

## 열적외선 위장망의 현황 및 발전전망



朴正勳 國科研 기술연구본부

“

열상장비는 공중이나 지상에서 더욱 발전할 전망이며, 이에 대처하지 못하는 장비나 시설들은 적의 탐측장비에 즉시 노출되며, 이는 곧 파괴됨을 의미합니다. 그러나 아직까지 열적외선 위장망에 대한 인식이 부족한 상태에 있습니다

열적외선 위장망은 高價의 장비에 약간의 추가적인 부담을 더함으로써, 실질적인 수명의 연장 및 전투력 증강에 기여할수 있는 분야로, 아군의 사기진작과 전투력향상에 기여합니다

**정찰** 기술의 발전에 따라 위장술도 함께 발전하여 선진국은 물론 국내에서도 가시광선, 근적외선, 레이다에 위장이 가능한 위장망이 개발되어 왔습니다.

최근에는 중적외선(3~5 $\mu$ m)과 원적외선(8~14 $\mu$ m) 대역을 이용하여 정찰하는 열상센서가 많이 개발되었으며, 실제 전장에서 운용되고 있습니다.

선진국의 경우 이에 대처할 열적외선 위장망 개발에 박차를 가하고 있으며, 일부 제품이 선을 보이고 있는 실정이나, 국내에서는 필요성에 대한 인식조차 부족한 상태에 있습니다.

高價인 현대 장비에 약간의 추가적인 부담만 더함으로써, 주요 전투장비들의 수명 연장 및 전투력 증강에의 기여도를 고려할때, 우리 군도 열적외선 위장망에 대한 연구개발에 적극적으로 투자 해야 할것입니다.

### 위장망의 발전

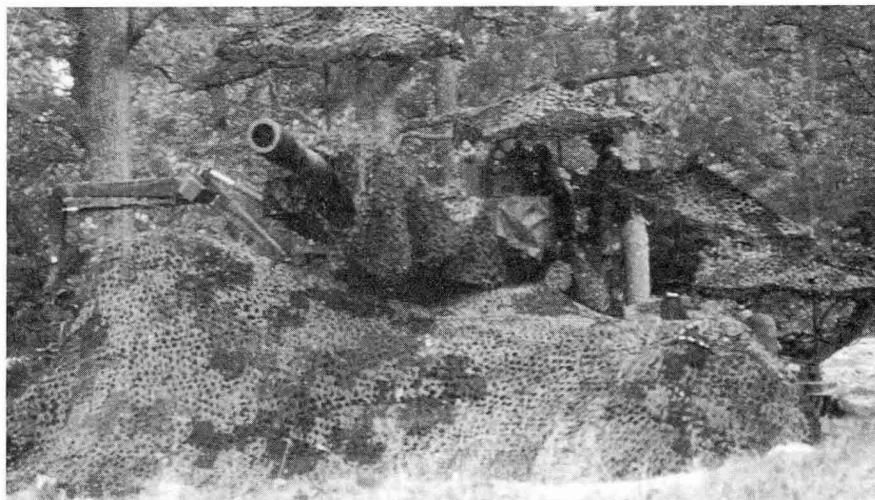
정찰과 위장은 위협과 방어라는 측면에서 모순의 관계와 같습니다. 새로운 정찰방법은 새로운 위장방법을 낳게하면서 정찰술과 위장술은 나란히 발전하고 있습니다.

초기의 위장술은 수풀, 나무가지 등 자연물을 이용하는 위장법이였으며, 주로 가시광선 위장에만 국한되어 있었습니다. 야시장비가 발전하면서 가시광선과 근적외선 위장이 동시에 가능한 위장망이 필연적으로 나타났습니다.

야시장비는 인간이 눈으로는 식별할수 없는 근적외선을 영상변환관이라는 특수한 장치를 사용하여 눈으로 식별할수 있는 빛으로 변환시킵니다.

이 장비는 표적물과 배경으로부터 반사되어 온 근적외선을 가시광으로 변환시켜, 표적물과 배경의 적외선 반사율 차이를 감지하는 관측장비입니다.

소형으로도 만들수 있고, 영상이 눈으로 보는것과 같게 나타나기 때문에 보병용, 특히야간 관측용으로 많이 사용되고 있습니다.



