



極深絞り用オーステナイト系ステンレス鋼  
R 304UD の開発

Development of New Austenitic Stainless Steel R 304UD for Ultra Deep Drawing

大橋 延夫\*

Nobuo Ohashi

小野 寛\*\*

Yutaka Ono

野原 清彦\*\*\*

Kiyohiko Nohara

宮脇 哲雄\*\*\*\*

Tetsuo Miyawaki

渡辺 健次\*\*\*\*

Kenji Watanabe

Synopsis:

The investigation was carried out to develop austenitic stainless steel sheet for deep drawing.

Good press formability was shown for the steel of suitable  $Md_{30}$  value, the index of austenite stability, which was calculated from the chemical composition. Excellent press formability was obtained in Cu-bearing steel in comparison

一方、SUS 304 はオーステナイト相が安定で窒

イス(100×75mm および 100×60mm)による成形も行った。

### (2) 小型深絞り試験機による成形試験

西独 Erichsen 社製自動カップ絞り試験機によって荷重深絞り試験を行い、さらにしわと破断を考慮した成形可能領域の推定のための試験も行った。主として用いた工具は 33mmφ 平底円筒型である。

### (3) 100t プレスによる成形試験

100t 油圧プレスにより、主として 100mmφ 円筒型および各辺 100mm の 4 角筒型を用いてプレス実験を行った。プレス速度は約 200mm/min としたが、潤滑およびしわ押え条件は適宜選定した。

### (4) 実物プレスによるプレス実験

実物プレスによる深型シンの絞り実験を行った。成形品の側壁のそり(ひずみ)をダイヤルゲージで、また剛性(転移点挫屈荷重)をばねばかりで測定した。

## 3. R 304UD の組成決定の経過

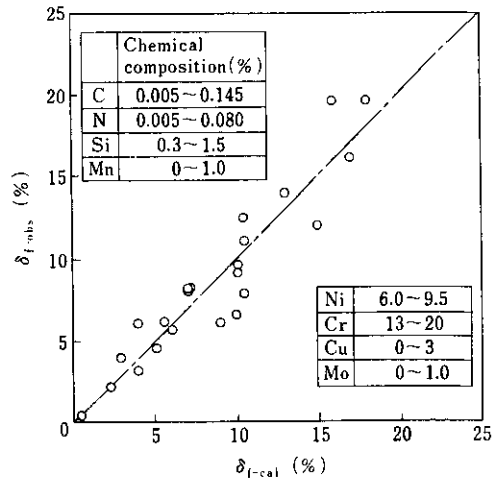




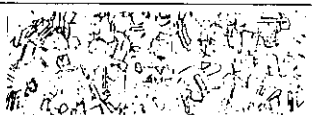
Fig.1 Relation between observed and calculated amount of  $\delta$  ferrite in 10kg ingot

### 3・2 オーステナイト安定度

オーステナイト系ステンレス鋼の機械的性質がオーステナイト安定度に強く依存していることはよく知られている<sup>4)</sup>。絞りと張出しの複合成形性についても同様の影響が考えられ<sup>2,5)</sup> 前述の通りか

Chemical composition (%)			
C	0.04~0.15	Ni	6.0~9.0
N	0.015~0.035	Cr	13~19

#### 4. R 304UD の材料特性

	R 304UD		SUS 304
	K	S	
As annealed			

#### 4・2・1 引張特性

平均値で見ると 0.2% 耐力や硬度測定結果からわかるように R 304UD は低加工度における強度が低く、軟質な材料といえる。それに対し引張強

り試験において、絞り加工完了後の成形品を空气中室温で保持した場合、各材料別の限界絞り比で成形した試料でも置割れは生じなかった。さらに、ブランクを 1 段または多段絞りにより種々の絞り比で成形し、80°C で 1h 時効処理後割れの有無を

