

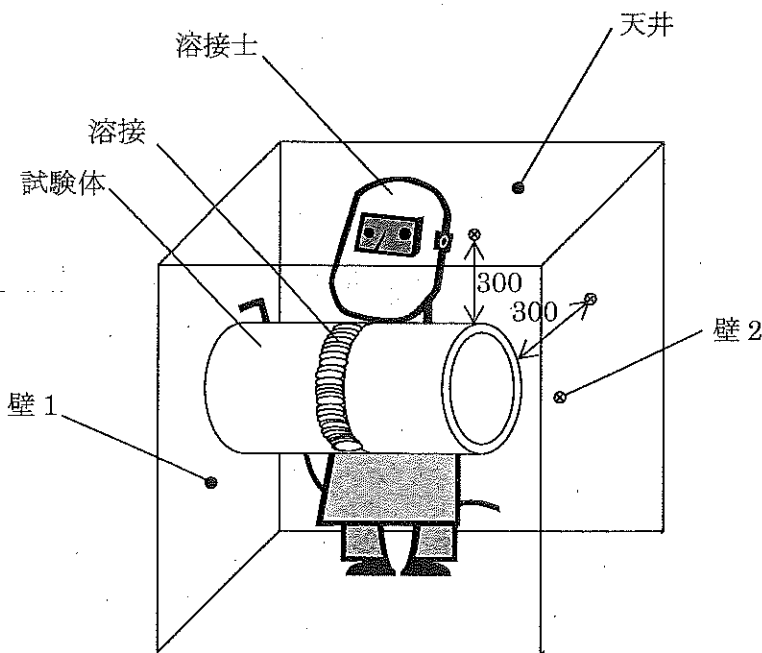
Temp. No. ④：溶接士の有壁固定での拘束条件の明確化

平成 20 年 9 月 17 日の第 52 回 JESC 委員会において、「溶接士の有壁固定での拘束条件の明確化」について、継続審議となっている。その理由は「有壁条件の試験に合格した者と固定条件（有壁条件でない）の試験に合格した者の溶接可能な範囲について、300 mm を例として区分しているが、その根拠が明確でない」とのコメントによるものであった。その根拠等を含めて、以下に示す。

1. 現状

溶接を行う際の高所作業や狭い場所での作業（拘束と定義されている）については、溶接士に対してスペシャルな要求（有壁固定での確認試験*1）がある。ただし、高所や狭い場所についての定義が明確になっていない。このため、発電所での配管の溶接は、有壁固定で確認試験を行った溶接士が行っている。工場での配管の溶接は、固定での確認試験*2 を行った溶接士でも行える。

*1：有壁固定での確認試験（水平固定のイメージ）



天井及び壁はスケルトン

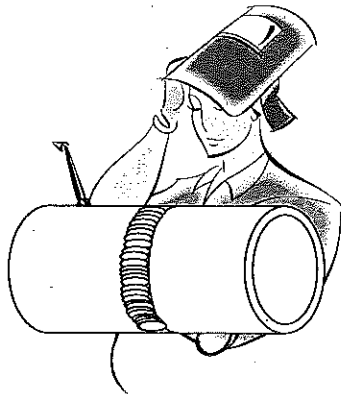
試験体は、壁 1 に固定

床は省略

天井及び壁 2 と配管表面の距離：例 300 mm

試験材	溶接方法*	距離(mm)
アルミニウム又はアルミニウム合金以外	A	300
	G	
	T	
	PA	
	M	
アルミニウム又はアルミニウム合金	A	500
	G	
	T	400
	PA	500
	M	

