

彈皮材質로서 黃銅과 鋼의 比較

친 길 성 譯

彈皮는 彈이 發射된 후에 藥室에 남는 부분을 말한다. 지난 世紀末에 활강 폐쇄기동치는 완벽하게 제조되었으나 小銃이나 連發銃과 같은 小口徑彈의 생산기술을 大口徑彈에 적용시키는 문제가 남아 있었다.

그러나 근래에는 大口徑彈에 사용되는 彈皮가 생산되어 저장, 운송이 편리하게 되고 彈皮에 彈頭가 결합되어 있어 裝填速度가 빨라짐으로써 射擊速度를 증가시키고 있다.

彈皮는 推進裝藥의 용기로서 藥室과 똑같은 形狀으로 만들어지며 爆壓, 變形, 그리고 무엇보다도 腐蝕에 강해야 한다.

彈皮는 또한 기계적 性質을 갖추어야 하는데 요구되는 기계적 性質은 彈性이 좋아야 하고 길이 방향에 따라 引張強度가 달라야 하며 鍛造性(malleability)이 統制되어야 한다는 것등이다. 이 세가지의 性質이 耐蝕성과 더불어 彈皮材質로서 요구되는 네가지 基本性質이다.

彈皮는 용수철과 마찬가지로 彈性이 많이 요구된다. 왜냐하면, 彈皮의 금속은 裝藥이 연소하는 동안의 짧은 時間內에 膨脹하였다가 다시 收縮되어 本來의 상태로 복구됨으로써 藥室로부터 彈皮의 제거가 용이하거나 자동적으로 제거될 수 있기 때문이다.

引張強度는 길이방향에 따라서 점차 감소되어야 한다. 彈皮의 밑바닥은 연소시 壓力을 받쳐주는 容器役割을 하기때문에 強度가 강하여야 하는 반면, 入口部分은 쉽게 열릴 수 있도록 상대적으로 약해야 한다.

彈皮의 入口쪽은 鍛造性이 좋아야 하는데 그 이유는 彈을 결합하는데 용이하고 爆壓이 형성

되었을때 쉽게 彈이 離隔될 수 있어야 하기때문이다. 동시에 彈皮 各部位의 役割은 彈이 直線上에 正位置할 수 있도록 붙들어 주는 것이기 때문에 이 부분은 堅固해야 한다. 이 세가지 特性은 독립적인 것이 아니고 실은, 서로 聯關性이 있다. 즉, 彈皮 各部位의 요구조건에 따라서 이 性質들은 서로 補完, 향상시키고 있다.

彈皮의 材質로서 금속은 金屬自體의 특성이나 또는 적절한 表面處理를 함으로써 다음과 같은 事項에 抵抗性이 주어져야 한다. 즉,

- 不適切한 조건하의 貯藏상황에서 裝藥으로부터 방출되는 窒化物에 대한 抵抗性
- 大氣汚染으로부터 抵抗性

黃銅彈皮

黃銅은 固有의 높은 鍛造性때문에 小銃彈의 彈皮로서 초기부터 선택되어 사용되었고 砲兵彈藥에서도 자연이 黃銅을 사용하게 되었다.

黃銅은 비교적 높은 均質의 耐蝕性 재료로서 圓筒形의 재질을 高溫壓出하거나 板狀의 형태로부터 加工하기에 비교적 쉬운 이점이 있다. 또한 黃銅은 砲兵彈의 彈皮材質로서 요구되는 다음과 같은 네가지 特性을 그 材料 자체의 特性으로서 맞추어 주기때문에 쉽게 加工될 수 있다. 네가지 요구되는 特性은,

- 彈性
 - 점차 길이방향으로 감소되는 引張強度
 - 調節 가능한 鍛造性
 - 耐蝕性
- 등이다.

