

日本鋼管 福山製鉄所 ○松 藤 和 雄
下 村 隆 良

1. 緒 言

2回冷延-焼鈍法によつて通常の1回冷延-焼鈍法よりも、板面に平行な{111}面強度を強く、{100}面強度を弱く、すなわち \bar{r} 値を高く、したがつて深絞り性を向上させ得ることがリムド鋼^{1),2)}および18Crステンレス鋼³⁾等において認められている。

2回冷延-焼鈍法によつて深絞り性(\bar{r} 値)が向上したかどうかを判定するのに、次の3つの立場が考えられよう。

- 1) 1回冷延-焼鈍よりも、それを更に冷延-焼鈍することによつて \bar{r} 値は高くなる。
- 2) 全冷延率が等しい場合、1回冷延-焼鈍よりも2回冷延-焼鈍の方が \bar{r} 値は高くなる。
- 3) 1回冷延-焼鈍で得られる \bar{r} 値の最高値以上が、2回冷延-焼鈍によつて得られる。

最も望ましいのは3)の場合を満足することであるが、1),2)の場合でも特定条件下では利用価値を生ずると考えられる。ここでは仮に少なくとも1)の場合を満たせば、2回冷延-焼鈍の効果ありと考へて、その効果が満足されない条件を著者等の研究結果より調べてみると、

- (1) [C]: 0.10%, [O]: 0.025%のリムド鋼を1次焼鈍を脱炭焼鈍した場合の2次冷延率が50~60%以下の場合⁴⁾。
- (2) 熱延で低温巻取した低炭素Alキルド鋼の場合⁵⁾がある。

本研究は

- a 主として(2)の原因を追求する目的で計画されたが、同時に
- b 1回冷延-焼鈍で超深絞り用鋼板が得られる極低炭素Ti添加鋼⁶⁾の2回冷延-焼鈍効果を調査したところ、極超深絞り用鋼板が得られることがわかつたのであわせて報告する。

2. 実験方法

供試材の熱延条件およびチェック分析値を表1に示す。

試料Aは低温巻取した低炭素Alキルド鋼、試料Bは高温巻取した低炭素Alキルド鋼、試料Cは極低炭素Ti添加Alキルド鋼、試料Dは低炭素リムド鋼である。試料B、Dは本研究の比較材である。

表1 供試材の熱延条件およびフェッ7分析値

試料 号(mm)	原板 号(mm)	熱延条件		フェッ7分析値 (wt%)							
		仕上温度 (°C)	巻取温度 (°C)	C	Mn	P	S	O	Total N	wt Al	Ti
A	2.8	850	540	0.06	0.33	0.010	0.019	-	0.0039	0.048	-
B	2.8	855	705	0.06	0.34	0.010	0.021	-	0.0037	0.052	-
C	3.1	860	580	0.008	0.13	0.012	0.015	-	0.0037	0.036	0.20
D	2.8	855	600	0.05	0.31	0.006	0.027	0.044	0.0018	-	-

供試材の板巾中央部より、220mm(巾)×400mm(長さ)に所要枚数剪断、酸洗後、50、70および80%の1次冷延(70%は試料Cのみ、試料Dは80%が実際には72%)を行つた後、Ar雰囲気中で加熱速度100°C/hrで800°C×10hr焼鈍後炉冷した。

次に50%冷延-焼鈍した試料については、60および80%の2次冷延を行つた後、1次焼鈍と全く同一条件で2次焼鈍を行つた。(試料Cについては1次70%、2次70%の冷延についても行つた)。

冷延、焼鈍はすべて実験用2段圧延機、実験用雰囲気焼鈍炉を用いて行つた。

以上のようにして準備した試料について、 \bar{r} 値、{110}、{200}、{211}、{310}、{221}、{321}、{332}の7面の積分反射強度、(200)極点図およびフェライト粒度の測定を行つた。

3. 実験結果および考察

測定結果の一部を図1~10 に示す。

試料Aは緒言で述べたように、2回冷延-焼鈍効果がなければ、 \bar{r} 値は逆に低下している。この原因は、現象的には1次焼鈍材に比して、主として{222}面強度が減少し、{200}、{110}面強度が増加するためであることがわかる。

再結晶集合組織において、{110}面が発達し易い条件は、

i) 冷延前粒径が大である場合⁶⁾(この場合、同時に{222}が減少する)。

ii) 再結晶前に微細析出物が分散している場合、例えば

① 冷延前にすでにAlNが析出している場合⁷⁾

② 低炭素リムド鋼を溶体化処理した場合⁸⁾

iii) 冷延率が40~50%(成分等によっても変化するのでやや問題はあがる)の場合²⁾等が知られている。試料Aの場合は、i),

ii) - ①の原因が重畳したものと考えられる。

又③は再結晶時に{222}面強度を減少、{200}面強度を増加させる⁹⁾。これらの原因のいくつかを除去する方法を考えれば、Alキルド鋼を2回冷延-焼鈍することによつて、緒言に述べた1)の場合のみならず、2), 3)の場合も実現することが可能と考えられる。

