異なる圧延法による亜鉛板の機械的諸性質の變化*

池 村 恭 一**

Kyoichi Ikemura : On the Mechanical Properties of Mixed Zinc Sheets Rolled under the Various Conditions.

This study concerns the mechanical properties of zinc sheets, mixed electrolytic and refined zinc in the ratio of 50 : 50, rolled under various conditions. The experimental results obtained are as follows.

(1) The material can be rolled easier and elongation of cold rolled sheet increases with elevating rolling temperature. When materials are rolled at temperatures higher than 200°, they tend to crack.

(2) By intermediate annealing after hot rolling, subsequent cold rolling becomes easier and cold rolled sheets have better bending properties but erichsen values are smaller than those of cold rolled without intermediate annealing. If materials are cold rolled with intermediate annealing, their bending properties become better but erichsen value and tensile strength decrease with thinning of the thickness of hot rolled sheets.

(3) Bending properties become the best at about from 20 to 30 percent cold rolling reduction after final annealing but tensile strength increases as cold rolling reduction is raised.

(4) Directional properties decrease and elongation and erichsen value increase by cross rolling at cold reduction, but on materials rolled with 40% or more in one direction after cross rolling these effects disappear.

(Received April 30, 1949)

I. 緒 言

亜鉛の圧延組織に関してはこれが多くの金属中で著しい特性を示すために数多の人々によつて研究されて來たが、圧延条件によつてその諸性質がどのように変化するかを系統的に調べたものは余り見られない。著者の調べた文献は少いがそれらの中から二 三の結果を總括すると、高温で圧延した板は低温で圧延したものより仕上冷延後において伸、エリクセン値及び折曲回数は大きく抗張力は小さい⁽¹⁾。圧延中の中間焼鈍は必ずしも良い結果を興えない⁽²⁾。冷延度の大きくなる程抗張力は下り伸は増して來る⁽¹⁾。また cross rolling をすることによつて異方性は少くなり延性は増大する⁽³⁾。

本実験は亜鉛の圧延条件と諸性質との関係を系統的に調べる目的をもつて行つたものである。

II. 実験法及びその結果

試料として電氣亜鉛と並亜鉛を 50 : 50 の重量比に配合したものを用い、その純度は Fe 0.07~0.12, Pb 0.56~0.62 の範圍のものである。

(A) 熱 延 温 度

熱延温度が圧延能、熱延材及び冷延材の機械的諸性質に及ぼす影響を知るために、厚さ 24mm の鑄塊をそれぞれ 100°, 150°, 200° 及び 250° で熱延して 4mm の厚さとした。なお以下の実験において特にことわらない限り圧延方向は常に一定とする。何れの温度でも割れることなく良く圧延出來たが、100° では未だ硬くて圧下回数が多い。熱延

後の板の機械的性質は Fig. 1 (a) に示す如く圧延温度の高い方が幾分伸は大きいが抗張力の方は圧延温度が 200° 迄

Fig. 1 Effect of Rolling Temperature on the Properties of Hot Rolled Sheet.

は同様に増していくが250°では却つて小さくなる。しかしこの変化は目立つ程著しいものとはいえない。圧延前後における材料の温度は Table 1 の如く250°で圧延したものが少し高い位いでその他は殆んど差はない。これらの板を150°で30

分焼鈍すると Fig. 1 (b) の如くなり、伸は前と反対に圧延温度の高いもの程小さくその方向性も大きい。抗張力は全体として焼鈍前よりも小さくなるが圧延温度による差は認められない。

Table 1 Rolling Temperature.

Before Rolling °C	100	150	200	250
After Rolling °C	71	78	72	93

冷延によりこれらの板を更に 1mm の厚さにしたもの性質を Fig. 2 a, b 及び Table 2 に示す。熱延後焼鈍せず

** 神戸製鋼所長府工場

* 昭和24年4月本會東京大會に発表

(1) Löhberg, Z. Metallk., 31 (1939), 133.

(2) O. Bauer u. P. Zanker, Z. Metallk., 26 (1934), 191.

(3) Burkhardt, Technologie der Zinklegierungen, J. Springer, Berlin, (1937).

に冷延したものでは抗張力及び伸共に圧延温度の高い程大きい。特に伸においてその傾向は著しい。一方中間焼鈍した後に冷延すると圧延温度の差はなくなり伸及び抗張力

Fig. 2 Effect of Rolling Temperature on the Properties of Cold Rolled Sheet.

