

技術報告

침탄질화의 최근동향

Recent Movement of Carbonitriding

신유미

일본도요다대 공대

1. Gas 침탄질화란?

1.1. 각종 탄소, 질소 확산 표면 경화처리의 비교

탄소만을 강중에 침입확산시키는 침탄처리와 다르게, Gas 침탄 질화처리는 강중에 탄소와 질소를 침입확산시킨 후 소입하여 표면에 경한 Martensite 조직을 형성하는 확산표면경화법의 일종으로 강의 표면 경화처리로서 실시되고 있다. 질소의 Austenite내로의 확산에 의해서 표면 강화를 꾀하는 것으로, Gas 침탄 침질처리라고도 부르고 있다. 질소침입형 표면처리의 예를 Table 1에 나타내었다. 이외에도 유동상로를 이용한 처리가 있으

며, 또 Gas 침탄질화에도 Ion 진공로를 사용한 Plasma Gas 침탄질화도 있다. Gas 침탄질화가 시작된 것은 1950년 초 쯤으로 이미 40년이 경과하고 있지만 아직도 충분히 이해되어 사용되고 있는 것으로 보기는 어렵다.

질소(N)는 기체원소로써 강중에 확산된 상태에서는 합금원소로서의 거동을 나타내지만 침입량이 많아지게 되면 강의 외부로 나타나게 되는 특이한 현상을 나타내는 특징이 있다.

1.2. 처리의 목표

침탄층에 비교해서, 침질화층은 켈칭성이 높아서 저

Table 1. 질소침입형 표면경화처리

처 리 명	표면층의 금속조직	분위기(강화제)	설 비	처리온도	피처리재
Gas 침탄질화	Martensite	LPG의 흡열형로기+LPG+NH ₃	분위기로	850~900°C	철 강
염욕 침탄 염욕침탄질화	Martensite	C.N 함유염욕	염 욕 로	850~900°C	철 강
Gas 질화	질 화 물	NH ₃ Gas	분위기로	560~600°C	철 주 강철
Gas 연질화	질 화 물	a. LPG의 흡열형로기+NH ₃ b. LPG의 발열형로기+NH ₃ c. 적하식 d. N ₂ +NH ₃ +CO ₂	분위기로	560~600°C	철 주 강철
염욕질화 (연질화)	질 화 물	C.N 함유염욕	염 욕 로	560~600°C	철 주 강철
Ion 질화	질 화 물	N ₂	진 공 로	560~600°C	철 주 강철

