

露天鑛山 規模의 擴大와 폭약의 大量 소비에 따른 問題點과 그 改善方案 檢討

金 成 範

〈雙龍洋灰東海工場鑛山部採鑛課長〉

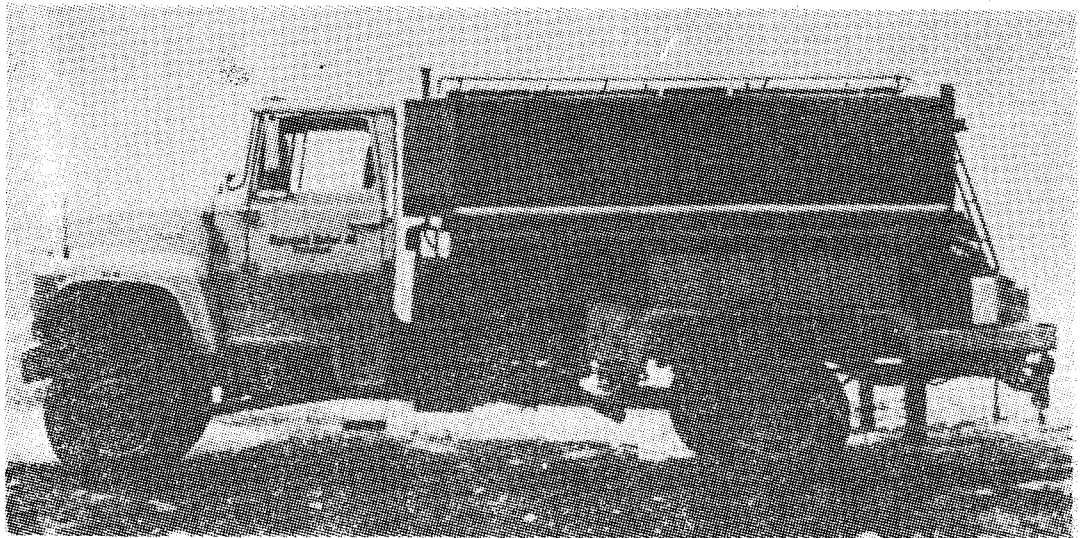
1. 爆藥으로서 AN-FO의 規制緩和에 관한 최근의 傾向

AN-FO는 硝酸암모니움을 主劑로 하여 여기에 燃料油를 혼합하여 만든 일종의 硝安爆藥으로서 大口徑 長孔發破法의 발달에 따라 이미 오래전부터 美國, 캐나다, 스웨덴 등 先進國家에서 사용되기 시작하여 현재에는 全世界의 거의 모든 露天鑛山에서 효과적으로 사용되고 있으며 우리나라에서도 1960年代初부터 이에 대한 부단한 研究와 努力의 결과로 현재는 全 石灰石鑛山에서 爆藥消費量의 95% 정도를 차지하게 되었다.

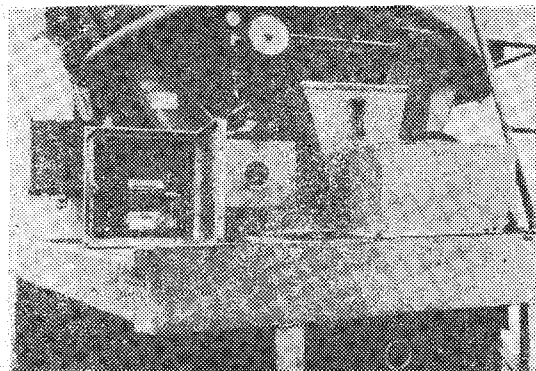
그런데 AN-FO를 爆藥으로 보느냐 또는 단순히 blasting agents로 보느냐 하는 점에서 각국은 이의 製造·使用, 其他 取扱上의 規制를

달리 한다. 即 美國, 캐나다, 스웨덴 등 최초 사용 國家에서는 단순히 blasting agents로서 使用者가 현장에서 직접 mixing하여 사용하고 있으나 Texas City, Brest 등지에서 硝安肥料의 貯藏中 대규모의 爆發事故가 발생한 사실을 들어 後期使用 國家 즉 西獨, 日本, 우리나라 등 대다수 國家에서는 AN-FO에 대해서도 처음부터 餘他 爆藥類(gelatine dynamite, 硝安爆藥 등)와 같이 explosives로 定義하여 이에 대한 規制를 강화하였다.¹⁾

