

技術報告

가스침탄 및 침질탄화법에 있어서의 가스절감 사례 (1)

가스 直接투입법에 의한 浸炭法

손 명 진

현대자동차 MTM 생산부

1. 序 論

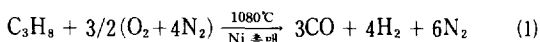
가스 直接투입법에 의한 浸炭열처리법은 1950 年代부터 일부 研究된 것이었으나, 크게 효과를 거두지 못하고, 1980 年代에 들어서 實用化를 위한 實驗이 다수 소개되어 있다. 본 공법의 量産에 적용된 例는 歐美地域에서는 發表된 것이 없고, 일본의 몇몇 회사에서 PUSHER TYPE 연속 浸炭爐에 2~3 年前부터 적용 實驗이 시작되어, 量産에 적용되고 있다.

현대자동차 열처리 공장에서도 에너지 節減차원에서 본 공법을 檢討 적용한 결과 막대한 에너지 節減효과가 얻어졌기에 소개하고자 한다.

2. 이론적 考察

통상적으로 가스 浸炭에 使用되는 분위기 가스로서는 吸熱型 變性爐에서 Ni 촉매를 통해 1080℃의 고온에서 炭化水素가스(國內에서는 주로 프로판)와 공기를 반응시켜 만든 吸熱型變性가스(ENDO-GAS 또는 RX 가스)를 使用하고 있다.

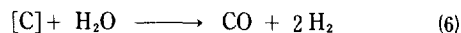
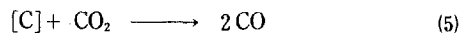
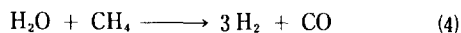
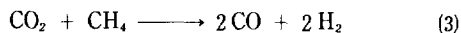
吸熱型 變性가스의 變性반응은 다음과 같다.



위의 반응은 1080℃라는 고온과 Ni 촉매 하에서 균일한 반응이 가능하므로, 900℃ 정도의 浸炭溫度에서 propane 가스와 공기를 直接투입하여 變性가스와 동일한 반응이 일어난다고 기대하기 힘들다. 여러 論文에서 언급한 바에 의하면 900℃ 정도의 爐內에 炭化水素와 공기를 直接투입한 경우의 반응은 다음과 같다고 보고 있다.



Propane 가스와 공기가 爐內에 투입된 순간에 연소반응인 (2)의 반응이 일어난다. 여기에서 완전연소가 되지 못하고 잔류메탄(CH₄)이 남는 것은 완전연소에 필요한 酸素공급이 안되기 때문이다. 이 상태가 그대로 유지될 경우는 산화성 분위기와 Soot'g의 發生이 기대되나, 실제로는 시간이 지체됨에 따라 다음과 같은 중간반응이 진행된다.



(3), (4)와 같은 메탄의 반응과 (5), (6)의 유리탄소의 반응결과 최종적으로 吸熱型 變性가스와 거의 같은 성분으로 安定化한다고 보겠다. 따라서 위의 반응은 가스의 爐內체류시간이 길수록 유리하게 되므로 가스투입량은 최대한 감소시켜야 하며, 이것이 가스 소모량 節減에 큰 효과를 가져다 주는 것이다.

3. CO₂% : C.P, O₂% : C.P 값 比較 (變性가스법과 比較)

本 공법의 분위기 조절과 安定的인 작업을 확인해 보고자, 다음과 같은 實驗을 實施했다.

3-1. 實驗方法

Pusher Type 연속 浸炭爐의 浸炭 Zone의 各 C.P (Carbon Potential)에 대한 CO₂%, O₂ Sensor mV 값을 측정하여 變性가스법과 直接투입법의 결과를 비교했다. C.P는 Piano 線의 탄소함량에 따른 전기저항으로

측정되는 C.P Meter 로, CO₂%는 적외선식 CO₂ 分析計로, O₂mV는 Zirconia 式 O₂ Sensor 로 측정하였다.

3-2. 實驗 結果 및 考察

그림 1은 C.P : CO₂%를, 그림 2는 C.P : O₂ mV 값을 가스直接투입법과 변성가스식을 比較해 나타냈다.

위의 결과를 보면 같은 CO₂%, O₂ mV 에서 가스直接투입법이 변성가스법에 비해 높은 C.P를 나타냄을 알 수 있으며, 실제작업시 浸炭시간이 약 10% 정도 단축

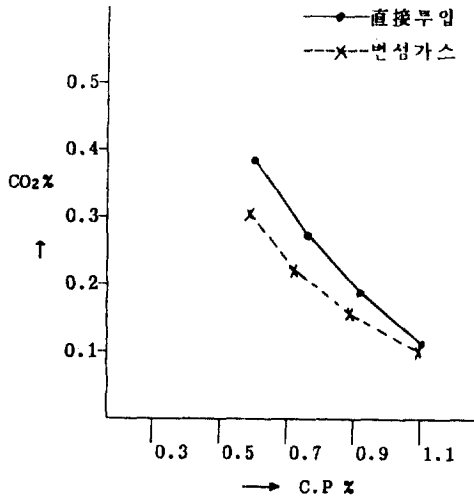


그림 1. 直接가스투입법과 변성가스식의 CO₂% : C.P

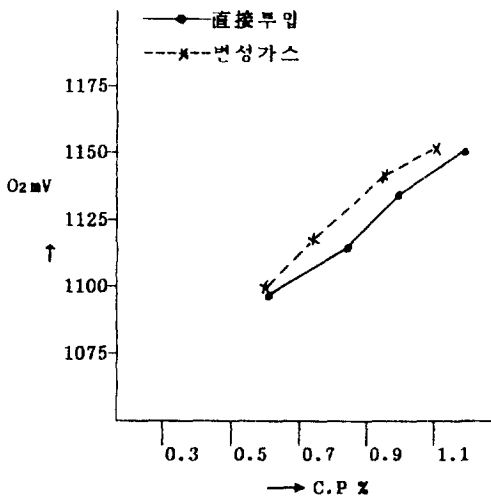


그림 2. 直接가스투입법과 변성가스식의 O₂mV : C.P

되는 결과를 가져왔다. 이의 원인으로 추정되는 것은 참고論文에서 언급된 바와같이 변성가스중의 CO, H₂에 비해 가스直接투입법에 의해 생성된 CO, H₂는 안정화가 덜 되어 浸炭반응속도가 빠를 것이라는 데 기인한다고 보겠다.

