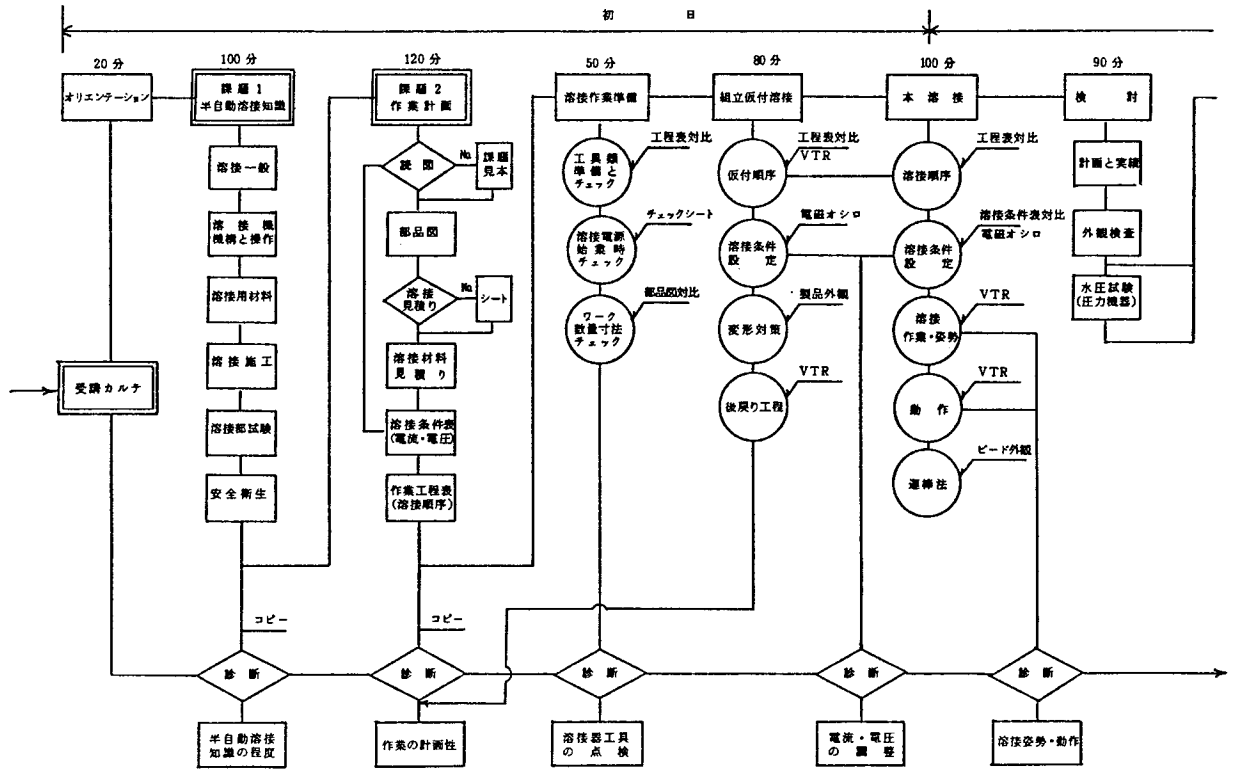


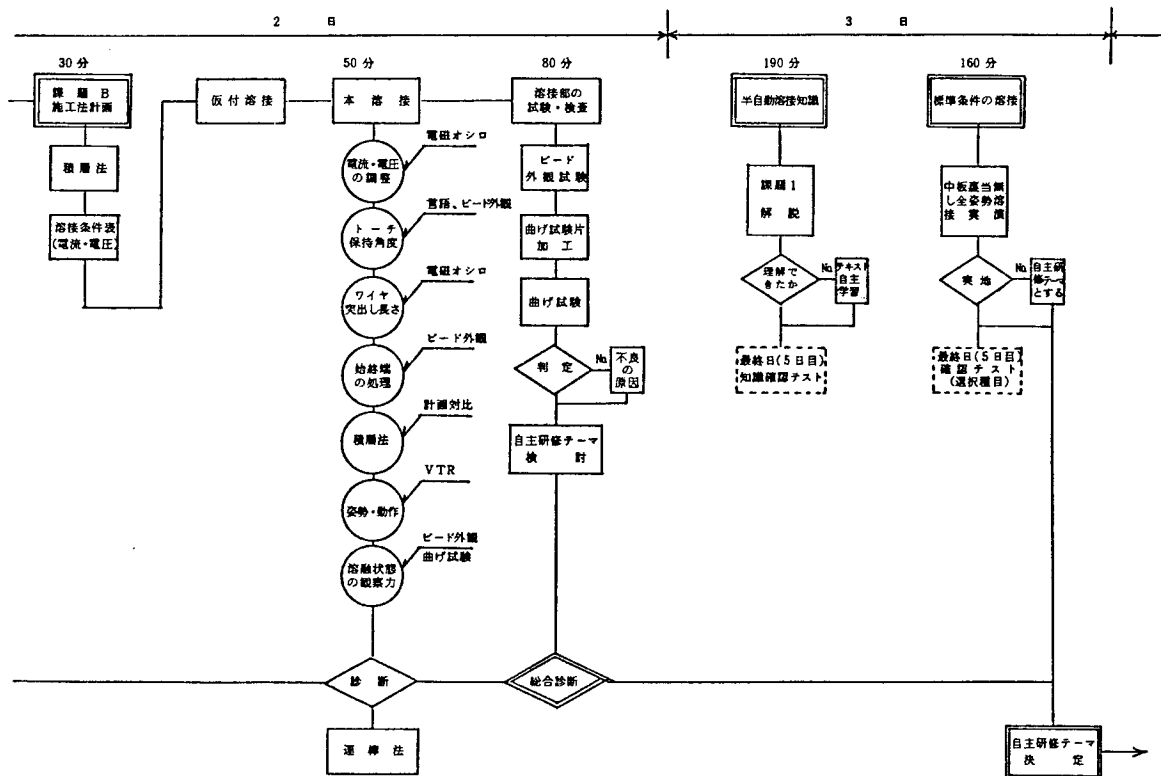
第5章 半自動溶接技能クリニックの訓練内容と指導方法



“半自動溶接技能クリニック”の日程は、五日間である。一日七時間として

図16 訓練内容計画

区分	教科内容			日程					
	項目	内容	細目	1日	2日	3日	4日	5日	
開講式	オリエンテーション	溶接技能クリニックの意義			-				
現場の施工条件の溶接	半自動溶接一般知識 構造物組立溶接 突合せ溶接	技能診断		-	-				
		標準条件による溶接	中・厚板突合せ溶接 電流・電圧、積層法	V形突合せ継手 T形すみ肉溶接			-		
		基礎実研	適正条件の把握 突合せ溶接 すみ肉溶接	電圧、速度、風量 ワイヤの種類 ワイヤ突出し長さ				-	
技量確認	t9、突合せ溶接	JISZ3841に準ずる						-	
原理と特長	CO ₂ 半自動溶接法					-			
	機器構成と取扱	電源、ワイヤ送給装置、トーチ、ガス				-			
	溶接施工法	電流、電圧、速度、開先、溶接記号				-			
	溶接欠陥と対策	諸因子の影響、欠陥の原因と対策				-			
反省会・閉講式	クリニックの確認、検討、報告書							-	
備考									



35時間訓練である。5日間の訓練計画は図16の通りであり、前半で技能診断が行なわれ、後半で自主研修を実施するようになっている。

訓練フローチャートにしたがって、日程を追いながら訓練方法、訓練内容を詳細に記述しよう。

第1日目には、JIS 検定合格者、あるいは検定を受けていないがかなりの経験者であることを前提として、オリエンテーションにおいて“半自動溶接技能クリニック”の流れを説明する。

