

高校生ものづくりコンテスト（溶接作業部門）実施への取組

中国地区高等学校工業教育研究会副会長
岡山県立倉敷工業高等学校長
小林 敏則

1. はじめに

平成18年、高校生ものづくりコンテスト（溶接作業部門）を岡山県下の工業系高校生を対象にして始めた。旋盤作業部門、自動車整備部門に加えて、溶接作業部門を新たに取り入れた経緯や概要と現在の実施状況を教育実践として取りまとめた。

2. 経過

岡山県高等学校工業教育協会では、昭和38年から機械系部会の中に溶接教育研究会を組織し、指導内容の検討、指導方法の研究、溶接技術研修会の実施、学習書の作成、周年記念誌の刊行などの活動を行ってきた。溶接は大多数の学校で指導しているため、この研究会において溶接作業部門実施の必要性を検討し、実施課題、実施方法、実施時期等について決定した。

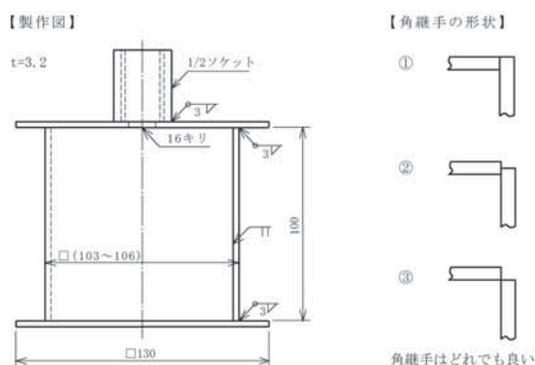
3. 概要

製作課題

製作物は、次図に示す薄板圧力容器である。容器のサイズは1辺が約100mmの立方体で、圧力試験をするため、天板には内側にねじが切られたソケットを溶接する。

材料

材料は、実習で使用する最も一般的な板厚3.2mmの軟鋼板（SS400）とし、切断にはシヤ



ーを使う。

評価

評価は、完成度、技術度、作業態度について評価基準を設け、溶接協会役員（評価委員長）と評価委員（教員）が行う。

圧力試験

外観等の主観に左右されない基準として、水漏れ検査と耐圧試験を実施する。水圧に耐えた場合は胴体が膨らむところまで変形する。この方法はX線検査などを実施しないため、その場で直ちに結果が出るというメリットがある。以下に高校生ものづくりコンテスト（溶接作業部門）の要項から抜粋した競技規定、製作手順及び採点用紙を示す。

【競技規定】

使用材料、競技時間、持参工具をはじめ、作業条件や注意事項などを競技規定としている。以下はその内容である。

【製作手順】

製作手順については特に定めていないが、溶接教育研究会が発行している溶接実習学習書に基本的な手順を示している。競技会は、平素実習で取り組んでいる内容と同じ課題で開催している。以下の手順は仮付け、本溶接について施

競 技 規 定

1 競技課題

製作図に示す压力容器を製作する。(7. 参考資料参照)

2 加工仕様

(1) 溶接機

AVL-250 小型交流アーク溶接機

(2) 競技用溶接棒

E4300 (E4300) 番台 ϕ 3.2とする。(E4300番台の混同使用は良い。)
【使用予定の溶接棒を申込用紙に記入すること】

(3) 配付材料

SS400 13.2×100×100 4枚
SS400 13.2×130×130 2枚 (1枚は、中央に ϕ 16キリ穴があいている。)
SS400 1/2 ソケット 1個

(4) 競技時間

仮付け溶接20分、本溶接30分とする。(清掃は、各班で競技終了後一斉に行う。)

(5) 持参用具 (持ち込み可能用具) [用具検査有]

作業服: 作業帽(ヘルメット可)、作業服(上下)、安全靴(運動靴可)
保護具: 溶接用皮製保護手袋、前掛け、足カバー、保護メガネ、防塵マスク
ハンドシールド(ヘルメットシールド可)

工具等:

