

Ⅱ 自己診断シートとディスカッションの導入

1 準備段階での作業と検討

①自己診断シート

自己診断シートは、受講者が自分の作業を振り返り反省してもらうこと、さらに、溶接作業に対する自分の反省の仕方そのものの反省、いわば自分の反省の再検討をしてもらいたいという目的をもって導入された。

このような目的のためには、どのようなシートを考案すればよいであろうか。例えば、「課題2、3の製作を振り返って、うまく行かなかった点、まずいと思った点、引っかかる点など思い当たることを反省点として書いて下さい。」と受講生に課して、作文形式の自由記述が行えれば、受講者がどのような反省の視点を持つかということも明らかになるので理想的なスタイルである。しかし、このようなスタイルの場合、受講者がそのような視点を自覚して持っていなければ、全く書けないということになってしまうかも知れない。また“書く”という経験も少なく、表現したいことをなかなか文章化できにくいと思われる受講者にとって、上のような完全な自由記述形式は難しいと考えられる。シートスタイルを工夫して、受講者の思っていること、感じていることをうまく引き出すようなものにするために、ある程度具体的な設問項目をとる必要がある。

そこで問題になってくるのは、シートの設問をどのように設定するかということであるが、一応二つのスタイルが考えられよう。

A 課題製作について、溶接作業のさまざまなポイントをあげ、その点について自分の作業はうまくいったかどうかをyes-no方式で問う方法。

B 溶接作業の見方を、例えば「機械の調子について」とか、「運棒について」などというような諸項目に分け、その項目に関して工夫した点、難しかった点などを記述してもらう方法。いわば、半自由記述式といえるものである。

それぞれ特徴があると思われる。Aの場合、考える問題が明確であり、yes-no

で答えるので簡単に取り組める。また、その示された項目そのものが、溶接の見方を示唆することになるとも思われる。反面、受講者が受け身になり、受講者自身の溶接の見方が浮かび上がってこない。反省内容としては限定された、浅いものしか期待できないなどの欠点がある。Bの場合、項目ごとに受講者は考えることになるので、自由記述よりは楽であろうが、yes-no式よりも主体的な思考を要求され時間がかかる、指導員の助言が必要になる、といったことも予想される。今回は、ディスカッションも導入し、受講者が発言をする機会も設けたので、担当指導員との検討の結果、さしあたり、A方式のシートで試みることにした。図3に実際に導入したシートを示す。

それぞれのシートは、次のような役割を持っている。

- ・クリニックコース自己診断票。これは、必ずしも製作した課題についてたずねるものではないが、自主研修で用意した諸課題に関して受講者が自分の能力を反省して、学習の必要性を自分で判断するものである。
- ・シートⅠは、今回の製作課題を振り返って、作業の計画性という側面から自己診断してもらうものである。
- ・シートⅡは、同じく今回の作業を振り返って、溶接の技能面について、自己診断してもらうものである。
- ・シートⅢは、前半部分を課題2,3について、作業結果の出来ばえを自己診断してもらうものとし、後半部分は試験結果を記録するためのものである。

シートⅠ、Ⅱの設問項目は、診断に際し、指導員が使用するプロセスチェックシートの診断項目にそった内容に設定された。

次に、それらのシートをいつ記入してもらうか、つまり、どの時期に自分の製作課題の作業について反省してもらうかが問題となる。まず、コース診断票は、一般的な自分の技能の自己評価を求めるものであるから、課題製作の前に記入してもらう（今回は、オリエンテーションの時に記入してもらった）。問題の焦点は、シートⅠ、Ⅱ、Ⅲを製作課題の完成の後直ちに記入してもらうか、それとも、水圧試験や曲げ試験の結果を見た後に記入してもらうかということである。試験後に記入してもらうとすれば、自分の溶接の実態をまのあたりに見

半自動溶接クリニック診断票

氏 名 _____

下記の設間はクリニックにおいて実験実習の必要性をあなた自身が検討するものです。実務経験をもとにお答え下さい。

設間		YES	NO	研修テーマ
1	あなたはアンダカットや余盛高さなど溶接終了後のビード形状を観察しなくても溶接中に溶融プールから判断することができますか。			(1)
2	あなたは突合せ溶接やすみ肉溶接で何層何パスで溶接施工せよという作業基準が示された場合、作業基準に従って計画的に積層することができますか。			(2)
3	あなたは溶接中に溶融プールの表面を観察するだけでなく、溶融プールを立体的に把握し溶け込みの形状をイメージしていますか。			(3)
4	溶接条件の設定の1つにアーク電圧の調整がありますが、あなたは設定電流に対する標準アーク電圧を知っていますか。次の条件のアーク電圧を求めて下さい。 短絡移行条件の 150A V = グローブール移行条件の 300A V =			(4)
5	あなたはフラックス入りワイヤを使用して溶接施工した経験がありますか。			(5)
6	あなたはシールドガスにプリミックスガス（80% アルゴン + 20% 炭酸ガス）を使			(6)