*2：固定での確認試験（水平固定のイメージ）



試験体を固定する台は省略

*：A 被覆アーク溶接 G ガス溶接

T ティグ溶接

PA プラスマーク溶接

M ミグ溶接

2. 要望

施工工場からの要望を表A-1に示す。施工工場からの実情に即した改正要望がある。

表A-1 施工工場からの要望（原文のまま）

現 状	<p>発電用火力設備の技術基準第113条及び別表第17において、手溶接士の技能における溶接姿勢e（水平固定及び鉛直固定）の資格は、拘束（実際に溶接を行う場合における高所作業、限られた狭い場所における作業等、作業しにくい場所における種々の制限）のある場合は当該資格を適用できないという記載があるため、いかなる現地工事にも適用できず、据付現地工事（工場ではないという意）では溶接姿勢r（有壁水平固定及び有壁鉛直固定）だけが適用できることとなっています。</p>
提 案	<p>現地工事であっても原子炉格納容器やLNG貯槽等の場合、溶接姿勢の区分f, v, h, o, eを適用でき、有壁の状況（技術基準附図第4）よりも狭いスペースの状況下で溶接する場合のみ溶接姿勢rを必要とするよう要望します。</p>
理 由	<p>原子炉格納容器やLNG貯槽等の場合、労働安全衛生法により安全な足場が確保されており、なおかつ広いスペースが確保できているため、現地工事であることだけの理由で全て“r”姿勢のみと限定する事は、実情にそぐいません。</p>

注 溶接姿勢r：有壁固定

溶接姿勢e：固定

3. 目的

拘束条件を明確化し、工場又は発電所における個々の溶接条件に則した確認試験を行った溶接士が溶接を行うようにする。

4. 検討

下記の検討結果により、拘束の条件から高所作業を削除し、狭い場所を附図第4に示す天井又は壁と試験材の距離の条件以下とすることは妥当と判断される。

4.1 溶接士の作業についての火力発電設備の工事の実態分析

溶接士の作業について、火力発電設備の工事の実態分析を行った。その結果を表A-2に示す。

狭隘な場所での溶接が必要となった場合には、有壁固定で確認試験を行った溶接士の中から体格や経験等の実際の現場の状況に合わせた者を選定し、必要な場合には、モックアップによる健全な溶接が可能であることの事前確認を行っている。狭隘な場所での溶接は、有壁固定での確認試験をベースとしており、特段の問題も発生していない。

また、高所作業については、適切な足場を設置し作業を行っているため、拘束条件と

する必要はない。

表(A)-2 火力発電設備の工事の実態分析結果

工事を実施する際、以下の内容を考慮した上で、溶接施工を実施している。

- ① 狭隘部の溶接をできるだけ避けるよう設計検討を行っている。(例えば、溶接線が狭隘な場所になる場合には、工場でプレハブ溶接を採用する。また、狭隘な溶接部を改造する場合も作業性のよい位置で切り替えるなど)
- ② やむを得ず狭隘な場所での溶接が必要となった場合には、実際の現場の状況に合わせた溶接士の選定をしている。(体格や経験等)
- ③ 必要な場合には、モックアップによる事前確認を行い、狭隘な場所でも健全な溶接ができることを確認する。
- ④ 高所作業については、適切な足場を設置し作業を行っている。

4.2 現状の溶接士の区分と適用場所の制限

現状の発電所での配管の溶接は、有壁固定で確認試験を行った溶接士しか行えない。この場合の配管表面と障害物(壁・天井等)との距離の制限はない。工場では配管表面と障害物(壁・天井等)との距離が例として300 mmを超える場合に固定での確認試験を行った溶接士が、この距離が例として300 mm以下の場合に有壁固定での確認試験を行った溶接士が行うようにしている。この溶接士の区分と実機での適用場所の制限は、次のことをベースにして溶接士を識別しているものと考えられる。

a. 発電所での制限

発電所は、建設の進捗により配管周辺の環境(配管表面と障害物(壁・天井等)との距離)が変化する状況にある。旧溶接検査(平成12年以前)は、主体が規制機関であったため、規制機関としては、この状況下での拘束の有無を判断することが困難なため、発電所においては、品質管理上一律に有壁固定で確認試験を行った溶接士での溶接を要求していたものと考えられる。

b. 工場での制限

工場は、配管周辺の環境を任意に構築でき、拘束無の状況にすることが可能である。加えて、工場では配管周辺の環境を管理することが可能なため、規制機関としては、品質管理上一律に拘束無として固定での確認試験を行った溶接士以上の溶接を要求していたものと考えられる。