チッピングハンマ1本、ワイヤブラシ1本、けがき針1本、やすり1本
丸棒1本(角継ぎ手用、 ϕ 10mm以下・長さ200mm以下)
Vブロック4個以内

(呼び寸法100mm(108mm)以下、幅が40mm(42mm)以下とし、V部分の斜辺の長さが40mm以下、Vの底は90°で溝のあるものとする。)

測定器具: 検流計、ノギス、直角定規、鋼尺(300mm以下)

(6) 会場に準備しているもの

溶接機、作業台、椅子、片手ハンマ(小)、ヤットコ(大・小各1)
みぞ形鋼(幅100×高さ50)、アーク発生練習材、残棒入れ、溶接棒立て

3 作業条件

- 保護具を着用し、安全作業に心掛けること。
- 検流計が必要な資料は持ち込みできる。
- 工具の貸し借りは禁止する。
- 持参用具については、溶接ブース入場時に検査を行う。
- 作業中は、椅子に座る必要はない。
- 検流時間は、仮付け溶接、本溶接の時間を含む。
- 仮付け溶接は、以下のとおりとする。
 - 角柱内は、端部より20mm以内で2箇所以内とする。
 - 角柱と上下板は、外側より各4箇所以内とする。
 - ソケットは、3箇所以内とする。
- 角継ぎ手のビード継ぎはしないこと。ただし、アークが切れたり、溶け落ちが生じたときは、この限りでない。(減点の対象となる)
- すみ内溶接のビード継ぎは、何回行ってもよい。
- 溶接は、1層1パスとする。目視検査で穴があいているときの点溶接は認めない。
- 不必要になった工具や保護具を床に置くときは、整理して置き、落としたりしないこと。

4 注意事項(禁止事項・失格事項)

- 安全面に配慮して、地面に膝を付けての作業は禁止とする。
- やすりは、「かえり」等を取るときのみ使用できる。溶接開始後は、使用禁止とする。
- 上下板と角柱の仮付け数が、9箇所以上の場合失格とする。
- ソケットの仮付け数が、4箇所以上の場合失格とする。
- 角柱内の仮付け溶接位置が、25mm以上の場合は失格とする。
- 2回の仮付け溶接の検査を受けない場合は失格とする。
- 仮付け溶接が20分を超えて終了しない場合は失格とする。
- 本溶接の2層塗りについては、失格とする。
- 本溶接終了の5分前と本溶接終了時に合図をする。
- 本溶接が制限時間を超過すると減点とする。(採点表参照のこと)
- 本溶接が制限時間を10分以上超過した時は競技を中止させる。
- 自己の不注意で救急箱必要程度以上の負傷をしたときは、競技を中止させる。
※(ii)(ii)以外は作業を継続する。
失格については、競技終了後審査委員で確認する。

5 評価の観点

- 完成度 溶接状態、仕上がり程度
- 技術度 最大耐水圧、完成までの所要時間
- 作業態度 服装、保護具、安全作業等

※ 圧力試験は、容器に水注入し、漏水のないもののみ測定する。
試験は、最初5MPaの圧力を加え、1分間保持する。漏水のない場合は、4MPaごと増加させ、1分間保持を繰り返す。漏水があった圧力を1MPa単位で計測する。

工例を示したものである。

【採点用紙】

審査の観点ごとに、配点を決めている。完成品に対する評価だけでなく、安全作業など作業中の態度も評価している。

6 競技課題の製作手順(例)

压力容器の組立方法

(1) 材料に寸法誤差や異常がないか確認をする。(板:6枚・ソケット1/2:1個)

(2) 上下板(130×130)に対角線をけがく。

(3) Vブロック2個の上に100×100の板を2枚1型に置く。

(4) 中央にVブロック1個を乗せる。(端部から20mmぐらい離す)

(5) 端部を1箇所仮付け溶接をする。(①部分)

(6) 同じようにもう1セット仮付け溶接をする。

※合わせ面を平行にセットできれば両端を仮付け溶接する。(②部分)

