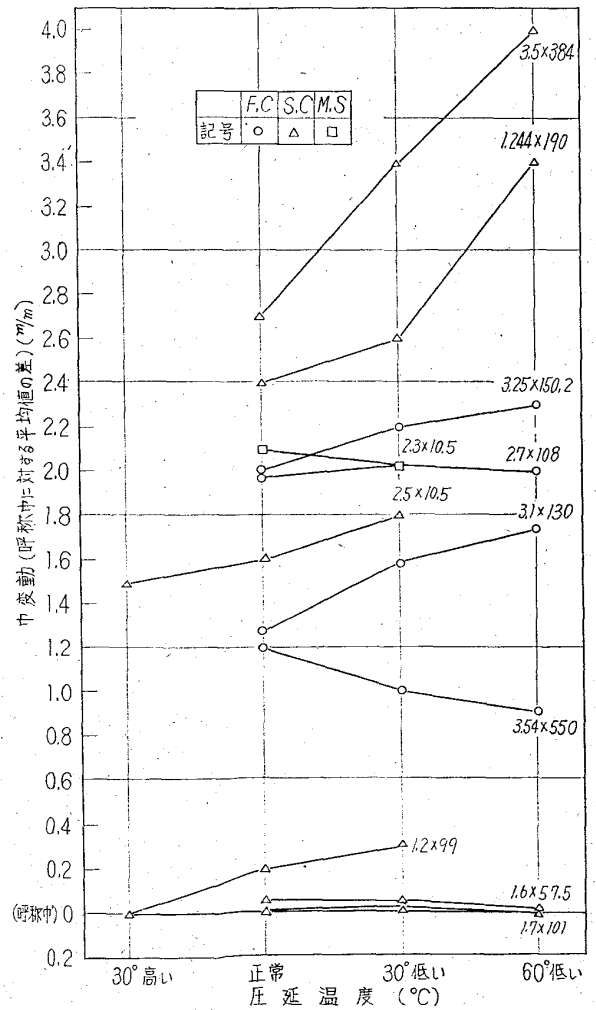


図 9.6 圧延温度一厚変動

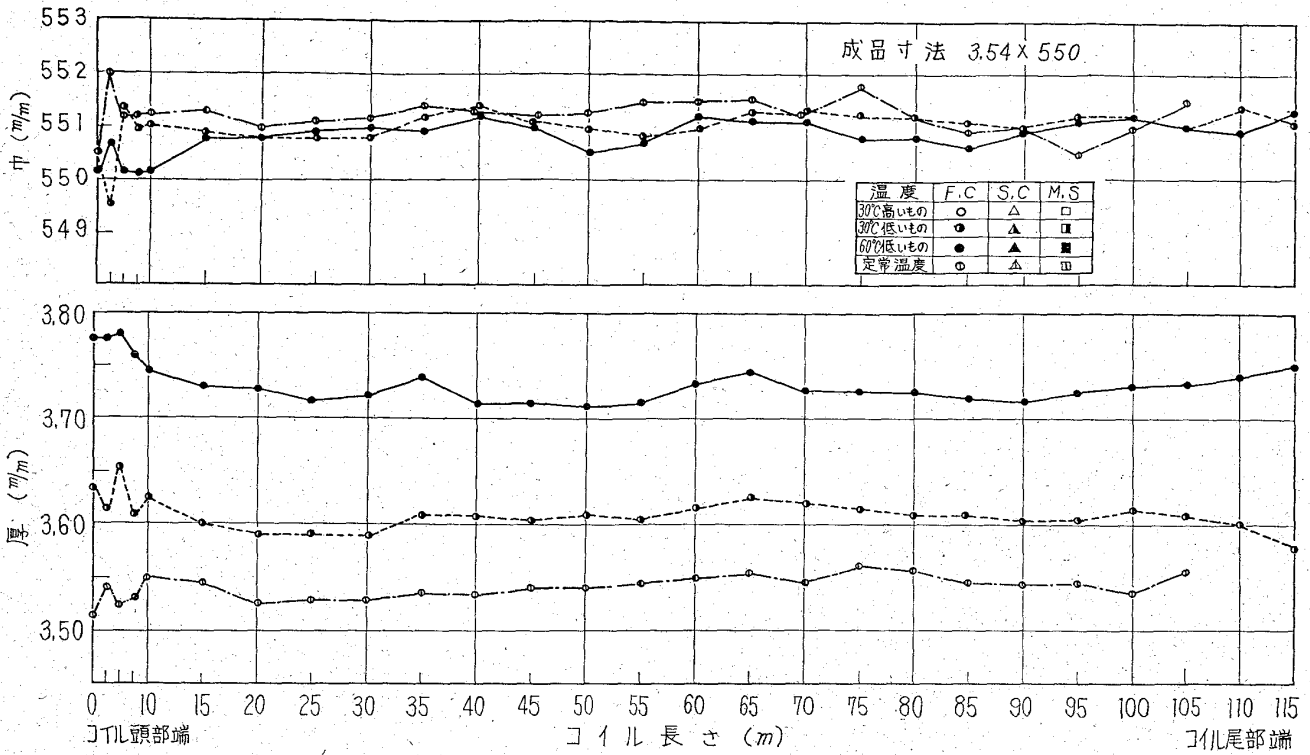


図 9.7 圧延温度変化によるコイル内寸法変動図例

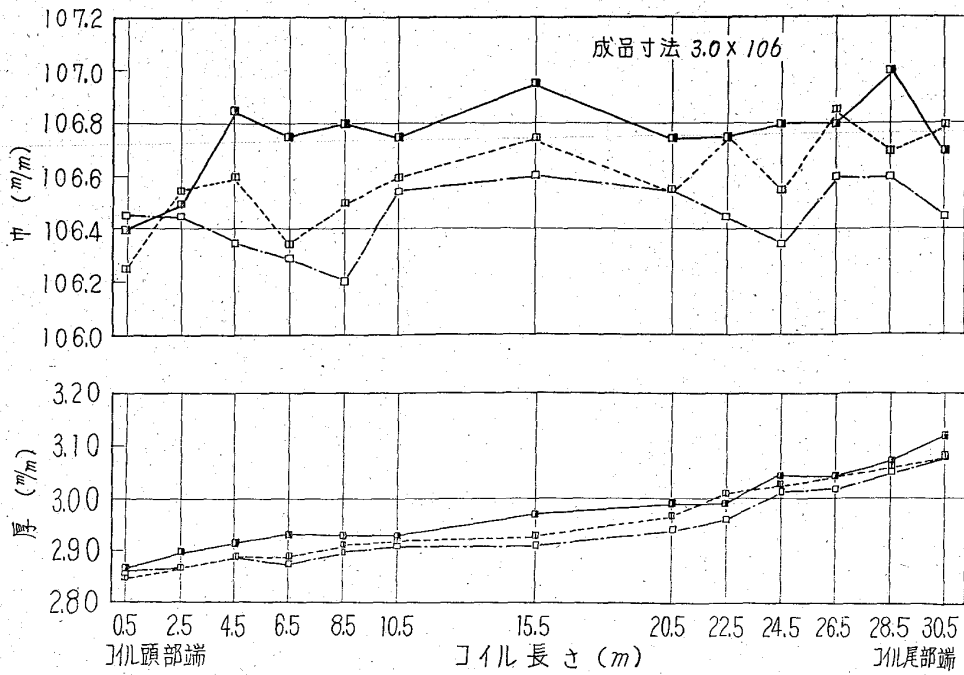


図 9.7 圧延温度変化によるコイル内寸法変動図例 (つづき)

