Pipe Welding Conference 出席報告*

成 田 罔 郎**

Report of Pipe Welding Conference*

by Kunio Narita**

1. ま え が き

英国の溶接学会 (the Welding Institute) は1969年度の秋季大会を Pipe Welding Conference として、昨年11月10日から13日まで、ロンドンのピカデリーホテルで開催した。筆者は、同学会から本会への紹介に応じて日本のパイプライン溶接の現状報告 (Field Welding of Pipelines in Japan) を提出し、出席したので、本誌上をかりてきわめて簡単ではあるがこの Pipe Welding Conference について報告させていただくこととする。

Pipe Welding Conference には8カ国から34の報告が提出され、各半日ずつの8セッションに分けて報告と討論が行なわれた。出席者は約250名であった。各セッションの主題はつぎのとおりである。

- (1) 配管溶接法の発展
- (2) 配管の自動溶接
- (3) 溶接配管に対する材料選択と設計
- (4) 加圧下配管の溶接
- (5) 現地パイプラインの半自動溶接
- (6) 現地パイプラインの自動溶接
- (7) パイプライン建設における材料の選択
- (8) 総括および検討

わが国からの報告 (メモランダム) は、英、米、独のものとともに第8セッションに提出された。

2. 提 出 論 文

各セッションごとの提出論文と著者と表1に示す。

3. 各セッション概要

3.1 第1セッション

テーマ: 配管溶接法の発展

議長: M. Birkhead

論文7はパイプの溶接に関する歴史的な総括で、Fuchs が説明し、これに対して Bates が補足説明を行なった。

論文14は、ICI 社の Birkhead 工場における MIG

溶接の経験を取りまとめたものである。

論文17は、ダウンレイ高速炉の補修技術の開発に関するもので、事故 (漏洩) の発生、位置の確認および補修を含んだ記録映画によって説明が行なわれた。このような事故と補修に関する映画が上映されたことには大いに感銘を受けた。

論文35は溶接研究所のバルス TIG 溶接に関する研究報告である。

3.2 第2セッション

テーマ: 配管の自動溶接

議長: N.T. Burgess

報告者: F. Hahn

報告者 (rapporteur) の総括報告の後、質疑応答と討論が行なわれた。なかでも討論が集中したのは開先加工の問題とガスに入れる H_2 の量についてであった。

CO_2 に入れる H_2 の量について、Marsden から H_2 の量が5%になると問題がおこるが、4%では問題ないという説明があった。

ステンレス鋼に対する CO_2 アーク溶接の適用範囲についても議論された。Hahn は ICI の見解として、低温用には使用できるが腐食が問題になる場合は考慮を要すること、および 304, 304 Mo, 321等はいいが、304 L, 316 L 等は炭素の関係で不可であると説明した。

論文1は Vickers 造船所における全自動 TIG 溶接の実用化試験の経過で、現在まだ十分実用的でなく、今後さらに高電流高速度の自動旋回 TIG 溶接装置を開発するとともに、とくに管の切断および開先準備のための自動装置の開発が必要であると述べている。

論文16はやはり自動旋回 TIG 溶接装置に関するもので、U字管を直管に溶接するツインヘッドのものを中心としている。軟鋼, Cr-Mo 鋼, ステンレス鋼等の1~2Bの小径管についてのデータが出されている。

論文26は原子力発電所における直立管を作るための水平回転管の自動 MIG 溶接に関するものである。ルートパスは EB インサートを使用し、また溶接はオシレーションを併用している。

