

第5回

KAWASAKI STEEL GIHO

Vol.6 (1974) No.3

5L50 鋼板の脆性破壊に関する研究

Study on the Brittle Fracture of Decarburized Steel Sheet After Press-forming

(c)JFE Steel Corporation, 2003

•ec b\i^a?}7 0t[ArM

Study on the Brittle Fracture of Decarburized Steel Sheet
After Press-forming

小 西 元 幸*

Motoyuki Konishi

大 橋 延 夫**

Nobuo Ohashi

吉 田 博***

Hiroshi Yoshida

時に強度の圧縮変形を受けた部分を逆方向に引張

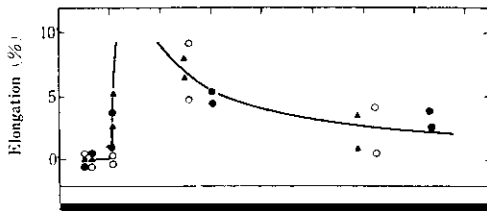
さてこの脱炭冷延鋼板の2次加工脆性について

るように変形させると容易に脆性破壊する現象が

は、脱炭焼鈍の際過脱炭になると起こりやすいこ

あることが知られている。この現象はオープンコ

とが経験的に知られているが、同一C分析値でも



を含む鉄を700°Cで1hr加熱後異なる温度まで徐冷したのち焼入れし、焼入れ温度と破壊挙動の関係を調べ、同一組成の鉄でも熱履歴によって破壊挙動が著しく変化することを報告した。

純鉄の低温（または常温）脆性に関する研究は、このように非常に多く報告されてきているが、その原因

した。引張試験はインストロン型引張試験機を用い、liq. N₂ 中で過渡的な状態でクロスヘッド速度

しており、liq. N₂ 中で引張ったときの伸びはま

20m/minで行なった。

2.2 実験結果

料Bでは破面は一部粒界、一部へき開であり、liq. N₂ 中での伸びも多少現われて試料AとCの間にあることがわかる。この試料では、2次加工で

Fig. 2 2次加工後の引張試験の結果を示す材料の破面

の破面と引張試験の結果を示す材料の破面

を超えるか、あるいは予変形での圧縮加工硬化によって粒内の変形抵抗が粒界強度を上廻る状態になっていると粒界で破断が起こる。

伸びは50~55%であり、したがって室温で引張った場合は上述のような大きな加工硬化を生ずるまでに延性破断が起こることになる。したがって、この加工で脆性を示すようになるための1次変形

の加工度によって変化するが、その変化は粒内の変形抵抗の変化ほど大きくないと考えられ、一般に室温では粒内より粒界のほうが強いが、ある温

での大きな加工硬化は、その1次変形を圧縮変形で与えた場合でなければ起こらないことになる。プレス絞り加工による予歪はこの圧縮変形に相当

度以下あるいは加工度以上になると粒界強度より

する(なおプレスで絞り加工する場合には、加工

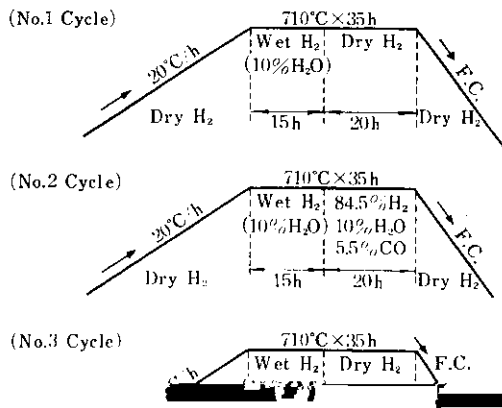
熱延時高温巻取を行なったリムド鋼であり、A1は通常のAlキルド鋼である。試料は100×200mm²に剪断し、洗浄のちスペーサーを挟んで積み重ね、Fig. 5に示す3種の焼鈍サイクルで

