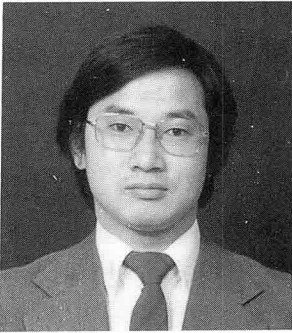


분산탄의 자탄분산장치 현황 및 추세



黃 峻 植 國科研 선임연구원, 공학박사



분산장치의

발전추세는 최소의 비용,
최소의 공간, 구조 및 작동기구의 단순화,
다양한 분산형태의 조절 및 정밀센서와
유도장치가 부착된 자탄을 손상없이
분산시킬 수 있는 시스템을
개발하는 것이다



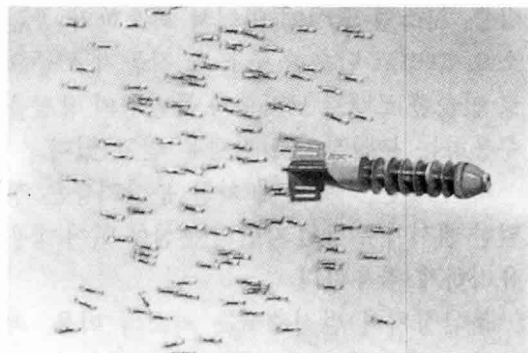
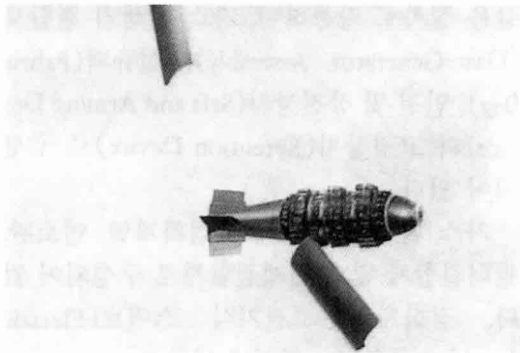
분산탄(Cluster Munition)이란 모탄내
에 많은 갯수의 자탄(Submunition/Bomblet/Submissile)을 적재하여 대상표
적에 접근시켜 분산, 작동시킴으로써, 이 자
탄들로 하여금 최종 효과를 달성하도록 고
안된 무기체계이다.

최근 탄두·탄약 분야에서는 무기효과 증
대를 위하여 탄의 기본형인 고폍탄에서부터
분산탄 개념으로 발전하는 것이 세계적인
추세이다.

이는 또한 동일 무기체계 내에서 다양한
자탄이 개발되어 여러가지 목표물을 효과적
으로 제압할 수 있는 각종 분산탄이 배치,
운영되면 비용 대 효과면에서 획기적인 개
선이 예상되기 때문이다.

향후 분산탄 체계를 위해 개발되었거나
계획되고 있는 자탄들의 다양화 및 고지능
화는 운반체로부터 자탄들을 분산시키는 새
로운 기술을 요구하여 왔다. 분산장치는 크게
램효과를 이용한 분산, 스핀분산 및 강제분
산으로 대별할 수 있다.

램효과를 이용한 분산(Ram Air Disper-
sion)은 자탄이 기류(Airstream)에서 분산을
위한 기구(Mechanism) 혹은 형상을 갖추고
있어 자체분산이 가능할 때 효과적이다.



▲탄두의 표피가 절단되어 탄체로부터 자탄이 분산되는 BL 755 분산탄

이런 분산의 예는 BLU-91/B 대전차지뢰와 BLU-92/B 대인지뢰를 포함하고 있는 Gator 살포지뢰 체계이다. Gator 지뢰는 기류에서 회전함에 따라 Magnus 효과를 생산하는 항공탄도학적 하우스징(Aeroballistic Housing)을 갖고 있다.

이 Magnus 효과가 방출점으로부터 지뢰들이 산개되도록 한다. 또한, 램효과를 이용한 분산은 역시 자체 분산기능이 없는 자탄으로 좁은 면적에 집중적인 분산형태가 요구될 때도 사용된다.

스핀분산은 광범위한 분산형태가 요구될 때 사용된다. 다목적탄(Combined Effects Munition)은 500rpm~2500rpm까지 선택된 속도로 회전하는 SUU-65/B 탄체를 사용한다.