초기의 위장술은 수풀, 나뭇가지 등 자연물을 이용한 가시광선 위장에만 국한되었으나, 야시장비가 발전하면서 가시광선과 근적외선 위장이 동시에 가능한 위장망이 나타났습니다(사진은 위장망에 감추어진 야포)

가시광선 위장은 주위 배경색상과 유사하게 색상을 배열하여 위장 효과를 내도록하며, 근적외선 위장의 경우, 자연물의 근적외선 반사율과 유사하게 근적외선을 반사시키도록 위장망을 만들어 야시장비로부터의 관측을 어렵도록 만들어 위장합니다.

이들 위장망들은 산림형, 사막형, 雪上형, 도심형으로 구분됩니다.

산림형인 경우 대부분 숲지대에서 위장할수 있도록 나뭇잎 모양의 국방색, 흑색, 갈색의 위장무늬가 많고, 사막형은 사막지형에 맞는 황갈색과 갈색무늬를 가지며, 설상형은 극지방의 지형에 적합하도록 흰색 배열을 가지고 있습니다. 또한 각 지형과 자연 환경에 적합한 근적외선 반사율을 갖도록 되어 있습니다.

레이다 장비의 등장으로 기존의 가시광선 및 근적외선 위장망으로서는 위장에 한계를 갖게 되었습니다.

레이다 장비는 전파를 보내어 대상물로부터 반사되어온 전파로 표적물을 식별하고, 위치를 결정하는 장비로서 현재 전장감시용으로 널리 사용되고 있으며, 지형과 기후등의 영향을 적게 받기 때문에 앞으로도 중요한 관측수단으로 사용될 것입니다.

이러한 레이다 장비에 대한 위장술 역시 상당히 발달하여 국내에서는 6~17GHz과장 영역까지 위장이 가능하며, 선진국의 경우 6~140

GHz까지 가능한 위장망이 개발되었습니다.

위장방법으로는 레이다 흡수재질을 사용하여 파 자체를 부분적으로 흡수하거나, 전기전도성 재질로 특수처리하여 입사되는 전파를 사방으로 분산시킵니다.

따라서 대상물에서 반사되어 안테나가 있는 방향으로 가는 전파의 세기가 배경에서 반사된 전파의 세기와 유사하도록 하여, 레이다가 표적물을 식별하지 못하게 하는 방법을 사용하고 있습니다.

최근에는 열상센서의 발달에 따라 열상 관측 장비가 출현하였으며, 이에 대응하기 위한 열적외선 위장망(또는 열상 위장망)이 선진국에서 개발된 것으로 보고되고 있습니다.

### 열적외선 위장망의 필요성

지난 10년동안에 야시, 전자광학 경보 센서(특히 열영상 시스템들)분야에 상당한 발전이 미국이나 유럽의 몇몇 나라들에서 이루어져 왔습니다. 그래서 이들 기구들이 전장에 많이 등장하였습니다.

월남전에서 사용된 것으로 보고된 AN/PAS-7 및 10의 휴대용 열상관측 장비를 효시로하여, 1986년 미국의 리비아 야간공습, 영국과 아르헨티나의 포클랜드 전투, 1989년 미군의 파나마 침공작전에도 야간감시 및 공격을 위한 열상

장비들이 이용된 사례가 보고 되었습니다.

특히 1991년의 걸프전에서 항공기를 이용한 야간 작전은 대낮에 수행된것 이상으로 고도의 정확한 명중률을 과시하였는데, 근접 공격시의 주요 센서로 열상장비를 사용한 것으로 보고 되었습니다.

열상장비란 대기투과 특성이 좋은 파장대에 따라 발달되어 있는 영상장비의 일종으로 물체가 지니는 고유한 복사에너지의 차이를 검출, 전기적 신호처리 과정을 거쳐 가시영상을 얻을 수 있는 장비입니다.

야시경 시스템들은 근적외선(0.7~1.5 $\mu\text{m}$ ), 중적외선(3~5 $\mu\text{m}$ ), 그리고 원적외선(8~14 $\mu\text{m}$ ) 파장범위에서 작동합니다.

이들중 특히 중적외선과 원적외선을 이용하는 열상장비는 표적자체가 발하는 고유에너지를 검출하는 장비이므로, 주간은 물론 외계의 빛이 전혀 존재하지 않는 야간 및 나뻐기후에서도 관측이 가능하게 합니다.

또한 숲사이에 가시광선 위장망으로 위장된 장비도 온도차에의한 적외선 방출에 의해 탐지할수 있도록 합니다.

