

小径 ICF フランジへの部品溶接手法

石川健司

筑波大学研究基盤総合センター 工作部門

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

ステンレス製フランジ ICF70 に真空電流導入端子と熱電対を TIG 溶接 (タングステン・イートガス・アーク溶接) する依頼があった。依頼図面を参考に部品配置・設計を変更する事により、溶接しやすい部品に仕上がりに、良い結果が出たのでここに報告する。

1. はじめに

研究基盤総合センター工作部門は、筑波大学の研究者 (教官・学生) に依頼された実験機器・装置の製作を行い研究・教育の支援をしている。依頼図面で加工出来る部品は良いが、依頼者の中には初めて図面を描くという人もいる。2次元 CAD を用いて依頼された図面を検討し、変更したほうが良い時は依頼者と連絡をとりながら作業を進める。

今回の依頼は、ICF70 フランジの中に電流導入端子 2 個と熱電対を溶接する依頼で、機械加工は出来るがその後部品を溶接することは困難な設計なので、真空電流導入端子を溶接しやすい配置に変え、また熱電対の溶接もアダプターを設計・製作することにより、溶接が可能となった。

2. 小径 ICF フランジ

2.1 溶接部品の構成

ステンレス製 ICF70 フランジの真空側中心に 6 mm のメネジを切り、そこに直径 6 mm の棒が立ちナットで締めつける事によりフランジと棒が直角に立つ。フランジの残りの部分に直径 6.35 mm・溶接肉厚 0.3 mm の真空電流導入端子 2 個と直径 19 mm・溶接肉厚 0.9 mm の熱電対を溶接で取付ける。図 1 にその組立断面図を示す。尚この溶接は気密性を要する。

2.2 電流導入端子の取付け部

依頼された電流導入端子の位置を変更した。電流導入端子の溶接へり (weld lip) の厚さが 0.3 mm なので、溶接電流は弱くする必要がある。溶接電流が弱ければ母材と電極のすき間も狭くしないとアークが飛ばない。溶接トーチにはシールドガスのためにカバーが付いており、フランジ底面端の溶接は溶接トーチがフランジのエッジにぶつかり中に入らない。溶接トーチの入る位置で真空側の棒と干渉しない位置を、2次元 CAD で探し決定した。図 2 に電流導入端子の穴の位置を示す。

