

↑(183) 669, 141, 245LD-424:620, 186:620, 172, 22
:620, 178:621, 785, 6

力容器用として要求されている水準に対しては満足なものである。

3.3 応力除去焼鈍による機械的性質の変化

鍛造リング材を圧力容器として組立てるに際しては、構造溶接後の応力除去焼鈍が必然的に含まれる。したがってこれの影響を知ることは実用上重要である。

Table 3 は、B 鋼リング材の Fig. 1 b 部肉厚中心部から円周方向に切出した試験材について、600~650°C × 10~150hr の応力除去焼鈍を行なったのちの引張および衝撃試験結果である。焼鈍後の冷却は炉冷 (50°C/hr) と水冷を行なったが、これは焼戻脆性感受性をみるためのものである。

引張試験における強さの変化は、バラツキを考慮すれば上記の試験範囲では 3 kg/mm² 程度である。また衝撃性質は高温長時間側でやや劣化の傾向は見られるが、これもバラツキを考慮に入れば明瞭な傾向とはいえない。なお、625°C × 150hr の場合は 50 hr の処理を 3 回繰返したものであるが、繰返加熱の影響も明瞭でない。したがってこの材料の応力除去焼鈍による機械的性質の変化は比較的小さいといえる。さらに、焼鈍後の冷却速度による変化も一貫した傾向を示していないことから、焼戻脆性に対する感受性も問題とならないと考えられる。

4. 結 言

原子炉用圧力容器を対象として、ASME, SA336, Case 1236 相当の Ni-Cr-Mo 鋼を用い、調質前形状で外径 1,510 mm, 肉厚 270 mm, 長さ 1,200 mm のリング材を製造し、その機械的性質に関する各種試験を行ない、次の結果が得られた。

(1) C 量 0.20% と 0.15% のものの比較では、衝撃靱性において後者が明らかにすぐれていた。これは C 量の焼入性におよぼす影響よりも、それ自体の衝撃靱性におよぼす影響が大きいためと考えられる。

(2) 0.15% C のリング材の機械的性質の分布では、特に衝撃性質の質量効果が顕著であるが、これは焼入時の冷却条件からみて本材料では当然の結果である。しかし、肉厚内部でも -12°C で約 6.5 kg-m/cm² の衝撃値が得られた。

(3) 本材料の溶接後の応力除去焼鈍による機械的性質の変化はわずかである。

以上の結果から、本試験リング材の機械的性質は、原子炉圧力容器用材料として現在要求されている水準に十分達していることが明らかとなったが、実際の圧力容器用鍛造リング材の製造において、外径が著しく大きな場合でも肉厚が本試験リング材と同等であれば、上記の試験結果はそのまま適用しうるものと考えられる。

文 献

- 1) A. BARTOCCHI and E. MARIANESCHI: Nuclear Engineering, Apr. (1962), p. 146

(183) 純酸素上吹転炉鋼による軌条の性質について

富士製鉄, 釜石製鉄所

阿部泰久・○青井賢次・大毛利英昭

Study on Properties of Rails made of Pure-Oxygen Converter Steel.

Yasuhisa ABE, Kenji AOI
Hideaki OMORI.

1. 結 言

近年純酸素上吹転炉製鋼法の発達は著しく、この新しい製鋼法はその品質および生産性において従来の平炉製鋼法に比して、優るとも劣らぬといわれている。

本報告は、高度の品質を要求されている軌条を、純酸素上吹転炉により製作し、同時に比較のため平炉鋼により製造した軌条の諸性質を調査した結果である。

2. 試 験 方 法

純酸素上吹転炉鋼については当社の 50 t 転炉で 1 ヒート溶製 (試験鋼塊 8 本) し、さらに比較材として平炉鋼 1 チャージを指定して溶製 (試験鋼塊 9 本) し、溶製一鋼塊一鋼片一 50 N 軌条の各工程において、化学成分、ガス含有量、機械的性質、顕微鏡組織、焼入性、および溶接性等を調査し、純酸素上吹転炉鋼 (以下 LD 鋼という) と平炉鋼とを比較した。

