

1980年代의 軍事技術展望

(5) 센서(感知器)技術〈後篇〉

진 풍 호 抄譯

4. 指揮, 統制, 通信機能

가. 一般的 傾向

比較的 멀리 떨어진 物標에 관한 遠隔感知器에 대해서는 “센서의 種類와 그 特性”란에서 既述한바 있으나, 光波 또는 電波를 쓰는 이들 感知器는 소위 直進性때문에 地平線下, 山너머와 같은 地形地物의 그늘이 되는 部分에서는 盲點이 생긴다.

이와같은 盲點을 피하기 위해서는, 感知器를 적당히 分散配置하거나 感知器를 航空機, 無人機 또는 人工衛星등에 搭載하여 이동해 가면서 高空에서 偵察하지 않으면 안된다.

이와같은 경우에는 이들 感知器를 情報處理中樞에 直結하기 위한 通信링크가 필요해진다. 특히 越南戰등에서와 같은 遊擊戰에서는 복잡한 地形地物, 氣候등을 교묘히 이용해 隱密裡에 行動하는 게릴라에 대하여는 遠距離感知器로는 效果가 적다.

그 때문에 地震動 感知器(車輛과 人員移動時 생기는 地震動을 檢知한다), 音響感知器(車輛등의 發動音 또는 사람의 말소리등을 檢知한다), 磁氣感知器(戰車등 鐵製品에 의한 磁場變化를 檢出한다) 및 化學感知器(車輛의 排氣가스, 사람의 呼吸, 臭氣등을 檢出한다)등의 近距離感知器를 多數隱密設置한 장벽을 防護地域周邊에 설치하는 侵入防止시스템이 실용화되었다.

이 시스템은 上記의 多數感知器가 感知한 信號를 電波로 公중에 放射하면, 侵入監視센터는 이 電波를 직접 또는 中繼無線機를 거쳐 受信하여 信號分析 및 情況判斷에 따라 武器를 指向하

고 發사를 管制하는 것이다. 이와같이 하여 前線部隊와 武器를 指揮統制하는 종래의 通信系統外에 感知器에 대한 장비가 急增하고 앞으로는 늘어날 傾向이 보인다.

各種誘導武器의 발달과 計算器의 급속한 進歩 및 通信衛星의 실용화에 의해 종래의 指揮統制範圍는 全地球規模로 확대하여 越南戰이나 中東戰도 워싱턴 또는 모스크바에서 直接制御할 수 있는 狀態에 도달했다. 그래서 戰場이 마치 電子戰場이라고 할 정도로 電波亂舞를 볼 수가 있다.

이와같이 복잡한 電波環境에서 원하는 通信채널을 선택하여 他채널과의 混信妨害를 배제하면서 通信路를 확보하는 것이 가장 重要的한 과제가 되었다. 아무리 우수한 武器시스템일지라도 戰場에서의 電波環境에 通信이 곤란해진다던 그것은 단순한 장식물에 不過한 것이 된다.

美國에서는 國防省直屬機關으로 ECAC(Electronic Compatibility Analysis Center=電子機器適合性 分析센터)를 설치하여 研究開發·裝備計劃의 策定, 우선순위의 결정에 있어서 電子의 適合성에 대해 諮問하고 또 國防省研究開發局은 NSIA(National Security Industrial Association=國防産業協會)와 협력하여 對妨害情報機器政策의 組織的 研究를 하고있다.

나. 通信의 一般的 性質

通信에는 愛널로그型和 디지털型 등이 있다. 前者는 電話와 같이 信號波形을 그대로 보내는 것이고, 後者는 電信과 같이 信號를 符號化하여 보내는 것을 말한다.

디지털型的 것은 몇個의 媒介變數에 의하여

規定되고 그것을 符號(Code)化할 수 있는 情報 傳達에 한정되어 지지만 傳達途中에 복잡등으로 인해 생기는 잘못을 極少化시킬 수 있는 점이 이 型의 長點이다.