設問		YES	NO	研修テーマ												
7	<p>あなたの職場で普段使用しているワイヤの種類と銘柄を書いて下さい。</p> <table border="1" data-bbox="365 398 987 580"> <tr> <td data-bbox="365 398 576 490">ワイヤの種類</td> <td data-bbox="576 398 987 490"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="365 490 576 580">ワイヤの銘柄</td> <td data-bbox="576 490 987 580"></td> </tr> </table> <p>作業の内容で溶接性や作業性の面からワイヤの選定をしていますか。</p>	ワイヤの種類		ワイヤの銘柄				(7)								
ワイヤの種類																
ワイヤの銘柄																
8	<p>トーチ角度及びねらい位置は溶接結果に大いに影響しますが、あなたは溶接を行なう場合トーチ角度やねらい位置を意識していますか。</p> <p>単層すみ肉溶接を行なう場合の条件を示してください。</p> <p>短絡移行条件での小脚長</p> <table border="1" data-bbox="357 1153 979 1422"> <tr> <td data-bbox="357 1153 576 1245">溶接方向 トーチ角度</td> <td data-bbox="576 1153 979 1245"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="357 1245 576 1337">母材面トーチ 角 度</td> <td data-bbox="576 1245 979 1337"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="357 1337 576 1422">ワイヤねらい 位 置</td> <td data-bbox="576 1337 979 1422"></td> </tr> </table> <p>グロービュール移行条件での大脚長</p> <table border="1" data-bbox="357 1550 979 1809"> <tr> <td data-bbox="357 1550 576 1641">溶接方向 トーチ角度</td> <td data-bbox="576 1550 979 1641"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="357 1641 576 1733">母材面トーチ 角 度</td> <td data-bbox="576 1641 979 1733"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="357 1733 576 1809">ワイヤねらい 位 置</td> <td data-bbox="576 1733 979 1809"></td> </tr> </table>	溶接方向 トーチ角度		母材面トーチ 角 度		ワイヤねらい 位 置		溶接方向 トーチ角度		母材面トーチ 角 度		ワイヤねらい 位 置				(8)
溶接方向 トーチ角度																
母材面トーチ 角 度																
ワイヤねらい 位 置																
溶接方向 トーチ角度																
母材面トーチ 角 度																
ワイヤねらい 位 置																

設問	YES	NO	研修テーマ
9			(9)
10			(10)
11			(11)
12			(12) (13)
13			(14)

自己診断シート〔I〕

氏 名 _____

課題2はあなた自身の作業の計画性とその実行能力を自己診断するものです。次の設問に対し課題の遂行課程を振り返ってチェックして下さい。(YES、NOの該当する方に○印)

設問		YES	NO
1	第三者に加工を依頼できる部品図が書けた		
2	溶材使用量の見積りができた		
3	溶接電流、アーク電圧の条件表が書けた		
4	溶接順序の原則をふまえて作業手順を決め、溶材使用量を基に時間を割りつけ作業工程表を作成した		
5	作業工程に必要な工具は予め準備してから開始した		
6	溶接装置の点検整備と安全点検はもれなく実施した		
7	タック溶接（仮付溶接）前に部品の不良及び不足をすべて発見した		
8	突合せ溶接は完全溶込み（裏波溶接）の必要性を感じ施工した		
9	開先部の清浄をしてから溶接した		
10	突合せ溶接は予め全部まとめてタック溶接してから個々の溶接を行なった		
11	組み立て溶接では本体の溶接完了後に三角部材の取り付を行なった		
12	溶接変形防止の対策を実行した		
13	予め検討した計画通りに作業は進みましたか		
14	図面通りの製品が誤作なしに製作できましたか		
15	後戻り工程なしに作業を遂行することができましたか		

自己診断シート〔Ⅱ〕

氏名 _____

課題2、課題3の溶接はあなた自身の溶接技能を自己診断するものです。次の設間に対して溶接中の行為を思い出してチェックして下さい。(YES、NOの該当する方に○印)

設間		YES	NO
1	トーチの移動に無理のない姿勢で溶接した		
2	溶融プールは等距離、等角度で観察して溶接した		
3	ワイヤ突き出し長さは適正であった		
4	トーチ角度、ねらい位置は適正であった		
5	安定したアーク状態を維持して溶接ができた		
6	アーク電圧の設定は適正であった		
7	課題2の溶接順序は原則事項を取り入れて行なった		
8	多層溶接の積層は計画通り施工できた		
9	溶け込み不良のない溶接ができた		
10	融合不良のない溶接ができた		
11	溶接ビードの終始端処理は欠陥なく処理できた		
12	課題2のすみ肉溶接の脚長は図面指定に対しマイナスとなっていない		
13	余盛高さは0.5mm以上 3mm以下で均一に溶接できた		
14	アンダカットは $t/20$ かつ0.5mm以下である		
15	オーバーラップはない		
16	溶接継手の全線にわたってビード幅、波形共に均一な溶接ができた		
17	ビードの外観が溶接中に判断できましたか		