そして、〔課題1〕の＜半自動溶接知識＞50問を自力で解答してもらおう。これにより、どの程度、溶接についての知識を保有しているかを診断する。

つぎに、作業の計画性（プランニング）について診断する。

これは〔課題2〕によるが、図17、あるいは図18を選択する。実施手順はつぎの通りである。

- (1) 図面をみて部品図をフリーハンドで書いてもらう。図面がわからない受

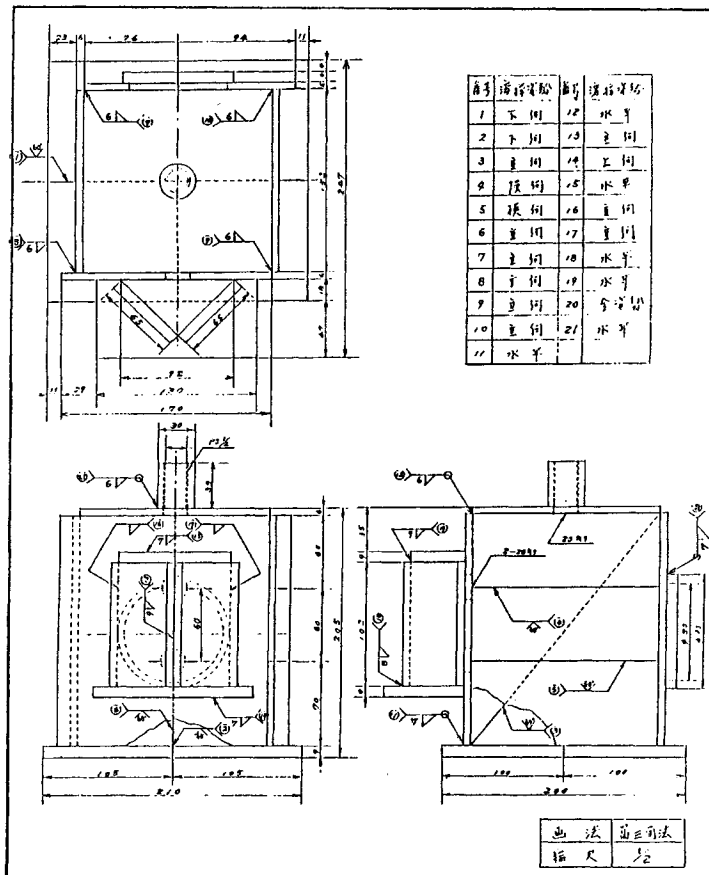
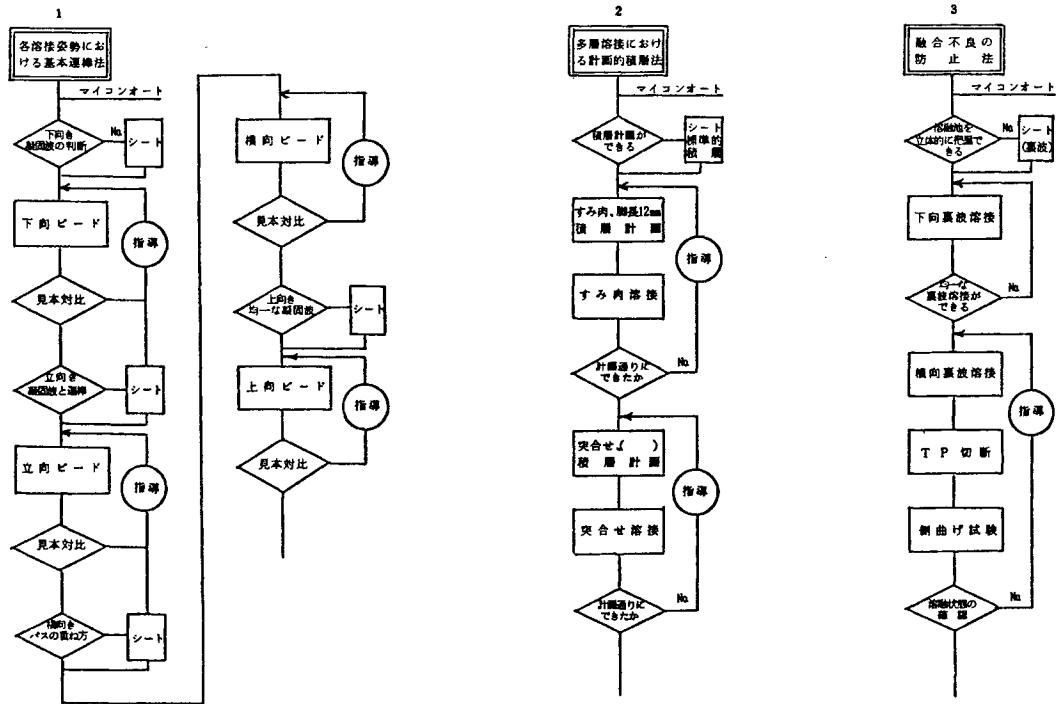


図17 技能診断課題(A)

