

## 世界最大のチタン鋳造工場を訪ねて

トゥルギン・ラフマン\*

Turgyn RAKHMAN\* Report of Visit to Large Titanium Castings Plant in Tatarstan



Zelenodorsk Titanium Castings Plant was introduced by "Stainless Steel World", Nov., 1998 with article about "Large Castings in Titanium Alloys for Offshore Applications", which referred the world largest casting valve body made by Zelenodorsk plant. This article was summarized and printed in "Titanium Japan" vol. 47, No. 2, 1999. It has been difficult to obtain the detailed information about Russian titanium casting plant so far, and Japanese titanium casting users have been less informed about it. This article reports about the world largest titanium casting production capacity of Zelenodorsk Titanium Casting Plant as I had opportunity to visit there this time.

### 1. はじめに

従来より、チタン鋳物は航空・宇宙関連および化学工業分野での使用がその大半を占め、また製造技術上は航空・宇宙関連製品では精密鋳造法、化学工業分野では砂型鋳造法が一般的となっている。

ここで、チタン鋳造メーカーの中では欧州および中国などのように精密鋳造と砂型鋳造法の両方を、また日本、米国ではそのどちらかの製造法に特化している傾向にある。

現在、世界にはロシアを除いて30社ほどのチタン鋳造メーカーが存在しているといわれているが、ロシアについては1960年代初頭からチタン鋳物の生産が開始され、今では15社程度が稼働しているものと推測される。

ロシアにおけるチタン鋳造メーカーの全容は未だに明らかにされていないが、今回訪問したZelenodorsk Plantは欧米の数倍の鋳造能力を持つ世界最大のチタン鋳造炉を保有している。

同社についてはチタン誌 Vol. 47 No. 2 1999 にもその概要が紹介されているが、チタン鋳物単重で3,000 Kg近い超大型のチタン鋳造品の採用により、日本でもチタンの新たな市場が開拓されることを期待し同社の紹介をする。

### 2. Zelenodorsk Plant の会社概要

Zelenodorsk (ゼレノドルスク) Plant はタタールスタン共和国の首都カザン (モスクワより空路1時間25分)

\* アドバンストマテリアルジャパン(株) モスクワ駐在事務所代表  
 Representative, Resident Office of Moscow, Advanced Material Japan Corporation, 74-1A-194, Prospect Mira Str., Moscow, 129110, Russia

の西約50 km のボルガ川沿いに位置する。

不凍河川であるボルガ川を利用し、1895年に船舶の修理工場 (Paratsk ship repair workshops) としてスタートした。1918年、軍用艦造船所として再編、1925年には民間船の建造も開始された。創立以降、現在までに597隻の軍用船と880隻の民間船を建造したが、1967年にヨーロッパ最大のチタン鋳造工場として主にチタン製バルブ、ポンプ素材として砂型鋳物の製造を開始した。

現在、同社におけるチタン鋳物の生産能力は50 ton/月 (600 ton/年) で、鋳物サイズとしては 最大単重2,750 Kg、大きさはφ2,500×1,500 H までの砂型鋳物の鋳造が可能である。主な輸出先はアメリカ、ヨーロッパ、オーストラリア、韓国などであるが、化学工業用チタンバルブボデー、ポンプ部品などの鋳物が中心となっている。

### 3. チタン鋳造技術

鋳型、溶解・鋳造、関連技術など Zelenodorsk Plant のチタン鋳造技術の主な特徴を以下に記す。

#### 3.1 チタン鋳造用鋳型

一般に、チタン鋳造技術は鋳型材質と溶解・鋳造方法の2点が大きなポイントとされている。特に使用する鋳型材質の材質は鋳物の表面品質に直接的に影響を与え、過去約50年間各国で種々の耐火物が検討されてきた。

しかし、現在でも (チタン溶湯と全く反応しない) 完璧な鋳型は実用化されておらず、チタン砂型鋳造においては世界的にも黒鉛系鋳型が未だに主流となっている。ここで、黒鉛系鋳型は日本、米国、中国などで適用されているが、ロシアについては未だにその全貌は明らかにされていない。

しかし、Zelenodorsk Plant では鋳型材としてのコスト面及び造型時の作業環境を考慮し40年近くにわたっ

てマグネシア鋳型を使用している。チタン鋳造において、マグネシア鋳型は黒鉛系鋳型よりもチタン溶湯と反応しやすく、鋳物表面に発生する汚染層が深くなる傾向にあるが、同社では必要により特殊な塗型材を鋳型表面に塗布し鋳物の表面汚染層の発生を少なくしている。

#### 3.2 チタン溶解・鋳造

チタン鋳造炉は9基設置され、そのうち8基は出湯量200~800 Kg (消耗電極径: φ280~φ460) の消耗電極式スカルアーク炉で、その他に1基超大型のチタン鋳造炉が稼働している。