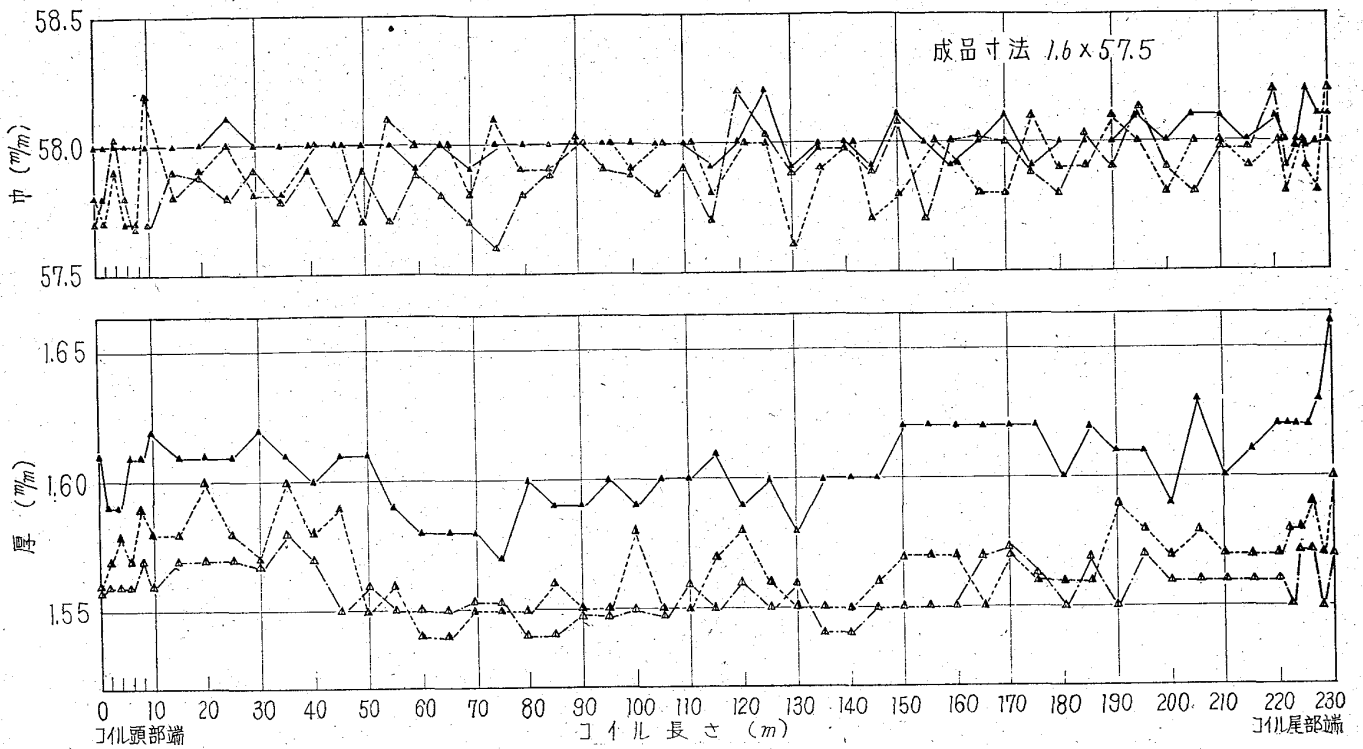


図 9.7 圧延温度変化によるコイル内寸法変動図例 (つづき)

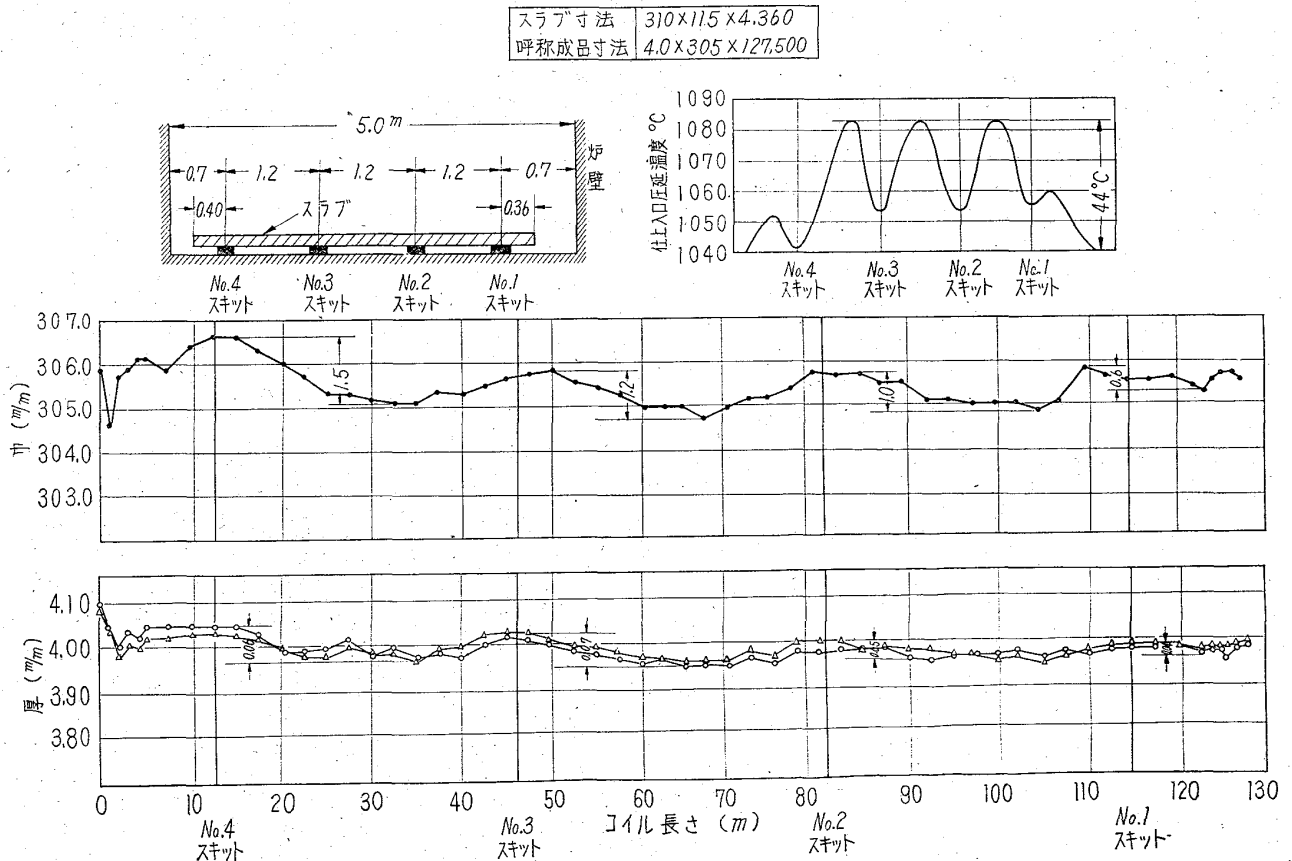
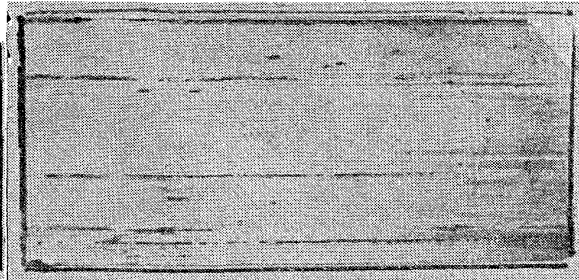
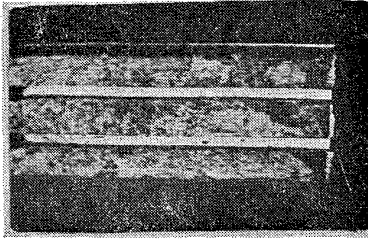
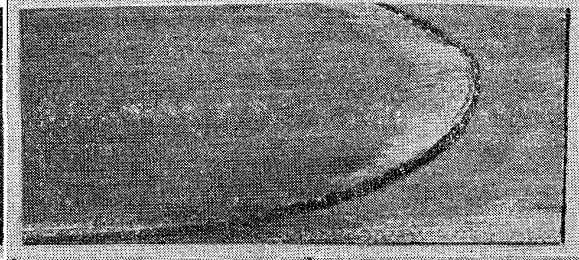
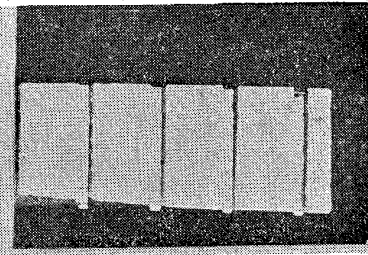


図 9.8 炉内スキッドによる低温部発生時におけるコイル内寸法変動図例

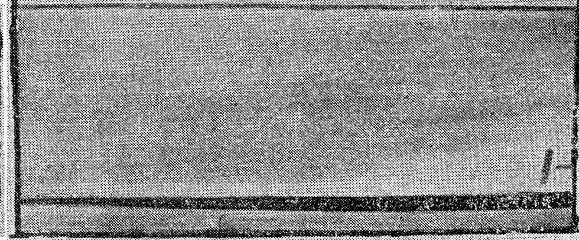
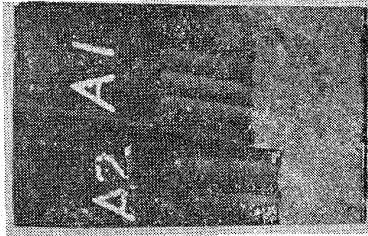
1. 縦割れ線状



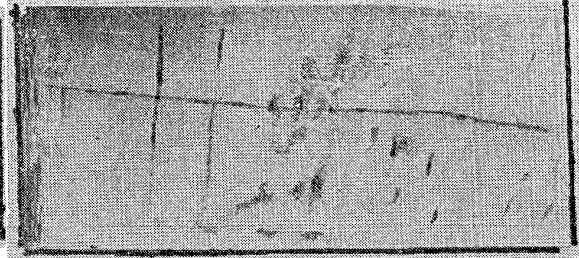
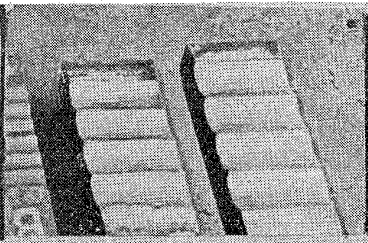
2. 横割れ線状



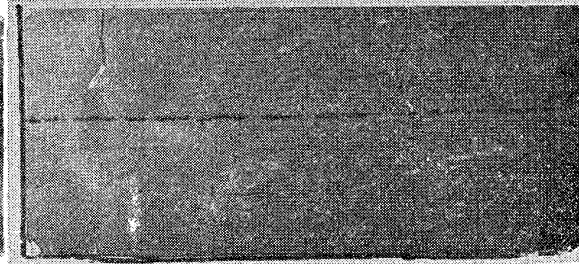
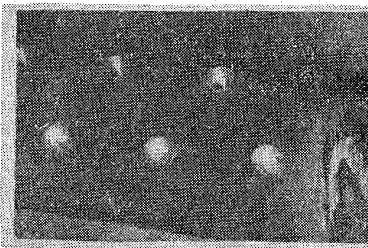
3. 縦溝線状