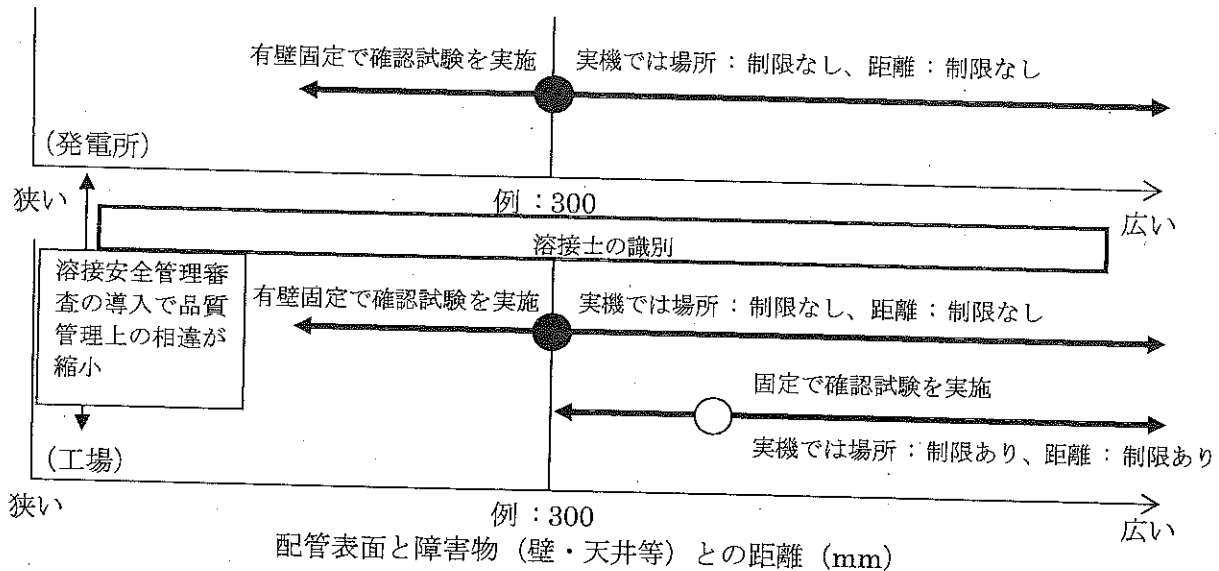
4.3 現状と改正案の整理

溶接安全管理審査の導入で発電所と工場での品質管理上の相違は縮小している*が、溶接士の区分と適用場所の制限は従前の通りとなっており、溶接士の識別を場所による一律的な品質管理要求としている。

現状での確認試験及び実機での配管表面と障害物（壁・天井等）との距離の関係を図A-1に示す。改正提案での確認試験及び実機での配管表面と障害物（壁・天井等）との距離の関係を図A-2に示す。提案により、拘束条件が明確化し、工場又は発電所における個々の溶接条件に即した確認試験を行った溶接士が溶接を行うことが出来る。ただし、発電所での、従来行ってこなかった距離管理の必要が生じる。

