

# 전술용 항공기의 생존성 향상을 위한 소요 핵심기술



李相稷  
國科研 선임연구원  
공학박사



李浩根  
國科研 선임연구원  
공학박사

미래 전술기의 생존성을 향상시키기 위한 기술적 수단으로 효과측면에서 충분히 고려할만한 가치가 있다고 생각되는 것은 다음과 같은 6개 항목으로 제한된다.

- ① 침투비행시의 비행속도를 증가시킨다.
- ② 침투비행시의 비행고도를 낮게 유지한다.
- ③ 탑재무장에 큰 스탠드 오프 특성을 부여한다.
- ④ 탑재무장의 유도방식을 Fire and Forget 특성을 갖게 한다.
- ⑤ 기체에 스텔스 기술을 적극 활용한다.
- ⑥ ECM 능력을 더욱 강화시킨다.

**미** 래형 전술기의 운용개념중 생존성(Survivability)이 높아야 한다는 점은 아무리 강조해도 지나치지 않으며, 여러 필수 불가결한 조건중에서도 생존성을 향상시키기 위해 작전 운용측면에서 그 해결책을 구하기 위한 노력은 당연한 것이다.

예를 들어 지상전의 경우 부분적인 전황에 따라 병력을 재편 또는 적정한 병력을 투입하고 전술적인 측면에서 다양성과 유연성을 최대한 부여함으로써 최소의 병력으로 최대의 전과를 달성하고 효율적인 임무를 성공적으로 수행하는 것은 근본적으로 중요한 전제조건이며, 공중무기체계의 이에 해당하는 사항이 생존성이라고 할 수 있다.

따라서 이 글에서는 미래형 전술기에서 생존성을 향상시키기 위한 기술적인 방법과 이를 위한 핵심 소요기술에 관하여 언급하기로 한다.

전술기의 생존성을 향상시키기 위한 기술적인 수단으로 과거에도 이미 사용되었고 지금도 일부 적용되고 있는 동체하부 장갑판 부착방법은 무게증가로 인한 성능저하 등으로 인하여 큰 효과를 기대할 수 없으므로 결코 적극적인 방법이라고는 평가하기 어렵다.

또한 미미한 효과밖에는 기대할 수 없는 도료나 의장(Camouflage)과 같은 수단도 중량 페널티의 측면에서 고려할 경우, 모두 소극적인 방법이라고 할 수 있으며, 본질적으로 앞으로도 계속 유지할만한 가치가 있는 방법이라고는 생각되지 않는다.

결국 미래 전술기의 생존성을 향상시키기 위한 기술적 수단으로 효과측면에서 충분히 고려할만한 가치가 있다고 생각되는 것은 다음과 같은 6개 항목으로 제한된다.

- ① 침투(Penetration)비행시의 비행속도를 증가시킨다.
- ② 침투비행시의 비행고도를 낮게 유지한다.
- ③ 탑재무장에 큰 스탠드 오프(Stand-Off)

특성을 부여한다.

- ④ 탑재무장의 유도방식을 Fire and Forget 특성을 갖게 한다.
- ⑤ 기체에 스텔스(Stealth) 기술을 적극 활용한다.
- ⑥ ECM(Electro Counter Measure) 능력을 더욱 강화시킨다.

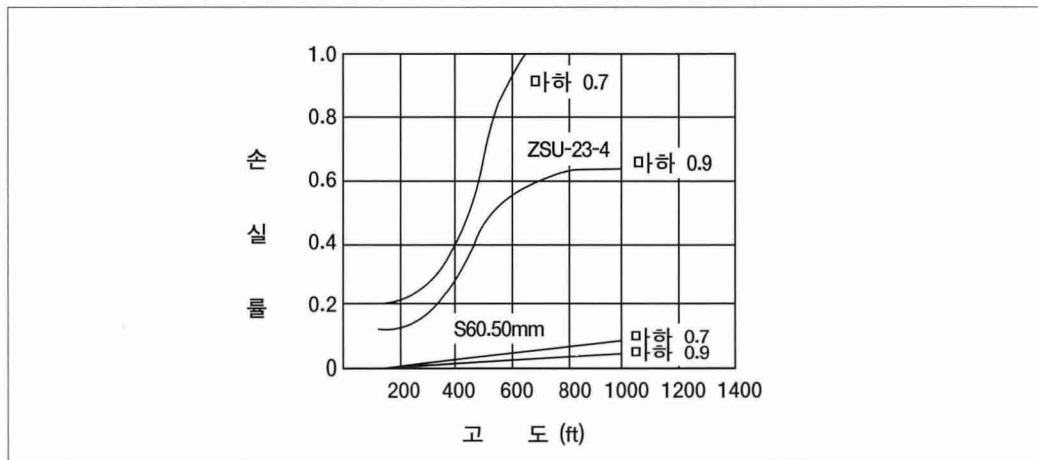
이상에서 ①과 ②는 전술과 관련된 기술적인 사항이며, ③과 ④는 탑재무장기술에 관련된 사항이다. 또한 ⑤와 ⑥은 기체설계기술에 속한다.