最近에 計算器의 進歩에 의해 情報의 符號化(Encoding) 및 그 解讀(Decoding)을 자동적으로 迅速, 正確히 할수 있도록 되었기 때문에 많은 通信이 디지털型으로 전환되었다. 애널로그型은 파라미터를 명확히 規定할 수 있는 애매한 파라미터를 많이 갖는 信號에 限定되었다. 指導統制用 通信은 물론, 軍用感知器 信號에서도 대부분이 特定파라미터에 의해 規定할 수 있도록 되어있다.

모오스符號(Morse Code)를 周波數 f의 電波로 보내는 경우에는 f와 일정한 關係位置를 유지, 그 短符號의 時間幅 π 의 逆數에 해당하는 周波數帶域幅 $W(=\frac{1}{\pi})$ 이 최소한 占有되는 것이된다.

따라서 사용할 수 있는 周波數範圍가 결정되면 그에 따라 相互干涉하지 않고 通信할 수 있는 回線數가 결정된다.

通信速度를 높이고자 π 를 적게하면 그에 따라 W이 커지고 無干涉回線數가 그것만큼 적어진다. 이런 現象은 技術的으로도 어찌할 수 없는 制約이다. 사용할 수 있는 周波數範圍는 앞서 記述한 電波의 性質에 의해서 결정된다. 普通의 경우 氣象에 左右되지 않고 편리하게 사용할 수 있는 것은 數 10Mhz~10Ghz이다.

또 안테나, 그외의 回路의 帶域特性은 通常 그 中心周波數의 비율에 의해 定해지는 것으로 높은 周波數일수록 多數의 回線을 사용할 수가 있다.

侵入警戒感知器 시스템의 개개의 感知器와 같이 비교적 通信量이 적은 것에는 通常 낮은 周波數帶를 사용하고 衛星通信과 같이 通信量이 많은 것은 높은 周波數를 사용한다.

다. 戰場通信의 特徵과 최근의 動向

既述한 바와같이 센서에 관한 通信이 현저하게 增加됨에 따라 이들 情報를 蒐集處理하기 위해서 計算器에 의한 半自動處理가 필요해졌다. 또한 計算器의 急速한 발달과 低價格, 小型化는 各戰鬪部隊에 각각 計算器를 分散配置할 수 있

게 되었다.

計算器實用의 초기에는 計算器가 大型으로 高價였기 때문에 計算器센터를 설치해 이곳에 情報를 보내어 綜合處理한 후 종합된 情報를 各戰鬪部隊에 보내는 방법을 썼다.

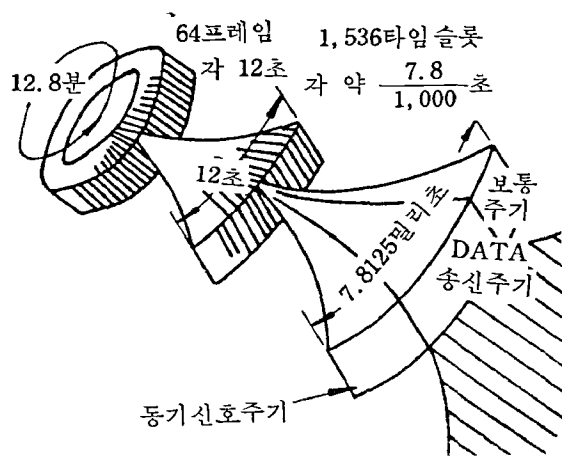
그러나 接點이 敵의 공격으로 破壞되면 모처럼의 센서網이 그 機能을 상실할 危險性이 있었다. 戰略情報는 그 性質上 次上級機關에서 판단을 더해줄 필요가 있으나, 戰術情報는 各戰鬪部隊가 그 狀況을 동시에 알 필요가 있다.

따라서 戰場通信은 종래의 1對 1 또는 特定局의 放送通信 形式으로부터 多數의 友軍이 相互自由롭게 通信할 수 있는 MA(Multiple Acces)形式이 실용화되어 가고있다.

예를 들면 美軍의 統合戰術情報 分配시스템(JTIDS:Joint Tactical Information Distribution System)은 그림 5에서 보여주는 바와같이 960~1,215 Mhz의 帶域幅을 共通 사용하여 98,304局이 相互同時에 交信할 수 있는 시스템이다.

