

$$u_c^2(T_\infty) = \left\{ \frac{T_m \left( \frac{\gamma-1}{2} \text{Mn}^2 \right)}{\left( 1 + r \frac{\gamma-1}{2} \text{Mn}^2 \right)} \right\}^2 u^2(r) \quad (3.1.2.21)$$

위의 식에 본 과제의 목표가 되는 마하수인 0.2와 시험조건 온도인 284.9 K에서 보정 정확도 0.5 °C 달성을 위한 회복계수의 측정 불확도는 약 22 %이다 (회복계수 0.1부터 1까지). 앞서 도출된 전온도 센서 회복계수의 불확도는 다음의 식에 의해 계산된다.

$$u^2(r) = \frac{4c_p^2}{w_\infty^4} \left\{ u_{\text{cal}}^2(T_m) + u_{\text{meas}}^2(T_m) + u_{\text{cal}}^2(T_\infty) + u_{\text{meas}}^2(T_\infty) + \left( \frac{w_{\text{max-secondary}}^2}{4\sqrt{3}c_p} \right)^2 \right. \\ \left. + \frac{(T_m - T_\infty)^2}{c_p^2} u^2(c_p) + \frac{4(T_m - T_\infty)^2}{w_\infty^2} (4\pi^2 r^2 u^2(f) + 4\pi^2 f^2 u^2(r)) \right\} \quad (3.1.2.22)$$

본 과제에서 제작한 전온도 센서 회복계수 측정장치에 사용된 센서 및 측정장치들의 불확도를 기준으로 한 회복계수의 측정 불확도는 다음의 표와 같다. 아래의 표에서 볼 수 있듯이, 본 과제에서 제작한 회전형 전온도 센서 회복계수 측정장치의 회복계수 불확도는 약 13 %이며 이는 정온도 보정 정확도 약 0.3 °C에 해당한다. 이를 통해 본 과제에서 제작한 전온도 센서 회복계수 측정장치의 정확도가 목표를 달성하였음을 확인하였다.

Table 3.1.2.24. 전온도 센서 회복계수 측정장치의 회복계수 측정 불확도

종류	교정 (측정) 불확도 (k = 2)	비고
전온도 센서	0.2 °C	T 형 열전대
전온도 측정장치	0.2 °C	NI Compact DAQ
전온도 측정	0.3 °C	
정온도 센서	0.05 °C	산업용 저항 온도계
정온도 측정장치	0.01 °C	ASL F250
정온도 측정	0.054 °C	
습도계	1 % R.H.	Rotronic LOG-HC2
습공기 정압비열	0.17 J/(kg K)	상대습도 40 % 기준
습공기 비열	0.000 4 °C	
회전속도계	0.000 8 Hz	0.048 RPM
전온도 센서 위치	0.01 m	
회전속도 불확도	0.08 °C	
회복계수 불확도	0.13 (13 %)	정온도 보정 정확도: 0.3 °C

## (2) 신호전달 체계의 영향에 의한 불확도 요소 평가

### (가) 측정신호 전달체계 영향에 의한 불확도 평가 방법 고안

실질적인 물리량 측정 시 측정기의 교정 불확도 외에 실제 사용환경에서 발생하는 측정체계의 계통오차를 평가하여 측정 불확도에 합성해야 한다. 이는 측정기로부터 측정신호 수집장치까지의 측정신호 전달체계에 의한 불확도 평가가 이루어져야 함을 의미하며, 정확한 측정 불확도 평가를 위해 반드시 수행되어야만 한다. 이에 본 과제에서는 교정된 전압, 전류, 저항원(Fluke 7526A)을 이용하여 측정신호 전달체계에 의해 발생하는 불확도를 평가하고자 하였다. 아래의 표는 측정신호 종류별 측정범위 및 표준연에서 교정된 전압, 전류, 저항원의 교정 불확도를 보여준다.