마지막 두 항목은 기체설계기술에 속하는 기술임에도 불구하고 현용 전술기에는 거의 제한적인 부분에만 적용되고 있으며, 이중 스텔스 기술은 아직까지 극히 일부의 기종에 대해 한정된 기술만이 소극적으로 적용되고 있다.

ECM 능력도 부분적으로 적용되고 있으나, 그 진가에 대한 인식에 있어서는 크게 결여되어 있는 점이 많으므로 모든 능력을 충분히 발휘한다는 것을 기대하기에는 아직도 미흡한 점이 많다는 것이 현재의 상황이다.

따라서 기체설계에 관한 2가지 기술이야말로 미래 전술기에서 근본적으로 가치를 새롭게 인식하여 철저히 적용해야 할 사항으로, 이른바

제4차 중동전쟁의 전훈을 기초로 수행한 생존성의 OR 결과





초음속 순항 능력과 스텔스성을 겸비한 美 공군의 차세대 제공전투기(ATF) Lockheed-Martin사의 F-22 Raptor

신기술이라 칭해도 될만한 것들이다.

### 전술과 생존성

앞에서 언급한 생존성 향상을 위한 기술적 수단 6개 항목중에서 우선 ①의 고속침투를 통해 피격추출을 저하시킴으로써 생존성을 향상시킬 수 있다는 것은 제2차 세계대전중에 수행된 OR 결과에서 명확한 사실로 나타나고 있으며, 현재

도 고속침투의 중요성은 여전히 적용되고 있다.

p.47 아래 그림은 제4차 중동전쟁의 전훈을 기초로 미국에서 수행한 OR 결과의 예로, 침투 비행시의 비행속도를 마하수 0.7에서 0.9로 단지 0.2만큼 증가시키는 경우에도 피격추출은 크게 저하되는 것으로 나타나고 있다. 즉 전술기에서 고속이야말로 생존성을 향상시키기 위한 강력한 수단 중 하나라는 사실을 알 수 있다.

또한 동일한 그림에서 침투비행시의 주요한

위협에 대해서 지대공 미사일은 대부분의 예상과는 달리 효과가 매우 미약한 것으로 나타났으며, 도리어 가장 원시적이라고 생각되는 소구경 대공자동화기의 효과는 매우 절대적이라는 것도 알 수 있다. 이러한 사실은 이름만으로 전해지던 슈퍼크루저(Supercruiser = Supersonic Cruise Fighter)의 발상으로 연결되었으며, ATF(F-22)에서 현실화되었다.

고속능력이 제2차 세계대전후 계속적으로 개발된 전술기에 있어서 가장 강력한 무기라고는 인식하고 있으나, 현재의 전술을 고집하는 한 기체구조와 추진의 두 기술적인 측면에 따라 상당한 제약을 받고 있으며, 이미 한계에 처한 상황이다.

이는 비행속도가 증가할수록 유리하다고는 하지만 저공에서의 고속비행 능력에는 한계가 있기 때문이다. 물론 현재의 기술로 초저공을 초음속으로 비행하는 것도 불가능한 것은 아니며, 실제로 현용 항공기 중 F-111을 비롯한 여러 기종이 초저공에서 초음속 비행이 가능하다.

