

# 프레스 금형을 이용한 석재판 고정장치 개발

백승엽<sup>†</sup> · 김선용

유한대학 금형설계과

(2008. 5. 14. 접수 / 2008. 7. 25. 채택)

## Development of a fixing device for slate using press dies

Seung-Yub Baek<sup>†</sup> · Sun-Young Kim

Department of tool and mold design, Yuhan college

(Received May 14, 2008 / Accepted July 28, 2008)

**Abstract :** The productive products are required diversification of product development and advanced for competitiveness. A lot of methods to fix architecture wrapping panels and stone materials are developed in domestic area very much. In this paper, it is very important that a fixing device of slate and molds were developed to reduce the production cost and improve safety. Therefore new model was suggested to reduce manufacturing cost and structure design and FEM analysis were performed to manufacture die press dies for mass production.

**Key Words :** Extruded length ratio, Non-contact extruded length, Load-stroke, Stepped rod forming

### 1. 서 론

금형을 이용한 생산제품들은 경쟁력 확보를 위하여 제품개발의 다양화, 고도화, 및 모델변경의 급속화 등이 요구되어지고 있다. 이에 따라 금형 업계에서는 금형제작의 납기단축, 원가절감, 고정밀도 금형의 생산기술력확보를 위한 연구와 제품의 경량화에 대한 요구 및 고기능성 제품의 필요성에 따라 다양한 형태의 초경량 구조재료 개발에 관하여 연구가 진행되고 있다.<sup>(1-5)</sup> 그리고 기계부품소재회사는 수요처로부터 품질과 원가 양면에서 심한 압박을 받고 있으며, 이에 능동적으로 대응하기 위한 다각도의 노력을 하고 있다. 이러한 시대적 요구에 의하여 소재의 낭비를 줄이고 고품질을 유지하는 생산방법으로 소성가공, 특히 정밀성형기술이 주목을 받고 있다.<sup>(6,7)</sup>

건축물 외장패널 및 석재를 고정하기 위한 많은 공법들이 국내에서 많이 개발되어지고 있다. 기존의 방법 중에 하나인 용접방식을 이용한 고정방식은 하지재의 화재발생 위험과 용접부위의 급속한 부식발생, 용접공의 숙련도에 따른 용접품질의 불균일성이 문제가 되어지고 있다. 또한 건축물의

벽면 외측에 장식용 석재를 고정시키는데 사용되는 석재 고정장치에서 석재 고정편의 선단부 구조를 개선함으로써 두께가 얇은 석재라도 간편하게 고정할 수 있도록 함과 동시에 이웃하는 석재를 동시에 잡아줄 수 있도록 하여 시공성과 안정성을 현저하게 향상시킬 수 있도록 한 건축용 석재고정장치가 많이 개발되고 있다. 일반적으로, 사무용 또는 상업용 빌딩 같은 각종 건축물을 건축하는 경우에 벽면은 철근콘크리트구조로 형성되며, 이와 같이 철근콘크리트 구조의 벽면은 튼튼하기는 하지만 외측표면이 거칠기 때문에 시공 마감 시 벽면 외측에 소정의 크기를 갖는 석재를 설치하여 건물의 외관을 아름답게 꾸미게 된다. 이러한 건축물의 벽면 외측에 석재를 고정시키기 위하여 몰타르 같은 별도의 접착제를 사용하기도 하지만 접착제만을 이용하여 석재를 고정시키는 경우 시공 후 일정 시간이 경과되어 접착력이 저하되는 경우에 석재의 무게에 의하여 쉽게 이탈된다는 문제가 있다. 이에 따라 최근에는 건축물의 벽면 외측에 석재를 설치하는 경우에 별도의 석재 고정 장치를 이용하여 시공한다. 석재공사에서 건식공법에서 가장 취약한 석재 panel 고정부에 매입 Pin을 이용