自己診断シート〔Ⅲ〕

氏名 H氏

設問		YES	NO
1	課題2の圧力容器は水圧試験で水漏れの無い溶接ができたと思いますか		
2	課題3の試験片は曲げ試験で欠陥なく曲がると思いますか		
3	あなたは職場で溶接構造物を製作していますがそれらの製品の溶接部に求められる要求品質を知った上で溶接施工をしていますか		

あなたに求められているものは溶接欠陥をださないうで溶接する技能と作業工程を見通し計画的に仕事をする段取り能力及び溶接不良発生の原因除去や不良の再発防止に必要な溶接施工の知識です。

水圧試験、曲げ試験で溶接結果を確認しあなた自身の“判断の目安”“ねらいどころ”が正しいかどうか検討して下さい。

水圧試験結果	
曲げ試験結果	

仕事の基本である目的達成のための作業手順、方法を検討し計画的に「ムダ、ムリ、ムラ」なく実行するあなたの技能はいかがでしたか。

図3. 自己診断票、自己診断シート一覧

た直後であるから、より深刻に反省を迫られるかも知れないが、今回は、課題2,3の製作が終了した時点、それらの試験を行う前にした。その理由は、課題の試験結果を知る前に反省してもらう方が自分の溶接作業に対する取り組み方を素直に検討することになるだろうし、また、試験結果を知ったときにシートをもう一度見直すことによって、反省の見方が変わることをも期待したいからである。したがって、シートⅠ、ⅡとⅢの前半部分は製作課題2,3の製作が終了した時点で受講者にただちに書いてもらうことになる。なお、シートⅢの後半部分は課題試験が終わった後、その結果を記入してもらい、自分の予想とのずれを考えてもらう。

②ディスカッション

ディスカッションは、受講者がお互いの溶接に対する見方、とらえ方を発表しあう中で、自分とは違った見方に接することによって自分の見方を反省することを期待して導入した。自己診断シートのyes-no式の自己表現としての不十分さも、口頭で説明し、話し合いを行うことによって補うことが期待できるのではないだろうか。

ディスカッションの進め方は、大きく2つに区分し、進め方を計画した。第一に、作業手順に関する話し合い、これは、計画性、段取り能力をテーマにしたものである。

〔作業手順について〕

- ・どのような順番で、課題Ⅱを組み上げたか、本溶接の順番はどのように行ったか話してもらう
- ・それぞれの人の手順を比較する
- ・どこが違うかを明らかにする
- ・なぜ違ったのかを探るため、それぞれどのような理由でその手順で行ったのかを聞く。
- ・他の人に自分の方法に対する意見をもらう

第二に、溶接技能そのものについてである。この点に関しては、部分作業ごとについて個々に検討し、討議してもらう方法が考えられるが、溶接の場合

は、例えば旋盤作業が、単面削り、ネジ切り、など異なった作業からなっているのとは違って、部分作業ごとに検討のテーマを設定するのは難しい。コースの担当指導員の見解に従えば、溶接そのものについては、「溶融プールを見ることが出来るかどうか」が作業全体を通しての最も重要な要点であるという。この点について、話し合うことが計画された。そこで、以下のような流れで話し合いを計画した。

〔溶接技能について〕

- ・「水もれ」や「割れ」の予想がずれてしまった人に、なぜずれたと思うかを話してもらう
- ・もれた人全員の考えていることを比べてみて、それぞれどのように思うかを話してもらう
- ・難しかった部分について、それぞれの人のやり方を話してもらう
- ・それに対し、他の人は、どのような考えをもつか、話してもらう
- ・「溶融プールを見ることが大事だ」といわれるが、どのようなことだと思うか話してもらう

このディスカッションは、指導員が討論に加わって、受講者に質問していく形で進行させる。なお、今回は筆者（共同研究者）が司会者としてディスカッションに加わるように要請され、進行に協力した。

2 自己診断シート、ディスカッションの実施の概要

自己診断シート、及びディスカッションは昭和63年2月のCO₂半自動溶接技能クリニックコースに導入された。受講者は5名であった。

①自己診断シート

シートについて、まず、2日目の終わりにシートⅠ、Ⅱ、Ⅲの前半部分に記入してもらう。受講者は全ての課題が終わった直後にシートに取り組んだ。さらに、課題試験後にシートⅢの後半部分に試験の結果を自分で記入し、自分の予想と見比べた。受講者は、日頃このようなことはしていないので回答するのに

苦労しているようだった。表3は実際に記入されたシートの例である。

② ディスカッション

ディスカッションは、3日目の午前中に行われた。先述したように大きなテーマが2つある。それは、

- ・作業手順について
- ・溶接技能そのものについて

である。それぞれの内容を作業手順では溶接の施工順序の原則、技能については、「溶融プールを見ること」の重要性にしばった。所要時間は1時間ずつの計2時間強の話合いになった。大まかな進行を今回は共同研究者が行い、受講者に質問する。受講者はそれについて話し合う。必要なときに、担当指導員がコメントを加えるというスタイルをとった。どのような話が展開されたかを、以下にみていくことにしよう。なお、受講者の方々をH、K、R、S、Tの各氏とする。

