

報 告

Stainless Steel 1977 国際会議に出席して

安 保 秀 雄*

昨年9月ロンドンにおいて、Stainless Steel '77 と題する国際会議が Climax Molybdenum 社の主催で行なわれ、筆者もこれに出席する機会を得たので、その概況を報告します。

会議はロンドンのヒルトンホテルで2日間にわたって行なわれ、参加者は 20 カ国から約 300 人という盛況でした。日本人は 9 人ほど出席しております。国別の内訳では、開催地のイギリスが最も多く約 100 人、次いで西ドイツ、アメリカ、フランスの各 30~40 人、スウェーデンとイタリアが各 17 人というのが主なところです。大学および公立研究所の人は約 30 人と全体の 1 割程度で大半はステンレス鋼のメーカーとユーザーに属する人となつています。

提出された論文は全部で 20 件です。題名と発表者、所属を表-1 に示します。アメリカ (5 件)、スウェーデン (4 件)、日本 (3 件)、西ドイツ (3 件)、フランス (2 件)、イギリス、イタリア、チェコスロバキヤが各 1 件となっています。

表 1 提 出 論 文

SESSION 1-Physical Metallurgy of Stainless Steels

Co-Chairmen: R. CASTRO, Ugine Aciers,
H. N. LANDER, Climax Molybdenum
Company

Paper 1-Stainless Steels: Past, Present and Future
(Symposium Keynote Address)
M. A. STREICHER

E. I. duPont de Nemours & Co. Inc.

Paper 2-The Role of Carbon and Nitrogen on the
Toughness and Intergranular Corrosion of
Ferritic Stainless Steels

H. ABO, T. NAKAZAWA, S. TAKEMURA,
M. ONOYAMA, H. OGAWA, and H. OKADA
Nippon Steel Corporation

Paper 3-The Metallurgy of Aluminum-Containing
Stainless Steels

J. KUTKA
Sandvik AB

Paper 4-The Physical Metallurgy of Fe-Cr-Mo
Ferritic Stainless Steels

R. F. STEIGERWALD, H. J. DUNDAS,
J. D. REDMOND, and R. M. DAVISON
Climax Molybdenum Company

Discussion**SESSION 2-Effects of Processing on the Properties of Stainless Steels**

Co-Chairmen: J. E. TRUMAN,
Brown-Firth Research Laboratories,
R. GENSSLER, AMAX Nickel Inc.

Paper 5-Manufacturing Technology of Pitting
Resistant Stainless Steels

G. AGGEN

Allegheny Ludlum Steel Corporation

Paper 6-Stainless Steel Making at Creusot-Loire
J. L. CHASSAGNE, J. Y. Malefant, and J. SALEIL
Creusot-Loire

Paper 7-Experiences with the CLU Process for
Refining Stainless Steel

B. ARONSSON, O. JOHNSON, S. JONSSON, S. MAIM,
and K. E. ÖBERG
Uddeholms AB

Paper 8-Effects of Mill Processing and Interstitial
Level on Mechanical and Corrosion Properties of
Ferritic Stainless Steels

A. TAMBA, S. FORTUNATI, M. SARRACINO, and
G. BOMBARA

Centro Sperimentale Metallurgico S. P. A.

Paper 9-Processing and Properties of Low-
Interstitial Ferritic Chrome-Molybdenum
Stainless Steels Produced by the VOD
(LD-VAC) Process

R. OPPENHEIM

Thyssen Edelstahlwerke AG

Paper 10-Development of Modified VOD Process
for Making Ultra-Low-Interstitial Ferritic
Stainless Steels

S. IWAOKA, H. KAITO, T. OHTANI, N. OHASHI,
M. TAKEDA, and N. KINOSHITA
Kawasaki Steel Corporation

Discussion**SESSION 3-New Stainless Steel Applications I**

Co-Chairmen: B. ARONSSON, Uddeholms AB,
W. E. LAUPRECHT, Climax Molybdenum
GmbH

Paper 11-Performance Requirements for Stainless
Steels in the Chemical Process Industry

H. SPÄHN
BASF AG

Paper 12-Properties and Applications of Low-
Interstitial 18 and 25% Cr-Mo Ferritic
Stainless Steels

C. ÅSLUND
Gränges Nyby AB

* 新日本製鉄(株)基礎研究所

Paper 13-Applications of 18Cr-2Mo Ferritic and High Chromium Ferritic/Austenitic Stainless Steels in Japan

K. HARADA, T. SUZUKI, and K. ISHII
Nippon Metal Industry Company, Ltd.

Paper 14-A New Free Machining Stainless Steel

J. F. DELORME, B. BAROUX, J. L. CROLET,
L. SERAPHIN, and R. TRICOT
Ugine Aciers

Paper 15-Stainless Steels for Seawater Service

A. P. BOND, H. J. DUNDAS, S. EKEROT, and
M. SEMCHYSHEN

Climax Molybdenum Company

Discussion

SESSION 4-New Stainless Steel Applications II

Co-Chairmen: A. RANDAK, Fried. Krupp GmbH,
S. EKEROT, Climax Molybdenum GmbH

Paper 16-Press Formability of Stainless Steels

K. J. BLOM
Fagersta AB

Paper 17-Properties and Applications of a Recently Developed Ferritic/Austenitic Steel Containing 0.02% C, 22% Cr, 3% Mo and 0.12% N in Comparison with Molybdenum-Alloyed Austenitic Steels

W. WESSLING and H. E. BOCK
Stahlwerke Sudwestfalen AG

Paper 18-Stress Corrosion Cracking of Ferritic Chromium-Molybdenum Stainless

V. CIHAL
G. V. Akimov's State Research Institute for the Protection of Materials

Paper 19-Progress in the Development of High-Chromium Ferritic Stainless Steels Produced by AOD Refining