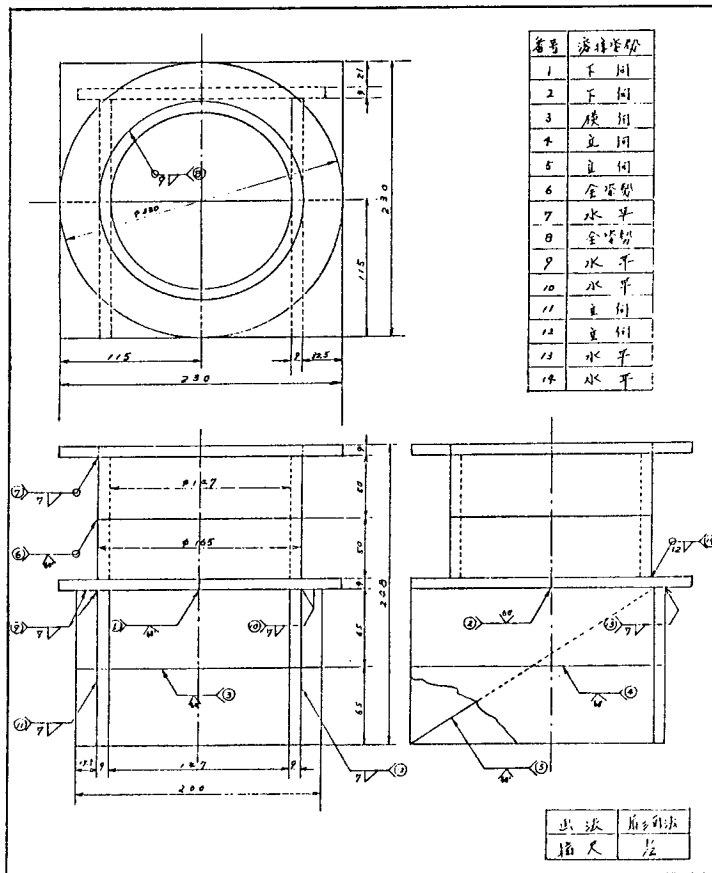
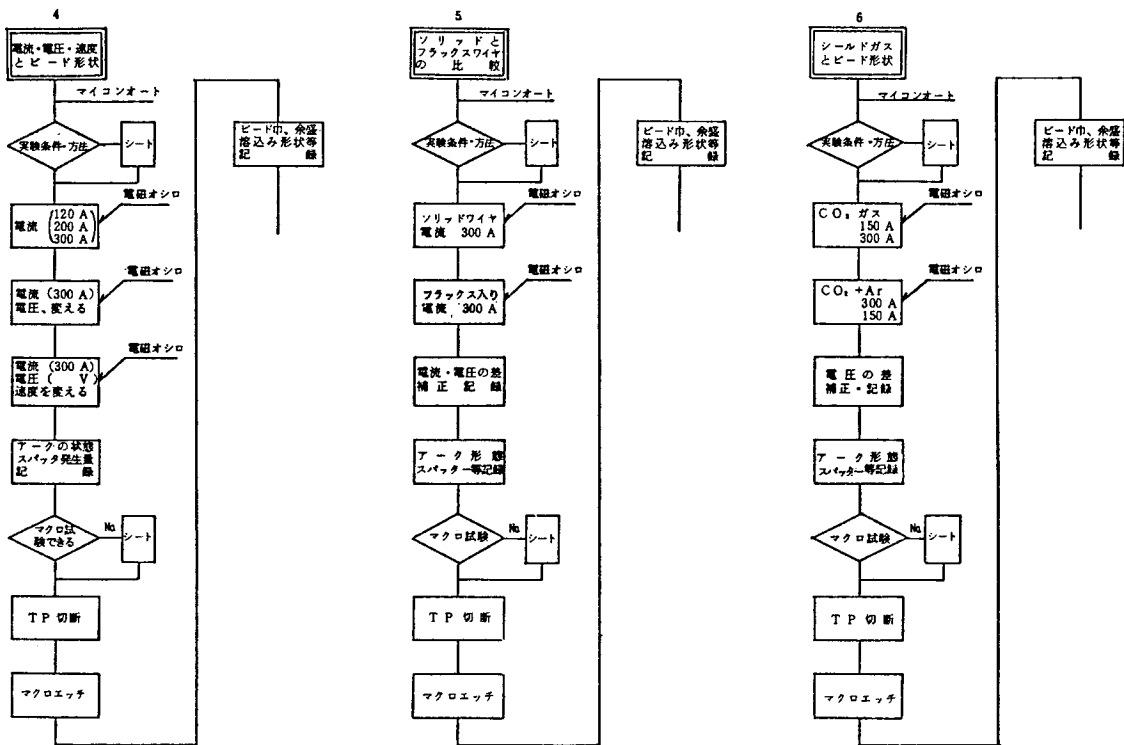
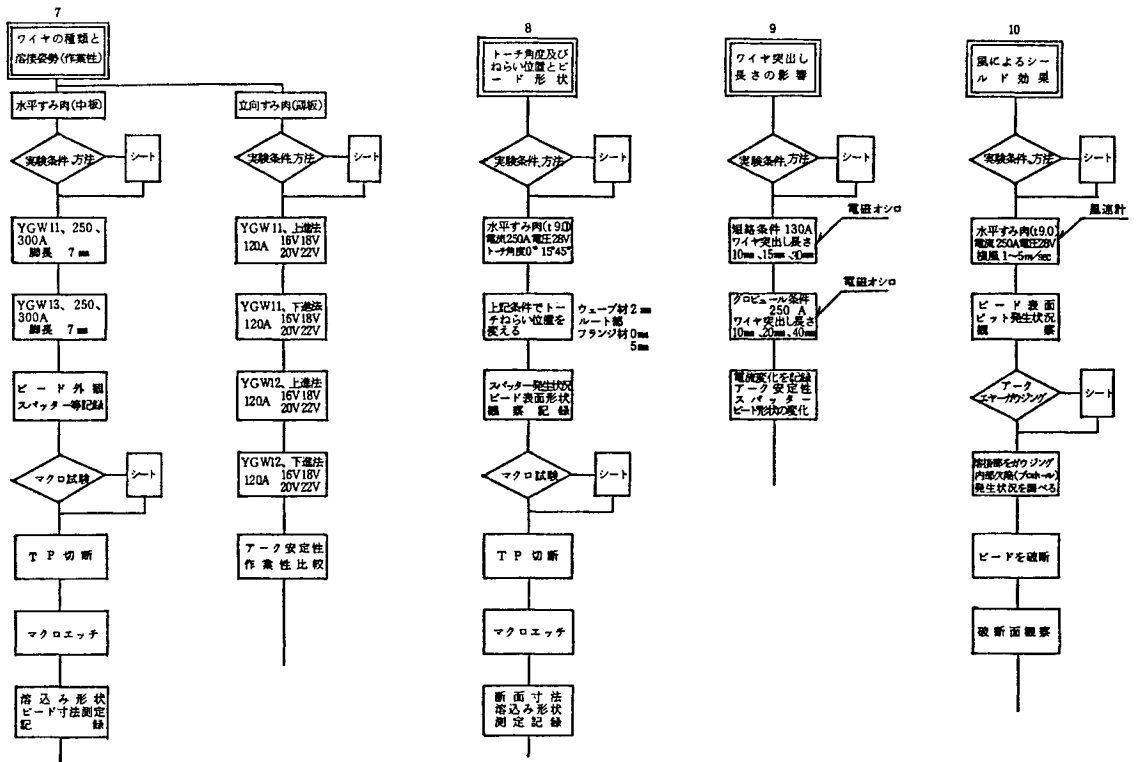


