

自動車排ガスシステム用高加工性ステンレス鋼管*1

川崎 博章*2 唐沢 順市*3 西田 保夫*4 川崎 龍夫*5 豊岡 高明*6 柴垣 正邦*7

High Formability Stainless Steel Pipe for Automotive Exhaust System

Hiroaki Kawasaki, Jun-ichi Karasawa, Yasuo Nishida, Tatsuo Kawasaki, Takaaki Toyooka, Masakuni Shibagaki

1 はじめに

近年 CO, NO_x, 浮遊微粒子等による環境汚染および省エネルギー問題がクローズアップされ、自動車排ガスシステムに対するニーズも多様化してきている。とくに排ガス温度の上昇、凝縮水のアルカリ化、融雪塩散布量増加、錆保証の長期化および軽量化に対応するために従来の炭素鋼、アルミナイズド鋼からステンレス鋼への転換が進められている。排ガスシステムステンレス化の中でも使用温度に適したより安価なステンレス鋼へのニーズが高く、フェライト系ステンレスが注目されている。

本報では、使用温度 800°C 以下で、クリープ特性、耐食性、加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼 R409L¹⁾ ステンレス鋼管の概要を紹介する。

2 製造工程と電縫溶接上の留意点

排ガス用ステンレス鋼の製造工程の一例を Fig. 1 に示す。コイル受入検査以降の各工程は鋼管の専門工場である知多製造所で行われる。ステンレス鋼の電縫溶接 (ERW) は炭素鋼の電縫溶接に比して次の相異点がある。

- (1) ステンレス鋼は電気抵抗が大きいので、V-shape エッジ部を溶融するのに必要な電流が小さくなる。したがって、溶鋼を排出するための電磁力が小さく溶接欠陥が発生しやすい。
- (2) ステンレス鋼は、酸素と結合しやすい Cr を多く含んでおり、高融点の Cr 系酸化物を生成するため、溶接不良が発生しやすい。

そこで当社ではステンレス鋼を ERW 法で製管する際、以下の点に留意している。

(1) ガスシールド造管の適用

溶融時の Cr 酸化物の発生を抑制するため、溶接接合部を不

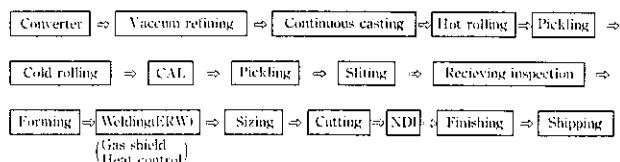


Fig. 1 Manufacturing process of stainless steel exhaust pipe

活性ガス雰囲気にして溶接するガスシールド溶接法を採用し、健全な溶接部を確保している。

(2) ヒートコントロール

ステンレス鋼の溶接はその適正溶接温度範囲が狭いことから、溶接中における板厚 (T)、溶接速度 (V)、溶接部の温度 (θ) を連続的に測定し、(1) 式に基づき常に適正な溶接入力 (E) を維持している。

$$E = K \cdot T^a \cdot V^b \cdot \theta^c \dots\dots\dots (1)$$

ここで、K, a, b, c: 定数

3 製品仕様と特徴

3.1 化学成分

R409L 鋼の取鍋分析の当社規格値と代表値を Table 1 に示す。極低炭素フェライト鋼でかつ Ti 量をコントロールして溶接性および溶接部の延性を向上させている。

3.2 機械的性質

R409L 電縫鋼管の機械的性質規定値を Table 2 に示す。引張試験

Table 1 Ladle analysis (%)

| | | C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | Ti |
|-------|----------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|----------------|---------------|
| R409L | Standard | ≤ 0.03 | ≤ 1.00 | ≤ 1.00 | ≤ 0.040 | ≤ 0.030 | ≤ 0.60 | 10.50 to 11.50 | 6 × C to 0.75 |
| | Ladle | 0.010 | 0.50 | 0.50 | 0.022 | 0.006 | 0.10 | 11.26 | 0.135 |

Table 2 Mechanical properties

| | | |
|---------------------|-----------|--------------------------|
| Tensile test | YS | ≥ 21 kgf/mm ² |
| | TS | ≥ 37 kgf/mm ² |
| | El | 2 D |
| 90° bend test | | 2 D |
| 90° flattening test | | ≤ 1/8 D |
| Flaring test | | ≥ 1.25 D |
| Hardness test | Pipe body | ≤ HV200 |
| | Weld | ≤ HV250 |
| Ferrite grain size | | 5-9 |

*1 昭和63年4月27日原稿受付

*2 知多製造所 技術生産管理部技術管理室 主査(課長)

*3 知多製造所 技術生産管理部技術管理室 主査(掛長)

*4 知多製造所 製造部鋼管技術室

*5 鉄鋼研究所 薄板研究部ステンレス鋼研究室 主査(課長)

*6 鉄鋼研究所 鋼材研究部鋼管研究室 主査(掛長)

