

스마트무인기의 연료량 측정장치에 관한 연구

이창호* · 이수철**

초 록

본 논문에서는 복잡한 형상을 갖는 여러개의 셀로 구성된 스마트무인기의 각 연료탱크에 대해 높이 변화에 대한 체적변화를 분석하여 그 관계를 간단한 다항식으로 표현하였다. 그리고 탱크 셀 수보다 적은 수의 Probe를 이용하여 전체 연료량을 계측할 수 있는 효과적인 방법을 제시하였다. 이러한 결과는 측정 Probe의 계측 프로그램에 활용될 수 있다.

Key Words: Fuel Quantity Measurement System(연료량 측정장치), Fuel Tank(연료탱크)

1. 서 론

항공기 연료시스템의 구성을 기능별로 분류하면 연료를 저장하는 연료탱크 계통, 연료의 급유 및 배유 계통, 탱크내의 연료량을 알려주는 연료량 측정계통, 지상 급유나 상승/하강 비행시에 연료탱크내의 압력을 대기압과 맞추어 주는 벤트계통, 연료탱크가 다수인 경우 탱크간 연료의 이송계통, 그리고 연료탱크의 연료를 엔진으로 공급하는 공급계통으로 나눌 수 있다[1,2]. 본 논문에서는 스마트무인기의 연료시스템에서 연료량 측정장치에 대해 다룬다. 스마트무인기의 연료탱크는 6개의 셀로 구성되어 있고 각 탱크는 복잡한 형상을 갖고 있다. 제한된 수의 측정 Probe를 이용하여 요구되는 정확도로 연료량을 계측하기 위해서는 정확한 탱크의 형상 분석과 이를 반영한 계측 알고리즘이 요구된다. 따라서 Catia 모델을 이용하여 각 탱크에 대해 높이와 체적의 관계 다항식을 찾고, 장착된 Probe를 이용하여 전체 연료량을 계측할 수 있는 알고리즘

을 제시한다. 이러한 결과는 Probe의 계측 프로그램 개발에 활용될 수 있다.

2. 스마트무인기 연료계통의 구성

다음 Fig. 1과 Fig. 2는 스마트무인기 연료계통의 시스템 구성을 보여준다. 연료탱크는 6개의 셀로 구성되어 있다. 여기서 3번 탱크는 엔진으로 연료를 공급하도록 엔진과 연결된 공급탱크(Supply tank)이고 다른 탱크들의 연료는 3번 탱크로 이송된다. 연료량 측정장치로는 정전용량형 측정센서를 사용한다. 측정 Probe는 1번 탱크에 좌우 1개씩 2개, 3번 탱크에 1개, 그리고 5번, 6번 탱크에 1개씩 총 5개가 장착된다. 2번과 4번 탱크에는 측정 Probe가 설치되어 있지 않다. 연료량의 신호처리장치(SCU)에서는 각 Probe로부터 계측된 신호를 처리하여 무게단위로 환산하여 각 탱크의 연료무게 및 전체 연료무게 값을 비행조종컴퓨터로 전송한다.