サイクルは脱炭脱窒焼鈍後鋼中C量が0.003%となるよう組成を調整した雰囲気中で焼鈍し、C含有量を調整したものである。

雰囲気組成はHudson²⁶⁾らが報告している事

焼鈍した。No. 1 サイクルは脱炭脱窒焼鈍, No. 2

験結果から得られる平衡恒数により以下のようにして求めた。

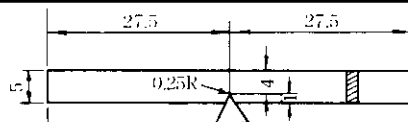


$$K = P_{CO} \cdot P_{H_2} / a_C \cdot P_{H_2O} \dots\dots\dots(3)$$

$$K' = a_C \cdot K = P_{CO} \cdot P_{H_2} / P_{H_2O} \dots\dots\dots(4)$$

Hudsonらは各温度およびC濃度に対するK'の値としてTable 2の結果を与えている。Table 2では704°CでのK'の値は0.11~0.74% Cの試料についてのみ得られており、この範囲ではC含有量に係りなくK'は2.50~2.95であるが、C<0.05%のものについては得られていない。704°CでのK'の値が0.11~0.74% Cの範囲ではC含

一方 704°C において、 αFe 中で Fe_3C と平衡する固溶C量は 0.0176% であることが知られており²⁷⁾、固溶限以下のC含有量に対する K' の値は



$$K' = 2.69 / 0.0176 \times C\% \quad (\text{at } 704^{\circ}\text{C}) \quad \dots(5)$$

Table 3 (a) C and N

Specimen	Annealing cycle			C			N		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
R 1	0.002	0.003	0.003	<0.0005	<0.0005	<0.0005			
R 2	0.002	0.003	0.001	"	"	"			
R 3	0.002	0.003	0.002	"	"	"			

Table 3 (b) Tensile properties at room temperature and aging index (A.I.)

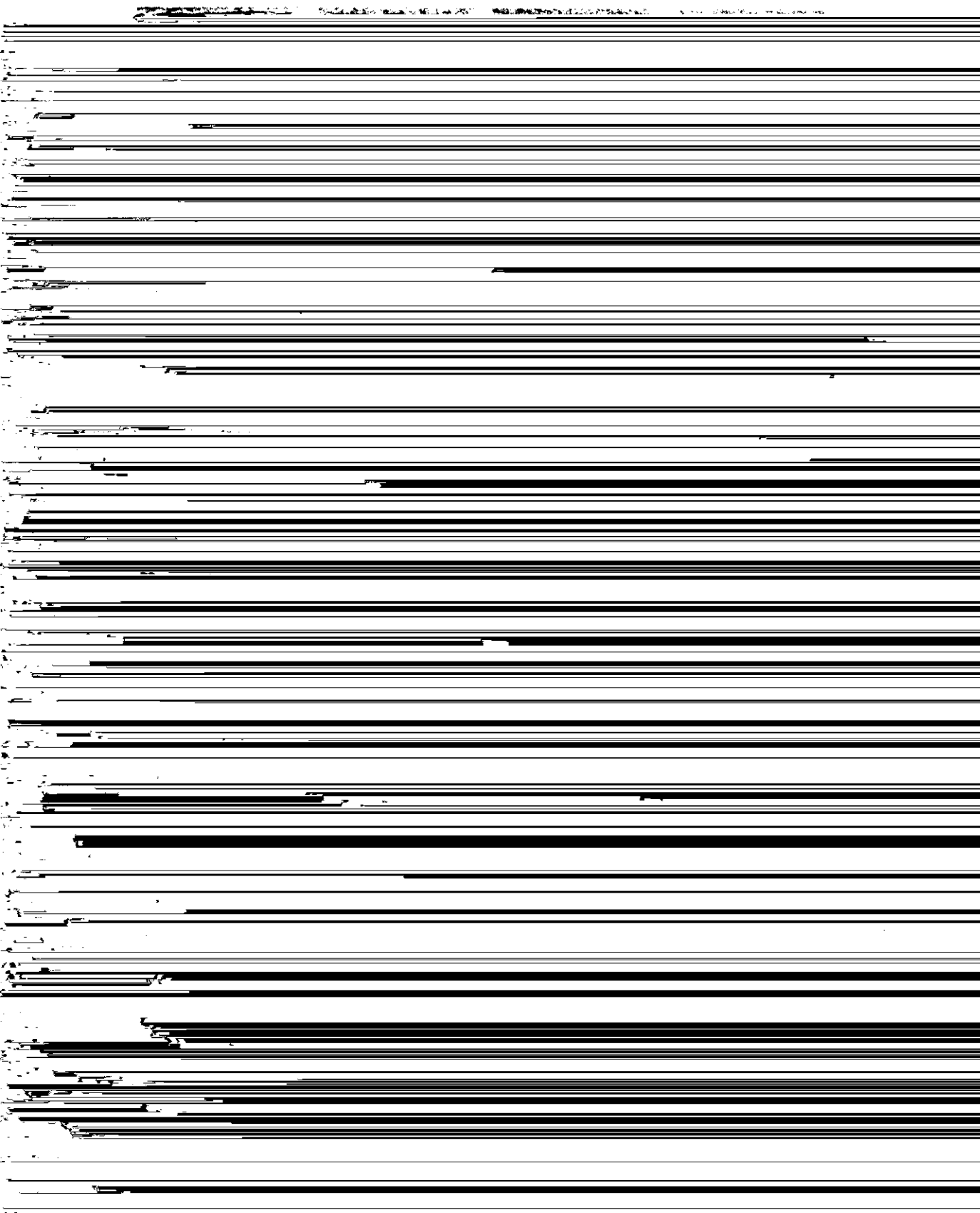
	Y.P. (kg/mm ²)			T.S. (kg/mm ²)			El. (%)			A.I. (kg/mm ²)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
R 1	---	14.3	---	25.2	25.7	26.2	51	50	52	---	4.1	---
R 2	---	14.7	---	25.1	26.0	25.9	52	52	53	---	5.0	---