*7 鉄鋼技術本部 鋼管技術部 主査(部長補)

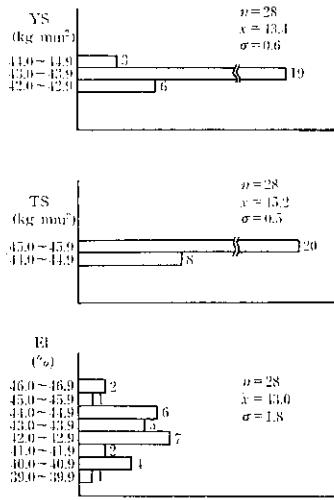


Fig. 2 Mechanical properties of R 409 L ERW pipe (38.1 mmφ × 1.5 mm t)

Flattening test



Flaring test (left)

Segment expanding test (right)

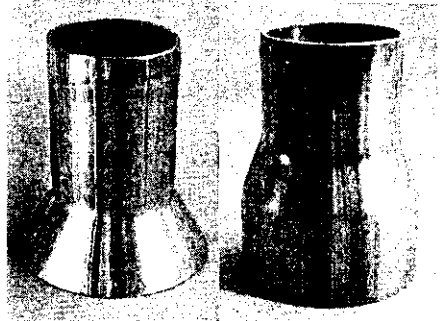


Photo 1 Appearance of tested pipe

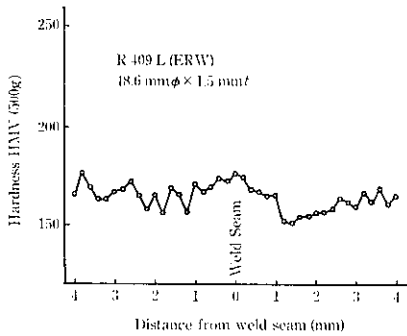


Fig. 3 Hardness distribution

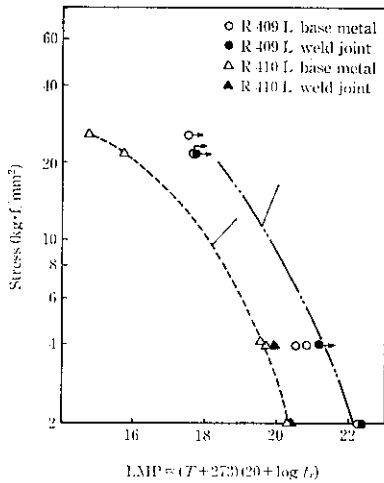


Fig. 4 Master rupture curves of the steels for the results of creep test

値のヒストグラムおよび電縫溶接部の硬さ分布をそれぞれ Fig. 2 および 3 に示す。耐力 (YS) および引張強さ (TS) のバラツキは少なく、伸び (EI) は非常に高い。また、溶接部を含めて硬度の上昇も少なく母コイルと同等の硬度でかつ均一な硬度分布となっている。排ガス用鋼管としての用途上高温強度も重要であり、一例としてクリープ強さを Fig. 4 に示す。クリープ破断強さは Ti 無添加の R410L 鋼に比較して高い値を示している。

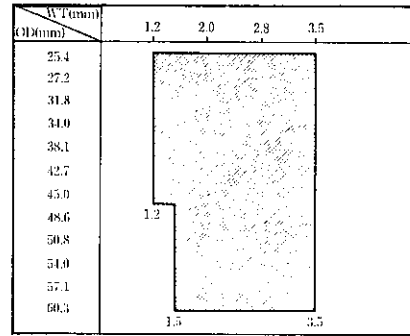


Fig. 5 Available size of ERW stainless pipe (OD, outside diameter; WT, wall thickness)

R409L 電縫鋼管の実用試験結果を Photo 1 に示す。90° へん平で割れはなく、また押しひろげでは 1.5~1.6D で座屈するまで割れはなく、セグメント拡管では 1.2D までの拡管にも耐えている。

4 製造可能寸法

Fig. 5 に電縫溶接での排ガス用ステンレス鋼管の製造可能寸法を示す。外径は 25.4 mm から 60.3 mm までの 12 サイズが可能である。

参考文献

- 小林 眞, 川崎龍夫, 三原康雄, 佐藤広武, 高田正和, 柳島章也: 川崎製鉄技報, 20 (1988) 1, 20-26

〈問い合わせ先〉

| | | |
|------|-------------|-------------|
| 東京本社 | ステンレス営業部 | 電磁ステンレス技術部 |
| | 03-597-4025 | 03-597-3470 |
| 大阪支社 | 鋼管営業部 | 鋼管技術部 |
| | 03-597-4162 | 03-597-3591 |
| 大阪支社 | ステンレス営業部 | 電磁ステンレス技術部 |
| | 06-315-4563 | 06-315-4631 |
| 大阪支社 | 鋼管営業部 | 鋼管技術サービス |
| | 06-315-4579 | 06-315-4634 |