

国際会議報告

NG-18/HLP Joint Technical
Meeting on Line Pipe Research

中山 正時*

1984年9月20, 21日に上記会議が米国オハイオ州 Battelle Columbus Laboratories で開催された。この会議は、American Gas Association (AGA) に所属する Supervisory Committee for Project NG-18 と、鉄鋼協会に所属する HLP 委員会 (高級ラインパイプ共同研究委員会, 川崎製鉄, 神戸製鋼所, 日本鋼管, 新日本製鉄, 住友金属工業で構成) が初めてもつた合同技術会議である。

NG-18 は AGA の研究プロジェクトの一つで、パイプラインの安全性、信頼性、保全性に影響する、ラインパイプの冶金・機械的挙動に焦点をおいている。実際の研究は主として Battelle Columbus Lab. で行われている。資金は Supervisory Committee の上部にある Pipeline Research Committee のメンバーである米国主要ガス・パイプライン会社、石油会社 31 社 (一部カナダなどから加入) が醸出している。この研究活動は、プロジェクトの成り立ちから、ANSI, ASME など、更には連邦・州のパイプライン安全性に関する規定に大きく関わり、またパイプライン技術の進歩に貢献してきた。

一方 HLP 委員会は、これまで釜石において、また英国 BGC と契約して、ラインパイプの full scale burst test を実施しており、更にサワーガスによる full scale corrosion test を行いつつある。これらの研究活動に AGA が注目し、合同技術会議の開催を HLP 委員会に提案してきた。

HLP 委員会としては、積極的にこの提案に応ずることとし、AGA と何回か話し合いを行い慎重に準備を進めた。会議について先方の idea をいれ次のようにきめた。①会議はアメリカで開き、AGA がアレンジする。②参加者は、両方の委員会のメンバー会社の技術エキスパートとする。③前もって候補テーマを相手に示し、10 論文ずつ選択し合計 20 論文とする。最新の研究内容を交換し、論文はあらかじめ配布する以外に配布印刷はしないことなどである。アメリカ側は、HLP 委員会の共同研究テーマ以外に、各社個別の研究についても発表するよう要望があり、検討した結果、パイプ材質に関するものに限って応ずることとした。このようなアメリカ側の要望に応じることは、HLP 委員会の活動範囲をこえることになるので、規約の改正を行つた。余裕のないスケジュールの中で関係者の努力により論文を完成し、先方との約束である会議開始 1 カ月前に AGA に送り

* HLP 委員会幹事長, 新日本製鉄(株)

Table 1. List of papers. H : HLP B : Battelle

Session 1—Fracture Behavior

1. Notch Ductility Requirements for Line Pipe to Arrest Propagating Shear Fracture for Rich Natural Gas Transmission (H)
2. Fracture Considerations for CO₂ Pipelines (B)
3. Fracture Propagation Behavior in Offshore Pipelines Based on Underwater Burst Tests (B)
4. Metallurgical Approach on High Ductility Line Pipe for Crack Arresting (H)
5. Fracture Initiation Behavior of Spiral Welded Pipe Under Internal Pressure and Secondary Longitudinal Loads (B)
6. Deformation and Fracture Properties for Modeling Inelastic Crack Growth in X52 (B)

Session 2—Environmental Cracking

7. Problems in the Current HIC Test Method and Philosophy of Estimating Corrosiveness of the Sour Gas Line Pipe Environment (H)
8. Research Program on Hydrogen Induced Cracking at Sour Gas Pipeline by ISIJ (H)
9. Sulfide-Stress Cracking in Weld Heat-Affected Zones (B)
10. Review of Stress-Corrosion-Cracking Research (B)
11. Effects of SNG on Pipeline Steels (B)
12. Failure Investigation of Cracking in Mechanical Damage in X70 Line Pipe due to a Probable Hydrogen Cracking Mechanism (B)

Session 3—Line Pipe Processing

13. Thermo-mechanical Control Process for Arctic Line Pipe Steel (H)
14. Tensile Properties of a Low-Carbon Bainitic Steel Pipe (B)
15. High Strength Bent Pipe for Arctic Use (住金)
16. Investigation of Field Bending Problems in Line Pipe (B)
17. Toughness of Longitudinal Weld of Heavy Wall SAW Pipe (川鉄)
18. Change in Suitable Carbon Equivalent for Assessing Weldability of Line Pipe Steel with Development of Its Production Process (新日鉄)
19. Fracture Behavior in Instrumented Drop Weight Tear Test (鋼管)

とどけることができた。

会議は Battelle Columbus の瀟洒な講堂で行われた。三つ Session があり、各 Session 連続して行われた。各 Session に対しアメリカ側及び日本側から一人ずつ Chairman をたてた。提出論文一覧表を Table 1 に示す。各 Session においては関連内容の論文をまとめて発表しそのあとに討論の時間を設けた。コーヒープレークあるいは第 1 日夕方の Reception など、自由に情報を交換する場が設定された。出席者はアメリカ側は PRC Chairman SIMMONS 氏、NG-18 Chairman VON-ROSENBERG 氏、Battelle EIBER 氏を始めとして、AGA, NG-18, Battelle から合計 42 人、日本側は河野 HLP 委員長以下 25 人 (米国駐在員含む) と盛会であつた。