이 方式은 時分割멀티액세스(TDMA: Time Division Multi Access)方式이라고 불리운다. 768秒(12.8分)를 64等分하여 各 12秒의 프레임으로 하여 또 각 프레임을 1,536等分하여 $\frac{7.8}{1000}$ 秒(約)의 타임슬롯을 만들어 각 슬롯을 加入者에 配分한다.

따라서 合計 98,304 ($64 \times 1,536 = 98,304$)局이 12秒마다 自己의 타임슬롯이 올때 送信할 수가 있다. 12秒의 기다리는 時間은 있지만, 實質的



<그림 5> TDMA의 통신요령

으로는 常時通信이 가능하다고 한다.

各局은 序頭에 同期信號를 보내고, 이어서 所定の 형식으로 情報諸元을 보내, 他슬롯과 중복되지않게 保護周期을 설치하고 送信을 마친다.

이 方式은 各加入者가 公同의 同期信號에 의거 各자 自己의 타임슬롯을 알 必要가 있다. 이런 不便을 解消하기 위해 타임슬롯을 割當할 必要가 없는 不規則時 分割멀티액세스(RTDMA: Random Time-Division Multi Access, 또는 AL-OHA System)方式의 開發이 이루어지고 있다.

이 새로운 方式은 情報를 所定の 길이로 구분하여 이것을 擬似不規則符號로 送信하고 受信側에서는 이를 受信할 수 있을 경우 受信完了信號를 보내는 것이다.

送信側은 受信完了信號를 받을때까지 그 포켓信號를 반복해서 보내고 受信完了信號가 오면 다음 포켓信號로 옮겨진다.

이 方式에서는 通信混雜度에 따라 待期時間이 증가하지만 短時間의 포켓單位로 조정되기 때문에 全回線의 時間效率은 극히 良好하다. 次期統合戰術情報 分配시스템으로는 이런 類의 通信方式이 채용될 것으로 보여진다.

情報單位符號(모오스符號의 短符에 對應하는)를 N個의 펄스로 코오드化하는 이런 類의 방식에서는 占有帶域幅이 倍로 넓어져 混信의 기회의 많아지지만 코오드解讀回路를 通함으로써 所定の 코오드에 맞지않는 것을 $\frac{1}{N}$ 로 抑制할 수가 있다.

또 諒解할 때까지 再送하는 방식이기 때문에 妨害電波가 있는 환경에서도 通信을 확보할 수가 있다(但 妨害의 強度에 따라 所要時間은 연장된다).

美國은 妨害對策으로서 擴大스펙트럼方式을 검토한 결과, 앞에서 말한대로 情報單位符號를 N個의 펄스로 分解해 擬似랜덤코오드로 사용함으로써 單位帶域當 電力을 $\frac{1}{N}$ 로 감소시킬 수가 있다(N를 10^4 으로 하면 他受信機에 미치는 混信電力은 10^{-4} 이 된다).

따라서 N를 적당히 크게 選定함으로써 敵에게 傍受됨이 없이(他受信機에 混信을 주지않고) 通信할 수 있는 것으로 판명되었다.

그러므로 混信防止를 위한 電波監理行政도 중

래와 같이 周波數分割 一邊倒의 자세를 시정할 때가 왔다고들 한다.

N를 크게하기 위해서는 펄스幅을 좁히는 경우, 그것을 사용하는 電波(搬送波)의 一周期보다 좁게할 수 없다. 이 最少펄스幅을 기준으로 하면 N가 커지면 情報單位符號의 時間幅이 커진다. 즉 情報의 通信速度가 N에 比例하여 늦어지게 된다. 다시 말해서 通信速度를 犧牲하여 對妨害(混信)性能을 확보하는 것이된다.

以上과 같은 周波數帶域 및 時間의 利用效率을 높이는 연구가 급속히 進行되어 理論의 限界에 가까와져 가고있다. 남은 問題는 어떻게 通信文을 效率的으로 간결하게하여 單位符號當 情報效率을 향상시킬 수 있는가 하는 것이다.

