

3

化学機械溶接研究委員会

3.1 委員会設置の目的と経緯

1950年代半ばを過ぎると巨大コンビナートの多くが建設され、石油工業の急速な発展にともない、関係分野を横断する溶接技術を中心とした問題を解決できる溶接研究委員会の設置が望まれるようになった。木原 博（当時の溶接協会会長・東京大学）、渡辺正紀（大阪大学）らが中心となり1957（昭和32）年に压力容器研究委員会（委員長：木原 博）が設立され、下部組織として腐食分科会（主査：渡辺正紀）と工作分科会（主査：

山内俊平）が発足した。

昭和30年代、石油工業の急速な発展にともない、压力容器、プラント機器等の溶接についての研究、情報交換のための独立した委員会を設置する必要性が高まり、压力容器研究委員会 腐食分科会のメンバーを中心に1958年9月に化学機械溶接研究委員会を設立し、第1回の研究委員会と設立総会を大阪で開催した。

3.2 組織と発展経緯

設立当初、当委員会は機械部会の下部組織として、腐食研究と高温低温材料の二つの小委員会を中心に活動を開始した。1975年4月、協会の規模拡大にともない、実質的活動内容を考慮した本部組織の見直しが行われた。化学機械溶接研究委員会は機械部会から独立した研究委員会となり、現在に至っている。

この間、1983年11月、当委員会の設立25周年に当たり、記念誌「化学機械用材料と溶接—25年の歩み」を出版し各方面から多大な反響を受けた。また、1986年のIIW東京大会において当委員会の活動が記念誌とともに紹介された。

歴代委員長を以下に示す。

初代 渡辺正紀（大阪大学：1958年～1987年）

第2代 渡辺竹春（日揮：1987年～1989年）

第3代 塚原 宏（新潟鉄工：1989年～1992年）

第4代 向井喜彦（大阪大学／大阪産業大学：1992年～2006年）

第5代 南 二三吉（大阪大学：2006年～現在）

委員会では、その時々的重要課題について分科会、小委員会あるいはワーキング・グループ（WG）を組織して効果的な活動が行われている。委員会

発足以降、現在までの主な活動状況を以下に示す。

- ・腐食研究小委員会：1958年～1965年
- ・高温低温材料小委員会：1958年～1965年
- ・ステンレス鋼溶接部陰影検討会：1961年～1963年
- ・高張力鋼耐食分科会：1962年～1965年
- ・高張力鋼硫化物腐食割れ共同研究：1963年～1965年
- ・9%ニッケル鋼の溶接加工の共同研究：1963年～1964年
- ・9%ニッケル鋼小委員会（鉄鋼部会と合同）：1964年～1966年
- ・爆発溶接小委員会：1973年～1977年
- ・ステンレス鋼溶接部陰影第2次検討会：1976年～1979年
- ・爆発拡管溶接研究小委員会：1977年～1982年
- ・現地焼鈍施工小委員会：1982年～1990年
- ・第一次補修溶接信頼性小委員会：1984年～1987年
- ・第二次補修溶接信頼性小委員会：1990年～1993年
- ・ステンレス鋼の亜鉛脆化WG：1990年～1993年

年

- ・ステンレス鋼のFCAW WG：1994年～1996年
- ・ステンレス鋼FCAW小委員会：1996年～1999

年

- ・圧力設備溶接補修WG：2001年～2004年
- ・圧力設備溶接補修小委員会：2004年～現在

3.3 この10年の活動状況

年4回の委員会を開催しており、1999年から2008年において、第210回から第249回まで40回の委員会が開催された。年4回のうち1回は見学会を兼ねた委員会である。2006年からは、年に1回、特殊材料溶接研究委員会と合同で委員会を開催している。委員会では、化学機械分野に関わる材料、溶接、検査、劣化・損傷、設備保全などを取り上げているが、1999年～2000年には環境設備関連のテーマを取り上げた。2004年からは、ASME/APIにおけるRBI（リスク基準検査）、FFS（供用適性評価）、補修についての維持基準化動向を中心に国内外の動向も調査している。

1994年から活動して来た「ステンレス鋼FCAW小委員会」は、所定の成果が得られ1999年に完結した。石油・石油化学分野の機器・装置に関する溶接技術の啓発・普及を目的として、2001年と2002年には千葉支部、神奈川支部と共催で講習会を開催した。

