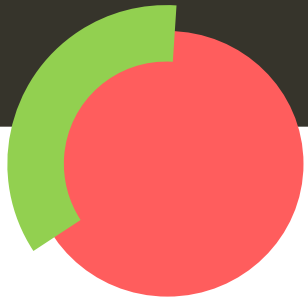




태풍으로 인한 유리창의 파손 해석

담당교수 : 신금철 교수
제 출 자 : 강현민
 방선오
 신동민
 김태근



문제의 정의

태풍의 풍압으로 인한 유리창의 변형과 응력상태를 파악하여 파손 여부를 판단하여라



공학적 가정

1. 유리창의 유리는 재질이 균일하다.
2. 유리창은 일반적인 플로트 유리로 한다.
3. 창틀은 유리창을 확실히 고정시켜준다.
4. 압력은 유리창에 균일하게 전달된다.
5. 바람은 유리창에 수직으로 분다.



재료의 종류 : 유리

$$E (\text{탄성계수}) = 73.5 \text{ GPa}$$

$$\nu (\text{프와송비}) = 0.25$$

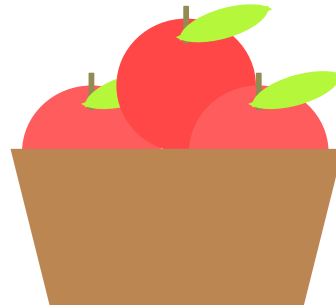
$$\sigma_y (\text{파괴강도}) = 50 \text{ MPa}$$



실험 주제

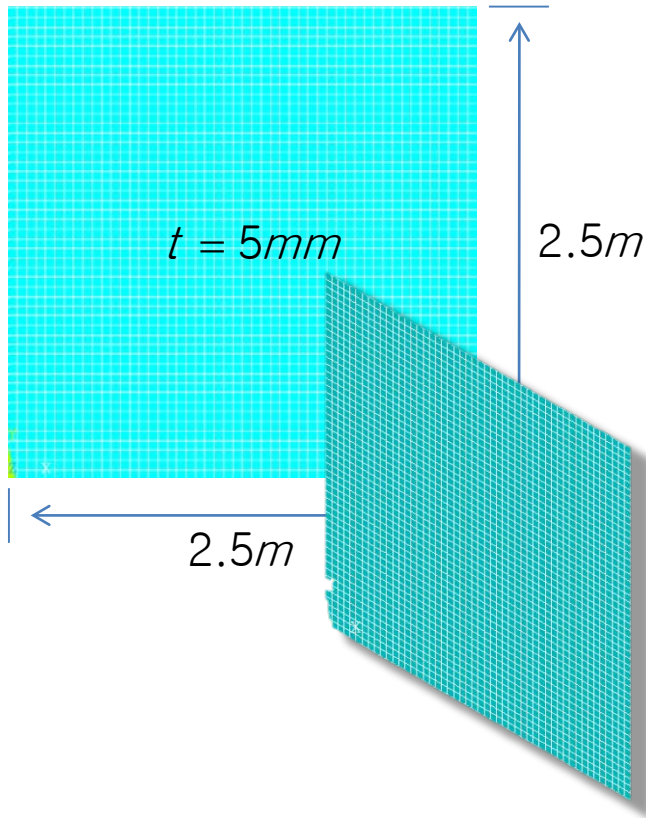


2012년 집 창문마다 테이프를 붙이게
한 "태풍 볼라벤"의 최대 풍속 50m/s
에서 베란다창이 깨지는지 안깨지는지
알아보고 깨진다면 보강을 해야할 곳을
찾아보자





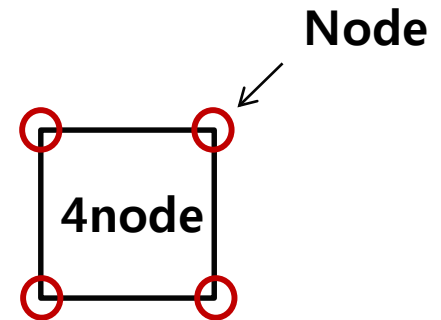
모델링



요소의 종류

Elastic 4node 63 (shell63)

