

.....
国際会議報告

第3回鉄鋼オートメーション国際会議出席報告

野 坂 康 雄*

1. ま え が き

日本鉄鋼協会は各社の協力により表記の国際会議にミッションを派遣し、論文発表、工場見学ならびに CRM 及び VDEh と公式 Meeting を行つて多くの成果を得た。著者は当時計測部会長であり、団長として参加したので代表として概要を紹介する。

この会議は通常鉄鋼オートメーション国際会議という副題で呼ばれ、CRM と VDEh の共催で 5~6 年ごとに欧州で開催される。今回は第3回に当り、第1回は、1965年に Amsterdam と Düsseldorf で、第2回は、1970年に Luxemburg と Düsseldorf で開かれている。今回は共催者 CRM, VDEh のほかに 17ヶ国、20ヶ所の研究機関の参画（日本鉄鋼協会を含む）と ECCS の強力な後援があり、参加者も登録約 1000 名、常時 600 名を超え、鉄鋼オートメーション国際会議として定着した感が強かつた。

周知のように日本の鉄鋼オートメーションの進歩は世界第一流のレベルに達し、規模、内容ともに外国では類例のないシステムが多数実用されている。転炉のダイナミック制御、ホットストリップミルの計算制御、大型一貫製鉄所の総合コンピュータシステムなどがその代表である。このような日本のオートメーションの発展に対し欧州各国とも興味と驚異の念をもっているようで、今回特に鉄鋼協会に対してその概要を紹介するよう依頼があつた。計測部会を中心にしてまとめられた内容は招待講演として Bruxelles における Opening Session で著者が発表し、多大の関心を得た。なお、Düsseldorf での Opening Session では VDEh の MOMMERTZ 氏が圧延の進歩について招待講演を行つた。

発表論文数は全部で 104 編あり、第1回 34 編、第2回 42 編（いずれも補遺、コメントを含まず）に比較して倍増している。104 編の分類を表 1 に示した。日本からは第1回 8 編で参加者 12 名、第2回は 10 編 14 名、今回は 14 編であるが経済状況の反映で参加者は 11 名（協会を除く）にとどまつた。日本からの発表論文と参加者をそれぞれ表 2、表 3 に示す。

2. 会議の概要と主要トピックス

会議の構成は、従来通り製鉄、製鋼に 2 日間 (Bru-

xelles)、圧延以降に 2 日間 (Düsseldorf) が割当てられたが、論文数が多いため、各論文とも説明を 5 分間に制限し、その後で数件をまとめて質問、討議が行われた。いずれも英、独、仏三語の同時通訳があつたが、必ずしも満足なものでなく、一部に質問が誤解されることも起こつた。このような条件下で全部を理解できなかったが、以下に各 Session ごとの概要とトピックスを記す。

2.1 原料処理

2.1.1 原料ヤード及びベッディング (3 編)

福山並びに大分の原料処理総合自動運転システムと、Mannesmann Huckingen から焼結原料ベッディングの自動化が発表された。大型計算機システムを駆使する日本の現状に対して欧州では小型システムである。しかしベッディング制御はキメ細かく、塩基度のバラツキに深い関心がある。

2.1.2 焼結 (5 編)

BSC の Hartlepool では交代勤務の制限による起動停止の頻繁な条件下で最適制御法を開発した。Return fine の湿度制御と Raw mix の通気度制御によりストランド速さを 18% 上げることに成功した。CRM は約 10 年以前から開発を続けてきた Permeameter, Permagnag, Rotatherm の 3 種のセンサを使ったプロセス制御の適用結果を発表した。ベネルクス 3 国で普及しているが、西独では余り高く評価していないようであつた。

2.1.3 ペレット (1 編)

神鋼加古川の発表に対し Hoogovens の関心が高かつた。

2.2 コークス炉 (4 編)

Hoogovens では battery 温度と炭化時間の相関を解析し、連続測温を行つて炭化時間の変動を ±20 分にすることに成功した。コークス炉全般に省エネルギーと環境管理について関心高く討議がわいた。西独の Bergbau-Forschung では薄壁式試験炉の実験から燃焼をプログラム制御によつて 10% の省エネルギーを実現した。三井鉱山コークスから、響灘の新設炉の自動化について発表があり、操作用自動機械の位置ぎめについて、質問が多く出た。

2.3 製鉄

2.3.1 熱風炉 (6 編)

6 編中 3 編は熱風炉制御に関するもので、Hoogovens

* 新日本製鉄(株)電気計装技術部長 前計測部会長 (現日鉄電設工業(株))