超大型溶解炉 (1982年製, Photo. 1) の主な特徴を以下に記す。

- (1) 溶解方式は消耗電極式スカルアーク溶解で、1炉で同時に2基での溶解を行い中央に配置された鋳型 (Photo. 2) に同時に注湯する。
- (2) 消耗電極はφ600×1,500 L (1,900 Kg) で、同時注湯で3,000 Kg (Max: 3,500 Kg) の出湯が可能。
- (3) ルツボは水冷黒鉛で、ルツボ内面にチタンライナーを装入し、ルツボからの汚染を防止。
- (4) 最大投入電力は1基で37,500 A×40 V、溶解時間は1時間30分 (注湯時間は80秒)。
- (5) 溶解中の真空度は0.2 Pa で、小型の拡散ポンプを備えている。
- (6) 鋳型は中央に配置の鋳型室に炉体上部から装入。

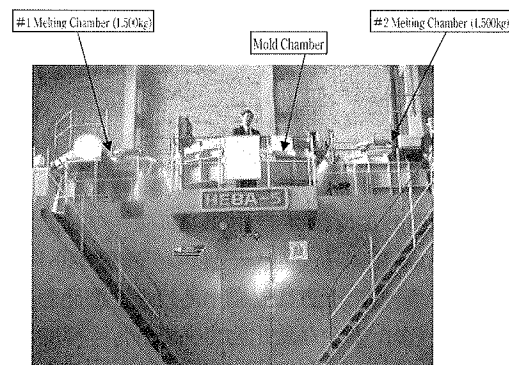


Photo. 1 World's Largest Consumable Electrode Arc Furnace

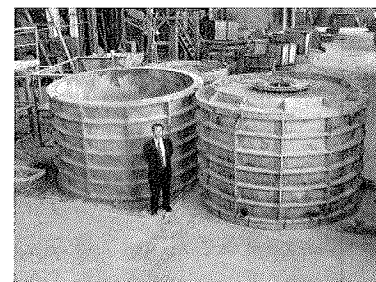


Photo. 2 Assembled mold

※鋳型は鋳造炉別専用容器に装入し、高温にて長時間焼成する。左は鋳型装入前、右は鋳造後の鋳型装填ケース (鋳型+ケース総重量約27 ton)。

(7) φ2,500の鋳型回転テーブルを備え付け、回転速度はMax.180 rpm。

#### 3.3 HIP・溶接補修

同社ではHIP装置を保有していないが、必要により外注する。(内容積は、φ880×1,800 H)

溶接補修はHF-HNO<sub>3</sub>水溶液による酸洗浄後、アルゴンガスを封入した不活性ガスボックス内で行う。

### 4. 鋳物の品質

(1) 鋳物表面の表面汚染層 (α-case) 深さは鋳物肉厚10 t で約1 mm、厚肉品で3~4 mm程度。

α-caseは黒鉛系鋳型を使用したチタン砂型鋳物よりも若干深い、実用上は問題ないとのこと。

(2) チタン砂型鋳物特有の表面欠陥については必要により溶接補修にて除去し、ASTMに規定する浸透探傷検査レベルであれば対応可能。

(3) 鋳物の機械的性質は鋳造ロット毎に取り付ける実体付きテストピースにて確認している。

(4) 溶解原料及び鋳造工程の管理により、鋳物の化学成分はASTM B 367を十分に満足する。

(5) 要求により鋳物は放射線透過検査を実施する。

### 5. まとめ

(1) チタン鋳造メーカーは世界で40社以上稼働しているが、そのうちロシアのチタン鋳造メーカーが15社程度と推測される。

(2) チタン砂型鋳物専門メーカーとしては、米国がその生産量でも有名であるが、世界最大の生産能力を誇るZelenodorsk Plantはその数倍の鋳造能力を有している。

(3) Zelenodorsk製チタン鋳物の最大の特徴はその大きさで、単重で2,750 Kgまでの鋳造実績があり、これは欧米メーカー品の約4倍、日本の20倍以上もの大きさ (単重) に相当する。さらに同社では単重数百 Kg以上と推定されるバルブボデーポンプ部品 (Photo. 3) が数多く生産され、同分野のシェアの大きさが伺われる。

(4) 桁違いの大きさ、および生産量を誇るZelenodorsk Plant製チタン鋳物は、日本のユーザーにとってもその適用範囲が大きく拡大する可能性がある。

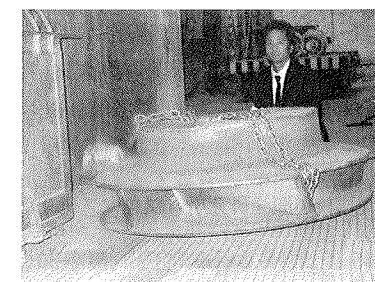


Photo. 3 Large titanium casting, 500 kg  
 現場には単重数百 Kg の鋳物も数多く観られ、桁違いのチタン鋳物生産量の多さに驚かされる。