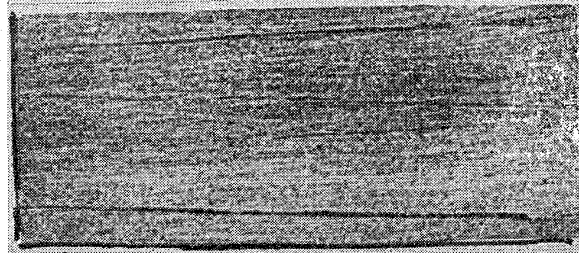
4. 横溝線状



5. 穴状



6. 亀甲状



人工疵施工写真例

成品疵写真例

写真 9・1 鋼片の人工疵と成品疵例

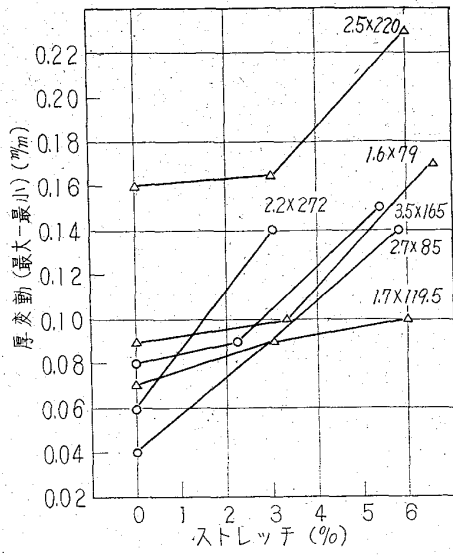


図 9.9 ストレッチ—厚変動

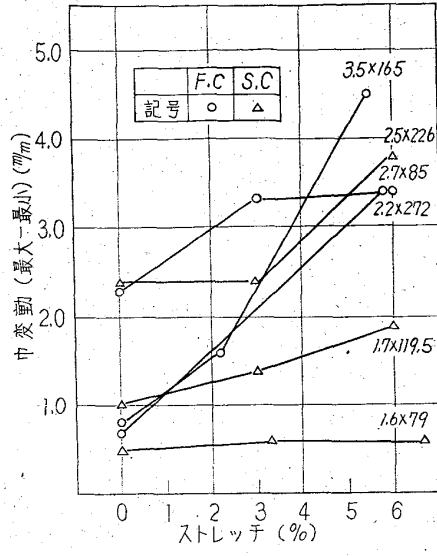


図 9.10 ストレッチ—幅変動

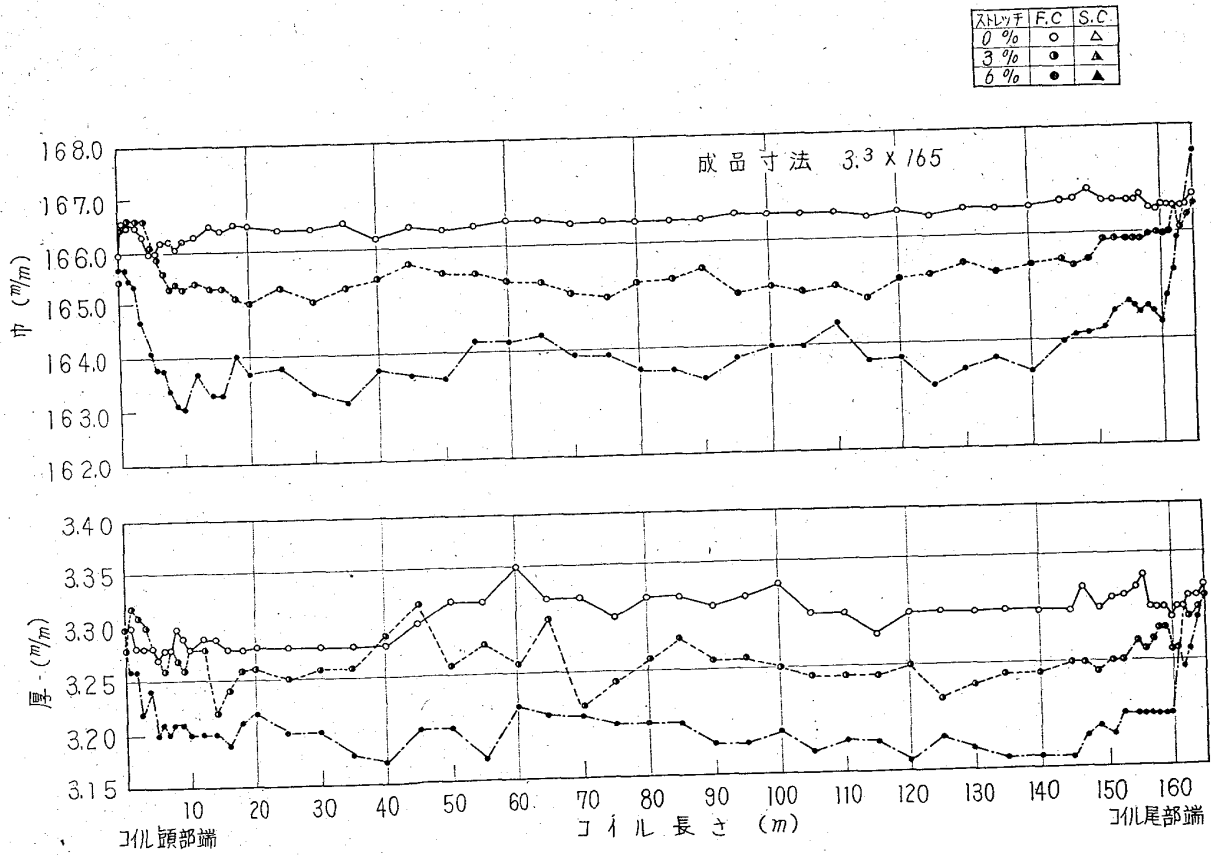


図 9.11 圧延機にストレッチをかけた時のコイル内寸法変動図例

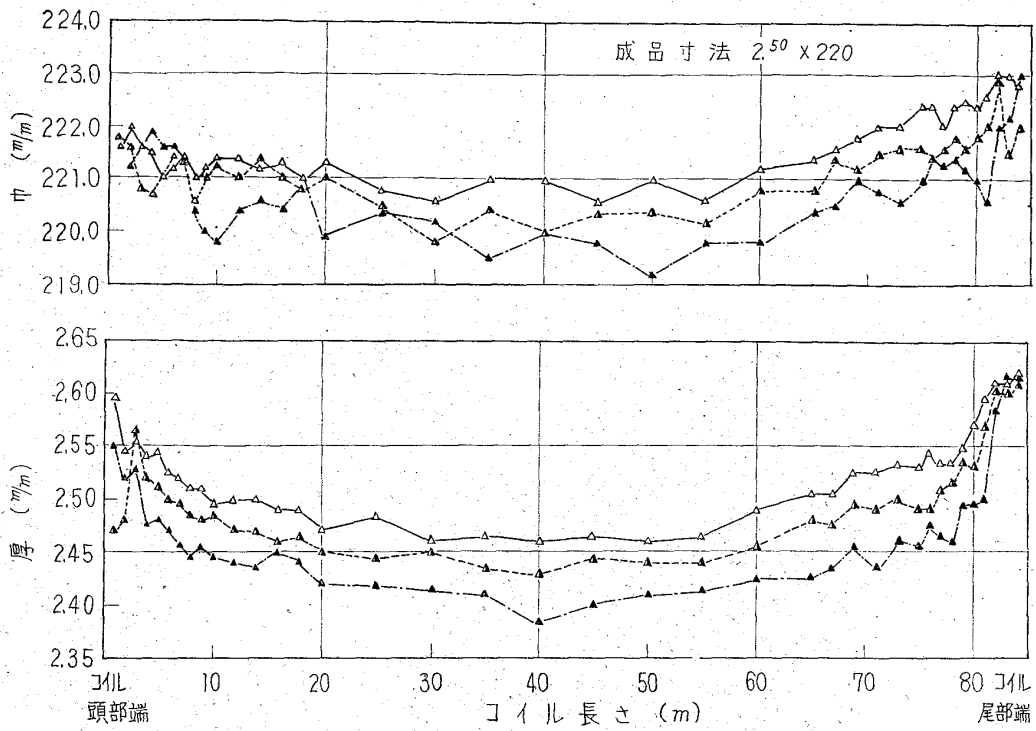


図 9.11 圧延機ストレッチをかけたときのコイル内寸法変動図例 (つづき)