3. 試験結果および考察

3.1 化学成分

軌条頭部よりチェック分析および微量元素分析を行ない比較した (Table 1)。

3.1.1 普通元素

普通元素については成分条件を同一にするために、LD 鋼の成分に類似の平炉鋼を指定した。

3.1.2 微量元素

Ni, Cr は平炉鋼で高く、As は LD 鋼で高くなっている。この原因としては、平炉鋼は LD 鋼に較べてスクラップ使用量が多くこのスクラップから入ったものと思われる。また、As は溶鋳炉で使用した鉄鋳石の差が現われたものと考えられる。

3.2 ガス含有量

サンプリングは炉内、取鍋および軌条について行なった。Fig. 1 のごとく炉内においては [O], [N], [H] ともに LD 鋼が平炉鋼より含有量が少ない。しかし取鍋、軌条となるにしたがつて差はなくなっている。[O] は軌条で 0.006 wt% 程度で LD 鋼、平炉鋼間に差がないが Kuznetsh 工場¹⁾ のキルド鋼レールに比較して若干高めである。[N] は 0.005 wt% 前後で LD 鋼がわずかながら低く、Donawitz²⁾ 工場、Kuznetsh 工場、Dzerzhinskii³⁾ 工場とは同等もしくは低い値を示している。[H] については軌条で測定を行なっていないが、Kuznetsh 工場等の結果から見て LD 鋼は同等もしくは少ないことが推

Table 1. Chemical composition of specimens (%).

Type of rail	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Ti	As
L. D-Rail	0.69	0.17	0.79	0.014	0.012	0.08	0.016	0.028	0.005	0.014
O. H-Rail	0.69	0.18	0.75	0.014	0.016	0.10	0.026	0.044	0.007	0.011

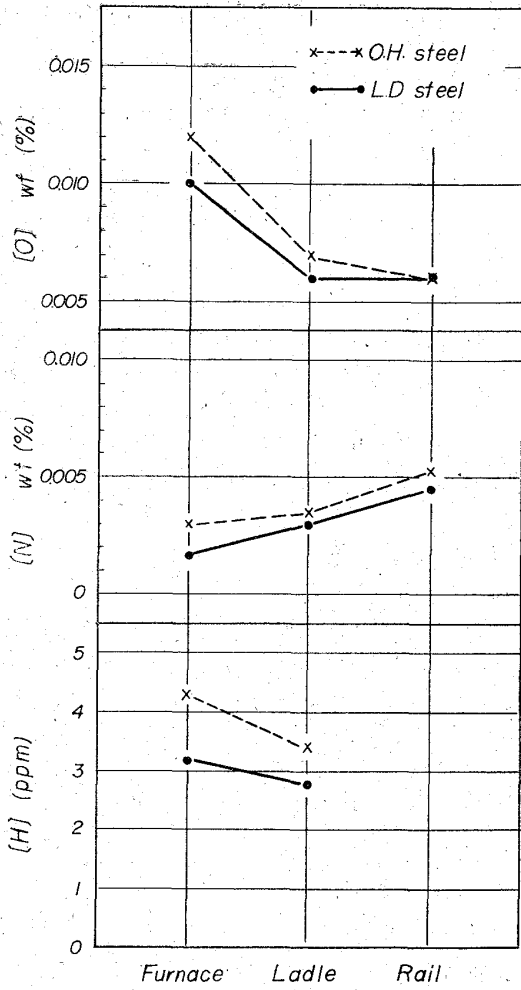


Fig. 1. Comparison of gas contents.

