

鑄物의 後處理

李世熙*

鑄物表面의 淸淨方法中 거의 全部를 頂하는 噴射式 쇼트 블라스트工法에 대하여 1) 最近의 傾向 2) 쇼트 블라스트機械의 能力에 對한 設計基準 3) 쇼트 4) 쇼트 블라스트 加工 原價의 例等으로 나누어 說明함으로써 쇼트 블라스트加工法에 對한 正確한 理解를 바탕으로 하여 機械의 選擇, 能力의 向上, 쇼트의 正確한 選擇, 쇼트 블라스트費用의 節減等의 생각하는 方向設定에 도움이 되고자 한다.

1. 最近의 傾向

지금까지는 鑄物을 脫砂한 後 表面을 美觀하게 하기 爲한 方法으로 쇼트 블라스트工法을 利用하여왔으며 간혹 core knock-out을 兼하는 機械도 多少 導入되고 있다.

鑄造後 人力 또는 Air Tool을 人力 或 大量處理를 爲한 大型 텀블러, 웨이크 아이트 머신 등의 方法으로 脫砂한 後 鑄物表面을 쇼트 블라스트加工을 하여왔으나 날로 상승하는 勞務費와 求人難을 打開하는 方法의 하나로 上記의 脫砂工程을 省略하고 바로 쇼트 블라스트機械에 넣어 脫砂, core knock-out, 表面淸淨을 同時에 이루어지도록 하고 있다.

종래의 쇼트 블라스트機械와 比較 하면 磁石式 砂分離器, 簡單한 異物除去 (芯金, 破片等) 裝置 그리고 모래회수를 위한 配慮가 追加될 뿐이다.

製品의 高度化로 거의 모든 鑄造品은 쇼트 블라스트加工을 要하게 되었으므로 쇼트 블라스트加工費도 原價의 相當部分을 차지하게 되었으므로 쇼트 블라스트 加工 原價의 節減이 切實하여졌으므로 歐美 先進國에서는 Cleaning速度가 빠르고 壽命도 좋은 高級쇼트를 使用하여 加工時間을

半減하는 方法들을 採擇하여가고 있다.

우리나라의 鑄物은 손으로 만지기조차 싫은 感을주는 表面狀態인데 比하여 先進國의 鑄物은 꼭 만져보고 싶은 충동을 느낄 정도로 表面이 美觀하다. 우리나라 鑄物人들의 각성을 促求한다.

2. 쇼트 블라스트機械의 能力에 對한 設計基準

쇼트 블라스트의 使用方法 또는 原價 節減方法等을 正確한 方向에서 考慮할려면 그 機械의 設計基準를 理解하여야만 失手 없이 計劃 또는 執行될 것이므로 그 基準를 簡單히 說明하고자 한다.

過去에는 막연한 基準의 既成品 쇼트 블라스트機械를 사서 使用하다가 能力이 不足하다는 現場末端 勞務者의 말만 듣고 미처 充分한 檢討없이 다시 增設하는등 주먹 구구식으로 設備를 하여왔고 鑄物工場에서의 쇼트 블라스트機械는 例外의 施設이며 이를 운전하는 工員은 가장 下位의 勞務者를 配置하였으나 最近의 傾向은 加工能力, 加工時間, 稼動率, 擴張展望等을 考慮한 적절한 型式의 적절한 能力을 가진 專門機械를 選好하게 되었다. 새로 施設할 때에나 既存機械를 再檢討할 때에는 반

* 韓國쇼트·韓國블라스트·社長

드시 아래의 設計基準을 參考하기 바란다.

가) 使用 쇼트의 種類

같은 機械에서 같은 製品을 處理할 때 쇼트의 種類에 따라 加工時間이 달라진다. 그러므로 加工時間은 使用 쇼트의 種類를 假定하지 않으면 機械의 處理能力 即 性能을 算出할 수 없다.

같은 條件下에서 淸淨이 빨리되고 늦게 되는 尺度를 쇼트의 Cleaning Rate 라고 부른다. 세계 일류품의 주조 쇼트 (Cast steel shot 또는 Steel shot)의 Cleaning rate를 1로 볼때 各種 쇼트의 Cleaning rate는 다음과 같다.

STEEL SHOT (美国一流社)	1
STEEL SHOT (国産品)	0.7
CUT WIRE SHOT (SAE規格品)	2
CUT WIRE SHOT (軟鋼線製)	0.5
CUT WIRE SHOT (硬鋼線·길이公差不良)	1.2

< Ref.1 Vol.1, page 168 >

같은 機械에서 Steel shot를 使用하여 20分間 쇼트를 投射하여 完全한 表面을 얻을 수 있었다면 cut wire shot로써는 10分間으로 充分함을 알 수 있다.

또 連續式 機械인 경우에는 同一時間内에 2倍의 製品生産이 可能하다. 특히 굴곡이 많고 形狀이 복잡한 鑄物에는, cut wire shot가 steel shot에 比하여 2倍以上의 速度外에도, 구석구석 淸淨이 잘 되고 加工面이 다크색이 되는 反面 steel shot로써는 灰白色 表面이 된다. 이와 같은 理由는 材質의 差異에서 오는 쇼트의 REBOUND 性, 破碎경향, 精密度等 多様な 原因에서 온다.

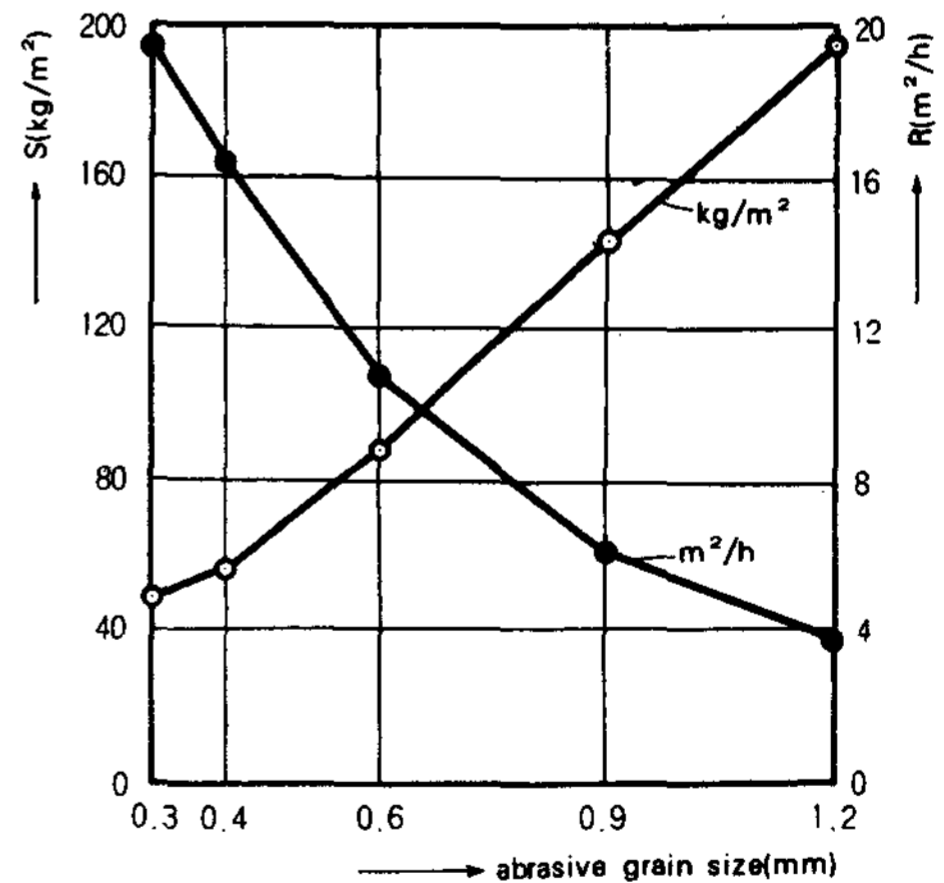
機械를 選定할 때에는 그 生産能力이 어떤 쇼트를 基準하였는가를 반드시 確認하여야 한다. 一般的으로 美国과 日本等の