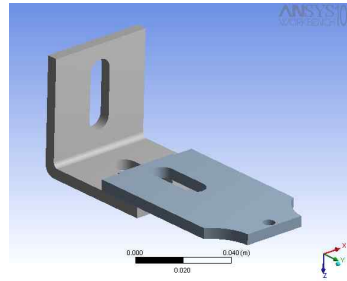
하여 응력 전달을 완충 구조화하여 구조안정을 확보하고, 시공 및 보수에 합리적으로 개선된 고정장치를 개발하여 새로운 석재공사에 사용되는 고정장치를 개발하는 것이다. 석재 panel의 공장가공 제작공정과 현장설치 2공정으로 단순화하여, 시공 정밀도와 안정성을 높이고 석공사 공기를 대폭 단축하여, 구조안정과 경제성을 동시에 확보할 수 있고, 보수가 용이하며, 공사 현장의 환경오염 문제를 대폭 줄일 수 있다. 본 연구는 석재 고정장치의 설계와 설계에 대한 평가 및 분석과 금형기술의 발전에 기여하여, 시공 품질 정밀도의 대폭적인 향상을 이룰 수 있으므로 건물의 내구성을 향상시킬 수 있다. 본 연구에서 개발하는 석재판 고정장치의 보강법 기술 및 금형개발을 통해서 수입에 의존하는 고정장치를 국산화시키고 이로 인해 원자재 절감, 원가 절감 및 안전성 향상을 시키는 것이 매우 중요하다. 따라서 기존에 현장에서 사용되고 있는 석재판 고정 장치의 제조비용을 줄이기 위한 새로운 모델을 제안하였고, 구조설계 및 설계 평가<sup>(8,9)</sup>를 한 후 새로운 모델을 개발하고 양산을 하기 위한 금형을 개발하는 것이 본 연구의 목적이다.

## 2. 석재판 고정장치의 구조해석

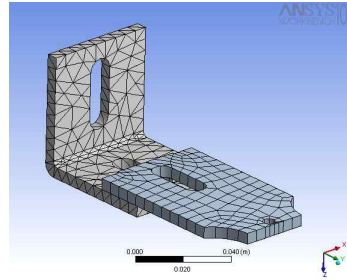
### 2.1 유한요소해석-type I

고정장치는 많은 부품의 조합인 모듈과 그 모듈의 조합으로 이루어져 있다. 그러므로 고정장치를 모듈로 나누고 각각의 어셈블리로 나누어서 Stress와 Strain을 상용 프로그램인 ANSYS을 이용하여 해석을 수행하여 보고 정적 해석을 통하여 변위(deformation)를 예측하였다. 가공 장비의 메인 프레임에 ANSYS을 이용하여 해석하였다. Fig. 1(a)은 유한 요소 해석을 위한 모델링이다. 모델링 된 고정장치의 두께는 5mm로서 현재 이러한 형태의 제품이 사용되고 있다.

그리고 유한 요소법은 모델을 각각의 작은 조각으로 나누어서 각각의 조각의 계산을 점진적으로 진행해가면서 전체적인 모델의 특성치를 파악하는 방법이므로 여러 개의 메쉬(Mesh)를 나누는 작업을 해야 한다. Fig. 1(b)은 고정장치를 메쉬로 나눈 상태의 그림을 나타낸 것이다. 메싱을 한 상태의 모델은 총 2개의 Body와 2881개의 노드와 931개의



(a) FE modeling



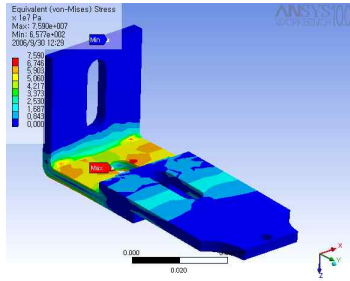
(b) Meshed modeling

Fig. 1 FE modeling of fixing device-type I

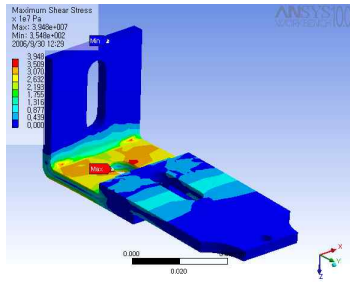
요소로 이루어져 있다. 이 상태에서 정적 변형을 구하기 위하여 중력 방향으로 중력과 같은 가속도를 Boundary condition으로 주었고, 벽면과 맞닿은 면을 fixed point로 조건을 설정하였다. ANSYS을 이용하여 해석을 한 결과는 다음과 같았다. Fig. 2(a)는 Von-Mises stress의 결과로 본 그림이고, Fig. 2(b)는 Maximum Shear Stress 결과를 나타낸 그림이다. 프레임의 앞 쪽 하단 부에 가장 많은 Stress가 걸리는 것으로 예측이 되었고, 그 크기는 최대 전단응력의 경우에는  $3.948e+007\text{Pa}$ , Von-Mises stress의 경우에는  $7.590e+007\text{Pa}$ 과 같은 크기를 나타내고 있다. Fig. 2(c)는 전체 고정장치의 변형량을 나타낸 그림이다. 가장 큰 변화량을 보이는 곳이 맨 앞 쪽 전단부의 에지(Edge) 부분이다. 그 크기는  $0.4487\text{mm}$ 이다. 가장 작은 변형량을 보이는 곳은 가장 큰 변형량을 보이는 곳에서 반대쪽인 왼쪽 상단부로서 0의 변형량을 보여준다.

