

金型プレス加工における制御技術の検討と

コンピュータ加工シミュレーション

広島電機大学*) 工学部機械工学科

教授 宗像 経博

(平成6年度外国人技術者養成援助助成：AF-94049)

キーワード：プレス加工、金型、G2シミュレーション、アンダーボディ、
フロントフレーム、クロスメンバー

1. 緒言

平成6年4月より、平成8年3月までの2年間の予定で、日本国私立大学協会の中
華人民共和国辺境地（内蒙古、新疆ウイグル）教育・研究振興協力事業として、新疆
大学数学学部講師カハル サムサク氏（29才）が我方大学我方研究室に自動制御・
最適制御を学びたいと言うことでやって来ていた。本人、母校の新疆大学で数学全般、
特に関数論、関数解析を学び、BASIC言語を中心としたコンピュータ数値処理の勉強
は良くやっていた。

一方、我方研究室としては、制御理論・システム理論の機械システムへの応用（メ
カトロ応用）、人間工学・知的情報処理（FANG・CF）の研究・応用、経営分析管
理を含めた総合的生産管理研究を手掛けており、計測自動制御学会中国支部グループ
研究会や、広島県産業技術振興機構や、（株）広島テクノプラザ等の財団他経由で、
地元広島の中小的企業を中心とした企業と

技術交流、技術指導等の関係を持つ事ができ、講義、講演の機会を少なからず持っていた。

ところで、我方所は、とは言っても機械工学科なので、機械的加工法、組み立て法の代表的なものとしてのプレス加工法⁽¹⁾、（五連続のプレス加工工程）、ロボットスポット溶接加工法の実学研修を通して、生産工程の管理、加工精度の管理が、中華人民共和国よりはるかに進んでいる日本の（広島の）某社（Y株式会社グループ）を、報告者をはじめ、本人、我方研究室森塚 厚 研究員、我方卒研室学生西山 忠幸君とが、二度に渡って訪問し、まず実際に現場を見学して、Y社の常務及び技術担当たちとの discussions で絞られた二つのテーマ（プレス工程への分析、検討およびロボット加工工程の検討）について、今後のコンピュータ・シミュレーション解析への可能性を保留しつつ、見学、研修した所を報告する。

*) 2001年現在：広島国際学院大学に大学名改名

2. 研修内容の報告

2.1 研修訪問について

平成7年2月8日(水)、3月1日(水)の二日、地元広島で、親会社M社の有力協力の下請会社とされる、Y株式会社及び同所にあるYツーリング株式会社を訪ね、同社常務及び技術担当者他と会い、2月8日は、まずカハル サムサク氏、森塚研究員、西山 忠幸君とで、プレス加工工程他見学した。そして、その後上記人たちと discussions の時間を持った。3月1日は、同じ人たちと discussions の時間のみを持った。

2.2 研修目的について

地元広島の中企業(Y株式会社及びYツーリング株式会社)で、車の台座の金型プレス多段階加工を主業務としており、そこより言われていたプレス加工の多段階制御検討およびコンピュータ・シミュレーション加工検討を考慮したい。即ち、

- ・地元広島のY社から出ていた金型プレス加工について制御技術的検討。
 - ・金型プレス加工についてのコンピュータ・シミュレーション加工検討の実施。
- 具体的には、報告者、カハル サムサク氏、森塚研究員、西山 忠幸君と先方の企業の技術者とで、
- ・実際のプレス加工に入る前の段階、段取りをよく分析、検討する。
 - ・G2による、金型プレス加工のコンピュータ(パソコンレベルだが)・シミュレーションを検討する。
 - ・シミュレーション検討結果から、実加工での問題点改善を考え、十分なシミュレーション検討を行った上で、実加工チェックを行う；

を考えたい。こうした見学、調査、分析、検討を通じて、中華人民共和国からの技術留学者に、このような加工を主業務とする企業での、塑性加工実態を本人もその一環に関与しつつ、経験、勉強して貰う計画である。