機械는 steel shot 基準이고 西独等 유럽의 機械는 cut wire shot 基準으로 機械를 設計한다.

cut wire shot는 新品만을 넣었을 때 보다 조금 使用하여 모서리가 없어지고 둥근모양이 되었을때 cleaning rate가 높다.

나) Shot 粒子的 크기

Shot의 種類, 粒子的 크기 등이 cleaning rate에 미치는 영향에 대하여는 數 많은 研究報告書들이 世界各國에서나 오고 있다. 鑄物은 種類가 많고 燒着物의 性質도 一定할 수 없으므로 試驗對象으로는 熱間圧延鋼板을 基準하여 그 數值를 發表하고 있다. 圖1은 네델란드 王立研究所에서 多年間의 實驗結果를 綜合한 報告書中の 圖表로서 粒子的 굵기에 따른 cleaning rate와 完全研掃를 爲한 表面積當 投射되어야 할 쇼트의 重量을 表示한 것이다.



Effect of abrasive grain size on cleaning rate and abrasive consumption. Sharp edged steel wire.

(Ref.2. Page 12)

圖 1.

이 表를 보는 方法을 例를 들어 說明하면 이 實驗機械로서 1.2 mm 쇼트를 使用하면 時間當 4 m²를 研掃하는 反面 0.4

mm 쇼트를 사용하면 時間當 16 m²를 處理할 수 있어서 結局 同一한 機械로써 4 倍의 加工能力을 發揮할 수 있음을 알 수 있다.

또 1.2 mm 쇼트를 사용하면 1 m²를 完全 研掃하려면 약 200 kg의 쇼트가 맞아 야 하는데 比하여 0.4 mm 쇼트로써는 55 kg 만 맞아도 完全 研掃됨을 알 수 있다.

그러므로 機械設計者는 이러한 Data 에 依拠하여 製品 1 m²當 몇 kg의 쇼트를 投射할 것인가를 決定함에 쇼트의 種類 다음으로 반드시 粒子의 크기를 假定하고 計算하게 된다.

그러므로 使用者는 이러한 設計의 基準 値에 對하여 常識적으로라도 알고 있어야 適切한 機械 運營이 可能하게 된다.

다) 加工時間의 基準

一般으로 Batch 式 機械에서는 한 Batch 當 쇼트의 投射時間은 10 分内外로 하고 作業준비時間을 包含하여 15~20 分으로 基準한다.

連續 Hook 式 機械에서는 時間當 20~60 Hook 를, 콘베어式 機械에서는 分當 1.5~3 m의 速度를 基準한다.

이와같은 基準値를 滿足시키기 爲하여는 쇼트의 種類, 粒子의 크기 다음으로 投射裝置의 馬力數와 投射裝置 配列을 決定하게 된다.

라) 쇼트 投射裝置의 配列

가장 간단한 小型機械에서의 쇼트 投射裝置 1 個에서 大型機械 또는 大量處理 機械의 數個 또는 10 個以上의 投射裝置 配列에 이르기까지 그 配列方法은 多樣하지만 一定한 原則과 基準이 있다.

投射된 쇼트의 全量이 直接 被加工物表面을 때려야 하고 製品의 모든 면이 쇼트의 投射流를 골고루 맞도록 해야 할 것

은 常識이겠으나 定하여진 時間內에 定하여진 모든 表面에 定하여진 量의 쇼트가 投射되어야 함이 가장 重要한 問題이다.

쇼트 블라스트 機械는 自己破壞機械 (Self-destructive mashine) 라 불리는 대로 쇼트의 投射流가 直接 機械의 壁을 때리지 않더라도 REBOUND 되는 쇼트에 依하여도 甚하게 磨耗되는 機械로서 하물며 쇼트의 投射流가 製品에 맞지 않고 直接 機械의 內壁을 때릴 때에는 極甚한 磨耗를 招來하면서도 製品의 淸淨은 滿足할 만큼 이루어지지 않는다. 外國에서 導入한 機械라고 반드시 投射裝置의 配列이 잘 되어 있는 것은 아니다.

① 簡單한 Tumbling Blast

現在 國內 小規模 工場에서 많이 사용하고 있는 DRUM TYPE TUMBLING BLAST 機械 (TUMBLAST는 商品名)는 圖 2에서 보는바와 같이 機械의 後面壁에 1 개의 쇼트 投射裝置가 垂直으로 設置되어 있어 投射된 쇼트의 切半가량은 製品을 때리지만 나머지 切半은 前面 DOOR 를 때릴 수 밖에 없는 構造로 되어있어 效率이 나쁜 機種으로서 現在는 先進外國 (日

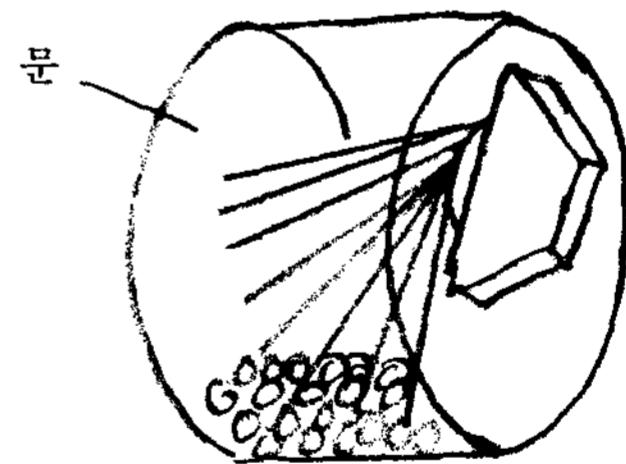


圖 2. 드럼형 텀블링 블라스트

本除外)에서는 生産中止한지 오래된 機種으로 現在는 벨트 콘베어 또는 체인 콘베어式 BARREL BLAST 機械 (圖 3)로 代替되었다. 이 機械의 構造는 上部에서 投射하게 되어 있으므로 投射된 쇼트의 全量이 製品을 直接 때리도록 되어있어 前