이 회전은 기류에서 자탄을 분산시키기 위한 원심력을 가지며, 탄체로부터 자탄을 방출하기 전에 일어난다. 스피분산은 자탄이 이 스피속도에서 생존 및 작동할 수 있는 것을 요구한다.

탄체로부터 자탄을 분산하기 위한 셋째 방법은 강제분산에 의한 것이다. 강제 분산장치는 로켓트 모터형(Gun Tube Type) 및 폭발형(Blast Type)으로 대별할 수 있다.

로켓트 모터형은 다수개로 구성되어 있는 방출관(Ejection Tube)에서 발생하는 추진제 연소에 의하여 자탄을 개별적으로 방출시키는 방법이고, 폭발형은 모탄 중심의 연소관에서 생성된 추진제의 연소압력으로 자탄을 동시에 밀어내는 방법으로 밀판(Push Plate)이나 고무판(또는 고무튜브)를 사용, 고온의 연소개스가 자탄에 접촉하지는 않는다.

로켓트 모터형은 비교적 낮은 가속도를 가해도 높은 방출속도를 얻을 수 있는 긴 스트로크(Stroke)를 제공하며, 자탄에 최소한의 방출력을 부과하는 장점을 갖고 있으나 큰 공간, 구조적 복잡성 및 추력벡타가 자탄의 무게 중심과 정확히 일치하지 않으면 높은 Pitch, Roll 혹은 Yaw 때문에 불안정한 방출을 일으킬 수 있으며, 방출관으로부터 폭발이 자탄에 손상을 줄 수 있다.

자탄적재량을 증가시킬 수 있다는 장점이 있으나 자탄을 밀어내는 짧은 Stroke로 인하여 자탄이 받는 가속도가 크고, 또 개개의 자탄에 균일한 힘을 부여할 수 없다는 단점을 갖고 있다.

최근에 자동차의 안전기술 프로그램으로 개발된 Air Bag 시스템을 응용한 분산장치는 긴 Stroke에 의한 낮은 가속도, 고속의 자탄

방출, 시스템 구성에 있어서 최소한의 공간 소요, 그리고 단순한 구조 및 작동기구 등으로 전술한 로켓트 모타형과 폭발형의 장점을 수용하는 분산장치로 각광을 받고 있다.

특히 낮은 가속력에 의한 분산기능은 정밀한 센서가 부착된 자탄의 분산에 있어 매우 유리하게 작용한다.

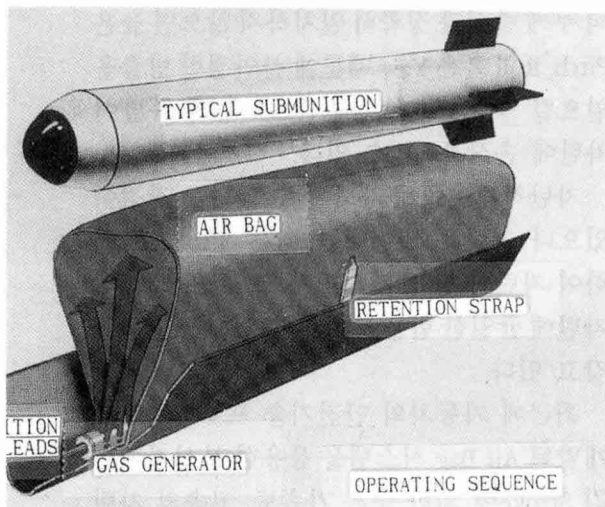
분산장치의 발전추세는 최소의 비용, 최소의 공간, 구조 및 작동기구의 단순화, 다양한 분산형태의 조절 및 정밀센서와 유도장치가 부착된 자탄을 손상없이 분산시킬 수 있는 시스템을 개발하는 것이다.

이 글에서는 자탄분산장치의 세계적 발전 추세에 맞추어 개발된 Air Bag을 응용한 자탄 분산장치의 구조, 설계 요구조건, 분산방법을 기술하였으며, 시스템 개발을 위한 핵심 기술을 제시한다.

Air Bag 분산장치의 구조

Air Bag에 의한 분산장치는 아래 그림과

▼ Air Bag 자탄분산장치 작동절차



같은 절차로 작동하며, 가스 발생기 결합체 (Gas Generator Assembly), 섬유백 (Fabric Bag), 안전 및 장전장치 (Safe and Arming Device)와 고정장치 (Retention Device)로 구성되어 있다.