論文18もチューブの自動 TIG および MIG 溶接に関

* 原稿受付 昭和45年4月16日

** 正 員 日本鋼管株式会社 Member, Nippon Kokan K.K.

表-1 各セッションに提出された論文

論文番号	著者および論文題名	ページ数
	FIRST SESSION	
7	E. FUCHS The welding of pipes, a thirty-year vista	3
14	R. ROBINSON and R.J. ANDREWS Metal inert gas (MIG) welding of process pipework for the heavy chemical industry	7
27	F.S. DICKINSON Development of repair techniques for the Dounreay Fast Reactor	8
35	A.W. CARTER Pulsed TIG welding of pipes	6
	SECOND SESSION	
1	B. ALLEN An analysis of the basic requirements for the automatic TIG-welding of pipe butt joints	9
16	L. HENDERSON Experiences with orbital pipe welding	12
26	D.J. ELLIS and D.R. BAKER The MIG-welding of standpipes for nuclear power station	7
18	R. MARSDEN The development of an automatic fusion butt-welding machine for tubes	5
24	E. DAVIS, P.C. GOUGH and S.A. BUDD Automatic welding of stainless steel tube and fittings	5
6	E. WRIGHT, T. WILKINS and M. CAMPBELL Semi-automatic tube-to-tube orbital welders	4
	THIRD SESSION	
17	B.A. GLOSSOP, D. HALL and J. IRVINE The welding of high pressure pipework for the CEGB	6
23	T.R. ROWANBERRY, T. ROWLEY and C. ALLDRIDGE The application of service simulation tests to predict the behaviour of welded steam pipes	4
20	J. WEALLEANS Some aspects of marine piping system fabrication	6
8	P.T. DANIEL CAD for pipework	6
	FOURTH SESSION	
11	C.W. OSBORN Problems associated with welding to pipeliner under pressure—a challenge to welding technology	3
4	F.P. HAHN, A. BROWNIE and R.H. THOMPSON Under-pressure connections involving welding	9
45	J. BODGER and J.G. HICKS The welding of full encirclement fittings to pipework under pressure	2
	FIFTH SESSION	
28	H. BREEZE and J. CHETCUTI Experiences with CO ₂ welding of pipelines	13
34	A.J. WILSON and D.T. NORTHCOTE The development of semi-automatic welding of pipe in Australia	6
33	I.H. BENSTED and R.D. SHAW Welding as it affects the design and construction of steel pipelines in the Water Industry	3
34	R. BOEKHOLT Pipeline welding as seen by a manufacturer of welding systems	6
	SIXTH SESSION	
13	A.G. BARKOW Recent advances in the field of automatic welding of pipeline girth welds in the USA	10+1
3	F.G. DANHIER Automatic orbital welding on pipework and pipelines	4
36	M.G. BENNETT Development in electron-beam welding of pipe	10
9	A.M. HORSFIELD The application of submerged-arc welding in the manufacture of welded pipes and pipelines	4
	SEVENTH SESSION	
10	R.W. NICHOLS Material selection and proof-stressing techniques to reduce fracture risks in pipelines	8
36	D.S. MANSELL and M.F. COLE Brittle fracture of mild steel water pipe	5
32	P.HART, F. WATKINSON and R.G. BAKER Hydrogen-induced delayed cracking in the site welding of line pipe	10
12	S. DITTRICH Welding high-tensile pipe steels for pipelines	8
46	G. ZOETHOUT Stove-pipe welding of pipelines with a new kind of LH electrode	3
	EIGHTH SESSION	
	Memoranda:	
44	C.G. BATES An introduction to BS—The Field Welding of C. Steel Pipelines (BS 4515)	2
15	J.R. McGUFFEY A new standard for qualification of welding procedures and welders for welding piping and tubing (AWS D 10.9)	4
22	H.D. WEISSE Welding in pipeline construction (Droft, DIN 8564)	5
19	K. NARITA Field welding of pipelines in Japan (KHK S 0301)	4

するもので、施工法とともに確性試験結果が紹介されている。

論文24はステンレス鋼鋼管およびフィッティングの溶TIG 接に関するもので、施工条件についていろいろ論じられているが、とくにシールドガスについてアルゴンに若干の水素を加えるのがよいとしている。

論文6は熱交換器等に用いる狭い間隔で配置されたチューブの TIO 溶接に関するもので、溶接準備の重要性とともに、丈夫な機器を作ること、さらに全自動化が有利となるためには流れがその目的のために設定されなければならないことを述べている。