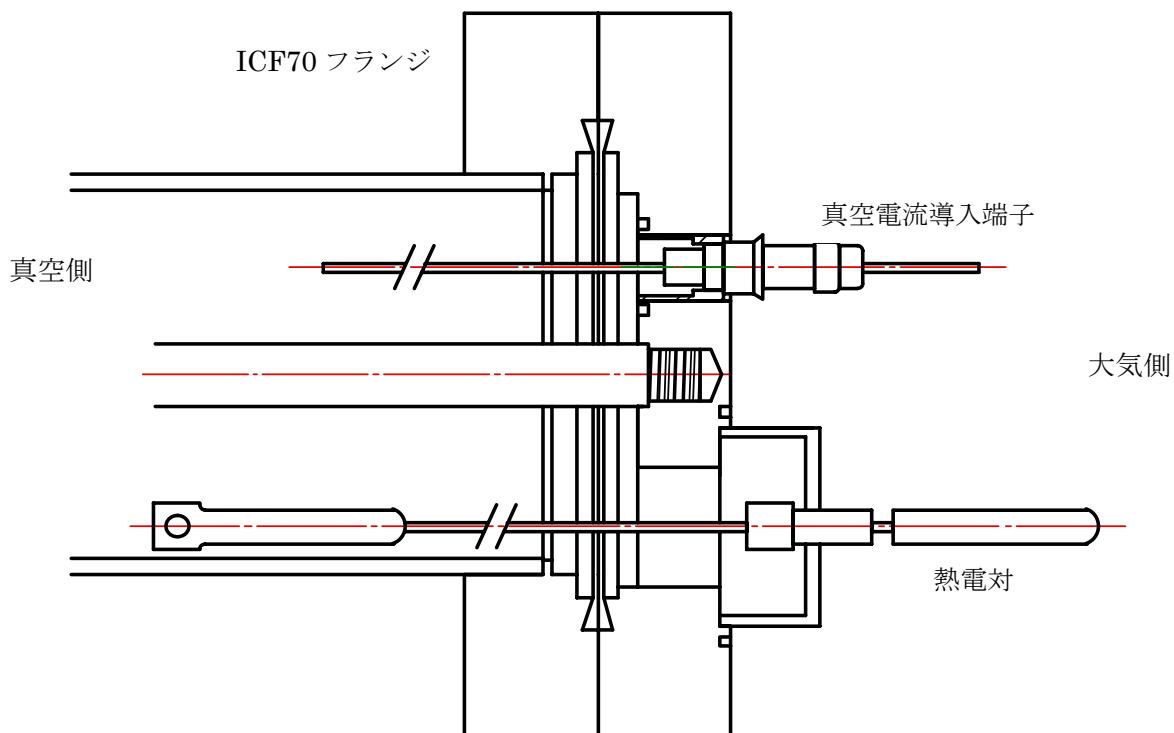


図 1. ICF フランジ組立断面図

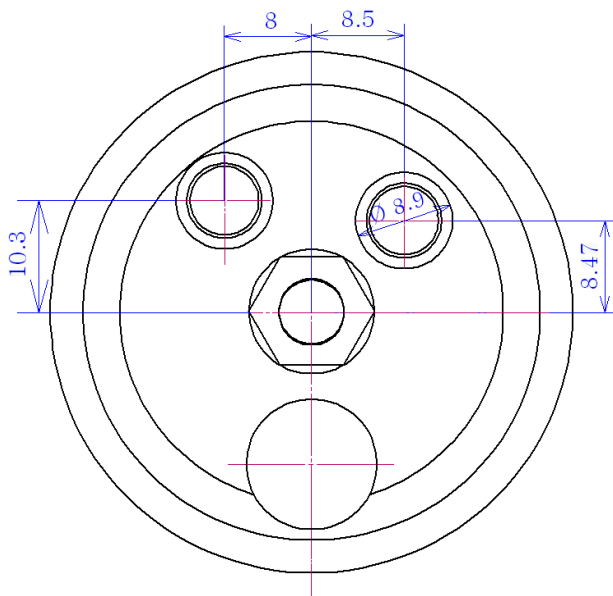


図 2. 電流導入端子の位置

図 2 の中心線左側は依頼者の指示した位置を表し、右側が変更した位置を示している。

電流導入端子とフランジの溶接は熱容量が違いすぎるので、へり溶接の施工方法を使い、熱容量が等しくなるように電流導入端子を入れる穴の周りは、電流導入端子の肉厚と同じ 0.3 mm の壁を作る。そのためフランジに溝を入れその寸法が 8.9 mm となっている。一番外側の円が ICF70 の銅パッキンを挟むエッジを示している。

実際に溶接する前に、溶接条件出しと肉厚 0.3 mm の部品が TIG 溶接できるか調べるために、電流導入端子とまったく同じ寸法のテストピースを数個つくった。これをフランジに見立てた丸棒に溶接したところ、電流と電極の距離を保てば、きれいに溶接できることが分かった。

2.3 熱電対の取付け部

熱電対は、フランジの空いている部分が少ないため、電流導入端子と同じような取付け方は出来ない。依頼された図面では、外側から溶接するようになっているが、熱電対の溶接へり (weld lip) は端面にある。熱電対の肉厚が 1 mm 以下なので熱容量が少なく、フランジに直接乗せた状態でアークを飛ばせば、熱電対だけが熱せられ、溶けて穴の開く可能性が有る。熱電対とフランジの間にアダプターを入れ、熱電対をアダプターにへり溶接し、アダプターをフランジに溶接することを考え、2 次元 CAD で図面を描き、依頼者に考え方を伝えた。

アダプターの内径は、熱電対の外径プラス 0.05 mm 以内に作り、アダプターの外形は熱電対を溶接した時、アダプターが溶接変形を起こしても入るように、0.4 mm フランジより小さく作り、また溶接した面が直接フランジに当たらないように 0.6 mm 隙間を作った。

フランジの加工は旋盤に面板を取り付けて行い、また TIG 溶接で、すべての部品を溶接した。

アダプターと熱電対が気密性を持たないと、再溶接できない場所なので、溶接後お互いに完全に溶け込んでいるか、ルーペで入念に調べた。図 3 に熱電対取付け部のフランジとアダプターを示す。

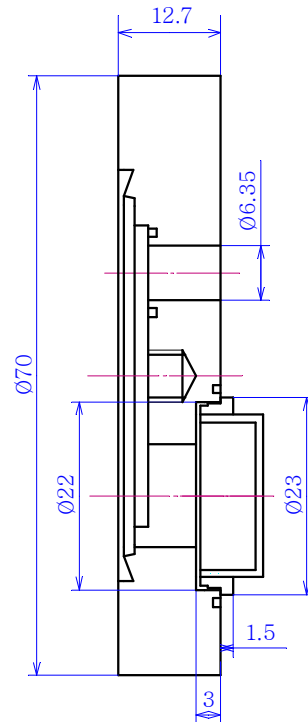


図 3. 熱電対・アダプター概略図

3. 製作結果

電流導入端子 (0.3 mm) の溶接は、今まで作業したことがない薄さであり、くぼんだ場所と目標が小さいので溶接トーチが視認性の邪魔をして、気密を保てるか不安があった。依頼者が、ヘリウムリークディテクタを使いリークチェックした結果は、漏れがなかったので 0.3 mm の溶接も可能なことがわかった。

