

Table 4. Values of α of different alloying elements.

Element (X)	Vapor. press. at 1600°C (mmHg)	Activity coeff. Fe-X	α obtained by			
			The authors		M. Olette	
			calc.	exp.	calc.	exp.
Si	0.025	0.0174	0.006	1	0.07	10
Mn	42	1.3	546	110	900	150
Ni	0.06	0.7	0.4	0.9	0.32	—
Cr	0.19	1	2.0	1.4	3.3	—
Co	0.05	1	0.5	—	0.5	—
V	4.5×10^{-4}	0.33	—	1.8	—	—
Al	1.8	0.031	0.8	1.4	1.4	—
Cu	1.0	12	112	22	125	60
Mo	2×10^{-8}	1	—	0.9	—	—
Sn	2.0	1	14	11	9.1	18
As	—	—	—	2.9	—	3
P	—	—	—	1	—	0.6
S	—	—	—	22	—	7.5

るが、これは蒸着物組成からの計算で他成分を無視し、平均的値を用いたことが大きく影響していると思われる。

IV. 結 言

特殊鋼および耐熱合金の真空アーク溶解前後の組成を比較し、また蒸着物組成を解析した。

669, 187, 251, 7-982:669, 14
 6018, 8:621, 777, 016, 2
 (95) コンセルアーク溶解せるステンレス鋼の直接押出について

(鋼のコンセルアーク溶解に関する研究—I)

神戸製鋼所中央研究所 63095

鈴木 章・徳田祥一・福原義浩

岩屋工場 中島 弘明 468-469

On the Direct Extrusion of "Cons-el Arc" Melted Stainless Steels.

(Studies on the "Cons-el arc" melting of steels—I)

Akira SUZUKI, Shoichi TOKUDA,
 Yoshihiro FUKUHARA and Hiroaki NAKAZIMA.

I. 緒 言

高級ステンレス鋼は継目無管として冷間抽伸を行なつて使用することが多く、それに使用する素管は熱間押出

法により作ることが近年広く行なわれるようになってきた。熱間押出用のビレットとしては普通約 200mm ϕ までのものを使用するので、一般には数トンまでのインゴットを鍛造または圧延して作っている。したがって、もしインゴットを鍛造または圧延せずそのまま熱間押出にかけることができれば、工程が短縮され、歩留りが向上し、鍛造または圧延費が不用となつて押出素管のコストがいちじるしく低減される。そのために鍛造ビレットの熱間押出の試みもあつたが、オーステナイト系のステンレス鋼塊を直接押出すと、フェライトの存在と結晶粒の粗大さのために素管の表面に鱗状の割れが発生して、表面状態の良好な素管を作ることが難しいといわれていた。

コンセルアーク溶解法。すなわち一般に消耗電極式真空アーク溶解法と呼ばれる方法により鋼を溶解すればガス分および非金属介在物の少ないものが容易に得られ、この方法により溶解したステンレス鋼の優れた特性についてはすでに報告されている通りであり、またこの方法では同時に溶解中に溶湯を電磁氣的に攪拌して結晶粒度を極めて細かくすることが可能である。したがって磁気攪拌しながらコンセルアーク溶解して結晶を微細化したステンレス鋼の塊をそのまま熱間押出しすれば、清浄でかつ表面状態のよい素管が作られることが期待されそれによつてコストの大巾な低減の可能性が考えられる。

筆者らはコンセルアーク溶解法の適用が有望な原子炉用ステンレス鋼 (AISI 348) を選んで、その直接押出の可能性を試験したのでここにその結果を報告する。

II. コンセルアーク溶解

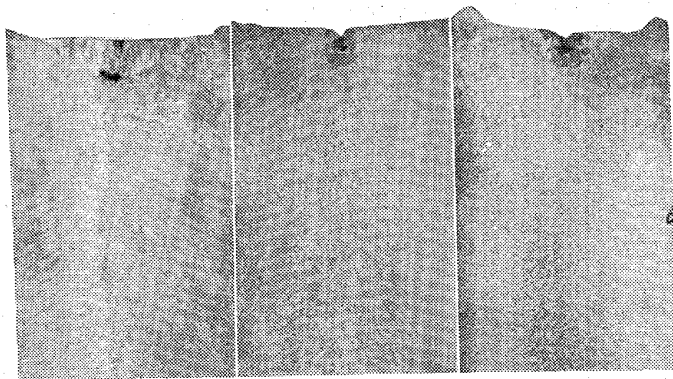
コンセルアーク溶解は 230mm ϕ のるつぼを付けた鋼用のコンセルアーク溶解炉により溶解した。溶解条件としては 230mm ϕ のるつぼを使つて鋼を溶解するのに妥当と考えられる 5kA を選び、磁気攪拌の程度はるつぼ軸に並行にかける磁場の強さを 0, 20, 50 ガウスの 3 通りとした。なお溶湯の回転速度は溶解電流が一定のときはかける磁場の強さが強い程大きく結晶粒度は回転速度が大きい程細かくなることが定性的に知られている。

Table 1. Melting conditions.

H. No.	Current	Magn. field
V S 33	5kA	0gauss
V S 31	5	20
V S 36	5	50

Table 2. Compositions and amount of ferrite (%).

