

제빵 금형의 거동해석

이종선^{1*}

Behavior Analysis of Bakery Die

Jong-Sun Lee^{1*}

요약 본 논문의 목적은 제과제빵용 기구를 생산하는 프레스 금형의 거동을 해석하는데 있다. 금형을 설계하기 위하여 3차원 자동설계 프로그램인 Solidworks를 활용하였으며 거동해석을 위하여 유한요소해석 코드인 ANSYS를 활용하였다. 해석결과로서 응력, 변형률과 최대변형률을 구하였고 이를 활용하여 새로운 금형을 설계하였으며 이러한 방법은 금형설계시 생산성 향상과 설계기간을 단축시킬수 있다.

Abstract This research aims to analyze a die for confectionery and bakery by applying finite element technique. The design of the die was done by Solidworks and the ANSYS code for 3 dimensional finite elements was applied.

A new die was designed by the results of stress, strain, and total deformation. This analytical techniques brings improved productivity and saves time in the design of a die.

Key Words : Behavior analysis, Bakery die, Stress, Strain, Deformation

1. 서론

제과제빵 사업에 널리 쓰이는 기구를 제작하는 프레스 가공은 금속판을 소정의 형태로 성형하는 작업을 말한다. 즉, 금속판을 소재로 하여 프레스에 장착된 금형을 스텝핑하여 원하는 모양의 제품을 만든다.

이러한 프레스 가공은 현재 제과제빵 사업에서 없어서는 안 되는 주요 가공 방법이다. 현재 유럽의 제과제빵 기술이 국내에 도입된 이래 각종 제과제빵 기계가 개발되었으나 엄격한 의미에서 유럽이나 일본에 비해 제과제빵 기계 산업이 낙후되어 있어 선진국의 제빵제과 기계가 국내로 수입되고 있다. 또한 제과제빵과 같은 식품업은 안전성을 우선으로 하여 제품을 만들며 아직까지 선진국에 비하여 많이 낙후 되어 있는 것이 사실이다

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 3차원 자동설계 프로그램인 Solidworks[1]를 활용하여 금형을 설계하고 실제 생산환경을 참고하여 3차원 유한요소해석 코드인 ANSYS[2-3]를 활용하여 금형에 대하여 유한요소해석[4-6]을 수행하였다. 해석결과는 새로운 금형을 설계하는

데 최적 설계치로 제공되었으며 본 해석을 통하여 가공 시간을 단축하고, 재료비 절감과 생산성 향상을 목표로 하였다.

2. 금형의 해석

생산현장의 프레스에 설치되어있는 금형에 대하여 SolidWorks를 사용하여 모델링 하였다.

모델링은 원활한 해석을 위하여 간략화 시키고 불필요한 부분은 제거하여 모델링 하였고 하나의 모델은 프레스 금형 상부와 하부로 이루어져 있으며, 상부와 하부 사이에 두께 1mm의 재료가 투입되는 상황을 모델링 하였다.

공정에 대한 모델링의 총 파트 수는 7개로 구성하여 모델링 하였다.

그림 1은 프레스에 장착된 금형의 외관형상을 나타낸 그림이고, 그림 2는 상하부 금형사이에 재료를 넣었을 때의 그림이다. 그림 3은 현장에서 사용하고 있는 프레스의 전체적인 사진이며, 그림 4는 세부 금형의 사진이다.

이 논문은 2008년도 대진대학교 학술연구비지원에 의한 것임

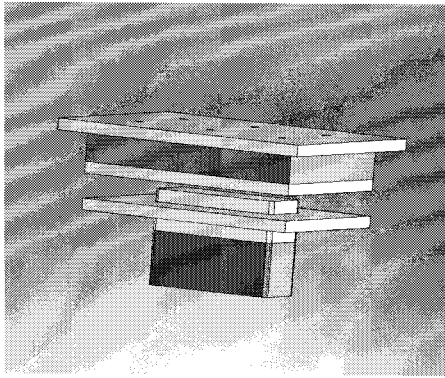
¹대진대학교 컴퓨터응용기계설계공학과

접수일 08년 10월 16일

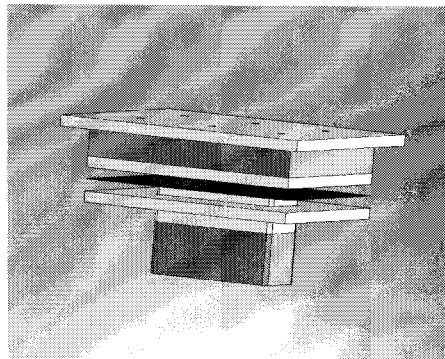
수정일 08년 12월 09일

*교신저자 : 이종선(jongsun@daejin.ac.kr)

