



슬리브 골판지 완충성 평가

Evaluation of Sleeved Corrugated Fiberboard Cushioning

佐藤幹彦 / 아이치현 산업기술 연구소 기술 지원부 응용 기술실

1. 서론

최근 폐기물 처리문제 등으로 포장의 탈플라 스틱화가 급속히 진행되는 가운데 내포장·외포장 모두 골판지를 이용한 올 골판지 포장이 눈에 들어오고 있다.

내장재인 완충재에 대해서는 골판지를 접거나 절단을 이용한 구조체를 많이 볼 수 있다.

그러나 완충 설계기법이 확립되어 있는 발포 플라스틱계 재료와는 달리 이러한 골판지 완충 설계는 과거의 경험이나 시행착오의 반복에 의해서 일반화가 정형화되지 않기 때문에 데이터의 축적, 완충 설계기법의 확립이 강하게 요구되고 있다.

여기서, 슬리브 골판지 구조체의 실험모델을 작성하고 포장용 완충재로서 완충성 평가(정적 압축특성, 동적 압축특성)를 시도했다.

1. 슬리브 골판지 실험 모델

골판지를 얇은 판자형 구조체로 사용하는 경우, 단의 세로주름으로 제품을 받는 종방향(스

코어 방향)과 가로주름으로 받는 횡방향(크리스 방향)의 두 개가 있다.

강도가 약한 횡방향으로 완충설계를 실시하는 대상은 경량품으로 한정되고 골판지 완충설계에는 횡방향에 대해 종방향을 사용하는 경우를 많이 볼 수 있기 때문에, 단의 세로 방향을 사용한 sleeve장 구조체를 실험 모델로 채택했다. 외측 법은 100×100×35mm, 100×100×50mm의 2종류, 접는구조에 대해서는 sleeve의 한쪽편 및 양측으로 한 경우로 했다.

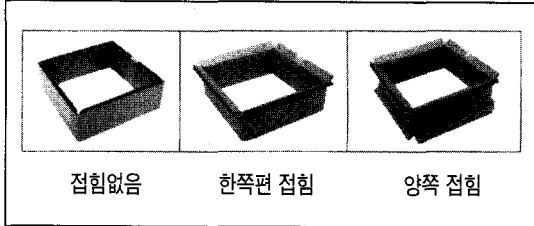
실험모델은 [사진 1]과 같다. 게다가 동일 주위길이를 종횡비를 변경하는 것이 완충특성에 어느정도 영향을 줄까를 조사하기 위해, 구조체 주위길이를 400mm로 한 3종류의 모델(종횡치수:100×100mm, 120×80mm, 150×50mm)을 작성했다.

실험모델을 [사진 2], 실험 모델법을 [표 1]에 나타냈다.

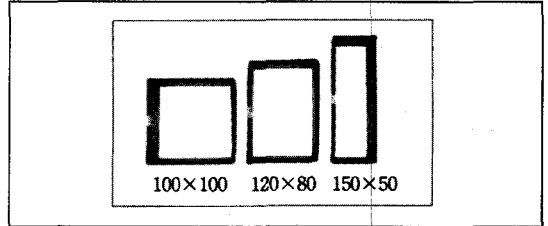
덧붙여 사용하고 있는 골판지는 A플롯이며 평량은 라이너가 앞뒤 모두 210g/m²로 중심은 보통심지 120g/m²이다.

골판지 원지의 압축힘(링크 랫시유 수치)은

[사진 1] 실험모델(1)



[사진 2] 실험모델(2)



[표 1] 실험모델 치수

치수(mm)	접합 유무	치수(mm)	접합 유무	치수(mm)	접합 유무
100×100×35	없음, 한쪽, 양쪽	120×80×35	없음, 한쪽, 양쪽	150×50×35	없음, 한쪽, 양쪽
100×100×50	없음, 한쪽, 양쪽	120×80×50	없음, 한쪽, 양쪽	150×50×50	없음, 한쪽, 양쪽

앞뒤 라이너가 각각 319N, 314N, 중심이 84.1N이며 골판지의 평면압축힘(플랫 크래쉬 수치)은 146kPa이다.