가스 발생기 결합체는 점화계열, 연소관, 필터결합체 및 추진제결합체로 구성되어 있다. 점화계열은 전기식 스퀴브 (Electric Squib) → 착화제 → 지연관 결합체 → 점화코드 (Ignition Cord, ITLX)로 이루어진다.

추진제 연소실인 연소관에는 노즐 역할을 하는 수개의 구멍이 뚫려 있으며 노즐 수, 크기 및 배열을 조절하여 팽창시킬 Bag에 균일한 압력을 부여하는 작용을 한다.

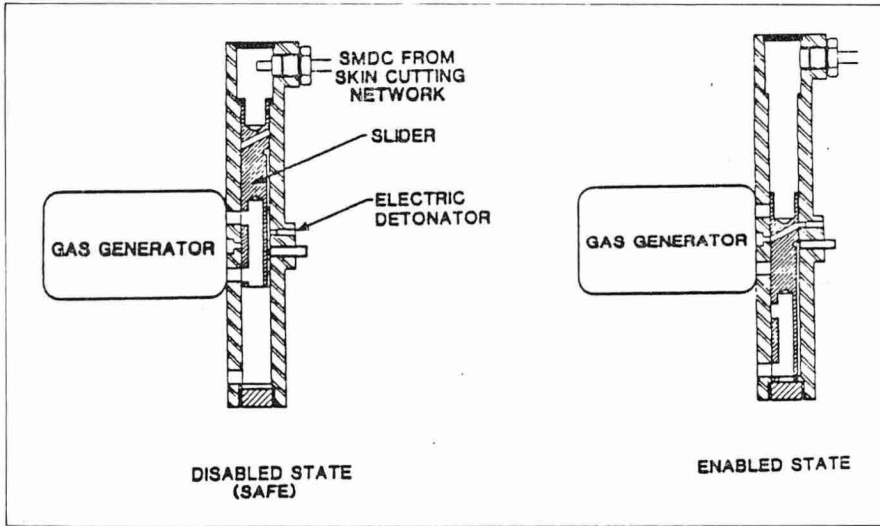
연소 잔유물을 여과하는 필터결합체는, 고온에 장기 노출시 탄화되는 섬유백의 재질 특성을 고려하여, 고온 (약 2000°F)의 연소가스 온도를 저온 (900°F)으로 낮추는 역할도 한다.

필터결합체는 다층의 필터로 구성되어 있으며 여과기능은 철망의 체 (Mesh) 크기와 여러종류의 필터배열에 좌우된다. 가스발생용 추진제는 주로 NaN₂와 CuO의 조성으로 구성되며, 연소시 질소가스를 방출한다.

또한 작동시간의 요구조건에 따라 추진제는 연소면적의 조절이 필요하므로 펠렛 (Pellets), 혹은 다공의 그레인 등 여러가지 형태의 추진제 형상설계가 요구된다.

섬유백은 고온 및 고압에 견뎌야 하므로 기존의 자동차용 Bag 재질인 나이론보다 강도 및 내열성이 매우 우수한 아라미드계의 케블라 (Kevlar) 섬유를 사용하며, 가스투과도를 낮추기 위하여 네오프렌 (Neopren) 고무를 코팅하여 사용하기도 한다.

또 최근에는 섬유재질의 Bag 대신에 금속



◀ 안전 및 장전(Safe and Arming) 장치

으로 된 Bag을 사용하는 경우도 있다.

고정 장치(Retention Device)는 탄두의 취급, 수송 및 비행중에 자탄을 일정한 위치에 고정시켜 주고, 작동초기에 제한된 Stroke로 자탄의 방출속도를 최대화 하는 역할을 한다.

보통 금속띠가 자탄을 고정시키기 위하여 많이 사용되나 파괴 볼트 등이 이용되기도 한다.

안전장치는 가스발생기 추진제의 자체 점화 혹은 전기식 기폭관(Detonator)의 비계획된 작동으로 인한 위험을 방지하기 위하여 설치된다.

이 시스템은 위의 그림에서 보는 바와 같이 전기식 기폭관(Initiator)과 가스발생기 사이에 점화계열을 슬라이더로 가로막음으로써 분산장치의 안전성을 확보한다.

