

超音速火焰젯트의 應用과 資原의 再開發

徐 南 (譯)

人間과 岩石

人間은 여러가지 재미있는 性質을 가지고 있는데, 그중에서 술을 마시면 부드러워진다고 하는 性質을 가지고 있다.

平素의 趣味가 貯金과 讀書라고 하는 딱딱한 사람이라도 술이 좀 들어가면 女子 이야기도 해 보는것이 人間이 가지고 있는 習性인것 같다.

실은 이와 꼭 같은 性質이 岩石에도 있다. 이렇게 말하면 의심할지 모르겠으나 그것은 眞實인것이다.

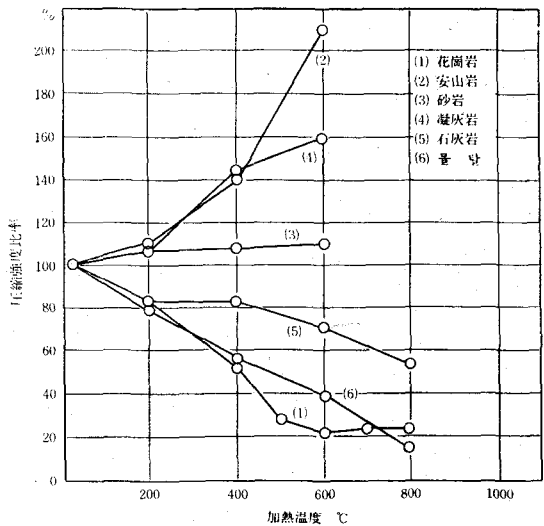
그렇다고 岩石에다 술을 먹이는것은 아니지만 술 代身에 熱을 마시게 한다는 것이다. 그러면 岩石은 차차 부드러워진다. 가령 石灰石은 차가울때(常溫)의 壓縮強度를 100℃이라고 한다면 그것을 800℃로 加熱하면 약 반의 50℃가 되고 花崗岩인 境遇는 常溫 1800 kg/cm² 程度로 相當히 단단한데도 400℃에 熱해주면 그強度는 반으로 떨어진다. 즉, 대단히 부드러워진다는 것이다. 573℃까지 溫度를 올리면 아무 힘을 加하지 않아도 허물허물해져 버린다.

딱딱한 火山岩은 대개의 岩石이 이와 같은 性質을 가지고 있다. 그러나 그중에는 특히 常溫으로 比較的 부드러운 水成岩質의 岩石은 熱을 加하면 도리어 단단해지는 것도 있다.

사람도 性格에 따라서는 술을 마시면 남에게 是非를 거는 사람도 있으므로 이것 또한 岩石이나 人間이 비슷한 것이다. 그러나 이와

같은 비뚤어진 岩石이라도 徹底히 熱을 加하면 즉, 1300℃程度까지 溫度를 올려주면 죽처럼 물렁물렁하게 되어 이미 同體와 같은 強度는 없어진다.

술마시고 남에게 是非를 거는 사람이라도 徹底하게 술을 먹이면 녹초가 되어 끝내는 正體不明 狀態가 되어버리는 것과 같다.

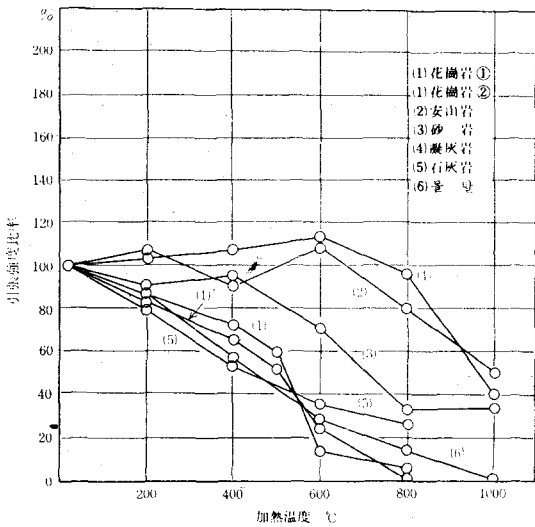


〈그림 - 1〉 岩石의 加熱溫度와 常溫의 壓縮強度에 對한 加熱後의 壓縮強度 比率과의 關係 (常溫에서의 壓縮強度(kg/cm²)는 花崗岩 1,800, 安山岩 770, 砂岩 490, 凝灰岩 500, 石灰石 760, 燧石 590)