각 모델시료는 23℃/50% RH의 온습도 환경에 24시간 이상 방치한 후, 실험을 실시했다.

2. 시험 결과 및 고찰

2-1. 정적 압축 특성

[그림 1]에 접는 구조가 다른 3종류의 실험 모델(100×100×50mm)의 정적 압축시험의 결과를 표시했다.

그림으로부터 알 수 있는 것처럼 접합이 없는 모델에서는 압축량이 미세한 입상부분에 압축하중의 급격한 상승이 보여진다.

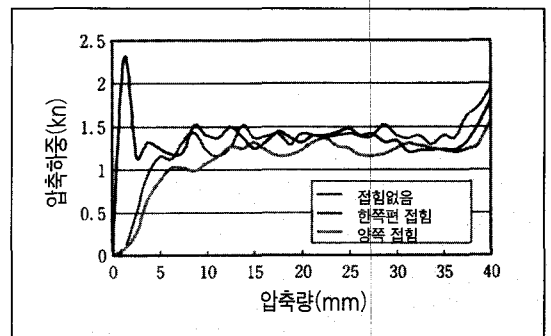
이것은 접합이 없는 구조로 제품을 보관 유지하면, 힘을 받았을 경우에 비틀림량이 작아 제품이 충격을 강하게 받기 쉽다는 특성을 나타내고 있어 접합의 유무가 완충성에 영향을 미치고 있다.

게다가 그래프의 곡선 하부면적에 상당하는 충격 흡수에너지가 3종류의 실험 모델에서는 대충 같고, 접합이 있는 구조체에서도 완충재로서의 충격 흡수능력은 동등하다는 것을 알 수 있다.

[그림 2]는 동일 주위길이로 종횡비 및 높이를 변경한 sleeve의 압축하중을 비교한 그래프이다.

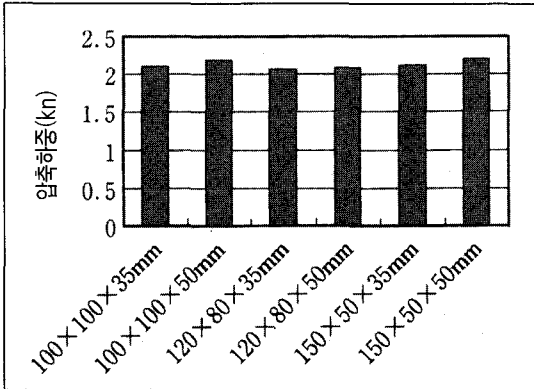
어느 모델에서도 2kN강의 강도를 나타내고, 종횡비에 의한 유의차는 인정받지 못한 것을 알

[그림 1] 접합 구조 유무에 의해 정적압축 특성

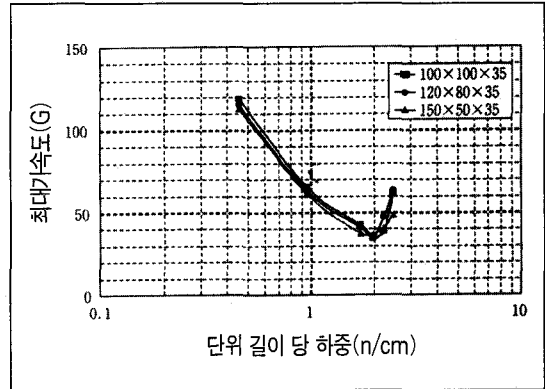




[그림 2] 동일 주위 길이 슬리브 압축 하중



[그림 4] 종횡비 다른 모델 동적압축특성(접힘없는 구조)



수 있다.

종횡비 및 높이에 의한 영향은 거의 없고 주위 길이에 의해 강도가 정해지는 경향에 있다고 생각할 수 있다.