〔作業手順について〕

司会者が、受講者にそれぞれ課題2の圧力容器をどのような手順で組み立てていったのかを質問した。その際、図4のような部品の略図を用意し、部品に番号をふり、活用してもらうことにした。

受講者は、図4を見ながら各部品をどのような順番で仮づけし、本溶接をしたかを発表していった。5名の受講者全員に発表してもらい、どのような違いがあるかを見るために表にして板書した。それが表4である。

この表によって、代表的な組立手順の違いがいくつか出てきた。それは次の点である。

① 本溶接はどのような順番でやったのか

圧力容器における部品Aの周囲、部品Fの周囲、縦方向の4辺の3つのうち、どのような順番でやるのか。

② 部品Gは、いつ、どのような方法で組み立てたか。本体には、いつ取り付けたか。

表3：自己診断シート記入例

自己診断シート〔I〕

氏名 H氏

課題2はあなた自身の作業の計画性とその実行能力を自己診断するものです。次の設間に対し課題の遂行課程を振り返ってチェックして下さい。(YES、NOの該当する方に○印)

設間	YES	NO
1 第三者に加工を依頼できる部品図が書けた		○
2 溶材使用量の見積りができた		○
3 溶接電流、アーク電圧の条件表が書けた		○
4 溶接順序の原則をふまえて作業手順を決め、溶材使用量を基に時間を割りつけ作業工程表を作成した		○
5 作業工程で必要な工具は予め準備してから開始した		○
6 溶接装置の点検整備と安全点検はもれなく実施した		○
7 タック溶接（仮付溶接）前に部品の不良及び不足をすべて発見した		○
8 突合せ溶接は完全溶込み（裏波溶接）の必要性を感じ施工した		○
9 開先部の清浄をしてから溶接した		○
10 突合せ溶接は予め全部まとめてタック溶接してから個々の溶接を行なった		○
11 組み立て溶接では本体の溶接完了後に三角部材の取り付を行なった		○
12 溶接変形防止の対策を実行した	○	
13 予め検討した計画通りに作業は進みましたか		○
14 図面通りの製品が誤作なしに製作できましたか		○
15 後戻り工程なしに作業を遂行することができましたか		○

自己診断シート (Ⅱ)

氏名 _____ H氏

課題2、課題3の溶接はあなた自身の溶接技能を自己診断するものです。次の設問に対して溶接中の行為を思い出してチェックして下さい。(YES、NOの該当する方に○印)

設問	YES	NO
1 トーチの移動に無理のない姿勢で溶接した	○	
2 溶融プールは等距離、等角度で観察して溶接した		○
3 ワイヤ突き出し長さは適正であった	○	
4 トーチ角度、ねらい位置は適正であった	○	
5 安定したアーク状態を維持して溶接ができた		○
6 アーク電圧の設定は適正であった		○
7 課題2の溶接順序は原則事項を取り入れて行なった		○
8 多層溶接の積層は計画通り施工できた	○	
9 溶け込み不良のない溶接ができた		○
10 融合不良のない溶接ができた		○
11 溶接ビードの終始端処理は欠陥なく処理できた		○
12 課題2のすみ肉溶接の脚長は図面指定に対しマイナスとなっていない	○	
13 余盛高さは0.5mm以上 3mm以下で均一に溶接できた		○
14 アンダカットは $t/20$ かつ0.5mm以下である	○	
15 オーバラップはない	○	
16 溶接継手の全線にわたってビード幅、波形共に均一な溶接ができた	○	
17 ビードの外観が溶接中に判断できましたか	○	

自己診断シート〔Ⅲ〕

氏名 H氏

設問		YES	NO
1	課題2の圧力容器は水圧試験で水漏れの無い溶接ができたと思いますか	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
2	課題3の試験片は曲げ試験で欠陥なく曲がるとと思いますか	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
3	あなたは職場で溶接構造物を製作していますがそれらの製品の溶接部に求められる要求品質を知った上で溶接施工をしていますか	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>

あなたに求められているものは溶接欠陥をださないうで溶接する技能と作業工程を見通し計画的に仕事をする段取り能力及び溶接不良発生の原因除去や不良の再発防止に必要な溶接施工の知識です。