試料Bは熱延で高温巻取してAlNを析出させているので、1, 2次焼鈍後の \bar{r} 値は共に、対応する試料Dの場合より低いが、ここで言う2回冷延-焼鈍の効果は認められる。これはii) - ①の影響は受けるが、i)の効果がなく、1次焼鈍材に比して、主として{222}面強度が増加、{200}面強度が減少するからである。{110} <001>の強度は試料Aの2次焼鈍後が最も高く、試料Bの2次焼鈍後、1次焼鈍後の順に減少している。積分反射強度の結果からは後の2つの試料間に{110}面強度の差は認められない。

試料Cでは著しい2回冷延-焼鈍効果が認められる。1次50%、2次80%の場合は、フェライト粒は割合に小さく(オレンジ、ピールを生ずる限界ASTM No. 6.0~6.5に比して)、しかも $\bar{r}=3.11$ と極めて高い値が得られた。この場合は1次焼鈍後においても{222}面強度は高く、{200}面強度は低いが、2次焼鈍後においては更にその傾向は強調される。1次50%冷延のままの集合組織は、積分反射強度では試料間にそれほど差が認められない。しかしながら、{200}極点図上では試料A, B, Dはほとんど同一であるが、試料Cは{112} <1 $\bar{1}$ 0> が特に強くなっているのが認められた。これは高橋等の結果¹⁰⁾とよく一致している。著者等は1, 2次共に50%、3次60%の3回冷延-焼鈍によつて、 $\bar{r}=3.37$ という極めて高い値を経験している。

この原因は極低炭素であること、Ti添加によつて固溶の[C], [N]のみならず、[O], [S]等も補足され、マトリックスが清浄化されていること、 Mn が低いことおよび冷延前フェライト粒が割合に小さいこと等が考えられる。