렴한 탄소강을 유효하게 사용할 수 있게 된다(Fig.1).
 소둔시 연화저항(가열 연화저항)을 향상시켜서, 발열

을 동반하는 극단적인 마찰조건에서의 내마모성이 향상
 된다. 침탄질화탄소강의 소둔시 경도 저하곡선인 Fig.2

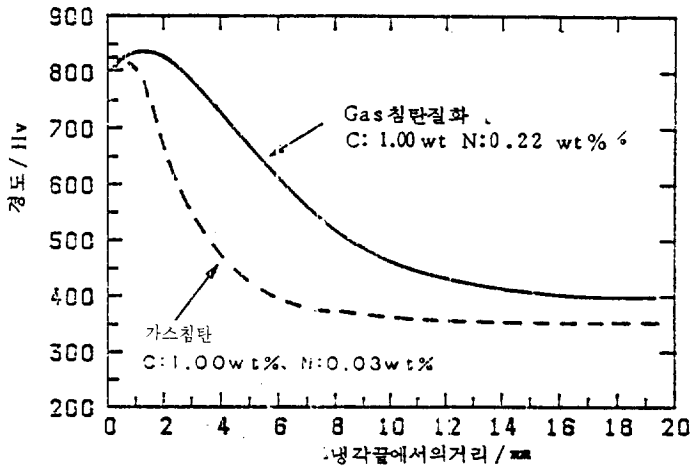


Fig. 1. S15C Gas 침탄질화, Gas침탄의 일단 켈칭시험편의 경도구배

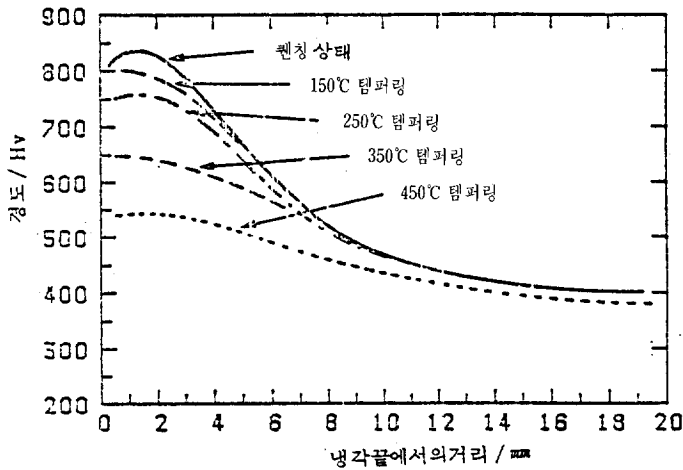


Fig. 2. S15C Gas 침탄질화(C: 1.00 wt%, Ni: 0.22 wt%)의 일단 켈칭시험편의 소후시 온도에 의한 경도구배변화

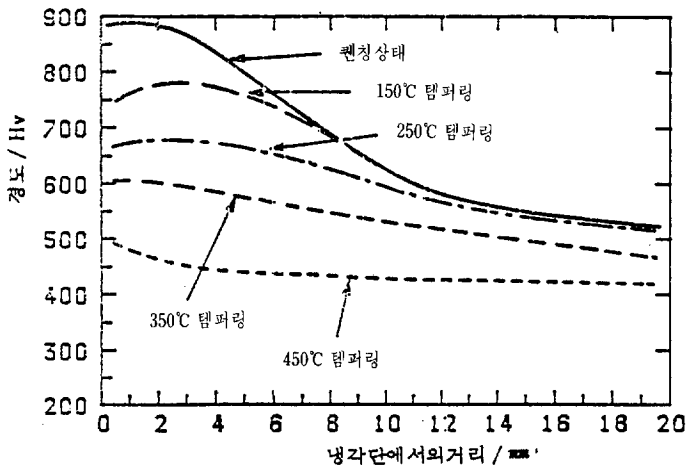


Fig. 3. SCR 420 Gas 침탄(C: 0.98 wt%, Ni: 0.03 wt%)의 일단 켈칭시험편의 템퍼링시 온도에 의한 경도구배변화

와 침탄 Cr강의 곡선인 Fig.3을 비교하면 N의 효과를 알 수 있다.

1.3. 처리설비

일반 Gas 침탄설비에 Amonia 첨가용 배관계를 추가 되어 있다. Batch로의 예를 Fig.4에 보였다.

2. 로내 분위기의 측정관리

2.1. 로내잔류 Amonia량의 측정이 필요한 이유

① Propane(C₃H₈) 흡열형로의 분위기중의 평형 Amonia량, 용적 %는 Table 2에 보는 바와 같이 실제의 로내잔류량에 비하여 현저히 낮다.

② 로내의 Retort와 다른 재료에 의한 NH₃ 분해량의 변동이 크다(Fig.5).

2.2. 로내 NH₃량 측정방법

Fig.6의 약도에 나타나는 바와 같이, 일정량의 회류 산을 채운 용기중에 PH지시약을 넣은 후, 여기에 Gas Pump에 의해 로외로 나오는 로내 Gas를 통과시켜 회류 산을 중화하기 위한 로내 Gas양을 유량계에 의해 측정한다. 이 방법으로 측정한 첨가 NH₃량과 로내 NH₃량의 관계를 Fig.7에 나타내었다.

2.3. 표면 C(탄소)량 관리법

Gas 침탄의 경우, 제품의 표면 탄소량(탄소 Potential, Carbon Potential)의 측정에는 H₂O량으로 하는 노점법, CO₂량으로 하는 적외선법, O₂량으로써 하는 산소 Sensor법이 있다. Gas 침탄질화의 경우는, 로내에 첨가된 NH₃의 대부분이 분해되어 N₂와 H₂로 되어, 침탄성 Gas는 희석되며, 그 양에 따라서 측정치의 변동이 그렇게 영향을 미치지 않는 성분을 측정하는 것이 중요하다. Table3은 각 성분의 양과 탄소 Potential간의 관