熱을 加하여 壓縮強度가 도리어 단단해지는 岩石(砂岩, 泥岩, 安山岩等)이라도 引張強度로 보면 600℃程度까지는 大端한 變心을 하지 않는것도 있지만 대개의 岩石은 아주 부드러

위 진다.

그 이상의 溫度가 되면 다시 더욱더 부드러워 지는 것이다.



〈그림 - 2〉 岩石의 加熱溫度와 常溫의 引張強度에 對한 加熱度의 引張強度 比率과의 關係

(常溫에서의 引張強度(kg/cm²)는 花崗岩① 93, 花崗岩② 113, 安山岩59, 砂岩49, 凝灰岩83, 石灰岩78, 물탈

引張強度는 壓縮強度의 1/10~1/20程度이며 더구나 加熱에 依하여 크게 그 強度를 減少하므로 岩石을 破壞하기에 가장 좋은것은 加熱해도 引張으로서 破壞하는 것이라고 한다.

壓縮으로 破壞하는 境遇보다도 引張으로 破壞하는 편이 부수기 쉽다는것을 念頭에 두어야 한다.

그런데 産業界에서는 대개가 岩石을 부수는 作業이 許多하다.

터널을 掘進한다거나 骨材採石을 한다거나 시멘트를 만든다고해도 于先 岩石을 부수지 않으면 안된다.

어떻게 하면 能率 좋게 破壞하느냐 때문에 工學이 생기고 技術이 생겨진다.

그런데 우리들 周圍에서 이루어지고 있는 岩石破壞作業은 모두다 常溫으로서 이루어지고 있다.

岩石은 단단하다. 그 단단한 岩石을 破壞하려고 하면 마땅히 큰 에너지를 필요로 하게 되며 또 부수기 위해 機械器具도 많이 損傷하게 된다.

그러나 생각해 보면 이것은 쓸데없는 이야기다. 단단한것을 갑자기 부수려고 하기 때문에 큰 抵抗을 招來하는 것이다.

한잔 먹여주면 大端히 부드러워진다고 하는 極히 人間的인 性質을 岩石이 가지고 있는 以上 이를 利用하지 않을수 없다. 于先 熱을 먹여서 岩石을 부드럽게 하여 놓고 그다음 부순다면 큰 에너지도 必要하지않고 機械器具의 損傷도 거의 막을수 있어 有利하다.

“論介는 倭將을 술에 곤드레가 되었을때 목을 안았다고”하는 故事가 있다.

이것은 어떻게 생각하면 비겁한 手法 인것 같지만 相對가 岩石이라면 이 비겁한 手法도 매우 便利한 것이라고 하겠다.

그런데 岩石은 그다지 簡單하게 熱을 먹여 주지 않는다는 性質을 가지고 있다. 岩石은 熱의 不良導體이다. 普通의 加熱方法으로는 좀처럼 岩石溫度는 올라가지 않는다. 그래서 다음과 같은 超音速의 火焰젯트를 利用하려고 하는 發想이 생긴다. 이 火焰젯트바나를 利用하여 熱的으로 破壞하여 버린다고 하는 것이다. 超音速火焰젯트는 熱傳達係數가 至極히 크기 때문이다.

超音速 火焰젯트바나

로켓트나 飛行機의 젯트엔진에서 噴射되는 火焰을 超音速火焰젯트라고 한다.

火焰은 高溫高壓이고 또한 超音速이다. 이와 같이 超音速의 火焰이 噴射되면 噴射物體는 거꾸로 큰 推進力을 받아 그것으로 로켓트나 飛行機는 날라가게 된다. 날아가기 위해 利用하는 것도 간단한 이야기다. 推進力만이 利用하는 것이 아니고 거꾸로 火焰自體를 우리들 身邊으로 利用하지 못할까?