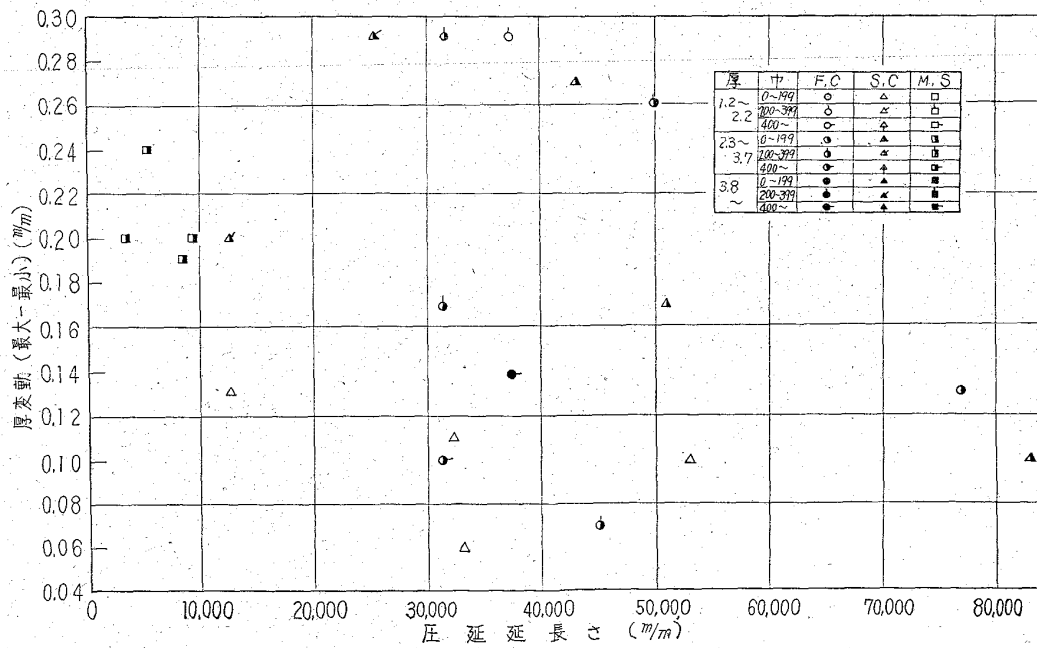


図 9.12 圧延延長さ一厚変動 (最大-最小)

と変化させその寸法変動を制定している。結果は図 9.9 ~ 9.11 に示したとおりである。

厚幅ともに影響が大きく (図 9.9, 9.10) 図 9.11 は 圧延機型式別の寸法変動例を示したものである。

注；引張りの変化方法は、最終 2 スタンド間の後部 スタンドの周速を各パーセントだけ増加させ行な ったものである。

9.4 寸法変動におよぼすロールの 摩耗の影響 (昭和32年 6月調査)

圧延成品がロール摩耗により、その寸法がいかに変動 するかを調査したものであり、最終圧延機のロール替後 圧延延長さの大、小 2 時点での寸法変動を測定してい る。結果は、図 9.12~9.14 に示したとおりである。

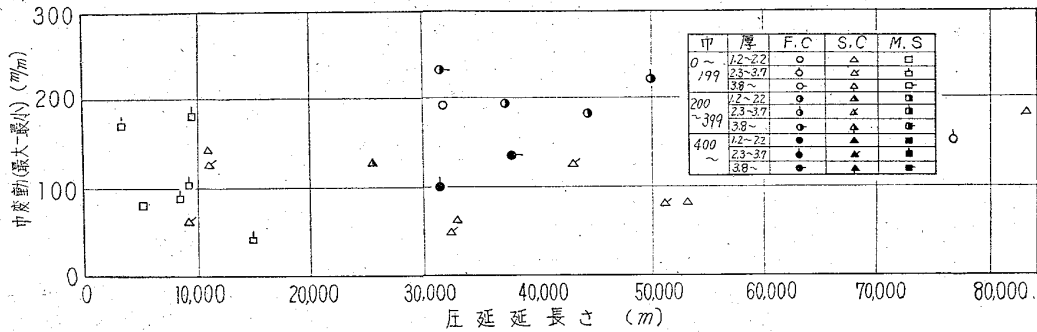


図 9.13 圧延延長さ一帯変動 (最大一最小)

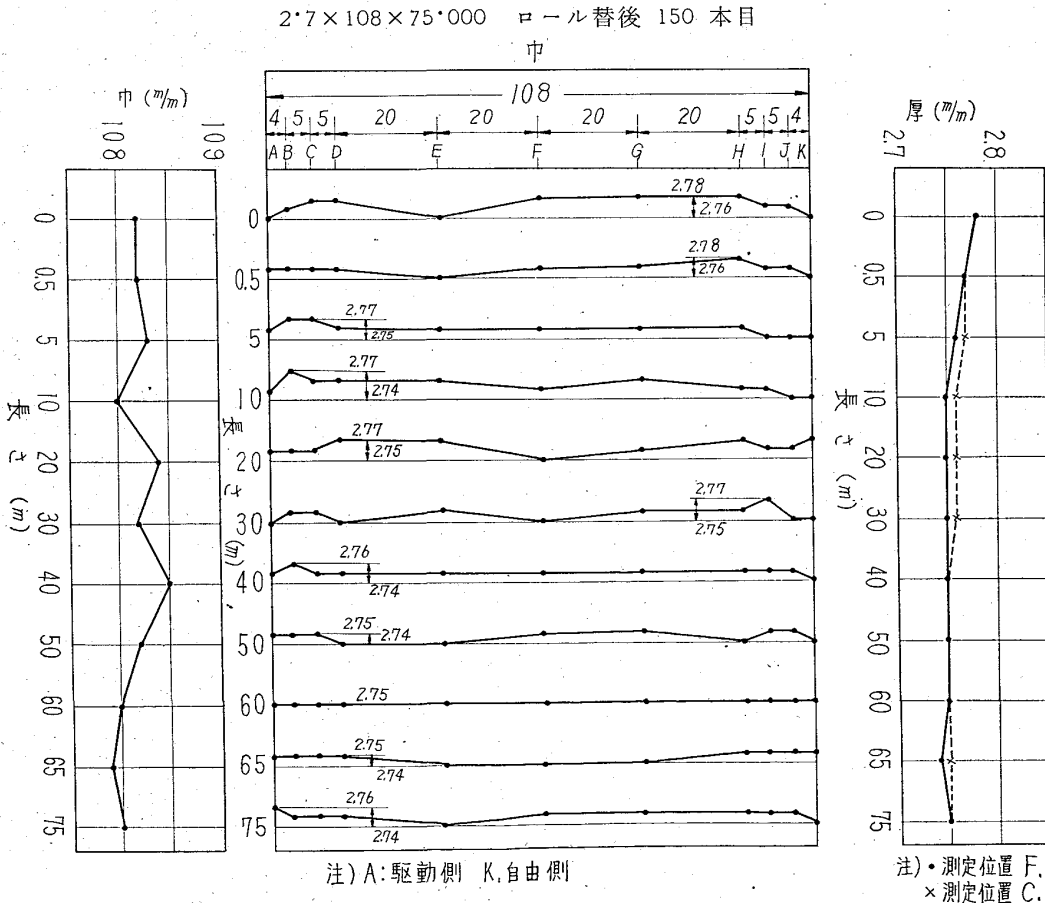


図 9.14 ロール摩耗の影響による断面寸法変動図例

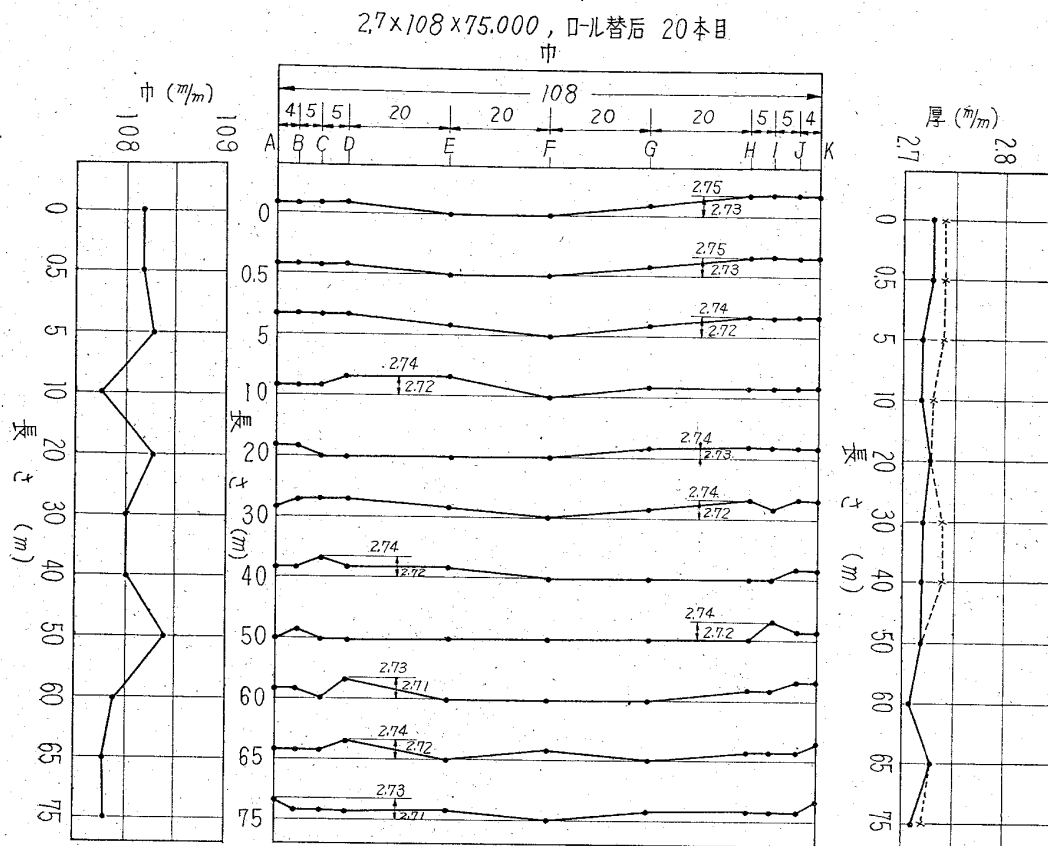


図 9.14 ロール摩耗の影響による断面寸法変動図例 (つづき)