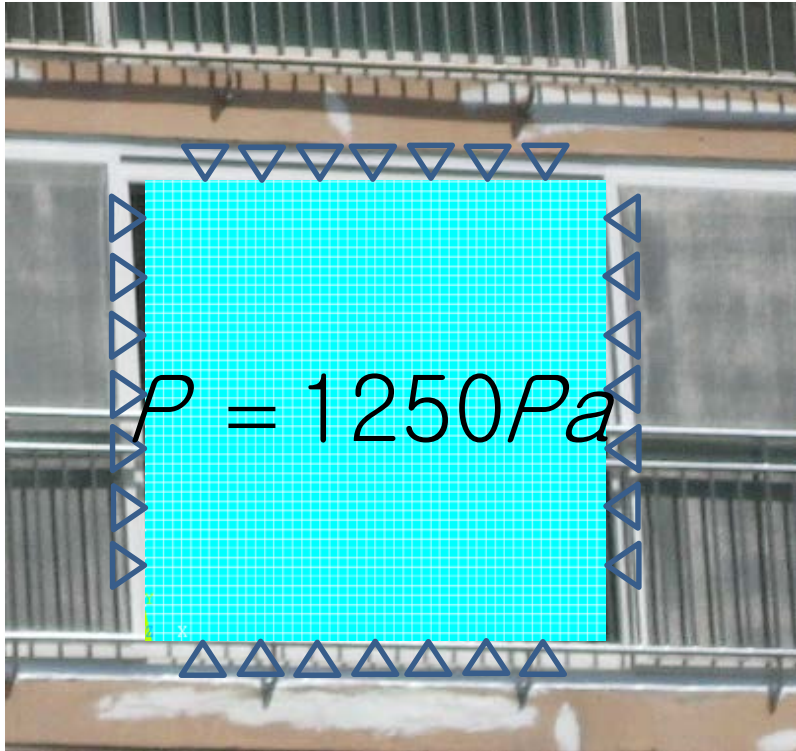
메쉬 크기 = 50



유리의 물성치 : 창에 많이 사용하는 일반적인 플로트 판유리의 물성치 이용



경계조건 및 하중조건



풍압(P)의 계산

풍속 = 50m/s

공기의 밀도 = 1kg/m³

$$P = \frac{\rho(\text{공기의 밀도}) \times v^2(\text{속도})}{2}$$

$$P = \frac{1 \times 50^2}{2} = 1250Pa$$

파괴 분석 해석결과를 이용한 파손해석 접근법

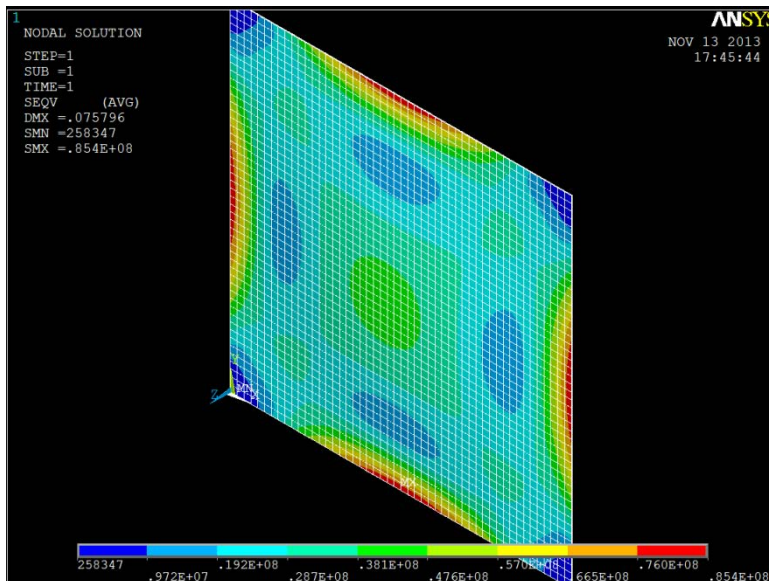
최대주응력설 : 물체 내의 어떤 점에 생기는 최대 주응력(主應力)이 단순 인장 시험에서 항복점에 달하면 재료는 파괴됨(취성재료의 파손과 잘 일치)