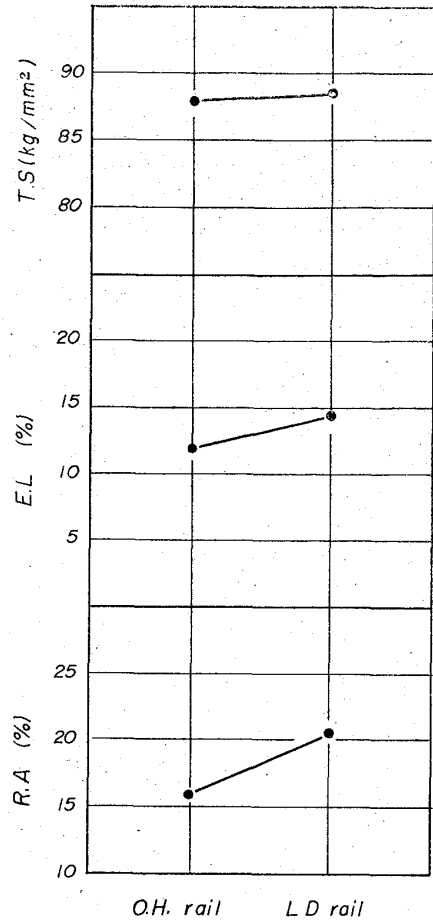


Fig. 2. Comparison of mechanical properties. Specimen: JIS-type 4

定される。

3.3 顕微鏡組織および偏析

3.3.1 オーステナイト結晶粒度

軌条におけるオーステナイト結晶粒度はLD鋼で Gc 4.9, 平炉鋼で 5.2 とLD鋼がわずかながら粗粒であった。これは脱酸調整元素の含有量に関連する。

3.3.2 清浄度

清浄度はLD鋼が Total 0.037%, 平炉鋼は 0.04% とLD鋼がわずかながら清浄なことを示している。従来のレールでは 0.08% 程度で、本調査レールは両者共に清浄度が優れたものであるが、特にLD鋼は優れた清浄度を示している。LD鋼の清浄度が良いことは吹錬中および吹錬終了時の[O]が低いためであるといわれているが、前述のLD鋼の炉内[O]が平炉鋼に比較して少ないことから十分に考えられる。

3.3.3 偏析

サルファープリントおよびマクロ腐食試験により偏析を調査したがLD鋼, 平炉鋼ともに偏析はなく良好であった。

3.4 機械的性質

3.4.1 引張り試験

Fig. 2に示すごとく、LD鋼は平炉鋼に比較し、引張り強さでは同等であるが、伸び率が2.5%、絞り率が4%

も高く、LD鋼が靱性の点で優れていることが明らかである。このことは前述したごとく、LD鋼が平炉鋼に比較して、ガス含有量、微量元素が少なく、清浄度が優れているためと考えられる。他工場の結果と比較しても同等もしくは優れた値を示している。

3.4.2 実物曲げ試験

軌条の実物曲げ試験の結果、破断荷重は同等であるが撓み量が10~20mm LD鋼で高く、引張り試験に示されたごとく実物曲げ試験においてもLD鋼が靱性ですぐれていることが示されている。

3.4.3 摩耗試験

アムスラー摩耗試験機による試験の結果、LD鋼で、1.11(gr/cm²/1.4×10⁵回)、平炉鋼で 1.27 (gr/cm²/1.4×10⁵回) とLD鋼がわずかながら摩耗量が少なくなっている。

3.4.3 その他

硬度試験、衝撃試験、回転曲げ疲労試験、落重試験においては、LD鋼と平炉鋼との間には差は認められなかった。

3.5 焼入性

3.5.1 ジョミニー試験

ジョミニー試験の結果 JH Rc45=4~5mm でLD鋼と平炉鋼間に差は認められなかった。焼入性に対し影響を与えると考えられるものに、成分、特に微量元素とオ

ーステナイト結晶粒度がある。LD鋼，平炉鋼の両者を比較すると，LD鋼で微量元素 (Ni, Cr) が少ないというマイナスの面と，結晶粒度が粗いという焼入性にプラスの面があり，ジョミニー試験に見られるように平炉鋼との間に焼入性の差は認められなかつたものと思われる。

3.5.2 実物焼入試験

ジョミニー試験でLD鋼と平炉鋼間の差が認められなかつたので，普通ルールと同一条件で硬頭処理を行なつた。その結果，引張試験では素材と同様LD鋼が靱性の点で優れている結果を示したが，実物曲げ試験，落重試験，硬度試験等においてはLD鋼は平炉鋼と同様の性質を示した。

3.6 溶接性

短尺ルールを接合して長尺化する場合の接合法としては，テルミット溶接，エンクローズ・アーク溶接，ガス圧接，フラッシュバット溶接，高周波圧接等があるが当社ではガス圧接法によつている。本調査はガス圧接法により，現行作業標準で接合した軌条について行なつた。

引張試験は母材と同様に転炉鋼が靱性の点で優れている。しかし母材と比較した場合，引張り強さはかわらないが，靱性についてはLD鋼，平炉鋼ともに低下している。実物曲げ試験，落重試験共にLD鋼がわずかながらすぐれており，衝撃試験，硬度試験，組織観察ともにLD鋼と平炉鋼間に差は認められなかつた。

