

압전 세라믹을 이용한 평판유리의 절단 거동에 관한 연구

이강원*, 제태진(한국기계연구원), 최성대, 정선환(금오공과대학교)

A Study on Cutting Behavior of Plate Glass Using a Piezoelectric Ceramics Actuator

K. W. Lee(KIMM), T. J. Jea(KIMM), S. D. Choi(KIT), S. H. Jeong(KIT)

ABSTRACT

Recently FPD(Flat Panel Display) is used in various field to display enormous information. So cutting technique of flat panel display is needed for producing variety display merchandises. In present, cutting methods of flat panel glass includes breaking process. But this process occurs many glass particles. This glass particles are directly related badness of merchandise and falling productivity. In this paper, to cut front substrate glass of LCD and to get optimized cutting condition are tried for eliminating breaking process with developed glass cutting machine using a Piezoelectric ceramics actuator. It is known that the vibration of Piezoelectric Ceramic have effect in crack proceeding through the analysis of fracture section.

Key Words : Piezoelectric ceramics (압전 세라믹), Vibration (진동), Wheel force (휠 하중), Vertical crack length (수직균열 길이), period(주기)

1. 서론

급속한 정보화 시대의 발전으로 그 정보를 시각적으로 구현하여 전달할 수 있는 디스플레이의 기술 개발의 필요와 함께 다양한 디스플레이 제품 생산을 위해 평판 유리 절단기술이 필요하다.

초기 스크라이브 후 브레이킹에 의해 절단 하는 기존 방식은 파티클 발생으로 공정방해에 따른 생산성저하의 문제가 있고, 대체 방식인 레이저는 왜곡 현상, 열 손상, thermal crack 발생, 낮은 절단속도 등 여러 기술적인 문제에 의해 현재 이 기술을 적용시키기에는 어려움이 있다.

본 연구에서는 압전 세라믹 액츄에이터의 횡 진동을 이용한 평판 유리절단장치의 원리를 이해하고 구성하여 절단 실험을 통해 압전 세라믹 액츄에이터의 진동이 유리 균열 진전에 미치는 영향에 대해서 알아보았다.

2. 이론 및 원리

Fig. 1은 압전 세라믹 액츄에이터를 이용한 유리 절단장치의 구동 원리를 단순화한 개념도로 공압 실린더로 wheel이 유리 기판을 누르는 힘 wheel force를 결정하고, 압전 세라믹에 인가되는 신호를 전압(오프셋포함), 주파수, 파형을 변화시킬 수 있게 하여 압전 세라믹 액츄에이터의 횡 진동에 의해서 수평균열을 줄이면서 수직균열을 진전시켜 절단하는 것을

원리로 한다.

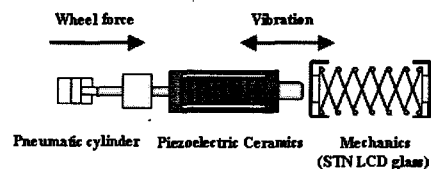


Fig. 1 Principle of plate glass cutting using Piezoelectric actuated system

3. 절단실험

전체 실험장치 구성은 wheel force가 공압에 의해 결정 되고 함수발생기와 증폭기를 이용하여 인가전압(오프셋 포함), 주파수, 파형을 변화시키면서 압전 세라믹에 인가하였으며 서보모터를 이용하여 진입속도, 가공속도, 출구속도를 제어 할 수 있게 하였다.

실험에서 유리기판은 단판 0.7mm(t) 무알카리 glass이며 파형은 square wave로 고정하였고, 가공속도는 60~300mm/s로 하였으나 아래의 결과는 60mm/s를 기본 값으로 하였다.

4. 결과

100mm 길이의 단 시편으로 절단 시 Fig. 2과 같이 평판 plate에서는 무진동에 비해서 진동을 주었을 때 2000Hz에서 인가전압 증가에 따라 약 20~30 μ m의 수직균열 깊이 증가를 보였으나 진공 bar상에서는 약10~15 μ m의 수직균열 깊이 증가를 보였다.