또한 안전위치에서는 가스 발생기 추진제가 자체 점화할지라도 압력을 해제할 수 있는 가스유출 구멍을 갖고 있다. 따라서 탄두의 표피(Skin)를 절단하기에 충분한 힘이 생산되지 못한다.

이 안전장치는 탄체 표피 절단 화약의 폭

발에너지 전달신호에 의하여 슬라이더가 장전위치로 이동, 점화계열이 일렬(On-line)로 위치되도록 설계되어 있다.

화학에너지 전달신호는 탄두표피 절단화약과 동일한 화약을 사용한 도폭선(Shielded Mild Detonating Cord)에 의하여 안전장치에 전달된다.

설계 요구 조건

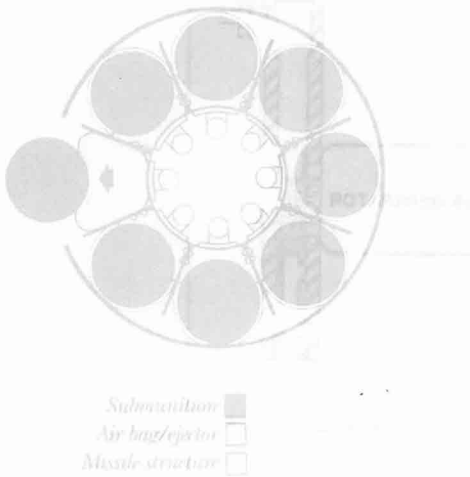
• 점화계열

점화계열은 전기식스퀴브→착화제→지연관→점화코드(ITLX)→추진제의 순으로 작동되며 설계 요구조건은 다음과 같다.

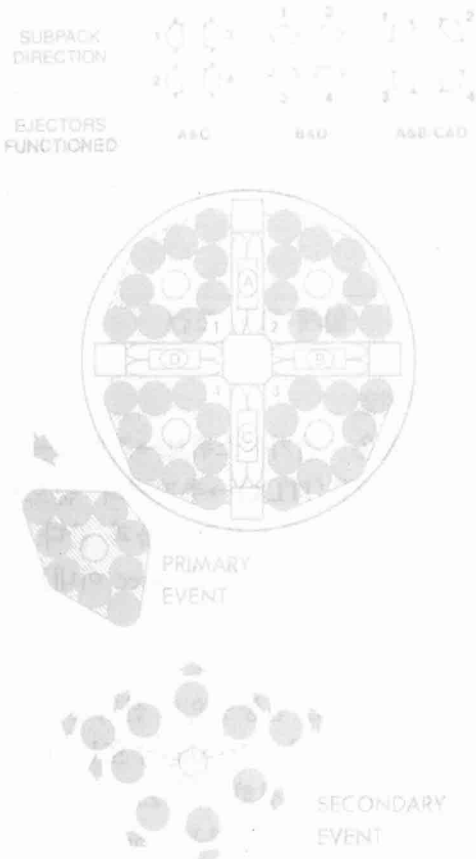
- 빠른 작동성능(보통 수 msec 이내)
- 추진제의 완전한 점화
- 전자기 위해성에 안전

전기식스퀴브는 원통형으로 선저항(Wire Resistance)이 1Ω 의 1W/1Amp급 또는 5Ω 의 5W/5Amp 급이고 점화제는 Zr, BaCrO₃로 되어 있다. 착화제는 대부분 Born/KNO₃를 사용한다.

▼1단계 분산시스템



▼2단계 분산시스템



지연관은 분산장치의 지연기능이 필요할 때 지연시간에 따라서 여러가지 지연제를 선택하여 사용할 수 있다.

점화코드(ITLLX)는, 추진제가 깨지지 않고 균일하게 점화되고, 낮은 온도에서 빠른 점화가 가능하도록 미터당 2g의 점화제를 TYGON Tube에 넣은 것을 사용한다.

• 추진제

추진제는 연소시간을 조절하기 위하여 펠렛형이나, 다공성그레인 등의 여러가지 형태로 되어 있으며 설계 요구조건은 다음과 같다.

- 고속 연소 및 다량의 가스발생
- 낮은 연소온도
- 다량의 가스 발생을 위한 높은 겉보기 밀도(Apparent Density)

추진제그레인은 낮은 발열량, 높은 밀도 및 열전도 때문에 점화성(Ignitability)이 극히 불량하므로 0.05~0.25mm 두께의 점화제를 코팅하여 사용한다.

