

Smart Phone Display 낙하 Simulation과 설계

Smart Phone Display Drop Simulation and Design

김원종*

Won-Jong Kim*

〈Abstract〉

In this Study, as the structure of smart phone display becomes thin to catch up with slim product trend, the reliability of display module is on the rise as a issue for product design.

Especially, almost part of cellular phone should undergo drop test when they fall 1.5m above ground.

Thus many manufacturers have considered design guide line using CAE and simulation for more efficive usage of limited resources om the martket.

This test simulates the case when cellular phone slips through user's flingers while he is talking on the phone.

This paper studies a drop simulation of glass for display in smart phone.

This design for reliability improvements are suggested on the basis of the results of FE Analysis and display of smart phone design.

Keywords : Cellular Phone (휴대폰), Drop Simulation, Finite Elements Method

* 중신회원, 금오공과대학교 대학원 기계설계공학과
박사 工博
E-mail : gcrow@hanmail.net

* Department of Engineering Science & Mechanics, Graduate
School, KIT, Ph.D

1. 서론

최근 스마트폰의 등장과 휴대폰의 소형화 추세에 따라 Mobile용 Display Module 두께가 지속 얇아지고 있다.

이에 Display Module의 구조적 강성은 동일 품질 대비 크게 줄어 들게 되고, 스마트폰의 사용 특성 및 환경에 따라 신뢰성 문제가 제품의 개발 시 주요한 문제로 부각되고 있다.

그중 가장 대표적인 신뢰성 항목은 스마트폰의 낙하 신뢰성이며 스마트폰의 낙하시 Display Module의 Glass에 균열 (Crack)이 일어나는 현상은 가장 일반적이고 빈번하게 발생하는 결함 (Failure) 예이다.

이에 스마트폰의 개발시 제품의 내 충격성은 개발자들이 설계시 가장 중요하게 고려해야하는 사항이며 스마트폰을 지상으로 부터 일정 높이 (test height)에서 떨어 뜨린 후 정상적인 동작과 외관의 파손 여부 및 Display의 화면 상태를 확인하는 낙하 시험(drop test)을 실시하고 있다.

이 경우 낙하 시험시에 실제 적용 제품이 사용되기 때문에 설계를 위한 시간 이외에 추가적인 제품의 제작 및 비용이 요구되고 있으며, 이 점을 개선하기 위하여 유한 요소법 (Finite element method)을 활용한 제품의 파손 예측에 관한 연구가 수행 되어지고 있다. 일반적으로 충격 강도를 평가하기 위해 정량적인 기준으로 최대 응력 (max. stress)와 변형량 (deformation)을 사용하고 있으며, 본 논문에서도 일반적인 낙하 시험시에 사용되는 동일한 기준을 스마트폰용 Display Module에 적용하여 낙하 Simulation 하였다.

개발자들은 해석결과(Drop Simulation Result)를 바탕으로 설계상의 기구적 문제점을 도출하고, 추가적인 개선 작업을 진행할 수 있으며 본 논문에서는 휴대폰 완제품의 제작전 가상의 Mock up

스마트폰을 모델링하여 Display에 인가되는 응력을 산출 후 정략적인 예측으로 설계 개선 방향을 제시 하고자 한다.

2. 관련 이론

제품 개발시 기계 시스템의 동적인 특성을 얻기 위해서는 시험적 방법이 가장 많이 사용되는 방법이며 현재까지도 가장 정확하지만 실험을 위해서는 대상 시스템이 존재해야만 가능하기 때문에 많은 시간과 비용이 든다.

또한 제품을 통한 실험을 실시한다 해도 제품 내부의 정확한 동적 특성변화를 관찰하기 힘들기 때문에 컴퓨터 프로그램을 이용한 유한요소해석을 사용하게 되며 이를 통해 초기 제품 개발시 다양한 모델에 대해서 구조적 문제점을 미리 검토해 볼 수 있다.

2.1 3D-Modeling

본 연구에서 충격해석을 하기 위해 초기 단계로 상용 3D 설계 소프트웨어인 Solid-edge을 이용하여 Display와 스마트폰 형상을 반영한 외형 (JIG)을 3D 모델링 하였고 이 모델링을 이용하여 Pro-process 소프트웨어인 Hyper Mesh를 사용하여 FE-Modeling을 진행하였다.

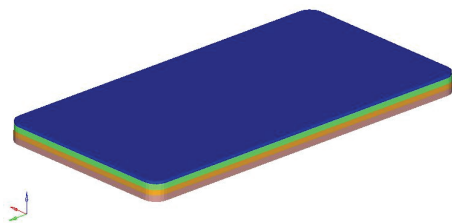


Fig. 1 3D Modeling of Display and JIG

2.2 FE-Modeling

FE-Modeling시 대부분의 부품은 해석의 정확도를 위하여 hexa(C3D8R)로 모델링을 하고 동적 특성에 큰 영향을 미치지 못하는 부분인 경우 요소를 크게 나누었으며 영향을 크게 미치는 부분은 요소를 더 잘게 나누어 Mesh를 형성 하였다.