4. 結 言

純酸素上吹転炉鋼および平炉鋼軌条の比較調査を行なつた結果，次の結論を得た。

1) 材質的にLD鋼は平炉鋼に比較して靱性が優れている。その理由としては，LD鋼は清浄度がすぐれ，微量元素，ガス含有量，偏析が少ないためであると考えられる。

2) 焼入性，溶接性についても現在の平炉鋼に何んら劣らないものであつた。

以上のごとく，平炉鋼軌条に比較して，純酸素上吹転炉鋼軌条は優るとも劣らない性質を有することが判明した。

文 献

- 1) S. G. AFANAS'ER: Stal in English, 1 (1964), p. 63
- 2) H. V. LAIZNER: Radex-Rundschan, 8 (1956)
- 3) A. A. SOROKIN: Stal in English, 5 (1964), p. 359
- 4) 川崎: 鉄と鋼, 46 (1960) 10, p. 1276

(184) 5%Cr-Mo-V 鋼系，9%W-Cr-V 鋼系バネ材料の熱処理と常温の硬度，引張り，捩り試験ならびに高温の引張りおよび捩り試験等について

(バネ材料に関する研究—XV)

熊本大学，工学部 工博○堀田 秀 次

Relation between the Heat-Treatment and Hardness, Tensile, Torsion Test at Room and High Temperatures of the Spring Materials Made of 5%Cr-Mo-V Steels and 9%W-Cr-V Steels.

(Study on the spring materials—XV)

Dr. Hideji Hotta.

1. 緒 言

高温用バネ材料の研究として従来発表されたものが¹⁾あるが，著者は高温用バネ材料に関する研究として，既往において種々の研究発表^{2)~10)}を行なつたが，前回の第14報¹⁰⁾においては，9%W-Cr-V 鋼系 (SKD5) および Mn-Cr 鋼系 (SUP9) について，いずれも焼入焼戻の熱処理をほどこしたのものについて西原式摩耗試験を施行し，Mn-Cr 鋼系 (SUP9) の常温および高温の捩り試験を Si-Mn 鋼系 (SUP7) および 9% W-Cr-V 鋼系 (SKD5) と比較検討し，あわせて焼入剤の相違による焼入効果を調査し報告した。

今回は，これが第15報として，高温用バネ材料として新たに 5%Cr-1%Mo-0.5%V 鋼 (SKD6) および 5%Cr-1%Mo-1%V 鋼 (SKD61) の 2 鋼種について焼入焼戻の熱処理を施行しこれについて，常温の硬度，引張り，捩り，焼入性試験並びに高温の引張りおよび捩り試験等を行ない，これを 9%W-Cr-V 鋼系，Mn-Cr 鋼系および Si-Mn 鋼系の試験成績と比較検討した経過の概要を報告する。

2. 供 試 材 料

2.1 化学成分

供試材料は次の Table 1 に示す化学成分を有する 5%Cr-1%Mo-0.5%V 鋼 (SKD6)，5%Cr-1%Mo-1%V 鋼 (SKD61)，9%W-Cr-V 鋼 (SKD5)，Mn-Cr 鋼 (SUP9) および Si-Mn 鋼 (SUP7) である。

2.2 熱処理方法

熱処理方法としては，SKD6 および SKD61 共に 900°C × 30min 炉中焼鈍を行ない，焼入保持温度ならびに時間の硬度におよぼす影響を試験し，これにより最適焼入温度を決定し，焼戻温度はそれぞれ 400°，500°C

Table 1. Chemical composition of specimens (%).

Steels	JIS	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	V	Cu
5%Cr-1%Mo-0.5%V steel	SKD 6	0.36	0.93	0.47	0.024	0.022	0.11	4.60	1.16	—	0.39	0.11
5%Cr-1%Mo-1%V steel	SKD61	0.35	0.82	0.40	0.025	0.011	—	5.25	1.11	—	1.04	—
9%W-Cr-V steel	SKD 5	0.29	0.17	0.29	0.025	0.013	—	2.45	—	9.10	0.41	0.09
Mn-Cr steel	SUP 9	0.52	0.30	0.72	0.010	0.010	—	0.76	—	—	—	—
Si-Mn steel	SUP 7	0.65	1.97	0.86	0.014	0.008	0.15	—	—	—	—	0.16