水圧試験、曲げ試験で溶接結果を確認しあなた自身の“判断の目安”“ねらいどころ”が正しいかどうか検討して下さい。

水圧試験結果	
曲げ試験結果	

仕事の基本である目的達成のための作業手順、方法を検討し計画的に「ムダ、ムリ、ムラ」なく実行するあなたの技能はいかがでしたか。

半自動溶接クリニック診断票

氏 名 H氏

次ぎの設間はクリニックにおいて実験実習の必要性をあなた自身が検討するものです。実務経験をもとにお答え下さい。

設問		YES	NO	研修テーマ
1	あなたはアンダカットや余盛高さなど溶接終了後のビード形状を観察しなくても溶接中に溶融プールから判断することができますか。	<input type="radio"/>		(1)
2	あなたは突合せ溶接やすみ肉溶接で何層何パスで溶接施工せよという作業基準が示された場合、作業基準に従って計画的に積層することができますか。	<input type="radio"/>		(2)
3	あなたは溶接中に溶融プールの表面を観察するだけでなく、溶融プールを立体的に把握し溶け込みの形状をイメージしていますか。		<input type="radio"/>	(3)
4	溶接条件の設定の1つにアーク電圧の調整がありますが、あなたは設定電流に対する標準アーク電圧を知っていますか。次の条件のアーク電圧を求めて下さい。 短絡移行条件の 150A V = グローブール移行条件の 300A V =		<input type="radio"/>	(4)
5	あなたはフラックス入りワイヤを使用して溶接施工した経験がありますか。	<input type="radio"/>		(5)
6	あなたはシールドガスにプリミックスガス（80%アルゴン+20%炭酸ガス）を使		<input type="radio"/>	(6)

設問		YES	NO	研修テーマ												
7	<p>あなたの職場で普段使用しているワイヤの種類と銘柄を書いて下さい。</p> <table border="1" data-bbox="360 398 979 577"> <tr> <td data-bbox="360 398 568 488">ワイヤの種類</td> <td data-bbox="568 398 979 488"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="360 488 568 577">ワイヤの銘柄</td> <td data-bbox="568 488 979 577"></td> </tr> </table> <p>作業の内容で溶接性や作業性の面からワイヤの選定をしていますか。</p>	ワイヤの種類		ワイヤの銘柄			○	(7)								
ワイヤの種類																
ワイヤの銘柄																
8	<p>トーチ角度及びねらい位置は溶接結果に大いに影響しますが、あなたは溶接を行なう場合トーチ角度やねらい位置を意識していますか。</p> <p>単層すみ肉溶接を行なう場合の条件を示してください。</p> <p>短絡移行条件での小脚長</p> <table border="1" data-bbox="352 1149 971 1420"> <tr> <td data-bbox="352 1149 564 1249">溶接方向 トーチ角度</td> <td data-bbox="564 1149 971 1249"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="352 1249 564 1330">母材面トーチ 角 度</td> <td data-bbox="564 1249 971 1330"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="352 1330 564 1420">ワイヤねらい 位 置</td> <td data-bbox="564 1330 971 1420"></td> </tr> </table> <p>グローバル移行条件での大脚長</p> <table border="1" data-bbox="352 1547 971 1809"> <tr> <td data-bbox="352 1547 564 1630">溶接方向 トーチ角度</td> <td data-bbox="564 1547 971 1630"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="352 1630 564 1720">母材面トーチ 角 度</td> <td data-bbox="564 1630 971 1720"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="352 1720 564 1809">ワイヤねらい 位 置</td> <td data-bbox="564 1720 971 1809"></td> </tr> </table>	溶接方向 トーチ角度		母材面トーチ 角 度		ワイヤねらい 位 置		溶接方向 トーチ角度		母材面トーチ 角 度		ワイヤねらい 位 置		○		(8)
溶接方向 トーチ角度																
母材面トーチ 角 度																
ワイヤねらい 位 置																
溶接方向 トーチ角度																
母材面トーチ 角 度																
ワイヤねらい 位 置																

設問		YES	NO	研修テーマ
9	<p>あなたが普段使用している溶接電流はおよそなんアンペアですか。 A</p> <p>その時のワイヤ突き出し長さはおよそ何ミリですか。 mm</p> <p>溶接条件を設定した後に他の条件を変えないでワイヤ突き出し長さのみ変えた場合に溶接電流がどうなるか確認した経験がありますか。</p>	○		(9)
10	<p>ガスシールド溶接では溶接部への横風が問題になりますが、あなたは風速2メートルがどの程度のものか測定した経験がありますか。</p>		○	(10)
11	<p>あなたの職場では溶接ケーブルを延長して使用していますか。</p> <p>溶接ケーブルの断面積が38m²、長さ30mに300Aの電流を流した場合、何ボルトぐらいの電圧降下の補正が必要になりますか計算によって求めて下さい。 V</p>	○		(11)
12	<p>溶接装置に係わるアーク不安定の原因について考えられる要因をすべて記述して下さい。</p> <p>1. 2. 3. 4. 5.</p>		○	(12) (13)
13	<p>溶接欠陥のうちブローホールはその発生機構から熟練した技能者といえども溶接中に発見することはできないものです従ってブローホールが溶接品質上問題になる場合は、発生原因を事前に除去してから施工することは絶対条件となります</p> <p>あなたは溶接金属 観察した経験がありますか。</p>		○	(14)