本委員会が以前から精力的に取り組んで来ている圧力設備の溶接補修に関しては、2001～2004年にWGを設置して調査を行った。この結果を基に2004年には小委員会を発足して活動を行っている。

2006年には、委員長が向井喜彦（大阪大学／大阪産業大学）から南 二三吉（大阪大学）に交代した。

2008年には、本委員会が発足以来、50周年を迎え、「50周年記念シンポジウム」を開催した。

(1) ステンレス鋼FCAW小委員会（1996年～1999年）

1994年～1996年にわたるWG活動、1996年に発足した小委員会（委員長 原 泰弘）活動が完了した。

割れ事例報告や文献・技術資料調査、損傷発生材料の調査およびFCAW試験板を用いた調査実験を行い、損傷発生原因、発生機構の解明を行った。割れの発生メカニズムの解析については西本大阪大学教授の指導を受けた。調査の結果、割れは粒界強度が粒内強度に比べて相対的に低下したことによる延性低下割れであり、溶接金属中に含有するBiに起因することが判明した。これらの

調査結果を基に、FCAWのオーステナイトステンレス鋼に対する適用指針を作成した。指針では、クリープ条件となる550℃以上で使用される設備や溶接後に600℃以上の熱処理を施す設備にはBiを添加した溶接材料の使用を制限し、これらの条件については、Biフリーとして0.001% Bi以下の溶接材料を使用することなど、損傷防止対策を提言した。小委員会の成果については、「JWES-CP-0001：FCAWを用いたオーステナイトステンレス鋼溶接部の高温損傷と適用指針」として取りまとめ、1999年にシンポジウムを開催した。また、1999年にAPIで、2000年にASME/PVPにおいて発表した。さらに、同様の内容をWRC Bulletin412-1999に投稿した。

(2) 圧力設備溶接補修WG（2001年～2004年）

ASMEやAPIでは、供用中の圧力設備について検査、欠陥評価を基にしたメンテナンス周期を設定する維持規格化を進めている。ASMEではPost Construction Committee (PCC) で、リスク基準検査 (RBI)、供用適性評価 (FFS) および補修に関するSubcommitteeを設立し、圧力設備について総合的な観点から維持規格化を進めている。Subcommitteeから日本圧力容器会議 (JPVRC) に補修規格ドラフトのレビュー依頼があり、JPVRCからの要請で本委員会が担当することになった。このため、2001年8月、本委員会に圧力設備溶接補修WG（主査 山本栄一）を発足した。WGではASME案のレビューを行うとともに内容について勉強会を行った。

本委員会で作成した、「補修溶接施工法指針 改訂版」も発行からすでに10年を過ぎており、再改定が検討された。このため、溶接補修に関するアンケートを実施した。調査の結果、溶接補修の重要性や必要性が高く、溶接補修に対する出来るだけ具体的な基準が望まれた。

(3) 圧力設備補修小委員会（2004年～現在）

圧力設備溶接補修WGの活動成果をベースに、「補修溶接施工法指針 改訂版」の再改定を目的として、2004年8月に圧力設備溶接補修小委員会（委員長 山本栄一）を発足した。小委員会は、WGメンバーを中心として、プラントユーザー、材料、

機器製作、メンテナンス、エンジニアリング、検査、有識者など幅広い分野から、31名のメンバー（2009年1月現在）で構成されている。

小委員会では、指針の改定前に、フェーズ-Iとして、压力容器の溶接補修を検討・実施する際に活用できる「溶接補修事例集」、「溶接補修に関する技術データ集」の作成を行い、溶接補修を検討する際に役立つ技術情報として、活用することにした。この際、技術情報としては各種材料の腐食・材質劣化等を含む溶接補修に関する100件を超える技術資料を要約し、データベースを構築した。さらに、溶接補修に関する国内外規格の調査、ASMEなどの国際動向の調査も実施した。

2004年からは、これらの調査結果を基に、溶接補修指針は溶接補修方法・要領だけでなく、損傷状況・原因の究明、供用適性評価（FFS）など、機器診断と溶接補修要否・可否検討、溶接補修実施など診断と処置に至る一連のエンジニアリング・ガイドラインとして取りまとめている。これらの成果は2005年「プラント圧力設備についての維持管理と溶接補修に関するシンポジウム」（JWES-CP-0501）、2006年「プラント圧力設備の溶接補修技術に関するシンポジウム」（JWES-CP-0601）、2007年「プラント圧力設備についての溶接技術の基礎と溶接補修技術に関するシンポジウム」（JWES-CP-0701）と3年間にわたりシンポジウムを開催した。