表 1 1976 年 Automation

国 名	会 社 名	原 料			コークス	高 炉	
		ヤード	焼結	ペレット		熱風炉	高 炉
ベルギー	CRM Thy-Marcinelle et Monceau S. A. Hainaut-Sambre SIDMER COCKERILL		2 (1)		1	2 (1)	1 (1)
ルクセンブルグ	ARBED		1				
オランダ	HOOGOEVENS				1	1	
西 ド イ ツ	ATH Hoesch Hüttenwerke AG Fried. Krupp Hüttenwerke AG Klöckner-Werke AG Manessmann AG Hüttenwerke Stahlwerke Peine-Salzgitter AG AG der Dillinger Hüttenwerke Thyssen-Edelstahlwerke AG Thyssen-Niederrhein AG Stahlwerke Südwestfalen AG BFI GmbH (VDEh) Max Planck Institut GmbH Lurgi Bergbaue-Fouschang GmbH Universität Erlangen Neukirchor Fisevwerk AG	1 焼結原料				1	
フ ラ ン ス	SOLLAC SOLMER USINOR SAFE SACILOR IRSID					1	(1) 1
イ タ リ ー	ITALSIDER CSM A. F. L. Falk Nazionale Gogne SpA						(1) 1
ス エ ー デ ン	Elkem-Spigerrerket DomnarvertsJernverk						1
オ ー ス ト リ ア	Gebr. Böhler & Co., AG						
ポ ー ラ ン ド	Katowice						
イ ギ リ ス	BSC		1				
ア メ リ カ	US Steel Bethlehem Steel Inland Steel			1			
カ ナ ダ	STELCO						
日 本	新 日 鉄 管 日 本 鋼 製 鉄 川 崎 友 金 製 鉄 住 友 鋼 製 鉄 神 戸 鋼 製 鉄 三 井 鉱 山 コークス	1 1	1			1	1 1
部 門 別 小 計		3	6	2	4	6	6

() 内は共同提出, * () は invited paper

会議論文一覧

製 鋼				熱 間 圧 延				冷間圧延		試 験 NDI			各社別 小 計
BOF	CC	電炉	脱ガス 測定	分塊	厚 板	ホット	形 鋼	コー ルド	メッキ	分析	試験	NDI	
1	1		1			(2)				1	1		10 (2) (1) 3 4
1			1			2	1 切断				1		
1				1									3
1						2			1 表面 キズ				6
2		1	1	1	1 切断	1		2		1			4 7 2 2 2 1 (1) 6 1 4 4*(1) (1) (1) 1 1 1
1		1	1		1 小型 comp (1) IRSID USINOR	2				1	1	1	
		2 (2)	1	1				1		1	2 (1)		
						1					1		
		1			1			1					1 1 2 1 1 (1)
1		1		1								1	2 1 1 2
			1										1 1
										1			1
							1	1					2
	1											1	3
1	1				1	1			1				4 1 1
												1	1
1					1		1 ホットコイル		1			1	5*(1) 2 3 2 1 1
10	3	6	6	4	5	9	6	6	4	6	6	6	104*(2)

表 2 日本よりの発表論文題目 (招待講演を除く)

No.	題 目	
1. 1. 1	Raw Material Yards Computer Control System at Fukuyama Works	鋼 管・福 山
1. 1. 3	Computer System for Control of Ironmaking Raw Materials	新日鉄・大 分
1. 2. 6	Back-up System of the Direct Digital Control at the Blast Furnace and the Sintering Plant	新日鉄・室 蘭
1. 3. 1	Computer Control in the Kakogawa Pelletizing Plant No. 2 of Kobe Steel Ltd.	神 鋼・加古川
2. 4	Automation of a Modern Coke Oven Plant	三 井 鉄 山
3. 1. 4	New Technique for Fuel Gas Mixing Control in Large Steelworks Contributed to Energy Conservation	新日鉄・大 分
3. 2. 3	Study of Steady-State Model of Blast Furnace Operation	新日鉄・設技セ
3. 2. 7	Computer Control of the Blast Furnace Operation	住 金・中 研
4. 1. 7	Development and Operating Experience of Computer Control of the System for Steelmaking Plant at Mizushima Works	川 鉄・水 島
5. 2. 2	Development of Plate Mill Computer System at Mizushima Works	川 鉄・水 島
5. 4. 5	Development of Automation of Finishing Line of Rolling Mills	鋼 管・本 社
6. 2. 2	Automatic Surface-flaw Inspection System of cold strip	川 鉄・千 葉
6. 2. 3	Computer Control of Continuous Galvanizing Line	新日鉄・君 津
7. 3. 2	Automatic Billet Inspection by Industrial TV-System	

