

# 韓國科學院 第1號 博士 輩出

## 3次元 押出의 解析

8月 28日 IUTAM學術會議서 發表

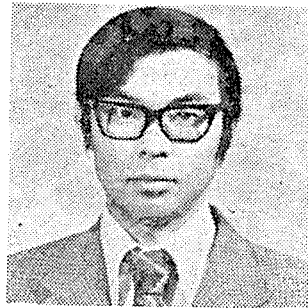
「고생을 많이 하고 획득한 것이라 대단히 기쁩니다. 1회였기 때문에 초창기에 겪어야 하는 어려운 상황속에서 교수님들과 같이 고생을 하고 얻은 結實이라서 더욱 더 보람을 느낍니다.」

지난 8월 28일 韓國科學院 第1回 博士學位授與式에서 학위를 받은 두명의 학위이수자 중의 한 사람인 梁東烈씨. 과학원 設立 이래로 처음으로 과학원박사가 탄생한 것이다.

「3次元 押出의 解析」(Analysis of three Dimensional Extrusion of Sections)이라는 論文으로 박사학위를 획득한 梁박사는 전남광주태생(1951年生)로 光州西中 및 一高를 나와 73년에 서울공대 기계과를 졸업하고 바로 과학원에 國費獎學生으로 기계과 석사과정을 이수하고 75년부터 박사과정을 준비해서 그동안 메이트 한번 제대로 못한 노력의 댓가(?)로 이젠 어엿한 박사 학위 소지자가 된 것.

梁박사는 1회였기 때문에 실험기재를 직접 만들어 가면서 實驗해야 하는 어려움이 있었다고 그간의 고충을 토로한다. 또한 實習次 工場에 나갔을 때 실습공장들의 비협조적인 태도에도 불만을 털어 놓는다.

「長期的인 眼目에서 볼 때 저희들이 하고 있는 研究는 결과적으로는 우리나라 産業發展에 기여하는 것이지만 궁극적으로는 企業을 위한 것입니다. 그런데 企業體에서는 know how 등 자기들과 직접적인 관련이 있을 때는 협조적이지만 그렇지 않고 당장 눈앞에 보이는 效果가 나타나지 않을 때는 상당히 비협조적입니다.」工場에서 좀더 협조적이었더라면 더 좋은 結果가



梁 東 烈 박사

나올 수 있었을 것이라면서 「연구기관에서 효율적인 연구가 되도록 實驗 實習하는데 적극적인 支援이 아쉽다」고 産學協同의 중요성을 거듭 강조한다.

梁박사의 전공은 機械工學 중에서도 塑性力學(plasticity)으로 이번에 論文審査委員會에서 통과된 학위논문도 이와 관계된 「3次元 押出의 解析」.

우리 일상생활에서 흔히 보는 알미늄 샷시 등과 같이 단면이 원형이 아닌 形材는 높은 온도에서 押出하여 강도가 중요하지 않은 여러 분야에 쓰이고 있다. 이러한 形材部品の 押出工程은 다른 工程보다 우수한 生産性을 보이고 있으나 平金型을 통해서 높은 온도로 押出하는 경우는 높은 강도와 좋은 표면을 요구하는 精密製品 등에는 사용하기 곤란한 점들이 있다고 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 運轉처리된 원형소재 등을 단면의 모형이 점차적으로 원만하게 변하게 하여 원하는 모양을 뽑도록 연속적인

금형을 사용해야 하는데 지금까지는 이러한 금형설계는 실험적인 방법으로는 행해졌으나 理論的인 觀點에서는 設計되지 않았으며 이와 관련된 理論解析은 거의 없는 실정이라고 한다.

「문제는 金型을 어떻게 設計하느냐 하는 것인데 이러한 문제점은 理論的인 배경이 없기 때문입니다. 그래서 이론적인 배경을 밝히고 그 위에 효율적인 설계방법을 모색했습니다」 이제까지 발표된 논문과는 달리 이론적인 배경삽입은 처음이라고 한다. 「그러니까 이 論文은 처음으로 이론에 입각한 새로운 설계방법을 제시하고 이에 관련된 몇가지의 기본적인 3次元 押出模型에 대해 이론해석을 행하였기 때문에 보다 가치가 있다고 보는 것 같습니다」라고 자기 논문에 대한 주위의 평을 덧붙인다.