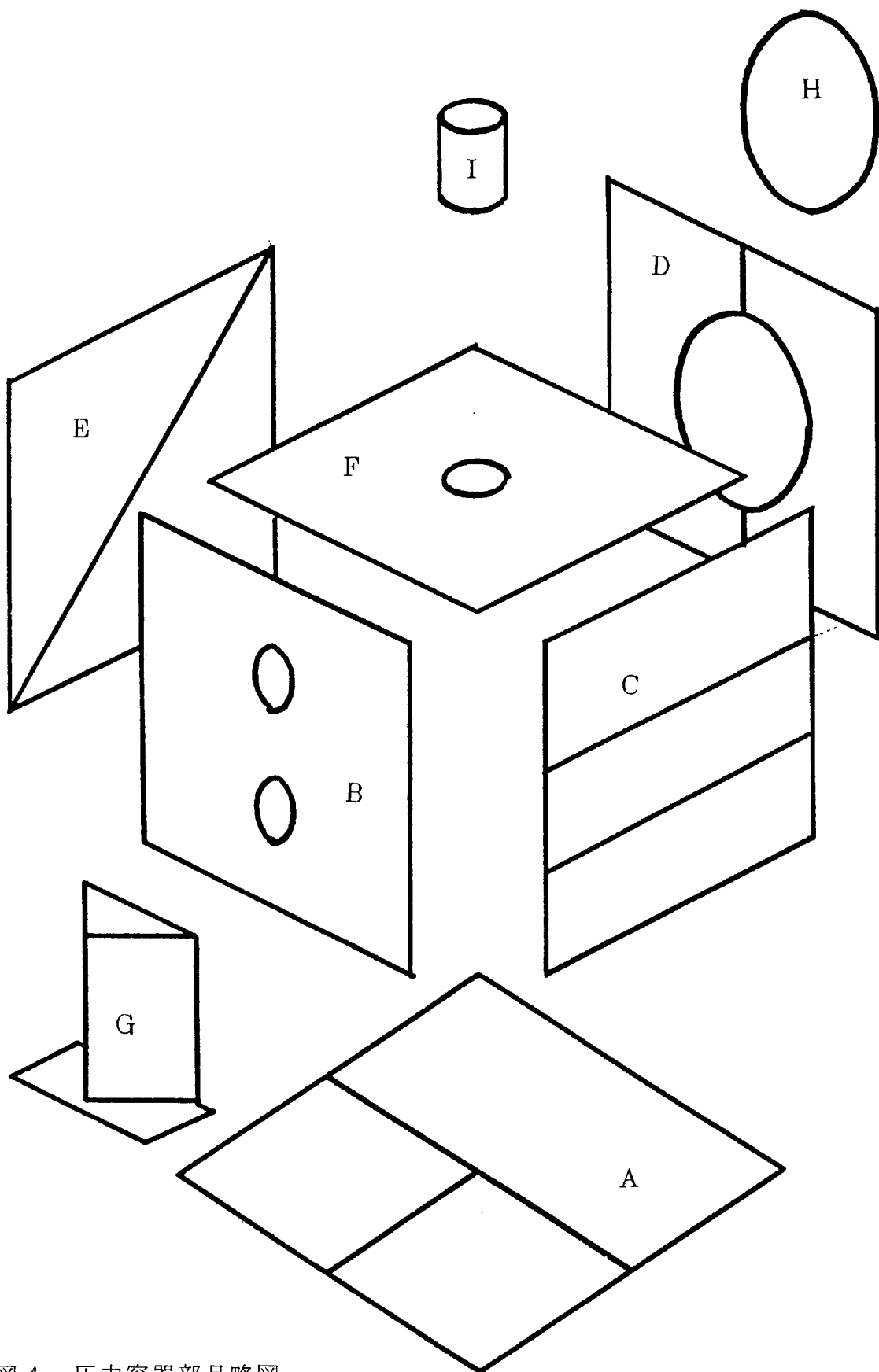


图 4. 压力容器部品略图

表4 受講者の課題2の作業手順

	プレート つきあわせ	部品組立 → 仮づけ	本 溶 接
R氏	コメントなし	BG AB AC AD AE F	AB AC DE BE DC BC AD AE F
T氏	コメントなし	BG AB AC AD AE	G (下部) G (上部) A (一周) タテ (一周) F (一周)
S氏	E D C A	AE AD AC AB	F (一周) A (一周) タテ
I氏	E D C A FI	AB AE AD AC F	不明
H氏	A C E D	DH G単体 FI AB AE AC AD BG F	タテ F A G

③ 部品Aは、どのように完成させたか。

これら3点についてそれぞれ次のような話合いが行われた。

①の本溶接の順番について、次の3つの方法があげられた。

- (1) A → タテ → F の順
- (2) F → A → タテ の順
- (3) タテ → F → A の順

それぞれ「どのような理由によるものか」を質問した。

- (1) (T氏) なんとなくやりやすそうだから。
- (2) (S氏) やりづらい部分を先にやって、欠陥の出にくい所は後でやる方がよいと思ったから。
- (3) (H氏) なんとなく(会社ではそうなっている)。縦からやる方がきれいに見えるから。