試料Dはよく知られているように、2回冷延-焼鈍効果はつきり認められる。

この原因は1次焼鈍後よりも2次焼鈍の方が、{222}面強度が増加し、{200}面強度が減少するからである。

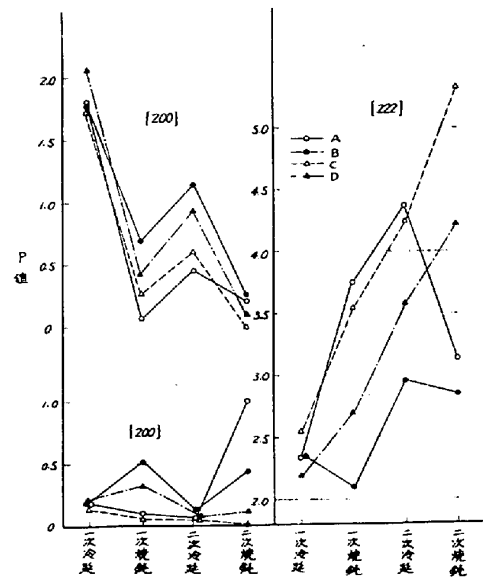


図1 2回冷延-焼鈍プロセス中の積分反射強度の変化

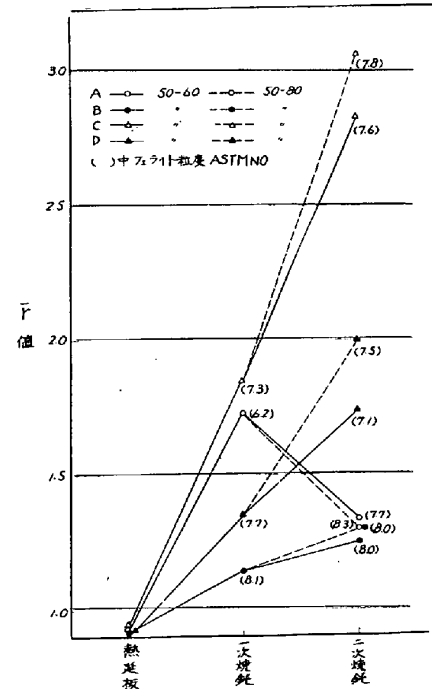


図2 熱延板、1回冷延-焼鈍及び2回冷延-焼鈍による \bar{r} 値の変化

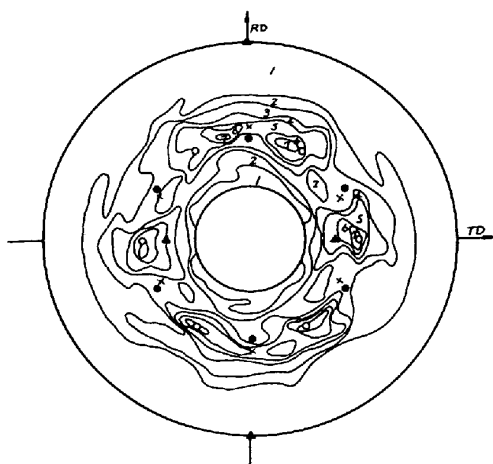


図 3 50%冷延, 800°C×10hr 焼鈍した
試料Aの[200]極点図

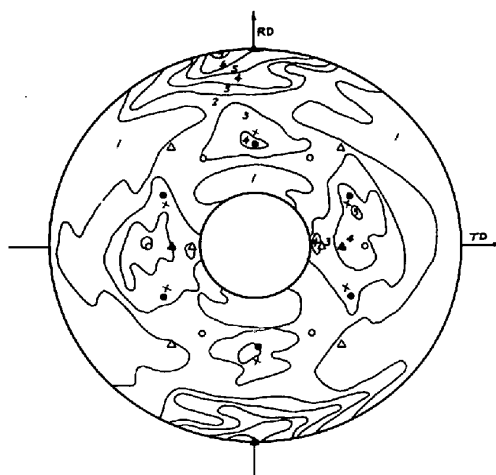


図 4 50%冷延, 800°C×10hr 焼鈍—
60%冷延, 800°C×10hr 焼鈍した
試料Aの[200]極点図

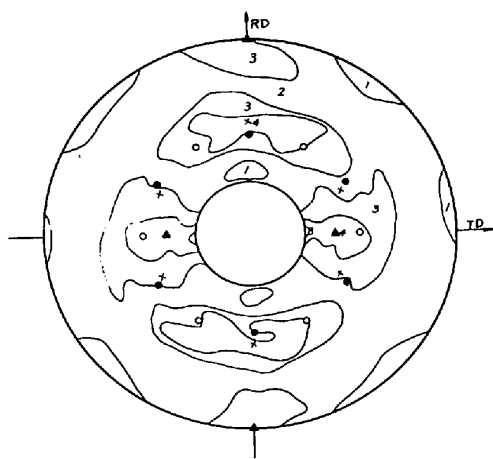


図 5 50%冷延, 800°C×10hr 焼鈍した
試料Bの[200]極点図

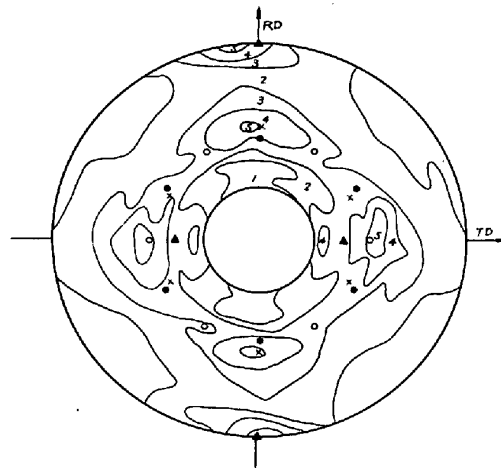


図 6 50%冷延, 800°C×10hr 焼鈍—
60%冷延, 800°C×10hr 焼鈍した
試料Bの[200]極点図

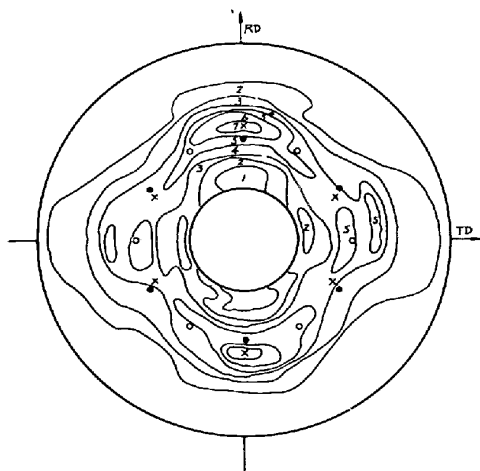


図 7 50%冷延, 800°C×10hr 焼鈍した
試料Cの[200]極点図

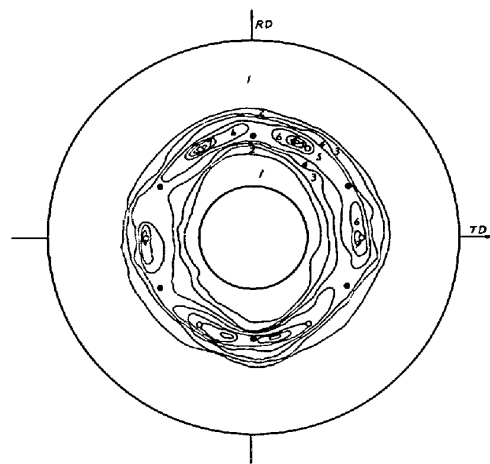


図 8 50%冷延, 800°C×10hr 焼鈍—
60%冷延, 800°C×10hr 焼鈍した
試料Cの[200]極点図

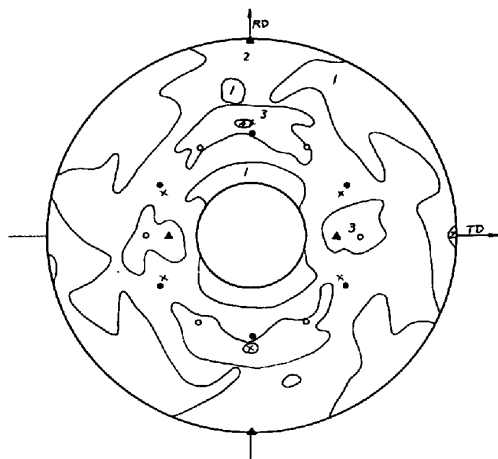


図 9 50%冷延, 800°C×10hr焼鈍した
試料Dの{200}極点図

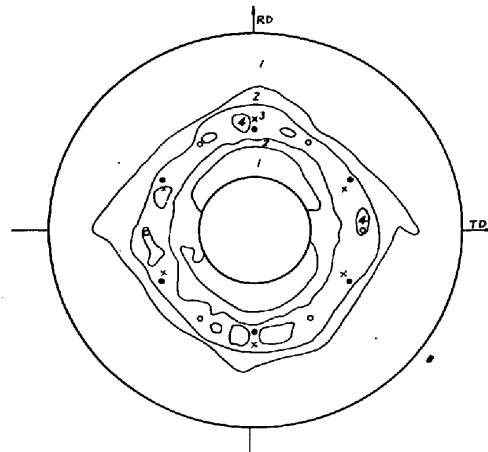