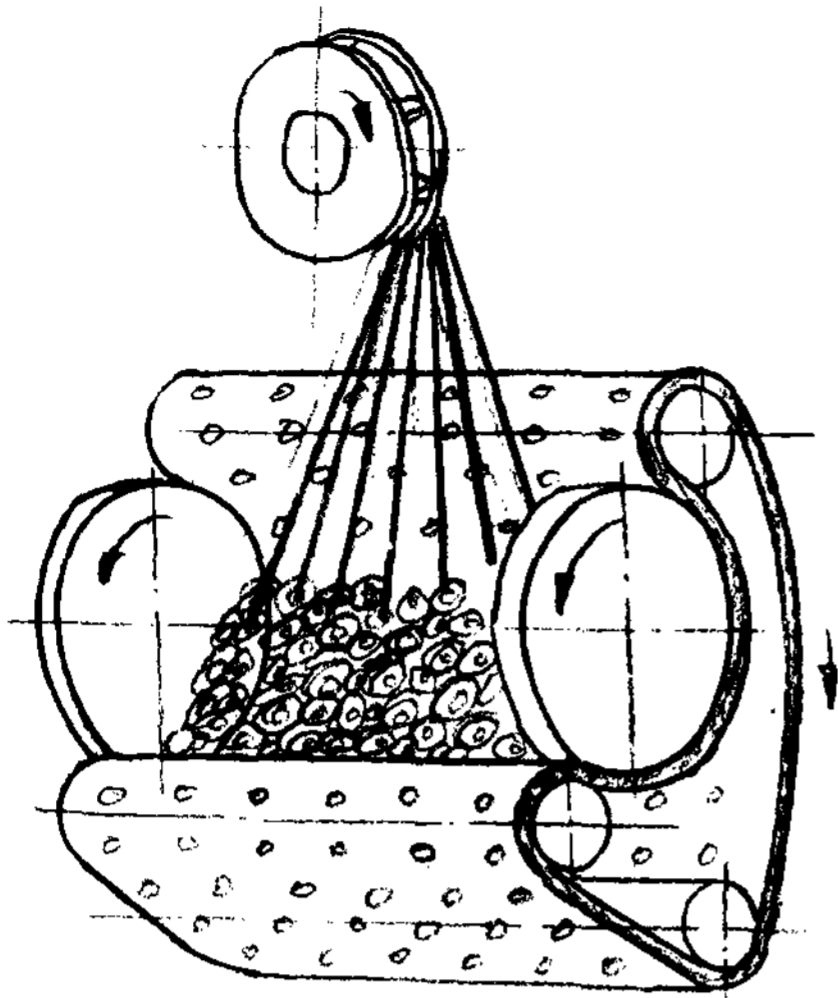


圖 3. 에이프런형 텀블링 블라스트

述한 機械보다 2배 以上の 能率을 發揮하는 機種으로 現在 國內生産도 되고있다.

② Table Blast 類

簡單한 모양의 납작한 製品處理用으로 機械의 上部 또는 傾斜面에 쇼트投射裝置 1個만을 設置한 것과 萬能用으로 上部 및 側壁에 各各 1個式의 쇼트投射裝置를 配置한것 또는 大型 機械에서 3~4個를 配列한 것 등이 있다. 이 形式의 機械는 Table 에 올려놓은 바닥面의 處理는 不可能함으로 製品을 한번 뒤집어 놓아야 하는 不便과 非能率을 內包 하고 있어서 近者에는 可能한 限 Hanger 式 Blast 機械에 여러모양의 RACK를 開發하여 한 Hanger에 數個 또는 數十個의 製品을 걸고 1회에 Blast를 끝내는 方法을 採하고 있다. Hanger 能力數 10kg에서 10 Ton이 넘는것 까지 그 範圍는 多樣하다.

Hanging이 不可能하여 꼭 Table Blast를 使用할 수 밖에 없을 때에는 圖 4에서 보는 바와 같이 multi-table blast

機械를 利用함이 能率的이며 合理的이다.

單純 Table인 경우 Table表面이 끌고루 쇼트 投射流에 露出될 수 없음은 自明함으로 數個의 自轉하는 衛星 Table이 있어 쇼트 投射流속에 自轉 Table이 移送되면 衛星 Table은 自轉하게 되어 있으므로 比較的 끌고루 다.

