

각 마하수의 무차원화된 덕트 마하수분포가 서로 일치하는 것을 볼수 있는데, 특히 완전발달된 난류유동을 나타내는 이론식 중에 주로 사용되는  $1/7^{\text{th}}$  Power-Law 속도 분포 (식 3.1.3.8)과 일치하는 것을 알 수 있다.

$$\frac{V}{V_{\max}} = \left(1 - \frac{r}{R}\right)^{1/n} \quad (3.1.3.8)$$

여기서  $V$ 는 덕트내 유속,  $V_{\max}$ 는 덕트 중심에서의 유속,  $r$ 은 반경방향 위치,  $R$ 는 덕트의 반경길이,  $n$ 은 주로 7이 적용된다.

그림 3.1.3.19와 같이 신규 경계층 레이크가 설치된 경우에도 마하수가 다른 경우에도 동일하게 무차원화한 덕트 마하수 분포가 서로 일치되며, 이론식인 Power-law와도 일치하는 것을 볼 수 있다. 이는 고압 기체유량 표준시스템의 피교정위치에 설치된 표준측정장치는 유량 특성 시험을 수행하는 모든 마하수 조건에서 안정적인 완전 발달된 난류유동 분포를 갖는다는 것을 나타낸다.

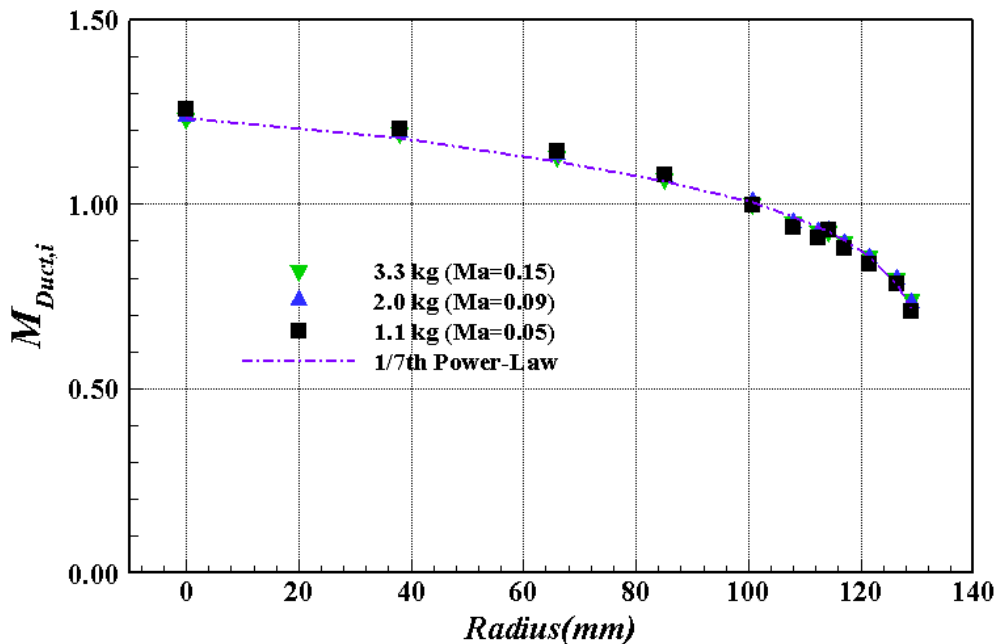


그림 3.1.3.19 무차원화된 덕트 마하수 분포와 완전발달유속분포 이론식 (신규 경계층 레이크)

표준측정장치 내부에 형성된 완전발달된 난류유속분포로부터 면적 가중평균 방법을 이용하여 계산한 공기유량과 표준연의 소급성을 갖는 고압 기체유량 표준시스템의 기준유량계인 소닉노즐로 측정된 공기 유량을 비교하였다. 기존 경계층 레이크를 적용한 경우 마하수( $Ma = 0.05 \sim 0.15$ )에 따라 유량 편차(표준측정장치 유량-기준유량)이  $-0.9\%$ 에서  $-2.8\%$ 로 표준측정장치로 측정하고 계산한 공기유량이 소닉노즐로 측정된 공기유량보다 낮은 값을 나타내었다. 신규 경계층 레이크인 경우도 마하수에 따라  $-1.9\% \sim -2.7\%$ 로 표준측정장치의 공기 유량 값이 낮게 측정되었으며, 두 경우 모두 마하수가 증가할수록 기준 유량값과의 유량 편차가 증가하는 것을 확인하였다. 이러한 엔진 공급공기 표준측정장치의 유량 측정 특성은 유량측정 전문 학술대회인 FLOMEKO 2016에 보고함으로서 시험 및 분석 결과의 신뢰성을 확보하였다<sup>[3.1.3.5]</sup>.