延したものの方が大きい。冷延は中間焼鈍をした時の方が容易である。

Table 2 Effect of Rolling Temperature on the Properties of Cold Rolled Sheet.

Rolling Temperature °C	Bending Radius (T)				Erichsen Value (mm)	
	Unannealed		Annealed at 150° for 30min		Unannealed	Annealed at 150° for 30min
	//	⊥	//	⊥		
100					10.10	8.50
150					9.80	8.35
200	>1	>1	1	>1	8.10	8.75
250					10.45	8.45

(B) 熱延板の厚さ

鑄塊の厚さ及び圧延温度が同じであれば熱延後の板厚の異なる時にはそれ自身及びそれから冷延された板の性質が異なってくるであろう。この関係を調べるために厚さ 24mm の鑄塊を 150° で圧延して 2.5, 1.6 及び 0.8mm とした。Table 3 はこのようにしてえられた板及びそれを 150° で 30 分焼鈍した後の板の機械的性質を示す。抗張力は熱延のままで板厚の薄くなる程大きい。伸は厚い方が大きい。これを焼鈍すると抗張力は一様に小さくなるが板厚の影響はその

Table 3 Properties of Hot Rolled Sheet with Various Thickness.

Thickness of Sheet after Hot Rolling (mm)	As Hot Rolled				Annealed at 150° for 30min			
	Tensile Strength (kg/mm²)		Elongation (%)		Tensile Strength (kg/mm²)		Elongation (%)	
	//	⊥	//	⊥	//	⊥	//	⊥
2.5	18.6	27.0	41.5	25.3	13.3	17.7	24.0	10.0
1.6	22.1	31.2	29.0	19.0	14.4	18.3	48.0	25.0
0.8	26.9	36.2	32.0	23.5	14.6	18.6	47.0	27.0

まゝ保たれる。一方伸は板厚の薄い程大きくなり又全体として圧延のまゝより大きい。次にこれらの板を冷延して 0.5mm の厚さにすると Table 4 (a) 及び (b) の如くなる。

中間焼鈍をしない場合には折曲回数及びエリクセン値は厚板の方が大きい。その他の性質は板厚による差は認められない。中間焼鈍後冷延すると折曲回数及び伸は薄板程、又

Table 4 Properties of Cold Rolled Sheet.
(a) Cold Rolling without Annealing.

Thickness of Sheet after Hot Rolling (mm)	Tensile Strength (kg/mm²)		Elongation (%)		Bending Radius (T)		Bending Numbers		Erichsen Value (mm)
	//	⊥	//	⊥	//	⊥	//	⊥	
2.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.6	28.1	34.8	24.3	27.0	>2	>2	4.0	1.3	8.07
0.8	28.0	35.0	25.8	25.5			2.2	0.6	7.55

Table 4 (b) Cold Rolling after Annealing at 150° for 30min.

Thickness of Sheet after Hot Rolling (mm)	Tensile Strength (kg/mm²)		Elongation (%)		Bending Radius (T)		Bending Numbers		Erichsen Value (mm)
	//	⊥	//	⊥	//	⊥	//	⊥	
2.5	28.1	34.3	27.3	22.5	2	2	3	2	7.0
1.6	26.9	32.9	24.3	26.5	0	1.5	6.6	2.9	7.3
0.8	22.1	29.9	33.0	24.6	0	0	14.6	5.7	6.5

折曲半径エリクセン値及び抗張力は厚板程大きくなり、中間焼鈍をしない場合に比してエリクセン値、抗張力及び折曲半径小さく、伸及び折曲回数は大きい。

(C) 冷延中の焼鈍

冷延中に焼鈍を挟むことによって板の性質がうける変化を見るために、予め 36mm の厚さの鑄塊から 5mm 迄熱延し 150° で 30 分中間焼鈍をした後 Table 5 に示す如き種々の厚さにまで冷延し、更に 100°, 150° 及び 230° の温度でそれぞれ 30 分最終焼鈍した後 0.5mm に冷延した板について試験した。Fig. 3 及び Table 6 はその結果である。抗張力及びエリクセン値は圧延率の増すと共に大きくな

Table 5 Final Annealing and Cold Rolling Reduction.