2.3 訪問・discussions 内容について

2.3.1 平成7年2月8日(水) 午後のY株式会社、Yツーリング株式会社 訪問・質疑内容

◎同社 E 常務の全体的説明および個別質疑・回答：

- ・プレス加工対象；フレームボディとしてのアンダーボディ、
プレスアセンブラ 4台 600t
トランスファープレス 3台 1200t
トランスファープレス 1台 500t
金型ダイカスト、Yツーリングが担当。
- ・ロボット関係対象；車種Fのラインに必要。5分以内で処理を。
なお、要求台数が減っている。
- ・親会社：M株式会社
防府工場での、素材要求として、精度の高いものを部品としている。
Y技研(防府市)；プレス、トランスファープレスの車体プレスとして。
M工業(防府市)；小物部品供給会社として。
親会社 M社との一体感はある。
- ・当社(Y株式会社、Yツーリング株式会社)の敷地及び面積
地元の町から、工場敷地内に掛かる道路バイパス案が示されたので、同社は別の地に工場用地を確保しており、新旧両工場用地として、10,000坪所有している。工場としては、将来移転を考えて

いるので、現敷地には新たな投資は控え、重量的にあまり重くない設備は4階建ての工場の3,4階に設置しているものもある。

・福利厚生

スポーツ関係を中心に、野球、柔道、サッカーなどに力を入れている。

質疑項目内容

☆プレススピードについて

1分間10個～18個。加工不良率は低い。特に、加工安定期に入っている場合は、下請けを含めて低い。部材が焼き付かないように注意はしている。

・検査について

品質保証部が担当。工場の状況チェック、各ラインごとに品質管理を行う。不良品が出る前に管理を。

・プレス後の部品について

部品の残り部分、切ったものはスクラップ。

・従業員としての資格および人数について

ポークリフト	340名
クレーン	150名
プレス	70名
紛塵	7名
ロボット	130名
溶接	80名。

・新車が出る時のプレス加工の対処について

新車が出た時；金型アセンブリー、詰めをやり、金型製作を行う。

滑り（焼き、メッキ、すべり）の違いに注意。

量産体制の時；プレス加工の調子・流れを狂わさないように注意。金型の予備準備はしておく。

・金型期間について

3～4ヶ月。熟成期はあろう。計画より、4年間は取っておく。出来れば3年間にしたいが。

・金型製作について

習いで削って作る。制度はよい。鋳物作れないかと考えている。

・ロボットの加工への導入について

ファナックを加工連携として導入している。

・ロボットの加工スクリーンについて

ライン上で互いに打つつかないように連携させている。

人間より、スピードが遅く、tactの早いものには向かない。ロボット導入の制約があり、0.5分程度か。

・納品時期の指定について

親会社への納入はJITが原則である。ロットで持っていく場合；一週間前に。パレットに入れる（逆順序の製作）の都合により。

順序搬入の場合；4日前に発せられる逆カンバン指示により3日前に。2ドア、3ドア、ハッチアンダーボディの場合。

・ロボットの導入、TPMの導入、ISO資格の取得について

生産管理システム（金型、部品）；在庫を少なくする（適正在庫）。

現場のユニホーム（作業着）；白色としている。ホンダ（株）を参考、奇麗にするとの発想。

CI発想。整理整頓、脱製造業化。

ISO 9002の取得；親会社の指導で、検査の充実として目指している。

・不良品の発生確率について

低い。不良品対応としては、加工工程を

出来るだけ止めない対応。作業者の手で直す。スクラップは捨てる。残材の処理は、税制を考えた対応を考えている。

・ボディについて

upper body 4～8年

under body 5～10年。

◎同社の見学

金型プレス多段（五段）加工工程

ロボット溶接、取付工程

金型保管庫他。

2.3.2 平成7年3月1日（水）午後の訪問・質疑内容

◎第1プレス課の工程、機械の配置図、工程図、工程表他およびそれらの検討

これら五段 600tの金型プレス加工についての、加工環境、加工効率、不良率、品質の確保、切捨て部材の処理等について説明を聞き、

・工程の問題点、特に必要部材の慢性的な在庫、在庫数量の的確な把握、サビ管理など

・途中チェック要因省き、コンベアなので送った時などの不良率、最適性はどうか

・機械、設備の配置は、この敷地内でもっと最適、効率的に出来ないのか

について、discussionした。（図1）

◎ロボット溶接、組立工程としての機械、設備の配置等

・ロボットの工程を、現在の二つ（左側上下で○で囲んである部分）から三つにした場合、作業員の負担の関係、また一つにした場合、最適な作業員数と生産量はどうか、について、discussionをした。