3.3 第3セッション

テーマ: 溶接配管に対する材料選択と設計

議長: C. Edelnaun

論文17は炭素鋼、ニオブ処理炭素鋼、 $\frac{1}{2}\%$ Cr- $\frac{1}{2}\%$ Mo- $\frac{1}{4}\%$ V 鋼、6%Cr-Mo-Nb 鋼 (Rex 500) およびオースナイトステンレス鋼等に関する CEGB (中央発電局) の経験について述べ、とくに溶接部のわれの問題を指摘している。

論文23は厚肉蒸気管の事故原因の研究にフルサイズ部品によるシミュレーションテストを実施した例の報告である。

論文20は船用配管、とくに軟鋼のみでなく Cu-Ni、ステンレス鋼、モネル、アルミ黄銅等の配管溶接の概説で、中でも Cu-Ni 配管用フィッティングについてはかなり議論が集中した。

論文8は CAD (Computer Aided Design) に関するもので、映画を使用して解説的説明が行なわれた。

3.4 第4セッション

テーマ: 圧力下配管の溶接

議長: R.K. Harrison

報告者: J. Heaton

このセッションは配管というよりはパイプラインについて、使用中の溶接補修をとりあげたものである。

論文11は、内圧の働いている配管になぜ溶接する必要があるか、その問題点は何かという基本的な検討を簡単に述べている。

論文4は内圧のかかっている管についての補修実験の報告である。

論文45も内圧を受けている管への全周型パチの溶接に関する一般的考案である。

3.5 第5セッション

テーマ: 現地パイプラインの半自動溶接

議長: J. van der Post

報告者: J. Webb

論文28はサウスウェールズガス局のパイプライン CO₂

アーク溶接に関する経験で、とくに野外の現場ではシールド (しゃへい) によって CO₂ 被包を保護するだけではなく、溶接設備のあらゆる部品について曝露使用により損傷する弱点を克服するための改造が必要であったことが指摘された。

論文34はオーストラリアにおける半自動 CO₂ アーク溶接に関する報告である。まだ一般的に使用されるようにはなっていないようである。

論文33は水道における溶接一般についての設計的な考察である。

このセッションの主題である半自動 CO₂ アーク溶接 (実際には CO₂ アークというよりはアルゴンと CO₂ の混合ガスを使用するガスマタルアーク……GMA溶接) は、g/min で示される溶着速度では全姿勢の手溶接よりもすぐれているが、cm/min で示されるルートパス (初層) の溶接速度においては高セルロース系溶接棒を使用する手溶接下進法にくらべてかなり劣る。

しかし、ヨーロッパ諸国では API 規格 X60 もしくは X65 のような高張力ラインパイプに対しては、高セルロース系溶接棒で問題となるわれの発生を嫌って、多少ルートパス完成時間が長くなっても半自動 CO₂ アーク溶接または後述の低水素系下進溶接棒による手溶接のような水素による低温われ、おくれわれの危険性の少い溶接施工法を積極的に採用する姿勢を示している。

このセッションの討論においても、英国のみならず、フランスの G. Dreyfuss らからも半自動 CO₂ アーク溶接の積極的採用にらの経験にもとづく賛成意見が出された。

オランダの Boekholt は、論文43におい、半自動溶接における溶接工の教育訓練の重要性を強調した。説明のさいにはスライドを使用した。その多くは日本鋼管工事 K K 厚木工場における海底管溶接要員の教育訓練に関するものであった。

CO₂ アーク溶接に関して議論がわかれたのは、この方法で溶接されたパイプライン円周継手に対して、放射線検査以外に超音波検査が必要であるか否かについてであった。現在ヨーロッパでは、半自動 CO₂ アーク溶接とくに短絡アーク法のパイプラインへの導入期であり、初期のトラブルと関連して CO₂ アーク溶接におけるコールドラップ、融合不足等に対する懸念があるため、なんとなく放射線検査だけでは安心できなくて超音波検査を併用している傾向があるように見える。

これに対して、Boekholt らは、正しい溶接法を教育すれば有害なコールドラップや融合不足は防止できるので、放射線検査を適用すれば超音波検査は必要ないと主張し、わが国における実例も引用した。筆者もこの意見