로켓트가 月世界에 날아가도 우리들의 生活

이 별나게 좋아지는 것도 아니고……라고 하는 조금 심술궂은 發想에서 小型인 超音速의 火焰젯트바나를 開發하고, 그것으로 岩石의 削孔機를 만들고 或은 産業廢棄物의 處理(公害處理)와 그 資源化라고 하는 것을 테마로 하였다.

製紙스랏지의 處理와 資源化, 尿나 豚糞의 處理와 肥料化, 漁物찌꺼기의 肥料化, 廢油處理와 再生, 下水道스랏지의 處理, 自動車廢타이어의 處理等 여러가지 分野에서 利用에 成功하고 그 實用프란트가 만들어지는 段階가 되어있다.

이 火焰젯트바나를 岩石의 粉碎에 使用하려고 하는 發想은 前述한바와 같이 이것을 石灰石의 粉碎에 使用하고 또 나아가 시멘트製造 自体에도 使用할 수 없을까 하는 꿈은 限없이 퍼져가는 것이지만 그것은 單純한 忘想이 아니라 多少의 思考에 根據를 두고 있는것도 付言하고 싶다.

솔직히 말해서 나는 粉碎專門家도 아니며 시멘트工學의 專門家도 아니다.

이 分野에서는 전혀 無識하다. 그러나 發想의 轉換이나 飛躍이 自由自在로 된다는 것은 門

外漢이기 때문에 할 수 있는 特權이기도 한것 같다.

火焰젯트바나를 5~15mm 徑程度의 石灰石에 다 噴射하면 50~60미크론程度의 微粉으로 粉碎된다. 이것은 簡單한 實驗으로 알 수 있었다 그 境遇의 實驗粉碎爐를 <그림-3> a, b에 보인다.

그런데 워크인벡스로 比較하면 보루밀粉碎에는 도저히 미치지 못한다.

그래서 石灰石을 200~600°C로 미리부터 加熱시켜 놓고 그것에 火焰젯트를 噴射시키면 能率은 數倍로 增加했다.

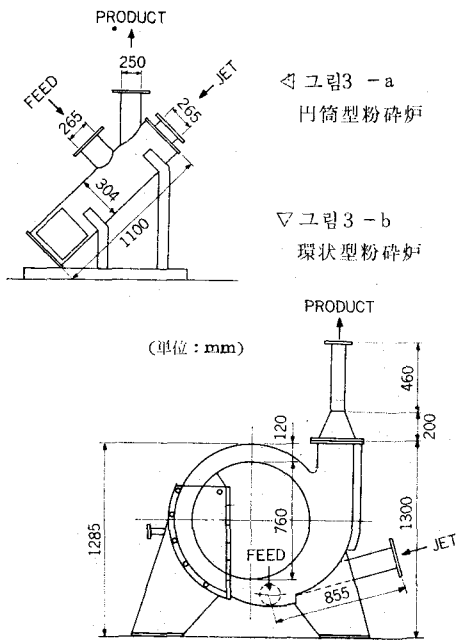
石灰石은 加熱에 依하여 부드러워져 있으므로 當然한 이야기이다.

現在 開發하고 있는 火焰젯트바나는 普通콤파렛사 (7氣壓)를 使用하므로 火焰젯트의 壓力은 6氣壓程度밖에 않된다.

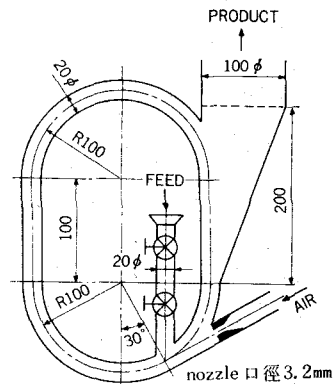
火焰젯트가 가진 運動에너지가 粉碎에 關與하고 있을것이므로 壓力을 또한 高壓化 하면 粉碎能率은 더 向上될 것이다.

그런데 20~25氣壓의 高壓火焰젯트바나는 現在 開發中이고 아직 完成되지 않았다. (앞으로 半年만 지나면 完成할 豫定).