彈皮를 단계적으로 成型할 경우에도 앞에서 언급한것 처럼 세가지 조건만으로도 工程上的 필요조건들을 만족시킨다. 그러나 黃銅은 高價이고, 戰略物資라는 단점때문에 항상 備蓄 및 投機 賣買등의 위험부담을 안고 있다. 이러한 문제는 戰時에 더욱 심각하기 때문에 黃銅을 좀더 값싸고 쉽게 구입할 수 있는 材料로서 대체하려는 시도가 있을 수 밖에 없었다.

鋼彈皮

鋼彈皮는 처음에는 黃銅彈皮와 마찬가지로 방법으로 軟鋼合金을 高溫加工함으로써 제조되었다. 다른 점은 黃銅彈皮는 圓筒形으로부터 高溫加工하지만 鋼彈皮는 板狀의 形狀으로부터 한다는 점이다.

그리고 圓錐形과 목部位形狀(cone and neck)을 얻기위하여서는 高溫加工後에 계속해서 壓出, 引拔, 그리고 最終成型에 이르는 소위 冷間加工 과정을 거쳐야 한다. 이런 정도까지는 黃銅을 鋼으로 대체하는 것이 매우 肯定的이다. 왜냐하면 약간의 追加的인 電力消耗, 工具와 機械의 磨耗를 감안하더라도 鋼의 材料값이 싼 이점이 있기 때문이다.

黃銅彈皮의 경우 앞서 언급한 冷間加工 段階에서 요구되는 모든 性質이 갖추어지기 때문에 이 단계에서 彈皮의 製造工程이 끝나는 반면 鋼彈皮의 경우에는 冷間加工以後에도 熱處理와 부분처리 및 열처리에 의한 部位別 硬化作業이어 부식방지를 위한 表面處理 등의 과정이 따라야 한다.

이 과정이 바로 鋼彈皮의 제조가 어렵고 비용이 많이 들어가는 工程이다. 그리고 鋼의 종류에 따라서는 工程이 좀더 複雜化될 수 있고 그 외에도 최종적으로 비용이 많이 들어가는 缺陷 調査와 性能調査가 필수적으로 행해져야 한다.

처음에는 加工性을 고려해서 鋼이나 合金鋼彈皮를 成型했다 하더라도 요구되는 세가지 特性을 얻기 위하여서는 일련의 熱處理 工程이 필요하다. 差等硬化를 얻는 문제점외에도 龜裂이나 不純物除去 문제를 극복해야 한다.

引拔工程을 거칠때 鋼은 어떤 特定部位에서

눈에 보이지 않는 龜裂이 생길 수 있다.(變形이나 熱에 의한 龜裂등) 이러한 미세한 龜裂은 裝藥爆發時의 압력에 의하여 틈이 생기고 이로 인하여 급격히 파열되어 藥室이나 폐쇄기 문체에 손상을 입혀 砲를 못쓰게 하는 경우가 발생한다.

타고 없어지는 彈皮(可燒性 彈皮)를 사용했을 경우에는 彈皮가 타서 生成된 가스는 “冷氣”라고 指稱된다(彈皮내의 裝藥에 의하여 生成되는 가스에 비하여 溫度가 낮기 때문임). 可燒性 彈皮가 연소할 때는 推進裝藥이 연소할때 보다 낮은 溫度에서 연소하여 일련의 가스층을 形成하며, 이것은 藥室을 침식하기보다 오히려 보호하는 役割을 하게된다.

廉價의 鋼에 대한 性向

均質의 耐蝕性이 좋은 黃銅에 비하여 鋼은 자주 “비저택”이라고 불리고 있다(특히 鋼이 염가일 때). 鋼에는 항상 불순물이 存在하게 되는데 이 불순물은 鋼의 材質自體에 基因할 수도 있고 또는 原鑛(黃이나 磷의 불순물) 자체로부터, 또는 製造工程(水素나 窒素등의 불순물)으로부터도 들어올 수 있다.