### 2.2 유한요소해석-type II

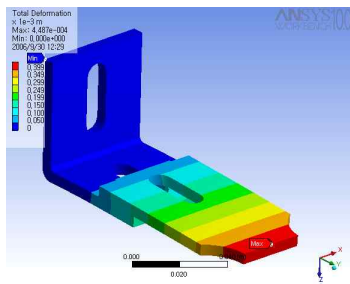
본 연구에서 새롭게 제안하는 고정장치는 벽면에 고정하는 부품과 석재판을 지탱하는 부품을 연



(a) Maximum principle stress



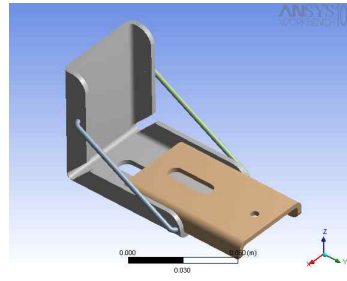
(b) Maximum shear stress



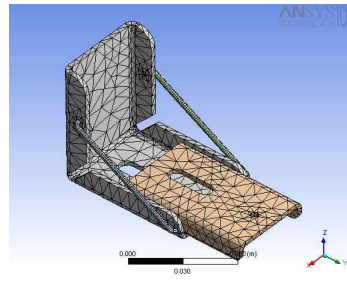
(c) Total deformation

Fig. 2 Static analysis results of fixing device-type I

결하는 조인트 봉으로 이루어져 있다. 기존에 사용되고 있는 제품의 두께는 5mm정도이고, 제품의 두께를 줄이게 되면 제조단가를 줄일 수 있기 때문에 기존의 제품을 대체할 수 있는 제품을 설계 및 제조하는 것이 핵심기술이다. 따라서 새롭게 제안된 고정장치에 대해서 미리 구조해석을 수행하여 보고 정적 해석을 통하여 변위(deformation)를 예측하여 기존의 제품보다 처짐을 줄일 수 있도록 제안해야 한다. 모델링된 제품의 두께는 3mm이다. Fig. 3(a)은 유한 요소 해석을 위한 모델



(a) FE modeling

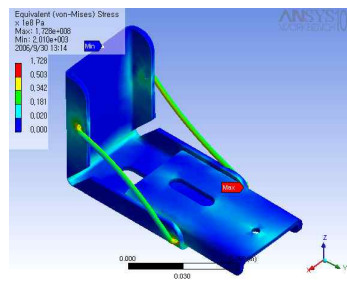


(b) Meshed modeling

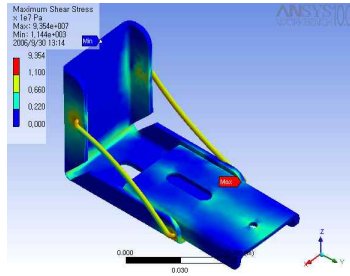
Fig. 3 FE modeling of fixing device-type II

링을 보여준다.