그래서 普通에어젯트를 使用해서 壓力의 効



<그림-3> 圓筒型粉碎爐(a) 環狀型粉碎爐(b)



<그림-4> Air 젯트粉碎機

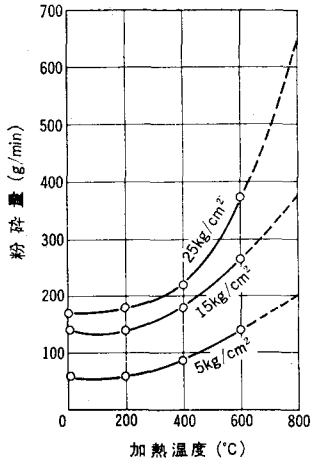
果를 알아보았다. (그림 4)

에어젯트라도 500m/秒 程度의 速度의 것이 可能하므로 이것을 使用하여 試驗하여 壓力을 25氣壓程度까지 올리면 5~6氣壓의 또한 數倍

의 粉碎能力으로 올라가는 것이 確實하게 되었다.

〈그림-5〉에 그 關係를 表示하였다.

5氣壓 에어젯트의 境遇 常溫粉碎能率 70g/min이지만 加熱溫度 600℃로는 145g/min이 되



〈그림-5〉 에어젯트에 의한 石灰石加熱溫度, 壓力, 粉碎能率과의 關係
(石灰石粒度 1mm, 粉碎 粒度 80~100미크론)

고 25氣壓의 에어젯트를 使用하면 常溫에서는 180g/min, 600℃에서는 380g/min로 增加한다. 5氣壓常溫의 境遇보다도 25氣壓 600℃의 境遇는 380/60≐6.3배이다. 이것은 小型의 젯트·오·마이저 類似한 裝置를 使用한 것으로 에어 使用量은 0.5m³/min, 噴射노즐은 5氣壓의 境遇 出口徑 3.9mm, 스포트徑 3.3mm, 25氣壓의 境遇 出口徑 2.7mm, 스포트徑 1.5mm를 使用하고 있다. 使用한 石灰石은 田川船尾産으로 1mm粒度를 使用하여 粉碎粒度는 80~100미크론이다.

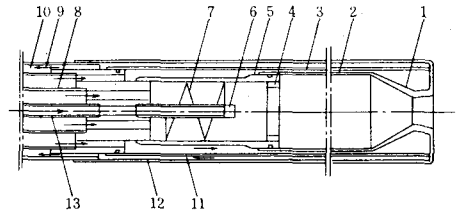
實驗은 加熱溫度 600℃까지 行하고 있으나 그 라프上에서 延長하여 800℃까지 加熱한 경우를 想定하면 25氣壓의 경우는 약 650g/min이 되고 5氣壓 常溫의 경우 650/60≐11배이나 달한다.

이것은 에어젯트의 境遇이지만 超音速火焰젯트로 25氣壓程度의 高壓바나를 利用하면 아마 猛烈한 粉碎能率을 얻을 수 있을 것이라고 생각된다. 에어젯트의 境遇보다도 더 數倍가 되지 않을까?

火焰젯트는 에어젯트와 달라 速度는 超音速으로 약 1,200m/秒가 되고 火焰溫度도 2,000°K程度나 되기 때문에 이것으로 20~25氣壓의 高壓젯트라고 하면 粉碎能率은 飛躍의으로 向上하고 보루밀粉碎等 도리히 따라가지 못할 것이라고 하는 것이 相當한 信賴性을 가지고 있다.

그런데 火焰젯트바나에 對하여 조금 說明을 해놓자

〈그림-6〉 參照.