Designations	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Ta	Ta+Cb	α Fe%	
V S 33	Elect. Ingot	0.05	1.89	0.41	0.010	0.011	12.66	18.73	<0.10	0.75	—
		0.04	1.78	0.39	0.014	0.010	12.66	18.80	—	0.75	1.32
V S 31	Elect. Ingot	0.05	1.88	0.50	0.013	0.023	12.83	19.21	<0.10	0.73	—
		0.04	1.57	0.50	0.012	0.021	12.64	19.48	—	0.73	2.54
V S 36	Elect. Ingot	0.04	1.80	0.40	0.013	0.012	12.52	19.13	<0.10	0.76	—
		0.05	1.58	0.38	0.010	0.013	12.76	19.25	—	0.76	2.36



VS 33 VS 31 VS 36
Photo. 1. Microstructure of AISI 348 VS 33, VS 31 and VS 36.

Table 3. Record of extrusion.

H. No.	VS 33	VS 31	VS 36
Heating temp. (°C)	1250	1255	1255
Heating time (mn)	8	8.67	8.83
Max. pressure (kg/cm ²)	270	280	300
Extrusion Time (s)	6.00	3.00	5.52
Deformation resistance (kg/mm ²)	11.70	12.12	13.02

コンセルアーク溶解前後の化学成分と鑄塊のフェライト量(面積率)を Table 2 に示す。フェライト量は磁気攪拌したものはしないものに比べて約 2.5 倍多い。これは他の実験においても確認されており、磁気攪拌の一つの特徴といえる。

III. 熱間押出

コンセルアーク溶解した 230mm φ の鑄塊を 2 等分し、上半分は縦割りしてマクロ組織を調べ、下半分から 153mm φ × 45mm φ の熱間押出用のピレットを作った。鑄塊のマクロ組織は Photo. 1 に示すが、磁気攪拌するためにかけた磁場の強さが強い程結晶が微細化していることが判る。押出は Table 3 に示すごとき状況で行なわれた。押出素管の表面は VS 36 すなわち 50 ガウスで磁気攪拌したものは鍛造または圧延ピレットからの素管の表面と変わりなく、そのまま以後の工程に流せる状態であった。VS 33, VS 31 は共に横割れ(鱗状)がいちじるしく、相当深く疵取りをしなければ後の工程に流せない状態であった。VS 36 ではフェライト量がかなり多いにもかかわらず、素管の表面が良好であったのは、ピレットの結晶粒度が素管の表面状態におよぼす影響が極めて大きいことを示している。したがって磁気攪拌によるフェライト量の増加は、熱間直接押出の場合の素管の表面状態に関するかぎりはあまり問題にならないといえる。

結論としてオーステナイト系ステンレス鋼を 230mm φ のるつばで溶解するときは、溶解電流 5 kA で 50 ガウスの磁場をかけて磁気攪拌し、結晶粒度を充分細かくすればたとえフェライト量が増加しても、直接熱間押出を

して充分表面状態のよい素管が得られることが判つた。

IV. 文 献

- 1) 高尾善一郎, 八木芳郎: 日本金属学会誌, 24 (1960) 1, p. A-23~p. A-28.

669.187.251.7-982

669 15/26-194.3=669.14.018.85
(96) コンセルアーク溶解せる蒸気

タービンプレード材について
(鋼のコンセルアーク溶解に関する研究—II)

神戸製鋼所中央研究所 63096
鈴木 章・徳田祥一・福原義浩
岩屋工場 中島 弘明

On the "Cons-el arc" Melted Steam Turbine Blade Material. 469~471
(Studies on the "Cons-el arc" melting of steels—II)

Akira SUZUKI, Shoichi TOKUDA, Yoshihiro FUKUHARA and Hiroaki NAKAJIMA.

I. 緒 言

近年電力のいちじるしい需要の増加につれて、蒸気タービン用ブレード材に対する需要も急速に伸びて来たが、蒸気タービンプレード材に対する検査規程が厳しいために、一般には角型インゴットを縦割りして内部の不健全部を除去した後熱間加工することが行なわれているために、生産性がいちじるしく低く、材質も充分満足なものができないことが一つのネックになつているといわれている。かかる材料にはコンセルアーク溶解法、すなわち消耗電極式アーク溶解法を応用すれば歩留りと材質のいちじるしい向上が期待される。コンセルアーク溶解法では浅い湯溜りで溶解と凝固を同時に行なうために鑄塊中心部にキャビティなどの欠陥が全くできないので、従来のごとくインゴットを縦割りする必要がなく、ほとんど全部使用できる。この材料の受け入れ検査の内最も厳しいといわれる塩水試験および電解研磨試験に対しては、その欠陥の原因が非金属介在物に起因することが多いと考えられているので、非金属介在物をいちじるしく減少させるコンセルアーク溶解法は材質的に極めて有効であると考えられる。以上の観点から蒸気タービンプレード材として使用されている SUS 37 をコンセルアーク溶解し、鑄塊性を確認すると共に JIS およびタービンメーカーの購入仕様書に沿った確性試験を行なつたのでその結果を報告する。

II. コンセルアーク溶解

コンセルアーク溶解により 360mm φ × 1 m の鑄塊を作ることにしたが、鑄塊性を調べて予め溶解条件の適正であることを確認した後、試験材のコンセルアーク溶解を行うことにした。鑄塊性は鑄塊を縦割りしてダイマーク、マクロエッチを行なつて調べた。そのマクロ組織を従来の角型インゴットケースに鑄込んで作つた同一鋼種のマクロ組織と比較して Photo. 1 に示す。Photo. 1 からコンセルアーク溶解せる鑄塊の内部が極めて健全であることが判る。この鑄塊性の試験結果から溶解条件が適正であることが判つたので、同一の溶解条件で 360