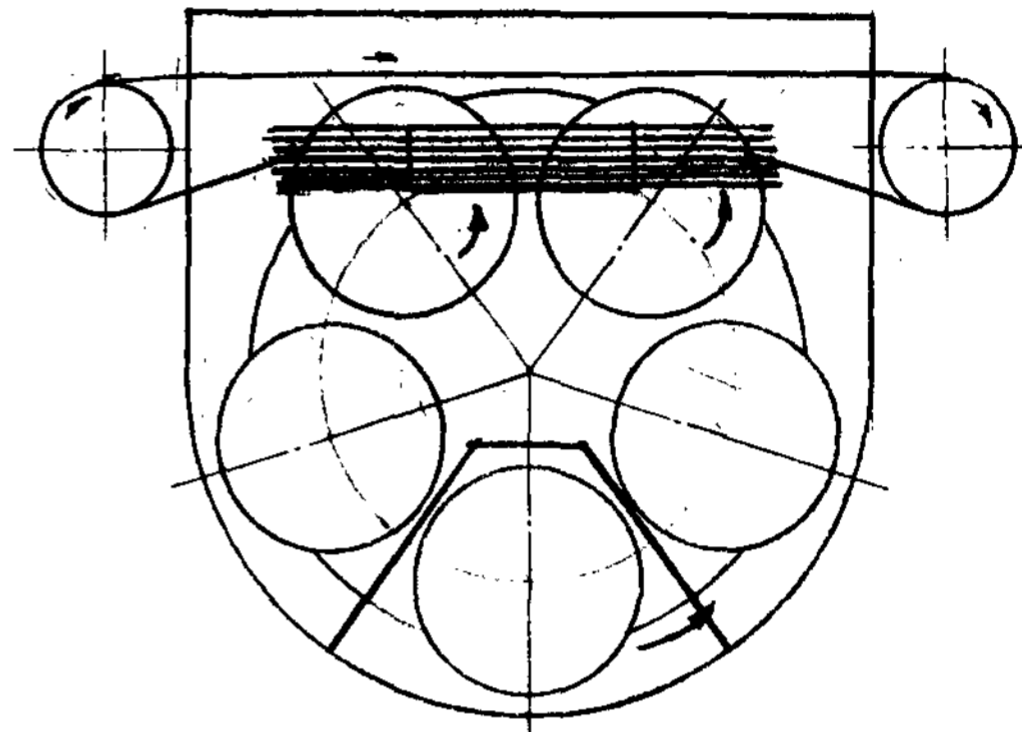


圖 4. 멀티 테이블 블라스트

③ Hanger Blast 類

Hanger Blast 機械는 製品을 한번 달면 完全 研掃하게 設計함으로 쇼트 投射裝置는 반드시 2개 以上을 配列하도록 한다. 圖 5에서 보는바와 같이 Hook에 걸어놓은 製品은 自轉하면서 上 下部에서 投射되는 쇼트에 거의 모든面이 露出된다. 긴 製品處理에는 投射裝置가 3내지 4個가 配列된다.

斷続式 機械에서 投射裝置가 上下에 1개씩 한 組를 이루고 있는데 比하여 連續式 機械에서는 生産量의 增加를 目的으로 同一한 投射裝置組를 2乃至 3個所에 配列한다. 連續 Trolley Hanger Blast 機械에서 上下 2個式의 投射裝置의 組가 3區域이 있다면, 斷続機械型으로 3分の 投射時間이 必要하였다면, 이 機械에서는 1分마다 Hook가 移動하여도 Hook 基準으로는 3分間의 投射를 받은 것이므로 生産量이 3倍以上으로 向上된다.

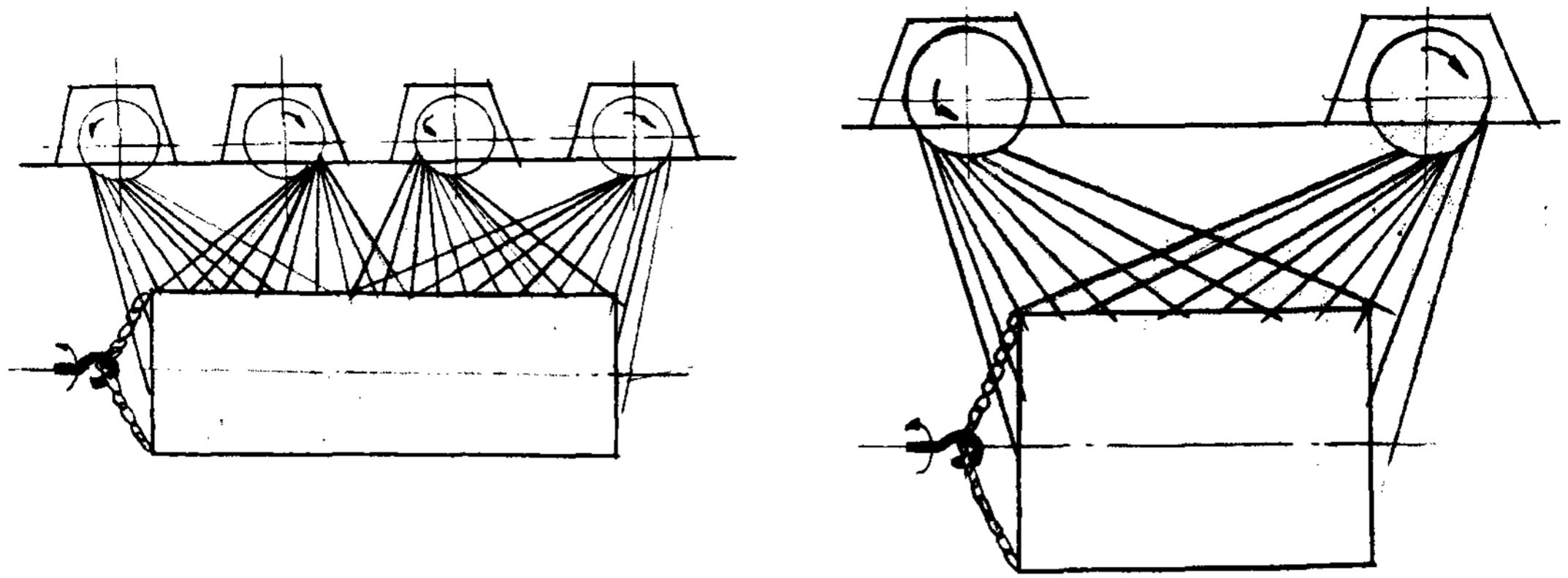


圖 5 . 행거 블라스트

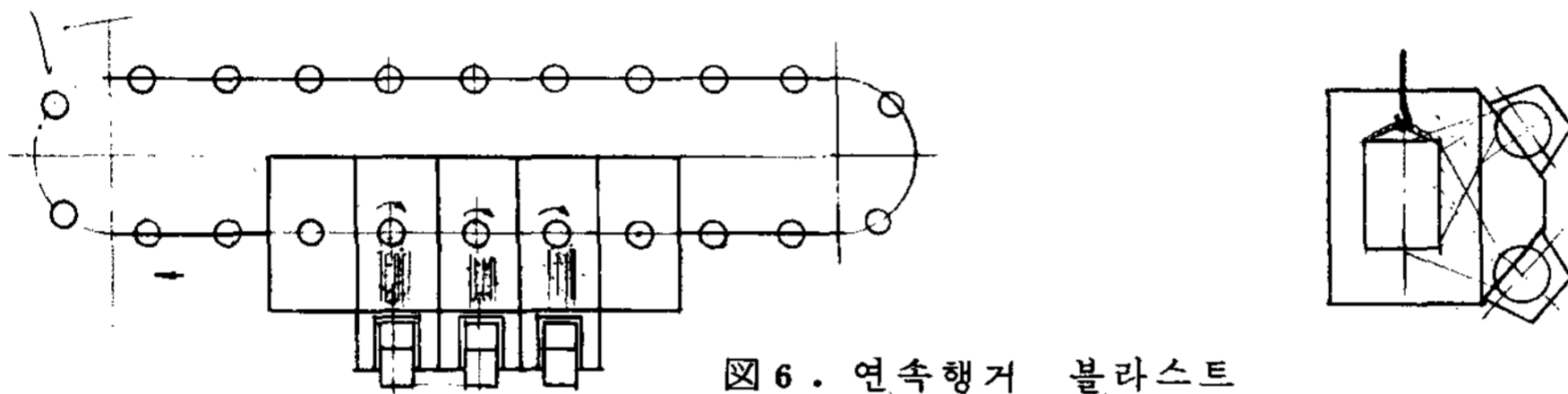


圖 6 . 연속행거 블라스트
(투사구역 3개소)

마) 投射裝置의 馬力

現在 國內에서 使用하고 있는 投射裝置는 回轉直徑이 360 φ와 490 φ가 있고 投射 Blade의 넓이는 共히 62mm가 가장 많다. 例外的으로 広幅 Blade의 機械가 多少 있다.