• 필터결합체

필터결합체는 1차 필터, 2차 필터, Fine Mesh Screen 및 알루미늄으로 된 전향장치(Deflector Ring)로 구성되어 있으며 설계 요구조건은 다음과 같다.

- 내압 1000~2000psi
- 여과시간 : 45msec 이하
- 고도의 여과효율 : 약 99.6%이상
- 가스온도 강화(2000°F→900°F)

• 연소관

연소관은 추진제의 연소압력이 Bag에 균일하게 작용하도록 하는 기능을 갖으며 설계 요구조건은 다음과 같다.

- 고온(2000°F) 및 고압(2000psi)에 견디어야 함

분산방법

—연소관의 가스구멍의 수, 크기 및 배열의 최적화

—흡습방지를 위한 가스구멍의 밀폐

• Bag 결합체

Bag 결합체는 연소관에서 추진제 연소로 생긴 가스를 공급받아 자탄을 직접 밀어내는 역할을 하며, 다음과 같은 설계 요구 조건을 갖추어야 한다.

- 저온, 고온에서 일정한 인장, 인열강도 유지
- 저온, 고온에서 일정한 신도 유지
- Coating된 부분끼리 잘 들러 붙지 않고 쉽게 분리
- 내마모성, 내한성, 난연성, 유연성, 내균성 구비
- 일정한 파열강도 유지
- 60T/M 이하의 840denier, 고강력 원사
- 재직밀도 25×25/inch
- 열적 안정성 및 고무 접착력이 우수

분산방법은 p.64㉔의 그림과 같이 자탄을 중심선에 평행하게 배열하여 방사선 방향으로 분산시켜 비행탄두의 운동에너지를 최대한 활용하는 1단계 분산 방법과, p.63의 그림과 같이 다수의 자탄을 2단계에 걸쳐서 분산시키는 시스템이 있다.

후자는 p.64㉕의 그림과 같이 추출기(Ejectors) A, B, C, D에 의하여 1, 2, 3, 4로 표시된 자탄몽치를 분산시킨 후, 제 2단계로 지연 기능을 수행한 후 분리 장치(Separator)로 자탄을 최종 분산시키는 방법으로서 길이가 작은 다수의 자탄을 임의의 방법으로 분산시킬 때 사용한다.

1단계 분산방법을 갖는 자탄 및 관련 무기체계 현황은 아래표에 나타나 있고, 2단계 분산시스템을 채용한 무기체계는 p.66의 표에 표시되어 있다.

1단계 분산시스템

SUBMUNITION	Smartlet	SDVA		TGSM				BKEP	HB876
PROGRAM	Assault Breaker	Assault Breaker	CSW	Assault Breaker	CSW	Mini-Dispenser	MLRS	IES	IES
Primary Event									
Ejected Unit(s)	cluster of 12 Smartlet	single SDVA	single SDVA	single TGSM	single TGSM	3 single TGSM	3 single TGSM	8 single BKEPs	24 single HB876
Static Tests	3	—	8	3	4	14	43	9	15
Ejector Functions	3	—	8	3	4	14	43	9	15
Sled Tests	1	2	—	1	—	—	5	1	1
Ejector Functions	7	14	—	7	—	—	5	1	1
Flight Tests	—	1	—	8	—	—	1	—	—
Ejector Functions	—	14	—	92	—	—	1	—	—
Min. Velocity, fps	59	21	25	30	23	27	31	19	64
Max. Velocity, fps	90	36	64	44	39	68	57	30	113

2단계 분산시스템

SUBMUNITION	BKEP		CEB			KEP
PROGRAM	SAW	MRASM	SLAPC	SAW	TOMAHAWK	MISSILE
<u>Primary Event</u>						
Ejected Unit(s)	2 BKEP group	single & 2 BKEP group	dual 36 CEB subpack	dual 18 CEB subpack	7 CEB subpack	3 single & 8 KEP subpack
Static Tests	8	60	5	3	120	15
Ejector Functions	8	120	5	3	120	15
Sled Tests	—	—	4	—	80	—
Ejector Functions	—	—	6	—	80	—
Flight Tests	—	10	—	—	14	—
Ejector Functions	—	54	—	—	210	—
Min. Velocity, fps	15	16	19	40	11	32
Max. Velocity, fps	52	53	91	53	48	92
<u>Secondary Event</u>						
Type	separator	separator	dispenser	dispenser	dispenser	separator
Static Tests	4	34	1	4	115	8
Units Functioned	4	68	1	4	115	8
Sled Tests	—	—	2	—	40	—
Units Functioned	—	—	2	—	40	—
Flight Tests	—	10	—	—	14	—
Units Functioned	—	38	—	—	179	—
Min. Velocity, fps	21	14	30	20	9	11
Max. Velocity, fps	67	65	150	90	75	37

p.67의 표는 Airbag 분산시스템을 사용하여 개발되었거나 개발중인 자탄과 탄두의 현황을 보여주고 있다.

