

SHPB기법을 사용한 고무와 합성수지의 고변형률 하중 하에서의 동적 변형 특성

이종원*(인하대원), 김경준(인하대원), 이역섭(인하대 기계공학부)

주제어 : Dynamic stress-strain curve(동적 응력-변형률 선도), Ethylene Copolymer(합성수지), high strain-rate(고변형률 속도), Rubber(고무), SHPB(Split Hopkinson Pressure Bar), stress wave(응력파),

충격하중을 받는 재료의 거동에 관한 연구는 공학의 넓은 분야에 깊은 관계를 가지고 있다. 특히 재료산업의 발달로 인해 여러 재료들의 고변형일 때 역학적인 성질에 대해서 중요한 과제로 떠오르고 있다. 구조물을 최적으로 설계하기 위해서는 여러 조건하에서 실험적으로 얻어진 정확하고, 완벽한 재료 물성치가 필요하다. 하지만 현재 사용되고 있는 대부분의 재료 물성치는 변형률 속도가 매우 낮은 조건하에서 얻어진 것이다. 그러나 고변형률 압축 하중과 같이 짧은 시간에 매우 큰 압축 하중의 경우와는 매우 다르다는 것이 알려져 있다.

동적인 실험에서 관성은 다음의 3가지 영향을 나타낸다. 첫 번째로 관성은 어떠한 조건에서는 무시할 수 있는 반경 성분을 가지게 된다. 두 번째로는 실험의 초기에서 나타나는 변형의 이방성은 관성에 의한 것이다. 마지막으로 관성은 연신 안정성에 영향을 미치게 된다. 일반적으로 고무재료는 다량의 에너지 흡수율로 인해 지진과 같은 진동과 파손증가 방지를 위해 널리 사용되었다. 그러나 고무재료는 하중과 변형을 비선형적인 관계로 나타낸다. 또한 커다란 변형 영역은 hyper-elastic 특성을 나타낸다. 그러므로 고무재료의 효과적인 정적/동적 특성의 설계를 위해서 좀더 세부적이고 구체적인 이해가 필요하다.

변형률 속도가 $10^3/s$ 이상의 상태에서 충격에 대한 압축하중 하에서 동적 재료의 특성을 얻기 위해 SHPB(Split Hopkinson Pressure bar)기법이라는 특별한 실험 방법이 제안되었다. 일반적으로 SHPB 장치는 $10^3-10^4/s$ 사이의 고변형률 속도를 얻을 수 있다.

본 논문에서는 SHPB 실험 기법을 이용하여, 내진 재료 및 방진 재료로 사용되는 고무와 우수한 충격 강도와 인열강도로 가지고 있어 파이프나 대형 용기에 사용되는 합성수지(PH143/PH162/PB160/PM340)의 고변형률 압축 하중에서의 변형 거동을 실험적으로 규명하고, 재료의 고변형률 압축하중하에서 기계적 특성에 대하여 면밀한 고찰을 수행하였다.

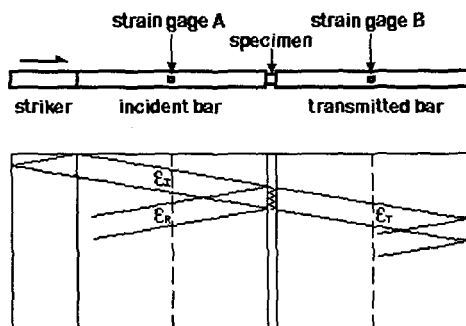


Fig 1. A schematic diagram of specimen and elastic stress wave propagation for the compressive test.

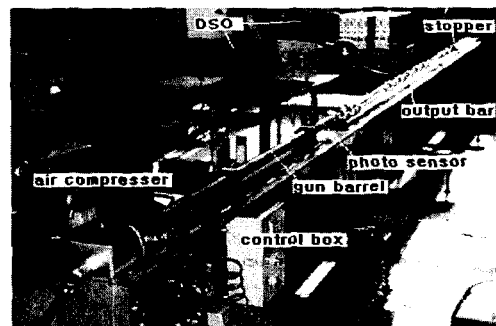


Fig 2. General view SHPB experimental apparatus.