R 1 (×100)

R 2 (×100)

R 3 (×100)

A 1 (×200)



[The body of the document contains several pages of text that are almost entirely obscured by heavy horizontal black bars, likely due to scanning artifacts or redaction. Only faint, illegible traces of text are visible.]

脱炭素鍍銅板の二次加工特性に関する研究

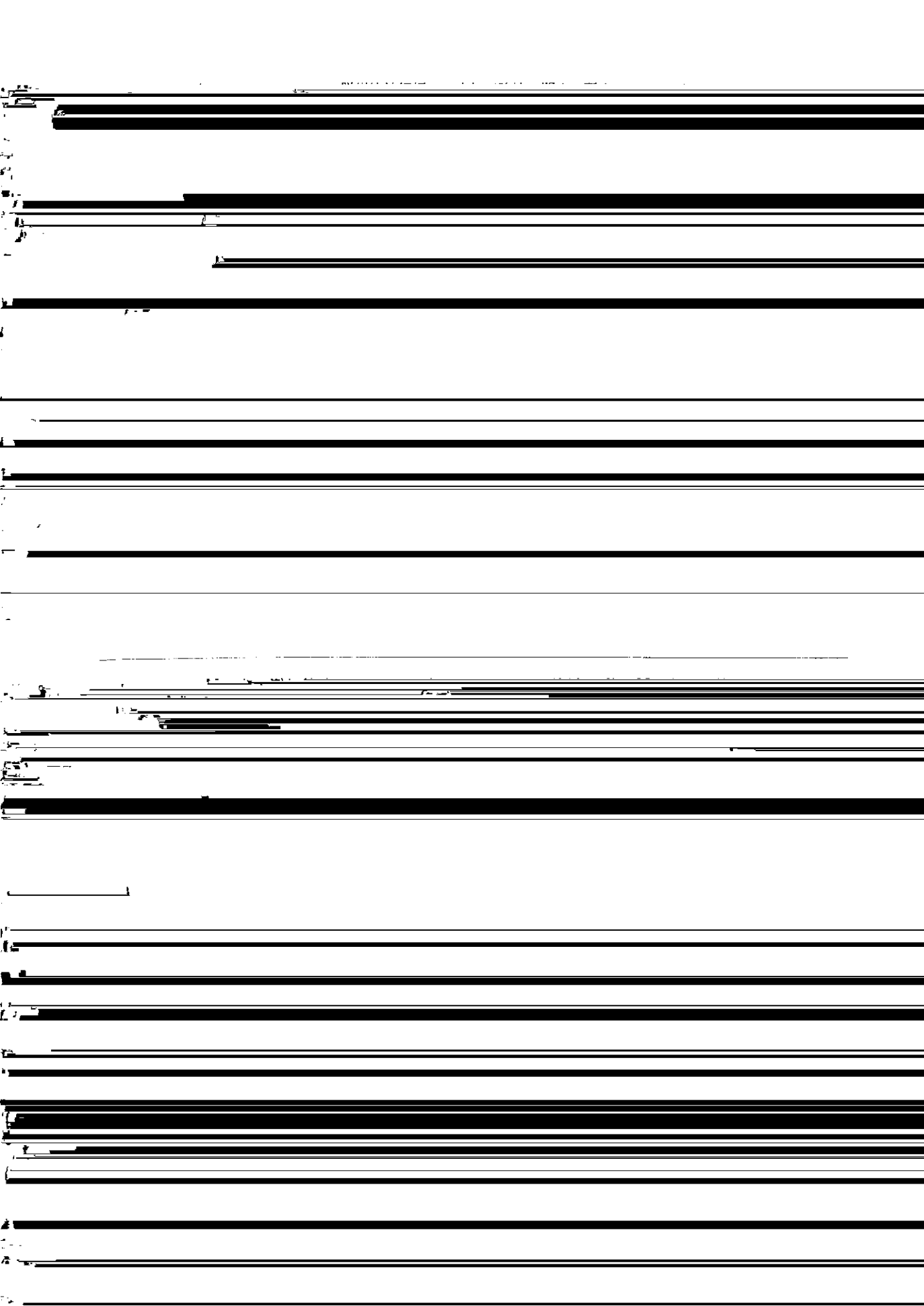
部に関係なく一致して明確な変化を示している。

Tensile specimen



Table 4 Atmospheric gas compositions for carburizing annealing and theoretical and analytical C contents in steel

Gas (vol. %)			$P_{CO} \cdot P_{H_2}$	C %	C %	
0	0	10.0	90.0	0	0	0.002
1	0.1	15.0	84.4	0.00540	0.000036	0.002
2	0.1	10.0	89.9	0.00899	0.000056	0.002
3	0.2	7.5	92.3	0.0246	0.000161	0.002
4	0.5	7.5	92.0	0.0613	0.000401	0.002





と、結晶粒を球として、立方体として、つぎのよ

合、各方向に垂直な破断面上での粒界面積 (S_x ,

するために、圧延によって粒の形状を変化させ、

12, Fig. 13 に示す。Fig. 13 によれば、圧縮変形を与えたのち、その圧縮方向と逆方向(Z方向)に引張る場合は、幾何学的断面積に対する破断粒界面積の比 (S/A) が、はじめの圧縮率の増加とともに急激に低下して1に近づくが、他の方向に引張る場合は粒界面積が相対的に急激に増加することが認められ、粒界単位面積あたりの強度が同じでも、後者の場合は粒界で破断しにくくなるこ