그러나 제트엔진의 본질적인 특성에 정면으로 상반되는 이 같은 조건하에서의 운용은 근본적으로 불합리하고 비경제적이며, 또한 공기역학

적인 측면에서 고려할 때 이득보다는 손실이 너무 크다.

미래 전술기에서 저공 고속침투시의 속도는 최고 마하수 0.9를 유지하는 것이 가장 합리적이며 타당한 방법이라는 연구결과도 제시되고 있다.

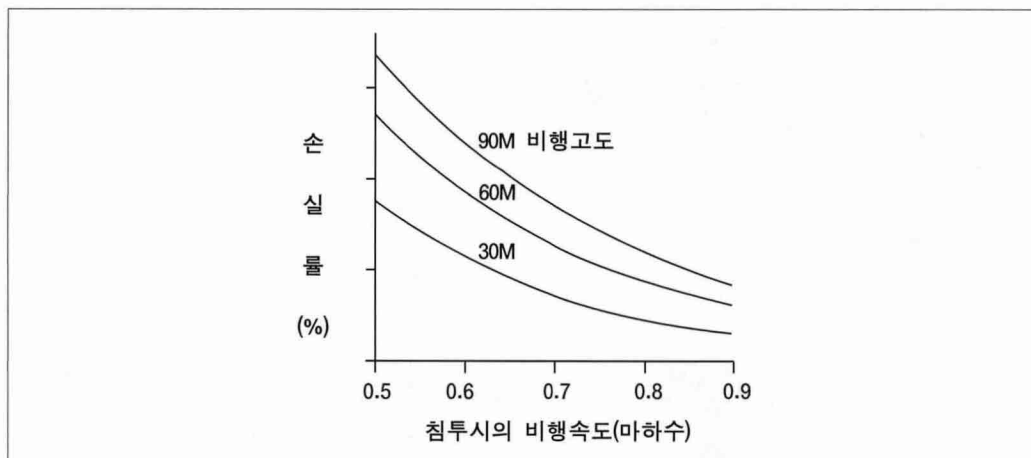
다음에는 ②의 침투비행시의 비행고도로 제2차 세계대전후 전술기의 속도증가와 함께 채택한 방법으로 현재까지 기본적인 전술로 사용하고 있는 초저공침투법이다. 침투비행시 고도를 감소시킴으로써 생존성에 미치는 효과는 아래 그림을 보면 알 수 있다.

이 그림은 영국에서 실시한 OR 결과를 인용한 것으로 침투비행시 비행고도를 감소시킬수록 피격추월이 저하되는 것을 알 수 있다. 즉 고도는 속도와 함께 오늘날까지 전술기에 있어서 생존성을 향상시킬 수 있는 수단의 하나이다.

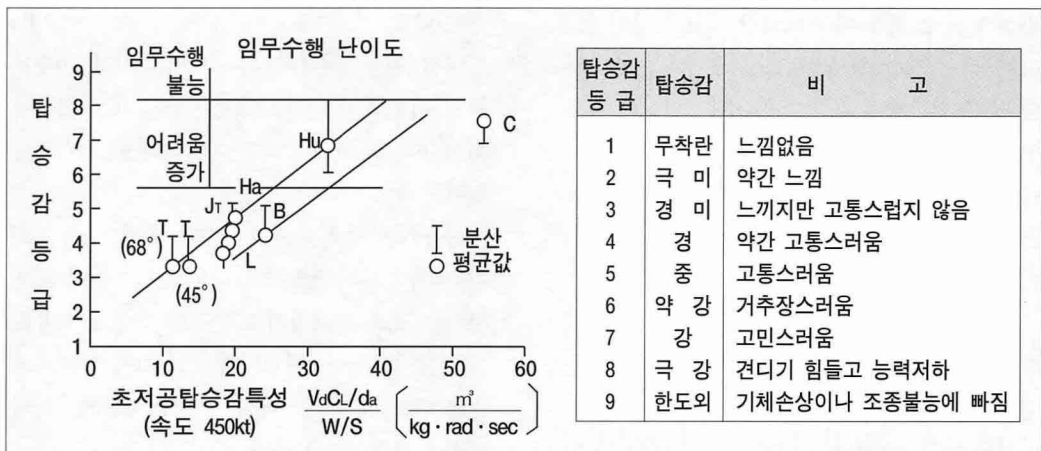
그러나 초저공의 고도를 유지한 채 수행되는 고속침투시 기상현상의 변화로 인한 돌풍하중(gust load)에 대처하기 위한 기체강도와 조종사의 탑승감(rideness)은 매우 중요한 문제이다.