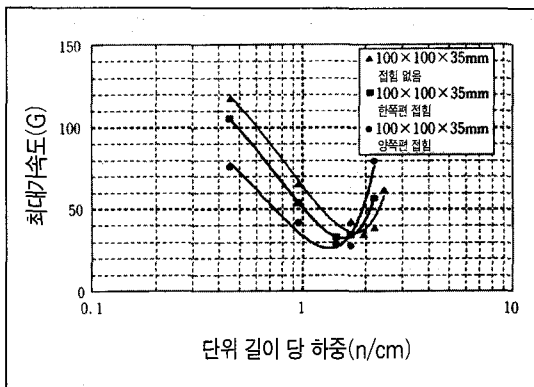
2-2. 동적 압축 특성

접힘 구조에 의한 완충 특성선 그림의 비교를 [그림 3]에 표시했다. 세로축은 최대 가속도(G)이며, 횡축은 단위 길이당 정적하중(N/cm)을 가리키고 있다.

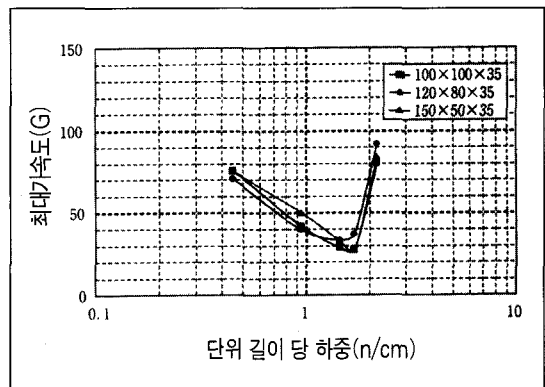
종래의 완충 설계기법에서는 횡축에 중추의 중량을 지지면적으로 제거한 정적응력을 이용하지만, 얇은 판자형태의 골판지에서는 지지하는 부분이 외측선만으로 구성되어 있기 때문에 적절하지 않아서 구조체의 주위길이라고 하는 조건을 사용하는 새로운 파라미터로서 환산하고 있다.

100×100×35mm의 시료에 대해, 접힘구조의 유무로 완충성을 비교하면, 양측으로 접힘구조를 실시하는 것으로 최대 가속도가 10G정도

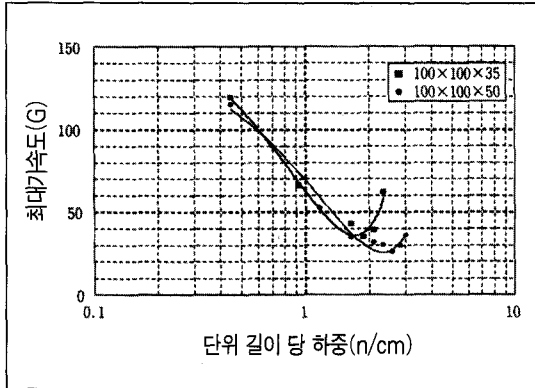
[그림 3] 접힘구조 유무에 의한 동적압축 특성



[그림 5] 종횡비 다른 모델 동적압축 특성(양쪽 접힘구조)



(그림 6) 높이별 모델 동적압축특성(접힘없는 구조)



낮아지고 있다. 최적 응력범위에도 차이가 발생해 골판지 완충설계에 대해서는 접힘구조가 유효하다는 것을 알 수 있다. 다른 종횡비의 실험 모델(120×80mm, 150×50mm)에서도 같은 경향이였다.

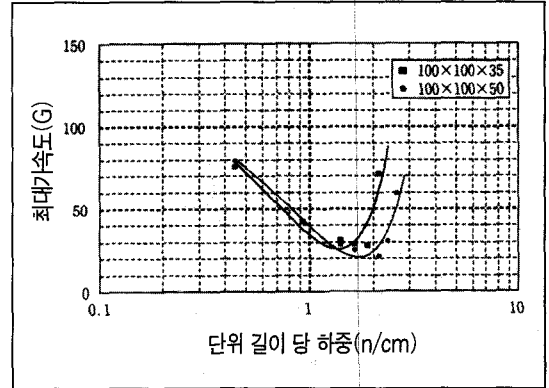
종횡비가 다른 실험 모델로의 완충성을 (그림 4), (그림 5)에 나타냈다. 그림에 보여지는 것처럼 거의 일치하고 있어, 구조체의 종횡비에 의한 유의차는 인정받지 못한 것이 밝혀졌다. 그림은 높이 35mm에서 양측 접힘 모델로의 완충성을 나타내고 있지만, 한쪽편 접힘구조, 높이 50mm의 구조체의 경우에서도 완충 특성선 그래프가 거의 일치했다.