이 問題는 情報符號의 선정에 관한 技術的 問題를 포함해서 情報의 選擇, 構成, 傳達의 簡潔, 適切이라고한 基本的인 問題를 포함한다는 것을 잊어서는 안된다.

라. 光섬유 通信

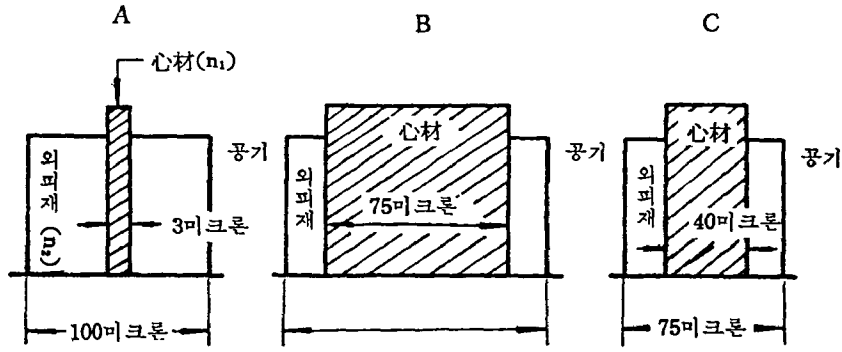
그림 6에서와 같이 높은 屈折率 $N_1=1$ 心材의 주변을 空氣의 屈折率보다 높게 N_1 보다는 낮은 屈折率 N_2 의 外被材로 被覆한 外徑 0.1밀리 정도의 섬유는 빛을 傳導한다. 이런 類의 섬유를 光섬유라고 한다.

중래에는 光波의 傳達에는 直線코오스와 거울의 組合으로 傳送路를 組合하지않으면 안되었으나, 光섬유의 出現으로 迥과같은 굵기의 유연한 섬유로 그點을 간단히 連結할 수 있게 되었다.

또 外部로부터의 빛은 心線에 들어가지 않고 心線內的 빛도 外部에 새어나가지 않기 때문에 外部로부터 방해를 받지 않으며, 外部에 방해하는 일도 없다.

그리고 부근의 電界와 磁界의 影響을 받지않기 때문에 誘導妨害를 받는 일도 없다. 따라서 機內, 艦船內를 포함한 固定通信網構成용으로 크게 기대되고 있다.

光섬유의 傳送損失은 주로 心材를 구성하는 分子構造에 의한 散亂에 인한 것으로서 波長의 4乘에 逆比例한다. 但 波長이 1밀리미크론보다 길어지면 共鳴吸收가 일어나기 시작하기 때문에 0.8~0.9미크론을 사용한다. 이 波長帶로 km當



〈그림 6〉 光섬유의 구성

- a: 單一 모오드型 構成(心材의 直徑을 적게 한다)
- b: 스텝의 屈折率構成(心材의 屈折率을 一定하게 한다)
- c: 拋物線型 屈折率構成(心材의 屈折率을 中心은 最大로하고 주변으로 가는데 따라 拋物線狀으로 감소시켜 外周에서 被材의 屈折率 N_2 와 同等하게 한다)

0.79의 透過率을 얻을 수 있다(이 값은 10.6미크론에 대한 大氣透過率의 平均値와 거의 同等하다).

使用 가능한 帶域幅은 心材中의 傳播速度의 波長特性과 모오드特性에 의해 결정된다. 前者는 心材의 材質에 의해 결정되고 後者는 섬유의 構成方法에 의해 결정된다. 어느 것이든 傳播速度의 差에 의한 것이기 때문에 傳播距離에 比例하여 사용 가능한 帶域幅은 좁아진다.

따라서 帶域幅과 傳播距離를 乘한 값은 늘 일정하여 섬유의 特性을 나타내는 尺度로 사용된다. 心材는 주로 溶融水晶이 사용된다. 그림 6 C의 構成으로 250Mhz km의 것을 얻을 수 있다(傳播距離 100m, 1,000m와 10,000m에서는 各各 帶域幅 2,500Mhz 250Mhz 및 25Mhz가 된다).