寄生的인 이들 불순물들의 存在與否와 密度는 鑄塊와 最終用途에 따라 분류되고 허용된다. 이러한 불순물은 引拔工程中에 熱에 의한 龜裂을 유발시키기도 한다. 이 불순물은 差等硬化 과정에서도 測定할 수 없는 變位나 變形을 일으키는 데, 이로 인하여 일어날 수 있는 사고를 예방하기 위하여서는 미리 이 문제를 조사하여야 하고 이러한 일에는 세로운 문제점이 따르며 費用이 첨가될 뿐아니라 返品處理될 가능성도 있다.

이러한 熱處理工程과 결합조사 및 성능검사의 에도 鋼彈皮에 있어서 주의하여야 할 점은 腐蝕을 效果的으로 방지하는 것이다. 美國에서는 表面處理를 油藥處理法을 쓰지만 프랑스에서는 주석 또는 亞鉛鍍金을 하고 있는데, 이 방법은 表面保護뿐아니라 며칠후에 龜裂을 따라 腐蝕의 흔적을 발견할 수 있어 龜裂이 되었음을 쉽게 알아낼 수 있기 때문이다.

어떻든 이러한 難點들이 적절한 工程과 技術

<丑 1>

大口徑彈皮에 關聯 變數	平 和 時		景氣後退/戰爭	
		選 擇		選 擇
黃 銅	<ul style="list-style-type: none"> ◦耐蝕性 材料 ◦可用性 ◦簡單한 工程 ◦適當한 價格 ◦適合性 	黃 銅	<ul style="list-style-type: none"> ◦物量不足 ◦戰略物資 	代替材料調査
發射方法	<ul style="list-style-type: none"> ◦訓練 ◦平和時 水準의 消耗 ◦小規模生産 	黃 銅 (예외-다음)	<ul style="list-style-type: none"> ◦豊富な 支援하에 一攻擊射擊 一탄막射擊 	鋼+可用한 黃銅
鋼	<ul style="list-style-type: none"> ◦低價格 ◦多量 ◦어려운 工程 ◦製造時 附加價値大 ◦最終單價는 黃銅과 같다 	黃 銅	<ul style="list-style-type: none"> ◦要求條件이 많고 古 鐵化되는 희생이 있 어도 利用可能 ◦必然的 法則이 없음 ◦大規模生産과 高度 의 技術을 要함 	鋼+可用한 黃銅
再 使 用	<ul style="list-style-type: none"> ◦問題 없음 ◦組織的 ◦永久的 ◦修正 	黃 銅 (工場과 射擊場 사 이의 일정한 輸送)	◦物量確保가 어려움	鋼+可用한 黃銅
貯 藏	<ul style="list-style-type: none"> ◦長期間 ◦訓練用 貯藏 	黃 銅	<ul style="list-style-type: none"> ◦즉각적인 使用 ◦工場으로부터 戰線 까지 즉각적인 輸送 	鋼 (最 適)
安 全 性	◦黃銅이 갖고 있는 일차적인 動機	黃 銅	◦效率性的 影響을 받 는 高度의 技術的인 動機	鋼
黃 銅 一特別한 境遇를 제외하고 長期生産計劃에 의한 彈皮			鋼+黃銅 一黃銅獲得이 可能하고 再使用을 위한 修正이 可能할때 黃銅彈皮 一기타는 鋼彈皮	

<丑 2>

(BF : 벨기에의 화폐 단위)

材 料 (個當)		彈皮完成品 (個當)								
105mm 曲射砲彈皮	材質	單 價 (BF/kg)	單 價 比 (船銅/鋼)	重量 (kg)	材料費 (BF)	材料費의比 (黃銅/鋼)	製造單價 (BF)	材料費/製 造單價(%)	製造單價比	製造單價差 (BF)
M14	黃銅	120	6	2.3	300	3	1,000	30	鋼의 15%	350
M14 B 4 螺線形	鋼	20	1	5.0	100	1	650	15	黃銅의 65%	

들이 뒷받침되어 大量生産이 가능하게 되자 鋼은 彈皮의 材質로서 받아들여지고 있으며 오히려 彈皮材料로서 鋼이 더 좋은 두가지 예를 다음에 들겠다.