に賛成であり、実際に、十分な教育訓練を実施してから作業が行なったときには、超音波検査において特別の徴候は全く示されず、超音波検査継続の必要は認められなかった。

いずれにせよ、この溶接法の採用については溶接工の教育訓練はきわめて重要であり、ヨーロッパのみならずわが国でもこの点を認識する必要がある。

3.6 第6セッション

テーマ：現地パイプラインの自動溶接

議長：P.T. Houldcroft

報告者：B. Horsefield

論文13は米国の A.G. Barcow が、米国における全自動 CO₂ アーク溶接から電子ビーム溶接までのパイプライン自動溶接を紹介した力作であるが、著者である Barcow が出席しなかったので、説明および討論はなかった。そのおもな内容については次意で簡単に紹介させていただく。

論文3はわが国でも知られているアークス社のオービマチック溶接特の紹介である。

論文36は電子ビーム溶接に関するものであるが、論文13の実用化へのダイナミックな報告にくらべると精彩に欠けるのはやむをえない。

論文9は多電極サブマージアーク溶接に関するもので、さして注目すべきものではない。

フラッシュ溶接や摩擦圧接については質問はあったが具体的な討論はなかった。

3.7 第7セッション

テーマ：パイプライン建設における材料の選択

議長：M. Burdekin

報告者：J. Roberts

論文10は、UKAEA の Nichols が従来の overstressing に関する主張をくりかえし、これに COD 試験の基準等を付して提出したものである。Nichols は従来の研究結果を説明しただけで、エンジニアリングの立場からの討論には応じなかった。

論文39は水道用鋼管の脆性破壊に関する実験報告であるが、とくにとりあげるほどのものではない。

論文32は溶接研究所の Baker が、たまたま入手した API 規格 X65級の鋼材について水素われ (hydrogen induced crackin) 感受性を試験し、Baker 一流の考え方で説明している。内容は API 規格の説明、化学成分と硬化性の関係、炭素当量・肉厚・入熱と硬度の関係、水素による低温われの説明などである。最近問題になっているように、Si の影響が大きいことが指摘され、炭素当量の計算において Si の係数は 1/3.5 とすべきであると述べている。

論文12および46は新しい低水素系下進溶接棒に関するもので、後に別意で説明する。

3.8 第8セッション

テーマ：総合および検討

諸 長：R.P. Newman

報告者：C. Atkinson

技術基準に関する4つの論文については、昼食時の打合せにもとづいて Atkinson がまとめて報告し、Bates と McGuffy が若干の補足説明を行なった。時間が少なかった。時間が少なかったため、質問は口頭のみでなく、文書によるものも受け付ることとしたが、文書による質問はなかった。Atkinson の報告の主要な点をつぎに紹介する。

技術基準の対象は、日本では配管とパイプライン(導管)を別にしてしているが、他の3国では現場溶接であれば配管とパイプラインも同様に扱っている。筆者の見たところでは、他のものは溶接とくにその qualification に集中しているのに対して、わが国のものは配管、導管の一般技術基準の中に溶接の項として入っているため、主要部分の qualification の考え方が全く別々というわけではない。

つぎに、英米両国において、パイプの現場溶接姿勢として、斜45°固定管の円周溶接が最も高度な姿勢として認められていることである。

また、米国の AWS D10-9 が qualification について3つの段階を設けたことは注目してよい。

報告者と著者との打合せでは、日本で放射線検査の合格基準に A, B の2類があること、および同一個所で2回までの補修を認めていることが奇異と感じられたらしく、質問を受けた。根本的には非破壊検査の思想と関連してむずかしい問題であるが、技術検査の考え方と、わが国における放射線検査が厳格であることを説明して了解された。

技術基準に対する討論の後、afternoon tea があり、引続いて溶接法および機器に対する今後の要求に関する公開討論が行なわれた。

この中では、非破壊検査法およびその合理的な判定基準の確立について要望が多く出され、これに対して、現在研究が進められており、近い提案を行ないたいという意見も少数ながら出された。