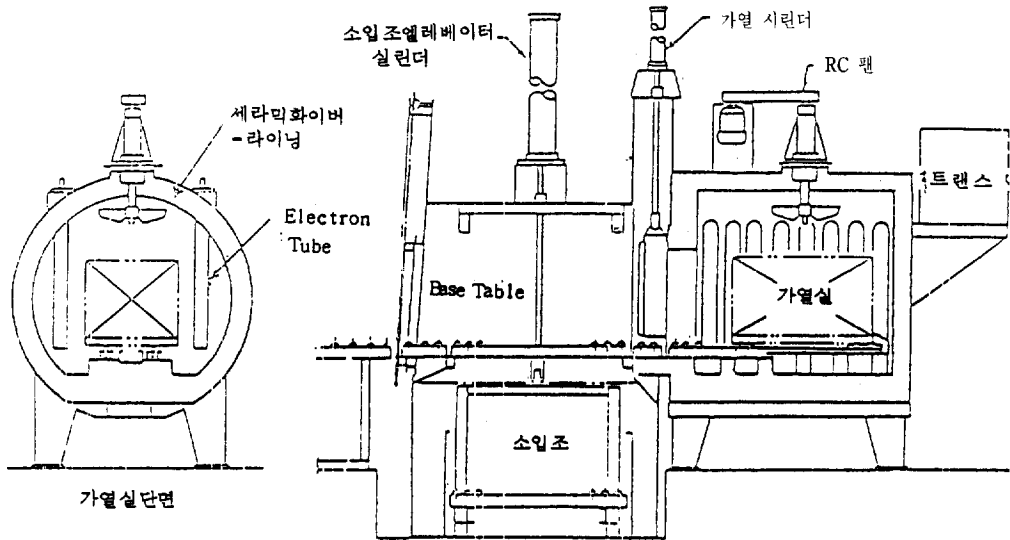


Fig.4. 배치형로 (중의로공업)

Table 2. C₃H₈분해가스(CO : 23%, H₂ : 31%, N₂ : 46%)중에서 평형인 NH₂ Vol%

C	800	850	900	950
KP(Harber)	3.47 × 10 ⁻⁴	2.69 × 10 ⁻⁴	2.09 × 10 ⁻⁴	1.66 × 10 ⁻⁴
C ₃ H ₈ 분해가스중에서 평형한 PNH ₃	4.06 × 10 ⁻⁵	3.15 × 10 ⁻⁵	2.39 × 10 ⁻⁵	1.95 × 10 ⁻⁵
C ₃ H ₈ 분해가스중에서 평형한 NH ₃ vol%	0.00406	0.00315	0.00239	0.00195

G. N. Lewis & M. Randall : Thermodynamics(1923)

단, NH₃의 분해식을 2 NH₃ = N₂ + 3 H₂로 나타내며 그 평형정수 Kp는 Kp = (PN₂ × PH₂³) / PNH₃²로 나타낸다.

Table 3. 소정 C.P를 얻기 위한 강성분가스농도에 미치는 암모니아 첨가량의 영향

850℃

CP	GAS	NH ₃ 0%	NH ₃ 1%	NH ₃ 3%	NH ₃ 5%
0.3	H ₂ O %	1.57	1.58	1.60	1.61
	CO ₂ %	1.07	1.02	0.95	0.88
	O ₂ %	1.80×10^{-18}	1.7×10^{-18}	1.60×10^{-18}	1.49×10^{-18}
0.7	H ₂ O %	0.68	0.68	0.69	0.69
	CO ₂ %	0.46	0.44	0.41	0.38
	O ₂ %	3.31×10^{-19}	3.18×10^{-19}	2.95×10^{-19}	2.74×10^{-19}
0.8	H ₂ O %	0.59	0.59	0.60	0.60
	CO ₂ %	0.40	0.38	0.36	0.33
	O ₂ %	2.53×10^{-19}	2.44×10^{-19}	2.26×10^{-19}	2.09×10^{-19}
0.9	H ₂ O %	0.53	0.53	0.53	0.54
	CO ₂ %	0.36	0.34	0.32	0.29
	O ₂ %	2.01×10^{-19}	1.93×10^{-19}	1.78×10^{-19}	1.66×10^{-19}
1.0	H ₂ O %	0.47	0.48	0.48	0.48
	CO ₂ %	0.32	0.31	0.28	0.26
	O ₂ %	1.62×10^{-19}	1.56×10^{-19}	1.44×10^{-19}	1.34×10^{-19}