いずれのシンポジウムも各方面から100名を超える参加者があり関心の高さが示された。また、2006年と2008年には、ASMEにおいて日本における溶接補修の現状と小委員会における活動状況を報告した。指針は、2009年度中に完成する予定である。

(4) 50周年記念シンポジウム

本委員会は1958年に設立以来、2008年で50周

年を迎えた。記念事業として、2008年11月19日に東京会館（世界貿易センター）において50周年記念シンポジウムを開催した。第一部では南委員長の開会挨拶に引き続き、委員会の活動経緯および溶接補修小委員会の活動状況が紹介された。第二部では、「压力容器の設計・製造：(株)日本製鋼所 栗原 行」、「石油ガス備蓄基地の建設・施工：(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 加藤元彦」、「Needs and Trends in Structural Integrity Assessment Procedures and FITNET FFS：GKSS Research Center, Germany Mustafa Kocak」の講演が行われた。シンポジウム後には懇親会が行われ、(社)日本溶接協会、特殊材料溶接研究委員会および石油連盟から祝辞をいただき、関係者の懇親を深めた。また、当委員会に長年に渡り活躍していただいた、塚原氏、向井氏、石井氏、河野氏、大谷氏には功績賞が贈られた

(5) シンポジウム・講習会・講演会

本委員会のシンポジウム、講習会、論文発表の概要を表3.1に示す。



写真 3.2 50周年記念シンポジウム（東京会館／世界貿易センター、2008年11月19日）



写真 3.1 第247回委員会（見学会）（日立造船メカニカル(株)有明工場、2008年9月9日）



写真 3.3 プラント圧力設備についての溶接技術の基礎と設備維持管理に関するシンポジウム（全水道会館大会議室、東京・水道橋、2007年11月27、28日）

表 3.1 シンポジウム・講習会・講演会

年次	区 分	表 題	備 考
1999	発表	Reheat cracking of 308 FCAW weld metal at elevated temperature service (New Orleans)	API
2000	発表	Reheat cracking of 308 FCAW weld metal at elevated temperature service (Seattle)	ASME PVP
2000	シンポジウム	「FCAWを用いたオーステナイトステンレス鋼溶接部の高温損傷と適用指針」(東京)	化学機械溶接研究委員会
2001	講習会	「すぐ役立つやさしい溶接技術—炭素鋼、ステンレス鋼の溶接部の損傷対策」(千葉)	千葉県支部との共催
2001	論文	High Temperature Cracking and Properties of Stainless Steel Flux-Cored Welds and Effects of Bismuth	WRC Bulletin 412
2002	発表	Effect of small amount of Bi on corrosion = resistivity of austenitic stainless steel	ASME PVP
2002	講習会	「すぐ役立つやさしい溶接技術—炭素鋼、ステンレス鋼の溶接部の損傷対策」(横浜)	神奈川県支部との共催
2005	シンポジウム	「プラント圧力設備についての維持管理と溶接補修に関するシンポジウム」(東京)	化学機械溶接研究委員会
2006	発表	Status of repair welding guideline on the pressure equipment in Japan (Seattle)	ASME PVP
2006	シンポジウム	「プラント圧力設備の溶接補修に関するシンポジウム」(東京)	化学機械溶接研究委員会
2008	発表	Development of repair welding guideline on pressure equipment (Chicago)	ASME PVP
2008	シンポジウム	化学機械溶接研究委員会 50年の歩み	50周年記念シンポジウム

3.4 今後の展望

本委員会の活動計画の主テーマは、①化学機械・装置用材料とその溶接・接合技術、②損傷・劣化診断技術、③保全・補修溶接技術である。また、社会情勢や技術動向の変化にともない、以下の新たな技術テーマにも積極的に取り組むことが必要である。

- (1) 新しい材料・加工技術の化学装置への適用に関する研究
- (2) 化学機器・装置の劣化防止、信頼性評価手法

ならびに寿命診断等保全技術に関する調査と研究

- (3) 化学装置における損傷事例の調査
- (4) 化学装置の溶接における省人化・合理化工法の調査と研究
- (5) 新エネルギー及び環境産業設備の材料と溶接に関する調査と研究
- (6) 関係法規・国内外規格の調査と検討