지형변화나 침투거리에 따라서 PIO(Pilot Induced Oscillation)의 발생 가능성은 매우 중

저지임무에서의 침투비행시 고도와 생존성의 관계



초저공 난기류하에서 탑승감의 등급과 조종사의 반응



요한 문제이며, 원만한 작전수행 자체도 불가능해질 가능성이 있다.

초저공 고속침투 전술에서 문제의 심각성을 위의 그림에 나타내었다. 이것 역시 영국에서 수행된 OR 결과를 인용한 것이다.

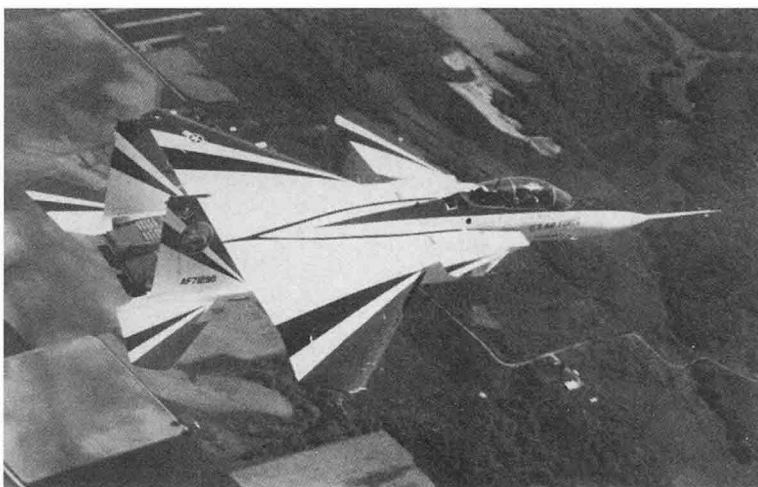
근본적으로 기체의 강도는 설계에 의해, 그리고 탑승감은 훈련에 의한 관속에 의해 어느 정도까지 대처할 수 있으나, 그 개선폭은 극히 제한된 범위에 한한다.

따라서 초저공 고속침투 전술이 갖고 있는 문제에 대처하기 위해서는 적당한 ACT(Active

Control Technology)에 의한 RC(Ride Control) 또는 GLA(Gust Load Alleviation)와 같은 기술적용이 요구되었으며, 더 나아가서는 레이더 응용에 의한 지형추종 자동조종 시스템(Terrain Following System)의 채용까지 확대되었다.

그러나 이들 대처수단은 모두 많은 적든 기체 운용성의 희생없이 달성될 수 있는 것은 아니며, F-111의 경우에 실용화된 지형추종 시스템은 운용성의 현저한 희생을 대가로 적용가능하였다.

또한 앞에서 언급한 대처수단은 모두가 대기 교란에 의한 조종사의 조준기능 저해정도의 완화를 직접 보완하는



Canard와 2차원 추력편향노즐을 장착하고 고기동성능 연구에 사용된 McDonnell Douglas의 F-15MATV



CCV 기술시험을 위해 Canard와 Dorsal Spine를 장착 개조한 General Dynamics F-16(AFTI/F-16)

것은 아니었다.

따라서 미래 전술기에 있어서도 고도는 여전히 강력한 방안 중 하나이나 신기술을 적용함에 있어 종합적인 균형 감각이 상실된다면 결과적으로는 필수적인 기능을 상실할 가능성이 상존하고 경우에 따라서는 역효과를 초래하는 경우도 발생할 수 있다.

결국 이같이 심각한 초저공 고속침투 전술이 갖는 문제에 대처하기 위해 기체를 설계하는 기술자는 어떤 측면에서 그 기술적 노력을 기울여야 할까? 이에 대한 대답은 p.50 위의 그림에 제시되어 있다.

원칙적으로 초저공 고속침투시 비행속도가 증가함에 따라, 또한 날개하중(wing loading)이 감소함에 따라 난기류에 의해 기체가 받는 에너지는 증가하므로 승무원의 탑승감은 가속적으로 악화된다.