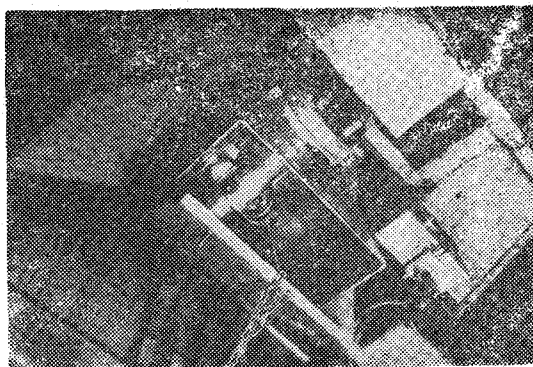
그러나 이러한 엄격한 規制가 發破技術의 발전을 阻害한다는 일선 發破技術者들의 完강한 반대에 부딪혀 최근에는 이들의 妥當性을 인정하고 점차로 그 規制를 완화하여 가고 있는 傾向에 있다.



〈그림-1〉 AN-FO mixer-loader



<그림-2> mixing chamber(外部)



<그림-3> mixing chamber(內部)

2. 西獨에서의 AN-FO 規制완화 과정의 예

西獨에서 1959년 처음으로 Ammonex 1 및 An dex 1의 爆藥名으로 AN-FO를 製造使用하기 시작했을 당시에는 美國, 캐나다에서처럼 使用者가 현장에서 직접 원료를 혼합하여 사용하는 것을 禁止함은 물론 심지어는 他爆藥類와 마찬가지로 藥包로 製造하여 箱子에 收函하고 그 藥包 및 外函에는 製造者, 製造年月日 및 製造番號를 표기하도록 하였다.

初期에는 90~120 mm dia의 hole에서 直徑 65~120 mm 藥包로서 주로 露天鑛山에서 사용되었으나 점차로 坑內採掘에도 그 수요가 늘어나 30~40 mm 直徑의 藥包로 製造되기는 하였으나 이들 藥包로 제조된 AN-FO의 坑內使用에는 殉爆度가 낮아 發破効率上 문제점이 많았다. 이에 各現場 發破技術者들의 부단한 건의³⁾를 받아들여 당국에서는 藥包 대신 25 kg씩 耐油性 비닐 袋로 포장하고 현장에서도 壓縮空氣에 의한 裝填이 가능하도록 規制를 완화하기 시작하였다.³⁾

이와 동시에 당시의 露天鑛山에서는 大口徑長孔發破法이 여행되어 每發破마다 爆藥使用量이 대폭 증가되었고 따라서 25 kg-收函 규격으로는 취급상 불편이 커 borth 岩鹽採取場에서는 AN-FO대량 소비에 따른 附帶費 즉 操作 人件費 節約方案의 하나로 800kg-container에 의한 非包裝 AN-FO의 사용 현장까지의 直接 운반, 使用 方法을 채택하여 커다란 효과를 보았다.⁴⁾

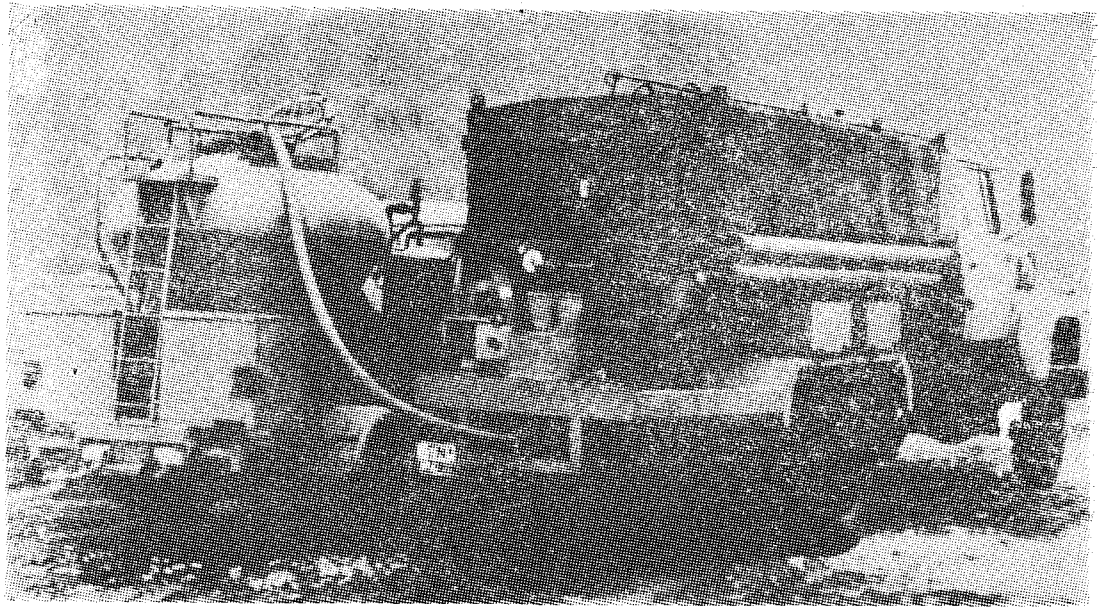
그러나 이러한 規制의 緩和에도 불구하고 그 후 露天鑛山の 규모가 점차로 확대되자 AN-FO

