

---

# アルバータ大学（カナダ） 研修報告書

## ホットワイヤ溶接法を用いた硬化肉盛溶接の特徴の観察

工学研究科 機械物理工学専攻 高木 真登

### 1. はじめに

2015年8月5日から同年9月3日の間、カナダのアルバータ大学において研究をおこなった。以下にその報告を行う。

### 2. 共同研究課題の決定

本研究室では、カナダのアルバータ大学 WC 硬化肉盛り溶接技術に関して共同研究を行っている。WC 硬化肉盛り溶接では、溶接法や添加ワイヤの化学組成によって、WC 含有率、分布、形態等に変化が生じる。その変化は、硬化肉盛り部の耐摩耗性に非常に大きな影響を与える。そのため、アルバータ大学が所有している先端的な観察機器を用いて硬化肉盛り溶接部断面の組織観察を行う。また、CCWJ 研究室が作成したソフトを使用して WC 含有率の測定を行う。

### 3. 共同研究スケジュール

|           |               |
|-----------|---------------|
| 8月5日      | 出国            |
| 8月6日～9月1日 | 研究, プレゼンテーション |
| 9月3日      | 帰国            |

### 4. 共同研究派遣先の概要

大学名：University of Alberta  
所在地：カナダ アルバータ州 エドモントン  
指導教員：Patricio F Mendez

### 5. 共同研究内容

#### 5.1. 概要

原油価格が年々上昇しつつある近年、カナダ、アルバータ州に大量に貯蔵するオイルサンドが石油代替資源として注目され、開発・採掘されている。Fig. 1 にオイルサンドの外観を示す。オイルサンドはビチューメンと呼ばれる重油の1種が含まれる岩石である。オイルサンドは採掘後、精製工場で精製・抽出を行う必要があり、掘削現場から精製工場へとオイルサンドを輸送する必要がある。現在、希釈材を使用することで流動性を持たせたオイルサンドを、パイプラインによって輸送する方法が主に用いられている。このオイルサンド採掘過程において、採掘時に使用されるブルドーザのブレード、輸送時に使用するパイプライン内部が、オイルサンドによって磨耗する問題が発生している。磨耗によって一定板厚以下まで減厚されたブレードおよびパイプラインは、交換・補修を行う必要があり、運用コストを増大させる大きな要因となっている。このため、製品の耐摩耗性を向上させるために、ショベルブレード部およびパイプライン内部への表面改質技術の適用が求められている。

□母材表面に、ある特性(耐摩耗性, 耐腐食性)をもった物質を溶接することにより、材料特性を向上させる肉盛溶接法も表面改質技術の一つである。オイルサンド産業においても、プラズマ粉体肉盛溶接法(Plasma Transferred Arc Welding :PTAW), 消耗電極式イナートガスアーク溶接法(Inert Gas Metal Arc Welding :GMAW)を利用して硬化肉盛が行われている。肉盛材料としては、PTAWでは高硬度の WC 粉末と、高温でも WC との反応が起きにくい Ni 基の粉末を混合したものを用いている。また、GMAWでは WC の粉末を内部に含有した溶接ワイヤを用いている。しかし、PTAWおよび GMAW を利用すると、溶接速度が遅いため溶着効率が低い、熔融池への入熱が過大であるために WC 粒子が熔融する、熔融池の凝固速度が低いために WC 粒子が沈降するなどの問題が発生している。Fig.2 に PTAW を用いて作成した硬化肉盛り溶接ビードの断面写真を示してい

---

る. Fig.2 より, WC が沈殿し, ビード上部における WC 含有量が非常に小さくなっていることが分かる.

これらの問題を解決するため, 本研究室ではホットワイヤ TIG 溶接法の硬化肉盛溶接への適応を検討している. ホットワイヤ TIG 溶接法の概略図を Fig.3 に示す. ホットワイヤ TIG 溶接法では, 添加ワイヤを通电過熱することにより, ワイヤを融点直下まで加熱した状態で溶融池へ送給することができる. このため, ワイヤの溶融現象と母材の溶融現象を独立に制御することができ, TIG 溶接と同様の高品質な溶接ビードを超高効率で形成することが可能となっている. また, この溶接法では, 溶融池を主に形成する添加ワイヤへの入熱を必要最小限に抑えることができる. そのため, 溶融池の温度が他の溶接法に比べて低く, 凝固速度が速いと考えられる. これらの理由から, ホットワイヤ TIG 溶接法を用いることで, WC 粒子の沈降・溶解が発生しない高品質な硬化肉盛層を高能率で形成することができると考えられる.



Fig. 1 Appearance of oil sands.

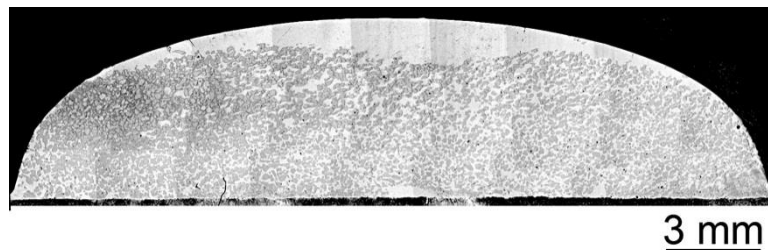


Fig. 2 Cross section of weld bead with PTAW.