따라서 機內 또는 艦船內의 情報傳送能力을 갖는 點에 있어서 誘導妨害가 없는 점에서, 그리고 重量, 容積의 點에 있어서 참으로 劃期的인 것이다. 今後 機內 및 艦船內의 情報器材 및 指揮管制方式에 크게 變化가 생길 것으로 기대된다.

10K以上の 情報網用으로서는 현재 研究가 진행중이지만 分散性이 적은 心材가 開發되고 그림 6의 A 單一 모오드 構成에 의해 마이크로波 링크를 전하는 것이 出現될 것으로 기대된다.

5. 武器에 應用(비임武器)

最近, 美國과 그밖에 여러 나라 軍事雜誌에서 크게 취급되고 있는 비임武器가 크게 話題가 되고 있다. 美國에서는 소련과의 관계로 그 開發 및 그 接近方法에 대하여 議會 등에서 활발히 論議되고 있다.

비임兵器는 大別해서 레이저비임(電磁波使用) 兵器와 粒子비임(電子 또는 陽子와 같은 荷電粒子를 쓰는 것과 中性粒子를 쓰는 것을 包含) 兵器로 구분된다.

前者는 電磁場波動으로 에너지 傳送을 하는데 대해, 後者는 質量을 갖는 運動에너지에 의해 傳送을 하는 것으로서 古典力學의 으로 보면 종래의 火炮와 유사한 것이다.

從來의 火炮는 정해진 質量을 갖는 砲彈을 이용한 것에 反해, 비임兵器는 이것을 分子, 原子 또는 그 以下의 物質構成粒子로 분해하여 濃密한 가스狀 제트로 이용하는 것이라고 할 수 있다.

그러나 이와같이 小粒子가 됐을 때는 古典力學으로는 通用할 수 없게 되고 量子力學과 波動力學과의 關聯으로 兩者가 結合될 가능성이 있다.

電磁波의 大氣中 傳播에 대해서는 數많은 實

驗研究가 있고, 현재 論議되고 있는 레이저光領域까지 이미 그 理論의 實證이 끝났다(強力한 비임에 의해 大氣가 파괴되고 플라즈마狀態가 되는 경우를 除外). 또한 粒子의 運動에 대한 중전의 研究에서는 주로 眞空中 또는 극히 稀薄한 氣中으로 限定되고 있었다(原子物理研究粒子加速器, 眞空管類).

따라서 粒子비임의 大氣中通過의 경우 抵抗損失(砲彈에 관한 古典力學은 速度의 自乘으로 저항이 증가하기 때문에 필요한 加速에너지가 急速히 증가하여 適當한 射距離에 대한 每秒數 1,000m 以上の 速度를 얻기는 實用的으로 불가능하다)에 대하여 實證畢이라는 理論은 볼수 없다.

이와같은 理由로 粒子비임兵器에 관해 과열된 情報의 論議를 反復하고 있는데 반해, 가장 重要한 문제인 大氣中의 傳達損失에 관한 實證的 데이터는 全無이다. 현재는 可能性을 찾는 論議로 始終하는것 같다.

電磁波動을 사용하는 비임兵器는 第2次世界大戰中 레이더開發에 수반하여 센티波技術이 進歩하여 비임集束性이 향상됨에 따라 電磁波動을 집중하여 殺傷破壞兵器로 사용코져 하는 움직임이 생겼다. 그러나 이 움직임은 波長이 길기 때문에 充分한 集束性을 얻을 수 없어 단념케 되었다.

그후 波長 數미크론(센티波에 비해 10,000분의 1程度)의 레이저光의 사용이 可用해짐에 따라, 다시 비임兵器로서의 可能性 檢討가 再然해 수많은 實驗研究를 거쳐 오늘에 이르렀다. 앞으로 그 간에 얻어진 技術의 背景에 대해서 概述하겠다.

가. 레이저光의 集束性

太陽光과 같은 通常의 溫度輻射에 의한 光波는 볼츠만(Boltzmann)法則에 따라 스펙트럼(分光)分布를 갖는다. 이런 빛을 렌즈 등의 集光系로 焦點을 맞추면 波長에 의해 焦點에 收差가 생긴다.