900℃

CP	GAS	NH ₃ 0%	NH ₃ 1%	NH ₃ 3%	NH ₃ 5%
0.3	H ₂ O %	0.95	0.96	0.97	0.97
	CO ₂ %	0.55	0.53	0.49	0.45
	O ₂ %	6.39×10^{-18}	6.14×10^{-18}	5.69×10^{-18}	5.28×10^{-18}
0.7	H ₂ O %	0.41	0.41	0.41	0.42
	CO ₂ %	0.24	0.23	0.21	0.19
	O ₂ %	1.18×10^{-18}	1.13×10^{-18}	1.05×10^{-18}	9.72×10^{-19}
0.8	H ₂ O %	0.36	0.36	0.36	0.36
	CO ₂ %	0.21	0.20	0.18	0.17
	O ₂ %	9.01×10^{-19}	8.66×10^{-19}	8.02×10^{-19}	7.45×10^{-19}
0.9	H ₂ O %	0.32	0.32	0.32	0.32
	CO ₂ %	0.18	0.18	0.16	0.15
	O ₂ %	7.10×10^{-19}	6.83×10^{-19}	6.32×10^{-19}	5.89×10^{-19}
1.0	H ₂ O %	0.29	0.29	0.29	0.29
	CO ₂ %	0.16	0.16	0.15	0.14
	O ₂ %	5.7×10^{-19}	5.53×10^{-19}	5.13×10^{-19}	4.76×10^{-19}

계에 미치는 NH₃ 첨가량의 영향을 계산한 것이다. 표에 보는 바와 같이 H₂O법, 즉 노점법이 가장 적당하다.

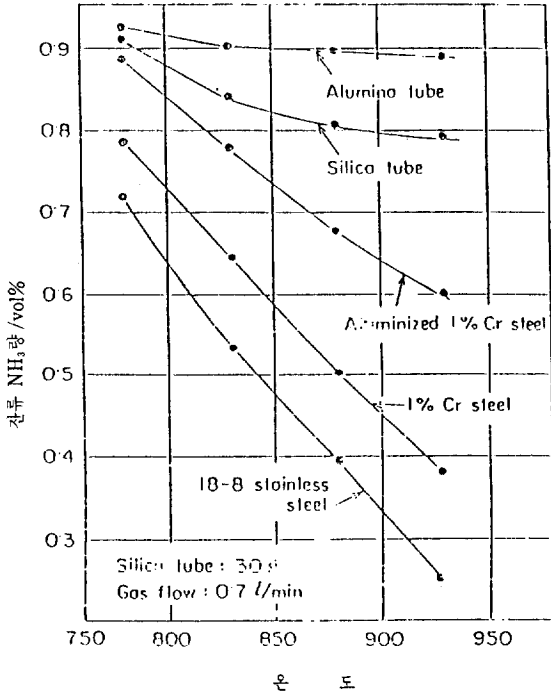


Fig. 5. 침탄질화가스의 암모니아 분해에 미치는 온도, 재료의 영향 From: 철과강 59(1973) p.1251-1260

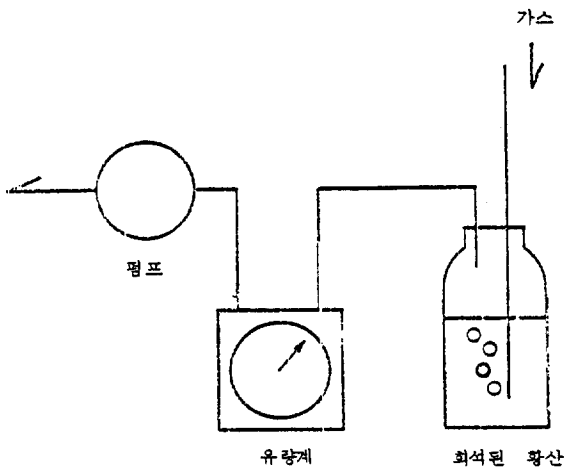


Fig. 6. 로내 암모니아량 분석장치

3. 표면 N량에도 질소 Potential이란 것이 있는가?