3.0×80×3.3000 ロール替后 300本目
中

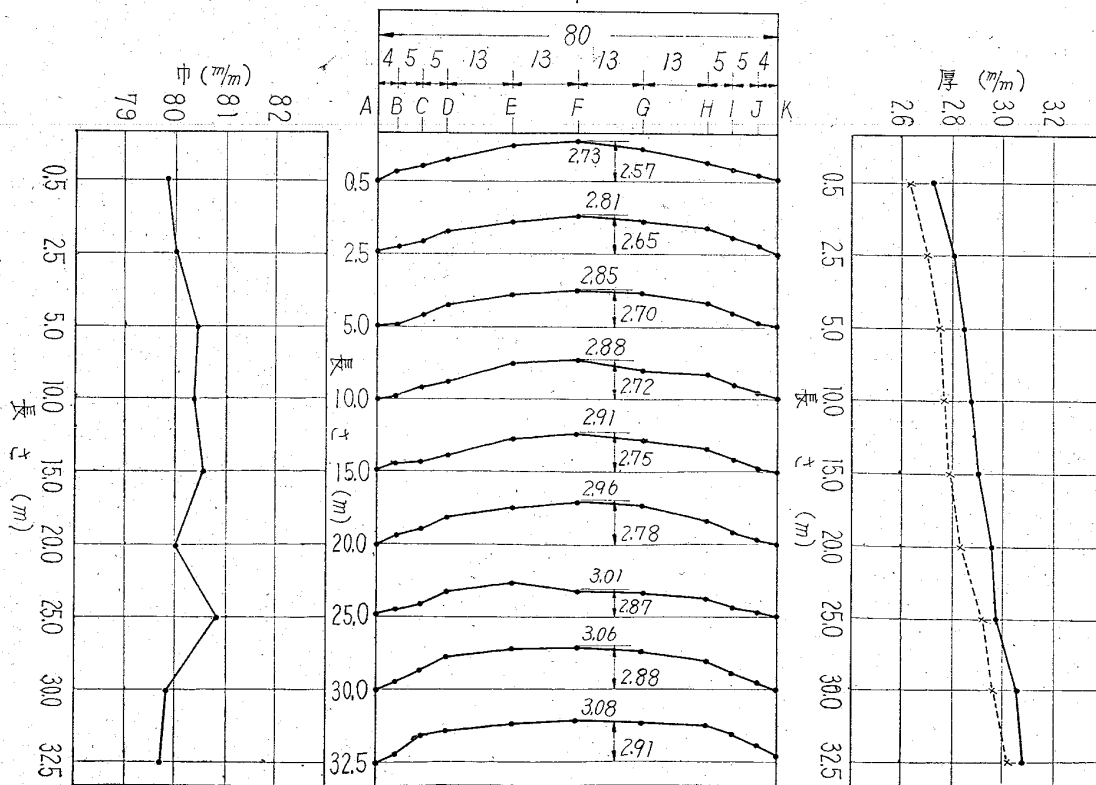


図 9.14 ロール摩耗の影響による断面寸法変動図例 (つづき)

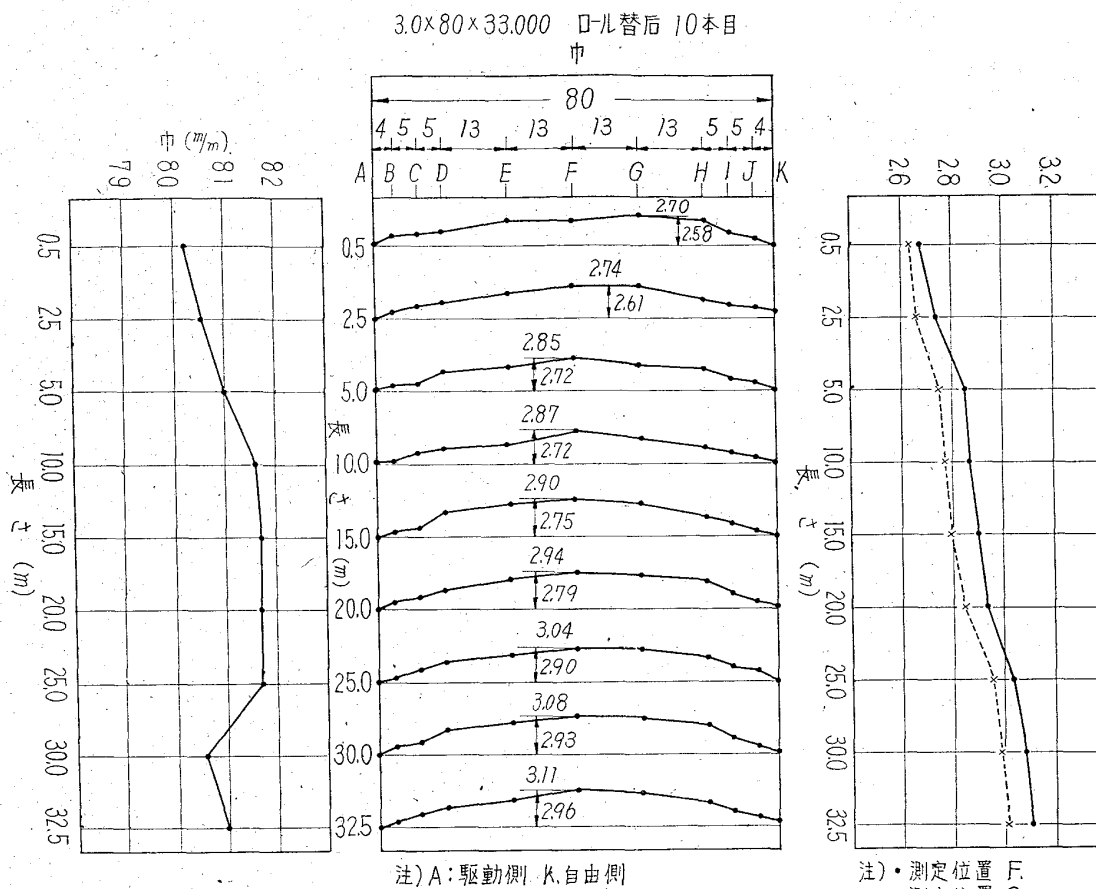


図 9.14 ロール摩耗の影響による断面寸法変動図例 (つづき)

厚さ、幅の変動は図 9.12, 9.13 のとおりであり、断面形状の変化はロール替后延長さの増大するほど変動が大きく現われている。その変動例を図 9.14 に示す。

9.5 仕上ロールの摩耗と肌荒れについて (昭和32年1月調査)

延べ圧延長さの増加に対して成品表面粗度がいかに変化するか。また、ロール径 1m/m 当りの研磨量と圧延トン数を調査したものである。結果は図 9.15~9.16 に示す。

圧延延長さと表面粗度の関係は延長さが増すほど粗度は大となるが、その程度は各工場とも差がある。例を図 9.15 に示す。また、図 9.16 はロール径 1m/m 当りの研磨量と圧延トン数との関係例を示す。

9.6 材料疵と成品疵の関係 (昭和33年7月調査)

成品疵は、品質、歩留管理の点から特に重要なものである。その疵の発生原因としては、冶金的なものと、機械的なものがあり、これらの疵の管理の一方法として一般に鋼塊と鋼片で手入を行なう。しかし鋼片での疵は特に成品疵として残りやすいものである。これを調査するために鋼片に鋼片疵に似た人工疵を施工しそれが圧延条件によつてどのように変わるかを調査したものである。人工疵施工方法は表 9.1 に、結果は表 9.2, 3, 4, 図9.15 に示した。

人工疵の残り方は、鋼種別ではステンレス鋼は残りやすく、疵の形状では鋭角をもつたものが残りやすく、丸味のあるものは残り難い。また深さ 3.0mm 以上のもものは残りやすい。表面と側面では側面が残りやすく、圧下率の大小では側面疵は大小に関係なく残り、表面疵は大きいとほとんど残らない。