360 φ 投射裝置에는 大略 5~25 馬力の 電動機가 使用되며 490 φ 投射裝置에는 15~100 馬力の 電動機가 使用된다.

投射裝置의 空回轉에는 大略 4 馬力에 該當하는 動力이 消費되므로 7.5 馬力과 15 馬力을 比較하면 馬力數로는 2 倍의 差밖에 없지만 實質 쇼트 投射量에 있어서는

$$7.5 - 4 = 3.5$$

$$15 - 4 = 11$$

即 3.5 : 11의 比率로 約 3 倍가 된다. 그러므로 既存 機械에 7.5 馬力の 電動機를 使用한 것을 15 馬力으로 交替가 可能하다면 쇼트 投射時間은 1/3로 短縮

시킬 수 있다는 結論에 到達한다. 但 쇼트의 순환裝置들이 現在의 3 倍의 쇼트를 순환시킬 수 있을 때에 限하여서이다.

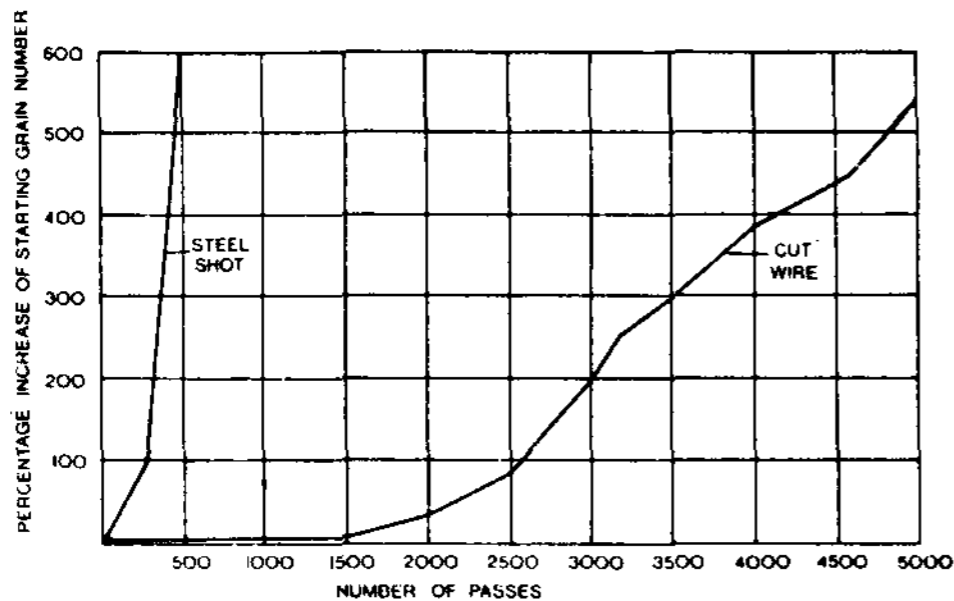
3. 쇼트

쇼트의 材質로서는 Chilled cast iron, Malleable cast iron, Cast steel 硬鋼線, Stainless steel, 알루미늄, 銅, 黃銅, COPPER SLAG, 유리, 植物性, 其他 鈹物性等 多樣하나 一般으로 널리 使用되고 있는 Cut wire shot와 Cast steel shot에 對하여만 比較 檢討한다.

쇼트의 摩滅機構는 磨耗가 아니고 反復 投射로 因한 反復荷重의 累積으로 因한 疲勞現象으로 破碎되어 가루가 되는 것이다. 獨逸의 쇼트 研究家 ZEILER와 SCHMITHALS가 共同으로 長期間 研究 實驗한 報告書가 數年前 連 政府에 報告된것중 圖 7과 같은 圖表가 있다. x軸은 쇼트가

投射당한 回数이고 Y軸은 粒子數의 增加率이다. 增加率 100%라고 함은 初期粒子數의 倍가 됨을 말한다. 쉽게 말하여 平均 2조각이 났다고 말할 수 있다.

이 表에 따르면 一般으로 Cast steel shot는 250회 投射에서 粒子數가 2倍가 되지만 Cut wire shot는 1,500회 投射때까지는 破碎現象이 없고 2,500회에서야 粒子數가 2倍가 됨을 알 수 있다. 이 圖表가 Cut wire shot와 steel shot의 壽命을 直接表示한 것은 아니나 壽命比較의 尺度는 될 수 있다.



A comparison of the breakdown rate of steel shot and cut wire pellets as the result of tests by Zieler and Schmithals.

(Ref. 1. Page 169)

圖 7 .

이와같이 Steel shot와 Cut wire shot間의 壽命差異가 있으면서 또 Steel shot間 또는 Cut wire shot間에도 그 品質의 幅이 広範圍하여 良質의 쇼트와 下級品 쇼트는 2~3倍의 壽命差異가 있어 쇼트를 통 털어서는 10倍 20倍의 壽命差가 있는 것들이 市中에 나돌고 있으며 鑄物工場들에서는 鑄物の 化學的 成分이나 鑄造方案, 鑄造狀態等에만 神經을 쓰고 表面處理에는 너무나 無關心하여 쇼트가 쇼트 블라스트費用에 미치는 影響等에는 關心이 없는대로 現場에 맡겨버리는 狀況이다.

歐美에서는 이와같이 범람하는 各種 各樣의 쇼트를 科學的인 方法으로 判別하여 單價, 供給能力等과 連關시켜 合理的인 購買對策을 實施하고 있다.

美國에서는 SAE (Society of Automotive Engineers)에서는 Cast Steel Shot와 Cut Wire Shot에 對한 規格을 制定하고 쇼트의 壽命試驗機와 試驗方法도 規定하고 있다. (SAE J 445 a Metallic Shot and Grit Mechanical Testing)

가. 쇼트의 壽命試驗 및 그 方法

① SHOT 壽命試驗機

이 試驗機는 原則的으로 PORTABLE로 製作하여 試驗機를 保有하고 있지 않더라도 賃貸하여 使用하기에 簡便 하도록 하였다. 機械内部에는 實際 BLAST機械의 投射裝置 IMPELLER의 線速度와 同一한 線速度를 갖는 小型 IMPELLER가 內장되어 있고 쇼트의 投射를 받는 ANVIL이 DRUM型으로 되어 있으며 한번 投射된 쇼트 全量을 再供給하여 第二回 投射를 試驗全量이 받도록 하는 쇼트 순환장치가 있으며 이 순환장치를 通過하는 回数 即 쇼트 粒子의 投射回數를 記錄하는 COUNTER로 構成되어 있다.

