

# 粉末熱間押出法で製造したクラッド材

## 1. はじめに

二種以上の材料を接合したクラッド材は、各々の材料の特性を生かすことによって、さらに高機能を有する材料として使用できる。クラッド材の製造方法として、溶射、肉盛、圧延、爆着等種々の方法が開発されているが、従来の方法では、寸法、使用材料等で製造が制限されることが多く、特に難加工材の製造は非常に困難であった。

そこで当社は、粉末製造技術と熱間押出技術とを組合せて、難加工材のクラッド材を製造できる技術を開発した。今回はステライト相当合金（Co-Cr-W合金）を使用したクラッド材を中心に紹介する。

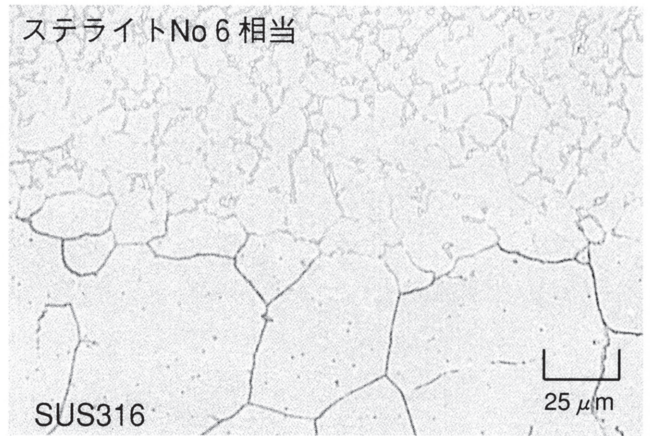


図2 接合部のマイクロ組織

## 2. 当社のクラッド材の特徴

### 2-1 製造方法

クラッド材の概略製造工程を図1に示す。

- ①真空誘導炉で溶解した合金を不活性ガスアトマイズ法で粉末にする。製造される粉末は、酸素含有量の低い高澄清な球状粉末であり、熱間押出法による固化成形に最適である。
- ②この粉末を軟鋼製の缶に充填（キャニング）してビレットとする。要求される特性を満足するように、外側と内側に各々の合金粉末をキャニングした後脱気し、Cold Isostatic Press（CIP）処理で缶内の粉末の充填密度を上げる。
- ③ビレットを加熱して熱間押出を行い、缶を酸洗等で除去する。

### 2-2 クラッド材接合面の状態

SUS316とステライトNo.6相当合金のクラッドの接合面のマイクロ組織を図2に示す。接合面は境界拡散し金属的に完全に結合した状態である。また、このクラッドを用いて偏平試験を行ったところ、図3に示すように境界部の剥離

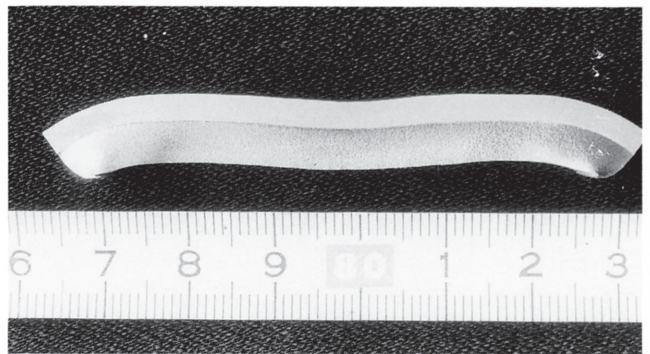


図3 境界部の偏平試験

はなく、接合部の信頼性は非常に高い。

### 2-3 クラッド材質の特徴

粉末熱間押出法を用いたステライト相当合金は図4に示すように、他の製造法に比べ機械的性質が優れている。これは図5に示すように、他の製造方法と比較してマトリックス中の炭化物が微細で均一に分散したマイクロ組織が得られるからである。