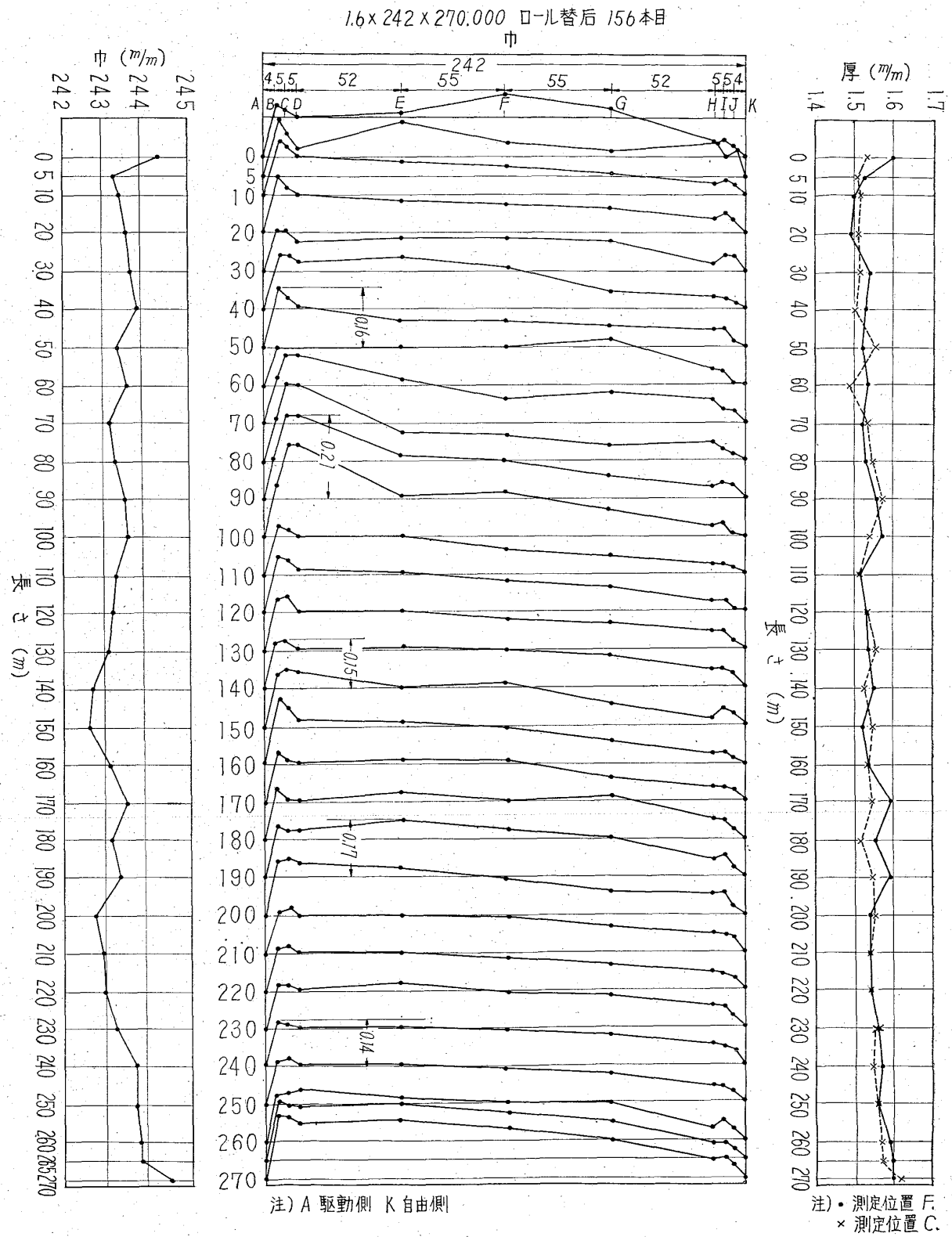


図 9.14 ロール摩耗の影響による断面寸法変動図例 (つづき)

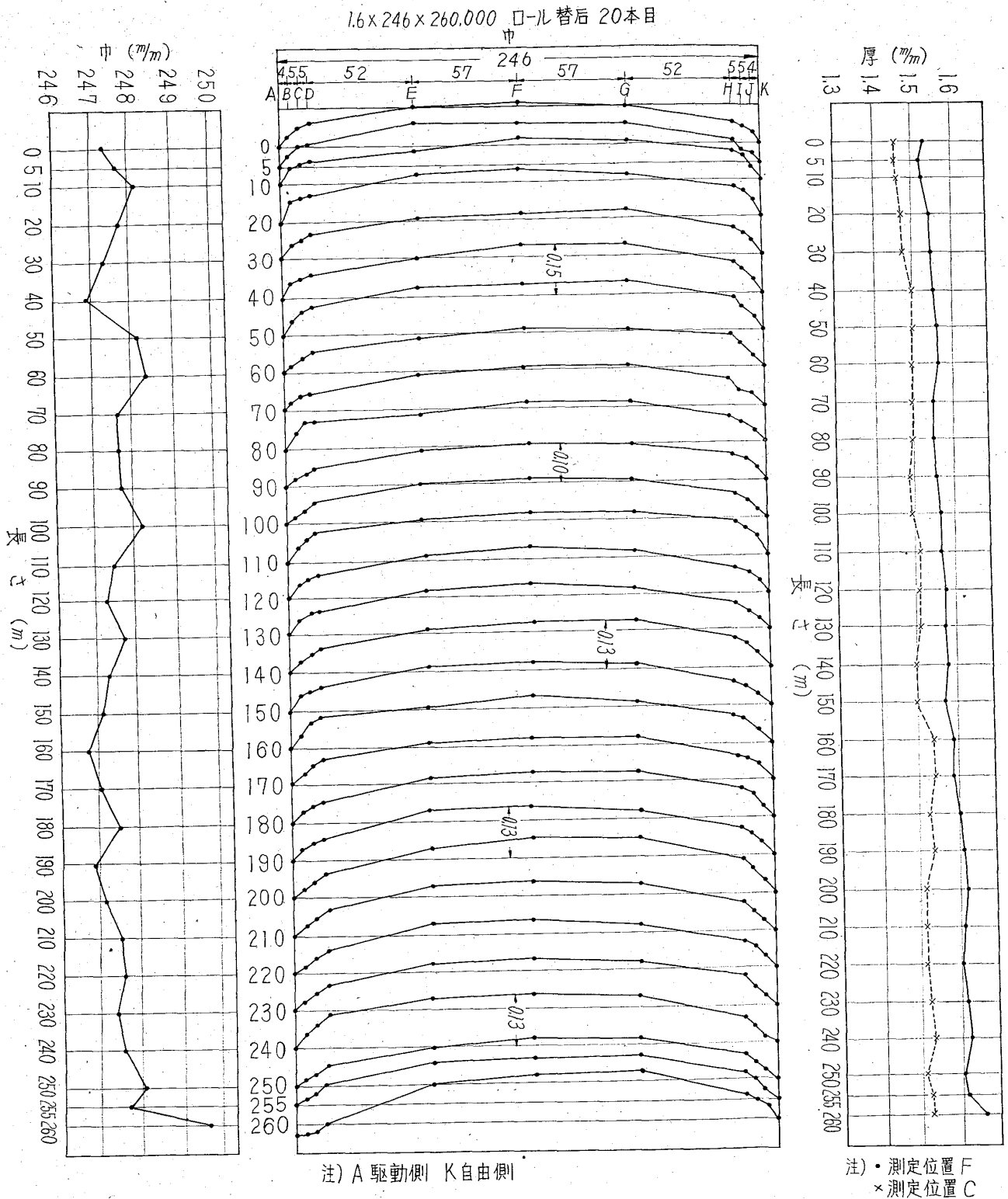


図 9.14 ロール摩耗の影響による断面寸法変動例図 (つづき)

No	ロール材	表面硬度 HS	成品厚さ mm	压下率 %	平均仕上温度 °C
1	チルド	62	3.2	11	870~890
2	合金	85	1.6	16	830~850
3	"	85	1.2	14	820~840

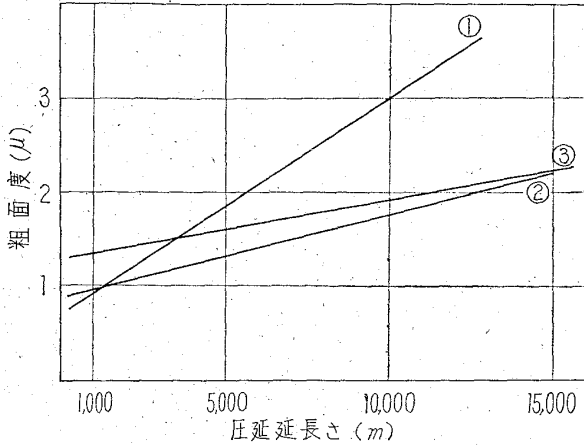


図 9.15 圧延延長さと粗面度例

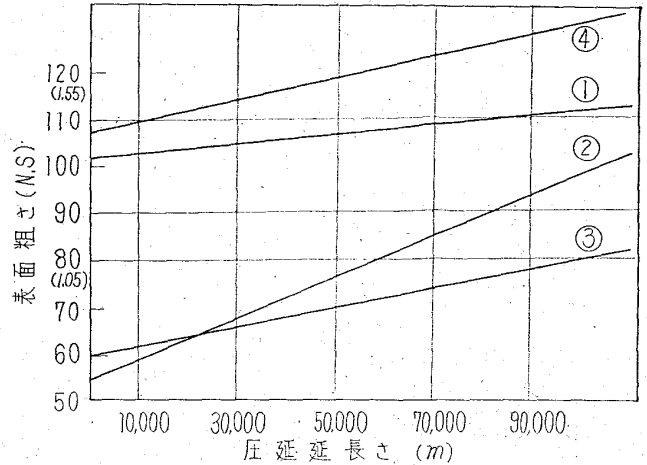


図 9.15 圧延延長さと粗面度例 (つづき)