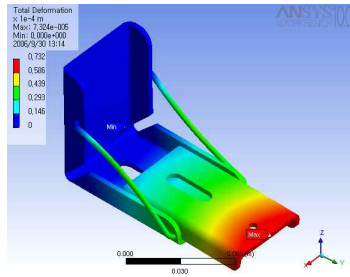
메싱을 한 상태의 모델은 총 3개의 Body와 15607개의 노드와 5123개의 요소로 이루어져 있다. Fig. 3(b)은 새로 고안된 고정장치의 메쉬를 나눈 상태를 보여주고 있다. 이 상태에서 정적 변형을 구하기 위하여 중력 방향으로 중력과 같은 가속도를 Boundary condition으로 주었고, 벽면과 맞닿은 면을 fixed point로 조건을 설정하였다. 그리고 ANSYS을 이용하여 해석을 한 결과는 다음과 같았다. Fig. 4(a), 4(b)는 Von-Mises stress와 Maximum Shear Stress 결과를 보여준다. 조인트 고리부에



(a) Maximum principle stress



(b) Maximum shear stress



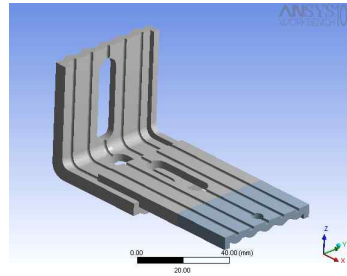
(c) Total deformation

Fig. 4 Static analysis results of fixing device-type II

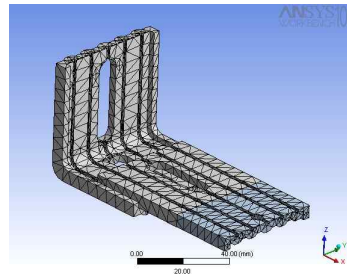
가장 많은 Stress가 걸리는 것으로 예측이 되었고, 그 크기는 최대전단응력의 경우에는  $9.354e+007Pa$ , Von-Mises stress는  $1.728e+008Pa$ 의 크기를 나타내고 있다. Fig. 4(c)는 전체 고정장치의 변형량을 나타낸 그림이다. 가장 큰 변화량을 보이는 곳이 맨 앞 쪽 전단부의 에지(Edge) 부분이고 그 크기는  $0.07324mm$ 이다. 가장 작은 변형량을 보이는 곳은 가장 큰 변형량을 보이는 곳에서 반대쪽인 왼쪽 상단부로서 0의 변형량을 보여준다. 결과를 보면 기존의 제품보다 훨씬 좋은 결과를 얻었다. 하지만 제안된 모델은 제품 제조측면에서 볼 때 기존의 제품보다 더 많은 제조비용이 소모되기 때문에 수정 보완이 필요하다.

### 2.3 유한요소해석-type III

석재판 고정장치의 중요한 연구는 치짐이 작아야 되는 것이고, 본 연구에서 제안하는 다른 형태의 고정장치는 벽면에 고정하는 부품과 석재판을 지지하는 부품에도 엠보싱을 해서 재설계하였다. 메싱을 한 상태의 모델은 총 3개의 Body와 9112개의 노드와 3655개의 요소로 이루어져 있다. Fig.

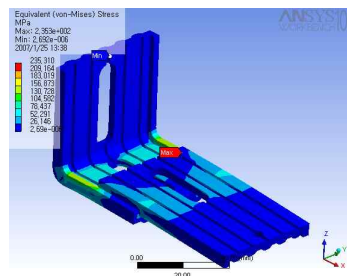


(a) FE modeling

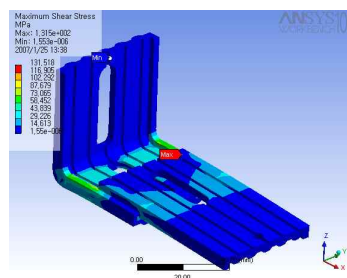


(b) Meshed modeling

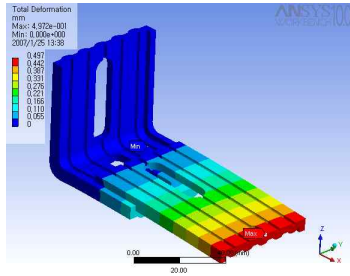
Fig. 5 FE modeling of fixing device-type III