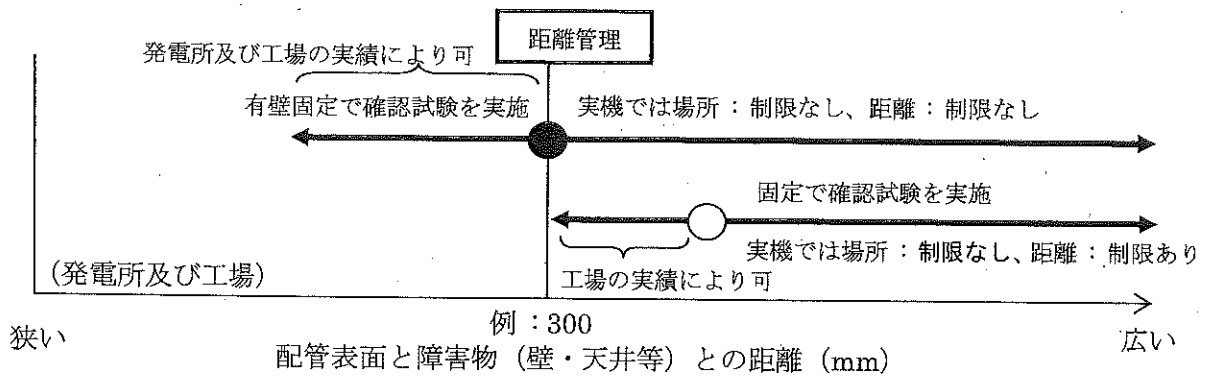
*：溶接安全管理審査は、次に掲げるいずれかの方法により行うものとされており、実質的には溶接に関する品質管理（品質システム）を要求している。発電所と工場の相違による実地審査の省略程度に差はないなど品質管理上同等と解釈されている。

- a. 溶接事業者検査の実施に係る体制について確認するとともに、継続的な品質保証の確保がなされているか否かを確認する方法
- b. 溶接事業者検査の実施に係る体制について確認する方法