図18 技能診断課題(B)



講者には実際の完成した製品をみせて図面と対比しながら、どのような寸法・形状のものがいくつあるかをフリーハンドで書くように指示する。

(2) この課題を製作するのにどれくらい材料を使うか。ワイヤは何キログラムぐらい必要とするか、その見積りをしてもらおう。それができない人には簡単なシートで見積りができるように教える。

(3) 溶接施工上、それぞれの継手に対してどの程度の溶接電流、溶接電圧で実施すればよいのか溶接条件表を書いてもらおう。

これにより、溶接電流にバランスする溶接電圧が設定できるかを見る。

(4) 溶接工程をどのような手順で実施するか具体的に書いてもらおう。これによって課題製作の相当の部分を頭の中でこなすことになり作業成果が予測できる。

さらに、段取り能力<溶接器工具の点検>を診断する。

表 19の○印は指導員サイドのチェック項目である。溶接作業の準備中にどの

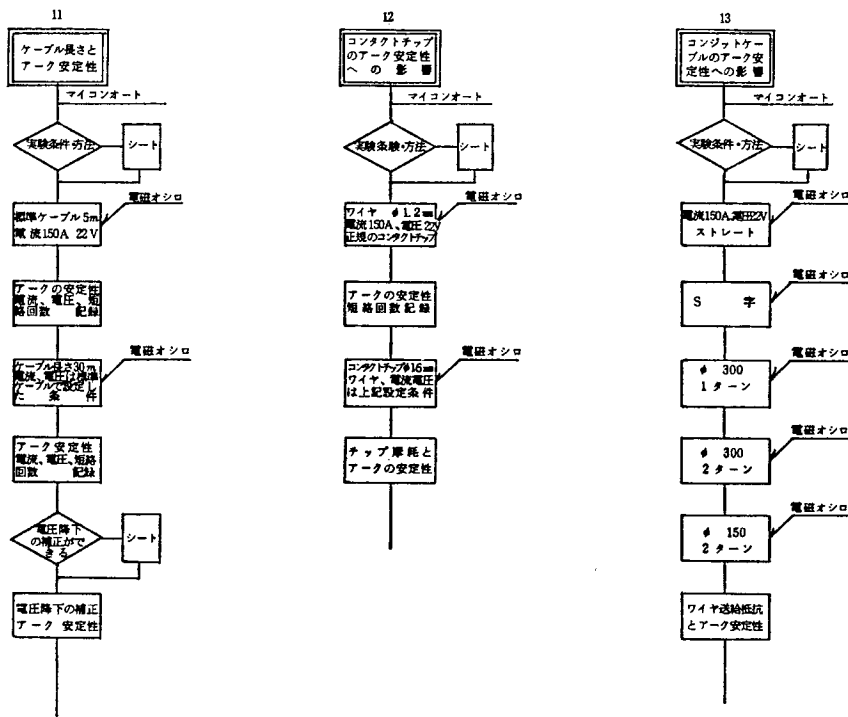
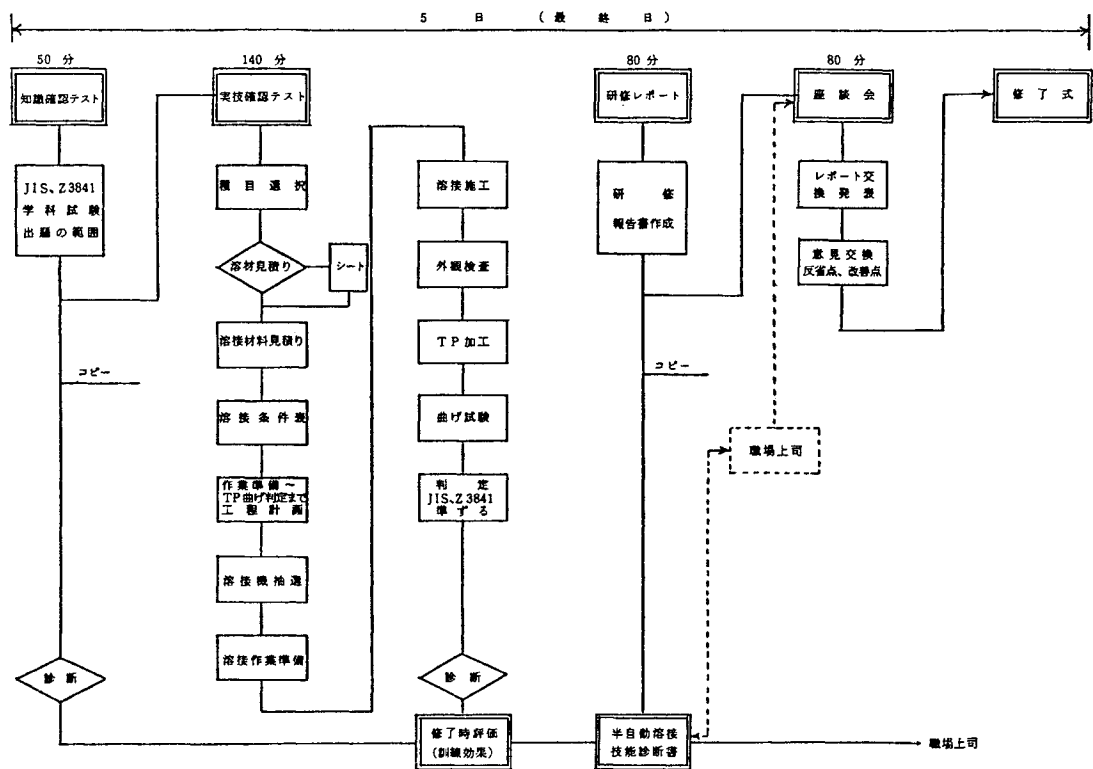