106mm RR彈

裝藥의 연소에 의하여 급격히 발생한 가스壓

力中, 彈을 추진하는데 1/4, 反動을 저지하는데 3/4을 이용하는 無反動原理의 적용에 대한 研究가 2次大戰中에 수행되었다. 그 成果로 106mm 無反動銃(RR)에 성공적으로 적용된 사실은 잘 알려져 있다(이 原理는 57mm와 75mm無反動 武器에도 적용되었으나 가벼운 合金이 사용된 90 mm RR에는 이용되지 못했다). 鋼은 구멍이 뚫린 圓筒形 彈皮에 처음부터 材料로 쓰여졌는데

그 理由는,

• 鋼은 黃銅보다 變形이나 열에 의한 腐蝕程度가 높아 無反動銃의 後尾裝填에 유리하며,

• 戰爭中에 材質구입이 쉽고,

• 裝藥은 다른 容器에 담겨져 彈皮안에 있게 됨으로 彈皮에 의하여 密閉할 필요가 없으므로 몇곳 조임으로써 彈頭結合이 용이하며,

• 藥室이 彈皮보다 훨씬 커서 藥室內에서 단순히 그곳만 지지되어 있고 藥室內의 壓力이나 彈皮內의 壓力이 거의 同一함으로, 이 경우 彈皮는 彈性이나 引張強度의 문제가 덜 심각하고,

• 彈皮自體는 거의 圓錐形일 필요가 없으며 특별한 成型도 요구되지 않기 때문이다.

처음에는 彈皮는 加壓成型, 引出, 引拔로 제작되고 그 다음에 表面에 구멍을 뚫었다. 이런 工程은 單價가 높아 요즘은 이미 구멍이 뚫린 鐵板을 맡아서 圓筒形으로 만들고 이를 鎔接하여 밑바닥을 고정시키는 方法을 사용하고 있기 때문에 經濟性이 향상되었다. 이렇게 만든 彈皮는 카드늄, 亞鉛등으로 鍍金하거나 表面칠을 하여 表面을 보호한다.

109mm 曲射砲用 彈皮

이 彈皮는 다음과 같은 理由로 製造上 制限을 별로 받지 않는다.

• 목部나 圓錐形部가 없는 거의 圓筒形狀이다.

• 完成彈은 彈頭를 永久 고정시키지 않는 半固定形態이다.

이런 형태의 彈皮는 圓筒製作이나 또는 金屬板을 맡거나 鎔接하는 대신 金屬板의 몇겹을 螺線形으로 맡아 壓延하는 方法을 사용함으로써 密閉效果나 衝擊強度를 높일 수 있고, 熱處理는 成型前에 해둠으로써 所期의 목적을 달성할 수 있다. 美國에서는 이미 1869년에 金屬板을 螺線形으로 맡아 壓延하는 方法을 사용하여 제조하는 工程을 도입하였다.

그러나 이 工程은 金屬 파이프나 마분지를 제조할때 사용되는 鎔接 接合工程과는 다르고 처음부터 기다란 平行四邊形의 金屬板의 한 모서리를 비스듬히 잘라서 三角形部分을 제거시킨

후 螺線形 모양으로 세겹 감아서 만들게 된다.

따라서 세겹으로 된 下端部位는 強度가 높아지고 彈皮의 入口쪽으로 갈수록 겹수가 작아지기 때문에 強度는 감소된다. 이렇게 감아올린 圓筒形 金屬板 層狀을 油壓의 높은 압력으로 加壓成形하여 완전한 圓筒形 형태의 단일체로 만든다(加壓成形 과정에서 外郭의 金屬層은 안쪽으로 內部 金屬層은 바깥 쪽으로 밀려 서로 붙게 된다). 이렇게 함으로써 金屬板사이의 틈새를 완전 密閉시키고 하나의 金屬圓筒形과 같이 貯藏性도 보장된다.