試料 100 gr을 裝입하고 미리 定한 쇼트 投射回數만큼 投射를 完了한 後 DRUM에서 試料를 꺼내어 標準 秤로 쳐서 精密衡器로 SCREEN上에 남는 重量을 測定하여 下述하는 3가지 方法中 하나를 採択하여 그 壽命係數를 얻을 수 있어 比較가 可能하게 된다.

A) 平均壽命法

試料 100 gr을 裝입하고 約 20%가 가루가 되는 投射回數(쇼트의 材質에 따라 다르다. 例: 주철 쇼트는 50회 주강 쇼트는 100회, 커트 와이어 쇼트는 500회 정도)만큼만 投射한 後 꺼내어 스크린으로 쳐서 가루를 빼고난 나머지를 天秤에 달아 아래와 같은 그래프상에 점으로 表示하고 이 殘量을 다시 試驗機에

넣어 同一한 投射回数만큼 投射한 後 殘
 量을 또 그래프상에 表示하는 方法으로 壽
 命曲線이 얻어진다.

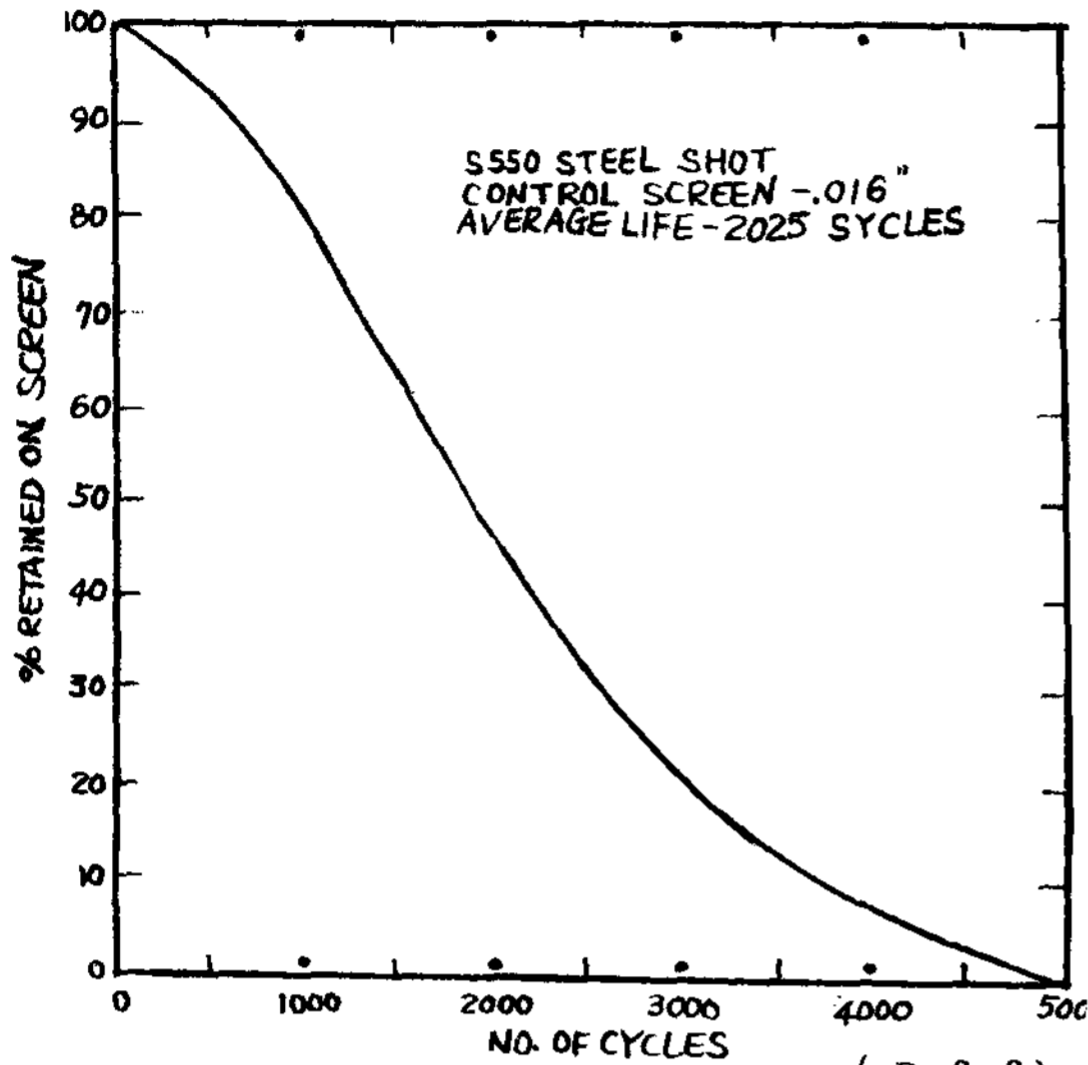


圖8. SHOT LIFE TEST (Ref. 3)

圖9가 얻어지면 曲線의 아랫쪽 넓이를
 求하여 100 gr 全量이 가루가 되는 平均
 投射回수를 求할 수 있다. 圖8의 경우
 는 平均壽命이 2,025 Cycle 이다.

B) 100% 壽命法

미리 定한 投射回数(주강 쇼트에는 약 100 회, 커트 와이어 쇼트에서는 500 회)만큼 投射하여 꺼내서 스크린으로 치고 殘量을 求한 後 消耗된 量만큼을 新品 쇼트로 補充하여 다시 100 gr을 試驗機에 넣고 주어진 回数만큼 投射하고 같은 方法으로 계속하여 추가된 量이 100 gr이 될때까지 即 初 入의 100 gr가 모두 가루가 될때까지 試驗을 계속하고 맨 나중에는 正確한 100 gr 補充時를 計算에 依하여 算出하여 100% 壽命의 Cycle 數로 表示한다. 아래 例는 國產品 쇼트의 對日 輸出時 日本側에서 檢査한 100% 壽命試驗表이다.

<表1> 100% 壽命試驗

TEST REPORT ON 0.6 H CUT WIRE
 THIS BREAK DOWN TEST IS MADE
 BY MEASURING THE LOSS AFTER
 EVERY 500 PASSES.