4. 효과 및 問題點

4-1. 효과

본 공법을 적용한 결과 앞에서 언급한 바와같이 가스 투입량이 적을수록 安定한 처리가 가능하므로 최대한 가스소모량을 줄여본 결과 변성가스법에 비해 10~20%의 가스로 처리가 가능하다. 또한 변성爐가 불필요하게 되고, 배관도 단순해지며, 爐의 Season'g 시간이 변성가스법이 12~15 시간 소요되는데 비해 4~5 시간으로 대폭 節減된다.

4-2. 問題點

위와 같은 이점이 있는 반면 問題點도 적지 않다. 가장 유의해야 할 問題點을 들면,

- 1) 가스투입량이 극히 적으므로 爐壓관리가 어렵다. → 油槽등의 Sealing 주의
- 2) 爐壓이 낮은 問題와 아주 적은 가스량의 변동에도 C.P의 변화가 크므로, 순간적으로 爐內에서 直接 C.P를 측정하는 O₂ SENSOR 이외의 分析計로서는 분위기 조절이 어렵다.
- 3) 연속爐內의 溫度가 比較적 낮은 예열 Zone, 소입 Zone 에서는 Soot'g 生成이 많다. → 정기적인 Burn-Out 필요.

5. 結 論

지금까지 記述한 바와같이 가스 直接투입에 의한 浸炭法은 가스節減이라는 면에서 아주 큰 효과를 가져오나, 관리가 소홀할 경우는 더 큰 問題를 야기시킬 수도 있으므로, 本 공법을 적용할 경우에는 事前에 자체공장에서 充分한 TEST를 통해 最 適 的 條 件 을 查 找 내 지 속 적 인 관 리 를 해 나 가 야 한 다. 또 한 앞 으 로 남 아 있 는 問 題 點 으 로 는 아 직 실 용 화 가 안 된 BATCH 式 浸 炭 爐 에 의 적 용 과 O₂ SENSOR 의 SOOTING 에 의 한 劣 化 防 止 가 되 겠 다.

참고문헌

1. C.A.Stickels, C.M.Mack, and M.Brachaczek : Metall Trans. B, 1980, vol.11 B, pp.471-79.
2. C.A.Stickels, C.M.Mack, and J.A.Pieprzak : Metall. Trans. B, 1980, vol.11 B, pp.485~91.
3. C.A.Stickels and C.M.Mack : Metall. Trans. B, 1980, vol.11 B, pp.481~84.
4. HEAT TREATMENT OF METALS. 1980, 4 p.79~82 : Direct Atmosphere Generation and Control in Heat Treatment Furnaces.

가스침탄 및 침질탄화법에 있어서의 가스절감 사례 (2)

암모니아-AIR 에 의한 가스침질탄화법

손 명 진

현대자동차 MTM 생산부

1. 序 論

일반적으로 가스 연질화법은 窒化法에 비해 약간의 고온과 炭素의 침투로 인해 처리시간이 크게 短縮되는 공법으로 알려져 왔다. 또한 이를 위해서는 窒化를 위한 암모니아 가스외에 炭素成分을 함유한 가스를 함께 넣어 처리한다고 되어 있다. 그러나 일부 논문 및 일본에서 개발되어 사용중인 酸窒化처리를 보면 炭素成分이 없는 窒素나, 공기를 암모니아와 함께 爐內에 공급하여 연질화와 거의 동일한 성질의 化合物層을 얻게 된다고 발표되고 있다.

본 발표에서는 그와같은 공법중에서 가장 경제적인 효과와 안정성이 함께 얻어지는 공법의 실용화된 사례를 소개하고자 한다.

2. 가스연질화법의 종류

일반적으로 가스 연질화법은 최초로 개발된 공법인 흡열형 변성가스와 암모니아 가스를 1:1로 혼합하여 처리하고 있으나 다음과 같은 공법들도 소개되어 있다.

표 1. 가스연질화법에 사용되는 분위기의 종류

NO.	분위기의 종류	가스比	미분해 NH ₃ %
1	NH ₃	-	55
2	NH ₃ /N ₂	1 : 0.33	55
3	NH ₃ /RX gas	1 : 1	42
4	NH ₃ /N ₂ /CO ₂	1 : 1.38 : 0.23	21
5	NH ₃ /N ₂ /CO	1 : 1.33 : 0.18	20
6	NH ₃ /N ₂ /CH ₄	1 : 1.43 : 0.08	22
7	NH ₃ /N ₂ /AIR	1 : 1.25 : 0.25	24
8	NH ₃ /RX gas	1 : 1.5	20
9	NH ₃ /AIR	1 : 0.05	

금번 자체에서 실용화시킨 공법은 표 1의 공법중 현장에서 원료의 공급이 용이하고 실용화시 효과가 큰 NO.7, 9의 공법이다.