

하중 및 온도에 따른 인코넬 718 시편의 보정계수 측정에 관한 연구

Study on Measurement of Correction Coefficient of Inconel 718 Specimen according to Load and Temperature

*#길두송, 안연식, 박상기

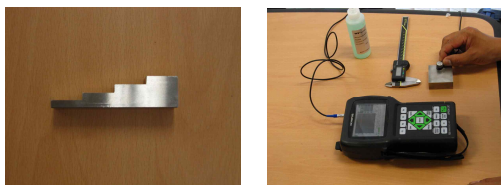
*# D. S. Gil(kds6801@kepri.re.kr), Y. S. Ahn, S. K Park
전력연구원

Key words : Inconel 718, Load, Correction coefficient, Rotor bolt

1. 서론

가스터빈 로터 볼트의 소재로 주로 사용되는 인코넬(Inconel) 718 은 일반적으로 253℃에서 705℃까지 탁월한 강도를 유지하고 시효경화성을 보유하며, 완전시효 경화상태에서도 용접이 가능하다[1,2]. 980℃까지 내산화성이 탁월하고 700℃에서도 높은 크리프강도를 가진 재료이다. 통상적으로 제트엔진, 펌프몸체 및 부품, 열간 압출, 다이스, 고온탄성 스프링 등에 사용되며, 터빈 로터를 결합시키는 볼트들은 터빈 디스크를 어떤 일정한 응력으로 체결하는데 운전 중 크리프 신장에 의해 체결력이 시간의 경과와 함께 감소한다[3]. 체결에 의해 생긴 볼트의 총 신장이 일정함에도 불구하고, 탄성변형이 소성변형으로 변화되어 체결력이 저하되는 것이다[4]. 인코넬(Inconel) 718 시편에 대하여 인장하중과 온도의 증가에 따른 각각의 초음파 속도의 변화를 측정하였으며, 신장량 측정시 고려해야 될 스트레스 보정계수와 온도 보정계수의 값을 실험적으로 구하여 고찰하고자 하였다.

2. 원리



(a) Step wedge (b) Measurement

Fig. 1 Ultrasonic velocity measurement for step wedge

Table 1. Test result of Ultrasonic velocity for step wedge

Stage	Thickness (mm)	B3(μs)	B4(μs)	B4-B3(sec.)	Velocity(m/s)
1	4.73	5.45	7.13	0.00000168	5630.95
2	9.77	10.68	14.07	0.00000339	5764.01
3	14.9	16.02	21.18	0.00000516	5775.19
4	19.97	21.34	28.36	0.00000702	5689.46
Average					5714.90

시효경화 열처리를 하지 않은 스텝웨지(step wedge) 시편과 시효경화 열처리 전 시편, 그리고 열처리하여 제작한 두께별 기준시편에 대해 초음파 속도를 측정하였다(Fig 1).

Fig. 1(a)는 초음파 속도측정을 위한 스텝웨지의 그림을 나타낸 것이며, Fig. 1(b)는 측정모습을 나타낸 그림이다. 또한, 스텝웨지에 대한 초음파 속도 측정결과를 Table 1 에 나타내었다. Table 1 에서 볼 수 있는 바와 같이 각 단계별 초음파속도는 두께의 증가에 따라 초음파 속도 또한 증가하는 것을 알 수 있으며, 평균값은 5714.90 m/s 를 나타내었다.

3. 시스템 구성 및 시험결과

3.1 하중에 따른 보정계수 측정

Table 2 Stress factor K by load to increased length

Sample No.	Sample A	Sample B	Sample C
Stress factor K	0.04847	0.05163	0.04688

Table 3 Temperature coefficient Cp(1/°C)

Sample No.	Sample A	Sample B	Sample C
Temperature coefficient Cp(1/°C)	0.00013467	0.00004069	0.00005246

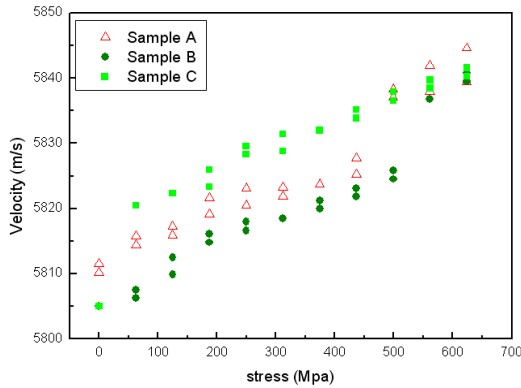


Fig. 2 Stress factor for sample A, B, C

Fig. 2 와 Table 2 는 각각 3 개의 샘플 시편에 대한 초음파 속도의 증가에 따른 응력의 변화값을 나타낸 그래프와 측정결과를 나타낸 것이며, 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 초음파 속도의 증가에 따라 응력값 또한 선형적으로 비례하여 증가함을 알 수 있다.

3.2 온도에 따른 보정계수 측정

5MHz 의 탐촉자를 이용하여 어떠한 인장 하중을 가하지 않은 상태에서 상온과 40~80°C에서의 종파속도를 Fig. 3 과 같이 측정하였으며, 측정된 초음파 속도와 온도에 따른 변화를 나타내는 인자인 Cp 값을 산출하여 Table 3 에 나타내었다.



Fig. 3 Ultrasonic velocity measurement according to temperature

4. 결론

가스터빈 로터 볼트의 소재로 주로 사용되는 인코넬(Inconel) 718 소재의 하중 및 온도에 따른 보정계수 측정시험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 3 개의 샘플 시편에 대한 초음파 속도의 증가에 따른 응력의 변화값을 측정할 결과 초음파 속도의 증가에 따라 응력값 또한 선형적으로 비례하여 증가함을 알 수 있었다
- (2) 5MHz 의 탐촉자를 이용하여 어떠한 인장 하중을 가하지 않은 상태에서 상온과 40~80°C에서의 종파속도를 측정하였으며, 측정된 초음파 속도와 온도에 따른 변화를 나타내는 인자인 Cp 값을 구할 수 있었다.

참고문헌

1. D. S. Gil, Y. S. Ahn and S. K. Park, "Study on Physical Property Test of Inconel 718 Gas Turbine Rotor Bolt using Ultrasonic", Fall Conference 2010 KSNT, pp. 390-392, 2010
2. D. S. Gil, Y. S. Ahn and S. K. Park, "Measurement of Extension Rate in Gas Turbine Rotor Bolt using 6 Sigma Method" The International Conference on Positioning Technology(ICPT 2010), pp. 235-237, 2010
3. S. K. Bhaumik, T. A. Bhaskaran, R. Pangaraju, M. A. Venkataswamy, M. A. Parameswara and R. V. Krishnan, " Failure of Turbine Rotor Blisk of an Aircraft Engine", pp. 278-301, 2002
4. Lucjan Witek, " Failure Analysis of Turbine Diac of an Aero Engine", Engineering Failure Analysis, pp. 593-601, 2002