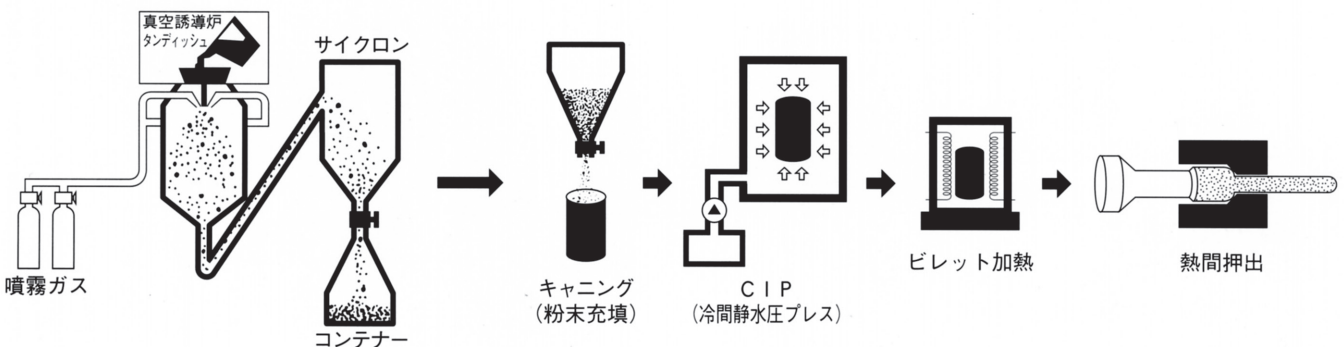


図1 クラッド材の概略製造工程



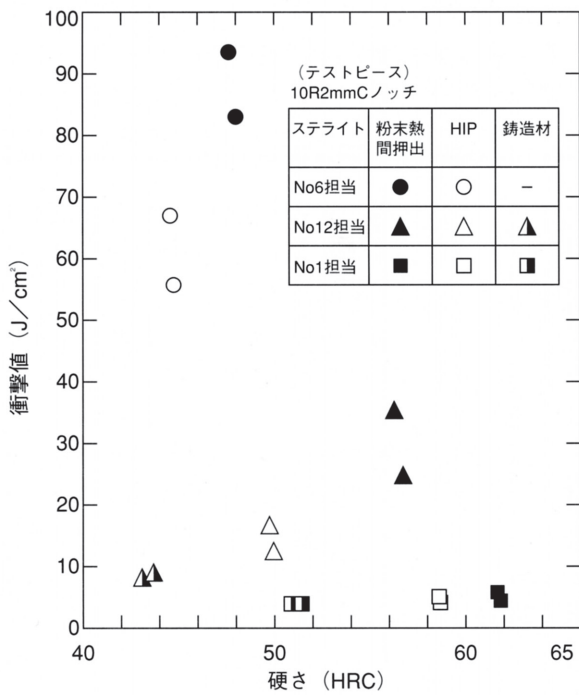


図4 ステライト相当合金の機械的性質

### 2・4 製造範囲

一般にステライト相当合金は耐食性、耐熱性および耐摩耗性に優れており、鋳造、溶接肉盛、Hot Isostatic Press (HIP) 等各方面で利用されている。この優れた性質に着目し、それをチューブの内面にライニングするという試みはこれまで数多く実施されてきた。しかし、従来の方法では寸法および施工面での制限が多く、特に細径・長尺材の製造は困難であった。当社ではステライト相当合金の粉末を使用して熱間押出を行ない、通常の方法では製造困難な寸法のクラッドチューブ（例えば、内径40mm、長さ3m）の製造に成功した。

このように製造したステライト相当合金は韌性に富んでいる為、熱間曲げが可能となり、特に摩耗の激しい配管のコーナー部分にも使用されている。

クラッドチューブの製造範囲は、一般に外径で40~140mm、内径で25~120mm、長さ5.5m以下である。

## 3. 主な製品例

### 3・1 エンジニアリングプラスチックス用空気輸送管

ステライト相当合金と他の材料との組合せは種々可能である。当社のクラッド材で最も多く利用されているのは外側が耐食性、溶接性の優れたSUS316L、内側が耐食性、耐摩耗性のあるステライトNo.12相当合金の組合せである。

この材料は、特にエンジニアリングプラスチックス（以下、エンプラ）用のペレットを製造する工程で、サイロからサイロへ空気輸送する場合に使用される空気輸送管として用いられている。特殊コンパウンドを含むエンプラ用ペレットは空気輸送管内面を大きく摩耗させ、従来の