表19 炭酸ガス半自動溶接技能診断書

氏名 _____ 企業名 _____ 実施 年 月 日

診断項目	入所時の評価点	指摘事項	修了時の評価点
1	A B C D E		A B C D E
2	A B C D E		A B C D E
3	A B C D E		A B C D E
4	A B C D E		A B C D E
5	A B C D E		A B C D E
6	A B C D E		A B C D E
7	A B C D E		A B C D E
8	A B C D E		A B C D E
9	A B C D E		A B C D E
10	A B C D E		A B C D E
11	A B C D E		A B C D E
12	A B C D E		A B C D E
評価点の内容 A：良い B：かなり良いが改善を要す C：普通 D：基本面にやや欠ける E：基本面に欠ける			
総評			



ような点を観察していくかを示している。實際上、複数の受講者のすべてについてチェックするのは不可能である。そこで、各項目について必ず申し出するか、あるいは整備をする必要があるように状況設定しておく。申し出、あるいは整備しないで作業が進められればエラーとしてチェックする。

(1) 工具準備チェックについて

作業工程計画で課題製作にともなう必要工具がリストアップされているか、工程表と対比してその工具を支給する。リストアップされていない場合は申し出により支給する。作業開始後に途中で工具類の申し出があった場合はエラーとしてチェックする。

(2) 溶接電源始業時チェックについて

これには溶接トーチ関係、ワイヤ送給装置関係、電源ケーブル類及び炭酸ガス調整器を対象とし、日常的に作業者が保守管理すべき項目について確認されているかどうかをみる。

次のごとき状況を設定してチェックする。

- ① 溶接トーチ～使用ワイヤ径 $\phi 1.2$ に対して $\phi 1.6$ チップをセットしておく。
- ② ワイヤ送給装置～使用ワイヤ径 $\phi 1.2$ に対して送給ローラ 1.0 をセットしておく。
- ③ 電源ケーブル類～母材側ケーブルの電源側接続端子の締付を不十分にしておいてテーピングなしの状態にしておく。
- ④ 炭酸ガス調整器～ボンベの取付部をゆるめておき、ガス漏れが生じるようにしておく。

上記①については申し出がない場合、②～④については正規の状態に整備して作業を開始していない場合はエラーとしてチェックする。

(3) ワーク数量、寸法チェックについて

支給材について計画段階で書いた部品図および図面と対比してワーク数、寸法についてチェックされたかを確認する。

寸法違い 1 点と部品数を 1 点減らして支給して作業開始前に申し出があるかどうかをみる。申し出がないまま作業が開始された場合はエラーとしてチェックする。

さらに、プランニングと対比して＜作業の計画性＞の診断を補強する。

これは〔組立仮付溶接〕の実施をとおして、仮付順序、仮付溶接条件、変形対策、後戻り工程の有無をみる。

ここでは計画した作業手順通りに作業しているか、動作手順にムダがないかを中心にして観察する。作業員自身は動作手順のムダには気づかない場合が多いので、後戻り工程、ムダな動作に限定してVTRに記録する。（VTRに記録された自己の動作を作業終了後にみることによって自分自身でムダな動作に気づくようにする。）その他の要件については、指導員が巡回して作業状況を観察しチェックする。

第2日目。溶接電流・電圧の調整、作業姿勢・動作、運棒法の診断、および総合的な技能診断を行なう。

〔課題2の検討〕 計画と実績はどうであったか。作業手順、材料見積り、時間等について比較検討する。

製品出来ばえは製品外観、ビード外観、脚長をみる。圧力容器については水圧試験をおこない不良箇所の検討をする。

〔課題3〕では溶接の技量面に焦点をあてて観察する。

積層法計画では何層何パスで施工するのか図に書いてもらう。さらに、溶接条件ではどれくらいの溶接電流・電圧でやったらよいかについて計画してもらう。

〔本溶接〕では次のような診断を行なう。

(1) 溶接電流・電圧の調整については、計画した値で実施しているか、電流にバランスした電圧設定ができているかを診断する。

各人ごとに部分的に電磁オッシログラフを記録する。

(2) トーチの保持角度については、母材面に対する角度、溶接進行方向に対する角度（前進角、後退角）を観察し記録する。（矯正の必要がある人に対しては自主研修テーマとする。）

(3) ワイヤの突出し長さについては、目視により寸法を記録する。運棒中に突出し長さが大巾に変動する人については電磁オッシログラフに記録しておき、作業後にグラフを示し説明する。