의 大量消費는 그 貯藏管理에 관한 explosives로서의 規制가 작업에 미치는 지장은 여전하였다. 따라서 鑛山側으로서는 당국에 대하여 이미 外國에서(美國, 스웨덴 등) 효과적으로 채택하여 사용하고 있는 AN-FO原料의 運搬 mixing 및 charging用 특수 大型 AN-FO mixer(mounted on truck)의 使用許可를 간곡히 요구한 바 있다. 드디어 1969년 12월에서 關係規定을 개정하여 당국에서 시행하는 所定の 性能 및 安全度 檢査에 합격한 AN-FO mixer로 使用者가 직접 原料를 購入하여 현장에서 AN-FO를 mixing, 사용할 수 있게 되었다. 물론 이때 製造된 火藥類도 所定の 基準에 合格되어야 한다.⁵⁾

3. 우리나라의 石灰石鑛山 규모의 擴大와 爆藥의 大量消費에 따른 문제점 및 그 改善方案 검토

우리나라 火藥類關係 母法인 銃砲火藥類團束法은 1961년 12월 制定 공포되어 1962년 9월에 1次 개정되었고 同 施行令은 1962년 4월 公布 이래 여러 차례의 개정을 거쳐 1970년 3월 大統領令 제 4702호로 현재까지 적용되고 있다. 그런데 이 法令 制定 당시인 1960년대 初에는 國內 露天鑛山の 규모는 100萬톤 미만의 石灰石鑛山(2個所)에 불과하였으나 현재는 300萬톤 규모의 鑛山이 稼行되고 있다.⁵⁾

單一鑛山 規模가 300萬톤 이상에 달하면 그 作業方法 및 장비 시설면에서 100萬톤 미만 規模鑛山의 경우와는 달라져야 하고⁵⁾ 따라서 1960年代 초의 제도나 規定의 적용에 있어서도 획기



<그림-4> AN-FO charger

<表-1> 한국의 石灰石 생산규모별 광산수
(單位: 個所)

單位鑛山 生産 規模	年 度			
	62	67	73	78
10 萬噸 이상	2	4	4	2
100 "		2	3	4
300 "			2	2
1,000 "				1

資料: 朴大基, 石灰石鑛山 採掘方法의 推移와 重機類의 展望(시멘트誌 54輯 1974. 3)

적인 변화가 요구되어지며 특히 火藥關係法規의 적용은 더욱 그러하다.

그러나 현행 規定은 制定 당시와 별다른 差異가 없고, 이대로 계속 시행되어 진다면 1970년대

말 국내에 나타날 것으로 예견 되어지는 1,300萬噸 규모의 鑛山⁹⁾ 장비 시설 導入計劃에 어떤 차질이 오지 않을까 하는 우려마저 없지 않다.