즉, 集光系의 帶域幅(特性이 일정하다고 보는 波長範圍)의 에너지만이 焦點에 集束된다. 同一波長이라도 時間幅의 펄스로 變調되었을 경우는 그 逆數에 대한 帶域幅에 에너지가 分散한다.

따라서 集光系의 帶域幅을 W 이라고 하면 $\frac{1}{W}$ 以下の 펄스幅이 좁아짐에 따라 集束效率이 떨어지게 된다. 또한 集束性和 直接關係는 없지만 各펄스의 光波가 連續하고 있을때와 같은 位相關係를 갖는 경우, 에너지는 그대로 加算되지만 不規則할 경우는 펄스數의 平方根에 相當한 에너지가 된다.

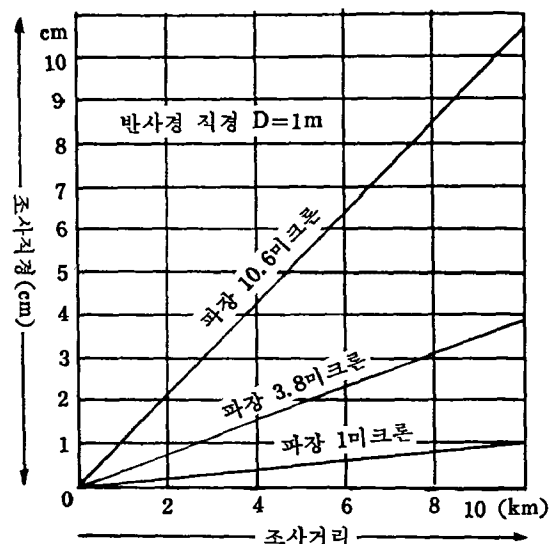
레이저光은, 레이저物質이 발생하는 不規則 펄스光을 共振器를 사용해서 規則的으로 바꾸어 일정한 波長의 連續波로 出力하기 때문에 에너지 集中을 위해서는 理想的인 光波이다.

따라서 레이저光의 集束法은 光學系의 回折限界, 즉 波長과 光學系의 開口直徑(寫眞機 렌즈의 直徑에 對應하는)으로써만이 制約된다.

直徑 1m의 反射鏡를 써서 大氣의 亂調를 무시하여 概算한 焦點의 直徑比較를 表에서 보여 준다.

直徑 3cm 程度의 구멍을 目標로 하는 경우는 波長 10.6과 3.8미크론에서 각각 距離 5,000내지 8,000m를 초과하려 하면 D 를 1m 以上으로 하지 않으면 안된다. 波長 1미크론에서 距離 10,000m 以下이면 D 를 30cm 程度 줄일 수가 있다.

<표 4> 조사거리에 대한 조사직경



나. 大氣의 影響

大氣의 影響은 傳播에 따른 에너지의 損失(大

氣構成子 및 大氣中에 浮遊하는 먼지, 霞, 霧 등의 微粒子에 의한 散亂과 吸收에 의한)과 大氣의 擾亂(맑은 낮에는 直射日光에 의한 溫度上昇이 地表面의 장소의 따라 복잡하게 변화되어 그곳에서 더워진 大氣가 바람때문에 擾亂해진다. 그 結果 大氣는 大小各樣의 온도가 상이한 氣塊의 集合體가 되며 各氣塊는 屈折率이 달라지기 때문에 光波의 波面이 어지러워진다)에 의해 集束性이 결여된다. 어느것이나 波長이 짧을수록 영향이 많다.

또 이런 現象은 장소와 氣象에 대해서는 센서 또는 通信用으로 수많은 實驗을 하여 既述한 바와 같이 戰場氣象豫測으로서 上記의 영향을 數值的 豫測으로 하고자 하는 試圖로 보인다. 波長 10.6미크론과 3.8미크론을 條件이 좋은 경우와 나쁜 경우의 예를 表 6에서 볼수 있다.