* 한국항공우주연구원 스마트무인기개발사업단

** 피스텍주식회사

연락처, E-mail: leech@kari.re.kr

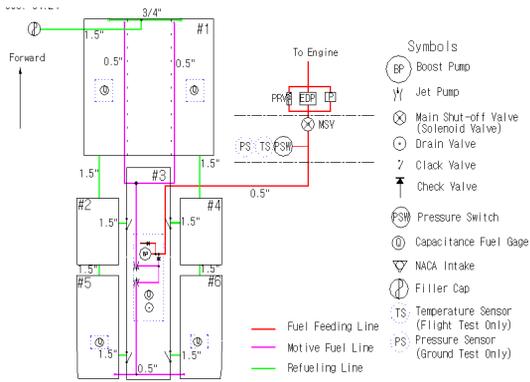


Fig. 1 Schematic View of Smart UAV Fuel System

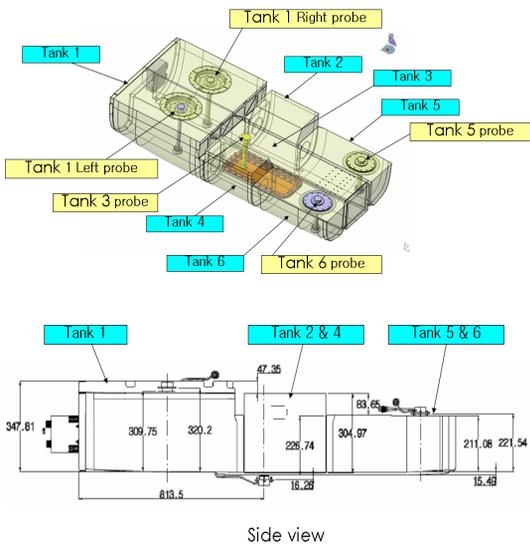
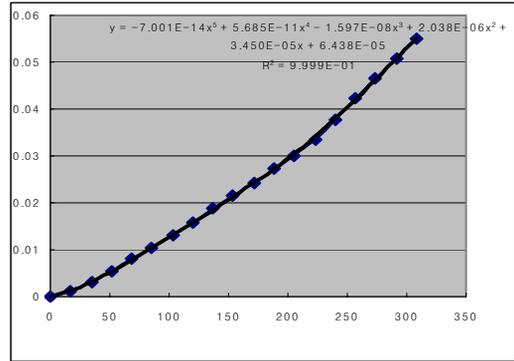


Fig. 2 Fuel Tanks and Gage Probes

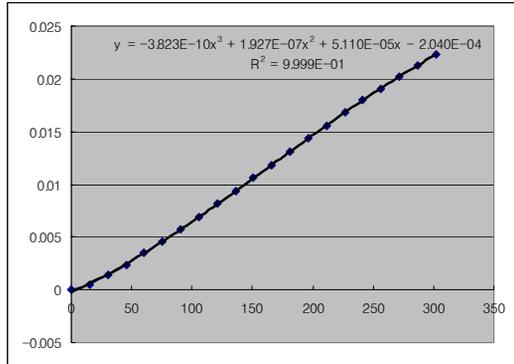
3. 연료탱크 형상 분석

스마트무인기의 연료탱크는 형상이 복잡하고 셀 개수가 6개나 되지만 2개의 셀에는 측정 Probe가 없다. 따라서 탱크 셀 수보다 적은 수의 측정 Probe를 이용하여 복잡한 탱크형상에 대해 정확한 연료량을 계측하기 위해서는 연료 높이에 대한 체적 분석과 Probe의 계측 알고리즘 분석이 필요하다. 먼저 각 탱크에 대해 높이의 변화에 대한 연료체적의 변화를 Catia 모델을 이용

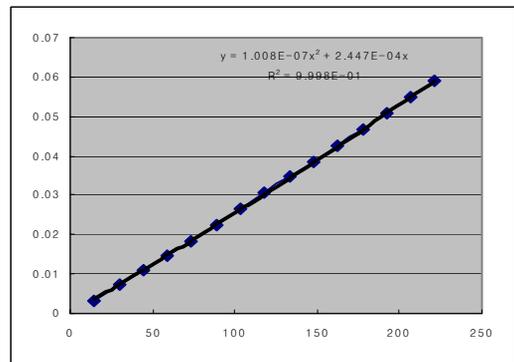
하여 분석한다. 분석방법은 연료탱크의 Catia 모델에서 높이 방향으로 등간격 분할을 하고, 각 높이에 해당하는 체적을 구한다. 그리고 독립변수를 탱크 높이로 하여 종속변수가 체적인 다항식을 구한다. 각 탱크의 높이 대 체적 값을 정리하여 다항식으로 표현하면 다음 Fig. 3과 같다.