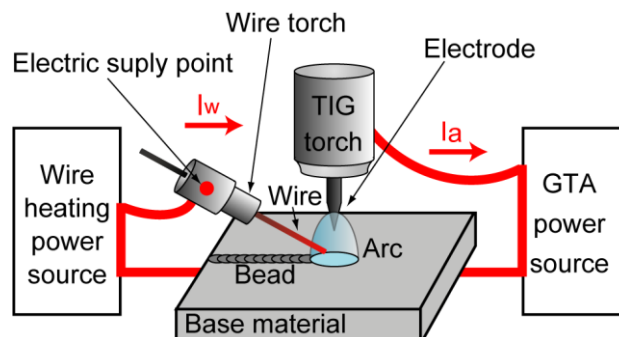


Fig. 3 Illustration of Hot-wire GTAW system.

---

## 5 2. 実験方法および結果

磨耗試験前の試験片と、別の条件で実験をおこなった磨耗試験後の試験片について画像解析ソフトを用いて WC の含有率を測定した。

Fig. 4 に磨耗試験後の試験片の断面写真, 5 に断面写真の拡大図, 6 に画像解析時の画像を示す。Fig. 7~9 に磨耗試験前のそれを示す。磨耗試験後の試験片の WC 含有率は 23%, 磨耗試験前の試験片の WC 含有率は 30%であった。

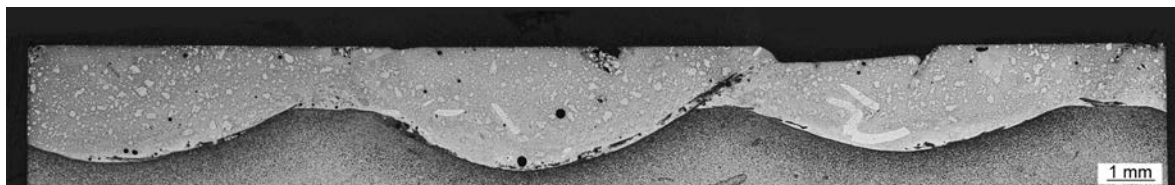


Fig. 4 Cross section of Weld bead.

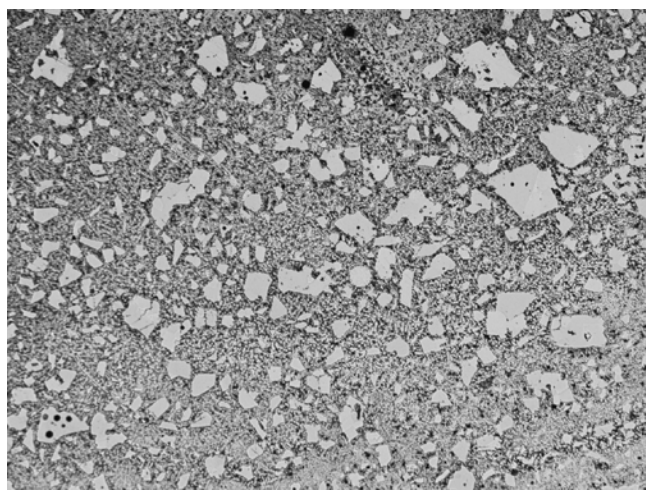


Fig. 5 Cross section of weld bead.