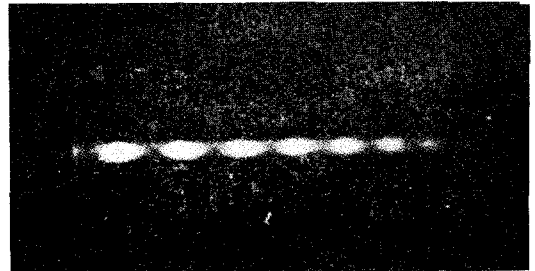


〈그림-6〉 空氣케로신 젯트바나

1. nozzel
2. 燃燒筒
3. 물가이드 슈브
4. 조르개
5. 混合室
6. 인젝타
7. 후향날개
8. 空氣파이프
9. 워터파이프
10. 11. 12. 水路
13. 케로신 슈브

그 構造를 보면 한개의 大筒속에 들어있으며 燃料(燈油 또는 重油)는 酸化劑(壓縮空氣)와 混合하여 燃燒筒(2) 안에서 爆燃한다.

燃燒溫度는 2,400°K이다. 이 燃燒가스는 nozzle (1)을 通하는 것에 의하여 超音速(1,200m/秒)이 되고 外部에 噴射된다. 燃料은 一定壓으로 케로신슈브(13)를 通하여 供給되고 인젝타(6)에서 噴霧狀이 되어 燃燒筒內에 噴射된다. 한便 酸化劑로서의 空氣는 空氣파이프(8)를 通하여 供給되고 스와와날개(7)로 旋回運動을 주며 混合室(5)로 噴霧狀燈油(케로신)와 混合하여 그 混合物이 燃燒筒內에서 燃燒하게 된다.



nozzle 에서 나오는 火焰젯트의 壓力은 6氣壓(最大) 程度이다.

超音速火焰젯트는 普通바나火焰과 달라 여러 가지 다른 特性을 가지고 있다. 그것을 綜合하면 다음과 같다.

1) 超音速流이다. 이것은 이 火焰젯트의 物体에 噴射한 境遇 相對의 物体에 熱을 傳達하는 指標 即 熱傳達係數가 大端히 커진다.

空氣와 燈油를 使用한 火焰젯트바나는 約7000 kcal/m² · h · deg 가 되며, 普通바나와 比較하면 破格的인 큰 數值이다.

熱傳達係數는 火焰의 速度가 音速을 넘으면 急激히 增加한다고 하는 特性을 가지고 있다.

이 特性은 產業界에서 利用할 수 있는 것이다.

2) 火焰젯트는 壓力을 가지며 따라서 粉碎能力이 있고 壓力을 增加시키면 그 能力은 현저하게 向上한다. 이것은 石灰石等的 粉碎에 利用할 수 있다.

3) 火焰젯트는 水中噴射도 할 수 있다. 普通바나와 달라 空氣속이나 水中에서나 或은 기류속 또는 舍水의 各種 廢棄物속에서도 噴射할 수가 있다.

이 性質은 現在로는 主로 廢棄物處理에 利用하고 있다. 水中에서 火焰을 噴射시키면 火焰이 가진 熱에너지는 100% 물에 吸收된다.

4) 火焰젯트는 燃燒能力이 없으며, 一定한 탱크속에 가령 製紙스라지와 같은 可燃物을 넣어 그속에 噴射시키면 水分이 氣化하여 完全히 脫水되지만 脫水한 스라지(木材, 纖維)는 燃燒하지 않고 그대로의 狀態로 끄집어낼 수 있다. 따라서 資源으로서 再利用할 수 있다. 다른 廢棄物도 같으며 脫水에 依한 資源化가 可能하다.

燃燒하여 재가 되어버리면 公害處理는 되어도 새에는 附加價値가 부여되지 않는다.

이밖에도 여러가지 재미있는 特性이 있지만 石灰石의 粉碎와는 그다지 關係없으므로 省略한다. 하여튼 石灰石을 加熱微粉碎하는데는 아주 適當하다고 할 수 있다. 粉碎의 메카니즘에 對해서는 只今 당장 알 수 없는 것이고…….

시멘트工學에의 應用

시멘트가 開發되지도 未인간에 150年은 지났다.

門外漢이 이런말을 하면 꾸지람을 듣게 되지만 本質의으로는 아무것도 다른것이 없지 않은가. 勿論 SP方式의 開發, 或은 그밖의 여러가지 方面의 改良은 行하여 왔겠지만 裝置自体도 大端히 大型化되어 왔다.