加工が終わり仮組み立てをした段階で、熱電対がフランジに接触し、短絡しそうなのでヤスリで穴を拡げた。加工の終わったフランジを図 4 に示す。



図 4. 切削加工後のフランジ

以下、ICF70の完成写真を載せる。



図 5. 真空側から見た ICF70

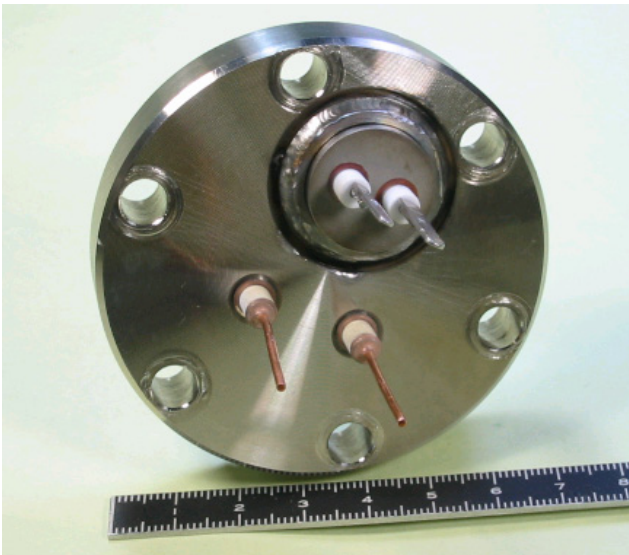


図 6. 大気側から見た ICF70

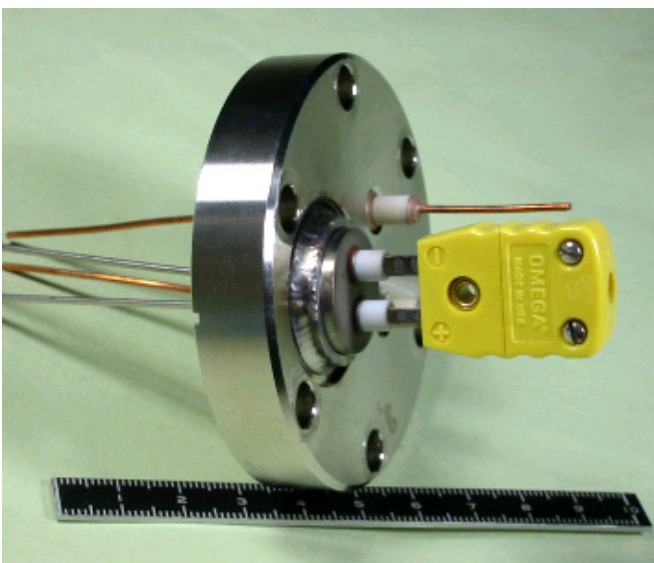


図 7. ICF70 全体図

4. おわりに

狭い場所いっぱいに入品が入る今回の依頼では、2次元 CAD を使い部品配置を検討した。始めに絶対に変更・移動できない部品の位置を書いて、ほかの部品は実寸で描いた部品を移動させれば、干渉しない位置を探せる。また、拡大も縮小もすぐできるので、込み入った所は拡大し正確な間隔を測れる、全体の配置を見るときは縮小する、と自在に使える。

部品を作るときに自分で工作する場合は、頭の中にアウトラインがあるから必要な寸法のメモだけでも要求する部品は作れる、しかし他人に依頼をするときにはそれなりの伝え方がある。それが製図だと思う。依頼された図面を読み取ろうと思っても、それを書く人が基本的な作図法を習得していなければ、こちらではまったく分からない物になる。ましてや、組立図がなく部品図だけでは皆目見当もつかないし、何に使うかも分からない部品は作れない。学生の場合、生まれて初めて書く図面だからしょうがないと思うが、工学書とか授業で使う本に図面が出ていて目にしていてと思うが、知らない人が多くなってきている。筑波大学には機械科がないから基本的な授業もなく、研究室に入って初めて独学で製図を学ぶのだと思うが、製図は工学で言えば品物の形状・寸法を図面で表し、人に伝えるのだから言語のように必須のものだと思う。

今回の作業で、加工も溶接もかなり気を遣ったが、薄板のへり溶接のレベルが少し上がったような気がする。