(7) 2つを正方形になるように合わせて中にVブロックを乗せる。(端部から20mmぐらい)

(8) 端部を1箇所仮付け溶接をする。

(9) 上下を反対にしてもう1箇所仮付け溶接をする。

(10) 反対側の端部を確認して内側を端部より20mm以内で仮付け溶接をする。

(隙間のあるときは、足で押さえて仮付け溶接をする。)

(11) スケールで対角長を測り、差があればハンマーで叩き修正をする。(叩くときは対角線上にする)

(12) **箱の仮付け溶接が完成したら、溶接位置の検査を受ける。(端部より20mm以内)**

(13) 下板の上にソケットを乗せ、四隅と対角線が合うようにする。(下板と箱が平行になること)

(14) 対角状に外側より4~2箇所、角より少し離れた位置を仮付け溶接する。(2箇所ときは③のみ)

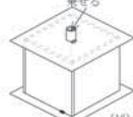
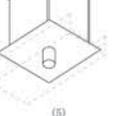
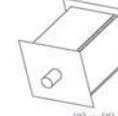
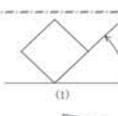
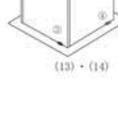
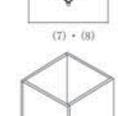
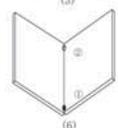
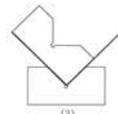
(15) 上板も下板と同様に仮付け溶接をする。

(隙間が生じた時は仮付け溶接直後ハンマーで叩く)

(16) 上板の中心の穴に傾心しないようにソケットを置き、上に重しを置く。

(17) 3~1箇所仮付け溶接をする。

(18) **組立が完成したら仮付け・隙間検査を受け待機する。**



压力容器の溶接方法

(1) 本溶接は、角継ぎ手から溶接する。

組み方により傾斜角 α を考へる。

角度はVブロックやみぞ形鋼を利用する。

(2) 使用溶接棒と溶接姿勢により電流を調整する。

検流計を使用する。

(3) 角継ぎ手は1パス1ビードで連続して溶接する。

アークスタート部分に気をつける。

(4) 角溶接が4箇所終了したら端部のミスラグを取る。

(5) みぞ形鋼の上にソケットを下にして置き、すみ内溶接をする。棒継ぎの位置を考へる。(4~2箇所)

注: 角で棒継ぎしない。

(6) 上下を反対にして、すみ内溶接を同様にする。

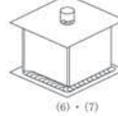
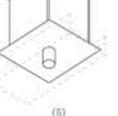
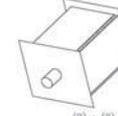
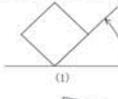
(7) ソケットのすみ内溶接をする。棒継ぎの箇所により右回りか左回りにするか決める。

(8) ミスラグやスパックをチッピングハンマーできれいに取る。

(9) 補修箇所があれば補修をする。(少しビードを引く)

(10) ワイヤブラシでビード部分をきれいにする。

(11) **審査員に終了を告げ、提出する。**



4. ものづくりコンテスト県大会への取組

事前の教員研修について

溶接教育研究会の活動実績があったとはいえ、指導者の世代交代や教育課程の変更に伴う実習時間の減少などがあり、一気に県大会開催にこぎつけたわけではない。最初に取り組んだのは、指導者の養成と指導方法について研究することであった。ベテラン教師を指導者として、県内研修会を2年連続で開催するとともに、それを動画に録画したDVDを各校に配布した。また、電流値や溶接姿勢など、圧力容器製作にあたって必要な情報も随時各校に提供している。