No	ロール材	表面硬度 HS	成品厚さ mm	压下率 %	平均仕上温度 °C
1	合金	81~82	3.4	8	950
2	"	80~81	3.4	8	950
3	"	84~87	1.6	16	870
4	"	82~86	1.6	16	870

No	ロール材	表面硬度 HS	成品厚さ mm	压下率 %	平均仕上温度 °C
1	中抜合金	83~85°	2.7	18	950
2	"	79~81	2.7	18	950
3	"	78~80	2.7	18	950
4	"	77~81	2.7	18	950

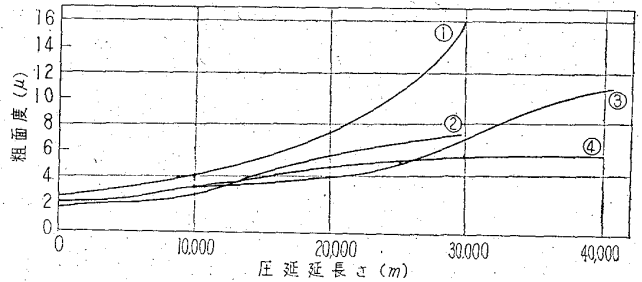


図 9.15 圧延延長さと粗面度例 (つづき)

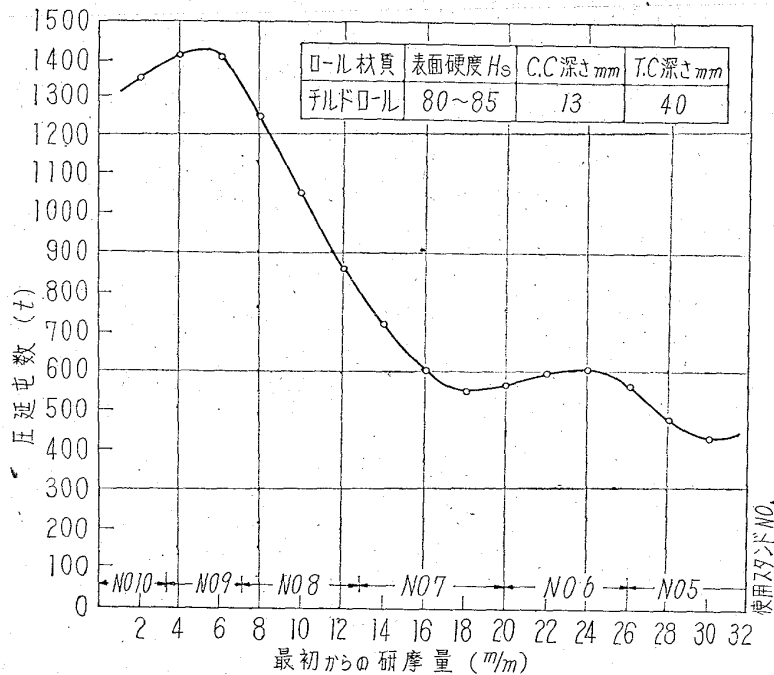


図 9.16 研磨量 (ロール径 1 m/m 当り) — 圧延屯数例

表 9.1 人工疵施工方法

分類	人名	人工疵	施工図	施工			寸		試料数	記	人工疵に相当する實際疵	加工方法
				t 疵の深さ	b 疵の巾	疵のピッチ	疵の角度	疵のアル				
1	縦割線状			1	1.0 mm	1.20 mm	$P = \frac{A}{3}$	θ 90°	圧延方向	9個	疵は鋼片の表面及び側面部分のみを施工 加工部分 表面 1面 裏面 2面 3面 4面	ドリル 金鋸 セパ 等
				2	3.0 "	2.40 "		θ 45°				
				3	6.0 "	3.80 "						
2	横割線状			1	1.0 mm	2.0 mm	$P = \frac{A}{3}$	θ 90°	圧延方向に直角(横方向)	9個	疵は1,3,4面のみ施工	金鋸 セパ 等
				2	3.0 "	2.40 "						
				3	6.0 "	3.80 "						
3	縦溝線状			1	8 mm	b' = 8 mm	24 mm		圧延方向	4個	全上	金鋸 カギ セパ 等
				2	8 "	b' = 8 "	35 "	8 mm				
				3	8 "	b' = 8 "	44 "	16 "				
				4	8 "	b' = 8 "	50 "	37 "				
4	横溝線状			1	8 mm	b' = 8 "	24 mm		圧延方向に直角(横方向)	4個	疵は1面のみ施工	全上
				2	8 "	b' = 8 "	35 "	8 "				
				3	8 "	b' = 8 "	44 "	16 "				
				4	8 "	b' = 8 "	50 "	24 "				
5	穴状			1	4 mm	1/8 "	1.5 mm	θ 90°	圧延方向に直角(横方向)	12個	疵は1面のみ施工 各寸法ドリル外を指示する疵の深さはドリルの次の部分を示す	ドリル
				2	8 "	1/4 "	2.50 "	θ 45°				
				3	1/2 "	1/2 "						
6	亀甲状			1	1.0 mm	1.0 mm	1.3 mm	θ 90°	圧延方向に對して 45° $\phi = 45^\circ$	12個	疵は1面と4面のみに施工	金鋸
				2	1.5 "	1.5 "	2.12 "					
				3	2.0 "	2.0 "	3.36 "					
				4	2.5 "	2.5 "						

表 9.2 縦 割 線 状 疵 横 割

項 目		工 場 名		A			B			D			E		
鋼 種	単 位	低 炭 素 鋼			低 炭 素 鋼			低 炭 素 鋼			低 炭 素 鋼				
材 料 寸 法	mm	96 × 96 × 2550			120 × 390 × 4500			115 × 288 × 2050			75 × 260 × 5000				
成 品 寸 法	mm	1.4 × 95 × 17000			24 × 386 × ℓ			1.7 × 300 × ℓ			1.6 × 239 × ℓ				
在 炉 時 間	h	3°—00			2° × 00			4°—30'			1°~34'				
抽 出 温 度	°C	1200			1300			1265°~1305			1250				
初 圧 延 温 度	°C	1180			1200			1130°~1175			1200				
仕 上 温 度	°C	830			870			880°~ 905			810				
パ ス ス ケ ジ ユ ー ル (mm)	スタン ド No	R	M	F	R	M	F	R	M	F	R	M	F		
	1	78	9.0	Ⓔ	Ⓔ		Ⓔ	95		7.8	Ⓔ		Ⓔ		
	2	59	7.5	3.1	80		10.87	78		5.6	57		7.2		
	3	49	5.6	2.4	Ⓔ		7.34	63		4.12	Ⓔ		4.65		
	4	27	4.3	1.8	50		5.08	45		3.13	35.3		3.15		
	5	Ⓔ		1.4	Ⓔ		4.27	30		2.35	23.3		2.3		
	6	19			30		3.23	20		1.97	Ⓔ		1.85		
	7	Ⓔ			Ⓔ		3.39	14		1.70	16.4		1.6		
	8	14			20						12.0				
	9														
	10														
	11														
12															
成 品 疵 状 況	1	縦 溝 線 状 疵	表 面	t=6 b=8 のみ線状及び溝状疵認む			t=1 では不明, その他は線状疵を明確に認む			t=1 は認めず, 他は線状疵認む			線状疵認む		
		側 面	—			エッジシーム状疵として認む			t=3 以上では深さ0.01~3.8 mm の折込状疵認む			認めず			
	2	横 溝 線 状 疵	表 面	折込状疵認む			t=1 では不明			t=1 は認めず, 他はタオル状疵認む			かすかに認む		
		側 面	—			t=1 では不明, 他は切欠き状のものを認む			t=1 は認めず, 他は深さ 0.019~1 mm のカブサリ状疵認む			切欠状疵認む t=6 は特に大			