Session 1 Fracture Behavior (Chairman : ROTHWELL 氏, 住金奈良氏) は HLP 委員会の釜石及び BGC におけるバーストテスト結果と理論的考察の報告から始まつた。神鋼松岡氏, 住金川口氏が発表。またこのテスト結果を材料面から考察した報告を HLP から平氏 (鋼管) が行つた (論文 4)。これらの発表に対し toughness criteria としての C_V, PC (precracked) DWTT について意見がかわされた。HLP の考えとして PC DWTT energy による推定が実験結果に一番近かつたが、C_V, PN

(pressed notch) DWTT 値によつても推定できること、PC DWTT を標準とすることに対し HLP の中に異論があることなど表明。Battelle は C_V と PC-DWTT energy に相関が認められないとコメント。また日本側に対し、commercial に available な max. C_V 値についてなどの質問があつた。この Session において AGA 側からは Battelle が 4 論文を発表。論文 2 は CO_2 pipeline の延性破壊について理論的考察を行つたものである。論文 3 は 40 フィート深さの水中でパイプをガス加圧しバーストさせたもので、水圧のために crack は速やかに止まり地下埋設の場合より安全であると報告。論文 5 は spiral pipe 特性についての研究で、今後継続して行うとのこと。論文 6 は nonlinear fracture mechanics による割れ成長モデルを展開し、cyclic load の影響などについて論じている。

Session 2 Environmental Cracking (Chairman: EIBER 氏, 川鉄近藤氏) は HLP から 2 論文報告。論文 7 はサワーガスによる水素誘起割れ (HIC) の日本における研究と、現行の HIC 評価テストの問題点を新日鉄飯野氏が説明。論文 8 は HIC full scale test 計画について川鉄中井氏が発表。AGA 側から Ni の効果について質問あり、日本側はデータを提示し説明。AGA からは Battelle が 4 論文報告。論文 9 はサワーガスラインで seam weld に起因する事故が発生し、始まつた研究である。日本側から類似研究データの提示があり、耐 HIC 鋼は SSC 試験片で割れても実管テストでは問題なかつたとの説明あり。論文 10 は過去 19 年間に行われた土壌による SCC の研究の review である。環境要因について解明されている。日本側より SCC 感受性の少ないことを示した鋼材の data が提出された。論文 11 は合成ガス中の水素による鋼材劣化は CO があると起こらないという報告。

Session 3 Line Pipe Processing (Chairman: SMITH 氏, 新日鉄中山氏)。この Session の日本側論文は各社個別研究によるものであり内容の重複をさけて選択した。論文 13 は AGA より要望されたテーマで、HLP 委員会においてメンバー会社の研究を集約し塚田氏(鋼管)が発表した。TMCP 適用実績などについて質問があつ

た。論文 19 発表後 DWTT について討論があり、VONROSENBERG 氏は API は PC-DWTT を採用することはまだきめていない、今後更に研究が必要と見解をのべた。AGA 側は 2 件 Battelle より発表。論文 14 は X70 パイプの調査で、YS/TS ratio (Yield ratio) が著しく高い値を示すことなど報告。しかしバーストテストの結果、割れ停止性能が勝れていると報告あり。ここで Yield ratio 規制の必要性について率直な意見交換が行われ、最後に VONROSENBERG 氏は、Yield ratio についてユーザ側は定見がなく今後研究が必要であると締めくくつた。これは本会議の一つの収穫であろう。論文 16 は ERW パイプの cold bending で発生するしわについての研究である。

本会議において、我々は、AGA や Battelle の人達の関心や考え方を知り、またお互いに顔見知りになるなどたいへん有益であつた。一方米国主要ガス会社の上層技術者が、日本メーカーのレベルの高さを実感したことは大きな成果であろう。従来彼らは我々技術者と接触する機会が少なかつた。AGA の人達は日本側論文の充実していることを賞讃し、そして、将来の合同技術会議への期待を表明した。また、研究課題として Yield ratio と DWTT 改善が改めてうきぼりにされた。第 1 日目の会議のあと釜石バーストテスト映画 (英語ナレーション付き) を上映したが、極めて好評だつたので film を進呈した。また 1986 年春開催予定の AGA Pipeline Research Symposium に HLP の論文が招待されることになつた。

会議は自由な雰囲気の中で行われ、率直な意見交換があり、日本側全出席者が一度は討論に参加するなど、一般の国際会議にみられない密度の濃い交流のあつたことは特筆に値するといえよう。アメリカ側はすべてにわたつて周到な配慮と準備を行い、日本側は心のこもつた hospitality に深く印象づけられ、リラックスした雰囲気でも過ごすことができた。出席者は会議場あるいはホテルの Bar での歓談など自由な交流を楽しんだ。AGA の SCHOLHAMMER 氏, HOLDEN 氏, Von ROSENBERG 氏, EIBER 氏ほか関係者の方々に改めて感謝の意を表したい。