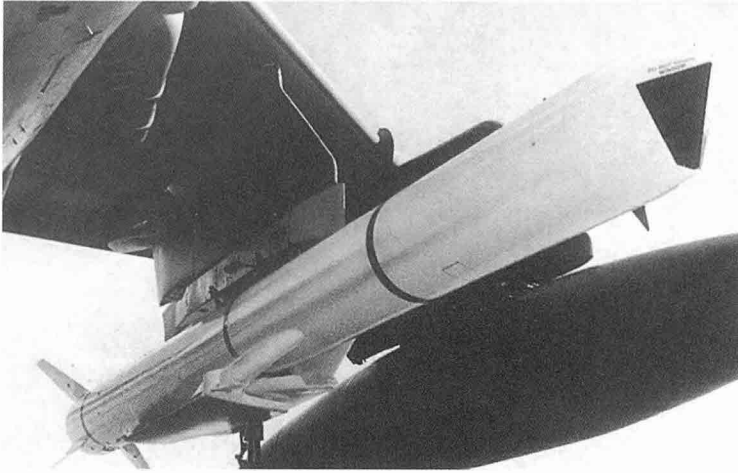
그러나 아이러니컬하게도 높은 비행속도는 생존성을 증가시킨다는 측면에서, 또한 날개하중의 감소는 운동성 및 기동성능의 향상이라는 점

에서 모든 설계자들이 추구하려는 방법이다.

따라서 RC나 GLA를 향상시키기 위해 특별한 ACT는 요구되지 않으며, 통계적으로 지형추종 시스템 등에 의존하지 않고 견딜 수 있는 날개하중의 최저치는 약  $400\text{kg}/\text{m}^2$ 로 밝혀지고 있다. 즉, 과거 F-15의 경우와 같이  $350\text{kg}/\text{m}^2$  정도의 낮은 날개하중을 요구하는 미래 전술기는 더 이상 없을 것으로 판단된다.

또한 약 25년전에 美 공군이 YF-16 2호기를 개조하여 제작한 CCV(Configured Control Vehicle) 실험기에 의해 수행된 실험결과, 이 항공기의 DLC(Direct Lift Control) 기능은 승무원의 탑승감을 개선하기 위한 RC에 적용할 경우 매우 효과적이라는 사실이 확인되었다.

미래 전술기는 DLC 외에도 각종 신기술을 적용함으로써 현재 적용되고 있는 전술마저도 전혀 다른 양상으로 발전할 것으로 예상되고 이것은 현재 초저공 고속침투시 발생하는 문제를 해결할 수 있는 해결책으로도 기대되고 있다.



작은 날개를 접어서 항공기에 탑재하는 스탠드 오프 공대지 미사일 AGM-84H SLAM-ER (사정거리 75해리)

또한 현재까지 전투기의 생존성을 향상시키기 위한 방법으로 인식된 속도와 고도중 하나인 초저공비행은 완전히 사라지고 대신에 성층권 저부의 고고도에서 고속침투를 목표로 하는 미국의 슈퍼크루저 개념이 실현된다면 앞에서 지적된 문제는 근본적으로 해소될 것이라 예상된다.

### 생존성에 관련된 탑재무장기술

여기서는 탑재무장의 종류에 관해서 언급하지 않으므로 개별적인 무장의 상세한 사항에 대해서는 취급하지 않는다.

앞에서 이미 언급한 바와 같이 탑재무장 기술이 발사 항공기의 생존성에 기여하는 것은 스탠드 오프 특성과 무장의 유도방식에 있어서 Fire And Forget (FAF) 특성을 보유하게 하는 2가지 사항을 통해서이다.

스탠드 오프(Stand Off) 특성이란 잘 알려진 바와 같이 무장발사 항공기가 반드시 목표물 상공의 바로 위까지 도달할 필요가 없고 목표물 훨씬 앞에서 무장을 발사해도 그 목표를 정확하게 명중시킬 수 있는 특성을 말하며, 그만큼 항공기의 생존성을 향상시킬 수 있다.