이러한 FE모델링은 Fig. 2.1에 나타내었다.

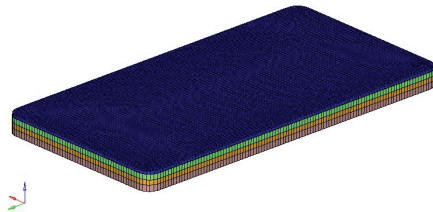


Fig. 2 FE-Modeling of Display and JIG

2.3 Simulation 조건

충격 낙하 해석에서 1.5mm에서 자유낙하시에 Display에 작용하는 응력의 분포를 확인하기 위한 Simulation 이므로 이를 구현하기 위해 위치에너지와 운동에너지의 평형 조건식을 사용하여 다음과 같은 충격속도식을 유도 하였다.

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh, v = \sqrt{2gh} \quad (\text{식1})$$

자유 낙하시 충격면은 강제면(R3D4)으로 지정 후 식(1)에 의해 낙하높이를 대입하여 초기 속도는 5.4 m/s로 조건으로 부여하였다.

각 부품과의 결합은 Tie contact을 사용하여 연결하고 충격이 발생하는 동안 모든 요소간에 간섭이 생기지 않도록 요소간의 접촉부위는 General contact을 사용하였다.

해석에 사용된 부품과 재료 정보는 일반적으로 알려진 재료의 물성치를 입력하였고 유한요소해석은 위의 조건 및 재료물성을 입력후 상용 프로그램인 ABAQUS를 사용하였다.

3. 유한 요소 해석의 결과

실제 소비자가 사용 중에 스마트폰을 떨어 뜨리는 경우는 Fig 3에 나타낸 바와 같이 Glass가 위로 향하는 방향이며 충격시 가장 크게 영향을 받는 경우 또한 위쪽 방향이므로 이에 대하여 유한요소해석을 진행 하였다.

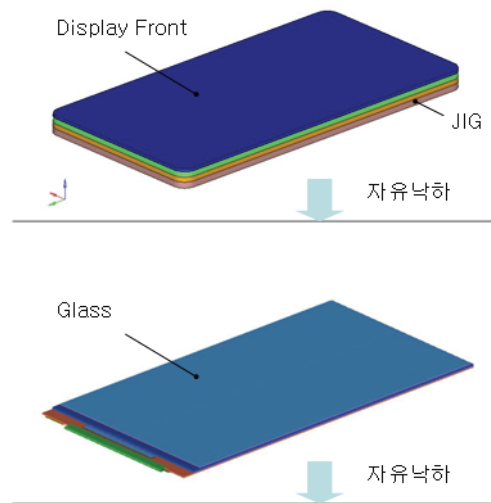


Fig. 3 Display and JIG

제품의 최초 개발시 스마트폰의 내외부가 완전한 설계되지 못하기 때문에 스마트폰 형상의JIG를 이용하여 Display와 모델링후 유한요소해석을 통하여 Display의 가장 취약부분인 Glass Front 영역에서 작용하는 응력과 변형을 분석하였다.

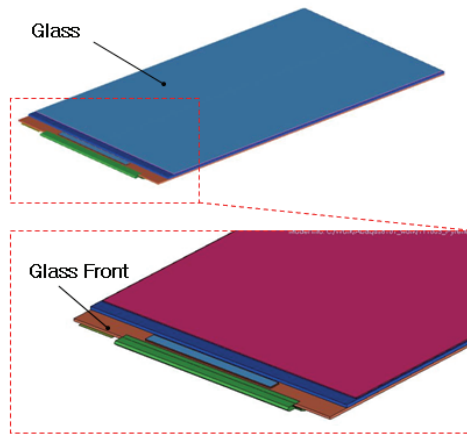


Fig. 4 Glass Front in Display Module

충격을 받을 때 큰 에너지가 발생하고 그 에너지가 물체에 전파되기 때문에 JIG에 충격이 가해진 직후에 가해지는 변화에 대하여 연구의 초점을 맞추었다. 유한요소해석 결과, Display가 체결된 JIG가 충격을 받았을 때 Glass 끝단 부분이 cup형상으로 변형하여 Bending하는 것을 알 수 있다.

Drop Simulation 결과 JIG가 낙하하면서 거동시에 기준 이상의 소성 변형이 충격 후 일어나는 것을 확인 할 수 있으며 Glass에서 Max Stress 확인을 통해 가장 취약한 영역을 확인 할 수 있다.

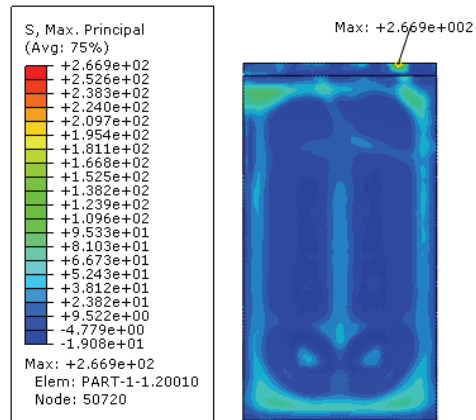


Fig. 6 Max Stress of Glass After Drop Simulation

4. Design of Experiment 개선안 적용에

Drop Simulation 을 통해 초기 제품의 취약 포인트를 시각화 할 수 있으며 Fig6과 같이 초기 낙하 거동시 Glass 우측 코너부에서 Max Stress 가 266 Mpa 수준으로 정량화 하였다.