최대주응력설의 파괴조건식

$$\sigma_{mises} > \sigma_y$$

$$\sigma_{mises} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$



$$\sigma_{mises} = 85.4MPa > \sigma_y = 50MPa$$

파괴될 것으로 예상됨

파괴 분석 결론

1. 파손해석 결과 파손될 것이라는 결과를 얻어 실험 결과와 일치하였고 실제로도 태풍 최성기에 가까웠던 제주.전라도 지방에서는 강풍으로 인해 많은 피해를 입었음.
2. 최대 응력이 발생하는 지점이 유리창의 가운데가 아니라 창틀부분에 나타나 예상과 달랐음.
3. 테이프를 붙인다면 창틀주위에 붙이는것이 더 효과적인 방법이라 판단됨
4. 이 해석은 표면에 스크래치가 없고 재질이 균일하여 항복응력이 높게 나왔고 실제로는 표면의 스크래치와 내부의 결함으로 인해 더 쉽게 깨질 가능성이 높을 것으로 판단됨




추가 조사

강풍 불 때, 창문 아닌 창틀에 테이프 붙여야 안전

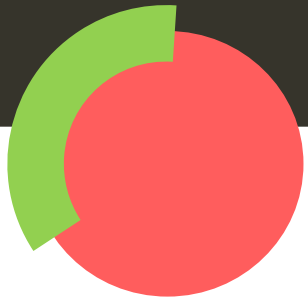
국립재난안전연구원, 태풍 등 강풍대비 국민행동요령 홍보 동영상
제작·배포

2013-07-08 오후 02:38



연구원은 큰 태풍과 맞먹는 위력인 풍속 50m/s 강풍기를 이용해 유리창 파손 실험 등을 실시했다. 그 결과, 강풍에 의한 유리창 파손은 창틀과 유리창 사이에 발생한 이격으로 유리창이 흔들려 발생하는 것으로 유리 자체 보다는 새시(창틀)에 크게 좌우되는 것으로 나타났다. 가장 효과적인 예방은 비규격·노후 창호는 즉시 교체하거나 창문을 창틀에 단단하게 고정시켜 이격이 발생하지 않도록 예방할 필요가 있는 것으로 분석되었다.