各校の取組

溶接実習においては、これまでも安全指導、機器の基本的な操作方法の指導、基本的な突合せ溶接や、角継ぎ手、すみ肉溶接などの指導を

行っていたため、圧力容器の製作は全ての学校で比較的容易に取り組むことができた。

県大会について

第1回県大会には、県下11校から、先行していた他部門よりも多数の20名の生徒が参加した。地元の企業や報道関係者からも毎年多大な支援を頂くことができ、主催する工業教育協会としては大変感謝している。また、大会の運営や役員は工業系高校の機械系部会の教員が当たり、審査委員長は岡山県溶接協会にお願いした。

参加生徒数は各校の当該学科で最大2名としている。参加者は年々増加し、平成23年度は37名のエントリーがあった。競技会場の溶接機の台数が限られているため、急遽3班編成にして競技を実施した。一組の競技時間は50分程度なので、待ち時間も比較的少ない状態で実施できた。

採点用紙(個人)																					
		ゼッケンNo ()	氏名 ()																		
検査項目	種	点	点	点数																	
実	上下板と角柱の取付け数	0点	3箇所以上	9箇所以上	実格(作業は継続)																
	ツケットの取付け数	0点	3箇所以上	4箇所以上	実格(作業は継続)																
	角柱と上下板の隙間(以上)	0点	0.5mm	0.5mm	1.5mm	1.5mm															
	ツケットと上板の隙間(以上)	0点	0.5mm	0.5mm	1.5mm	1.5mm															
	角柱内の取付け部接位置(20mm以上は実格)	0点	2箇所	2箇所	2箇所	2箇所															
	角柱と上下板の寸法公差(上下は別々として公差を加算)	0点	1mm	2mm	3mm	3mm															
	ツケットの偏心公差(以上)	0点	0.5mm	1mm	1.5mm	2mm															
	すみ肉厚部厚3mm以上	0点	2mm	2mm	2mm	2mm															
	スタダの残り(ビード幅いっぱい)	0点	5mm	5mm	10mm以上	実格															
	スタダの残りを削り合わせる	0点	10点	15点	実格	実格															
	スタダの残り(小さく点状にする)	0点	5mm	5mm	10mm	10mm															
	ビード幅に異なる(幅2mm以下はOK)	0点	5点	5点	5点	5点															
	スバツタの付着(上板)	0点	なし	19箇所	29箇所	39箇所	49箇所以上														
	スバツタの付着(角柱面)	0点	なし	19箇所	29箇所	39箇所	49箇所以上														
	穴・スタダの巻込み(2mm以上の箇所)	0箇所	1箇所	2箇所	3箇所	4箇所															
成	溶落ち(箇所数)	0点	3点	0点	-3点	-6点															
	アンダーカット0.4mm以上(長さ×長さの箇所)	0箇所	1箇所	2箇所	3箇所	3箇所															
	オーバーラップ(長さ×長さの箇所)	0箇所	1箇所	2箇所	3箇所	3箇所															
	ピット(2mm未満の箇所)	0箇所	1箇所	2箇所	3箇所	3箇所															
	前後補修(2種類りは実格)(魚眼手はビード幅も含む)	0箇所	1箇所	2箇所	3箇所	3箇所															
	ビード形状角溶接(相対比較)	5点	4点	3点	2点	1点															
	ビード高利寸の角溶接(相対比較)	5点	4点	3点	2点	1点															
	ワイヤズラシの仕上げも実格)	5点	4点	3点	2点	1点															
	技	圧力試験																			
		時間オーバー(時間内は減点なし)	作業時間	試験時間	15分以内	10分以内	5分以内														
		圧力試験点数(100%以上は実格)実格を加算する)																			
		圧力(MPa)	10	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
		点数	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
		作	検査項目	種	点	点	点数														
			防塵マスクの着用(外した回数)	0回	1回	2回	3回	3回													
ホルダーの地面置き(置いた回数)			0回	1回	2回	3回	3回														
溶接機先端が顔に出いた回数			0点	-1点	-2点	-3点	-4点														
保護具の手足(平足と回数)			0回	1回	2回	3回	3回														
(保護具含む)			0点	-1点	-2点	-3点	-4点														
本部長開始後の工作物を手で触る(回数)			0回	1回	2回	3回	3回														
工具の整理整頓(数と回数)			0点	-1点	-2点	-3点	-4点														
合計																					
記入者氏名 ()																					