〈표 6〉 大氣의 투과율

	장 파 장	대기조건이 양호시	대기조건이 나쁠시
		동계 저습도 시정 23km	하계 고습도 시정 5km
과	10.6미크론	0.89/km	0.63/km
과	3.8 미크론	0.97/km	0.87/km

또 비임兵器와 같은 強力한 비임을 만들면 大氣는 吸收한 에너지에 의해 溫度가 높아져 中心部의 屈折率이 변화되어 비임을 넓히는 作用을 한다. 이런 現象은 부르밍(Blooming)現象이라고 한다.

이런 現象은 時間과 관계되는 것으로서 그 時定數는 熱力學的으로 計算된다. 이 時定數보다 짧은 에너지를 보내면 부르밍의 영향을 無視할 수 있다.

그러나 時定數보다 긴 펄스幅을 쓰는 경우는 부르밍으로 인해 送信電力이 어느程度 以上은 아무리 增大시켜도 그에 따라 비임이 넓어지기 때문에 目標表面의 電力密度는 大氣狀態의 臨界值보다 높일수가 없다. 이 臨界值도 力學的으로 計算된다.

또 大氣中の 電磁波電力密度가 臨界值를 넘으면 大氣分子가 파괴되고 플라즈마狀態가 된다. 이런 臨界值를 大氣破壞力密度 I_{BD} 라고 부른다.

I_{BD} 에 관해서는 直徑 1mm이하의 작은 焦點에 대한 試驗만이 발표되고 있는 實情이다. 이 實驗 結果에 의하면 I_{BD} 는 波長의 自乘에 逆比例하고 焦點直徑이 커짐에 따라 저하된다고 한다.

다. 目標照準度

아무리 集束力이 좋은 비임을 使用했다고 하더라도 비임의 指向이 照準誤差때문에 흔들리면 그만큼 에너지가 分散되어 集束力이 약화된다.

光波의 進路는 엄밀히 이야기해서 반드시 直線은 아니다.

大氣의 소란으로 약간 搖動하고 또 海上傳播時는 1mm 라디안(1,000m 앞에서 1mm程度)의 曲線이 생기는 수가 있다.

이와같이 光波經路의 變化에 의해 생기는 誤差는 火炮를 發射하는 경우에는 例外가 아니고 發射誤差로 남지만 光波레이더와 동일한 波長으로 비임을 構成하였을 경우는 같은 經路의 曲線은 있으나 誤差는 생기지 않는다.

(※ 1라디안(弧度) $57^{\circ}17'44.8$ 秒)

美 MIT의 光波레이더(波長 10.6미크론)의 實驗結果를 보면, 大氣擾亂에 의한 光波經路의 動搖는 소란이 특별히 심한 경우를 除外하고 10마이크로 라디안程度로서(1,000m에서 1cm) 그 動搖周期는 0.1秒이상이다.

따라서 照準追隨裝置의 應答性이 10Hz 이상이면 이런 動搖를 除去할 수가 있다. 海面上의 傳播의 曲線도 數 10秒이상의 周期의 변화이므로 이것도 除去可能하다.

다음은 照準裝置臺의 振動의 영향에 대해 말하고저 한다. 목표를 捕捉하고있는 경우는 距離가 멀수록 영향은 輕微하다.

예를 들면, 目標가 1,000m의 距離에 있을 경우, 架臺가 振幅 1cm 振動해도 照準誤差는 10마이크로 라디안程度이고, 2,000m에서 5마이크로 라디안이다.

따라서 距離 2,000m以上の 경우에서 振幅1cm 周波數 10Hz의 振動은 문제가 되지않는다. 이것은 振動이 심한 車內에서 손에 든 책을 읽기 힘들으나 窓밖의 景致는 그 振動에 크게 영향을 받지 않는 것을 우리는 日常經驗을 통하여 알 수가 있다.

라. 레이저 에너지의 破壞機構

波長數 마이크로 程度의 光波는 주로 熱效果로서 작용한다. 레이저光이 金屬面에 照射되었을때 그 吸收力에 의해 다음과 같이 작용한다.