일반적으로 상온에 배치되어 있는 군사 목



위장망은 단순, 경량, 간편해야 합니다

표물들에서는 약 9~10 $\mu\text{m}$ , 항공기 배기관(1000K)에서는 약 3 $\mu\text{m}$ , 제트 배기가스(600K)에서는 약 5 $\mu\text{m}$ , 인체(309K)는 약 9.4 $\mu\text{m}$ 의 복사선을 방출합니다.

인원 및 군용장비들의 복사선이 대기 투과 특성이 좋은 3~5 $\mu\text{m}$  및 8~14 $\mu\text{m}$ 대역에서 복사선을 방출하므로 전장에서 이들은 열상센서에 완전히 노출된 상태에 있습니다.

현재 사용중인 위장망은 열상 센서에는 위장되도록 설계되어 있지 않습니다. 그래서 전투장비들이 발산하는 적외선 신호를 거의 위

위장망 개발 현황 및 특성

국 명	미	국	덴마크	스웨덴	한 국
회 사 명	Tradeways	Teledync Brown Engineering	Camtex	DIAB-Barracuda	삼양화학공업
위장망명	UL Camouflage	LWCCS ULWCCS Spatial IR adjuncts	Multispectral texture mats	Addcam Thermal Blanket	레이다 산란형 및 레이다 투과형 위장망
위장영역	가시광선 근적외선 열적외선 레이다(6~140GHz)	가시광선 근적외선 열적외선 레이다(6~95GHz)	가시광선 근적외선 열적외선 광영역 레이다	가시광선 근적외선 열적외선 레이다	가시광선 근적외선 레이다(6~17GHz)
형 상	마름모형 육각형	마름모형 육각형 직사각형	—————	우산형 부채형 등	마름모형 육각형
적용장비	shelters armor artillery 전술차량류	전차, 트럭 헬기 지휘소 등	고정 시설물, 장갑차량 및 일반차량	건물 차량류 비행기	전차 트럭 기타 차량
기 타	4색(미국) 3색(NATO)	4색			4색



경량위장망 위장포는 시각적으로 나뭇잎과 유사하고, 레이더 신호를 산란시키는 開구멍을 갖습니다

장할수 없습니다. 선진국에서 사용중인 경량위장망은 가시광선 및 레이더파에서 140GHz까지 위장효과가 있도록 설계되어 있습니다.

이 위장망의 임무는 태양 및 레이더 transmitter에 의한 신호(파)가 위장된 표적물에 비쳐졌을때 반사되어 나오는 신호를 위장하는 것입니다.

적외선 신호인 경우 기본적으로 다릅니다. 왜냐하면 신호의 대부분이 장비 자체로 부터 방출되기 때문입니다. 즉 장비가 원인물체(source)입니다. 일반적으로 장비가 뜨거우면 뜨거울수록 열적외선탐지기에서는 표적물이 더 밝게 보입니다.

경량위장망은 단지 망과 장비 사이에 온도 차이가 크고 위장망의 표면온도가 장비보다 높을 때에만 열신호를 막습니다.

이러한 현상은 태양이 경량위장망위에 바로 쬐일때 일어납니다.

망이 장비보다 차가울때(주로 밤, 이른 아침, 늦은 저녁, 흐린날씨)는 열적대비(thermal contrast)가 역전되고, 장비는 열적외선탐지기에서 선명하게 보입니다.

