

05 section(위 그림에서 “05”라는 숫자로 표기한 위치)의 전압력($P_{T,05}$)의 경우, AETF에서는 통상적으로 반경 방향으로 6~7개의 probe를 가진 rake 3개로 측정하며 면적 가중 평균 하는데, 덕트 벽면에 가장 가까운 probe는 벽면에서 5.6 mm 떨어져 있으므로 벽면에서 5.6 mm까지의 경계층은 측정하지 않고 있다고 할 수 있다. “경계층을 측정하지 않음으로 인한 불확도”를 정량적으로 평가하기 위해서는 경계층을 측정한 경우와의 차이를 알아야 하므로 경계층을 측정하는 것이 필요하다. 이에 대해서는 기존에 경계층을 측정한 데이터를 확보하여 사용하였다. 여기에는 벽면에서 2~22 mm 사이에 9개의 probe가 있는 경계층 rake를 사용하였다. 아래 그림에는 기존 전압력 rake와 경계층 rake로 측정한 데이터로 계산한 속도 분포를 나타내었다.

또한 벽면에서 2 mm 이내에는 경계층 rake에 의한 측정값도 없으므로, 이 영역에서의 속도 분포를 얻기 위해 $u/U = (y/\delta)^{1/7}$ 로 가정하였다. 여기에서 u 는 특정 지점에서의 유속, U 는 경계층의 영향을 받지 않는 자유류(freestream)에서의 유속, y 는 벽면으로부터의 거리, δ 는 경계층 두께이다. 아래 그림에 그 분포를 나타내었는데, 측정 데이터와 잘 일치함을 알 수 있었다.

아래와 같은 속도 분포 가정을 함께 사용하여 면적 평균한 결과 $P_{T,05}$ 가 최대 0.09% 낮게 계산되었다. 따라서 경계층 rake를 사용하지 않는 경우에는 $P_{T,05}$ 의 불확도를 0.09% 추가한다. 이 때 추력 불확도는 0.11% 포인트(약 13%) 증가한다.

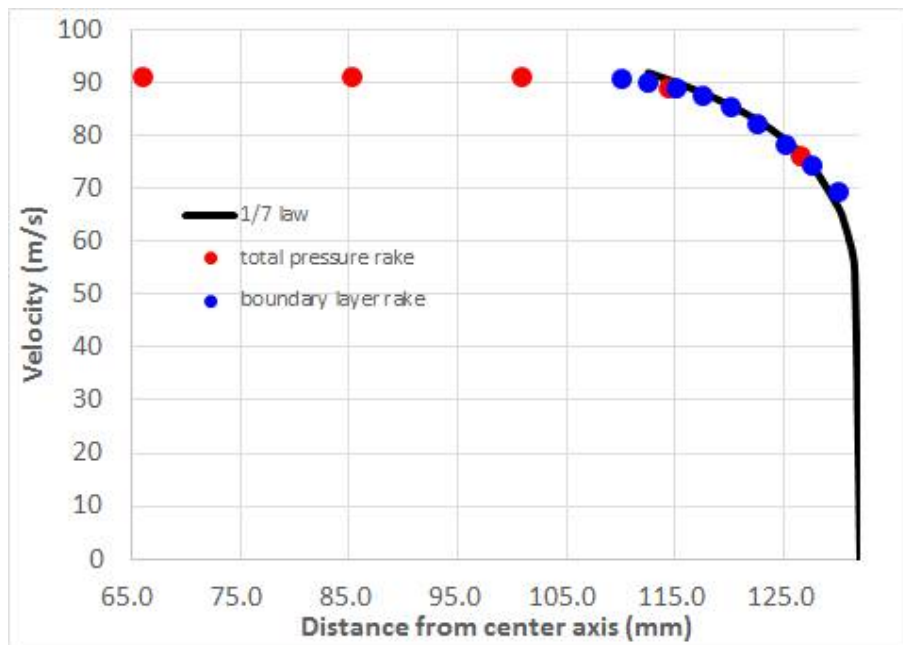


그림 3.1.2.36 05 section에서 측정 및 계산한 속도 profile

05 section 전온도($T_{T,05}$)의 경우도 단면 상 여러 포인트에서 측정을 수행하는데, 아래 그림에서 확인할 수 있듯이 배관 중심에서의 온도와 벽면에서의 온도에 차이가 있다. $T_{T,05}$ 의 경우에도 경계층은 측정하지 않으며, 위 $P_{T,05}$ 의 경우와 달리 기존에 경계층을 측정해 둔 데이터도 존재하지 않는다. 따라서 $T_{T,05}$ 의 불균일성에 의한 측정 불확도는 온도 분포를 수학적 으로 모델링하여 가정하고 측정값과 모델링에 의한 값을 비교함으로써 평가하기로 하였다. 이를 위해서는 측정값과 잘 일치하는 모델을 수립하는 것이 중요한데, 여기에는 이러한 온도 분포가 무엇에 기인하는지를 파악하는 것이 필요하다.