吸收電力密度(I_a)가 적은 경우(平方センチ當 數 1,000W이하)에서는 發生한 熱은 주로 熱傳導에 의해 金屬全體의 溫度를 올리는데 소비된다.

I_a 가 커짐에 따라 局部加熱은 현저해져 局部溶解가 일어나게 된다. 알루미늄의 例로는 I_a 가 平方センチ當 1~10KW가 되면 두께가 照準點의 크기에 비해 얇을 경우 熱傳導 및 蒸發에 의한 熱損失이 그다지 없기때문에 溶解가 進行된다. 이런 상태로 구멍을 뚫었을때 이것을 溶解穿孔이라고 한다.

I_a 를 다시 크게하면 溶解層의 두께가 縮少되어 주로 蒸發에 의해 구멍이 뚫린다. 이런 경우 이것을 蒸發穿孔이라고 부른다. I_a 가 平方センチ當 5MW (5×10^6 W)以上이 되면 局所溫度는 數 1,000도가 되어 金屬蒸氣의 膨脹에 의한 衝擊力이 발생한다. 이 衝擊力에 의해 구멍을 뚫으면 衝擊穿孔이라고 한다.

蒸氣穿孔은 가장 에너지效率이 나쁘며 溶解穿孔에 비해 約 5배의 에너지가 필요하다.

衝擊穿孔은 板의 두께와 구멍의 크기에 의해 에너지效率이 다르다. 板厚 1.5mm, 直徑 3cm 와 板厚 3mm, 直徑 5cm의 穿孔에 대해서는 각각 溶解穿孔과 거의 같은 에너지가 필요하다. 그러나 衝擊穿孔은 穿孔時間 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 秒인데 비해 溶解穿孔은 約 1秒가 필요하다.

또 弱한 빛에 대한 反射率 99.9%정도의 研磨 金屬面에 강력한 레이저光 照射를 하면 照射後 10^{-6} 秒이하의 時間으로 反射率 90%정도로 떨어 진다는 것이 實驗結果로 발표되었다.

마. 레이저 비임兵器의 發射에너지效率

以上에서 말한 資料를 기초로 하여 試算해 보

면 使用레이저 波長 3.8마이크론, 集光鏡의 直徑 1m, 送出에너지 50KJ, 펄스幅 44마이크로秒에서 氣象條件이 나쁠때(夏季, 高濕度, 視界 5km)에도 距離 5km에서 1.5mm 두께의 알루미늄板에 直徑 3cm의 衝擊穿孔을 낼수 있다.

그런데 50KJ의 에너지는 100g의 彈을 每秒 1,000m의 初速을 주는 에너지와 같다.

秒速 1,000m, 質量 100g의 銃彈이 5km의 距離에서 두께 1.5mm의 알루미늄板을 뚫을 수는 없는데 비해 레이저비임의 發射에너지는 이보다 훨씬 良好하다.

問題는 레이저光 發射裝置의 重量, 容積의 문제가 되지만 이는 순전히 技術의 문제이다. 따라서 레이저勵起方式 및 機構設計의 改善進步로 언젠가는 종전의 火砲를 대신하는 時代가 올것으로 期待된다.

맺 음 말

個個의 器材보다 共通의 技術基盤에 관하여 그 特徵과 장래의 動向에 대해 記述하려고 했기 때문에 人工衛星關係 및 미사일關係의 誘導用센서와 데이터링크等に 관해서는 言及하지 않았다. 具體的인 시스템에 대해서는 各個의 武器體系에서 言及될 것으로 기대된다.

計算器技術 및 光섬유技術의 진보에 따라 앞으로 信號 및 데이터處理의 自動化와 高速化가 급속히 이루어질 것으로 보며 아무리 복잡한 것이 라도 論理的으로 정리되며, 入力하여야 할 데이터는 모두 即時處理할 수 있는 能力이 구비될 것으로 본다. 따라서 이 分野에 있어서의 技術의 進步如何는 무엇을 하여야 하는가 하는 展望을 할 수 있게 할것이다. —계속—

참 고 문 헌

防衛アンテナ 1980年 10月号

장애자의 재활, 자립-밝아오는 복지사회