図A-1 現状での配管表面と障害物（壁・天井等）との距離

- : 有壁固定で確認試験を実施
- : 固定で確認試験を実施
- ↔ : 実機での施工範囲



図A-2 改正提案での配管表面と障害物（壁・天井等）との距離

- ：有壁固定で確認試験を実施
- ：固定で確認試験を実施
- ←→：実機での施工範囲

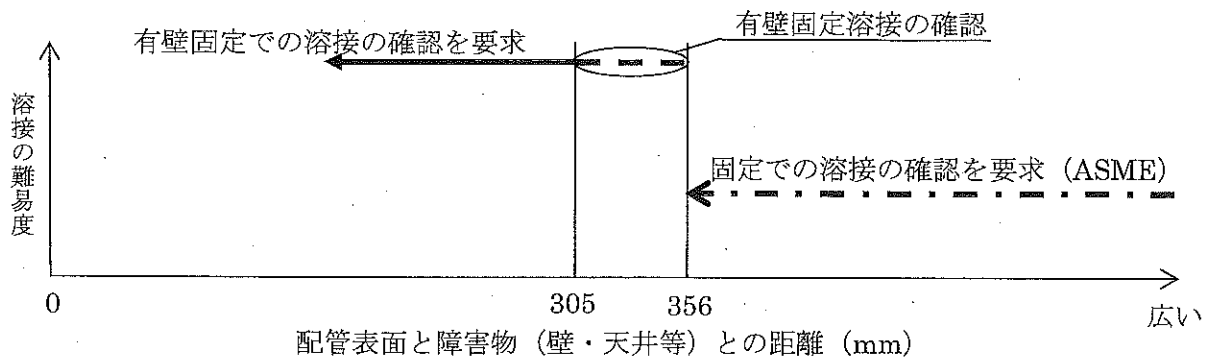
4.4 確認試験での配管表面と障害物（壁・天井等）との距離と実機施工の考え方

a. 有壁固定での確認試験と実機施工の考え方

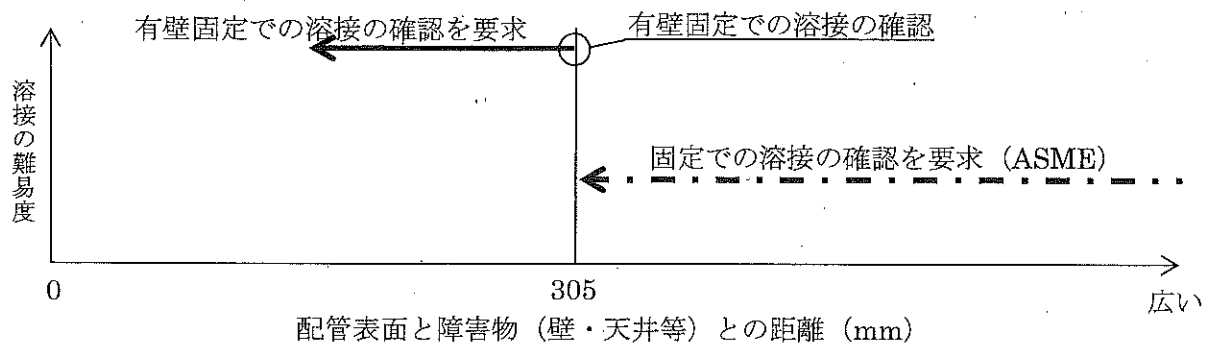
配管表面と障害物（壁・天井等）との距離（例：300 mm）は、ABルール（American Bureau of Shipbuilding, Section 26, Welding）に基づいているものと推定される。ABルールにおいては、当該距離を 12 in.（305 mm）としている。

アルミニウム又はアルミニウム以外の被覆アーク溶接やガス溶接を想定して最初に制定された JIS Z 3801(1954)「溶接技術検定における試験方法ならびにその判定基準」においても当該距離を 300 mm としており、これは、ABルールに基づいている[1]。JIS Z 3801 (1954) においては、当該距離を 150 mm とした確認試験の規定もあるが、150 mm では溶接部が見えず不安定な作業となり溶接技術の判定には不相当との理由で1960年版において 250 mm に改められている[1]。その後、JIS Z 3801 では、有壁固定の試験はきわめて特殊なものであって溶接技術検定の判定基準に用いるのには疑問であるとの意見が多かったため、1964年版により有壁固定の試験は削除された[4]。

RG 1.71 Rev. 0 では実機における配管表面と障害物（壁・天井等）との距離が 12~14 in.（305~356 mm）以下の場合[2]、RG 1.71 Rev. 1 では 12 in.（305 mm）以下の場合[3]に 305~356 mm 又は 305 mm での距離で有壁固定の溶接の確認を要求している。これ以下で溶接を行うためには信頼性の確認が必要なため要求されている。（図A-3 又は図A-4）



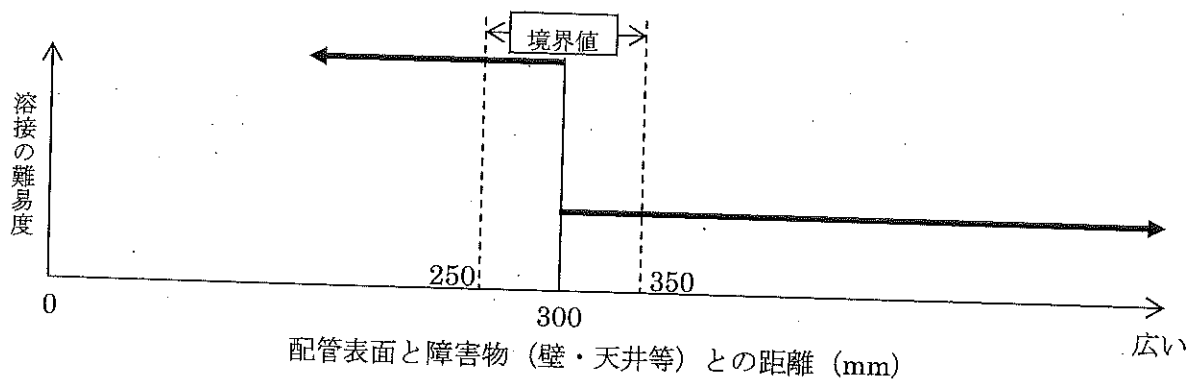
図A-3 RG 1.71 Rev. 0での配管表面と障害物（壁・天井等）との距離と溶接難易度