K. E. PINNOW
Crucible inc.

Paper 20-Corrosion of Type 316L in Nitric Acid

R.A.E. HOOPER and C. V. HONESS
British Steel Corporation

Discussion

論文の題名からもうかがえるように、内容はステンレス鋼の製造技術からその加工、溶接、応用まで広範囲にわたっています。またその報告内容も、個々の技術的問題に関して、どのように考えているかということより、むしろ具体的にどのように解決しているかという面に関心が深いように見受けました。

会議の進行は、午前と午後にかけて、4~6件の講演を続けて行ない、一括して討論をするという形になっていました。しかしこの討論時間以外の休憩時間まで、そこでここで活発な討論が行なわれています。筆者も報告した当日は、数人の熱心な質問者につかまり、休憩時間も席を外せないような状態でした。

次に、この会議で報告されたものの中でとくに印象に残った事項を、いくつか紹介したいと思います。

新しいステンレス鋼溶製法として注目されている CLU プロセスの操業経過が、共同開発会社であるフランス

の Creusot-Loire とスウェーデンの Uddeholm の両社から報告されています。このプロセスは底吹き転炉を使って、水蒸気を吹込むことに特徴があります。水の分解による吸熱反応を利用して温度コントロールを行なうと同時に、酸素ポテンシャルを調整して脱炭を行なうものです。このプロセスは、原料選択の自由度が大きいので、経済性が良好であるという点が利点として強調されました。Uddeholm 社は、1973 年より 70 t CLU 転炉を稼働させ、これまでに約 20 万 t のステンレス鋼を製造しているとのことです。

今回の会議の中心は何といつてもフェライト系ステンレス鋼です。約 6 割がこれに関連する報告でした。

この鋼は炭素と窒素をどこまで低減させ得るかという溶製技術が製品の性能を決める大きなポイントのひとつとなつています。この点では、日本や西ドイツなど VOD を有するメーカーは有利で、18Cr 系で C+N 量を 200ppm 以下にしています。一方、AOD の場合にはこれが 300~400ppm というのが現状のようです。

フェライト系ステンレス鋼は世界各国とも 18Cr-2Mo 系が主体で、いずれも Ti または Nb およびその両者を炭窒化物安定化元素として少量添加しています。製品としては、薄板と溶接パイプが市場に出廻り始めているが、厚板はいまだ研究開発段階のようです。これは後述のように、溶接部の問題が大きな障壁になつているためです。

フェライト系ステンレス鋼の実用化に当つて、当面の大きな課題は、溶接部の延性、靱性などの機械的性質の高位安定化です。この会議でも、当然のことながら、これら溶接部の機械的性質に関する報告が多くなつています。炭素、窒素、安定化元素等化学組成の影響については、従来よりかなり意見の一致がみられるようになって来ていますが、いまだ合金設計が完全に一致するような統一はみられません。これは供試材の C, N レベルが異なることその他、個々の実験において変動因子が十分把握されていないことによると思われます。もつとも前者については、VOD または AOD という各社の保有する設備によつて大きく制約されますから、製品において完全に一致することは今後とも難しいと思います。

後者については、例えば、溶接部の延性、靱性に対して、溶接施工時のシールドの影響が大きいことがいくつ指摘されています。通常のシールドのやり方では、延性、靱性のバラツキが大きいことが明らかにされており、バックシールドも必要なが具体的なデータで示されています。また溶接部の延性に対して時効現象（溶接後数日にわたつて延性が回復してくる）のあることも明らかとなつてきています。

さらに、溶接熱影響部 (HAZ) の脆化の原因がいまだ明らかではないということも問題解決を遅らせている要因であると思います。粗粒化現象、炭窒化物、 χ 相、

σ 相の析出現象, 475° 脆性等がその原因としてあげられています. しかし, どの現象が HAZ 脆化に大きく寄与しているのか, また合金組成がこれら各脆化現象にどのように影響しているのか, 現在のところ全く不明といわざるを得ません.

しかし, 18Cr-2Mo 鋼は, オーステナイト系ステンレス鋼が応力腐食割れを生ずるような塩化物環境においても応力腐食割れを生じないという大きな利点を持つており, かつその性能に期待する市場のニーズも強いこと, さらには, この鋼は Ni 資源節減型のステンレス鋼であるということから, 今後これらの知見を踏まえて, 溶接構造用のフェライト系ステンレス鋼の実用化に向つて, 研究開発が大きく進歩することが期待されます.

この会議ではまた, ステンレス鋼の用途とそれに関連する問題がいくつか取上げられています. その中でも西ドイツ BASF 社の H. SPÄHN 氏がユーザーの立場から化学工業におけるステンレス鋼の種々の問題を論じてい

たのが印象的でした. 討論の際に, 質問を最も多く受けたのも彼だつたように思います.

ステンレス鋼の腐食については, 研究が太いに進み, 腐食機構についてはかなり詳細なところまでわかつて来ています. しかし腐食環境を定量的に把握する方法がなく, この環境にはどんな材料を使つたらよいかという具体的な問題となると, 経験に頼るところが多い現状です. 従つて, 耐食材料の選定という問題は, メーカー, ユーザーとも非常に関心のある事項であり, H. SPÄHN 氏の講演はその意味で注目を集めたものと思います.

企業内で開発研究に従事しているものにとつては, この会議は非常によい勉強の機会でした. 筆者の会話力の弱さのために, この機会を十分生かせなかつたことが悔やまれてなりません.

おわりに, この有意義な国際会議を企画し実行された Climex Molybdenum 社の関係者に深く感謝します.