(4) 始末端の処理については溶接終了後の完成品ビード外観で診断する。

(5) 積層法については計画と対比する。実務で作業標準（積層法）が示されても、その通りに施工できる技能を持たないと品質の信頼性は得られない。特に、溶接変形との関係で重要な要素である。

(6) 溶接作業姿勢・動作について自己流になっていないかどうか観察する。（矯正の必要とおもわれる人を重点にVTRで記録しておき、作業終了後VTRを見て説明する。）

(7) 溶融状態の観察力については、指導員の溶融状態の観察結果をもとに診

断を行なう。ビードの外観、側曲げ試験によってこの点の診断を証明することにする。ただし、溶融状態の観察力を視覚化し、本人にフィードバックすることは今のところ不可能である。なぜなら、溶融状態を観察し、溶接結果をどのように推測しているかにかかわることであり、個人の判断スケールの問題だからである。

そして、〔課題3〕が終了したところで〔溶接部の試験・検査〕をおこなう。

つまり、ビード外観検査、曲げ試験片加工、側曲げ試験をおこない、JISの判定基準にしたがって判定する。（不良のある場合には、その原因について受講者に説明し、その対策を検討させる。）

以上のような各プロセスごとの技能診断を通して、総合診断をおこない、その診断結果を表19のような様式にまとめる。それにもとづき、受講カルテでの要望をも加味してそれぞれの受講者ごとに自主研修テーマを指導員の判断により決定する。

第3日目。

（半自動溶接知識）～第1日目の〔課題1〕～について集合授業方式で解説する。

理解できたかどうかは質問形式で判断する。そして、理解できない受講者、あるいはさらに知識の範囲を広げたい受講者に対しては自宅においてテキストによる自己学習をおこなってもらおう。

標準条件の溶接をデモンストレーションする。

中板裏当金なし、全姿勢溶接（下向、立向、横向、上向）について指導員が実演して受講者にみせる。そして、受講者にも各姿勢ごとの溶接を実施してもらおう。（自分で不十分であると判断する受講者は自主研修テーマのひとつに加えることとなる。）

第4日目は自主研修を行なう。自主研修テーマの①から③は運棒法の感覚的制御能力を高めるための課題であり、反復訓練による技能化が必要なものであ

る。それに対して、④から⑭のテーマは実務的に必要な知識を理論的な裏づけをするものである。その概要は次のごとくである。

① 各溶接姿勢における基本運棒法

まず、マイコンオートで標準条件を設定しておいて、運棒のテクニックだけにしぼりこんでいくことにする。

- ① 凝固波に対応した運棒ができる。
- ② アンダーカット、オーバーラップ等の現象が把握でき、その防止のための運棒操作ができる。

つまり、溶融プールから現象を認知し、判断し、操作する。
この技能を向上することである。

② 多層溶接における計画的な積層法

溶接変形対策などから標準積層が示されても計画的にパスが置けなければ再現性は難しい。

多層溶接において、計画的なパスの重ね方ができる技能を身につける。

マイコンオートで溶接電流・電圧を設定しておく

- ① 水平すみ肉溶接の多層盛り
- ② 突合せ溶接（厚板）の多層盛り

が計画的に積層できるようにする。

③ 融合不良の防止法

マイコンオートで溶接条件を設定しておいて、板厚 3.2 mm、溶接長 200 mm の I 形突合せ溶接で、始端部 1.2 mm、終端部 3.2 mm とルート間隔を変化させた課題で、溶込み不良、溶落ち現象を理解させ、溶融プールを立体的に把握する技能を身につける。溶融プールを立体的に把握でき、必要な運棒ができれば溶落ちまでの溶接長さが回数に比例して長くなるはずである。

溶融プールの表面から裏面の溶融状態を把握する（見えない現象を読む）能力を養うことによって、各種板厚・各姿勢において融合不良のない溶接施工ができる。

④ 溶接電流・電圧・速度とビード形状がどういう関係にあるか。

溶接条件の再現性を考えマイコンオートを使う。ビードオンプレート溶接で溶接電流・電圧、速度を変化させた場合に溶接結果にどのような影響があるか、知識で知っているというだけでなく実際に実験を通して理解する。

マクロ試験によってビード巾、余盛、溶込み形状等を観察記録し、条件設定の重要性を認識する。

(溶接電流にバランスする電圧を設定する意味を充分理解させる)

⑤ ソリッドワイヤとフラックス入りワイヤの比較

ソリッドワイヤとフラックス入りワイヤの差異を理解するため、ビードオンプレート溶接及び水平すみ肉溶接を行い、アーク形態、アーク電圧の差、ビード外観及びビード断面形状を比較検討する。

⑥ シールドガスとビード形状について

シールドガスの種類の違いによる差異を理解するため、純炭酸ガス、プリミックガス(80%Ar + 20%CO₂)、アルゴンガスを用いてビードオンプレート及び水平すみ肉溶接を行い、それぞれのアーク特性(アーク長さ、アーク電圧、短絡音)スパッターの発生、ビード外観、ビード断面形状を比較する。