이와같은 製造工程에서 마지막 단계는 세겹으로 된 圓筒 밑바닥 部位를 金屬治冠(metal crown)사이로 접어 끼워서 堅固하게 結合시키는 일이다. 이들 彈皮는 底板을 쉽게 분리시켜 回收할 경우를 제외하고는 사용후 폐품처리 된다. 이러한 方法으로 韓國戰爭이나 越南戰中에 하루 30,000개의 彈皮를 생산하였고, 必要時 月 百萬개를 초과 生産할 때도 있었다.

銃砲 裝藥의 彈皮材質로서 어떠한 것들이 유익한가하는 調査는 여러가지 資料에 의하여 쉽게 얻어질 수 있다. 이때 選擇의 基準에는 다음과 같은 점이 반드시 고려되어야 한다.

• 藥室模樣

• 彈裝入 및 彈皮抽出方式

• 發射速度

• 獲得要求量과 生産可能量

이러한 일은 절대 또는 상대적으로 계산된 生産單價를 비교함으로써 이루어질 수 있다. 즉,

• 原資材와 예측되는 單價變化

• 生産費, 品質檢査費 및 不良率

• 工具磨耗費 및 裝備 감가상각비

• 利潤

• 지속적인 生産을 위한 供給處 確保 등

小口徑彈에 대한 문제는 여기서 논의하려는 바는 아니지만 이것역시 上記의 고려사항이 제기되고 이들 彈皮의 再活用方案이 없기 때문에 좋은 예가 된다.

步兵裝藥

FN(벨기에의 小銃 및 彈제조회사)에서는 오

랜 深思熟考끝에 재래의 小口徑彈 및 세로 나온 5.56mm口徑彈의 彈皮材料로서 黃銅을 계속 사용하기로 결정하였다. 이런 추세는 세로 참여하는 生產業體도 마찬가지로 구리와 亞鉛값의 심한 變動에도 불구하고(黃銅은 구리와 亞鉛의 비가 70/30, 또는 72/28이다), 小口徑彈을 생산하는 대개의 나라에서도 같은 傾向으로 나가고 있다.

실제로는 大口徑보다 小口徑에서 彈皮材料로 鋼의 사용이 보다 제한되고 있다. 小口徑 彈皮에서 형성되는 압력은 4,000bar 정도로서 黃銅과 똑같은 彈性도를 얻는데 필요한 鋼彈皮의 熱處理工程은 비용이 많이 들게 된다(이 경우 彈性도가 좋지 않으면 永久變形이 일어나고 藥室內에서 彈皮가 늘어붙어 문제가 된다). 發射速度가 빠른 自動小火器 특히 多發銃身을 가졌을 경우에는 異常 抽出現狀이 일어나게 된다.

프랑스와 스위스는 이런 종류의 武器에 대해서는 鋼彈皮를 사용하는 것이 바람직하다고 보고 있으나 英國에서는 아직도 黃銅쪽에 더 信賴感을 가지고 있고 FN에서는 그동안 무제점으로 되어있던 黃銅彈皮의 抽出時 抽出裝置에 걸려 찢어지는 단점을 해결하였다.

大口徑彈의 경우에는 무엇보다 彈皮의 大量生産이 가능한지의 興否가 중요하다. 뿐만 아니라 다음과 같은 事項들도 항상 고려되어야 한다.

- 黃銅의 耐蝕성과 彈皮製造의 傳統
- 다른 用途를 위한 回收(예를들면 工藝品, 建築裝飾品, 家財道具用品등)
- 變形의 容易度(上記의 용도를 위한)
- 鋼彈皮에 대한 評價, 不意의 사고에 대한 보장
- 대기중에서 酸化問題(특히 熱帶氣候나 艦艇에서 문제되는 海上氣候에서)는 특히 鍍金되어 있지 않는 鋼彈皮에 치명적이다.