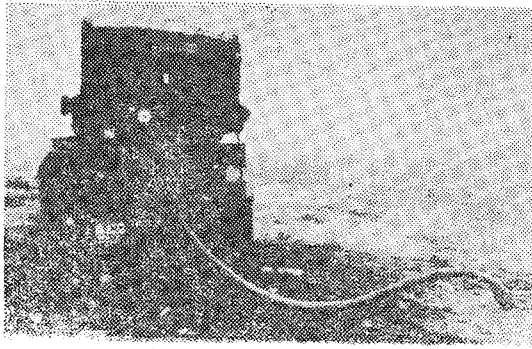
年産 1,300萬噸 규모 鑛山의 경우 일간 採鑛量은 약 50,000噸으로 火藥소비량은 日間 最大發破量을 採鑛量의 3倍로 볼때 22톤이나 된다. 이러한 大規模 鑛山의 합리적인 운영을 위하여서는 장비시설면에서나 火藥의 대량소비에 따르는 여러가지 검토되어야 할 문제점이 많다. 그러나 장비시설면에서는 현재 外國에서 大型장비 시설의 투입으로 효과적인 작업의 수행이 이루어지고 있고 또 이들 장비 시설의 導入은 가능할 것으로 思料된다. 그러나 火藥류 제조 및 사용에 관해서

<表-2>

重 機 類 의 變 遷

종 기 류	60年代初	70年代初	70年代末	비 고
rock drill dia(mm)	30~40	60~85	100~300	
comp (m ³ /min) (kg/cm ²)	stationary 30 5~7	stationary 60 5~7	portable comp- rock drill 10~17	
shovel(m ³)	0.5~0.9	1.5~2.0	3.0~5.0	wheel loader로 代 替傾向
dump truck(ton)	8~30	15~35	35~50	
crusher(ton/hr)	50~100	200~350	500~1,300	movable crusher 使用

資料: 朴大基 石灰石鑛山 採掘方法의 推移와 重機類의 展望.



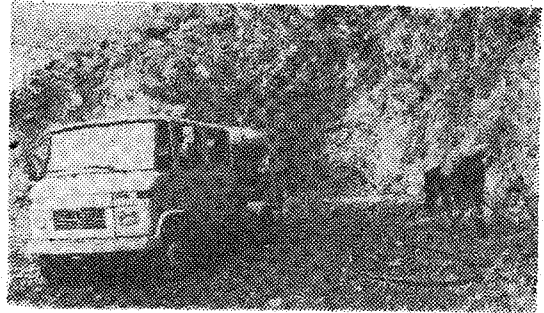
<그림-5> AN-FO mixer 에 의한 직접 charging

는 法規에 의한 規制나 수요량의 과소로 인하여 외국에서 大口徑 長孔發破(hole dia 150mm 以上)에 효과적으로 사용되어 지고 있는 화약류 및 장비의 製造 또는 導入이 제약을 받게 되어 採鑛作業의 합리적인 수행이 우려된다. 따라서 이들 문제점에 대한 改善方案 즉 1) 大口徑 長孔發破에 합당한 規格의 화약류 製造 2) 大量消費에 따르는 爆藥의 저장, 운반 및 사용에 관한 規制의 완화 3) AN-FO 제조에 관한 規制의 완화에 대한 研究檢討가 시급히 요청되어 진다.

4. 大口徑長孔發破에 합당한 규격의 火藥類 제조

大口徑 長孔發破時 primer 製造用 藥包는 그 규격(直徑 및 重量)에 있어서 大口徑孔(150 mm ϕ 以上)에 적합하여야 한다. 즉 150 mm ϕ dia 孔에는 120 mm ϕ 直徑의 藥包가 소요된다. 특히 primer 용으로는 gelatine dynamite 와 같은 爆力이 큰 폭약류가 소요되나 현재 국내에서 제조되는 gelatine dynamite 의 max. 규격은 35 mm ϕ \times 130 mmL, 187.5 gr 으로서⁹⁾ 상기와 같은 大口徑孔의 경우 尙당하지 못하며, 雷管에 있어서도 大發破時의 飛石, 진동, 굉음 등의 공해를 줄이기 위하여는 時差 30 MS 정도의 多段 MS 지발 전기뇌관이 개발 보급되어야 한다. 현재 製造 공급되고 있는 300 MS delay 전기뇌관은 大發破에서 효과적으로 사용되어질 수 없다.

이외에도 長孔裝填用으로 뇌관의 작성은 10M 以上, 孔內 삽입중 작성의 절단 또는 손상의 위



<그림-6> AN-FO charger 에 의한 charging

험을 방지하기 위하여는 작성의 피복이 더욱 견고하여야 한다.” 이상의 大發破用 化學류 및 火工品은 그 수요면에서 量的으로 적은 것이라 할 지라도 發破保安上의 면에서 대단히 중요하며 그 제조가 불가피 하다.