（図2）

2.3.3 G2について

G2は、米国 Gensym 社で開発されたソ

フトウェアツールで、アプリケーションを効率よく構築するためのツールである。G2は、オブジェクト指向技術・エキスパートシステム技術・リアルタイム処理機能・セキュリティ管理機能などの先進技術をバランスよく統合した開発環境を提供し、ユーザはG2の強力なGUI（G2 Utility Interface）を備えた開発環境で、複雑・高度なアプリケーションのエンドユーザコンピューティングを実現できる。

G2の特徴としては、ビジュアル・プログラミング、階層表現、表示機能性、アプリケーションの互換性、構文ガイド付きエディタ、ネットワーク対応、ユーザ・インタフェース、推論制御機構、知識管理機構、G2シミュレータ、G2ライブラリー等が言われ、応用として、プロセスシミュレーション、工程シミュレーション、交通シミュレーション、出荷計画、販売計画、生産日計画、BPR、設計支援、運転支援、工程管理、品質管理、物流制御、プロセス制御、ロボット制御、異常診断、オペレータ訓練、ネットワーク監視等がG2適応例として言われている。

G2アプリケーション・パッケージは、G2での開発を「より早く」、「より簡潔に」行うための開発環境で、プルダウンメニュー、コピー&ドロップといったマウス操作、一連の処理手続きを表現するオブジェクト指向のビジュアルプログラミングにより、一貫した環境でのアプリケーション開発・運用・保守が行える。また、NOLは、ニューラルネットワークを用いたアプリケーションのための開発環境で、学習に必要なデータ収集からニューラルネットワークモデルの自動学習、そして実際のオンライン

リアルタイムアプリケーションへの適応といった一連の展開を、同一の環境でビジュアルプログラミングにより可能となる。さらに、モデルの学習は、オンラインアプリケーションを適用しながらの同時学習が可能となる。

3. 結 語

私立大学協会から我方学院理事長への強い依頼として、そして学院理事長が受けることによって成り立ち、我方研究室で受けた、中華人民共和国からの留学生カハルサムサク氏、数学基礎は勉強しており、またコンピュータも相当に使えるので、G2による今回のプレス加工工程シミュレーションおよび加工状況のコンピュータ再現を目指した次第だが、実際の見学とその後の discussions により、本人、プレス加工における金属板の塑性域での曲げ加工制御の実際（加圧力、温度、金型、連続加圧等）がよく分かったようであった。なお、我方大学、我方所へのG2導入について、二年遅れと登録、ソフト使用についてトラブルが生じ、希望通りの活用は、残念ながら、出来なくなってしまった。

