

## 報 告

## IUTAM Symposium on Metal Forming Plasticity 報告

工 藤 英 明\*

国際理論及び応用力学連合 (International Union for Theoretical and Applied Mechanics, 略称 IUTAM) は第2次大戦前からの伝統をもち、現在は各国政府ベースでの加盟によつて構成されている大きな国際団体である。これは4年に1回の国際会議のほか、年1~2回特定テーマのシンポジウムを各国で開催している。こうして昭和52年夏にはわが国で高速変形シンポジウムが開かれたが、53年8月28日から9月3日にかけて西ドイツミュンヘン南の Tutzing で開かれたのが表記の塑性加工力学シンポジウムである。

本会議の学術委員会及び現地組織委員会議長を兼ねたのはミュンヘン大学 H. LIPPMANN 教授であり、Tutzing にある同教授のお宅は家族ぐるみで会議事務局と化していた。私は LIPPMANN 教授と20年前のドイツ留学を通じて知合っていたため、イギリスケンブリッジ大学の W. JOHNSON 教授、ソ連ウクライナ科学アカデミーの G. S. PISARENKO 教授及びポーランド科学アカデミーの W. SZCZEPINSKI 教授とともに学術委員になるよう招かれて、この会議に参加することとなった。

ちなみに学術委員として行つたことは、まずこの会議に講演を招待する人々の名前を挙げることに、これらの人々の中で招待を受諾した方々の提出した論文アブストラクトの査読をすること、会議の現場でセッションの座長をすることなどであった。このように IUTAM のシンポジウムは招待制であり、提出論文数も出席者(討論者)数も制限されていたので、私どもは申込みのあつた35件の論文の中から25件を選び出さなければならなかつた。先に名前を挙げた方々の数は80で丁度制限数内であつたので、すべてに討論者として会議出席の招待状が送られた。結局出席されたのは約70名である。

この中に日本からの方がかなり多くおられる。大阪府立大学斉藤浩一教授、東京大学山田嘉昭教授、京都大学井上達雄教授、島進助教授、大阪大学斉藤好弘助教授、数値解析研究所桜井達美博士、ミュンヘン大学留学中の池上皓三助教授(東工大)、田中喜久昭助手(大阪府大)それに私を合わせて9人であつた。

会議は Starnberg 湖西岸の美しく落ち着いた Evangelische Akademie の館(写真1)で開かれた。これはキリスト教系の質素な研修所であり、参加者全員がここに

寝泊りした。サービスはホテル学校生徒の実習として行なわれたが、まことに家族的なよい雰囲気の一週間であつた。その上、IUTAM からの補助とドイツ工業界からの寄付金とのお蔭で、参加者全員の滞在費がまかなわれ若い出席者には旅費の一部も支払われた。これはシンポジウムを若い人中心の会議にして国や人種の差別はないようにするという IUTAM の方針に沿うものであつた。日本での国際会議もこのようにできたら、というのが多くの日本人参加者の声である。

提出された論文を種類別に分類して以下に示そう。

1. 材料の構成方程式(異方性、ひずみ速度、温度因子を含む)を主とし、その簡単な応用を示したもの。
  - (i) A. BALTOV, N. BONTCHEVA (ルーマニア): On the Theoretical and Experimental Description of the Mechanical Behaviour of Metals during Metal Forming Processes.
  - (ii) O. T. BRUHNS, T. LEHMANN (西ドイツ): Optimum Deformation Rate in Large Inelastic Deformations
2. 上界接近法(剛完全塑性体)の応用に関するもの
  - (i) B. AVITZUR (アメリカ): Metal Forming—The Application of Limit Analysis
  - (ii) D. -Y. YANG, M. -U. KIM, G. -H. LEE (韓国): A New Approach for Generalized Three-Dimensional Extrusion of Sections from Round Billets by Confor-

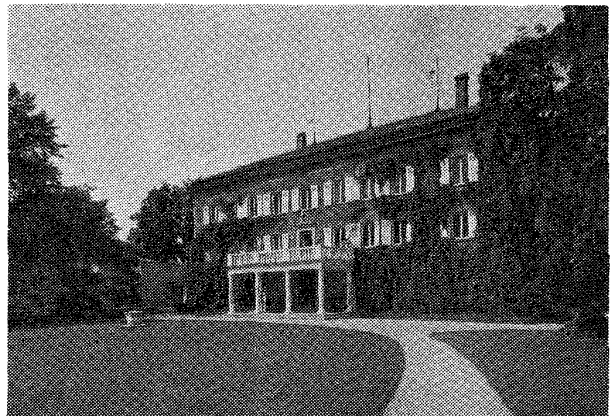


写真 1. Evangelische Akademie 本館  
左側に会議ホールが見える

\* 横浜国立大学教授

## mal Transformation

## 3. 有限要素法 (弾塑性体, 剛塑性体, 剛粘塑性体) 手法とその応用について

(i) W. KLIE (西ドイツ) : Plastic Deformation with Free Boundaries—A F. E. Approach

(ii) E. H. LEE, R. L. MALLETT, R. M. McMEEKING (アメリカ) : Stress and Deformation Analysis of Metal Forming Processes