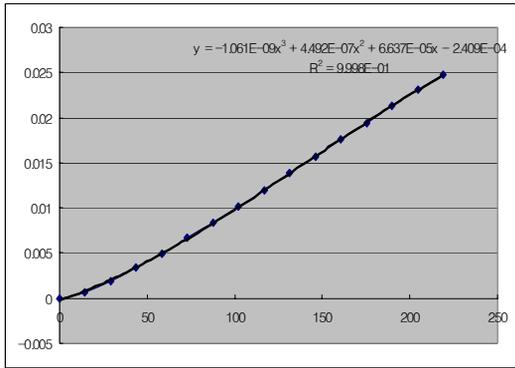
(a) Tank 1



(b) Tank 2 & 4



(c) Tank 3



(d) Tank 5 & 6

Fig. 3 Polynomial Expression of Fuel Height and Fuel Volume for each Tank

이와 같은 각 탱크의 높이-체적 관계식을 이용하여 연료높이에 따른 체적을 종합하여 나타낼 수 있다. 연료량 계측 Probe가 없는 2번, 4번 탱크의 연료량을 포함하여 전체 연료량을 계측하기 위해서는 어느 Probe에서 담당할지 결정해야 한다. 2번, 4번 탱크의 높이는 1번 탱크보다는 낮고 5번, 5번 탱크보다는 높다. 따라서 2번, 4번 탱크의 연료체적은 1번 탱크의 Probe를 이용하여 계측하는 것이 타당하다. 1번 탱크의 좌우 Probe가 각각 2번, 4번 탱크와 합친 연료체적을 계측하는 알고리즘으로 할 때 총 연료체적은

$$\text{Total} = \text{T1R2} + \text{T1L4} + \text{T3} + \text{T5} + \text{T6}$$

로 표현된다. 여기서

T1R2 : 1번 탱크 우측체적+2번 탱크 체적
(T1L4와 동일)

T3 : 3번 탱크 연료체적

T5 : 5번 탱크 연료체적 (T6와 동일)

Total : 전체 연료체적

이고, 각 탱크의 연료체적 및 전체 연료체적을 연료 높이에 대해 그림으로 나타내면 Fig. 4와 같다.

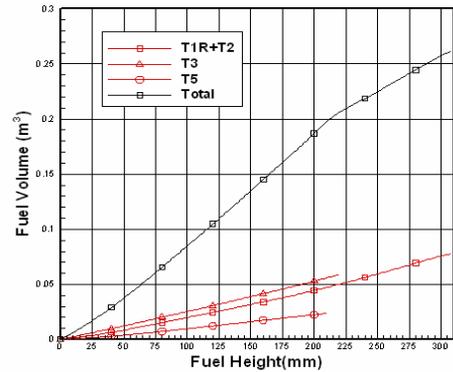


Fig. 4 Relationships of Fuel Height and Fuel Volume

4. 결 론

6개의 셀로 구성된 스마트무인기의 각 연료탱크에 대해 높이변화에 대한 체적변화를 분석하여 그 관계를 간단한 다항식으로 표현하였으며, 탱크 셀 수보다 적은 Probe를 이용하여 전체 연료량을 계측할 수 있는 효과적인 방법을 제시하였다. 이러한 결과는 측정 Probe의 계측 프로그램에 활용되어 정확도를 높이고 시험시간을 단축하는데 기여할 수 있다.

후 기

본 연구는 지식경제부 지원으로 수행하는 21세기 프론티어 기술개발사업(스마트무인기기술개발)의 일환으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 이창호, "스마트무인기 연료시스템 설계," 한국추진공학회 추계학술대회논문집, 2005.
2. 이창호 외, "스마트무인기 연료이송/공급계통의 설계 및 성능분석," 한국추진공학회 춘계학술대회논문집, 2006.