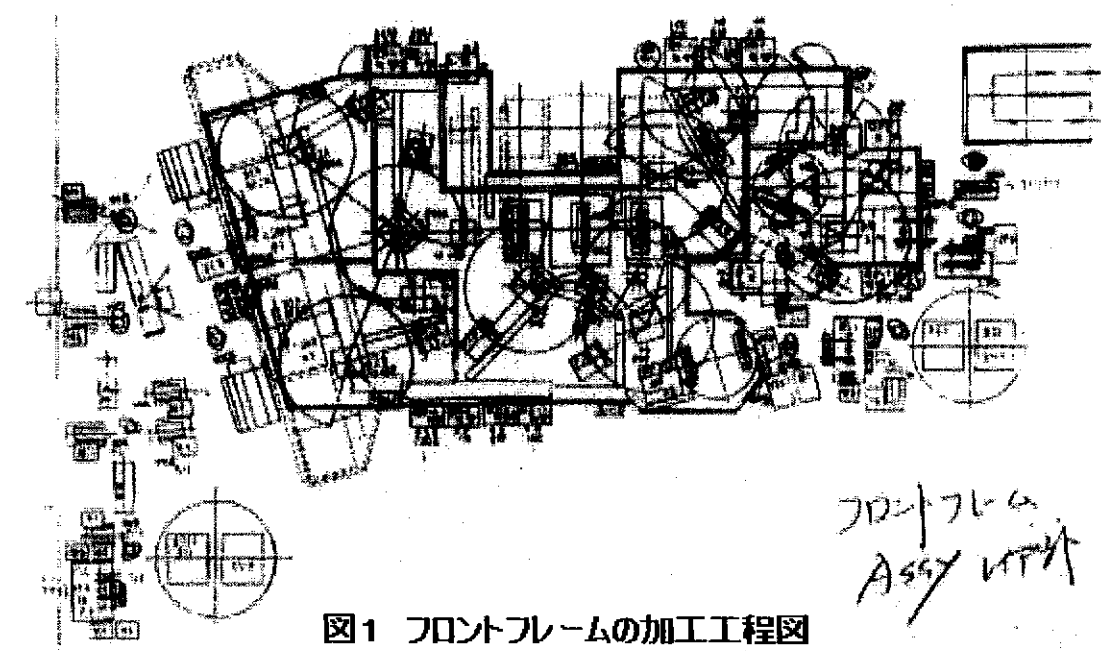
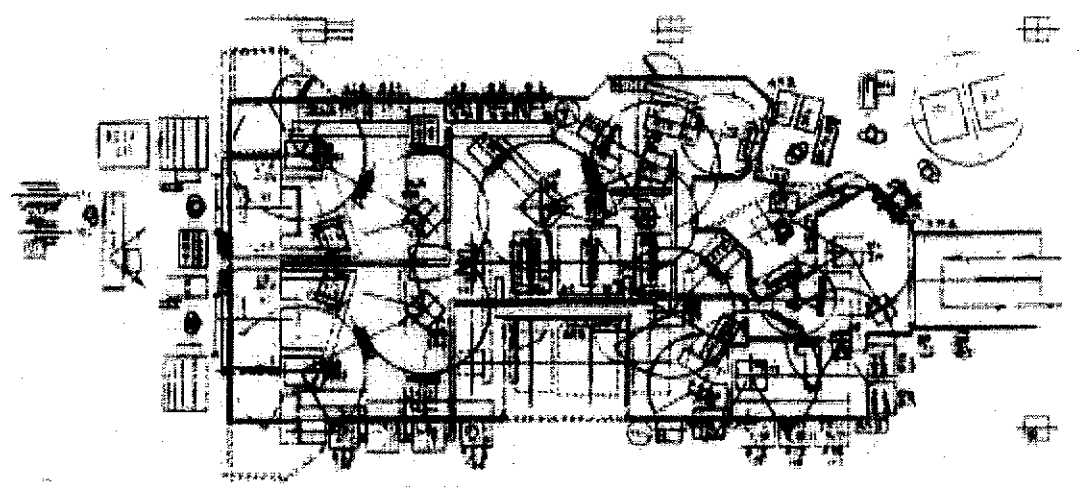
カハルサムサク氏は、平成9年度には我方大学大学院修士課程を修了し⁽³⁾、⁽⁴⁾、その後、報告者の紹介により、岡山大学自然科学博士課程（後期）に進学し、機器による空圧制御を主とした機構類のアクティブ制御⁽⁵⁾を手掛け、学位授与も目前まできており、天田財団の外国人技術者助成による“プレス加工制御経験”がしっかり活かされたものと信ずる。

G2に変わるコンピュータ・シミュレータとして、SIMUL8の紹介を最近某所より受け、我方所でも使っている⁽⁶⁾、

⁽⁷⁾が、過年やり残したところをSIMUL8でやってみるのも興味深いかと存じている。今後の課題である。

参 考 文 献

- (1) 大西 清編著, 機械工学一般, 理工学社, 1991年
- (2) Intelligent Real-Time Systems G2 説明書, 伊藤忠テクノサイエンス株式会社, 1993年
- (3) カハル サムサク著, 離散型線形整数値制御系の最短時間制御問題の整数値性を考慮した数値解法, 広島電機大学大学院 修士課程論文, 平成9年度
- (4) Tsunehiro MUNAKATA & Kahar SAMSAK, A Method of Minimal-Time Control to a Quantized Linear Discrete System with Rational Coefficients, JSME(日本機械学会)International Journal Series C, Vol.42, No.2, pp. 323-327, 1999
- (5) 則次 俊郎、カハル サムサク、高取 弘之共著, エネルギー回生形空気式アクティブサスペンションの開発, 日本機械学会論文集(C編), 66巻, 648号, pp. 2583-2588, 2000年
- (6) 宗像 経博、井上 聡共著, 離散系シミュレータ(SIMUL8)を用いたシステム最適化試み, 日本機械学会中国支部・九州支部合同企画徳島地方講演会、講演番号713, 2000年
- (7) 木村 健、国政 裕司共著, SIMUL8による工場計画、広島国際学院大学、卒業論文, 平成12年度。



