

1) 4 回 pass, 7 回 pass, 10 回 pass と Cavity は全體的に小さくなって行くが全部孔は見られる。丸鋼でも完全に壓着したわけではなく Top から 3~12% 附近には尙毛割れ或は小孔が見られた。

2) Cavity の深さは Top から略 27% であつた。

3) 極く Top (3~6%) は孔の附近に所々局部的な偏析が見られたが、9% 以上は偏析は見られず孔の周縁は非常に綺麗であつた。

### V. Cavity の形状の變化に就ての解析

第 1 圖は各鋼塊の孔の形状を縦方向に再現し孔の形状の變化を見たものである。又第 2 圖は最初の鋼塊の孔径に對する壓延後の孔径の減少率を示したものである。孔径の減り方としては絶體値は Bottom 側の Cavity の小さい方より Top 側の Cavity の大きい方が大きい、減少率では位置によつて餘り差がない。従つて壓延により一見 Bottom 側の孔の小さい方から順次壓着して行く様に思われるが、實際にはそうではなくて孔の小さい方も最後迄なかなか壓着し難いことが判る。第 3 圖は減面率に對して孔径をプロットし外挿して孔径が 0 になる點即ち孔が完全に壓着する點を求めたものである。この點は略減面率が 75~80% の所で、孔が完全に壓着するためには大體この減面率以上の壓延を要すると云う事になり、全體としても Cavity はなかなか壓着し難いものである事が判る。

### VI. 要 約

以上實驗の結果から Cavity は容易に壓着し難いものである事が明らかになつたが、この様に壓着し難い事は Open pass の現在の壓延方法では、中心部に作用する應力と變形の關係より當然起り得べき事に考えられ、Cavity を出来るだけ早く壓着させるためには適當な壓延方法を工夫する必要がある様に思われる。

### (7) 肥料合成用觸媒筒の破損について

日本製鋼所室蘭製作所

工博 下 田 秀 夫

工 〇 渡 邊 十 郎

#### I. 緒 言

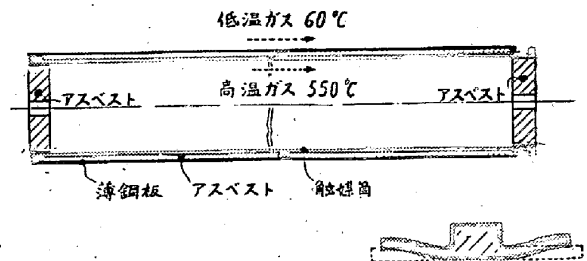
従來化學肥料合成用反應筒 (反應溫度 480~580°C, 反應壓力 300 kg/cm<sup>2</sup>) の材料として、外筒については比較的使用溫度が低いので、専らその耐壓強度が問題とせられてゐる。一方觸媒筒は高温高壓の水素、窒素及びアム

モニアの混合ガスにさらされることが多いので、主としてこれらのガスに對して耐蝕性の強い材料が求められている。しかるに最近我々が接した觸媒筒の破損について見ると、此の場合は、より耐蝕性の強い材料を求める前に、材料のより正しい利用を考えるべき例と思われるのであつて、以下その詳細につき述べる。

### II. 破損の狀況及びその原因に關する考察

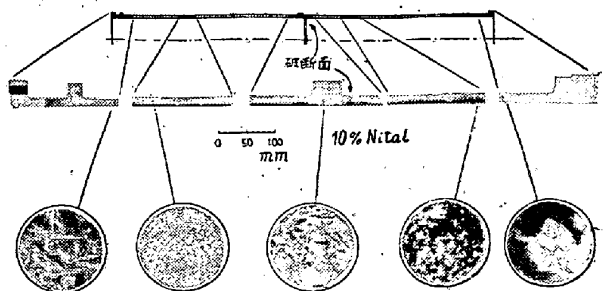
此の觸媒筒は (第 1 圖参照)、全長 4,650 mm, 内徑 570mm, 肉厚 20mm のうすい圓筒で、兩端と中央にフランジがあつて外側にまかれる保温用アスベストを薄い鋼板で押えている。材質は C 0.15, Cr 1.55, Mo 0.27% の低炭素クロムモリブデン鋼で、750°C で 30hr 保持後爐冷の熱處理が施されている。

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
0.15	0.30	0.62	0.029	0.034	0.17	1.55	0.27



第 1 圖

この様な觸媒筒が中央のフランジから約 10~20mm 離れた箇所でフランジに沿つて全圓周にわたり破斷したのである。従來この種觸媒筒の破損は、高温高壓の水素、窒素及びアムモニアの混合ガスの侵蝕による材料の劣化がその主因と考えられており、この場合についても確に材料の劣化が見られる。



第 2 圖

第 2 圖上は破損した觸媒筒の縦斷面上の各位置を 10% 硝酸アルコール溶液で腐蝕したもので、黒い部分はガスにより完全に侵されたものと見なされる。しかしここで注意しなければならないのは、この侵蝕の度合が位置的に非常に差があることである。顯微鏡組織について見ると矢印の各位置で肉厚の中央部を 3% 硝酸アルコール

