

銅合金と鉄鋼との接合 ～油圧ポンプ部品の試作～

谷口 正^{*1)}、藤本昌義^{*1)}、竹内英昌^{*2)}

Application to the HBsC2/S45C Joints Formed by Using BAg-8 Filler Metal as Insert for the Parts of Piston Pump

TANIGUCHI Tadashi^{*1)}, FUJIMOTO Masayoshi^{*1)}, and TAKEUCHI Hideaki^{*2)}

The parts of piston pump, port plates were formed by joining of high strength brass casting(HBsC2) and carbon steel(S45C) using BAg-8 filler metal as insert at 775 °C for 3.6ks under 5.5MPa in a vacuum.

And then, the port plate formed by this joining method and built up in piston pump were shown excellent durability without break away or defect of joining interface after load test.

1. はじめに

耐焼付き性が求められる摺動部には銅合金が広く用いられている。しかし、その部品全体を銅合金で製作するには機械的強度が小さく、それゆえ、摺動する部分のみに銅合金を用い、銅合金よりも機械的強度の大きな炭素鋼、合金鋼や鋳鉄などを母材として銅合金と接合、複合化した部材が用いられている。また、これらの接合方法には真空拡散溶融法¹⁾や濡れ性の改善のためにニッケル箔と銀ろうを併用したろう付け²⁾が利用されている。しかし、これらの方法は 900 °C ないしは 1100 °C の高温を必要とし、また接合処理における昇温、保持過程までに 4 時間以上を要することから、熱影響による接合材の強度低下が懸念される。

ところで、銅合金のなかでも高力黄銅は、鉛青銅、りん青銅や青銅に比べて、耐焼付き性(ファビリー値)はやや劣るものの、硬さや引張強度が大きく、耐食性にも優れている¹⁾。

Fig.1 は、油研工業製の A 型ピストンポンプの構造断面図を示したものである。ポートプレートはケイシングに固定されており、回転するシャフトに固定されたシリンダーブロックと摺動する。そのため、現行品のポートプレートは母材である S45C の板材の上に鉛青銅(LBC3C)の粉末を置き、還元性雰囲気炉で焼結したのち、ローラで圧接した複合材料を使用している。しかし、鉛青銅は高力黄銅に比べ耐焼付き性は優れている¹⁾ものの、機械的強度が低いうえにキャビテーションや耐食性に劣ることが知られている。

そこで、本研究では低温かつ短時間で接合処理を行うことを目的に、インサート材に銀ろうを用い、高力黄銅と炭素鋼とを大きな接合圧力を負荷することで、銀ろうの融点以下の温度、すなわち固相での接合を試み、ピストンポンプの摺動部品であるポートプレートを試作し、その実用化の可能性について検討を行った。

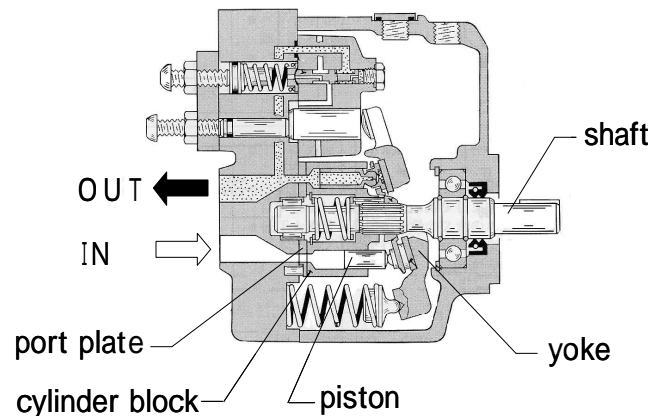


Fig. 1 Cross sectional view of an A-type piston pump.

2. 実験方法

2.1 試作材

ピストンポンプの摺動部品であるポートプレートの試作材には、HBsC2 および S45C をともに直径を 83mm、厚さをそれぞれ 4mm および 6mm に機械加工したものを使用した。なお、接合面は旋削加工したまま(1.05 μmRa)とし、中心部の加工残りは直径 1mm、深さ 0.2mm の孔加工で除去した。また、BAg-8(厚さ 0.1mm)も直径 83mm に切断し、これらの試作材をアセトンで超音波洗浄して用いた。

2.2 接合方法

接合にはホットプレス装置(富士電波工業製、FVPHP-R-5 FRET-25 ハイマルチ 5000 型)を用い、BAg-8 を二つの試作材の間に挟み、昇温速度 0.17 °C/s、接合圧力 5.5MPa、接合温度 775 °C、保持時間 3.6ks の条件で行った。接合圧力は昇温開始と同時に負荷し、炉冷して室温になってから除荷した。なお、接合時の炉内の真空度は 7Pa ~ 15Pa であった。

