

Crash box의 Bead 최적화

한양대학교 미래자동차공학과
4학년 신동민
지도교수: 민승재 교수님

배경 및 목적



Crash Box

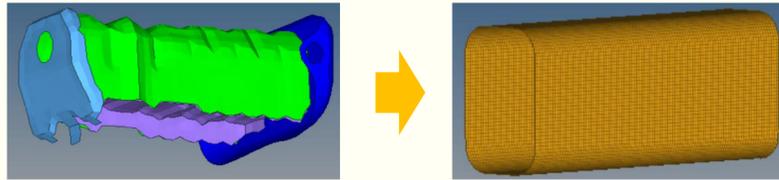
Crash Box는 프론트사이드 멤버 앞에 장착되어 이를 충격으로 부터 보호하는 부품
- Crash Box는 교체 가능한 부품이므로 충돌 발생시 Crash Box가 변형되어 프론트사이드 멤버 변형의 원인이 되는 힘을 최소화 하는 것이 정비에 유리

기존 관련 논문에서는 이미 만들어진 몇가지 Bead 형상 Crash Box를 실제 충돌실험을 거쳐 어떤 모델이 가장 적합한지 선정하는 방식

이 논문에서는 이런 케이스스터디 방식 대신 선형 해석을 통해 Crash Box에 여러가지 Bead를 생성하고 충돌 해석 결과로 프론트사이드 멤버로 전달되는 힘을 최소화하는 Crash Box Model을 도출

Bead 최적화

2010 Toyota Yaris를 기준으로 초기 모델 설정



2012 Yaris Toyota Crash Box (NCAC)

Base Model

해석 조건

- 관련 논문 Crash Box 충돌 조건 : 250kg의 충돌 대차를 초기 속도 8m/s으로 충돌 → 431kN 초기 하중 발생
- 431kN을 선형 해석을 위한 힘으로 설정, 압축 방향을 제외한 나머지 자유도 구속

목적 함수

$$\lambda_C = \frac{P_C}{P_R} \quad (\lambda_C : \text{좌굴 계수}, P_C : \text{임계 하중}, P_R : \text{압축력})$$

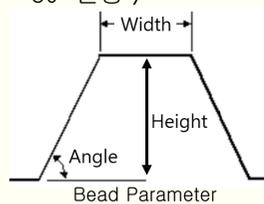
- 압축력이 일정할 때 좌굴 계수가 작을 수록 압축이 쉽게 일어나고 충격을 잘 흡수함 → 좌굴 계수를 최소화할 목적 함수로 설정

설계 변수

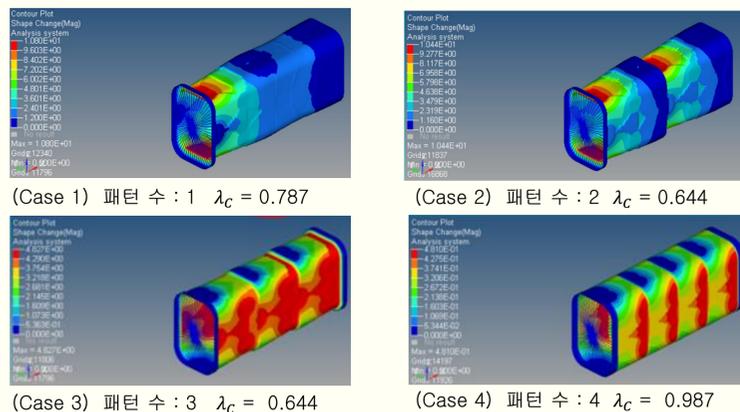
1. Crash Box에서는 압축 방향으로 반복되는 Bead 패턴이 있으므로 축 방향으로 패턴 수를 달리해 Bead 생성 (Width = 20mm, Height = 30mm, Angle = 30° 설정)

