

##### ⑤ Cell#2 엔진 입/출구 압력측정 정밀화

Cell#2에서 엔진 시험 시 중요한 시험조건 정의 인자인 비행 마하 수(flight Mach number)의 측정 불확도 향상을 위하여 엔진 출구 압력의 측정 불확도를 향상시키고 엔진 입구 압력은 그 자체로 측정하는 것이 아닌 엔진 출구 압력과 차압으로 측정하는 방안이 도출되었다. 이에 따라 엔진 출구 압력은 기존 센서의 full scale을 변경(400 kPa에서 110 kPa로)하여 적용하였으며 이에 의해 센서의 명목상 측정 불확도를 220 Pa에서 61 Pa로 향상시켰다.

- 기존 : F.S.(span) = 400 kPa => 변경 : F.S.(span) = 110 kPa (URL = 10.3 bar)
- accuracy = 0.055% of span (기존 : 220 Pa => 변경 : 61 Pa)
- 변경된 span도 URL의 10:1보다는 크므로 해당 식 적용

절대 압력 (3051S_TA, 3051SAM_E <sup>(1)</sup> ) 게이지 압력 (3051S_TG, 3051SAM_T <sup>(1)</sup> )			
	Ultra	표준	
Range 1 - 4	스팬의 ±0.025% 10:1 미만 스패의 경우 스팬의 ±[0.004(URL / 스패)]%	스팬의 ±0.055% 10:1 미만 스패의 경우 스팬의 ±[0.0065(URL / 스패)]%	
Range 5	스팬의 ±0.04%	스팬의 ±0.065%	
Pressure Range			
	Differential	Gage	Absolute
Standard			
1A	-62.2 to 62.2 mbar (-25 to 25 inH <sub>2</sub> O)	-62.2 to 62.2 mbar (-25 to 25 inH <sub>2</sub> O)	0 to 2.06 bar (0 to 30 psia)
2A	-623 to 623 mbar (-250 to 250 inH <sub>2</sub> O)	-623 to 623 mbar (-250 to 250 inH <sub>2</sub> O)	0 to 10.34 bar (0 to 150 psia)
3A	-2.5 to 2.5 bar (-1000 to 1000 inH <sub>2</sub> O)	-0.98 to 2.5 bar (-393 to 1000 inH <sub>2</sub> O)	0 to 55.2 bar (0 to 800 psia)
4A	-20.7 to 20.7 bar (-300 to 300 psi)	-0.98 to 21 bar (-14.2 to 300 psig)	0 to 275.8 bar (0 to 4000 psia)
5A	-137.9 to 137.9 bar (-2000 to 2000 psi)	-0.98 to 137.9 bar (-14.2 to 2000 psig)	N/A

엔진 입·출구의 차압 센서 역시 기존에 62.5 kPaD인 full scale을 10 kPaD로 변경하여 적용하였다. 이로써 센서의 명목상 측정 불확도를 34 PaD에서 5.5 PaD로 향상시켰다.

- DelP 센서 URL 선정
  - 최대 simulation 마하 수 = 0.517 가정하면, Ps9 = 101.3 kPa 일 때  
Ptin = 20.3 kPaD => 3051S 중 범위 2A(62.2 kPaD) 선정하여야 함
  - 10:1 span까지 accuracy 식 유지되므로 위 범위 선정
- DelP 센서 full scale (span) 선정
  - 마하 0.3이면 DelP = 6.53 kPa이므로, 10 kPaD로 선정 (마하 0.36 가능)
  - accuracy = 10000 \* 0.055/100 = 5.5 PaD (transmitter only)

결과적으로 비행 마하수에 대한 측정 불확도는 기존에 마하 0.1에서 0.064이던 것이 0.014로 향상되었다.

##### Mach number 계산 방법 변경(안) - ptin = ps9 + Delp로 측정

• 기존 :  $M_{in} = \sqrt{\left[\left(\frac{P_{t,in}}{P_{s,9}}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1\right] \frac{2}{\gamma-1}}$ ,      변경 :  $M_{in} = \sqrt{\left[\left(\frac{P_{s,9} + \Delta p}{P_{s,9}}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1\right] \frac{2}{\gamma-1}}$

##### • 불확도 평가

- u(Delp) = 100 Pa 가정 (((cf.)) u(ptin) = u(ps9) = 400 Pa)

##### • 결과 - 기존

- U(M) = 0.015@Mf=0.517
- U(M) = 0.064@Mf=0.1

##### • 결과 - 변경

- U(M) = 0.003@Mf=0.517
- U(M) = 0.014@Mf=0.1

##### 분석

- ps9이 분모에도, 분자에도 들어가 sensitivity가 크게 줄어듦 (s=6E-5 -> 5E-7)
- ptin 대비 delp의 sensitivity는 소폭 증가 하나 (s=6E-5 -> 7E-5) uncertainty가 줄어듦 (u=400 -> 100 Pa)