表 3 参 加 者

氏 名	所 属
野 坂 康 雄	新日鉄設備技術センター 電気計装技術部長
片 桐 君 美	〃 大分 システム開発室掛長
高 梨 和 夫	〃 君津 システム開発室課長
大 西 英 明	鋼 管本社 技術部主任部員
笹 生 宏 明	〃 福山 制御技術室長
大 石 島 眞 夫	川 鉄水島 システム部 副部長
大 石 山 幹 夫	住 金小倉 計装課長
的 場 祥 行	〃 中研 オートメーション 研究室 係長
塩 沢 武 夫	神 鋼加古川 計測課 係長
渡 辺 一 雄	大 同中研 第 13 研究室長
山 口 忠 政	鉄鋼協会 技術部
田 畑 新太郎	鉄鋼協会 専務理事

の制御モデルに質問が集中した。概して日本の現状以上に進んでいる点はない。

2.3.2 高炉 (6編)

高炉の制御ではこれまでの理論や解析の段階を過ぎ、試験操業の段階に入ったことが今回の特色であった。基本的には IRSID の熱レベルに依存しているが、各種のモデル開発と必要なセンサの性能向上も行われ、各種の試験結果が発表された。イタルシデルでは最適動作点を定め、そこで熱レベル変動を極小にするべく、Coke base, stock level, 装入物構成を制御する。CRM からスタティックモデルを用いたオペレータガイド並びに閉ループ制御の結果が発表された。パラメータは6個で、Si変動の緩急によつて制御を変えている。

2.4 製 鋼

2.4.1 転炉 (10編)

ダイナミック制御関連が7編あつたが、日本のサブランス法に匹敵するものは皆無で、依然として音響、脱炭

速度などによる間接的な方法が多い。討論に入つてからダイナミック制御と閉ループフィードバック制御について論議がわいたので、著者から特に日本の現状の紹介を行つた。これに対して数名の人から理解できぬとの反論もあつたので、議長 の Socne 氏の了解を得て再度説明を加えて疑問に答えた。欧州では全般にスラグコントロールに関心が高い。CRM と US Steel から Q-BOP の制御について発表があつた。

2.4.2 連続鋳造 (3編)

欧州からは CRM 1編のみで、他は US Steel 及び BSC からである。いずれも二次冷却制御に主眼があり、US Steel ではこれに加えて熱電対によるモールドレベル制御 Si-Cell 温度計によるスラブ表面温度測定に成功している。CRM は銹片内質を正常に保ちながら最大生産を行う制御モデル並に温度プロフィールモデルの開発を行つている。

2.4.3 電炉 (7編)

Krupp から電炉と AOD 炉の組合せ作業を IBM 1800 計算機を用いて、総合制御を行うユニークな発表があつた。3システムに分けてモデルを作つてあり、その中のひとつは AOD の炉温制御用である。

2.4.4 その他 (6編)

酸素分圧による真空精錬制御、DH プロセスのオートメーション、ESR プロセスの最適化、酸素プローブによる制御、測温サンプリングの自動化、レーザーによる転炉内壁プロフィール測定の各テーマで発表があつた。

2.5 熱間圧延

2.5.1 分塊 (4編)

分塊の計算制御システムは、日本と比べて規模は小さい。イタルシデルでは 46"×90" スラブミルで圧下位置ぎめ、テーブルローラのシーケンスを自動化した。自動手動の切替ならびに、メンテナンス性に工夫がある。ARBED では計算機導入で熟練者よりも圧延時間が5~

10% 減少した。編

2.5.2 厚板 (5)

欧州では厚板の新鋭ミルがないためか、比較的小型の自動化システムが実用化されている。Peine-Salzgitterではミニコンで仕上圧延を行い、自動圧延適用率 85% である。この場合計算機システムの投資は 16万DM とのことである。USINOR, Dillinger, IRSID の共同研究では塑性、形状、温度などから形状正常圧延範囲をモデル化した。Bethlehen Steel では圧延の計算制御に加えて絶対値 AGC(デジタル) を完成し、100% 適用中である。この結果、板厚不合 40% 減、生産性を 0.75% 向上させた。川鉄水島から第二圧板における形状制御を含む、全自動システムの発表があり、多くの関心を集めた。

2.5.3 ホットストリップミル (9編)