この問題に関しては、受講者の一人が指導員に「まだ溶接していない部分は、溶接でまたいではいけない」という注意事項を聞いたと発言したので、他の受講者の考える余地がなくなってしまった。

②のG部品製作の手順について、次の2つの方法があった。

(1) Gをそのものの単体で組んで、組立の最終段階付近で本体に取り付ける。

(2) Gの部品を直接、一つずつ部品Bに取り付ける。

それぞれの理由を質問した。

(1) (S氏) 最初から部品を本体につけてゆくと、デコボコになって作業しづらい。

(R氏) 寸法が出しやすい。三角に組んでからの仮づけは難しい。という意見が出た。そこで、GがBに取り付けられた状態でABの本溶接をやったことを考えたらどうですかと(2)の方法をとった人に質問した。すると、

(T氏) 出来にくかった。いろいろ角度を変えてやった。

(I氏) やりづらかった。狭いからしょうがないと思ってやった。

といった感想が聞かれた。

③のA部品製作について、つぎの2つの方法があった。

(1) 3枚を1度に本溶接した。

(2) 2枚でまず仕上げて、さらにそこに1枚加えた。

それぞれの理由は次のようなものである。

(1) (T氏) やりやすそうだから

(2) (S氏) ひずみ対策を考えるとこちらの方がやりやすい。

という意見がでた。S氏の意見を聞いた(1)の人は、実際、大きなひずみで苦労したようで、(2)のほうがより良いという気持ちになってきたようだった。それは次のような意見からもわかる。

(R氏) そのほうがいいみたいですね。

(T氏) ハンマーでたたけば直るかと思ったんだけど直らなかった。(先生に) 直してもらいました。こっちの方がいいですね。

こういった話合いの後、担当指導員が、溶接順序の原則についてのポイント

を、プリントを配布して、説明した。図5がそれである。

〔溶接作業について〕

まず、製作課題Ⅱ、Ⅲの試験結果の予想を聞き、さらに実際の結果を聞いた。その結果を表5に示す。

それぞれの受講者は、どのような感想を持っているかを聞いていった。それは、次のようなものであった。

製作課題Ⅱについて

- ・水圧試験の結果、もれると思ってもれた人

(R氏) あれだけの圧力をかけるともたないかなと思った。

(T氏) (I氏) やったことないから自信がない

(H氏) 電流の設定が弱かったと思う。(H氏は、普段厚板を扱う仕事で、課題Ⅱの材料はH氏にとっては薄かったらしい。)

- ・もれないと思ってもれた人

(S氏) (完璧だと思ったが) 溶接順序が悪かったらしい。電流の設定も悪かった。

製作課題Ⅲについて

- ・割れると思っても割れなかった人

(T氏) 下向きだから誰でもできる。(T氏は、指導員の指導でこの課題を下向きで作業した。)

(S氏) 横向き、厚物はやったことない。120A位で作業すればよいと先生に教えてもらった。それが良かったんじゃないか。

- ・割れると思っても割れた人

(R氏) (I氏) ああいうのやったことないから自身がない。

- ・割れないと思っても割れなかった人

(H氏) なんとなく

これらの感想から、受講者は電流の設定、溶接順序に関心をもつようになって

作業工程計画・補足資料

1. 溶接順序

溶接順序を選定する場合の基本的な考え方として、下記の原則事項を折り込んで検討すること。

- (1) 組み立て順序は中央から自由端に、下から上へと組み立てる原則
- (2) 溶接変形によって形状保持が損なわれないような順序、すなわち溶着量の多いものを先に、溶着量の少ないものを後に溶接する原則
- (3) 未溶接継手を通り越して溶接しないという原則
- (4) 著しい拘束応力を発生させない順序

2. 作業改善

より良いものを早く、安く、安全に作り出すためには作業改善の考え方が必要である。

作業の改善を導く考え方には、下記の4つの原則がある。

(1) 排除

目的追求の原理によって、“なぜ、何んのために”を徹底的に追求することによって、排除の可能性を発見することができる。

(2) 結合

“どこ、いつ、たれが”の自問に答えることによって、いくつかの部分を結合する着想がえられる。

これによって、2つの部分間の運搬や停滞がなくなる。

結合された新しい部分は、多くの場合、前の部分の和より簡単になる。

(3) 交換

“どこ、いつ、だれが”の自問に答えることによって、部分の置換えや順序の交換が考えられる。

これは、さらに新しい排除や結合の可能性を導くものである。

(4) 簡素化

排除、結合、交換を十分に検討した後、残された部分について簡素化を考える。

そのためには、“どんな方法がよいか”の自問を適用する。

図5. ディスカッション配布資料(1)