(a) Maximum principle stress



(b) Maximum shear stress



(c) Total deformation

Fig. 6 Static analysis results of fixing device-type III

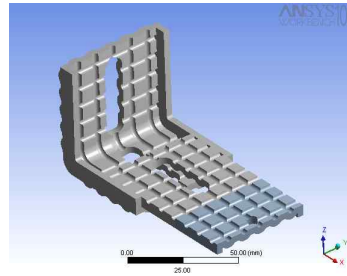
5(a)는 유한 요소 해석을 위한 모델링을 도시하였고, Fig. 5(b)는 새로 고안된 고정장치의 메쉬를 나눈 상태를 보여주고 있다. Fig. 6(a)은 Von-Mises stress의 결과로 본 그림이고, Fig. 6(b)은 Maximum Shear Stress 결과를 나타낸 그림이다. 벤딩부에 가장 많은 Stress가 걸리는 것으로 예측이 되었고, 그 크기는 최대전단응력의 경우에는  $8.903e+001\text{MPa}$ , Von-Mises stress는  $1.764e+002\text{MPa}$ 의 크기를 나타내고 있다. Fig. 6(c)은 전체 고정장치의 변형량을 나타낸 그림이다. 가장 큰 변화량을 보이는 곳이 맨 앞 쪽 전단부의 에지(Edge) 부분이고 그 크기는  $0.497\text{mm}$ 이다. 가장 작은 변형량을 보이는 곳은 가장 큰 변형량을 보이는 곳에서 반대쪽인 왼쪽 상단부로서 0의 변형량을 보여준다. 세 번째 모델링은 두께  $3.5\text{mm}$ 로 설계하였으며 기존의 고정 장치보다 약  $0.05\text{mm}$  정도 더 처짐이 발생하였다.

#### 2.4 유한요소해석-typeIV

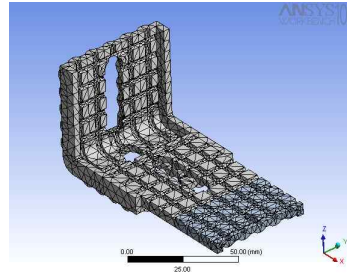
석재판 고정장치의 모델링에서 두께를  $3.0\text{mm}$ 로 변경하였고, 구조강성을 높이기 위해서 횡방향의 엠보싱을 추가하였으며 이러한 모델링에 대해서 구조해석을 수행하였다. Fig. 7(a)은 유한 요소 해석을 위한 모델링을 도시한 그림이다.

Fig. 7(b)은 고정장치의 메쉬를 나눈 상태를 보여주고 있으며 메싱을 한 상태의 모델은 총 3개의 Body와 10201개의 노드와 4276개의 요소로 이루어져 있다.

Fig. 8(a), 8(b)은 Von-Mises stress와 Maximum Shear Stress 결과를 보여주고 있다. 벤딩부에 가장 많은 Stress가 걸리는 것으로 예측이 되었고, 그 크기는 최대전단응력의 경우에는  $7.623e+001\text{MPa}$ , Von-Mises stress는  $1.406e+002\text{MPa}$ 의 크기를 나타

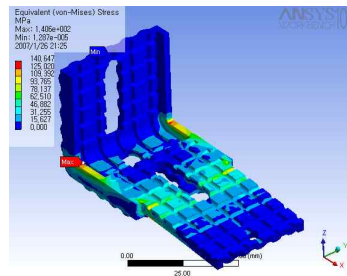


(a) FE modeling

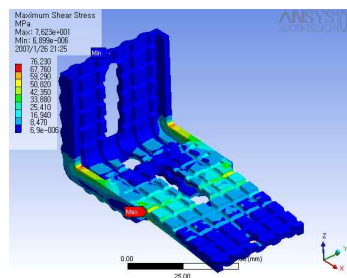


(b) Meshed modeling

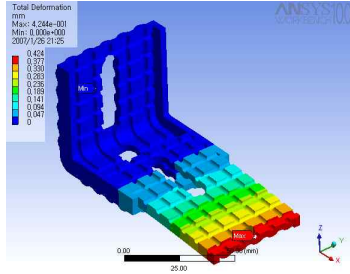
Fig. 7 FE modeling of fixing device-type IV