2. Bead Parameter 중

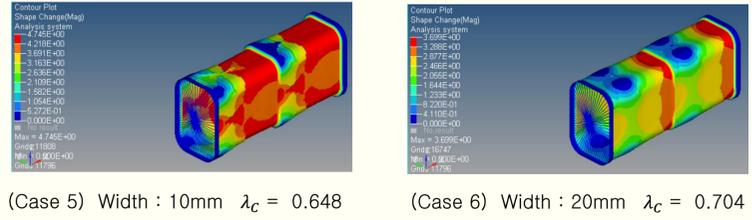
Width를 달리해 Bead 생성 (Bead 패턴 수는 2로 설정)



Bead 패턴 수에 따른 Bead 최적화



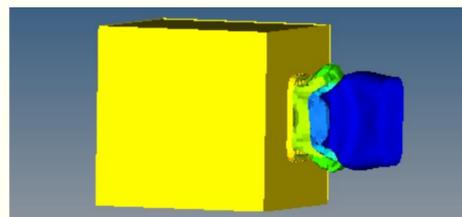
Bead 윗변 길이에 따른 Bead 최적화



Bead 최적화 결과

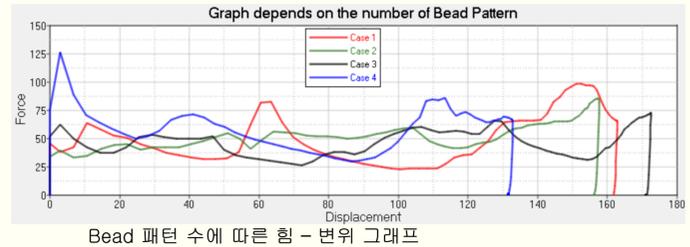
- Bead 패턴 수가 2 또는 3이고 Width가 20mm인 Crash Box가 충돌 했을 때 프론트사이드 멤버로 전달되는 힘 최소 예상

충돌 해석

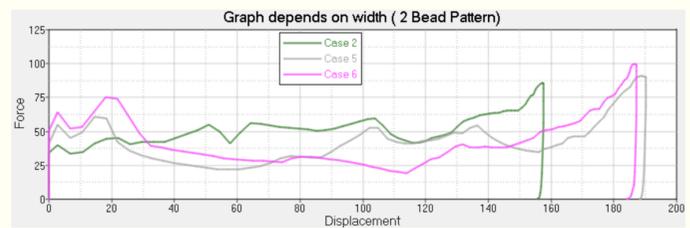


250kg의 Block을 초기 속도 8m/s로 Crash Box 충돌
Block과 Crash Box 재질 STEEL 4340 부여

충돌 해석 결과



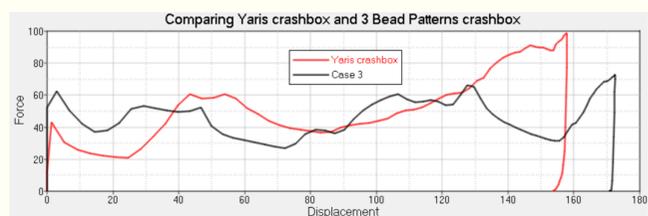
Bead 패턴 수에 따른 힘 - 변위 그래프



Width에 따른 힘 - 변위 그래프

	λ_C	최대 하중		λ_C	최대 하중
Case 1	0.787	98.75kN	Case 4	0.987	126.06kN
Case 2	0.644	85.66kN	Case 5	0.648	90.85kN
Case 3	0.644	72.77kN	Case 6	0.704	99.78kN

각 Case 좌굴 계수, 최대 하중 결과 비교표



Yaris Crash Box와 Case 3 Crash Box의 비교한 결과 25.9kN 만큼 최대 하중 감소

결론

- 선형 해석 결과로부터 도출된 Bead 최적화로 Crash Box의 좌굴 계수를 작게 할수록 충돌실험에서도 프론트사이드 멤버에 전달되는 최대 하중을 최소화
- > 시간이 많이 걸리고 복잡한 충돌 비선형 해석을 거치지 않고도 비교적 간단한 선형해석으로 Crash Box의 충돌에 관한 최적 설계를 할 수 있음