表5. 課題製作に対する受講者の予想と結果

		予 想	結 果
課 題 2	水もれが おこる	(R氏) (T氏) (I氏) (H氏)	全 員
	水もれが おこらない	(S氏)	
課 題 3	割れが 生じる	(R氏) (T氏) (S氏) (I氏)	(R氏) (I氏)
	割れが 生じない	(H氏)	(H氏) (T氏) (S氏)

てきていることがわかった。そこで、それらのポイントが分かればもれたり割れたりしなくなるだろうかと質問したところ、「大丈夫」(S氏)とのことであった。逆に何故こんなところがもれたかわからないところがあるかと質問した。すると、次のような感想が出された。

(S氏) (H氏) H部品の溶接部から水もれが生じた。何故だかわからない。ここで、溶接の出来ばえを知る方法はなにか、と質問した。すると、次のような意見が出た。

(S氏) 感に頼るしかないんじゃないか。

(H氏) 慣れじゃないのか。やってみないとわからない。

(T氏) ビードがきれいに出ていれぼうまいなあとと思う。(これは、溶接作業中でなく、作業が終わった後に見ての見方であるという。)

表3：自己診断シート記入例

(I氏) 溶接やって溶けている感じがしたらよい。

特に、S氏は次のような発言をした。

(S氏) ビードが見えている。溶けているのがわかる。(だから)自分が溶接やっているときは欠陥が出ているときはわかるはず。動かす速さ(を気を付けて)それと溶けている部分(が見えること)、あと出来上がった外観を見ればよい。

これを集約すると、溶接をやっている時のビードの見え方と、出来上がったビードのきれいさが出来ばえの判断のポイントであるということになってきた。また、他の人の意見は

(T氏) 板がどこで終わっているかを見るだけで精いっぱい

(I氏) プールの形（はみ出したり、足りないように見える）でオーバーラップやアンダーカットなどはわかる。

などというものがあつた。

ここで、「溶融プールを見る」とはどういう意味なのかと質問する。担当指導員が、「プールを見るのが大事だ」と言ったがどういう意味であると思うか、オーバーラップやアンダーカットがわかるときのような見え方と同じかと聞いた。S氏からなぜか、プールの内部を見るためには「電流が大事」という意見が出る。それで、プールの見えることと関係があるという要件を受講者の意見からまとめてみた。

- ・電流の調整
- ・プールを見ること
- ・溶接手順が大事である

といったことになった。

ここまで来て意見が出なくなり、討論が進行しなくなった。そこで、担当指導員に、上に記したことがらが「プールを見る」とことと関係あるのかどうかについて、コメントしてもらふことにした。担当指導員は、次のようなコメントを入れた。「条件がよいか悪いかと言うことと、溶けていないことは関係あるかも知れないが、決定的な要素ではない。条件が悪いから溶けていないということは何をもって判断するかがポイントである。プール表面の現象を見ることと、プール内部の現象を見ることとは違うことだ。」

溶融プールの内部を見るということが大事であるという担当指導員の指摘に対し、次のような意見がでた。

(S氏)「トーチ角度とトーチ長さ」が関係するのではないか。母材に対し、トーチを離せば離すほどアークは出なくなるし、ガスは飛んでいってしまう。トーチ角度によってもプールはだいぶ変わるから、中がどうなっているか見当がつくかもしれない。

他の人の意見も加えて見ると、プール内部を見ることに関係するのは次のようなものである。

- ・ トーチの角度
- ・ ワイヤーの長さ
- ・ トーチの狙い位置
- ・ 運棒速度

最後に担当指導員のコメントがあり、ワイヤーの長さといったことが溶接結果にどのように影響するかを総合的に把握することが「溶融プールを見る＝プールを読む」ことになるという指摘をした。そして、図6のプリントを配布し、説明した。

ここで、ディスカッションを終了した。

以上が、今回行った改善点実施の概要である。

溶融プールを読む

溶接作業で溶融プールをみる目的は何か

“ねらい通りに” なるように制御
するためである

溶接結果を予測する“目安・ねらい
どころ”が必要となる

完全溶け込みの溶接であるかどうかの判断の“目安・ねらいどころ”をもちうるかどうかは溶接技能の差となる。

溶接は“個体－液体－個体”という加工プロセスであり液体状態にある溶融プールの表面から内部の溶融金属の流れをイメージできる技能が必要となる。単に溶融プールの表面現象のみを見るだけでは溶接品質について自信がもてない所以である。

そこで、溶接作業では“溶融プールを読む”能力が問題視されることになる。

溶融プールの読み方

(1) 問題意識をもって読む

自分が何を知りたいか、何のために見ているのか
目的意識と問題意識を強烈にもつこと。

(2) 結果を予測すること

溶接が終わった後で結果がわかるようでは不十分である
結果を見なくとも絵に書けるようではなくてはならない。

(3) 試験・実験で“目安・ねらいどころ”の確かさを調べる。

(1)－(3)を継続することによって正しい読みができるようになる。