⑦ ワイヤの種類と各姿勢における作業性について

軟鋼薄板(t3.0)の立向上進すみ肉溶接及び立向下進すみ肉溶接を溶接電流を一定にし、電圧を変化させたときのYGW11、 ϕ 1.2とYGW12、 ϕ 1.2の作業性を比較する。

また、YGW11、 ϕ 1.2とYGW13、 ϕ 1.2を用い水平すみ肉溶接を行ない、ビード断面形状に及ぼすワイヤの種類の影響を理解する。

ワイヤ選定において作業性の面からの認識を深める。

⑧ トーチ角度・トーチねらい位置のビード形状に及ぼす影響について

半自動溶接では、溶接電流・電圧、速度の設定が適正であってもトーチの角度及びねら

い位置によってビード形状が異なり、運棒法で最も重要視されている。

水平すみ肉溶接における短絡移行、グロービュール移行でのトーチ角度、及びねらい位置の影響を知る。

それぞれの条件におけるスパッター発生量及びビード断面形状を観測記録し、正しい設定ができるようにする。

⑨ ワイヤの突出し長さの影響について

半自動溶接ではワイヤの突出し長さを管理することが品質確保上重要である。

ワイヤ突出し長さが溶接電流、スパッタ発生量、アークの安定性に及ぼす影響について理解する。

短絡移行域とグロービュール移行域で、溶接電流・電圧は一定にしてワイヤ突出し長さのみを変化させて、溶接電流・電圧の変化を電磁オシロにとる。

また、電流計・電圧計の値を観測記録する。

溶込み形状の変化はマクロ試験を行い観察記録する。

実験結果からワイヤ突出し長さを適正值に保持する必要性を認識する。

⑩ 風によるシールド効果について

ガスシールド溶接ではシールド効果がブローホール発生に影響する。

通常許される風は溶接部への横風が 1.5 m/sec 以下とされているが、これを実際に風速計で観測し、防風対策の重要性、及びガス流量設定についての理解を深める。

ブローホールの発生状態はアークエヤーガウジングで見る。

⑪ ケーブル長さのアーク安定性への影響について

ケーブル長さを長くした場合、ケーブルの電気抵抗によって、アークの安定性、短絡回数、ビード外観に影響する。

溶接ケーブル 5 m と 30 m の場合の比較を電磁オシロを使って行い、電圧降下がある場合は溶接電源の出口端子電圧を上げ、補正が必要であることを理解する。

また、短絡移行条件では短絡電流の立上りが悪くなる状況も観察する。

(ケーブル断面積 38mm^2 、 60mm^2 の影響もあわせて実験する)

⑫ コンタクトチップ使用上の注意

ワイヤへの給電はコンタクトチップにより行われるので長時間使用すると、摩耗して穴径が楕円形に大きくなりアーク不安定の原因となる。

短絡移行条件で正規のコンタクトチップを使用した場合のアーク状態を電磁オシロにとる。

次に摩耗したチップ($\phi 1.0$ ワイヤに $\phi 1.6$ チップ) を使ってアーク安定度を観察する(電磁オシロをとる)。

電磁オシロの溶接電流・電圧波形の変化を対比し、チップ摩耗とアーク安定性の関係について理解する。

⑬ コンジットケーブルのアーク安定性について

ワイヤ送給性に大きな影響を及ぼすコンジットの曲がりと、溶接電流の関係を種々の条件で測定し(電磁オシロをとる)、溶接作業中のコンジットケーブルの取扱い上の注意について確認する。

⑭ 母材の汚れとブローホールについて

溶接部の清浄は品質確保にとって重要な管理項目である。母材(開先面) の汚れがブローホール発生に影響するか。

プライマ塗布鋼板のすみ肉溶接(T継手) を実施し、溶接後破断し、ビード破断面にルート部からのガスの吹出しによるブローホール発生状況を観察する。

溶接ビードの表面にピットが発生していなくとも内部にブローホールが発生する現象を実験で理解する。

これらの自主研修テーマには溶接条件の選定、溶接施工上の問題、機器の保守・管理に関する問題が含まれており、各人の技能診断にもとづき、必要なテーマがいくつか選択され、実施される。

第5日目は、この講習で知識・技能が向上したか確認する。

まず、知識確認はJIS Z 3841 学科試験出題範囲より10問を出題する。つぎに、実技確認ではJIS Z 3841、中板種目より基本級（下向）と専門級一種目を選択する。その実施手順は次の通りである。

①ワイヤ見積り、②溶接条件表、③作業準備TP加工、曲げまでの工程計画、④溶接機抽選、⑤作業準備、⑥溶接施工、⑦外観検査、⑧TP加工、⑨曲げ試験（表・裏曲げ）、⑩判定（JIS Z 3841 に準ずる）。

このようなプロセスで各人の技能・知識の診断を行い、“半自動溶接技能クリニック”受講の成果を評価し、「診断書」に記述する。

そして、5日間の研修内容について、特に自主研修テーマについて受講者自身で報告書を作成する。

さらに、座談会では自主研修内容を発表し、他のメンバーの報告も参考にしながら知識の巾を広げる。訓練実施側としては“半自動溶接技能クリニック”に対する改善点を出していただき、訓練コース内容の見直しに役立てる。