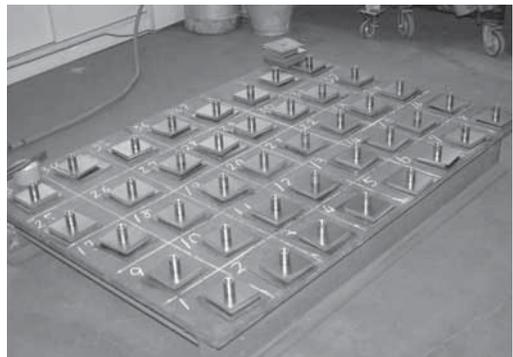


写真1 試験材料



写真2 競技風景

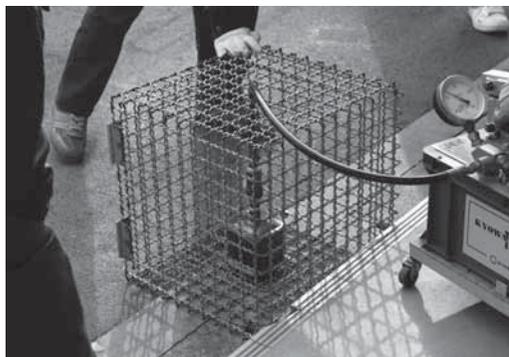


写真3 圧力試験



写真4 圧力試験後の圧力容器

5. 溶接作業部門の特徴

取組が容易

実習の課題としてそのまま導入することができる。基礎的な練習は必要であるが、溶接機と材料を切断するシヤーがあればよい。材料取りは切断作業のほか、天板の穴あけだけで、他の競技に比較すると競技時間も短時間で終了する。

経費が安価

主な消耗品は溶接棒と板厚が3.2mmの軟鋼板である。競技会では規格品のソケットを購入しているが、練習では同寸法のパイプを使用すると経費を削減できる。

高い外部評価

水圧をかけることにより胴体が膨らむような圧力容器を製作するには相当練習する必要があるが、生徒の技術は短時間に驚くほど上達する。できあがった圧力容器を見た企業関係者からは、「これを高校生が作ったのか」などと高い評価

を得ている。

6. 中国地方大会について

平成18年度の中国地区代表校長会において、高校生ものづくりコンテストにおける溶接作業部門実施の必要性が共通認識され、中国地区大会の開催について協議された。その後関係者の話し合いと諸準備が進められ、平成21年度から中国地区大会が行われるようになった。今のところ全国大会につながっていないが、各県では指導方法等について熱心な研究が行われており、レベルの高い競技会に発展している。

7. 外部との連携

この競技を通して、企業や溶接協会との連携も深まっている。平成19年に大阪で開催された国際ウェルディングショーや、平成23年度に岡山県で開催された、都道府県代表選手が参加する第57回全国溶接技術競技会において生徒の製作した圧力容器を展示することができ、高い評価を得た。

生徒は、競技会や溶接実習を体験することによって溶接に対する自信を得るだけでなく、勤労観や職業観を高めるとともに、学習にも一層熱心に取り組み、積極的に進路選択をする態度を見せるようになった。その結果、溶接作業を伴う造船関係や自動車関係の製造業に積極的に就職するようになっている。

8. 終わりに

平成22年度は、九州地区をはじめ、全国6地区で工業系高校生が参加する溶接技術競技会が開催されるなど、他部門のコンテストよりも広がりを見せている。ただし、コンテストの課題は中板、突合せ溶接(A 2F, N 2F)が主体である。

今後、実習の指導内容に直結し、経費も安価で、関係者からの評価も高い、本報告で紹介したような工業系高校発の競技会が全国に広がれば、工業系高校に対する認識が更に深まり、存在感も高まるのではないかと期待している。