図A-4 RG 1.71 Rev. 1での配管表面と障害物（壁・天井等）との距離と溶接難易度

これらの理由から、アルミニウム又はアルミニウム以外の被覆アーク溶接等でのヘルメットや遮光マスクをした状態で溶接の熔融プールが直視でき、溶接棒等を適用でき、安定な作業を行いうる境界値は、250～350 mm程度であるといえる。解釈では、境界値の代表として例として300 mmを採用し、有壁固定での確認試験を要求しているものと考えられる。この値以下では、溶接の難易度が格段に上昇するのに対し、この値を超えた場合は距離と無関係となり安定した溶接ができる。イメージを図A-5に示す。

実機においては、有壁固定での確認試験による溶接士が、発電所において例として300 mm以下の配管表面と障害物（壁・天井等）との距離での実機施工をおこなっている。これによっても、特段の問題も発生していないことから、現行の実績を尊重し、実機での施工距離は、今のままとすることが現実的である。



図(A)-5 配管表面と障害物（壁・天井等）との距離と溶接難易度

b. 固定での確認試験と実機施工の考え方

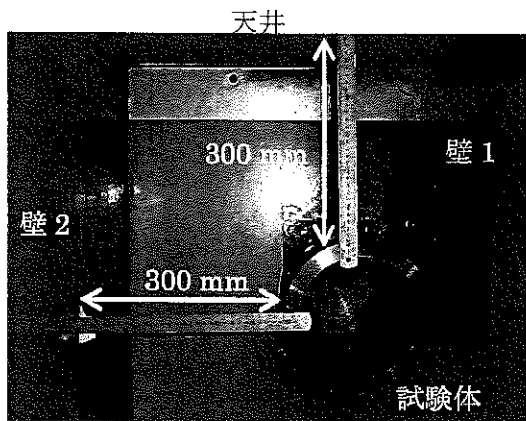
固定の確認試験での配管表面と障害物（壁・天井等）との距離の制限は要求されていないが、実機においては、工場での配管表面と障害物（壁・天井等）との距離が例として 300 mm を超える場合に、固定での確認試験を行った溶接士で行うようにしている。これによる特段の問題も発生していない。最近の発電所及び工場の品質管理レベルの相違は小さくなっており、適用場所での制限は実情に即さなくなっている。このため、適用場所での制限から距離による制限に変えることが妥当と判断される。

固定の確認試験での配管表面と障害物（壁・天井等）との距離の制限は要求されていないが、その値が例として 300 mm を超えた場合は距離と無関係となり安定した溶接ができる。

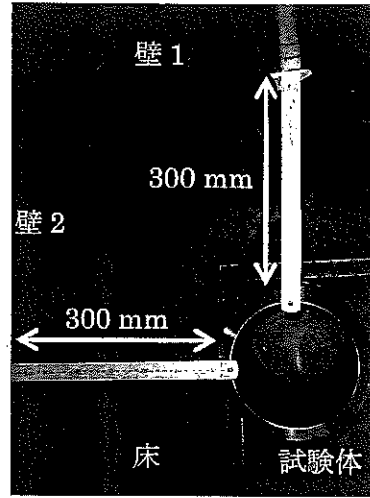
工場において例として 300 mm を超える距離での実機施工を行っている実績から、有壁固定での確認試験の距離（例：300 mm）を越える距離までとすることが現実的である。

4.5 距離を 300 mm とした時の被覆アーク溶接作業とその結果[5]