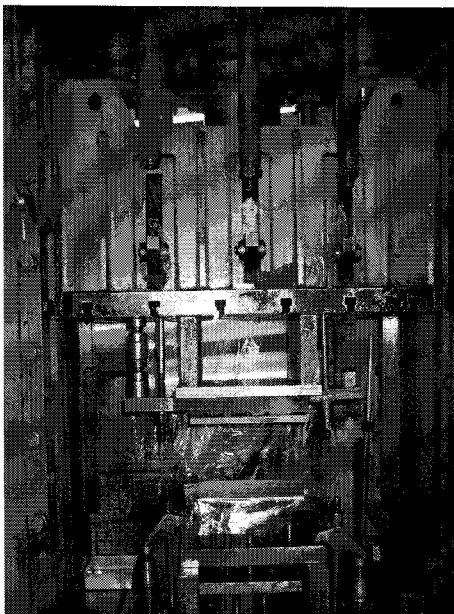
게재확정일 08년 12월 16일



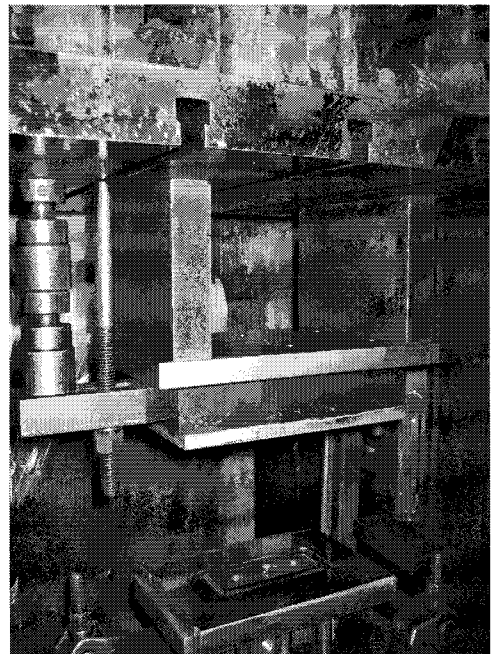
[그림 1] 프레스 금형 형상



[그림 2] 재료를 넣었을 때의 금형 형상



[그림 3] 생산현장의 프레스



[그림 4] 세부 금형

제과제빵용 기구를 생산하는 프레스 금형의 유한요소 해석은 3차원 유한요소해석 코드인 ANSYS를 활용하였으며 프레스를 상부와 하부로 나누어 선형해석을 수행하며 힘의 변화에 따른 응력(stress), 변형률(strain)을 구하였다. 해석조건은 상부의 프레스가 3초 동안 하중을 가하고 힘은 245000N, 하부의 프레스는 98000N으로 두 힘의 방향은 반대로 설정하여 수행하였으며, Y축 방향으로만 자유로이 움직이는 조건을 주어 해석을 수행하였다.

본 해석에 사용된 재질은 Structural Steel과 Stainless Steel로서 표 1은 Structural Steel의 물성치이다.[7]

[표 1] 구조용 강 of 물성치

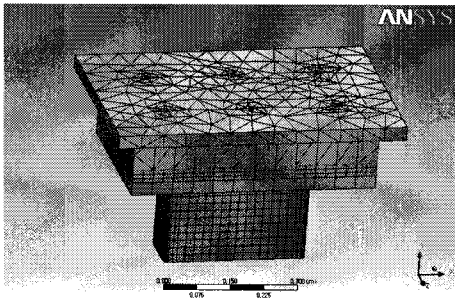
Structural	
Young's Modulus	2.e+011 Pa
Poisson's Ratio	0.3
Density	7850. kg/m ³
Thermal Expansion	1.2e-005 1/°C
Tensile Yield Strength	2.5e+008 Pa
Compressive Yield Strength	2.5e+008 Pa
Tensile Ultimate Strength	4.6e+008 Pa
Compressive Ultimate Strength	0. Pa
Thermal	
Thermal Conductivity	60.5 W/m·°C
Specific Heat	434. J/kg·°C
Electromagnetics	
Relative Permeability	10000
Resistivity	1.7e-007 Ohm·m

표 2는 해석 모델인 제과제빵용 금형의 메쉬(mesh)에 대한 세부사항이다.