(a) Maximum principle stress

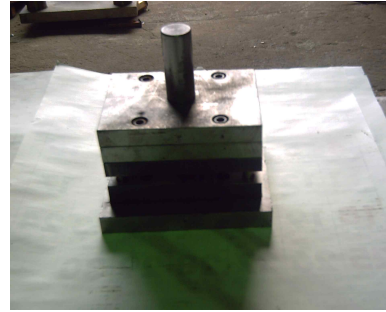


(b) Maximum shear stress



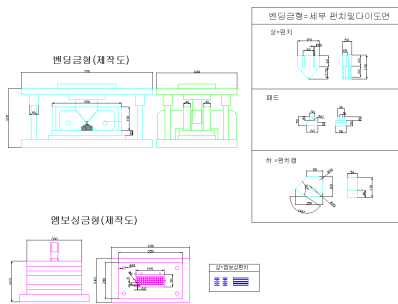
(c) Total deformation

Fig. 8 Static analysis results of fixing device-typeIV

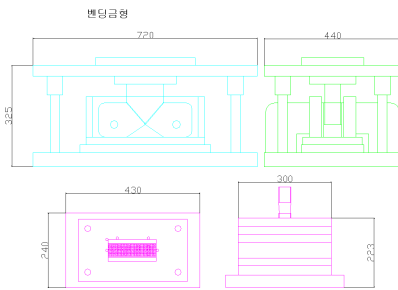


(b) press dies

Fig. 10 Press dies for embossing



(a) punch and dies



(b) press dies

Fig. 9 Layout of press dies for a fixing device



(a) cavity and core

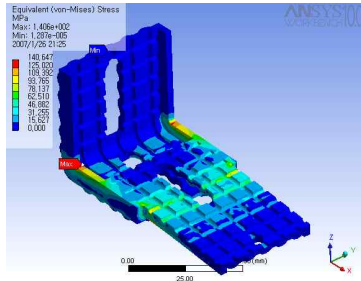
내고 있다. Fig. 8(c)은 전체 고정장치의 변형량을 보여주고 있다. 가장 큰 변화량을 보이는 곳이 맨 앞 쪽 전단부의 에지(Edge) 부분이고 그 크기는 0.424mm이다. 가장 작은 변형량을 보이는 곳은 가장 큰 변형량을 보이는 곳에서 반대쪽인 왼쪽 상단부로서 0의 변형량을 보여준다. 기존 제품의 모델링보다 약 0.05mm 더 나은 결과를 얻었다. 따라서 구조해석 수행 후 가장 좋은 결과를 얻은 설계된 제품을 제작하였다.

### 3. 석재판 고정장치 금형제작

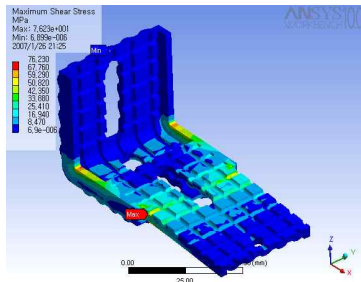
최적의 석재고정장치 모델링을 설계하였고 본 모델을 생산하기 위해서 석재판 고정장치 금형을 설계하였다. 엠보싱 설계한 제품을 만들기 위해서 판재로 먼저 성형을 하고 난 후 엠보싱 금형을 이용하여 판재에 엠보싱을 성형 가공을 한다. 엠보싱 성형을 하고 난 후 판재를 구부려야 하기 때문에 벤딩 금형을 통해서 제품을 벤딩하게 된다. 벽 부분에 고정하기 위한 부품을 벤딩하기 위한 금형 설계 도면과 벤딩을 하기 위한 세부 펀치 및 다이 도면은 Fig. 9에 나타나 있다. Fig. 10은 최종 모델링된 제품을 만들기 위한 금형 사진을 보여주고 있다.

### 4. 결 론

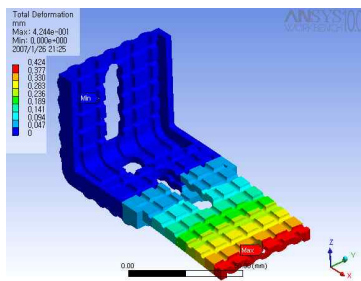
본 연구에서는 건축 산업에 많이 쓰이고 있는 석재판 고정장치를 기존의 장치와 비교했을 때 적은 재료비로 더 좋은 성능을 얻기 위해서 최적의 모델링을 하고 그 모델링 제품을 생산하기 위해서