配管外表面と天井及び壁との距離を 300 mm とした有壁固定での被覆アーク溶接の作業条件を図(A)-6 に、作業状況を図(A)-7 に示す。この溶接は、有壁固定での確認試験を受けていない者が実施した。曲げ試験の結果、図(A)-8 に示すように割れ等の有害な欠陥のない健全な溶接部が得られている。距離が 300 mm までの溶接については、有壁固定での確認試験を受けていない者でも問題ないものと考えられる。



(1) 水平固定



(2) 鉛直固定

図A-6 作業条件[5]

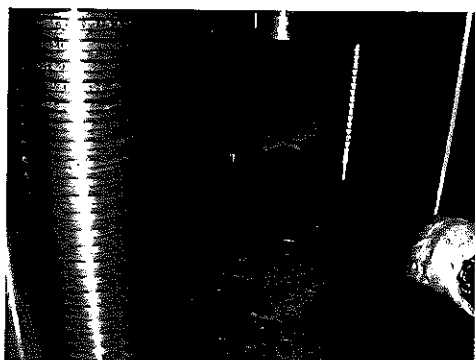


(1) 水平固定

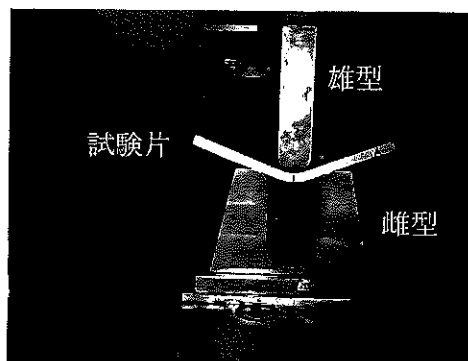


(2) 鉛直固定

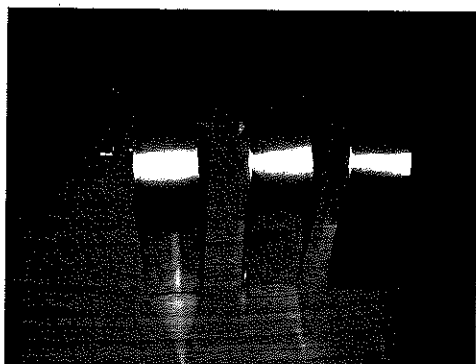
図A-7 作業状況（被覆アーク溶接）[5]



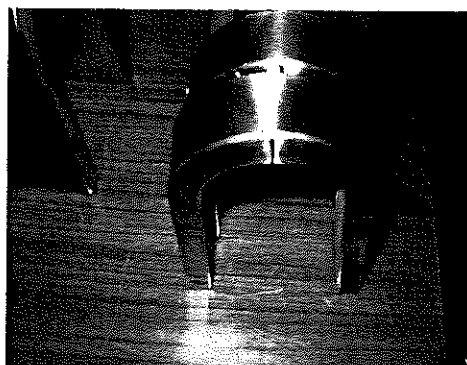
(1) 試験片セット



(2) 曲げ中



(3) 裏曲げ試験結果 (割れ等なし)



(4) 側曲げ試験結果 (割れ等なし)

図A-8 曲げ試験の結果[5]

4.6 附図第 4 に示す天井又は壁と試験材の距離の実機適用への検討

附図第 4 に示す天井又は壁と試験材の距離は、基本的には 300 mm が用いられている。しかし、備考 4.及び備考 5.において、試験材の区分と溶接方法の区分の相違により表④-3 に示す距離が用いられている。300 mm 以外の距離については、試験材や溶接方法の相違による溶接器具の大きさ等が考慮されて定まっている。この距離の考え方は、実機での狭い場所を定義し拘束条件を明確にする際にも踏襲できると考えられる。