Mark	1	2	3	4	5	6	7
Thickness at Final Ann. (mm)	4.0	2.1	0.90	0.70	0.62	0.55	0.50
Reduction after Ann. (%)	87.5	76.2	44.5	28.6	19.5	7.1	0.0

Table 6 Bending Radius (T)

Annealing Temp. °C	Mark	7	6	5	4	3	2	1
		//	⊥	//	⊥	//	⊥	//
100	//	0	0	0	0	0	0.5	2
	⊥	1.5	0.5	0	0	0.5	1.5	2
150	//	0	0	0	0	0	1.0	2
	⊥	1.0	0	0	0	0	1.5	2
230	//	0	0	0	0	0	0.5	2
	⊥	1.5	0.5	0	0	0	1.0	2

り、折曲半径及び圧延方向の伸は約 30% の圧延率までは増すがそれ以上に加工が進むと却って減少するが横方向の伸は殆んど変化はない。折曲半径もまた 20~30% の圧延率のところでも最も良い性質をもつようになる。折曲半径、折

曲回数及び伸は150°で焼鈍したものが最も良く一方抗張力は低温で焼鈍したもの程大きい。エリクセン値は圧延率の小さいところでは低温で焼鈍したものの方が大きいが高圧延率では焼鈍温度の影響はなくなる。

Fig. 3 Effects of Final Rolling Reduction and Final Annealing Temperature on the Mechanical Properties.

Table 7 Cross Rolling.

Thickness mm		4.8	4.0	2.5	2.3	1.5	1.0	Remarks
Mark								
1		0 → // → // → // → // → 0						// : Rolling direction is parallel to foregoing rolling direction. ⊥ : Rolling direction is perpendicular to foregoing rolling direction
2		0 → // → // → // → // → 0						
3		0 → // → // → ⊥ → // → 0						
4		0 → ⊥ → // → // → ⊥ → // → 0						
5		0 → // → // → // → // → ⊥ → 0						
6		0 → ⊥ → // → // → // → ⊥ → 0						

(D) 冷延での十字圧延

前項と同様に熱延した板を150°で30分間焼鈍した後 Table 7 の如き方法によつて1.0mmに冷延した板につい

て試験した結果を Table 8 に示す。十字圧延は仕上板厚に出来るだけ近い厚さで行うと方向性がなくなると共に伸及びエリクセン値が大きくなる。十字圧延後40%も同一方向に圧延するとその効果は少くまた十字圧延の回数を多くしてもそれらの間の圧延率が大きく有効ではない。

Table 8 Effect of Cross Rolling on the Mechanical Properties

Marks	Tensile Strength (kg/mm ²)			Elongation (%)			Bending Radius (T)			Erichsen Value (mm)
	//	⊥	Diff	//	⊥	Diff	//	⊥	Diff	
1	26.3	31.0	4.7	40.0	38.6	1.4	0.0	1.0	1.0	9.15
2	27.5	33.0	5.5	40.0	38.6	1.4	0.5	1.0	0.5	9.80
3	27.4	30.0	2.6	38.0	49.0	11.0	0.5	1.0	0.5	11.90
4	28.3	31.3	3.0	43.0	51.8	3.8	0.5	0.5	0.0	10.25
5	28.5	28.7	0.2	45.3	46.5	1.2	0.5	0.0	0.5	10.35
6	28.1	28.3	0.2	51.0	51.3	0.2	0.5	0.0	0.5	11.15

III. 結 論

電気亜鉛と並亜鉛と5:5に混合したものについて種々の方法で圧延しその機械的諸性質を調べた結果大要次のことが知られた。

(1) 熱延温度は高い程圧延を容易ならしめ、冷延板の伸も大きくなるがその他の諸性質には余り温度の影響は認められない。

(2) 熱延から冷延への中間焼鈍を行うことによつて冷延は容易となり折曲加工性も良くなるがエリクセン値は中間焼鈍をせずに冷延した方が大きくなる。中間焼鈍をした場合に熱延板の厚さの薄い、程冷延板の折曲加工性は良くまた伸も大きくなるがエリクセン値及び抗張力は小さい。

(3) 冷延では最終焼鈍後20~30%圧延すると折曲加工適が最も良くなり伸も大きいがエリクセン値及び抗張力は圧延率が増すと共に大きくなる。最終焼鈍温度は150°位が当である。

(4) 冷延で十字圧延をすることによつて方向性は少くなり、伸及びエリクセン値は大きくなるが十字圧延後同一方向に40%以上も圧延を続けるとその効果は減少される。

終りに実験に際して御懇篤なる御指導を添うした小久保部長に對し厚く謝意を表する。