이밖에 製造工程의 단계 및 금속의 가격, 最終 表面處理의 單價등 彈藥이 最終 射擊線上에 도달할 때까지의 모든 價格이 고려대상이 된다.

근본적으로 鋼은 彈皮의 裝造過程이 비싸다해도 鋼자체가 매우 값싼 材料에서 흥미를 끌게 된다. 그러나 鋼彈皮는 한번 사용후 酸化가 심하게 일어나는 문제점 때문에 再使用이 불가능

단점이 있다.

한편, 黃銅彈皮의 경우에는 여러번에 걸쳐 再使用이 가능하다. 再使用時 필요한 작업은 形狀의 原狀復歸를 위해 다시 壓延하고 세로운 彈頭를 결합하기 위하여 彈皮 部位를 燒鈍하는 일이다. 黃銅彈皮를 한번만 재사용하는 것은 非經濟的이며, 黃銅과 鋼에 대한 長短點에 예는 表에 나타나 있다.

再使用 期間동안 全體의 價格을 조사하여 平均價格을 계산해보면 의문점들이 客觀化될 수 있다. 彈頭를 결합하지 않고 表面處理까지한 鋼彈皮를 大量生産하여 다시 한번 사용할 경우를 예로 들면 다음과 같은 發當價格이 산출된다.

1,000 BF : 처음 發射時의 彈皮의 單價

200 BF : 修理費, 運送費(再使用時)

1,200 BF / 2회 = 600 BF / 發當價格

(BF : 벨기에 화폐 단위)

재사용이 두번이라면 100+200+200=1,400 BF이며 3회 사용되므로 發當單價는 470 BF이 된다. 黃銅의 경우에는 最終回收하여 다른 용도에 재사용됨으로 鋼의 경우 古鐵化되는것에 비해 훨씬 이점이 있음을 알수 있다.

재사용의 可能性을 제쳐놓고라도 成型이나 굽힘등의 工程上的 어려운점을 더 고려하면 黃銅이 鋼보다 더 유리한은 의문의 여지가 없고, 복잡한 製造過程의 鋼彈皮는 똑같은 形狀의 黃銅彈皮에 비해 製造單價가 훨씬 비싸게 된다.

結 論

• 黃銅彈皮와 똑같이 鋼을 材料로 사용하여 彈皮를 제조할 수는 있으나 熱處理, 表面處理, 精密品質檢査등 필수적으로 행해져야 하는 鋼彈皮의 복잡한 제조과정 때문에 鋼彈皮의 제조가 經濟的이라고는 볼수 없다.

• 여러가지 制約이 많아질수록 鋼을 사용하는 經濟的인 이점도 점차 감소한다. 따라서 黃銅을 선호하는 傾向이 더 짙다.

• 鋼彈皮의 제조는 대규모 投資를 요구한다. 또한 鋼彈皮 製造過程에서는 工程上 어려운 단계가 많기때문에 投資價値를 저하시키고 새로운 技術의 뒷받침이 필요하다.

• 黃銅은 값이 비싸고 獲得上의 문제가 따르는데 이것이 黃銅을 鋼으로 대체시킬 수 있는 要素가 될수 있다.

• 價格差異가 적을경우 黃銅을 선택하는 것이 材質의 特性뿐아니라 心理的, 經濟的인 이점이 있다.

• 推進劑나 發射器의 종류에 따라 黃銅彈皮를 다른 材質로 대체 가능하다(가벼운 것을 요구하는 航空機의 경우 彈皮材料로서 알루미늄과 같은 가벼운 材料로 대체됨).

• 彈皮의 再使用 문제를 고려하면 黃銅이 절대 유리하다. 특별히 鋼彈皮가 사용되는 몇가지 경우(無反動銃, 105mm 螺線形 彈皮와 같이 大量生産을 할 경우)를 제외하고는 景氣後退가 없는 한 黃銅은 당분간 彈皮材料의 主流를 차지할 것이다.

참고문헌

(Armada International 6/1983)