(a) Maximum principle stress

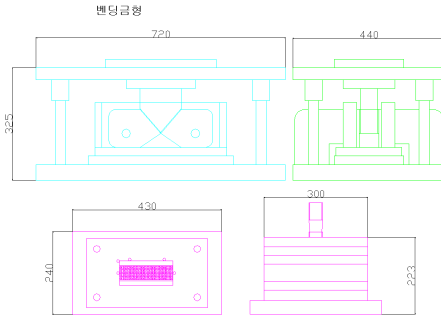


(b) Maximum shear stress



(c) Total deformation

Fig. 8 Static analysis results of fixing device-typeIV

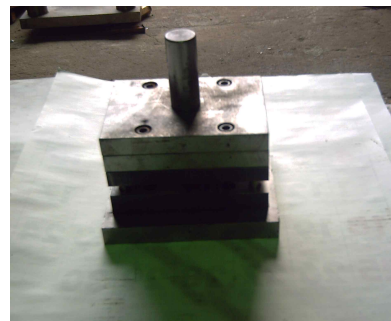


(b) press dies

Fig. 9 Layout of press dies for a fixing device

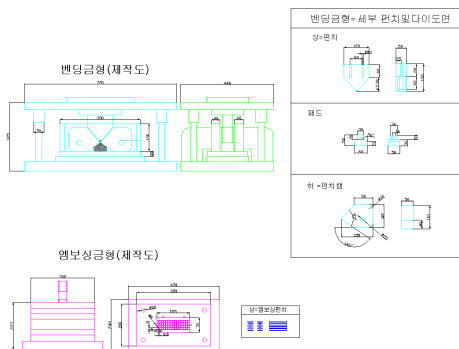


(a) cavity and core



(b) press dies

Fig. 10 Press dies for embossing



(a) punch and dies

금형을 설계 및 제작 개발에 목표로 하였으며 각각의 모델링에 대한 구조해석을 수행하였다. 본연구에서 프레스금형을 이용한 석재판 고정장치 개발에 대해서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 여러 type의 설계된 모델링에 대해서 특성을 평가한 후 수정 및 보완을 통해서 최적의 성능을 발휘할 수 있는 Cross Embossing 모델을 설계하였다.
- (2) 설계된 모델링에 대해서 구조해석을 수행하고

모델링에서 취약한 부분을 찾아내어 보완을 하고, 최적설계를 할 수 있는 자료 및 data base를 구축하여 제품 두께를 5mm에서 3mm로 두께를 2mm 줄였다.

- (3) 설계된 석재판 고정장치 모델링에 대해서 구조 해석을 수행한 후 그 자료를 토대로 금형을 설계 및 제작하여 제품의 강도를 향상 시킬 수 있었다.

- (9) O.C.Zienkiewicz, R.L.Taylor., 1989, "The finite element method," 4th Edition, Vol. 1, McGraw-Hill International Edition, pp. 21~43.

### 참고문헌

- (1) H. Gloeckl, K. Lange., 1983 "Computer Aided Designing of Blanks for Deep Drawn Irregular Shaped Components," 11th, NAMRC, pp. 243~252.
- (2) 박상동., 1997 "극박반 프레스 금형 설계 전문가 시스템에 관한 연구," Proceedings of the KSME spring annual meeting, pp. 174~178.
- (3) C. Jung, S. Yoon, D. Yang, D. Ahn., 2004, "Analysis of design parameter in ultra light inner structured and bonded metal panel made of the metallic pyramidal structure," Proceedings of the KSPE fall annual meeting, pp. 483~486.
- (4) H. Wadley, N. Fleck, A. Evans., 2003 "Fabrication and structural performance of periodic cellular metal sandwich structures," Composites Science and Technology, Vol. 63, Issue 16, pp. 2331~2343.
- (5) H. Kim, D. Jung, D. Choi, T. Je, J. Park 2005 "A Study on the Improvement of Formability of Embossing Structure," Proceedings of the KSPE spring annual meeting, pp. 1269~1272.
- (6) K. Siegert, M. Kammerer, Th. Keppler-Ott, D. Ringhand., 1997 "Recent Developments on High Precision Forging of Aluminum and Steel," Journal of Material Processing Technology, Vol. 71, pp. 91~99.
- (7) H. Yoshimura, K. Tanaka., 2000 "Precision of Aluminum and Steel," Journal of Material Processing Technology, vol. 98, pp. 196~204.
- (8) ANSYS, Engineering Analysis System User's Manual Vol. I and III, Swanson Analysis System, Inc., USA, 1995.