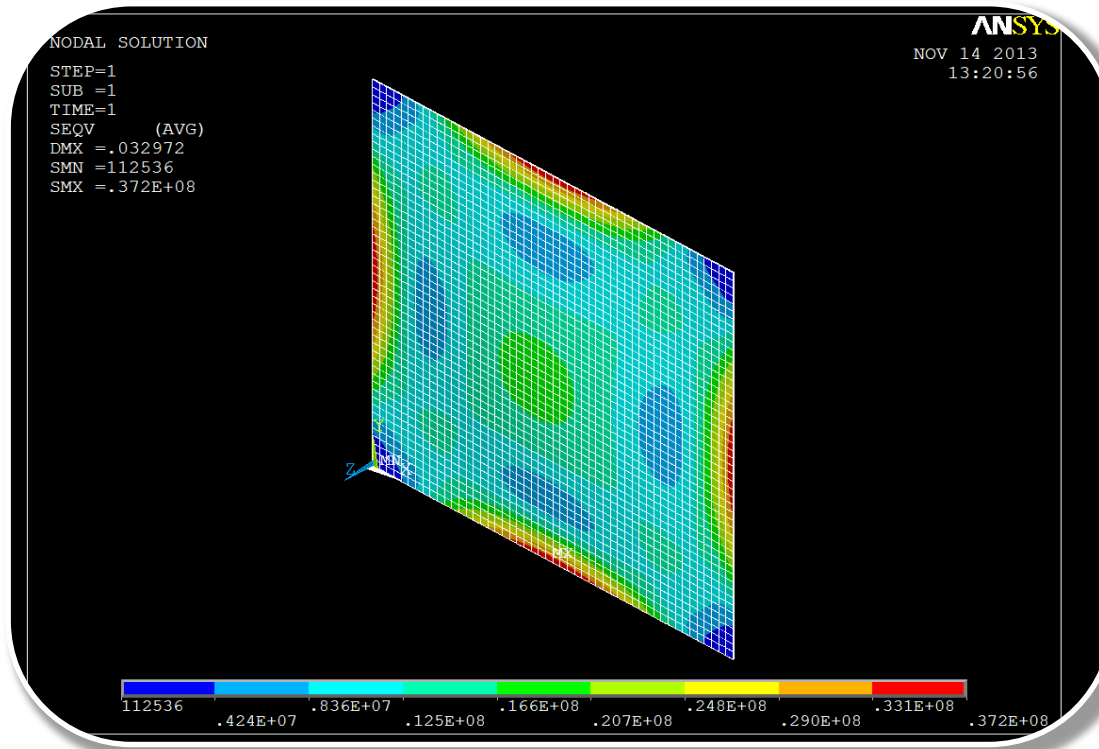
출처: 국립재난안전연구원



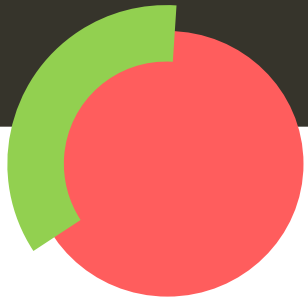
추가 조사



넘버원유리 파괴 실험 응력



가해지는 응력이 항복강도보다 낮았음에도 불구하고 파괴되었다. 유리에 스크래치 또는 결함이 있거나 두께가 더 얇은걸로 예상된다



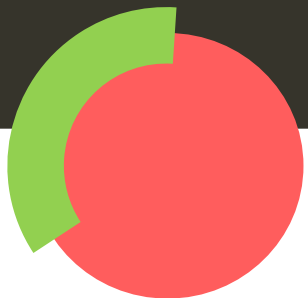
추가 조사



유리강도 규정



서울.경기 지역에 50m/s의 강풍이나
태풍이 상륙시에는 수도권내의 대부분의 유리창은
완파 될 수 있다.

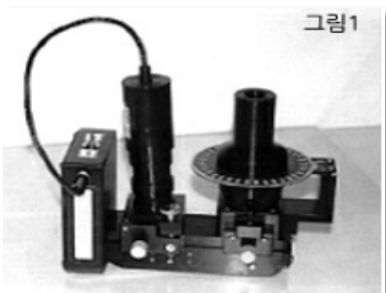


추가 조사



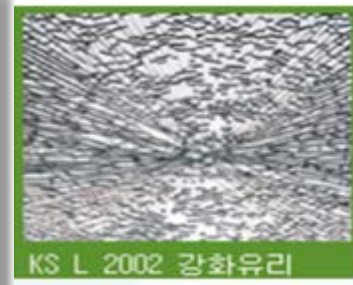
일반유리와 강화유리 구별방법

비파괴



1. 표면압축응력계로 측정
2. 편광필름 2장을 유리양면에 부착
3. 특정각도를 이용한 육안방법

파괴



1. 파손시켜서 구별하는 방법
2. 열을 가해서 확인하는 방법.

결론

1) 해석결과의 요약

- 몇 가지 공학적 가정에 따라 강풍을 버티는 유리창의 유한요소해석을 수행하였음
- 유리창의 형상이 사각형에 두께가 일정하고 얇으므로 **shell modeling**을 사용하였음
- 50m/s는 바람이 너무 강해 제품의 기능을 못하고 파손 될 것으로 예상됨
- 최대주응력설을 적용하여 파손분석을 수행한 결과 . 실제 유리창의 파손과 같은 결과를 얻었음.
- 최대주응력이 발생하는 위치가 창문 정가운데가 아니라 **창틀 부분이라** 예상과 많은 차이를 보임.

2) 과제 수행 중 궁금했던 것들

- 빗방울을 고려하지 않은 해석이여서 실제로 강풍과 함께 폭우가 동반할때 어떻게 될까 궁금하다.
- 스크래치가 있는 유리와 없는 유리의 해석결과가 얼마나 다를지 궁금하다.
- 이중창일 경우에 단일창보다 얼마나 더 강한 바람에 버티는지 궁금하다.

2) 과제 수행 후 느낀 점

- 예상과는 다르게 유리창의 중심부가 아니라 창틀에 응력이 집중되는걸 보고 놀랐고 올해는 태풍이 오지 않았지만 내년엔 태풍이 온다면 창틀에 테이프를 붙여야겠다고 생각했다.
- 초속 30m/s 만 넘어도 서있기 힘든데 유리창이 30m/s 까진 버티는걸 알았고 만약 50m/s 강풍이 분다면 수도권에 남아나는 창문은 없겠구나 생각했다.
- 단일창으로만 해석해서 우리집에 있는 이중창일 경우 태풍에 얼마나 버티는지 해석하고 싶었다.