表④-3 試験材の区分と溶接方法の区分の相違による天井又は壁と試験材の距離

試験材の区分	溶接方法	天井又は壁と試験材の距離 (mm)	備考
アルミニウム又はアルミニウム合金以外	被覆アーク溶接	300	
	ガス溶接		
	ティグ溶接		
	プラズマアーク溶接		
	ミグ溶接	500	
アルミニウム又はアルミニウム合金	被覆アーク溶接	500	
	ガス溶接	500	
	ティグ溶接	400	
	プラズマアーク溶接	500	
	ミグ溶接		

5. 要請

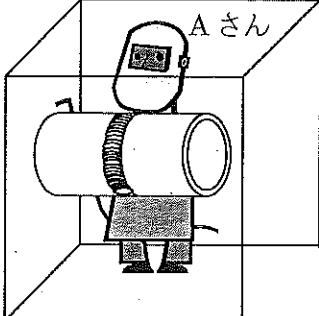
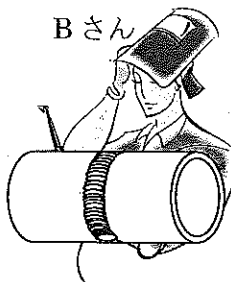
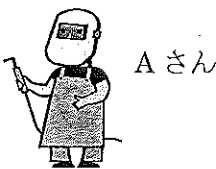
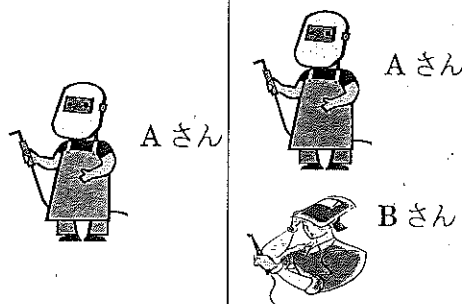
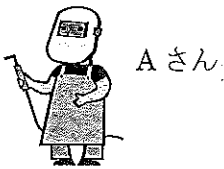

拘束の条件から高所作業を削除し、狭い場所を附図第 4 に示す天井又は壁と試験材の距離の条件以下とすることで、拘束条件を明確にし、工場又は発電所における個々の溶接条件に則した確認試験を行った溶接士が実機の溶接を行うようにする。

6. 条項等

別表第 17 試験材及び溶接姿勢の区分と作業範囲 (改正案の箇所に Temp. No.の④を記載)

7. イメージ

イメージを図①-9に示す。

確認試験	<p>有壁固定</p> 	<p>固定</p> 
	<p>発電所</p> <p>高所作業</p> <p>狭い場所 ← 例 300 mm → 広い場所</p> 	<p>工場</p> <p>高所作業</p> <p>狭い場所 ← 例 300 mm → 広い場所</p> 
<p>検討</p> <p>溶接士の作業についての火力発電設備の工事の実態分析結果により、高所作業は適切な足場を設置し作業を行っているため、拘束条件とする必要はない。</p> <p>現状の溶接士の区分と適用場所の制限、現状と改正案の整理、確認試験での配管表面と障害物（壁・天井等）との距離と実機施工の考え方、距離を 300 mm とした時の被覆アーク溶接作業とその結果及び附図第 4 に示す天井又は壁と試験材の距離の検討により、狭い場所を附図第 4 に示す天井又は壁と試験材の距離の条件（例：300 mm）以下とすることで、拘束条件を明確にした。</p>		
実機溶接 改正案	<p>発電所及び工場</p> <p>狭い場所 ← 例 300 mm → 広い場所</p>	
		

図①-9 溶接士の有壁固定での拘束条件の明確化のイメージ

参考文献

- [1] 社団法人 日本溶接協会、溶接工検定委員会 20 年史
- [2] Regulatory Guide 1.71 Rev. 0 1973“Welder Qualification for Limited Accessibility”
- [3] Regulatory Guide 1.71 Rev. 1 2007“Welder Qualification for Limited Accessibility”
- [4] JIS Z 3801(1964)「溶接技術検定における試験方法ならびにその判定基準」 解説
- [5] 施工工場殿データ