그림 5는 금형의 모델 형상과 FEM 메쉬 형상을 나타내고 있고 35,042개의 절점과 10,458개의 요소로 구성되어 있다.

[표 2] 사용된 메쉬

Object Name	Mesh
State	Solved
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	0
Advanced	
Relevance Center	Coarse
Element Size	Default
Shape Checking	Standard Mechanical
Solid Element Midside Nodes	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Initial Size Seed	Active Assembly
Smoothing	Low
Transition	Fast
Statistics	
Nodes	35,042
Elements	10,458



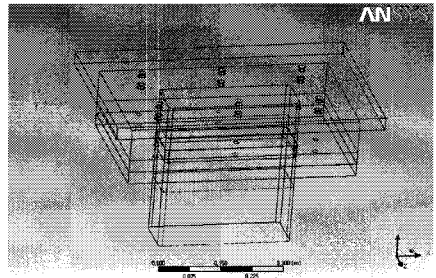
[그림 5] 메쉬 형상

금형의 해석을 위해 소재를 제외한 옆면은 모두 Y축 방향으로만 자유로이 움직일 수 있도록 설정하였으며 금형상부에 245000N을 가하고 윗면을 고정하였고, 금형하부에 9800N을 가하였고, 접촉조건으로는 상부금형과 하부금형은 마찰없이 미끄럼이 자유롭도록 설정하였으며 하부금형의 밑면을 고정시켜 금형 내부에 미치는 응력, 변형률과 전체변형량을 구하였다. 표 3은 해석에 사용된 하중조건이다.

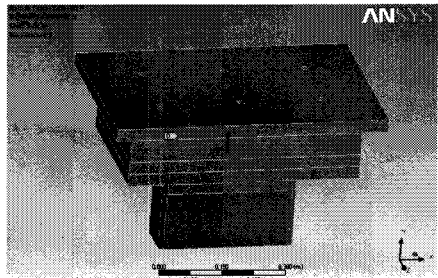
[표 3] 하중조건

Scope			
Scoping Method	Geometry Selection		
Geometry	20 Faces	1 Face	
X Coordinate		-3.6404e-002 m	
Y Coordinate	5.2859e-002 m	-0.12664 m	
Z Coordinate	3.1605e-008 m	-6.3e-004 m	
Location	Defined		
Definition			
Define By	Components	Vector	
Type	Displacement	Remote Force	Fixed Support
X Component (step applied)	0. m		
Y Component (step applied)	Free		
Z Component (step applied)	0. m		
Suppressed	No		
Magnitude	2.45e+005 N	9800. N	
	(step applied)(step applied)		
Direction	Defined		
Behavior	Deformable		

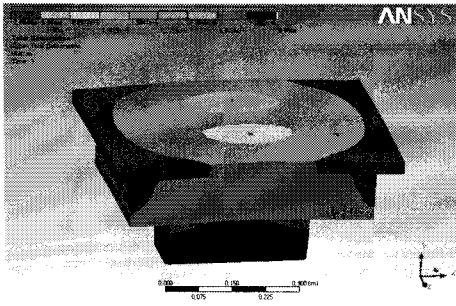
그림 6~11은 금형의 Wire Frame형상과 경계조건 그리고 프레스의 작동으로 내부에 미치는 영향을 나타낸 것이다.