맺는 말

무기효과 증대를 위한 탄두·탄약의 분산탄화는 전장에서의 대상표적이 날로 복잡해짐에 따라 자탄의 다양화 및 고지능화가 급속도로 발전하는 추세이다.

이러한 탄두/탄약 발전추세에 맞추어 재래식 자탄 뿐만 아니라 정밀센서 및 유도장

치가 부착된 자탄을 손상없이 효율적으로 분산시켜야 하는 상기의 제반기술을 외국으로부터 기술이전 및 획득이 불가능한 무기체계의 첨단 기술이라고 사료되는 바, 집중적인 연구가 수행되어야 한다. 개발에 소요되는 핵심기술은 다음과 같다.

- 고속연소 및 저온 가스 발생용 추진제 조성개발 기술
- 내온, 내압, 고도의 여과 효율을 갖는 필터결합체 설계 기술
- 고압, 고속연소가스 방출 제어용 연소관 설계 기술

자탄과 적용무기체계 현황

구분	TGSM	HB876	BKEP	MUSPA	STABO	KEP	M74	SMARTLET	CEB	M77	SADARM	SDVA	XM80	WAM	OTHER MINES
BALLISTIC MISSILE				x		*									
TOMAHAWK	x		*		x				*		x			x	
RPV	x						x		x	*			x		
SAW	*				x		x		*	x					
AGM-130		x	x	x	x				x						
LRSOM		x	x		x				x						
ALCM-B		x	*		x				*						
Other SOW	*	x	*		x		x		*	x	x	x			
ATACMS	*						x	*	x			*			x
MLRS	*										*				
ADT	x		x			x	x		x	x	x	x			
TMD		*	*	x	x				x						
AIWS	x		x	x	x				x	x	x			x	
TACIT RAINBOW	x						x		x	x			x		

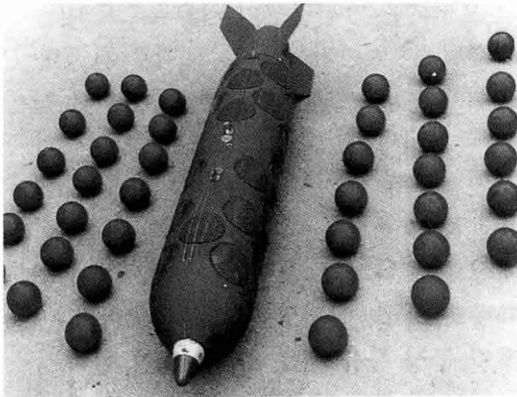
* Demonstrated by Test

x Packaging Studies and Pattern Analysis

- 고강도, 내마모성, 내한성, 난연성 및 내균성을 갖는 Air Bag의 직종기술 및 고무 코팅 기술
- 자탄의 고정 및 분산요구에 효율적으로 작동할 수 있는 고정장치의 설계 기술

- 분산장치 가스 발생기 시스템의 최적 설계 기술
- 고온·고압 기체의 유동해석
- 방출·분리 메카니즘의 수학적 모델링

▼자탄을 선택하여 장착할 수 있는 CB470 분산탄



참 고 자 료

- ▲ 권인배, 이준웅, 지상무기체계 세미나, 육군교육사령부/국방과학연구소(1992)
- ▲ ADPA, 「The Proceedings of Pyrotechnics and Explosive」, Pasadena, California(1987)
- ▲ 「US Army Material Command」, Warhead General, AMCP 706-290(1964)
- ▲ C. R. Huskey and B. D. Stevens, 「Application of Solid Rocket Technology to the Development of Submunition Dispersion Systems」, AIAA 88-3362(1988)
- ▲ 황준식의 3인, 「Air Bag 자탄분산장치에 관한 연구」, GWSD-519-92403 국방과학연구소(1992)