(iii) N. N. MALININ (ソ連, ただし欠席のため論文読まれず) : Mechanics of Creep in Metal Processing

(iv) S. I. OH, N. M. REBELO, S. KOBAYASHI (アメリカ) : F. E. Formulation for the Analysis of Plastic Deformation of Rate-Sensitive Materials in Metal Forming

(v) S. SHIMA, K. OSAKADA, K. MORI (日本) : Analysis of Metal Forming by the Rigid-Plastic F. E. M. Based on Plasticity Theory for Porous Metals

(vi) Y. YAMADA, A. S. WIFE, T. HIRAKAWA (日本) : Deformation and Defects Analysis in Metal Forming Processes

## 4. すべり線場理論への硬化, ひずみ速度, 温度などの導入

(i) I. F. COLLINS (イギリス) : The Application of Singular Perturbation Techniques to the Analysis of Forming Processes for Strain-Hardening Materials

(ii) P. L. B. OXLEY (オーストラリア) : Allowing for a Variable Flow Stress in the Analysis of Metal Working Processes

## 5. 板成形, 曲げの解析及び実験に関するもの

(i) J. L. BASSANI, J. W. HUTCHINSON, K. W. NEALE (アメリカ) : On the Prediction of Necking in Anisotropic Sheets

(ii) T. BEDNARSKI (ポーランド) : Application of the Stereophotogrammetric Methods to the Analysis of the Kinematics and Dynamics of Shells

(iii) B. KAFTANOGLU (トルコ) : On the Complete Numerical Solution of the Axisymmetrical Deep-Drawing Problem

(iv) P. Le NEVEZ (フランス) : Finite Strains in Local Coordinates and Application to a Deep Drawing Problem

(v) K. SAITO, Y. SHIMAHASHI (日本) : Residual Stresses in Deep-Drawn Cups and Sunk Tubes

## 6. 複合材の加工について

(i) J. F. BRATT (ノールウェー) : Drawing of Fibre Reinforced Tubes

(ii) O. PAWELSKI, W. RASP (西ドイツ) : Stresses and Strains in Deformation of Clad Metals

## 7. その他



写真 2. 会議ホールの中で, 中央に LIPPMANN, LEE 教授の顔がみえる。

(i) T. Z. BLAZYNski (イギリス) : Inhomogeneity of Deformation and Tool Design

(ii) N. CRISTESCU, S. CLEJA (ルーマニア) : New Trends in Tube and Bar Processing

(iii) L. DIETRICH, H. PETRYK (ポーランド) : Theoretical Solutions of Some Plastic Working Processes in the Light of Experimental Evidences

(iv) O. RICHMOND, M. L. DEVENPECK, H. L. MORRISON : Ideal Metal Forming

(v) R. A. C. SLATER (イギリス) : Spin-Forging of Sheet Metal Cones Having Various Cone Angle from 70/30 Brass and Commercially Pure Aluminium

(vi) J. A. SCHEY (カナダ) : Modelling of the Tool /Workpiece Interface

以上 25 件である。これを 5 日間に分けて写真 2 に示すような小じんまりした椅子が円形に配置された会議室でゆつくり一つ一つ討論した。とは言うものの上に見られるように提出論文は多彩であり, 全体をまとめて集約することはとてもできなかつた。会議の席上ではアブストラクトしか配られず, 全論文は Proceedings として 1 年後に (Springer 社から) 発行されることになっていたことも会議が尻切れとんぼになった原因の一つと思われる。このほかの筆者の印象は, 材料の構成方程式がますます厳密になるほど, 加工問題への応用が難しく, 一方, 現実的加工問題の解析はかなり粗い仮定の下でのみ可能となり, 基礎と応用の間にはまだ相当大きなギャップがあるということであつた。これは会議でもつとも多くの部分を占めた有限要素法解析についてさえ言えた。

この会議を開く半年位前に, 筆者は LIPPMANN 教授の賛同を得て「塑性加工大変形問題に対する種々の数値解析法の共同検証」というプロジェクトを提案し, 主として会議出席予定者にこれへの参加勧誘の手紙を送つた。これはあらかじめ定められた簡単な構成方程式をもつ材料の一定寸法の円柱試験片を摩擦が高い平行な型の間で高さを 60% までつぶすときの不均一変形, 荷重, 応力などを各人それぞれの数値解析法によつて求め, 結

果を会議にもちよつて比較検討しようといういわゆるベンチマークテストである。会議には 14 の結果が集められたが、これらはばらつきがかなり大きく、会議の円卓討論セッションではこの結果がテーマとされた。

現在、いろいろな数値解析法がつぎつぎに提案されているが、いずれの方法が信頼できるかわからない状態なので筆者のこのプロジェクトは「非常に価値あるものだ」と歓迎された。しかし円卓討論においてはこの結果を見

て、有限要素法など塑性加工には役に立たないという批判も出た。けれども大方は、このプロジェクトをさらに続けて検討を進めれば必ずもつと信頼できる結果に達するであろうと感じたようである。実際、本プロジェクトはアメリカの LEE 教授の手に引継がれて継続されることが申合されたのである。筆者もさきに触れた基礎と応用のギャップを埋めるものは実験を組合わせた数値解析法以外ないと考えている。