溶液で腐蝕した500倍の寫眞は第2圖下のごとくであつて、兩端では殆んど侵されていないのに中央に行くに従いひどく侵されている。特に破斷したフランジの附近では著しい差がある。すなわちフランジ直下では殆んど侵されていないのに、僅か離れた部分ではひどく侵されて組織がざくざくになつている。

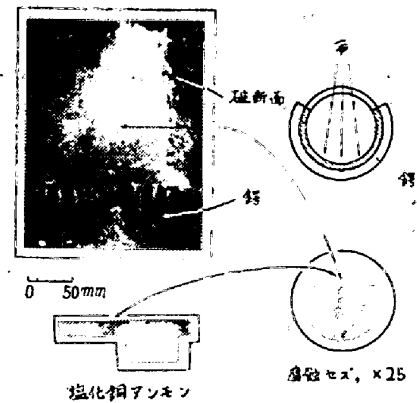
この様な侵蝕の度合の差は直接間接に温度の差に基づくものと考えられる。實際にこの觸媒筒の作動状態を見ると、中央フランジ附近の内面は約550°Cの高温ガスにさらされているが外側はフランジのみが直接約60°Cの低温ガスに觸れ他は熱傳導率の極めて悪いアスベストで被覆されている(第1圖参照)。従つてフランジのみが冷却されてこの附近に相當大きな温度勾配が生じ、この温度差に基いて熱膨脹量に差異を生ずるとともに、ガスの侵蝕従つてそれに伴う膨脹に差を生じて第1圖右下に示すような變形を起すであろう。

實際に破損した觸媒筒の内徑を測定した結果、中央フランジ部で最も顯著に、兩端のフランジ部でもほぼ同様の傾向の歪が残留している。兩端フランジ部では第1圖に示すように、或程度迄アスベストが入り又内側ガス温度が低い等のためこの傾向が弱められるので、結局中央フランジ部が最も危険な部分となつてゐるのである。もちろんこの場合フランジの剛性が他の部分の剛性よりも高いことが危険性を増している。

今中央フランジ部の危険性を推定するために軸方向に次のような温度分布を考える。すなわちフランジの縁以内で450°C、フランジから200mm離れた所以後で550°Cとしその間三次曲線的な温度分布とする。これは計算の結果求められる内徑が實測内徑と同様の傾向を取るとして仮定したものである。このような温度分布に對して熱膨脹の差のみを考え、材料のYoung's modulusを常温の半分にとつて弾性計算を行えば、最大曲げ應力はフランジから約20mm離れた點で18 kg/mm<sup>2</sup>となる。

次にこの觸媒筒材料の機械的性質はもちろんガスの影響を受けて部分的に劣化しており、中央フランジ附近の肉厚の中央部から縦方向に取つた試料についての550°Cの靜止空氣中における高温抗張力は約23 kg/mm<sup>2</sup>である。又K.W.I—I法による匍匐限は約13 kg/mm<sup>2</sup>である。これらの機械的性質と計算の結果得られた最大曲げ應力18 kg/mm<sup>2</sup>とを比較して見ればこの中央フランジ部では餘程危険な状態にあることが推察されよう。これは又第3圖によつても明かである。

第3圖は破損した觸媒筒を破斷面附近で縦斷し上から見たもので、この寫眞でもフランジ附近での急激な膨脹



第3圖

がわかるが、これとともに圓周方向の皺疵を發生している。この疵を縦斷して上から見たのが右下の寫眞であり、これが前述の變形状態に基くことは確實である。このような疵をもたらしした應力が加えてガスの侵蝕を促進し、材料の甚だしい劣化を伴い、遂に破斷へと導いたものと考えられる。この第3圖でもう一つ注意すべきことは鉦の近邊では氣泡狀の疵は殆んど見られないことである。この氣泡は水素の侵入に基くものと考えられ、侵蝕の度合の少い膨脹量の少い部分、つまり觸媒筒の温度の低い部分にはないか、あつてもごく少い。

結局この觸媒筒についてガスの侵蝕に耐える材料を求めることも勿論重要なことであるが、その前に中央のフランジを小さくすること、更に根本的には筒の温度を下げるよう先づ努むべきである。このことは従來觸媒筒の外面にまかれていたアスベストを内面にまくこと等により容易に達成しうるであろう。

### III. 結 語

以上あるアムモニア合成用觸媒筒の破損について述べたが、この例は材料を使用するにあたり、構成材料に對し他の部門例えば設計の水準以上に苛酷な條件を、しいていへば一例であり、ともすれば閉却され勝ちな點であると考え。

## (8) 鍛鋼材に現れる龜甲狀龜裂に就て (III)

(合金層の性質に關する二三の問題)

長崎製鋼株式会社

長崎製鋼所 河 合 正 吉

### I. 緒 言

第1及第2報で鋼材を加熱した場合、スケール直下に合金層の現れる事と、鍛鋼材に現れる龜甲狀龜裂及高温