5. 大量消費에 따르는 폭약의 저장, 운반 및 사용에 관한 規制의 완화

銃砲火藥類團束法施行令 第 56 條는 일급 저장소의 최대 저장량을 20 톤 이하로 規定하고 있어 일간 22 톤 이상을 사용하여야 하는 鑛山에서는 저장소로서의 기능을 발휘할 수 없게 된다. 따라서 현재 상태에서 요구되는 것은 첫째로 저장관리에 있어서 令 第 56 條^{8)a, b, c}의 단서의 규정에 의한 許可 관청의 許可基準이 완화되거나 令 第 58 條(저장소 以外 장소에 저장할 수 있는 화약의 수량)^{8)d}에 AN-FO 저장에 관한 例外 규정을 추가하고 同 第 60 條^{8)e}에 의한 安全場所 指定申請基準을 완화하여 주는 것이 요망된다. 둘째로 운반 및 취급에 있어서 AN-FO의 포장에 관한 令 第 33 條^{8)f} 第 21 號 및 同施行規則 제 7 조

<表-3> gelatine dynamite 規格

약 포		수 합		비 고
직 경 (m/m)	길 이 (m/m)	약 량 (gr)	지 합 (個)	
28	100	75	10	200
25	120	112.5	10	200
30	100	112.5	10	200
35	130	187.5	10	120

資料 : 한국화약주식회사

(화약류의 외장)³⁾⁵⁾의 규제를 완화하여 AN-FO를 大型 container에 의한 非包裝狀態로서의 운반, 저장 및 사용이 가능하도록 하는 것이 요망된다.

22.5 kg을 收函하여 포장된 현재의 규격으로는 日間 22톤 以上 폭약 소비 광산에서 1,000箱子를 취급하여야 하는 바 이의 양수 운반 저장 및 현장에서의 취급에 이르는 일련의 과정에서 과도한 시간과 人力이 소요된다. 물론 非包裝 상태로서의 양수 운반 저장 및 사용에 관한 필요한 規制는 別途이다.

6. AN-FO 製造에 대한 規制緩和

그러나 上記와 같은 소극적 規制緩和의 조치로는 폭약의 大量消費에 따르는 문제점이 완전히 해소되는 것이 아니다. 즉 大型 container에 의한 운반은 火藥 제조소 또는 영업소로부터 遠距離에 位置한 鑛山의 경우 효과적으로 이용될 수 없고 또 安全재고를 감안한 대량의 폭약 특히 AN-FO를 장기 저장하는 것도 불가능하다.

가장 효과적인 방법은 鑛山 부근에 AN-FO mixing plant를 갖추고 여기서 제조되는 AN-FO를 현장으로 직접 운반하여 사용하는 방법이나 日間 30톤 内外의 AN-FO를 製造販賣하기 위하여 製造業者가 鑛山 부근에 別途의 시설을 갖추어 운영하는 것은 사실상 불가능하므로 대량 소비자의 입장에서 채광작업의 安定을 기하기 위하여 자가소비를 목적으로 하는 AN-FO의 제조에 대하여는 使用者가 직접 製造 使用할 수 있도록 製造許可基準을 완화하는 등 적극적인 방법이 강구되어야 할 것이다.

이경우 제조설비 및 製造方法 基準에 대하여 전술한 外國의 경우와 같이 大型 AN-FO mixer를 사용할 수 있도록 허가하는 것이 바람직하다.

7. 결 언

以上에서 필자는 外國의 예에 비추어 우리나라에서 不遠 생겨 날 대규모 鑛山에서의 爆藥의 대량사용에 따르는 문제점 및 그 解決方案을 살펴 보았다. 화약류에 관한 法規定의 목적이 공공의 安全을 도모함에 있으므로 國內의 여러가지

여건에 비추어 外國의 例와 같은 規制의 완화 및 대형 規格의 爆藥類의 제조가 가능할 것인지는 좀더 구체적으로 세밀히 검토되어야 할 줄 아나 어떠한 방법으로는 대규모 광산에서 대량의 爆藥을 효과적으로 사용할 수 있는 方案이 모색되어야 하며 지금이 바로 그 시기를 강조하고자 하는 바이다.