梁박사는 자신의 研究結果를 우리나라에도 충분히 適用시킬 수 있음을 역설한다. 우리나라도 자신의 방법을 적용해서 효율적인 설계방법을 사용한다면 生産性을 높일 수 있다고 한다. 그러나 아직은 우리의 技術水準이 미흡하기 때문에 기술수준이 설계방법에 따라가 주는 것이 문제라고 한다.

「선진국은 컴퓨터의 조작으로 정확하고 정밀한 금형을 제작하는 N.C化가 되어 있는데 우리나라는 현재 N.C化 단계에 있으므로 기술수준만 따라가 준다면 技術向上에 상당한 도움이 되리라 보고 있습니다.」

그는 이러한 면에서 韓國科學院이 理論的인 배경에 대한 많은 기여를 하고 있음을 덧붙인다.

그는 또 技術蓄積에 대해서도 언급, 「정부에서 많은 支援을 아끼지 않고 있으므로 우리나라도 앞으로는 많이 좋아지리라 보고 있습니다. 그러나 技術蓄積은 훌륭한 機械나 裝備, 設備만으로는 힘듭니다. 훌륭한 장비와 동시에 그를 다룰 수 있는 技術이 문제입니다. 즉 人的資源養成 문제가 가장 중요하다고 봅니다.」梁박사는 우리나라에서 技術傳授 즉 후계자 전수가 되지 않고 있

음을 안타까와 한다. 行政體制 등으로 일정한 수준에 오른 研究者가 그 研究를 후계자에게 전수시키지 않은채 높은 職位에 올라버려 그에 대한 代案이 뒤따라야 한다고 강조한다.

梁박사의 論文은 이미 세계적인 國際學術專門誌인 「International Journal of Mechanical Science」誌에 두 편이 실리게 되고 또 한 편은 오는 8월 28일부터 9월 3일까지 서독의 Tutzing에서 개최되는 국제학술회의에서 직접 발표할 예정이라고 한다. 이 학술회의는 IUTAM(International Union of theoretical and applied Mechanics) conference로서 해마다 각기 다른 分科를 主題로 開催되는 아주 전문적인 學術會議이라고 한다. 그런데 금년에는 마침 양박사의 전공과 관련된 Metal Forming Plasticity 分科가 열리는 해라서 梁박사가 직접 회의에 참석키로 한 것이라고 한다. 양박사는 23일 出國해서 회의 참가 전에 서독의 大學 및 研究機關을 視察하고 우리나라와의 協調體制도 모색할 것이라고 한다.

오는 9월 1일부터 科學院 助教授로 일하게 되는 梁박사는 후배들에게 論文을 위한 論文보다는 우리나라가 당면한 現實的인 問題를 해결하는데 主眼點을 두고 研究하는 마음가짐이 필요하다는 조언을 아끼지 않는다. 또한 科學院은 施設이라든지 教授等 공부할 수 있는 環境이 좋아지고 있는만큼 外國에 나가지 않고도 한국에서도 얼마든지 世界的인 훌륭한 論文을 쓸 수 있다는 自負心을 갖고 우리나라 産業發展에 기여하겠다는 마음가짐을 가져달라는 당부도 잊지 않는다.

「제가 전공하는 것이 우리나라 工業發展과 밀접한 관계가 있으므로 產學協同으로 보다 좋은 成果를 얻을 수 있도록 앞으로도 계속 研究에 몰두하겠다」고 말하는 梁박사의 취미는 기계공작과 음악감상. Schönberg의 「정화된 밤」을 가장 즐겨 들으며 한가할 때는 詩 감상을 즐겨하며 스스로 詩를 짓기도 하는 아마추어 詩人이라고.

양박사의 논문요약을 다음 p에 실는다.

요 약(SUMMARY)

3차원 압출의 해석

여러가지 형제(section)가 압출공정에 의해 제작되어 왔으며 다른 공정보다 우수한 생산성을 보이고 있다. 윤활된 소재의 명간 압출로써 평금형(square die)을 통한 재래식 열간 압출보다 제품의 강도와 표면을 향상시킬 수 있다. 실제적인 형제의 압출에 있어서 온전한 금형설계를 위해서, 어떤 효율적인 설계방법과 이와 관련된 이론해석이 필요하다.

제한된 범위의 압출모형을 제외하고는 연속금형을 통한 압출이든 평금형을 통한 압출이든 간에 일반적인 모양의 형제의 3차원 압출에 대한 체계적인 해석이 지금까지 없는 실정이다.

이 연구에서는 다음과 같은 네가지 종류의 기본적인 3차원 형제압출에 대해 연구하였다.