*1)機械・材料技術チーム *2)株式会社カイバラ

2.3 超音波映像装置による接合界面の探傷試験

試作したポートプレートの接合界面の欠陥の評価は、焦点型センサー(周波数:10MHz、水中における焦点距離 25mm、ビーム径 560 μm)を装備した超音波映像装置(日立建機 HSAM210 型)を用いて行った。

2.4 試作ポートプレートの実装による負荷試験

接合体を所定の形状に機械加工して、A37 型ピストンポンプのポートプレートを作製し、これをピストンポンプに組み込み、試験ベンチに取り付けて負荷試験を行った。試験条件は、モータを連続運転(回転数:1800rpm)し、試験ベンチの油圧回路中に設けた電磁弁で、開時の負荷圧力を 1MPa(油の流量:66 L/min)に、閉時の負荷圧力を 21MPa(油の流量:0 L/min)に設定して、電磁弁の開閉を 0.5s 毎に 1800 回繰り返した。

3. 結果

3.1 接合界面の超音波探傷試験結果

ポートプレートの仕上げ加工に先立ち、接合体の外径を直径 80mm に、HBsC2 の厚さが約 0.5mm となるように残し、全体の厚さを 5mm に機械加工したのについて、接合界面の超音波探傷試験を行った。Fig.2 にその結果を示す。

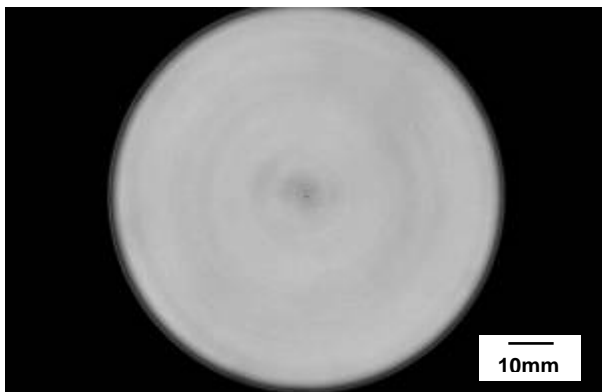


Fig. 2 Scanning ultrasonic reflectoscope image of the joint specimen before machining for port plate.

Fig.2 の中心部の黒点は、接合面を旋削加工したときの加工残りを直径 1mm、深さ 0.2mm の孔加工によって除去した部分であり、接合欠陥として表されている。このことから、この超音波探傷試験は接合欠陥の検査法として適していると考えられる。また、この中心部以外の部分には接合欠陥が認められず、接合状態は良好であることがわかる。なお、この中心部は Fig.1 からわかるようにシャフトの貫通部であり、所定の形状のポートプレートに機械加工することで除去される部分であって、問題とはならない。

3.2 負荷試験後のポートプレートの接合界面の超音波探傷試験結果

Fig.3 は負荷試験ののち、ピストンポンプから取り外したポートプレートの接合界面の超音波探傷の画像を示したものである。Fig.3 からわかるように、負荷試験による剥離などの欠陥が認められず、接合状態は良好なままであることが確認できる。このことから、本方法によって HBsC2 と S45C とを接合した複合材は、ポートプレートとして十分に使用が可能であり、実用化が期待できると考えられる。



Fig. 3 Scanning ultrasonic reflectoscope image of port plate after load test.

4. まとめ

インサート材に銀ろうを用い、高力黄銅と炭素鋼とを大きな接合圧力を負荷することで、銀ろうの融点以下の温度、すなわち固相での接合を試み、ピストンポンプの摺動部品であるポートプレートを試作し、その実用化の可能性について検討を行った。その結果、ポートプレートの接合界面の剥離や欠陥は認められず十分な耐久性を示した。このことから、実用化が多いに期待できることがわかった。

本研究の遂行にあたり、超音波探傷試験を行っていただいた大阪府立産業技術総合研究所 金属材料系研究員の小栗泰造博士に感謝の意を表します。

また、試作ポートプレートの実装によるピストンポンプの負荷試験を行っていただきました油研工業株式会社に深謝いたします。

参考文献

- 1) 苧野兵衛、森 崇、横田久和、後藤義修: 熱処理 **37**(1996) 20-24
- 2) 小鯛亜紀、苧野兵衛: 熱処理、**36**(1995) 328-333