せた試料について liq. N_2 中で引張試験を行ない、引張特性の変化について検討した。

5.1 試料および実験方法

4.1節の脱炭脱窒焼鈍後の試料 (Table 4 の No. 0) を用い、室温で0~80%の冷間圧延を与えたのち、圧延方向 (L) およびそれに直角方向 (C) と Fig. 2 示す小型引張試験片を切り出し、

を liq. N_2 中で L, および C 方向に引張ったときの, T.S., El, および S/A と圧下率の関係を示す。T.S. は冷間圧下率 5% で急激に増加し, 以後は徐々に増加する。初期の急激な増加は L 方向に引

ある。

Fig. 15 は S/A と liq. N_2 中で L および C 方向に引張ったときの伸びの関係を示す。冷間圧下率および引張方向に関係なく S/A が 2.3 付近ま

加は C 方向に引張った場合のほうが大きい。El は L 方向では冷間圧下率約 10% まで, C 方向では約

とともに増加する。L, C 方向ともほぼ同一曲線上に乗るが, C 方向のほうが El は幾分低い。こ



加に依存して T.S. が増加することになる。

工後の脆化に関する今回の実験の結果から、つぎ

強度の高い試料を深絞り加工後常温で衝撃破壊させた場合、および冷間加工を与えないで liq. N₂

1) 2次加工脆性は、原板の粒界破断に基づく低温脆性と本質的に同じ理由によって起こる現象

参 考 文 献

- 3) 小久保, 柴田, 岩井, 大木: 塑性加工学会講演予稿, (1973-11), 149: 鉄と鋼, 86 (1973), S489
4) 須藤, 大木, 柴田, 小久保: 塑性加工学会講演予稿, (1973-11), 鉄と鋼, 86 (1973), S490.

- 5) 松藤, 由田: 塑性加工学会講演予稿, (1973-11), 141, 鉄と鋼, 86 (1973), S491
6) 松藤, 由田: 塑性加工学会講演予稿, (1973-11), 145: 鉄と鋼, 86 (1973), S492
7) 清水: 学位論文