그러나 石灰石을 粉碎하고 그것을 脫炭酸하여 또 kiln에서 燒成한다고 하는 基本的인 3個의 프로세스는 依然히 變함이 없는 것이다.

그런데 火焰젯트에서 石灰石의 粉碎를 實施한 境遇를 생각해보자. 火焰젯트에는 그다지 適當치 않다. 10~15mm徑程度까지는 機械的으로 粉碎하고 그뒤 微粉碎하는데에 火焰젯트를 利用함이 바람직하다. 火焰젯트는 微粉碎에 適當하기 때문이다. 이 境遇 微粉碎코스트가 크게 떨어진다고 하는 메리트外에 脫炭酸過程도 같이 同時에 이루어질것 같다. 만약 霧圍氣溫度를 830℃以上으로 保有하고 그속에서 火焰젯트 粉碎를 하면 (그것은 그다지 어려운 일이 아니다) 아마 同時에 脫炭酸도 생길것이다.

粉碎와 脫炭酸이란 2個의 프로세스를 1個의 프로세스에 集約할 수 있으면 그것은 역시 큰 코스트다운에 連結될것이다. 勿論 粘土 그밖의 添加物의 問題나 品質管理問題等 實地에 實施한다고 하면 여러가지 付隨的인 問題가 아닐것 같다. 但, 解決못하는 것은 아니고 裝置도 전혀 이제까지의 것과는 다른것이 될테니까 또 나아가 커튼으로 굽는다고 하는 燒成過程에도 火焰젯트를 使用하면 어떨까, 現在와 같은 커튼의 모양은 그 境遇 이미 必要하지 않을지도 모른다. 粉碎, 脫炭酸, 燒成이라고 하는 全工程을 火焰젯트로 끝내버린다고 하는 것은 單純한 꿈이 아닐지도 모른다.

커튼에서 나온 크린카를 다시 粉碎한다고 하는 프로세스는 不必要할 것이다.

超音速의 火焰젯트바나는 普通바나와는 전혀 다른 特性을 가지고 있으므로 이를 燒成에 使

用한 境遇는 現在의 시멘트와는 異質的인 것이 만들어질지도 모른다.

工場의 시스템自體도 現在의 것과는 거의 다른것으로 發展될 수도 있다.

또한 시멘트라고 불리는 것과는 다른 物質이 될지도 모른다. 그러나 그것을 그것으로 關係 없지 않을까, 人工岩石을 만드는 素材로서의 機能을 完全히 나한다면 굳이 現在의 시멘트와 같은 것이 아니면 안된다는 理由는 없다고 생각하기 때문이다.

아마도 이런 話題를 同僚나 會社에 있는 분들에게 말한다면 집중관구는 門外漢의 奇妙한 妄想이라고 問題도 삼지 않을 것이다.

그러나 두사람쯤은 꼭 재미있는 생각이라고 共鳴해주는 이도 있을 것이다.

적어도 10사람中 5 사람이 곧 贊成해 주는 것 같은 研究는 대단한 것이 아니다라고 할 수 있다. 10사람中 8 사람을 反對하는 것 같은 것이 아니

면 大學에서 研究할 價値가 없는 것이라고 내 멋대로의 외교집으로 實驗을 繼續하고 있는 것이다.

門外漢인 내가 굳이 한마디 더 하고 싶은 말이 있다면 人工衛星이 宇宙空間을 나르고 있는 只今 이 時代에 100年以上 지난 옛날 方式, 即 本質的으로 大差없는 方式으로 시멘트를 製造하고 있는 自體가 우스꽝스럽지 않을까, 이제까지와는 전혀 다른 技術思想에 바탕을 두어 새로운 技術system으로 시멘트를 만들면 좋지 않을까. 이제는 그런 時代가 아닐까 생각하며 욕심을 내본다.

텔레비전의 CM에 “킵 밑바닥에 사람의 얼굴이 있어도 좋지 않느냐”라고 한다면 이는 꼭 含蓄性있는 말이다.

그렇다면 “火焰젯트로 시멘트를 만들어도 좋지 않느냐” 라고 생각한다.