(그림 6), (그림 7)은 동일구조로 높이가 다른 실험 모델의 완충성비교를 나타낸 것이다. 이는 접힘 구조의 유무에 의하지 않고 같은 경향이 보이는 것을 알 수 있다.

단위길이당 하중이 작은 범위에서는 최대 가속도의 선도는 거의 일치하고 있다.

또, 최대 가속도가 낮은 것이 충격 흡수에너지가 크기 때문에 높이가 높은 시료(정도)만큼 충

(그림 7) 높이별 모델 동적압축특성(양쪽 접힘구조)



격 흡수능력이 있어 완충성이 좋아지고 있는 것을 알 수 있다.

즉, 골판지에 좌굴이 일어나지 않는 한 높이를 증가하는 것으로써 완충 특성의 향상이 가능하다.

2-3. 에너지 밀도와 단위길이당 최대 하중

한층 더 완충성을 평가하기 위해 골판지 구조체의 충격 흡수에너지를 요구하는 에너지밀도를 산출했다.

이 경우 에너지밀도는 얇은 판자형태의 골판지에 있어서의 단위 체적 당 충격 흡수에너지가 어느 정도인지를 나타내고 있다.

여기서 다음과 같은 식에 의한 값을 에너지 밀도 $ED(J/cm^3)$ 로 한다.

$$ED = Wh / (I \times h \times t)$$

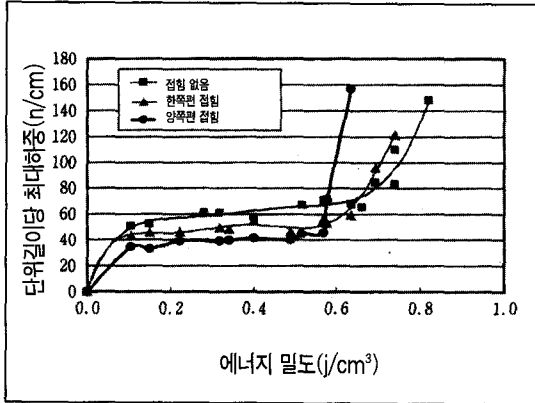
Wh : 제품의 위치 에너지 (J)

I, h, t : 완충재 제품 지지부 길이, 높이, 두께(cm)

또, 제품질량과 충격가속도, 적재를 최대 하중으로 한, 완충재 제품지지부 길이당 환산한 값을 단위길이당 최대 하중으로 한다.



(그림 8) 에너지밀도 단위 길이당 최대하중선 그래프

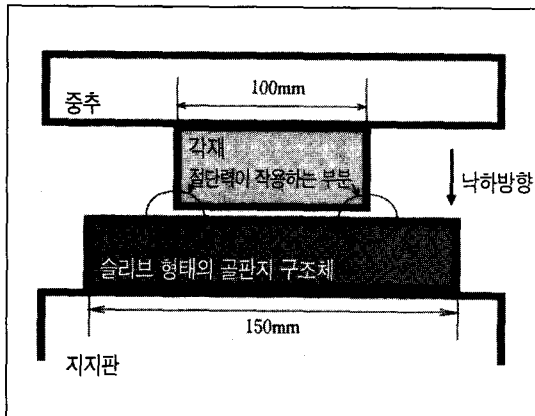


시험 결과에 근거해 에너지밀도와 단위길이당 최대하중의 상관관계를 (그림 8)에 나타냈다.