Table 5. Corrosion resistance test results

No.	Material	Corrosion rate (mm/year)		Remarks
		Actual	Calculated	
1	R 304UD	0.001	0.001	Good
2	304	0.002	0.002	Good
3	316	0.001	0.001	Good
4	309	0.001	0.001	Good
5	310	0.001	0.001	Good
6	321	0.001	0.001	Good
7	304L	0.001	0.001	Good
8	316L	0.001	0.001	Good
9	304LN	0.001	0.001	Good
10	316LN	0.001	0.001	Good
11	304LN	0.001	0.001	Good
12	316LN	0.001	0.001	Good
13	304LN	0.001	0.001	Good
14	316LN	0.001	0.001	Good
15	304LN	0.001	0.001	Good
16	316LN	0.001	0.001	Good
17	304LN	0.001	0.001	Good
18	316LN	0.001	0.001	Good
19	304LN	0.001	0.001	Good
20	316LN	0.001	0.001	Good
21	304LN	0.001	0.001	Good
22	316LN	0.001	0.001	Good
23	304LN	0.001	0.001	Good
24	316LN	0.001	0.001	Good
25	304LN	0.001	0.001	Good
26	316LN	0.001	0.001	Good
27	304LN	0.001	0.001	Good
28	316LN	0.001	0.001	Good
29	304LN	0.001	0.001	Good
30	316LN	0.001	0.001	Good
31	304LN	0.001	0.001	Good
32	316LN	0.001	0.001	Good
33	304LN	0.001	0.001	Good
34	316LN	0.001	0.001	Good
35	304LN	0.001	0.001	Good
36	316LN	0.001	0.001	Good
37	304LN	0.001	0.001	Good
38	316LN	0.001	0.001	Good
39	304LN	0.001	0.001	Good
40	316LN	0.001	0.001	Good
41	304LN	0.001	0.001	Good
42	316LN	0.001	0.001	Good
43	304LN	0.001	0.001	Good
44	316LN	0.001	0.001	Good
45	304LN	0.001	0.001	Good
46	316LN	0.001	0.001	Good
47	304LN	0.001	0.001	Good
48	316LN	0.001	0.001	Good
49	304LN	0.001	0.001	Good
50	316LN	0.001	0.001	Good



一つは母相の加工硬化の程度が軽微なことである。これは低ひずみ領域で R 304UD とほぼ同量の  $\alpha'$  マルテンサイトを発生する N 含有 Cu 添加オーステナイト系ステンレス鋼<sup>10)</sup> の流動応力が R 304UD よりもかなり大きいことから裏づけられる。もう一つは R 304UD の  $\alpha'$  マルテンサイトが比較的軟質なこと、これは SUS 301 としては比較的安定な組成を有し、低ひずみ領域で R 304UD の

がわかる。すべての測定温度範囲で R 304UD のほうが SUS 304 より  $\alpha'$  マルテンサイトが多発しており、このことが前者の機械的性質や成形性が優れている原因の一つと考えられるが、同時に耐置割れ性に若干劣る原因ともなっている。

## 5・2 成形性について

応力が R 304UD よりもかなり大きい事実から裏

絞り成形における多軸変形の際の荷重とストロ

### 5・2・2 限界絞り比

金属材料のプレス成形性の全体像を把握するには、成形深さ-ブランク径-しわ押え力の間関係を求めるのが望ましいが、このうち成形深さ-ブランク径の関係から求められる成形限界ブランク

を示すものである。

LDRは、次式のように絞り力  $P_f$  とこれを支えるカップの壁から底へかけての強さ(破断力)  $P_z$  で決まる。

$$LDR=f(P_f, P_z) \dots\dots\dots(3)$$

ただし  $P_f=P_d+P_b+P_h+P_i$  である。TPZ法(荷

考慮して把握しておくことが肝要である。それによつて、おま破断も生じない成形可能領域を推定

Flange

Fracture

いずれも大きい。データ数は少ないがFI値と  $H_{max}$  もしくは  $\Delta BHF$  の間には正の相関がありそう

な。たがって、材料としては平面ひずみ状態での延性の優れているものがこのような絞りには好ましく、

として用いよう可能性がある。軟鋼の  $H_{max}$  は

を示すことが推測される。なおここに得られた変

0.9

にくく、かつ側壁のずみも生じにくいから形状性に有利である。なお1次絞り180mmのまきの性能

す。そして耐置割れ性は SUS 304 より若干劣るが、耐食・耐しゅう性は SUS 304 と変わらない。  
 (4) R 304UD の引張性質は亦形温度に依る

的に測定した結果、R 304UD のほうが SUS 304 よりも明らかに広いことが確かめられた。また成形  
 開始温度測定結果は、亦形温度に依る

20°、60°の亦形温度の引張性質は、

引張強度は、