

구조용 접착제의 신뢰성 평가기술

Test Method of Reliability for Structural Adhesive

*고대철¹, #김병민², A.C. Taylor³

*D.C. Ko¹, #B. M. Kim(bkim@pusan.ac.kr)², A.C. Taylor³

¹부산대학교 ILIC, ²부산대학교 기계공학부, ³Imperial College London

Key words : TDCB test, DCB test, IWP test, Structural adhesive

1. 서론

본 연구의 목적은 접착부의 신뢰성을 평가하기 위해 파괴역학을 기반으로 한 접착구조물의 신뢰성 평가방법 및 제시된 방법으로 접착구조물의 신뢰성을 평가결과를 소개하는 것이다. 이는 mode I, mode II 및 층들에 대한 파괴에너지 평가방법을 포함한다.

2. Mode I 평가방법 및 실험결과

본 연구에서 Mode I 및 Mode II 파괴모델은 Irwin-Kies equation에 의해 기반으로 유도되었다. Irwin-Kies equation은 다음과 같이 정의된다.

$$G = \frac{P^2}{2B} \frac{dC}{da} \quad (1)$$

여기서, P는 하중, B는 시험편 폭, C는 컴플라이언스, a는 크랙 길이이다. SBT(Simple beam theory)에서 벤딩과 전단에 보의 처짐을 고려하면, 보의 컴플라이언스는 다음의 식과 같이 나타낸다.

$$C = \frac{8(a^3 + h^2a)}{E_s B h^3} \quad (2)$$

여기서, h, Es는 보의 높이와 탄성계수이다. 식(2)를 a에 대해 미분하여 식(1)에 대입하면, SBT에서 임계 파괴에너지는 다음과 같다.

$$G = \frac{4P^2}{E_s B^2} \left(\frac{3a^2}{h^3} + \frac{1}{h} \right) \quad (3)$$

Fig. 1은 mode I 평가방법에 대한 시험편 형상 및 시험취구를 나타낸 것이다.

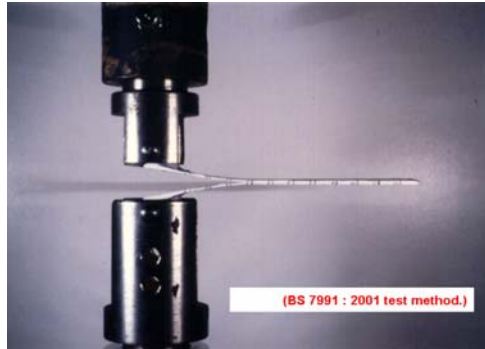


Fig. 1 Test tools and specimen for mode I

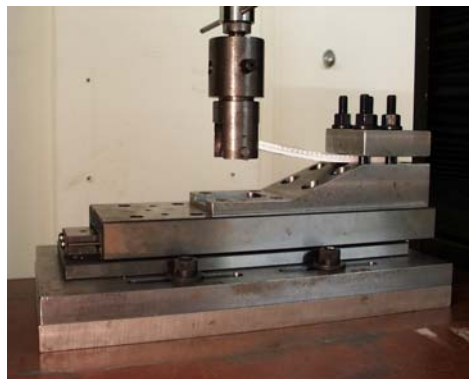


Fig. 2 Test tools and specimen for mode II

3. Mode II 평가방법

ENS 시험편의 컴플라이언스는 다음과 같이 표현된다.

$$C = \frac{\delta}{P} = \frac{3a^3 + L^3}{2bh^3 E_1} \quad (4)$$

여기서, EI은 굽힘계수이다. dC/da는 다음과 같

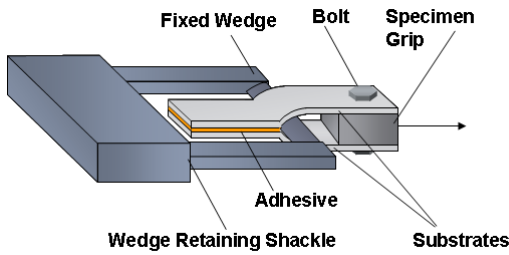


Fig. 3 Test tools and specimen for impact wedge peel

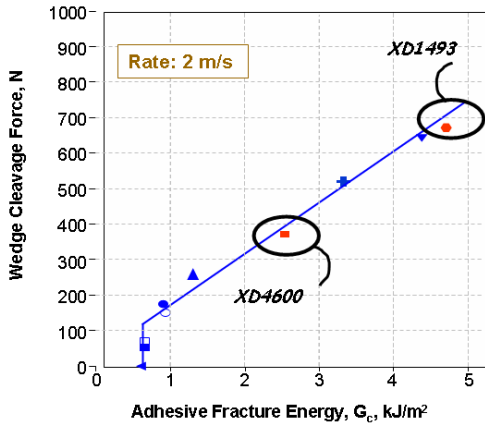


Fig. 4 Result of impact wedge peel test

이 유도된다.

$$\frac{dC}{da} = \frac{9a^2}{2bh^3E_I} \quad (5)$$

식(5)를 Irwin-Kies 식에 대입하면 mode II 파괴에너지 값을 구할 수 있으며, 다음과 같이 표현된다.

$$G_{IIC} = \frac{9P^2a^2}{4b^2h^3E_I} \quad (6)$$

Mode II 파괴에너지는 시험편 형상을 고려할 경우, 다음과 같이 수정된다.

$$G_{IIC} = \frac{9p^2(a + \Delta_{II})^2}{4b^2h^3EI} F \quad (7)$$

여기서, F는 대변형에 대한 보정계수이다. 유효 크랙길이(effective crack length)로 식(8)를 표현하

면 다음과 같다.

$$G_{IIC} = \frac{9P^2a_c^2}{4Eb^2h^3} F \quad (8)$$

Fig. 2는 mode II 평가방법에 대한 시험편 형상 및 시험취구를 나타낸 것이다.

4. 충돌 파괴에너지 평가방법

충돌 파괴에너지는 주로 IWP(impact wedge peel) 시험에 의해 평가된다. Fig. 3은 시험방법을 개략적으로 나타낸 결과이다. Fig. 4는 IWP 시험에서의 박리하중과 충돌파괴에너지의 관계를 나타낸다. 접착제의 파괴에너지가 증가함에 따라 선형적으로 하중이 증가하는 경향을 나타내며, 파괴에너지가 0.6 J/m² 이하에서는 불안정한 파괴거동이 나타나는 것으로 보고되었다.

5. 결론

이론적 모델을 활용하여 접착시험편에 대한 mode I 및 mode II에 대한 파괴에너지 평가방법과 IWP 시험을 통해 충돌하중에 대한 파괴에너지를 평가방법 및 평가결과를 소개하였다. 향후, 구조용 접착기술을 적용한 구조물에 대한 설계에 적용되어 보다 신뢰성 높은 접착구조물 설계가 가능할 것으로 기대된다.

후기

이 논문은 2010년 정부의 재원으로 한국연구재단의 해외우수연구기관유치사업과 한국산업기술재단의 전략기술인력양성사업으로 수행된 연구임.

참고문헌

1. B.R.K. Blackman et al. "The calculation of adhesive fracture energies in mode I," Engineering Fracture Mechanics, vol. 70, pp. 223-248, 2003.
2. B.R.K. Blackman et al., "The determination of mode II adhesive fracture resistance, GIIC, of structural adhesive joints," Engineering Fracture Mechanics, vol. 72, pp. 877-897, 2005
3. B.R.K. Blackman, "The impact wedge-peel performance of structural adhesive," Journal of Materials Science, vol. 35, pp. 1867-1884, 2000.