線状疵と成品疵

F			G			H						I			J		
低炭素鋼			低炭素鋼			ステンレス鋼		高炭素鋼		ステンレス鋼		合金鋼					
70×175×3000			115×235×4500			80×100		80×100		80×80×1900		75×75×1900					
32×159×72000			3.5×227× <i>l</i>			2.5×106× <i>l</i>		2.5×106× <i>l</i>		3.0×106×34000		2.3×105					
8°—00 (直交替 昼食舎)			2°—40' (昼食舎)			4°—40'		4°—30'		3°—10'		1°—10'					
1230			1210			1220		1070		1070							
1200						1150		1020		1050		1090°~1080					
910			1050			810		770		760		780					
R	M	F	R	M	F	R	M	F	R	M	F	R	M	F	R	M	F
60	12	Ⓔ	Ⓔ		Ⓔ	62	5.8	2.8	62	5.8	2.8	63	10.5	3.7	72		3.2
54	11	7.2	82		14.5	47	4.9	2.5	47	4.9	2.5	45.5	8	3.0	50.5		2.7
43	8.5	5.3	05		10	34	3.9		34	3.9		39	6		33		2.3
32		4.3	Ⓔ		Ⓔ	26	3.3		26	3.3		24.5	4.5		20.5		
23		3.5	34		7.1	Ⓔ			Ⓔ			21			10		
16		3.2	22		5.4	20			20			13.5			Ⓔ		
Ⓔ					Ⓔ	15			15			Ⓔ			6.3		
					4.2	12			12						4.1		
					3.5	10			10								
						8			8								
						Ⓔ			Ⓔ								
						6.5			6.5								
かすかに認む t=6.0では割れを 認む			幅0.7~2.0mm 深さ0~0.3mmの 線状疵認む			線状疵認む			t=1 b=2は認め ず, 他は線状疵認 む			線状疵認む			かすかに線状疵認 む		
深さ0~21mmの 痕跡あり			幅0.02~0.05mm 深さ0.1~0.4mm の線状疵認む			鋸刃状疵大認む			鋸刃状疵認む			—			折込状疵認む		
t=1.0ではかすか に認む, 他は鋸刃状 疵を認む			認めず			カブレ疵認む			t=1 b=2は認め ず, 他は鋸状疵認 む			両端にカブレ状疵 認む t=1.5, 2.5 では中央にかすか に認む			短い鋸刃状疵認む		
耳アレ状及び深さ 0.06~0.38mmの 割状疵認む			深0.1~0.5mmの ヒビ割疵及び線状 疵認む			切欠状疵認む			認めず			カブサリ状疵認む			割状疵認む		

表 9.3 縦 溝 線 状 疵 横 溝

工場名		A			B			C			D			E		
鋼 種	単位	低 炭 素 鋼			低 炭 素 鋼			低 炭 素 鋼			低 炭 素 鋼			低 炭 素 鋼		
材 料 寸 法	mm	101×101×2300			90×610×4180			53×100×2900			115×166×2150			75×320×5000		
成 品 寸 法	mm	1.2×105			2.3×600×16800			3.1×100			1.2×195× 210000			3.15×269× 140000		
在 炉 時 間	h	3°—15'			1°—40'			1°—41'			2°—15'			1°—12'		
抽 出 温 度	°C				1250			1250			1280			1270		
初 圧 延 温 度	°C	1180~1210			1160			1200			1235			1235		
仕 上 温 度	°C	810~820			880			830			830			940		
パ ス ス ジ ケ ユ ー ル (mm)	スタン ド No	R	M	F	R	M	F	R	M	F	R	M	F	R	M	F
	1	82	8.5	Ⓔ	Ⓔ		Ⓔ	38	Ⓔ	5.3	Ⓔ		7.0	Ⓔ		10.5
	2	62	6.7	2.9	65		10.1	26	6.3	4.3	95		4.9	58		7.6
	3	44	4.7	2.1	Ⓔ		6.15	18		3.5	78		3.19	Ⓔ		5.6
	4	25.5	3.5	1.6	43		4.07	12		3.1	63		2.39	38.5		4.4
	5	Ⓔ		1.2	Ⓔ		3.0	9			45		1.77	27		3.6
	6	18			27		2.46	Ⓔ			30		1.41	Ⓔ		3.15
	7	Ⓔ			Ⓔ		2.3	7.5			21		1.2	19.8		
	8	10.5			16.5						13.7			15		
	9															
	10															
	11															
12																
成 品 疵 状 況	3	縦 溝 線 状 疵	表 面	認めず	P=24 のみ折込疵 を認む			認めず			認めず			認めず		
			側 面	認めず	認めず			耳部縦割深さ ; (P=50) 0.32~6mm (P= 24)			耳部縦割 深さ ; 約 3mm			認めず		
	4	横 溝 線 状 疵	表 面	認めず	認めず			認めず			認めず			認めず		
			側 面	認めず	認めず			認めず			認めず			認めず		

線状疵と成品疵



F			G			H						I			J					
低炭素鋼			低炭素鋼			高炭素鋼			ステンレス鋼			ステンレス鋼			ステンレス鋼			高炭素鋼		
120×120×2400			110×235×4600			80×155			80×155			80×155			80×80×1900			65×115×860		
3.4×136			3.5×227× 147000			3.5×160			3.0×160			3.0×160			3.0×106× 34000			2.1×133× 23000		
1°—20'			1°—40'			5°—00'			5—00'			5—00'			3—10'			6—00'		
1180			1230			1100			1200			1050			1070			1160		
1140						1050			1150			1000			1050			1100		
940			930~970			800			850			750			760			830		
R	M	F	R	M	F	R	M	F	R	M	F	R	M	F	R	M	F	R	M	F
112	12	Ⓔ	Ⓔ		Ⓔ	62	7.5	3.6	62	7.5	3.6	62	7.5	3.6	63	10.5	3.7	50		3.1
104	11	3.7	76		13.5	47	6.2	3.0	47	6.2	3.0	47	6.2	3.0	45.5	8	3.0	33		2.5
91	8.5	3.4	48		10	34	5.0		34	5.0		34	5.0		39	6		20		2.1
75	7.2		Ⓔ		Ⓔ	26	4.2		26	4.2		26	4.2		24.5	4.5		10		
60	5.3		32		6.7	Ⓔ			Ⓔ			Ⓔ			21			Ⓔ		
45	4.5		21		5.0	20			20			20			13.5			6		
30					Ⓔ	15			15			15			Ⓔ			4		
16					4.0	12			12			12								
Ⓔ					3.5	10.3			10.3			10.3								
						8.5			8.5			8.5								
						Ⓔ			Ⓔ			Ⓔ								
						8.2			8.2			8.2								
P=24のみ折込 の痕跡を認む			認めず			認めず			スケール嚙込 (谷部)			折込疵			P=24, 35の疵 境界層に鋸状折 込を認む			P=24は明ら かな折込 P=35は不明 確な痕跡を認 む		
耳部縦割 深さ5~6mm			認めず			折込疵			折込疵			折込疵			認めず			耳部縦割 深さ; 4~5m/m		
認めず			認めず			認めず			鋸状カブレ軽微			鋸状カブレ甚だ し			認めず			認めず		
P=240のみ境 界層に軽微の鋸 状折込を認む			認めず			折込軽微			耳疵 			耳疵 			認めず			認めず		

表 9.4 空 状 疵 亀 甲 状 疵 と 成 品 疵

項 目		工場名			A			C			D			G			I			J		
		鋼 種	単位	低炭素鋼	低炭素鋼	低炭素鋼	低炭素鋼	低炭素鋼	低炭素鋼	ステンレス鋼	高炭素鋼											
材 料 寸 法	mm	95×95×2450	75×75×2750	117×297×2150	110×180×4500	80×80×1900	75×75×1900															
成 品 寸 法	mm	14×95×ℓ	1.15×48×ℓ	1.6×310×ℓ	3.3×165×ℓ	3.0×106×34000	2.3×105															
在 炉 時 間	h	3°—00'	3°—20'	4°—23'	1°—43'	3°—10'	24° 00' (1°—10')															
抽 出 温 度	°C	1200	1250	1320	1200	1070																
初 圧 延 温 度	°C	1190	—	1195	—	1050	1080°~1090															
仕 上 温 度	°C	820	840	830	1040	760	780															
パ ス ス ケ ジ ユ ー ル (mm)	スタン ド No	R	M	F	R	M	F	R	M	F	R	M	F	R	M	F	R	M	F			
	1	80	8.5	Ⓔ	65	14	2.2	95		7.4	Ⓔ		Ⓔ	63	10.5	3.7	72		3.2			
	2	58	7.0	3.1	46	10	1.6	78		5.3	77		14.2	45.5	8	3.0	50.5		2.7			
	3	42	5.5	2.3	33	Ⓔ	1.2	63		4.05	47		9.0	39	6		33		2.3			
	4	25	4.4	1.8	27	8		45		3.1	Ⓔ		Ⓔ	24.5	4.5		20.5					
	5	Ⓔ		1.4	18	6.5		30		2.35	32.5		6.5	21			10					
	6	17			Ⓔ	Ⓔ		20		1.86	22.0		5.0	13.5			Ⓔ					
	7	Ⓔ				4.8		13.5		1.6			Ⓔ	Ⓔ			6.3					
	8	12				3.5								4.0			4.1					
	9													3.3								
	10																					
	11																					
	12																					
成 品 疵	5	穴 状 疵	表 面	幅の中央部のもののみ明確なるハゲ状及び線状疵を認む	深さ 0.03 ~ 0.19 mm, 幅 0.10 ~ 0.83 mm の断続線状疵を認む	明確な線状疵を認む	深さ 0.05 ~ 0.2 mm の線状疵を認む	カブサリ状の疵として認む	線状疵を認む													
			側 面	認めず	深さ 0.87 ~ 4.13 mm の疵を認む	深さ 0.018 ~ 0.64 mm の明確な疵を認む	深さ 4.5 ~ 5.2 mm の線状疵を認む	断続線状疵として認む	線状割れ疵を認む													
状 況	6	亀 甲 状 疵	表 面	片面の耳部に斜めに線状疵らしきものを認む	—	—	剥げたような疵に線状疵を亀甲状に認む	—	幅 1mm 位の斜め筋状疵を認む													
			側 面	認めず	—	—	剥げたような疵に線	—	斜め疵を認む													