Accumulative Passes	% Remaining	% Loss	Accumulative Loss %
500	94.9	5.1	5.1
1,000	95.4	4.6	9.7
1,500	93.2	6.8	16.5
2,000	92.9	7.1	23.1
2,500	85.7	14.3	37.9
3,000	87.9	12.1	50.0
3,500	93.5	6.5	56.5
4,000	89.2	10.8	67.3
4,500	91.1	8.9	76.2
5,000	91.2	8.8	85.0
5,500	92.0	8.0	93.0
6,000	90.7	9.3	102.3
※ 5,876			100

C) 簡易試驗法

미리 設定한 投射回数(보통 100 또는 200 회)만큼 投射하여 스크린上 殘量을 測定하여 두가지 쇼트의 壽命을 比較하는 方法이다. 例를 들면 A, B 두가지 쇼트 100 gr式을 裝入하여 100 회 投射한 後 스크린으로 쳐서 A는 殘量이 80 gr 即 20 gr이 消耗되었고 B는 殘量이 60 gr 即 消耗가 40 gr 였다고 하면 아래와 같이 計算하여 比較한다.

$$A \text{의 경우 平均 殘量은 } \left(\frac{100+80}{2} \right) = 90 \text{ gr}$$

$$\text{平均殘量에 對한 Loss} = \frac{20}{90} = 22\%$$

$$B \text{의 경우 平均殘量은 } \frac{100+60}{2} = 80 \text{ gr}$$

$$\text{平均殘量에 對한 Loss} = \frac{40}{80} = 50\%$$

A에 對한 B의 Loss는 2.27倍라고 할 수 있다.

$$A \text{의 壽命은 } \frac{22}{100} \text{ 即 } 1 \text{ Cycle 당 } 0.22$$

gr라고 표시하며 B의 경우는 $\frac{50}{100}$ 即 1 Cycle 당 0.5 gr로 표시한다.

品質 또는 材質이 一定한 쇼트의 경우 前回 納品分과 今回 納品分을 比較할 때 에는 주어진 投射回数만큼 단 1회의 試驗 만으로도 同一한가 아닌가를 試驗할 수 있다.

나) 쇼트의 規格

A) Cut Wire Shot

Cut Wire Shot는 美国 GMC社 에서 Engine Block을 보다 經濟的으로 完全하게 淸淨하는 쇼트에 대하여 研究하

<表 2>

規 格 HASMA	크 기 mm	10個当길이 mm	50個当무게 gr.	直径公差 mm	引張強度 kg/mm ²	最小硬度 HRC
SW-20	2.0X2.0	20±1.0	2.23~2.72	±0.03	150~175	34以上
SW-16	1.6X1.6	16±1.0	1.11~1.43	±0.03	160~185	36 "
SW-14	1.4X1.4	14±1.0	0.73~0.97	±0.03	165~190	39 "
SW-12	1.2X1.2	12±1.0	0.45~0.63	±0.03	170~195	41 "
SW-10	1.0X1.0	10±1.0	0.25~0.38	±0.02	175~200	42 "
SW-8	0.8X0.8	8±0.8	0.14~0.18	±0.02	180~205	45 "
SW-6	0.6X0.6	6±0.5	0.06~0.08	±0.02	185~215	48 "
SW-4	0.4X0.4	4±0.5	0.02~0.03	±0.02	200~230	48 "

(Ref. 3')

는다.

化学成分

C	0.59 ~ 0.76 %
Si	0.15 ~ 0.35
Mn	0.30 ~ 0.90
P.S	0.030 以下

C의 範圍가 넓으나 이것은 다시 用途에 따라 좁게 規定하며 여기의 範圍는 各種 Cut Wire Shot 全般에 對한 것을 規定하였을 뿐이다.

外觀 剪断面이 正確히 90°이어야 하며 剪断흄, 꼬리가 달리거나 剪断刃物 자국이 있어서는 아니된다.

단中 가장 理想的인 쇼트로서 結論을 얻은 1950年 美国 特許까지 獲得한 것이었으나 지금은 그 特許期間이 終了되어 世界各國에서 生産하고 있다.

材質 原材料는 高度의 機械的 特性과 疲勞特性을 要求함으로 피아노線材와 마찬가지로, 純度가 높은 低銅低磷銑, 스크래프, 砂鉄等으로부터 精鍊된 製鋼原料를 使用하여 P, S, Cu 含量, 脫炭, 흄等에 對하여 嚴格히 規制된 잉고트에서 와이어 로드를 만들고 伸線, 파텐팅處理하여 規格別 所要 引張強度와 硬度의 素線을 만든 것을 直徑과 同一한 길이로 正確히 剪断하여 만

<表 3> 쇼트 1kg 당 粒子數 및 比率

2.0mm	20,000	1
1.6	40,000	2
1.4	60,000	3
1.2	96,000	5
1.0	163,000	8
0.8	320,000	16
0.6	755,000	37
0.4	2,500,000	125

(Ref. 4. Page 33)

B. 鑄造 쇼트

溶湯을 飛散시켜 微粒化하면 表面張力에 依하여 小球가 되는 것을 水中落下시켜서 만듦으로 冷却은 表面에서 부터 이루어지고 中心部에는 반드시 收縮孔이 생겨 有孔球가 되므로 風選하여 가벼운 것을 除去하고 比重이 7 以上の 것만을 쇼트로 使用하여야 한다.

化学成分	C	0.85 ~ 1.20
	Mn	0.60 ~ 1.20
	Si	0.40 以上
	P.S	0.050 以下

硬 度 90% 以上の 試料가 HRC 40 ~ 50 範圍에 들어야 한다. 微細硬度計를 使用하여 測定後 HRC로 換算한다.

顯微鏡組織 微細한 Tempered Martensite가 되어야 한다. Carbide Networks, Transformation products, 脱炭表面, 介在物, 燒入 CRACK 등이 있어서는 아니된다.

比 重 7 以上이고 孔洞이 10% 以内일 것.

外 觀 거의 完全한 球狀이 되어야 하며 꼬리, 孔洞, 破片混入, 不純物 등이 없어야 한다.

粒度分布 Cast Shot는 粒子가 一定할 수 없으므로 一定한 粒度分布를 주고 있다.