발사위치와 목표물간의 거리, 즉 미리 발사가 가능한 거리를 스탠드 오프 거리라 부르며, 이 거

리가 멀수록 생존성 향상효과도 증가된다. 가능한 한 목표물로부터 먼 위치에서 명중률이 좋은 무장을 사용할 수 있다면 적항공기로부터의 반격 가능성과 피격확률은 감소하기 때문이다.

따라서 스탠드 오프 특성을 통한 생존성 향상을 위해서는 탑재무장의 유효 사정거리가 중요한 문제이다. 그러나 유효 사정거리를 연장시키는 경우 무장통제 시스템(Fire Control System : FCS)의 목표물 포착기능과 명중률 저하가 문제시된다.

따라서 생존성을 위한 탑재무장 스탠드 오프 특성의 향상은 어디까지나 사정거리와 명중 정밀도와의 조화에 따라 최적치를 선택하지 않을 경우 큰 의미가 없다.

또한 운용상 스탠드 오프 거리의 계속적인 증가가 요구되어 궁극적으로는 침투거리를 0으로 만드는 긴 사정거리 즉 무한대의 스탠드 오프 특성이 요구될 수 있다는 것이 또 다른 문제점의 하나이다.

생존성을 향상시키기 위한 무장기술의 요구조건은 모든 유도방식을 FAF로 유지시키는 것이다. 이것은 이상적인 방법이라고 생각하기보다는 도리어 운용측면에서 고려할 경우 절실하게



GPS와 적외선 화상유도에 의해 사정거리 350km의 스탠드 오프 성능과 FAF 능력을 갖춘 영국·프랑스 합동의 Storm Shadow 공대지 미사일

요구되는 방안으로 현재 IR 호밍(Infra Red Homing) 및 이미지 호밍 방식에 의해서 달성 가능할 것으로 생각되며, 유도매체로 전파를 사용하는 방안의 실행에는 많은 문제점이 남아 있다.

FAF란 일단 무장이 발사되면 항공기는 유도매체에 전혀 구애받지 않고 즉시 기수를 돌려 귀환이 가능한 방식을 말하며, 한마디로 「발사 후 전혀 신경쓰지 않아도 명중되는」 형식의 무장을 말한다. 이러한 경우 항공기의 생존성을 향상시킬 수 있다는 점은 새삼스럽게 다시 언급할 필요가 없다.

이러한 의미에서 전파를 유도매체로 사용하는 방식에서는 이 방법을 적용하기가 매우 어려우며 발사한 무장이 목표에 명중될 때까지 유도매체를 계속해서 유지하지 않으면 안 되는 형식의 것이 아직도 대부분을 차지하고 있으며, 이를 보완한 방법인 Fire And Leave(FAL) 방식도 발사후 기수를 돌려 귀환할 수는 있으나, 유도

매체는 계속해서 유지하고 있어야 한다.

무장 발사후에도 유도매체를 계속 유지하는 것은 적에게 우군 항공기에 대한 반격수단을 제공하는 것이며 결국 생존성이 저하된다. 따라서 탑재무장과 유도방식이 모두 FAF 방식으로 요구되는 것은 바로 이러한 이유 때문이다.

또한 미래의 탑재무장 기술 중 생존성과 직접 관련되는 사항은 아니지만, 높은 오프 보어사이트(Off-Boresight) 특성이 요구되는 것이 요즘의 추세이다.

오프 보어사이트 특성, 즉 조준각 범위밖에 목표물이 위치하는 경우에도 효과적인 조준기능을 유지할 수 있는 특성을 의미하며, 이러한 요구조건은 계속적으로 고기동성을 추구해 온 현재의 전술기에서도 강력하게 요구되는 사항이다.

그러나 미래 CCV기체에 DLC와 DSF(Direct Side Force) 등의 기술적용으로 현재의 전술기와는 비교할 수 없을 정도로 자유도의 범위가 확대되고, 이로 인한 미래의 전술이 근본적으로 변화된다면 현재의 조준기술로는 도저히 이러한 요구조건에 부응할 수 없으며, 도리어 미래 전술기의 진가를 크게 해치는 결과를 초래하게 될 것이 확실하다.

따라서 향후 탑재무장 기술분야에서는 오프 보어사이트 특성의 향상에 최우선적인 노력이 요구된다. (다음호에 계속)