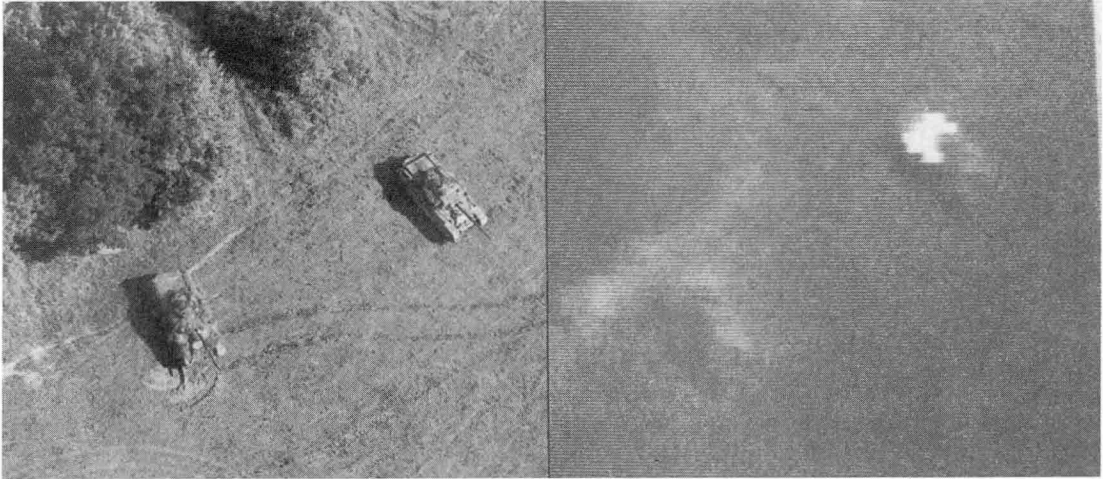
이 상황은 스크린이 있는 창문을 통해서 빌딩의 내부를 보는것과 유사합니다. 해가 있을때 스크린이 있는 창문을 통해서 빌딩의 내부를 보는것은 어렵습니다. 그러나, 밤에는 같은 스크린이 있는 창문을 통해서 빌딩의 내부를 선명하게 볼수 있습니다.

경량위장망에 붙여진 위장포는 시각적으로는 나뭇잎과 유사하도록 하고, 레이더 신호를 산란시키도록 큰 개구멍(open spaces)를 가집니다. 그러나 이들 위장포들도 장비의 적외선 방출은 막지 못합니다.

### 열상 위장원리

열적외선 위장망은 경량위장망의 열적외선에서의 단점을 보완하기 위해 요구되는 위장망입니다. 즉, 장비 및 인원으로 부터 방출되는 중적외선 및 원적외선을 차단하거나 주위 배경 신호와 같도록 하여 전투장비들이 적의 감시 장비에 노출되지 않도록 위장하는 망입니다.

이 망은 열적외선을 막는 방법에 따라 3가지 원리로 구분 할수 있습니다.



열적외선 위장망으로 위장된 전차 ㉑와, 위장되지 않은 전차 ㉒(사진 좌 : 일반촬영, 右 : 적외선 촬영)

즉 단열, 에너지덤프 및 공간적조화 원리로 구분됩니다.

단열원리인 경우 단열재를 이용하는 개념으로 장비의 열을 외부와 단열시킴으로써 열상센서에 노출되지 않도록 하는 것입니다.

이 개념은 열을 억제하기 위해 단열에 의존하는 것으로 전체적인 온도대비는 감소시킬 수 있으나, 열평형이 이루어지면 단열재의 온도 상승으로 일부 열적외선이 방출되는 단점이 있습니다. 또한 열을 차단시켜주므로 자체내에 열이 축적되고, 이로 인한 장비 및 장비 운영자에게 해로울 수 있습니다.

에너지덤프 원리는 열상센서가 감지하기 어렵도록 환기통을 만들어, 외부공기와 내부의 더운공기를 혼합하여 밖으로 불어 내어 열을 발산시켜 물체의 온도를 주위의 배경 온도와 비슷하게 유지시켜 위장하는 개념입니다.

따라서 연속적으로 열을 발생시키는 장비에 매우 적합한 위장원리입니다. 이 원리는 시설이 복잡한 것이 단점으로 지적되고 있습니다.

공간적조화 원리는 장비의 적외선 신호 모양을 주위 배경에서의 적외선 방출 신호 모양과 비슷하게 변환시켜 위장하는 개념입니다.

이는 현재 운용되고있는 가시광선의 위장 원리와 같은 개념으로, 열상장비의 마지막 관측 판단 매개체가 사람이라는 점을 고려한 위장 원리입니다.

인공적인 장비들은 기하학적인 모양(직선, 원, 삼각형 등)으로 되어 있는데 이들을 자연적인 모양, 즉 불규칙적인 모양으로 바꾸어 관측자로 하여금 탐지를 어렵게 만드는 것입니다. 이는 넓은 지역을 위장하는데 적합한 위장 방법이지만, 연속적으로 열을 발생시키는 장비에는 부적합한 것으로 알려져 있습니다.

#### 선진국의 개발 동향

선진국의 경우 이 분야에 대한 연구가 활발히 진행되어 덴마크, 스웨덴에서는 단열 원리를 이용한 열상위장망이, 미국에서는 공간적조화 원리를 이용한 열상위장망이 개발되었습니다.

