

충격속도에 따른 GFRP 및 AFRP의 충격흡수에너지 거동

김철웅*(고려대 공학기술연구소), 송삼홍(고려대 기계공학과), 오동준(안동대 기계교육과)

주제어 : 유리섬유강화 적층재(Glass Fiber Reinforced Plastic, GFRP), 아라미드섬유강화 적층재(Aramid Fiber Reinforced Plastic, AFRP), 충격속도(Impact Velocity), 충격흡수에너지(Impact Absorbed Energy), 층간분리(Delamination), 잔류강도률(Residual Strength Rate, σ_R/σ_0)

탄소섬유강화 적층재(Carbon Fiber Reinforced Plastic, 이하 CFRP)는 강성도는 뛰어나지만 충격특성에는 취약한 단점이 있다. 따라서 충격저항과 충격에너지 흡수율이 상대적으로 우수한 유리섬유강화 적층재(Glass Fiber Reinforced Plastic, GFRP) 및 아라미드섬유강화 적층재(Aramid Fiber Reinforced Plastic, 이하 AFRP)를 CFRP 적용분야에 대체하고 점차적으로 피로특성을 개선시켜 나간다면 특성이 더욱 개선된 제품을 사용할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 Fig. 1에 제시한 중추낙 하식 충격시험기를 이용하여 충격속도 변화에 따른 GFRP와 AFRP의 충격특성을 정량적으로 파악하고 비교해보았다. 특히, 충격속도에 따른 하중-에너지 이력, 하중-치짐량 관계 및 잔류강도 변화 등을 주요인자로 평가해 보았다. 수행된 세부적인 내용은 다음과 같다. 1) 충격속도 변화에 따른 충격하중과 충격에너지 이력. 2) 충격속도 변화에 따른 치짐량과 손상형태. 3) 충격속도 변화에 따른 흡수에너지와 잔류강도률 거동. 연구결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. i) Fig. 2에 제시한 바와 같이 $v = 2$ m/s 이하의 충격속도에서는 GFRP와 AFRP가 유사한 충격하중-충격에너지 이력을 나타낸다. 그러나 $v = 2$ m/s 이상에서는 두 재료간의 충격손상 거동이 층간분리 타입과 압입 타입으로 구분되며 전혀 다른 거동을 나타낸다. $v = 2$ m/s 이상에서 압입이 발생하는 AFRP는 하중이력의 급격한 저하현상이 나타나지만, 층간분리가 나타나는 GFRP는 하중이력의 1,2차 평행구간이 형성된다. 따라서 충격에 의한 압입 및 층간분리는 충격하중-충격에너지 이력에 지대한 영향을 준다는 것을 알 수 있다. ii) AFRP는 충격속도와 치짐량의 관계가 거의 비례적인 관계로 나타났으나, GFRP는 불규칙적인 관계를 나타냈다. 그 이유는 AFRP의 압입이 충격속도에 비례적인 성장을 한 반면, GFRP의 층간분리는 충격속도와 무관한 성장을 했기 때문이다. iii) 충격속도 변화에 따른 흡수에너지와 잔류강도률의 관계를 평가하기 위해 다음의 식을 제안하였다. $(\sigma_R/\sigma_0) = (1 - (E/W_S))^{1/2}$. 이 식을 이용하여 충격속도 증가에 따른 잔류강도률을 평가해 본 결과, AFRP가 GFRP보다 강도감소률의 감소가 더 크게 나타남을 알 수 있었다. 그 이유는 AFRP의 압입이 충격에너지의 방출을 증가시켰기 때문이다. 그러나 총에너지는 AFRP가 GFRP보다 크게 나타났다. 따라서 잔류강도률은 충격에 의한 압입, 층간분리 등의 영향이 반영된 결과지만, 총에너지는 충격손상이 고려되지 않은 순수 에너지 관계만을 제시하고 있음을 알 수 있다.



Fig. 1 Impact test machine (weight drop type, Dynatup 8250, 830-I)

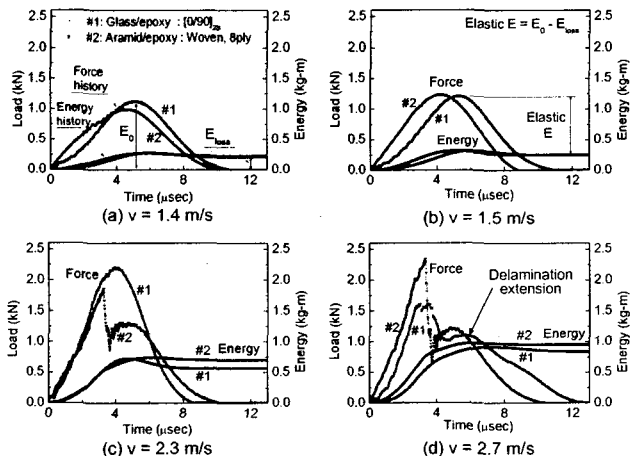


Fig. 2 The history of impact load and impact energy due to the various impact velocity