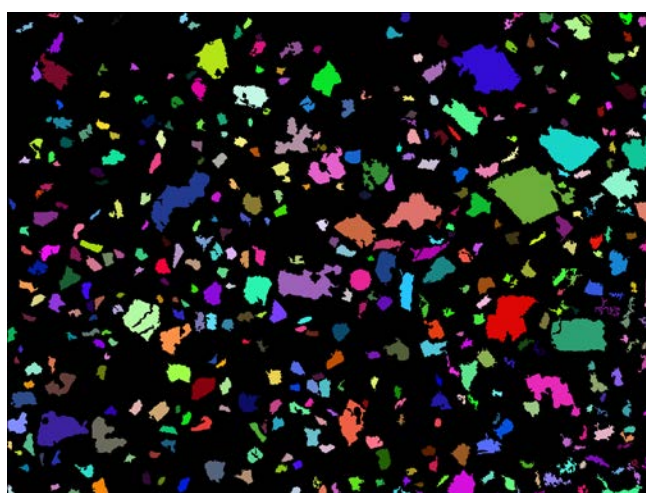
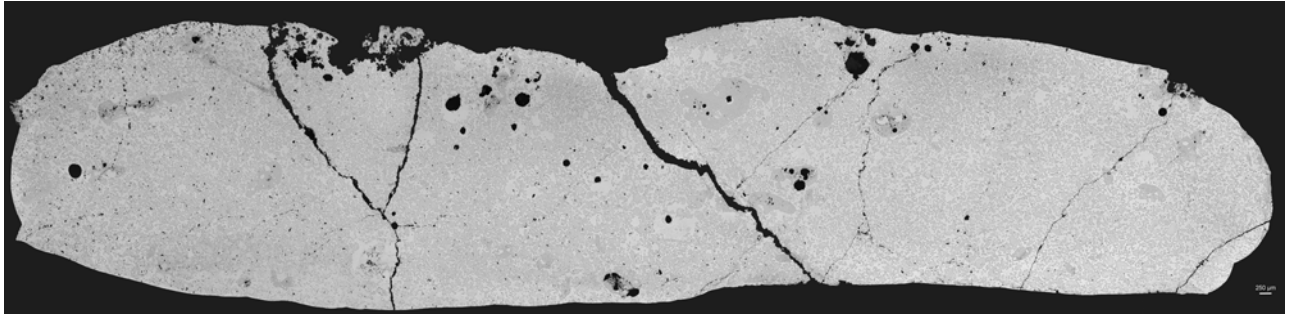
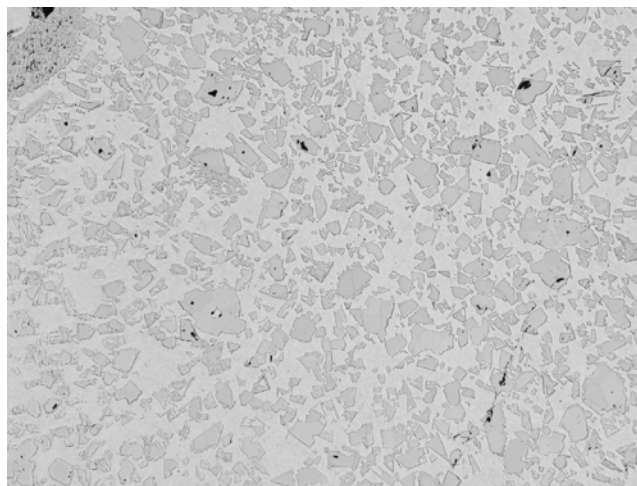


Fig. 6 Cross section of weld bead (analysis).

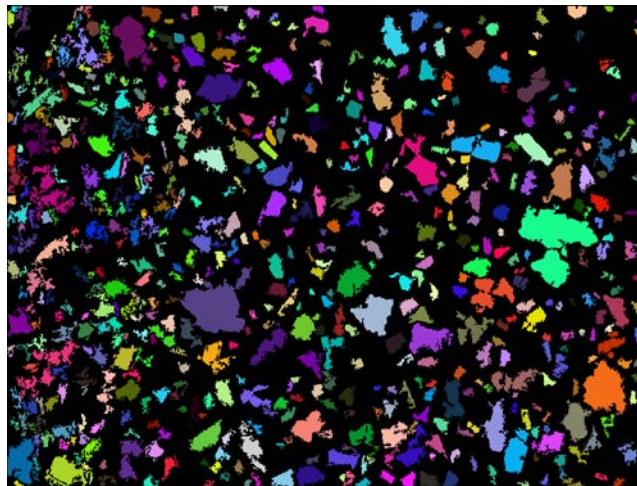
---



**Fig. 7** Cross section of weld bead.



**Fig. 8** Cross section of weld bead.



**Fig. 9** Cross section of weld bead (analysis)

---

---



Fig. 1 Appearance of oil sand.

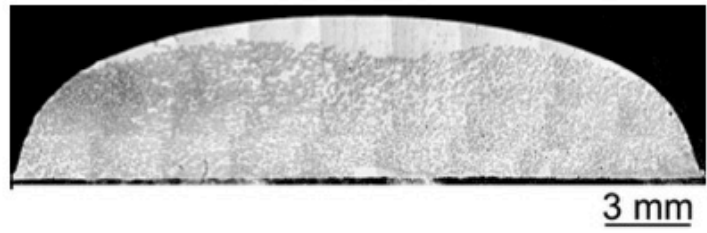


Fig. 2 Cross section of bead with PTAW.  
(Welding speed:0.03m/min, Arc current:160 A,  
Arc voltage: 25 V, Feeding volume: 25g/min)

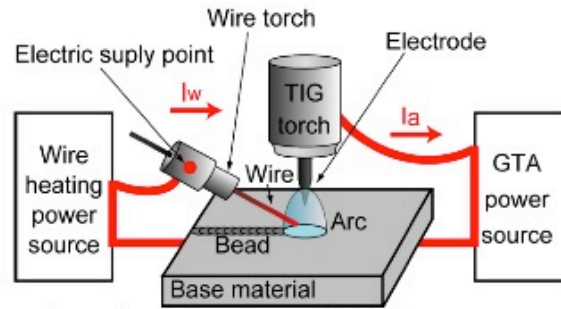


Fig. 3 Illustration of Hot-wire GTAW system.