그러나 이들 대부분이 열적외선 위장망과 기존의 위장망을 동시에 사용하는 이중구조로 되어있으므로 운용상 불편한 점이 많은 것으로 보고되고 있습니다.

선진국에서는 열적외선 위장망 개발시 다음과 같은 사항들을 고려하였습니다.

- 온도특성과 공간적특성 파악

주위 온도와 동일하게 유지하므로 위장효과가 있다는 점과, 동시에 장비의 열상신호를 배경의 열상과 유사하게 보이도록 함으로써 장비를 위장할 수 있다는 것입니다.

- 전장에서 열상센서의 위협 특성 분석

지형, 기후 등에 따른 열상센서의 특성을 분

석하여 위장망 개발에 적용하였습니다.

• 운용개념 정립(이중구조 또는 단일구조)

이중구조인 경우 기존의 위장망 안에 열상 위장망으로 위장하는 것으로, 열상위장망만 개발하여 기존 위장망과 함께 운용하는 것입니다. 이는 구조가 복잡하고 운용상 어려움이 있으나, 비용면에서는 효과적입니다.

단일구조로 운용할 경우 다영역차장 위장망을 개발하여 가시광선, 적외선, 레이다에 걸쳐 전 대역을 위장할수 있게 하는 것입니다.

이 경우는 기존의 위장망이 불필요하게되고, 개발비가 많이 소요되므로 비용이 많이 드는 단점이 있으나, 운용상 편리합니다.

• 물리적 특성

방연성, 유연성, 점착성, 인장강도 등을 고려하여 개발해야 합니다.

포클랜드 전투에서 polycotton재질로 만든 위장망이 고온에서 녹아 위장된 장비에 달라 붙었으나, cotton재질의 위장망은 대부분의 운용 조건에서 양호하였다고 보고되었습니다.

• 화학적 특성

물, 기름 등에 의한 변형이 없어야 합니다. 야전 운용시 제반 운용조건에서 내구성을 갖기 위해 내후성과 이슬, 비 등에 대한 저항성이 필요하며, 장비에서 묻어날수 있는 석유나 윤활제에 대한 내유성이 있어야 합니다.

• 재질 개발

열적외선 위장망은 단열성과 과 산란 및 흡수, 반사의 기능을 가져야 합니다.

파(波) 산란(散乱), 흡수 또는 반사재로는 알루미늄, 은, 동, 아연등과 같은 금속재들을 폴리머재질에 증착시켜서 만들며, 단열재로는 발포 폴리머 재질을 이용하는 것으로 보고되고 있습니다.

맺 는 말

국내에서도 최신 군용장비들에는 대부분 열상장비가 장착되어 있는 것으로 보고되고 있습니다.

향후 개발될 탐측장비들 중 열상장비는 공중이나 지상에서 적의 지상 관측용으로 더욱 발전할 전망이며, 이에 대처하지 못하는 장비나 시설들은 적의 탐측장비에 즉시 노출되며, 이는 곧 파괴됨을 의미합니다.

그러나 아직까지 열적외선 위장망에 대한 인식이 부족한 상태에 있습니다. 군의 인원 및 물자 그리고 장비들을 열상센서로 부터 위장하기 위한 열적외선 위장망이 절실히 요구되고 있습니다.

高價의 장비에 약간의 추가적인 부담(선진국의 경우 장비 가격의 0.25%)을 더함으로써 실질적인 수명의 연장(잘 위장된 전차가 전장에서 생존율이 50%까지 증가될수 있다고 보고되었음) 및 전투력 증강에 기여할수 있는 분야입니다.

아군의 사기진작과 전투력향상에 기여될 열상위장망의 중요도를 고려해볼때, 시급히 이에 대한 연구개발이 이루어져야 할 것으로 판단됩니다. \*

참 고 자 료

- ▲ 〈Defence Technology〉, 1993년 3월호
- ▲ 〈Defence〉, 1993년 2월호
- ▲ 〈Asian Defence Journal〉, 1993년 1월호
- ▲ 〈I. D. R〉, 1992년 8월호
- ▲ 〈Armada International〉, 1992년 2월호
- ▲ 〈Armada International〉, 1986년 6월호
- ▲ 홍석민, 「열상장비개론」, 국방과학연구소, 기술보고서, ATRC-517-92174, 1992년