—참고 문헌—

- 1) Neuzeitliche Sprengtechnik
- 2) a) Ammonsalpeter-Dieselöl-Sprengstoffe
Klünsch, M. Nobel Hefte 29(1963)
- b) die Bohrung Sprengarbeit in Tagebauen der Vereinigten Staaten
Forsthoff, W. Nobel Hefte 29(1963)
- c) Versuchssprengungen mit Lossem ANC-Sprengstoff (Ammonex 1) in Werk Flandersbach
Preusser, W. Nobel Hefte 31(1965)
- d) die Entwicklung des Sprengens mit Ammonsalpeter-Dieselöl Sprengstoffen in der Steinbrücken der Bundesrepublik Deutschland aus der Sicht der Vorschriften
Peter, F. Nobel Hefte 31(1965)
- 3) Zulassung eines Mischladefahrzeugs und eines Einblasfahrzeugs für den ANC-Sprengstoff Andex 1 und deren Betrieblicher Einsatz beider Kalksteingewinnung Hellmut Seume und Preusser, W. Nobel Hefte 39(1973)
- 4) Organisation des Sprengmittelwesens und Durchführung der Sprengarbeit auf dem Stein Salz Bergwerk Borth* Henniger, G. Nobel Hefte 39(1973)
- 5) 石灰石광산의 채굴方法的 推移와 증기류의 전망 朴大基, 시멘트 54輯 1974. 3.
- 6) 폭약과 火工品, 한국화약주식회사.
- 7) 大口徑長孔發破法에 關한 小考, 金成範 시멘트誌 1971. 2.
- 8) a) 令第 56條(最大貯藏量) ① 法第 17조의 規定에 의하여 저장소의 種別에 따르는 화약류의 種別別 最大貯藏량은 別表 4와 같다. 다만 부득이한 事由가 있어 許可관청의 許可를 받을 때에는 例外로 한다.
- ② 項이하 생략.
- b) 別表 4

화약류 저장소 종류	1급 화약고 (톤)	2급 화약고 (톤)	3급 화약고 (kg)
화약	40	20	50
폭약	20	10	25

c) 法第 17 條(저장소의 설비) 화약류 저장소의 종류, 위치, 구조, 규격, 설비와 화약류의 저장방법 저장소 증별에 따르는 저장관리 方法 其他 災害豫防上 필요한 事項은 各령으로 定한다.

d) 令第 58 條(저장소 以外の 場所에 저장할 수 있는 火藥類의 數量) 다음 各號의 계기하는 數量의 화약류를 저장하고자 할때에는 저장소 以外の 場所에 이를 저장할 수 있다.

1. (생략)
2. 경찰서장이 지정하는 安全한 장소(이하 지정하는 장소)에 저장하는 경우에는 전기도화선 2,500 m 以下 도화선 ……(이하 생략)
- 3~7(생략)

e) 令第 60 條(장소의 지정) ① 第 58 條 第 2 號의 規定에 의한 장소의 指定을 받고자 하는 者는 적당하다고 認定되는 場所를 미리 선정하여 별지 제 27 호 서식에 의한 安全場所 指定許可申請書를 관할 경찰서장에게 제출하여야 한다.

② 경찰서장이 前項의 申請에 依하여 場所를 指定할 때에는 다음 各號의 基準에 依하여야 한다.

1. 주위의 벽 및 천정의 두께는……(이하 생략)
- 2~4. (생략)

f) 令第 33 條(제조방법의 기준) 화약류는 다음 各號의 規定에 依하여 제조하여야 한다.

다만 전기도화선 또는 도화선의 제조소에 있어서는……(이하 생략)

- 1~20. (생략)
21. 화약류는 당해 화약류와 化學作用을 伊르키지 아니하는 內裝에 收納하고 內務部令이 定하는 外裝에 收納할 것. 다만 硝油爆藥에 대하여는 內裝을, 內裝에 收納하기 극히 곤란한 火工品에 대하여는 內裝 또는 外裝을 아니할 수 있다.
- 22~27. (생략)

g) 규칙제 7 조(화약류의 外裝) 令第 33 條 第 21 號의 규정에 依한 火藥류의 外裝의 기준은 別表 5와 같이 한다. 다만 습제 27 조 11 호의 規定에 依한 초 유폭약의 외장은 제 1 차 外裝으로서 耐油性 프라스 틱지로 完全밀폐하여 포장하되 6 장의 프라스 틱지 中 最少 1 장 以上은 반드시 방습 加工한 것을 使用하여야 한다.