(i) 일반적인 모양의 형제를 압출도중 단면의 기하적 모양이 변하지 않도록 하여 상사형의 형제로 압출하는 경우

(ii) 단면의 축을 압출도중 회전시켜 원형소재에서 나선형의 형제로 압출하는 경우

(iii) 연속적인 금형을 통하여 일반적인 형제를 원형소재에서 뽑는 일반적인 3차원 압출

(iv) 평금형을 통한 형제압출

이러한 형제들의 압출에 대한 동적 가용속도장을 다음과 같은 기본적인 가정하에 유도하여 상계압력을 구하도록 하였다.

1. 탄소성 경계면이 축방향에 수직인 평면이다.
2. 축방향속도 성분은 소성영역내의 어느 횡단면내에서든 균일하게 분포된다.

앞의 연속적인 금형을 통한 (i), (ii), (iii) 세가지 압출에 대해서 상계압력을 이용한 이론을 전개하였으며 원형단면소재로부터의 일반형제 압출을 평금형의 해석에 적용하였다.

위 세가지 압출모형에 대한 이론해석의 전개와 응용과정은 다음과 같다.

(i) 각 횡단면이 서로 상사형인 일반적인 모양에 대해 해석하도록 했다. 횡단면은 단위원으로 등각사상시켜 여기서 생기는 3차원 곡면( $\rho = \text{const}$ 와  $\omega = \text{const}$ )을 3차원 유동면(stream surface)으로 생각하였다. 여기서부터 유선방정식을 유도하여 가용속도장을 찾는데 이용하였다. 곡선 profile을 통한 압출의 상계압력을

강-완전소성 재료에 대해 계산하였다. 일반적인 형제의 계산테로 곡선의주를 가진 복잡한 형제를 비롯하여 직선의주를 가진 정다각형과 직사각형을 선택하였다. 직사각형의 경우 aspect ratio가 다른 여러가지 모양에 대해 계산하여 이의 하중에 미치는 영향을 조사하였다. 곡선 profile로는 널리 쓰이는 두가지 곡선 profile(concave, convex)을 선택하여 계산하였다. 정다각형의 경우에서 변의 수가 증가하면 압출하중이 확대칭경우에 접근되었다. 마찰이 클수록 형제의 복잡성이 하중에 큰 영향을 미쳤고 concave die profile이 convex die profile 보다 하중이 전반적으로 낮음을 알 수 있었다.

(ii) 원형소재를 장단경비가 점점 커지는 타원으로 압출시키면서 횡단면의 축을 압출도중 회전시켜 장단경비가 큰 타원단면의 나선체를 압출하는 경우에 대해 해석을 했다. 중간의 임의의 횡단면은 축의 회전을 고려한 특별한 변환을 이용하여 단위원내부에 mapping시켜 여기서 생기는 3차원곡면( $\rho = \text{const}$ 와  $\omega = \text{const}$ )을 3차원 유동의 유동면(stream surfaces)으로 생각하였다. 여기서부터 유선방정식을 유도하여 가용속도장을 찾는데 이용하였다. 그리하여 강완전소성재료에 대해 상계압출 압력을 구하였다. 단면 감축율, 축의 회전율, 마찰상수, 압출부의 aspect ratio, 금형길이 등의 여러 공정변수에 대해 상계압력을 계산하고 이들의 영향을 비교 토론하였다.

(iii) 곡면금형을 통한 일반형제의 3차원 압출에 있어서 이론적인 고려로부터 압출하중을 최소화하는 실제적인 금형설계방법을 제안하였다. 임의의 중간단면을 정하는데 형제의 외부를 단위원의부에 등각사상시켜 얻은 외주선들( $\rho = \text{const}$ )을 이용하였다. 전체의 단면 변환을 통괄하는 "effective die profile"을 정의하고 외부의 등각사상에서 얻은 외주선들을 이 profile에 적용시키는 "profilization"이라는 새로운 개념을 정의하여 금형면의 해석적 표현을 가능하게 하고 이론전개의 기반이 되도록 하였다. 등각사상 또는 제한된 특별한 mapping방법을 이용하여 비압축성 조건(incompressibility condition)으로부터 가용속도장을 유도하였다. effective die profile로는 1차 미분치가 입출구에서 없어지는 4차식을 사용하였다. 이로써 실제의 가공변화재료(Al 1100-0)에 대한 상계 압출압력을 계산하고 이를 최소화하는 변수치를 구함으로써 최적압력과 최적금형모양을 찾도록 하였다. 형제단면으로는 치차를 포함한 여러가지 모양을 선택하여 계산하고 여러

<16p에 계속>