この討論が終り、正式な会合の解散が宣言されてから引続き同じ会場でリンカーン社のパルス TIG アーク溶接に関する映画の上映と説明があった。

4. 論文13 (Barcow) の概要

自動パイプライン溶接の歴史は1945年ごろのガス圧接

にはじまる。また、現場付近で回転管をサブマージアーク溶接する。“ダブルジョインティング”は1947年から採用されているが、すぐれた機動性をもってはいない。

1957年にドイツで開発された“ハンプルク法”と呼ばれる被覆棒を用いる電磁的方法は、建設ラインに使用するには時間がかかりすぎた。

全自動ガスメタルアーク溶接法による水平固定管の溶接は、1959年に H.C. プライス社で開発され、1961年にウェストコースト・パイプラインの建設に実用された。それ以後、この種の溶接法には多くの改良が行なわれ、後に述べる新製品が作り出されている。

パイプライン用の全自動溶接特は、1日に200までの大径管の現場溶接を作る有能な手溶接チームと競争しなければならない。これよりおそい自動溶接は、溶接コストを下げても、関連する建設コストを上昇させて結局有利にならないことになる。

4.1 現 状

基本となるガスメタルアーク溶接では、CRC クローズ社の新装置、ミッドウェスタン・スペシャルティズ社の新装置がデビューし、いっぽう米国ガス協会(AGA)のパイプライン研究委員会がスポンサーとなっている電子ビーム溶接法が着々実用化への道を歩んでいる。

CRC クローズ社の新しい機械は1969年のはじめにテキサス州のパイプライン実際に使用され、8.5時間に138の溶接継手が作られた。管は外径 30 in, 肉厚 7.9 mm の X60 であった。

新装置はふたつのユニットにわかれている。特殊な内面溶接ユニットと、外面溶接を行なう仕上げユニット(写真1)である。その特徴は、特殊なベベルを採用し、また最初に内面からビードをおくことによって、これまでの全自動化のネックになっていた開先精度の問題を解決したことである。

ベベル形状は写真2に示す特殊なX開先である。この

写真—1 作業中の外面溶接ヘッド
(Croze International)

写真—2 ベベルの形状
(Croze International)

写真—3 溶接部断面: 溶接金属の巾がせまい
(Croze International)

ために管端加工機が開発された。これは管端を真円にひるげ、0.13 mm の精度で切削を現場で行なう。

内面溶接ユニットは、1個のラインアップクランプと4ヘッドの溶接ユニットを組合わせたものである。4個のトーチを自動操作して 30 in 管の初層を約80秒で溶接することができる。

内面溶接が経ると、内面溶接ユニットはつぎの継手に移動し、代って外面溶接ユニットがこの継手を完成する。このユニットは2個の溶接トーチをもち、頂部から底部へむかって溶接する。

もうひとつの新しい全自動ガスメタルアーク溶接装置は、ミッドウェスタン・スペシャルティズ社のスタンウェルダである。これは、外面のみから溶接する点で基

写真—4 リングを開いた状態の Stanwelder
両溶接ヘッドの上にコントロールパ
ネルが見える

本的には従来のものと変っていないが、いくつかの重要な特色をもっている。

溶接ユニットは自走式で、管の上を継手から継手へとまたがったまま移動できる。ベベルは普通のものであるが、ラインアップクランプは真円度をよくし、目違いをなくするために強力なものが準備されている。

溶接ユニットは2個のヘッドを持ち、おのおのヘッドは3個のトーチをもっている。トーチは別々の溶接条件すなわち電流、電圧、ワイヤ送給、ウィービングおよびアーク長を用いて溶接しながら、同一の移動速度で下進する。すなわち、ヘッドの1回の下進で3パスまでの溶接ができる。

現在のところは、ルートパスは単一アークで行ない、それ以上のパスをまとめて別に溶接しているが、将来はルートパスを含めて1回のヘッドの下進で仕上げることを考えている。実験例ではルートパスに5 $\frac{1}{2}$ 分、その他に6 $\frac{1}{2}$ 分を要したとのことである。ひとつのラインに2個のセットを用いれば10時間で約70個の現場継手が溶接できることになる。

サブマージアーク溶接によるダブルジョインティングについては省略するが、ここにもツインアークの導入による合理化の余地が残されている。

4.2 将来の溶接

電子ビーム溶接は、パイプラインへの適用においてきわめて有望である。高真空電子ビーム溶接は他の産業に何年も使用されているが、パイプライン溶接への適用には新しい問題の解決が要求された。