図 10 50%冷延, 800°C×10hr焼鈍—
60%冷延, 800°C×10hr焼鈍した
試料Dの{200}極点図

この場合は{110}面強度も減少している。

4. 結 言

1次冷延前にAlNを析出させない低炭素Alキルド鋼(試料A)、AlNを析出させた低炭素Alキルド鋼(試料B)、極低炭素Ti添加Alキルド鋼(試料C)および低炭素リムド鋼(試料D)を用い、主として1次冷延率50%、2次冷延率60および80%、1, 2次焼鈍を800°C×10hrとした場合の2回冷延-焼鈍法について研究した結果、次のことがわかった。

1) 試料B, C, Dは2回冷延-焼鈍の効果認められ、1回冷延-焼鈍後より \bar{r} 値は向上する。試料Aはその効果が認められないばかりか、逆に \bar{r} 値は低下する。特に試料Cの効果は大きく、極超深絞り用鋼板が得られ、試料Bでは深絞り用鋼板は得られない。これらは集合組織の結果とよく一致する。

2) 試料Aに2回冷延-焼鈍効果が認められないのは、2次冷延前のフェライト粒が大きいこと、AlNが2次冷延前に析出していること等が主原因で、{222}面強度が減少し、{110}面強度が増加するためと考えられる。

文 献

- 1) 迫田、柴井、森下：鉄と鋼、50,(1964), 12, P.2093
- 2) 松藤、下村、橋本：塑性と加工、8,(1967), 1678 P.381
- 3) 五弓、鈴木、猪野：日本金属学会誌、34,(1970), 5, P.516
- 4) 松藤、下村：鉄と鋼、56,(1970), 11, P.354
- 5) 清水、松田、定村、高橋也：日本特許公報、昭44-18066
- 6) 速水、和田、小宮：日本金属学会第58回大会講演概要(1966) P.56
- 7) 松尾、速水、長島：第1回再結晶部会提出資料「薄鋼板の再結晶集合組織形成機構」(1970)
- 8) 五弓、阿部、上山：日本金属学会誌、28,(1964) 9, P.542
- 9) 松藤、下村：鉄と鋼、56,(1970) 1, P.28
- 10) 高橋、清水、長田、武智：日本金属学会第67回大会シンポジウム講演予稿(1970) P.86