フロントフレーム
Assy 仕様

部品表

図1 フロントフレームの加工工程図

上下を溶接

47 3名
31V 7名
計 10名

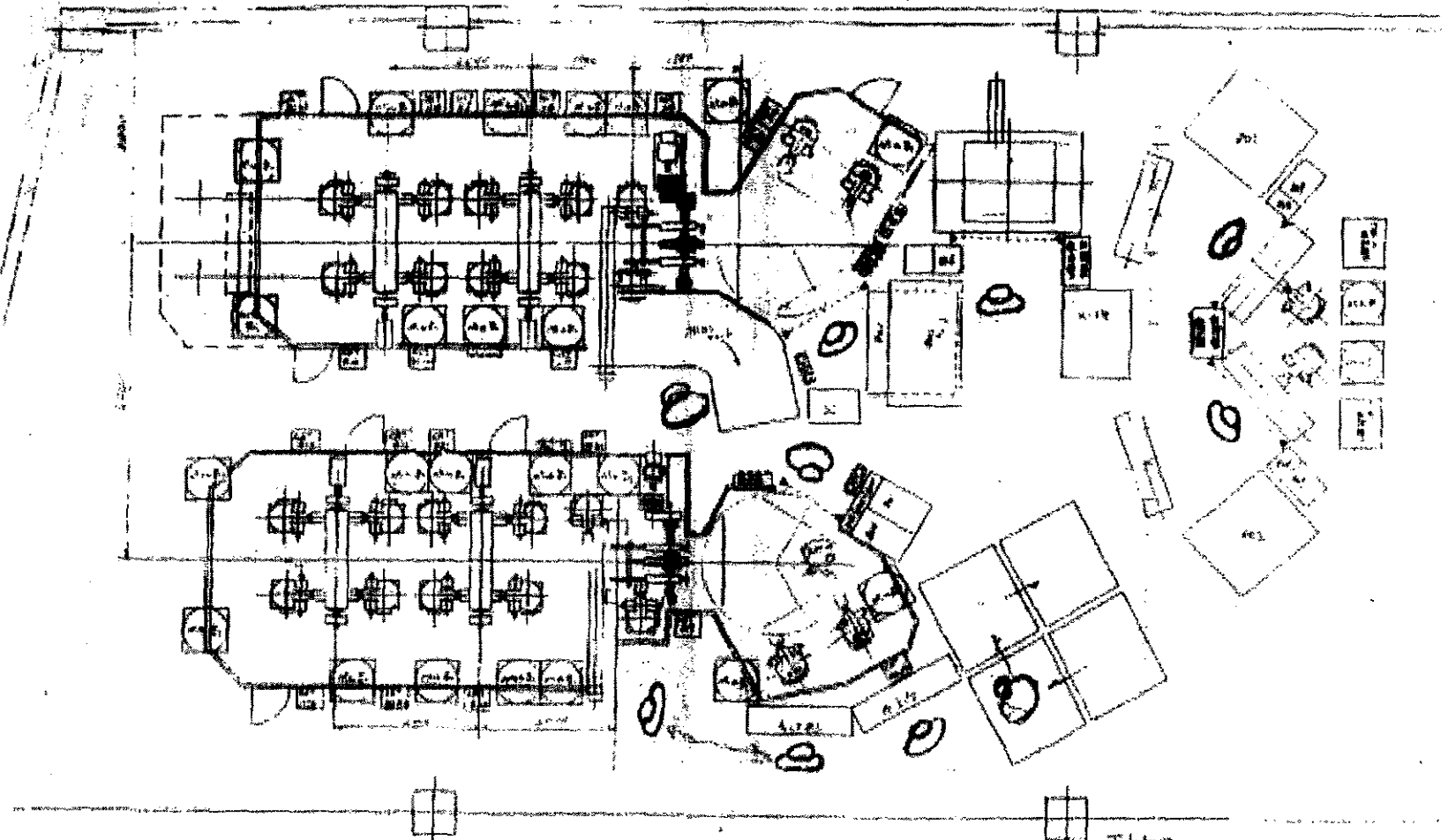


図2 クロスメンバーの(溶接)工程図

Jttz
702メンバー 新工場