第1に、管の溶接は管の寸法公差、真円度、さび、スケールおよび防食被覆が問題で、寸法公差を克服するためには溶加材の使用が、また真空を得るためには表面を

(a) (b) (c)

写真—5 X60におけるパイプ溶接部

(a) 被覆アーク溶接(約5パス)

(b) 電子ビーム溶接(1パス、
溶接速度 760 mm/min)

(c) 電子ビーム溶接の目違い処理能力

清浄にすることが必要となった。

第2に、電子銃自体にも特殊な設計が要求された。例えば銃と収束コイルとの間におかれた90°ビーム回転コイルである。

第3には、管の溶接部をシールして真空を作り出すチャンバの設計である。

結果として図1および2に示すような装置が作られ、30 in 管を全溶接サイクル約7 $\frac{1}{2}$ 分程度で溶接することが可能となった。溶接作業のサイクルはつぎのとおりである。

1. インターナルラインアップクランプを所定の位置に移動する。
2. チャンバ心出し装置を管にとりつける。
3. 新しい管をおろす。
4. 溶接ユニットを新溶接位置に移動する。
5. 溶接ユニットを管の上におろす。
6. チャンバを閉じ、施錠する。
7. 真空密継手を作るために内側および外側のシール

図—1 電子ビームパイプライン溶接

図-2 移動式電子ビームパイプ溶接チャンバアセンブリ
(Hamilton Standard Division of United Aircraft Corporation)

をふくらませる。

8. 粗真空ポンプを動かし、作業チャンバを真空にする。
9. 真空度を作業圧力にするため、高真空ポンプを動かす。
10. シームトラッカーが自動的に溶接グループの位置に合わされる。
11. 電子ビーム溶接が始まる。
12. 溶接が完了し、通気孔が開かれる。
13. チャンバが開錠され、ヒンジでとめられたセグメントが開かれる。
14. チャンバが吊り上げられ、前進させられる。

この溶接の実用性は認められており、第1次実験にひき続いて、昨年来から第2次の実用試験が始められている。

このほか、自動プラズマアーク溶接等についても研究が行なわれている。

5. 低水素系下進溶接棒

低水素系下進パイプライン溶接棒については、Dittrich (論文12) および Zoetbout (論文46) が報告を発表した。この種の溶接棒がパイプラインに進出してきたのはごく最近のことで、未だラインの一部に採用されている程度であり、長いパイプラインに全面的に使用された例はないようである。

しかし、さきは半自動 CO₂ アーク溶接のところで述べたように、API 規格 X60 または X65 に対して、高セルロース系溶接棒に代わってこの種の溶接棒の採用がすすめられている。

低水素系下進溶接棒の特徴としては、つぎのようなものがあげられている。

- ① 高セルロース系溶接棒にくらべてわれ感受性が低

く、高張力鋼に使用して安全であり、また予熱を軽減できる。

- ② 溶接速度は高セルロース系にくらべてやや劣るが上進溶接よりはずっと早い。また必要により溶接速度をさらに低くしてわれの防止に効果をあげることもできる。
- ③ 溶着速度は高セルロース系にくらべて高くしうる。
- ④ ルート間隔は大きくしなければならないが、開先角度は高セルロース系の 60~70° に対して 40~50° にできる。

図-3 溶接法と開先形状

- ⑤ 目違い (mismatch) に対して高セルロース系よりも鈍感である。もちろん上進溶接はさらに鈍感である。
- ⑥ 高セルロース系の場合のように“窓” (window) の類の欠陥が発生しない。
- ⑦ ルートパスのみならずパスと同種の溶接棒で完成できる。
- ⑧ われの心配から、高セルロース系では2パス完了までクランプ取外しを待つ場合でも、この棒ではルートパスを完了すればクランプが取外せる。
- ⑨ ビード終始点のブローホールの発生には注意を要

表-2 ルートバス溶接比較表(論文12)