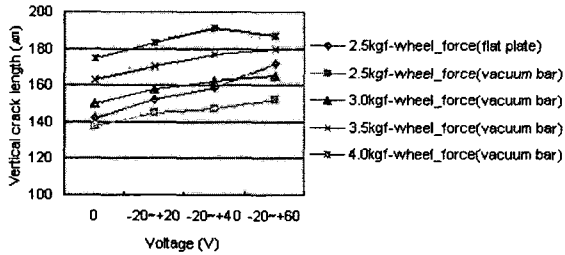


Fig. 2 Comparison of vertical crack length on short specimen

500mm 길이의 장 시편으로 절단 시에는 Fig. 3과 같이 평판 plate에서는 무진동에 비해서 진동을 주었을 때 2000Hz에서 인가전압 증가에 따라 약 15 μ m의 수직균열 진전 효과를 보았으나 진공 바 상에서는 진동에 의한 수직균열 진전효과가 나타나지 않았다.

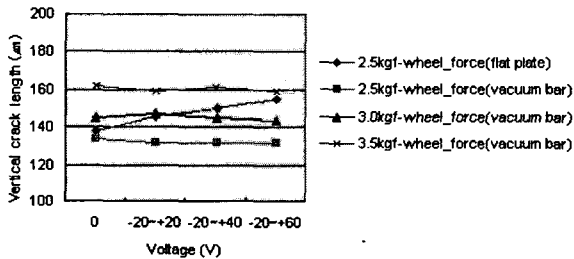
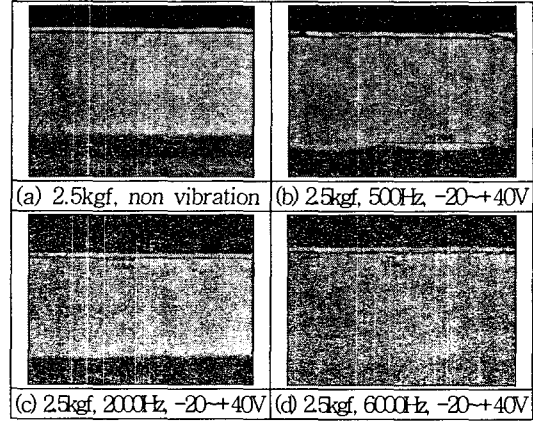


Fig. 3 Comparison of vertical crack length on long specimen

광학 현미경(Mitutoyo AT112-120F)을 통해 절단면을 확인하였으며, Table 1에서와 같이 진동 시 무진동에 비해서 vertical crack length가 증가한 것을 볼 수 있고 무진동시편(a)에서는 나타나지 않던 주기적인 무늬가 진동시편(b), (c), (d)에서는 연속해서 형성이 되었다.

인가주파수 500Hz(b)에서는 무늬 폭이 120 μ m, 2000Hz(c)에서는 무늬 폭이 30 μ m, 6000Hz(d)에서는 10 μ m로 나타났다. 이것으로 60mm/s의 절단속도와 인가주파수, 그리고 무늬 폭을 계산하여 인가주파수와 형성무늬가 같은 주기를 갖고 있다는 것을 확인하였다.

Table 1 Cutting section comparison of vibration and non vibration



5. 결론

1. wheel force 증가에 따라 vertical crack length가 증가하는 경향을 보였다.

2. 단 시편에서 진동 시 무진동에 비해서 평판 plate에서는 20~30 μ m의 vertical crack length 증가하였고 진공 바에서는 10~15 μ m의 증가를 보였다.

3. 장 시편에서는 진동 시 무진동에 비해서 평판 plate에서는 wheel force에 관계없이 15 μ m의 수직균열 증가를 보였으나 진공 바 상에서는 증가효과가 나타나지 않았다.

4. 절단면 분석을 통하여 인가주파수와 무늬의 형성 주기가 일치함을 확인하였다.

참고문헌

- 최성대, 정선환, 김기만, 전재목, 노영진, “진동에 의한 평판 유리의 절단 거동”, 한국기계공학회지, 제4권, 2005.
- 김정호, 김무준, 김정순, 이채봉, 하강렬, “초음파 커터에 의한 유리의 절단면 특성에 대한 실험적 검토”, 한국음향학회 학술발표대회 논문집, 제23권, 2004.