第2回国際会議までは理論と計画に関する発表が大部分であったが、今回はこれらが大いに進展し、計算制御による操業結果発表のオンパレードの感があった。日本からの発表がない理由を尋ねられて、日本ではもはや常識であると答えたが十分納得してもらえなかった。FOS Klöckner の新鋭ミルにおけるシステム化とゲージ精度、生産性向上などの成績が発表された。Hoogovens は、CRM と共同で形状制御システムを開発し近く実用する。これは形状センサなしで、仕上圧延の圧下配分の組合せで制御する方法である。討論に入ってから表面キズ検出について Hoogovens でテスト中のものが口答で発表され、その時議長から日本の現状について質問があった。

2.5.4 型鋼, 精整, 熱処理 (7編)

大容量ピレット用自動倉庫, ピレット切断制御の発表につづき、日本鋼管からコイルハンドリング, 印字の自動化の発表があり、関心を集めた。欧州ではこの種の自動機械の開発が進んでいないようである。BSC の加熱制御システムはスラブ加熱炉の原単位を平均 4 000MJ/t から 3 000MJ/t に低下させた。

2.6 冷間圧延

2.6.1 酸洗, 冷延 (6編)

Hösch から ASEA の張力計に温度補正装置を組合せた形状測定の発表があった。BFI から圧延力とトルクを中心とした数学モデルの発表があった。これは全体が7個のモデルから成る圧延理論式のひとつで、圧延力で±10%、トルクで±12KNmの予測精度をもつ。これに対して多くの人が質問と興味を寄せたが、一部の人々からは理論に走りすぎるという注意もあった。

2.6.2 表面キズ検査, 表面処理 (4編)

Hoogovens の調圧ミルで実用中の表面キズ検出器は、10 array×100 diodeを用い各ユニットごとに信号処理をもち、キズとよごれの区別が可能という。川鉄から東英電子製キズ検出器で目視なみの自動検査が可能であると

発表された。亜鉛メッキのメッキ層厚制御につき新日鉄から新しい方法の発表があった。US Steel でも同様な発表があったが、ここでは Air kneif の gap control により幅方向の目付量も均一化できるのが特長である。

2.7 分析, 試験, 非破壊検査

2.7.1 分析のオートメーション (6編)

西独と CRM からの発表で占められ、いずれも手動分析の繁雑さ解消、分析時間の短縮を目的として各自で開発したシステムである。卓上計算機ないしミニコンを使い、対象は原料、副材料、耐火物、合金成分、溶鋼が多い。

2.7.2 形状測定, 機械試験 (6編)

CRM はホットコイルの断面形状の定量的表示法を開発した。試験の自動化では引張試験の自動化、研究のための曲げ、振り試験、Metallography のオートメーションの発表があった。

2.7.3 非破壊検査 (6編)

ピレット探傷(マグナ, テレビ法)の自動化4編, 厚板オンライン UST 2編の発表があった。STELCO では 6~30 mm 厚の厚板にオンライン UST を適用し、検査速度 60m/min, 最高許容温度は 250°C である。BSC 方式はプローブを水槽に入れ、下面から噴流水でカップリングを行う。両社に対し質疑が集中し、今後の厚板の品質管理に対する UST の重要性が強調された。

3. CRM 及び VDEh との公式 Meeting

会議終了後、CRM と半日、VDEh と 1 日それぞれ別個にオートメーション部門を主テーマに公式 Meeting を行つた。どちらも日本鉄鋼協会の提案により、双方合意の上で開かれたものである。

CRM では DECKER 所長から ベネルクス 3 国を中心とする共同研究体制、研究の進め方、評価の方法、実機化、予算などの運営に関する説明があり、ついで各部門の責任者から個別研究開発テーマにつき説明があった。会議発表テーマ以外ではスラブ厚さ計、高精度ロールスリップ測定、高精度赤外線ガス分析計などがあり、赤外線分析は特に自信が強く、日本ではガスクロがもつぱら使用されている理由が理解できぬという意見も出た。

VDEh では専務理事の KEGEL 氏以下の周到な準備の下にその活動状況、共同研究の体制、主要テーマの現状について説明があった。イヤホン付同時通訳という物々しさであったが、詳細に準備された資料によりドイツにおけるオートメーションの概要を知ることができた。説明終了後 BFI (Betriebsforschungsinstitut) 並びに Max-Planck 研究所を見学した。BFI のテーマで興味のあるものはレーザによる非接触速度計、超薄型ロードセル、高精度幅計、断面形状計など新しいセンサで、これをもとに各種の圧延制御の開発が行われている。計測制御部門ではエレクトロニクス試験室と 15 名の専任者、そ