溶接法	溶棒 mm	接 速 mm/min	815 mmφ 管ルートバス	
			溶接延時 分 秒	チーム溶接時間 分 秒
上進溶接 E 7013	3.2	61	42-40	21-20 2人
下進溶接 E 8010	4	420	6-06	1-32 4人
下進溶接 E 8016	4	312	8-12	2-04 4人
下進溶接 CO ₂ 溶接	0.7	180	14-12	7-06 2人

表-3 新旧低水素系溶接棒の比較(論文46)

	棒 径 mm	溶 金 g	融 風	溶 電 A	接 流	溶 時 sec	融 間	溶 速 g/min	着 度
新低水素系溶接棒(下進)	3.25	19.6		140		47		25	
	4	31.4		190		51		35	
一般低水素系溶接棒(上進)	3.25	22		115		93		14.2	
	4	32		195		83		23.1	

する。

- ⑩ 現場における溶接棒の吸湿防止のため、取扱い、保管および再乾燥に十分注意する必要がある。

6. そ の 他

6.1 AEI 記念講演

テーマ：溶接欠陥を有する管の高歪疲労試験

議長：R. Weck

講演者：W. Soeté

11月11日(火)1630よりスーテ教授の記念講演が行なわれた。1本の試験管の数断面に数個所の幅広い従方向の欠陥溶接部を作り、この試験管に内圧による繰返し荷重を加えたもので、1個所が破損するとこれを除去してさらに内圧繰返しを続けるわけである。

スライドを含めて試験内容と結果が説明されたが、前刷は準備されなかったので未だ正確な報告はできない。

6.2 定例晩餐会

Welding Institute の Annual Dinner は11月12日水夜、ハイパークの西側にある Dorchester Hotel で開かれた。筆者ら Author は招待を受けた。全く婦人抜きのタキシードを着た男性のみの集会であった。

6.3 カクテルパーティ

秋季大会のカクテルパーティは、初日である11月10日(月)夕刻、サウスケンシントンに近い Welding Institute のロンドンビルで開かれた。Author はこのパーティにも招待された。

会場が学会の事務所であるので、設備的には質素なパーティであったが、Weck をはじめ Abington Hall の研究所の所員、Boyd IIW 事務総長らが顔を寄せ、また

海外からの出席者の多くが顔をそろえたので、なごやかな中にもにぎやかなパーティであり、途中で帰る人は少く、時間が経過したことを知らせる電灯の点滅の合図によってあわただしく散会した。

6.4 IIW 関係

今回の Conference には、パイプラインを担当する IIW Sub-Commission XI-E の Bove 委員長(伊)をはじめ、Dreyfuss(前委員長、仏)、Bates(英)、Meyer(米)、Anuckin(ソ)らの Delegate が集まった。

正式な会合はもたれなかったが、Bove, Dreyfuss 新旧委員長を中心に連絡がとられ、春の中間集会はとりやめとし、その代わりに IIW の前に中間集会を聞くことおよび新委員長から事業計画の進め方について立案して各国の Delegate に通知することとなった。

6.5 所 見

Welding Institute の会議は、これまで述べたように、特定のテーマで Conference を聞き、これをセッションに分けてその中で報告者の総括説明、著者の補足、質疑および討論の形で行なわれるので、国外からの参加者にとって参加しやすい形となっている。もちろん、前刷の入手がわが国ではできないため、200ページをこえる前刷を会議直前に受取るのは感心しないが、欲を張らずにその中の重点項目に焦点を合わせれば Conference に有意義に参加することができると思われる。

また、Overseas Author にあてては、報告日の前後2泊の室泊料および当日の昼食を無料とし、さらにカクテルパーティ、晩餐会招待、前刷および登作料の免除という条件は、逆にわが国が海外の有志の参加をえて国内会議を開く場合に参考になるものと思われる。すなわ

ち、Overseas Author が今回10人(うち1人)欠出席したが、これに対する英国側の負担はそれほど大きいものではないわけであり、逆に、この程度の負担であれば、わが国も気軽に海外の論文提供者を募集できることになる。世界各国の溶接関係学会がその会議と前次国際

的または半国際型とし、学術の交流と国内研究者に対する刺激に役立たせようとする傾向はますます強くなっており、わが国もこれら各国の会議に積極的に参加するとともに、わが国の会議についても漸次国際的要素を加えてゆくべきであると考えられる。