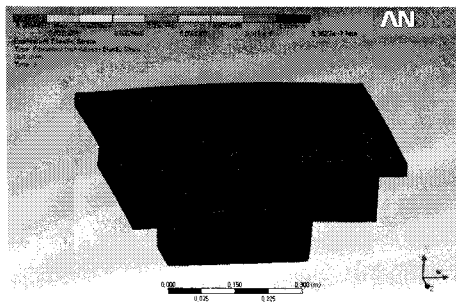
[그림 6] 금형의 (Wire frame)형상



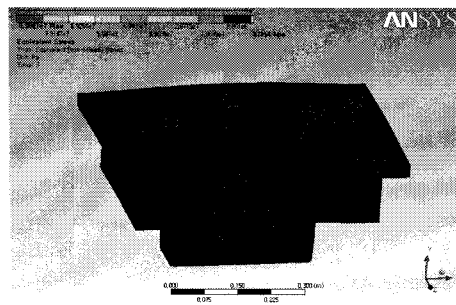
[그림 7] 금형의 경계조건



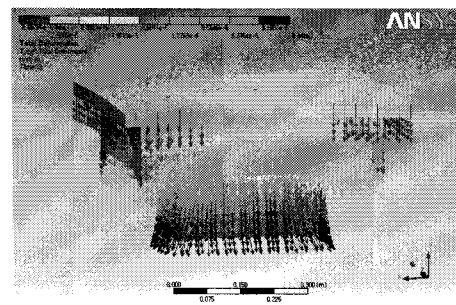
[그림 8] 금형의 전체변형량



[그림 9] 금형의 변형률



[그림 10] 금형의 응력



[그림 11] 금형의 전체변형량(벡터표시)

표 4는 최종 해석결과를 나타낸다.

[표 4] 해석결과

Scope			
Geometry	All Bodies		
Definition			
Type	Total Deformation	Equivalent (von-Mises) Elastic Strain	Equivalent (von-Mises) Stress
Display Time	End Time		
Results			
Minimum	0. m	3.3627e-007 m/m	67254 Pa
Maximum	2.8694e-005 m	4.4511e-004 m/m	8.9021e+007 Pa
Information			
Time	3. s		
Load Step	1		
Substep	2		
Iteration Number	3		

3. 결 론

제과제빵용 기구를 생산하는 프레스 금형의 유한요소 해석을 위하여 3차원 CAD 소프트웨어인 SolidWorks를 활용하여 설계와 모델링하였고, 3차원 유한요소해석 코드인 ANSYS를 활용하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 해석 시 적용한 경계조건으로 재료가 안으로 밀려 들어가는 결과를 얻었고, 이때 총변형량은 금형의 가장자리 부분에 집중되는 것을 알았다.
- (2) 금형에 작용하는 응력과 변형률 역시 금형의 가장자리에 집중하였다. 이러한 해석결과를 활용하여 금형을 설계하였으며 새로운 금형을 제작하여 현장에 배치하였다.
- (3) 최소변형률은 3.3627e-007, 최소응력은 67254Pa, 최대변형률은 2.8694e-005m, 최대변형률은 4.4511e-004, 최대응력은 8.9021e+007 Pa이다.

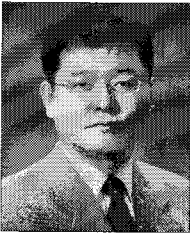
참고문헌

- [1] Solidworks Users Manual Revision 3.0, Solidworks Co., 2005.
- [2] ANSYS User's Manual Ver.10.0, ANSYS Inc., 2005.

- [3] 태성에스엔이 FEA사업부, “ANSYS Work bench”, 시그마프레스, 2007.
- [4] 이종선, “콜러 자켓의 유동해석”, 한국산학기술학회 논문지, Vol.7, No.1, pp.1~6, 2006.
- [5] 이종선, “엘리베이터 도어의 거동해석”, 한국산학기술학회논문지, Vol.8, No.5, pp.991~994, 2007.
- [6] T. R. Chandrupatla and A. D. Belegundu, "Introduction to Finite Elements in Engineering". Prentice Hall, 1991.
- [7] James Shackelford and William Alexander, "Material Science & Engineering Hand Book", CRC Press, 1994.

이 종 선(Jong-Sun Lee)

[증신회원]



- 1982년 2월 : 국민대학교 기계설계학과 (공학사)
- 1984년 2월 : 국민대학교 기계공학과 (공학석사)
- 1996년 2월 : 국민대학교 기계설계학과(공학박사)
- 1996년 3월 ~ 현재 : 대전대학교 컴퓨터응용기계설계공학과 교수

<관심분야>

최적설계, 생산공학