다. Cut Wire Shot와 Steel Shot 特性의 比較

< 表 4 >

S A E		S-780	S-660	S-550	S-460	S-390	S-330	S-280	S-230	S-170	S-110	S-70
J I S		S-240	S-200	S-170	S-140	S-120	S-100	S-80	S-70	S-60	S-40	S-30
MESH	MM											
7	2.83	ALL PASS										
8	2.38		ALL PASS									
10	2.00	85% MIN		ALL PASS	ALL PASS							
12	1.68	97% MIN	85% MIN		5% MAX	ALL PASS						
14	1.41		97% MIN	85% MIN		5% MAX	ALL PASS					
16	1.19			97% MIN	85% MIN		5% MAX	ALL PASS				
18 ⁷	1.00				96% MIN	85% MIN		5% MAX	ALL PASS			
20	0.84					96% MIN	85% MIN		10% MAX	ALL PASS		
24	0.71						96% MIN	85% MIN		10% MAX		
28	0.59							96% MIN	85% MIN		ALL PASS	
32	0.50								97% MIN		10% MAX	
35	0.42									85% MIN		ALL PASS
42	0.35									97% MIN		10% MAX
48	0.297										80% MIN	
80	0.177										90% MIN	80% MIN
115	0.125											90% MIN

< 表 5 >

比較項目	커트와이어 쇼트	스틸 쇼트
比 重	7.85	7
REBOUND性	大	小
化学成分·物理的性質의 均一性	極히均一	不均一
清掃 速度	2 倍	1
寿命(平均)	3 倍	1
消耗速度	一定	不 定
機内쇼트 크기分布予測	可能	不可能
機械部品磨耗	小	大
单 価	多少高價	多少低廉
製品加工原單位	小	大
經濟性	大	經濟性을 無視할때 使用

라. 쇼트의 研掃作用 機構

쇼트가 投射裝置를 離脱할 때에는 $1/2 mv^2$ 의 運動量을 갖고 飛散하여 被加工物에 衝突하게 된다. 이때 쇼트가 갖는 Energy가 被加工物에 몇%나 轉達되느냐에 따라서 研掃作用의 優劣이 左右된다.

쇼트의 硬度가 너무 높거나 鑄造 쇼트와 같이 衝擊에 弱한 쇼트 粒子는 自己가 破壞되는데 大部分의 이 運動에너지를 消費하고 被加工物에 伝達되는 에너지가 적으므로 研掃速度는 늦어진다. 또 硬度

가 너무 낮은 쇼트는 被加工物에 衝突하였을때 自己를 變形시키는데 이 運動에너지의 大部分을 消費하고 被加工物을 強打하지 못하여 研掃速度는 늦어진다.

그러므로 쇼트가 지녀야 特性으로서는 完全剛體에 가까울 것을 要求하는데 이에 가장 近接하는 것이 高級鋼材로 만든 Cut Wire Shot라고 할 수 있다. 外觀이 같은 軟鋼線 Cut Wire Shot는 硬度不足으로 研掃速度는 늦다. 同一材質의 硬鋼線 Cut Wire Shot인 경우에 길이公差가 所定の 以上일 때에 또는 剪断面이 不良할 때에는 研掃速度는 늦고 壽命도 짧아진다.

쇼트가 갖는 運動量 에너지 $1/2 mv^2$ 은 쇼트의 直徑을 代入하면 aD^3v^2 이 되어 쇼트가 굵을수록 打撃力은 크지만 쇼트가 받는 反力도 커서 粒子가 굵은 쇼트일수록 壽命이 짧다. 研掃에는 必要以上の 運動에너지는 쇼트만 消費시킬 뿐으로 可及的 粒子가 작은 쇼트를 使用할 일이다. 다만 燒着物の 두께, 性質等에 따라 粒子가 큰 쇼트를 多少 混合하여 表皮를 Hammering 하여주고 粒子가 작은 쇼트가 Cleaning 한다고 생각하면 된다.

따라서 運轉中인 機械内の 粒子分布特性은 Cleaning Speed에 重要な 役割을 하게된다. 一般的으로 壽命이 긴 쇼트는 運轉中の 機械内部의 쇼트粒度分布를 豫見하여 Control 할 수 있으나 破碎率이 높은 쇼트는 粒度分布를 固定시키기 困難하므로 粒度分布管理(Operating Mix Control)가 不可能하다. 그러므로 運轉者는 每日 機械内の 쇼트를 Sampling 하여 Sieve Analysis 하여 어떤 分布狀態일 때가 가장 能率이 좋은가를 알아내고 恒常 이러한 分布가 되도록 쇼트의 混合에 神經을 써야한다.

4. 쇼트 블라스트 加工費의 例

쇼트 블라스트機種도 多樣하고 鑄物の

種類 또한 變數가 많으므로 一律的인 加工 原価를 計算할 수 없으므로 여기에 한 例를 들어 計算하여 본다.

Hanger Blast 機械 總馬力 50馬力(집진기 包含)의 機械價格이 12,000,000 원이라 하고 10年 償却이면 月 償却費는 100,000 원이다.

(韓國쇼트의 計算)

減価償却費	100,000
修理維持費	50,000
勞務費	150,000
動力費 $37.5kw \times 4hr \times 25日 \times 30W$	112,500
製造間接費	80,000
一般管理費	120,000
月間固定費	612,500

이 機械로서 Cut Wire Shot를 使用하는 경우 月 200 Ton, Steel shot를 使用하는 경우 月 100 Ton의 製品處理가 可能하다. 이때의 쇼트 消費費은 Cut Wire Shot이면 500 kg, Steel Shot이면 1,000 kg이다.

① Cut Wire Shot 使用時	
月間固定費	612,500
쇼트代金 $420₩ \times 500kg =$	210,000
計	822,500

200 Ton 處理하였으므로 Ton 당 處理費用은 $\frac{822,500}{200} = 4,112.50$

② Steel Shot 使用時	
月間固定費	612,500
쇼트 $320₩ \times 1,000kg =$	320,000
計	912,500

100 Ton 處理하였으므로 Ton 당 處理費用은 $\frac{912,500}{100} = 9,125$

③ 比較

Cut Wire Shot를 使用할 때에는 쇼트代金은 製品 Ton 당 2.5 kg, 金額으로 1,050 원, 總加工費는 4,113 원이며 Steel Shot를 使用할 때에는 쇼트代

金은 製品 Ton 당 10 kg, 金額으로 3,200 원, 總加工費는 9,125 원으로 Cut Wire Shot 使用時보다 加工費가 2倍以上이 된다. 한편 同一한 機械로서 處理 能力도 Cut Wire Shot 使用時가 2倍가 된다.

쇼트의 單價自体는 쇼트 블라스트 加工費에 크게 影響을 미치지 못하고 오히려 高價하더라도 高級質의 쇼트를 使用하면 處理 能力의 向上과 製品 Ton 당 處理費用이 節減된다.

5. 要 約

- 1) 脱砂와 表面清淨을 同時에 하는 方法으로 勞務費 節約을 꾀한다.
- 2) 쇼트 블라스트機械의 投射裝置 馬力數의 增加로 機械의 能力을 增加시킬 수 있다.
- 3) 高性能 쇼트의 使用으로 加工 時間 短縮·加工原價의 節減이 可能하다.

4) 鑄物工場에서는 쇼트 블라스트機械와 쇼트에 對하여도 合理的인 管理를 해야한다.

参 考 文 献

1. Blast Cleaning & Allied Processes
2. Netherlands Ship Research Center
TNO Corrosion and Antifouling
Department
3. SAE J 445-a
- 3'. " J 444
4. Forster Verlag AG
ober-flächenbehandlung mittels
strahlmitteln
5. 韓國쇼트 카다로그