れに 2 台のプロセス解析用トレーラをもっている。オートメーション以外では三次元流体モデルによる集塵法の研究に興味があつた。

Max-Planck 研究所では稼動開始したばかりの圧延シミュレータを見学した。これは計算制御で運転される高速油圧プレスで、実際の圧延スケジュール通りに試験片を加工することができる。

今後 CRM, VDEh と鉄鋼協会はそれぞれ個別に情報交換を行うことで合意した。今回は先方の事情聴取を主体としたが、CRM, VDEh とともに日本のオートメーションの進展に対し強い関心を示しているの、これからの交流を効率的に進め、国際的情報を十分に吸収して我々のオートメーションの開発に役立てたいと考える。

4. 所感と反省

今回の国際会議への参加は日本鉄鋼協会と主催者である CRM 及び VDEh との事前の連繋により、議事効率的に進められた。論文の事前審査、ミッションの編成、公式 Meeting などすべてにわたり日本に対して極めて好意的に進められた。その結果日本のオートメーションの成果に関心が高まり、これで我々もこの分野で大手を振って仲間入りできたことになる。日本の水準を正しく維持し、更に発展をつづけるために世界との交流を能率よく行う必要があるが、今回の経験はその意味で重要なものとなろう。次に所感、欧州と日本の違い、反省を記して今後の参考にしたい。

(1) オートメーションの考え方の違い

欧州では日本のように高度成長による新鋭大型工場が少ないこと、人と資金の投入が少ないためにオートメーションの規模が一般に小さい。すべての機能を大型計算機に取り入れるのではなく、部分的、小型システムで積み上げ方式の考え方が多い。何が何でも式でなく、オートメーションの可否を、じつくり検討しながら進む行き方である。

(2) 発表論文について

今回発表の論文中、CRM, VDEh 関係のものは前回発表の内容を踏まえて、その後数年間の成果を発表して居り、内容に連続性があるものが多い。日本からの発表 14 編は総数 50 編中から厳選されたものであるが、前回とは関連なく、比較的暫新なものに限られている。このことは日本のオートメーションが非常に進歩しているにかかわらず“仲間”として理解されないのではなかろうか。多少古くさく感ずることも含めて系統的なまとめを強化する必要が感じられる。また日本ではノウハウの漏洩をおそれて発表のタイミングを失うおそれもあり、

発表のチャンスをうまくつかむ必要があると思われる。

(3) 研究開発について

CRM, VDEh-BFI に見られるごとく、欧州では開発が共同研究機関で行われることが多く、しかも専門の研究者が長期的に従事している。この方法は利害相反すると思われるが、研究成果の評価体系技術の価値観が確立している欧州では創造的研究開発を目ざして定着していると見られる。日本でも転炉ダイナミック制御の完成までに約 15 年を要したことを考え合わせるならば、今後のオートメーション技術開発には新しい研究開発行政が重要であると思う。

(4) 会議の雰囲気、個人的接触

今回の国際会議は発表論文数の急増のため発表、討議はきびしい時間制約があつたものの、内容は豊富で、前回と異なり、実用化報告、操業成績の発表が著しく増加し、新しいセンサや NDI 分野の新技術が進展したことが特徴と考えられる。参加者が必ずしもオートメーション技術の専門家でなく、操業分野、研究所等の広い範囲から集まつており、オートメーションだけに限定した会議というよりは会の正式名称のごとく、鉄鋼製造の技術会議であるという印象を受けた。議長をつとめた人々は製鉄所長、技術長、研究所長、協会役員などの顔ぶれで、ほとんどがオートメーション技術の専門家ではないにもかかわらず司会、討論は極めて適切な運用がなされたことも印象深かつた。

欧州では英語が急激に普及しているものの全員が英語を使うことは少なく国際会議ではやはり同時通訳が必要となる。また会議中は hearing だけが頼りであり、日本人にとってはかなり困難であることを痛感した。討論中に臨機応変の発言ができなければ本当の会議参加にならないのではなかろうか。欧州では周知のごとく、個人的情報交換が大切なベースになつている。これらのことから今後の国際会議参加には新しい準備が必要であること、またこのような会議を日本で開催することが可能か否かなど慎重に検討すべきことを考えさせられた。

おわりに

以上第 3 回国際オートメーション会議の概要を報告したが内容の詳細は省略した。これについては別途鉄鋼協会から出版される報告書を参照されたい。

最後に今回の会議参加に対し各種のご協力を頂いた鉄鋼協会田畑専務理事はじめ計測部会幹事諸氏、参加各社関係者ならびに CRM, VDEh の諸氏に対し厚く感謝申し上げます。