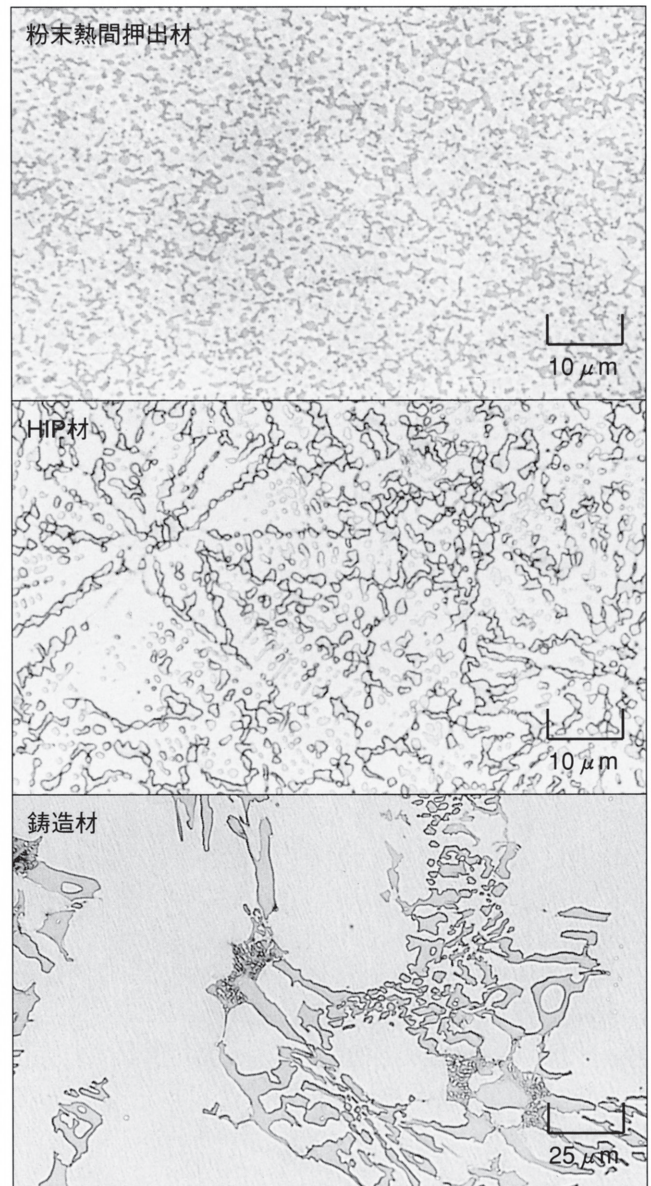


図5 ステライトNo.12相当合金のマイクロ組織

SUS304製では、一週間程度の寿命であった。

そこで外側がSUS316L、内側がステライトNo.12相当合金のクラッド材の曲げ管を適用した（図6）。

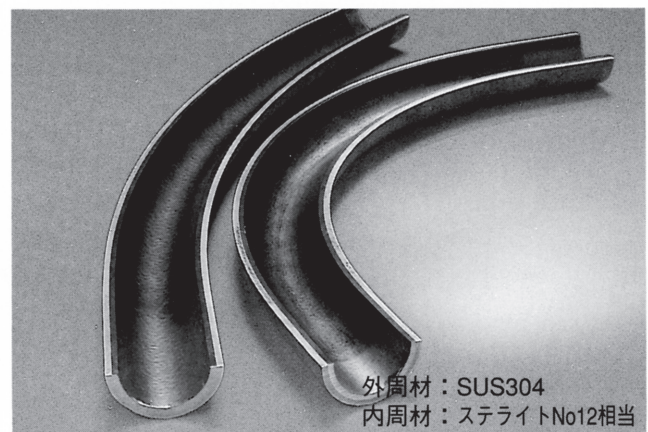


図6 ステンレス鋼/ステライト相当合金クラッドの空気輸送管

4年以上使用されているが、内面のステライト相当合金は殆ど摩耗せず（摩耗量0.1mm以下）非常に優れた耐摩耗性を示している。また、ステライト相当合金は耐食性があるため、ペレットに錆が付着せず安定した特性を発揮している。

### 3・2 微粉炭用空気輸送管

微粉炭等の空気輸送管にも外側がステンレス鋼、内側がステライト相当合金のクラッド材が使用されている。最近ではステライト相当合金の代わりに耐摩耗性に優れた粉末ハイスのクラッドチューブも開発されており、需要が伸びている。

### 3・3 エンプラ用スクリュー

エンブラを製造するための押出機や射出成型機用のスクリューには外側がステライト相当合金、内側が合金鋼、または外側が粉末ハイス、内側が工具鋼の組合せなどのクラッド材が使用されている。

### 3・4 熱処理炉用ローラー

高温で使用される熱処理炉用のローラーチューブとして、従来使用されてきたステライト肉盛材に代わり、外側にステライト相当合金、内側はステンレス鋼のクラッド材が使用されている。

以上のように粉末熱間押出で製造したクラッド材は様々な分野で従来材とは比較にならない耐久性と高信頼性で好評を得ている。

## 4. 今後のクラッド材

材料に要求される品質および使用状況は年々厳しいものになりつつある。当社の粉末熱間押出法によるクラッド材は、上述のように種々の材料組合せにおいて優れた性能を有しており、使用する合金の開発とともに新しい組合せも開発して時代のニーズに応えていきたい。