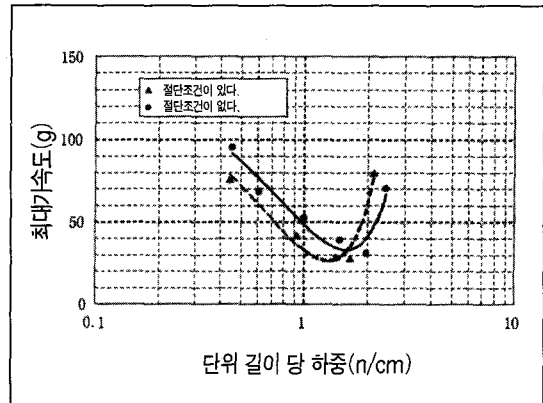
그래프가 일어서 있는 부분에서 파손이 발생하고 있는 것을 나타내고 있어 그것보다 에너지밀도가 작은 범위에서 완충설계할 필요가 있다.

이 선 그래프를 이용하는 것으로써 골판지 구조체의 최적 높이를 위식으로부터 산출할 수 있다.

(그림 9) 절단조건을 고려한 경의 낙하충격 시험



(그림 10) 절단조건 유무에 의해 완충특성 비교



예를 들면, 골판지 구조체의 최저 높이를 요구 하고 싶은 경우는 에너지 밀도 0.5 J/cm³ 를 이용해 산출하면 좋다고 말할 수 있다.

2-4. 절단 조건 고려 모델로 완충성 평가

실제의 완충설계에서는 제품지지부 양단에 절단력이 작용하는 것이 예상되기 때문에 절단 조건을 고려한 모델로의 완충성 평가를 실시했다.

(그림9)와 같이 낙하 충격시험기의 중추 밑면에 각재(길이 100mm×폭 100mm)를 달아, 절단력이 작용하는 경우의 sleeve장 구조체(150×50×35mm)의 동적압축 특성을 측정했다.

양측 접합 구조로의 절단조건 유무에 의한 비교를 (그림10)에 나타낸다. 절단 조건의 유무로 완충특성이 달라, 특히 완충설계로 필요한 그래프의 바닥에서 좌측의 범위에서 절단조건이 있는 경우는 15G정도의 최대 가속도의 증가가 보여져 완충설계에서는 절단조건을 무시할 수 없다는 것을 알 수 있다.

II. 결론

슬리브 골판지 완충성 평가를 실시해, 다음과 같은 사항이 밝혀졌다.

(1) 접합 구조의 유무에 의해 최적응력의 범위에 차이가 발생하고 접합 구조가 골판지 구조체의 완충성에 크게 영향을 준다.

(2) 골판지 구조체에 대해서, 지지단면의 중형비에 의한 정적 압축특성 및 동적 압축특성에 유의차는 인정되지 않고 구조체의 주위 길이에 의해 특성이 결정된다.

(3) 골판지 완충설계를 실시하는 경우, 골판지 구조체의 주위길이와 접합구조의 유무가 중

요한 팩터가 된다고 생각된다.

(4) 에너지 밀도 1단위길이당 최대 하중선 그래프를 이용하면 골판지 구조체의 적정한 높이를 산출하는 것이 가능하다.

(5) 골판지 구조체의 제품 지지부에 있어 절단력이 완충성에 영향을 미친다.

이번 측정된 데이터를 기본으로 얇은 판자형태의 골판지 구조체의 완충 설계의 일반화를 도모하는 것이 가능하다고 생각된다.

그러나 실제의 골판지 완충 설계에서는 이 결과에 들어맞지 않는 복잡한 형상, 조건도 생각할 수 있어 향후 어떻게 응용해 나갈지가 과제이다. [ko]

롤 막힘 안전 해결!!

롤(roll)막힘, 오염, 기타 세척에 대해 애로를 느끼고 계십니까?
그러시다면 바로 click 하십시오.

www.yerim.com



세척서비스

Biojet(완벽한 물리적 세척)
- 장착상태로 세척
- 탈착하여 세척

세정액

Biojet(화학적 세척)
인체에 무해한 무용제 타입
- 수성임크용, 유성임크용, UV임크용

셀 막힘 테스트

오염정도를 확인가능
Ravol (셀 용적측정 장비)

보조부품

브러시 (효과적인 세척)
- 스테인레스 솔 : 세라믹용
- 구리 솔 : 크롬용
휴대용 현미경(100배)

예림상사

전화 : 031-424-4505 팩스 : 031-423-8169

Home page : www.yerim.com e-mail : kjchoi@yerim.com