JIW 第 XIII 委員会 資料紹介

Doc. XIII-578-70

Influence of the weld seam quality on the fatigue resistance under pulsating internal pressure in the case of vessels with nozzles (和文抄訳)

by prof. K. Wellinger and Dr. D. Sturm

压力容器には、内容物を出し入れするためのノズルがあり、このノズル近傍でのピーク応力が構造強度上問題となる。とくにノズル端面と容器を溶接する型式のいわゆる溶接ノズルでは、溶接部に含まれ易い欠陥と相俟って、ノズル部の強度は重要な問題である。

主として静荷重とくに内圧だけが加わる場合には、少々形状誤差が微小な溶接欠陥は一般に強度上問題とならない。しかし繰返し内圧が加わる場合はこれらの因子は压力容器の寿命に決定的な影響を及ぼす。

溶接欠陥による強度低下を避けるため、ノズルとの継手を最大応力が作用している領域の外側に位置させる方法、すなわち頸溶接継手とする設計法がある、本研究はこのような方法の有効性を確かめるために実施したものである。

試験体の母材は ST 35.8, 15 Ni-Cu-Mo-Nb 5, 13 Cr-Mo 44 の3種であり、その引張性質は表1の通りである。

ノズルはシームレスパイプであって、St 35.8 あるいは 15 Ni-Cu-Mo-Nb 5 を母材とする長さ 700 mm の円筒容器に溶接したノズルは図1のような直角セットオンノズルである。また 13 Cr-Mo 44 の容器の場合には図2のような頸溶接ノズルとした。

表2に St 35.8 および 15 Ni-Cu-Mo-Nb 5 容器について使用した溶接棒ならびに後熱処理条件を示す。

図1のノズルについてはノズルの溶接後、ノズル内面を切削して生じているかも知れないルート欠陥を除去した。

図2のノズルは、530°C, 170 気圧で約100,000時間使用された中間熱交換器の入口ヘッダーから取外してきたものを試験ノズルとして使用した。4個の容器のうち、1個の容器のノズルでは、ノズルの周溶接継手は、ボイラープラントの建設当時のままの状態で内圧疲労試験に供し、一方残り3個の容器のノズルではノズルの周溶接継手部の内面を機械加工して平らに仕上げた。

毎時900~1000サイクル(約 15 cpm)の速さで試験した結果を表3.4.5にまとめた。図3に片振内圧 P_{sch} と洩れ寿命 N との関係を、また図4には相当応力 $\sigma_{vi} = \frac{u^2 \sqrt{3}}{u^2 - 1} P_{sch}$ と N との関係を示す。

St 35.8 および 15 Ni-Cu-Mo-Nb 5 製の試験体では疲労亀裂発生点はほとんどの場合ノズルの溶接部の欠陥であったが、St 35.8 の No. 3 試験体と 15 Ni-Cu-Mo-Nb 5 の No. 2 と No. 8 試験体ではクロッチコーナーから亀裂が発生した(図5~14)。クロッチコーナーから亀裂発生した試験体の洩れ寿命は継手の溶接欠陥から亀裂発生する場合の寿命の約5倍長寿命であった。

13 Cr-Mo 44 製の No. 3 試験体の継手は建造時のまま余盛付であったが、ルート部に亀裂が発生した(図15.16)。これに対して継手内面の余盛を平らに仕上げた他の3体の試験体では、クロッチコーナーおよび(削り方が不完全な内面余盛のリップルなどの)継手部から亀裂が発生した。継手の内面を機械切削した場合の寿命はしない場合の約2倍となっている(図17~20)。

まとめ

セットオンおよび頸溶接ノズル付容器の片振内圧疲労試験を実施した結果、溶接継手の品質が強度上きわめて重要な因子であることがわかった。

ブローホールなどの欠陥あるいは、液滴状のたれ込み部から疲労亀裂が発生し易く、そしてこのような欠陥がある場合の疲労寿命はない場合の約1/5となった。

(原文及び図表は IJW 第 XIII 委員会文献集に載っております)