이는 제품의 강성이 보완되어야 함을 의미한다. 이에 코너부 상측에 일반적으로 가전제품에 사용되는 Foam 재질의 Tape를 추가하였다.

또한 동일한 방법으로 Drop Simulation 하였으며, Fig8과 같으며 Glass에 Stress가 244Mpa로 완하되는 결과를 보였다.

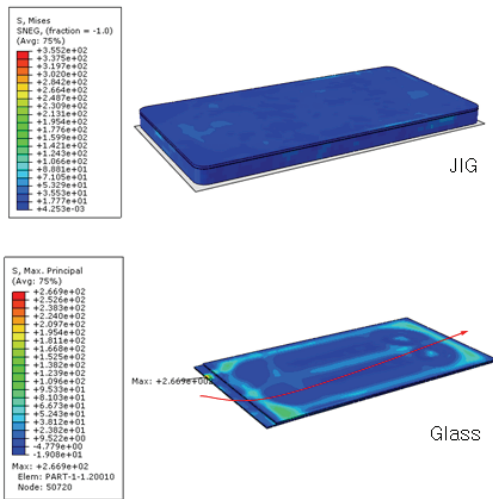


Fig. 5 JIG & Glass Deformation After Drop Simulation

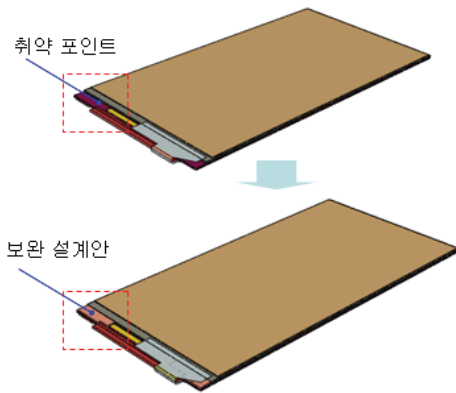


Fig. 7 Compensate the defect of Display's Glass

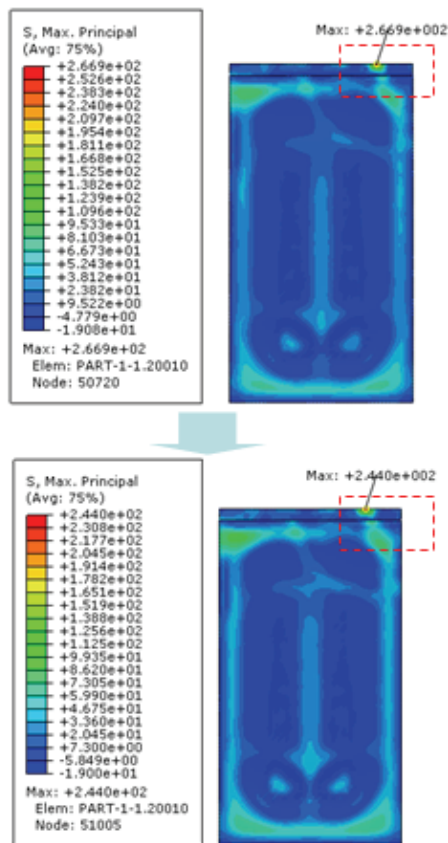


Fig. 8 Simulation Result after of Display Design Change

5. 결론

본 연구에서는 Display와 JIG 형상을 이용한 유한 요소 해석을 통하여 실제 낙하 테스트를 모사하였다.

기존의 설계 프로세스는 실 제품 제작 후 시험 착오법에 의해 제품 개발의 완성도를 높이는 방법이었으나 이 경우 비용과 시간적 손실이 매우 높으며 성능 평가에 의존하여 낙하 충격시 시스템 내의 동적 상태에 대한 검토를 할 수 없었다.

하지만 유한 요소 해석을 통해 낙하 충격시 응력이 크게 발생하는 곳과 내부 시스템의 변화를 확인 할 수 있기 때문에 초기 설계시 비용 과 시간적 손실을 줄일 수 있다.

낙하 해석을 통해 연구 대상의 변형시 충격을 확인하여 설계를 보완 수정함으로써 제품 개발의 완성도를 높였다.

참고문헌

- [1] ABAQUS Version 6.10 Documentation
- [2] Richard G. Budynas, 1977, Advanced strength and applied stress analysis, McGraw-Hill, Chap. 3.
- [3] Electronic Components Research Center, 2005, "[Market analysis of promising electronic components] General situation of mobile communication parts and camera-phone modules."

(접수: 2019.04.08. 수정: 2019.05.03. 게재확정: 2019.06.05.)