3.1. 노점, 로내 NH₃의 고저에 따른 Steel foil종의 C, N량의 시간적 변화

0.2 mm 두께의 순철 foil을 로온도 850°C, 분위기 조

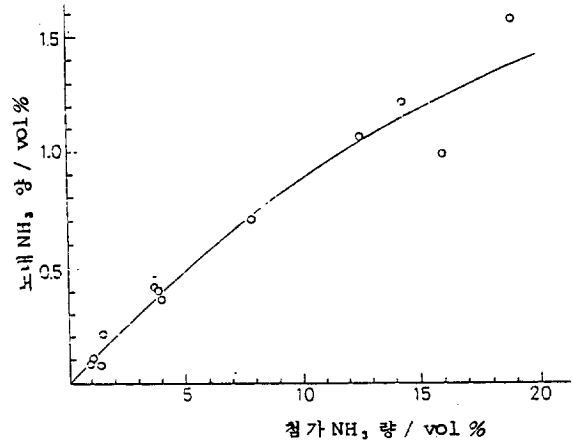


Fig. 7. 첨가 암모니아량과 로내 암모니아량의 관계

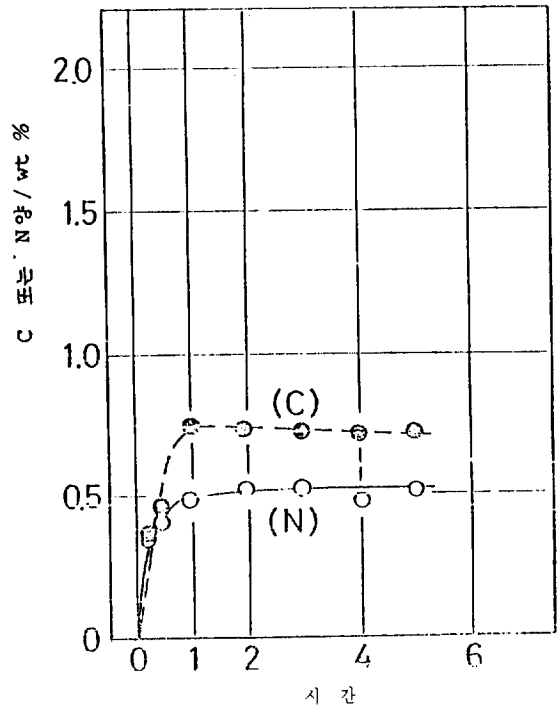


Fig. 8. 순철foil의 탄소량, 질소량의 시간적 변화 (노점: 0.5°C, 노내 NH₃: 0.19 vol%)

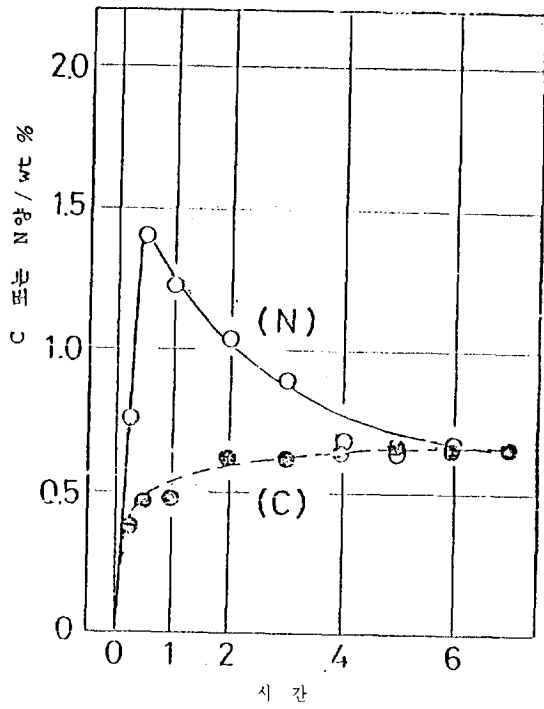


Fig. 9. 순철foil의 탄소량·질소량의 시간적 변화(노점: 4.5°C, 노내 NH₃: 0.85 vol%)

건을 변화시켜서 처리할 경우의 foil중의 C, N양의 시간적 변화를 Fig. 8, 9, 10, 11에 표시하였다. Fig. 8은 고노점 저C, 저NH₃ 저N량을 Fig. 9는 고노점 저C, 고NH₃, 고N량을 Fig. 10은 저노점 고C, 저NH₃, 저N량을 Fig. 11은 저노점 고C, 고NH₃, 고N량을 각각 나타낸다.

C량과 이슬점의 관계는 침탄과 같은 경향을 나타내며, 고로점에서는 측정의 탄소 Potential이 존재하고 저이슬점에서는 C량이 Fe-C 평형상태도의 Acm선을 초과하면 급격히 증가하게 된다는 것을 안다. N량에 대해서는, 저NH₃에서는 특정의 질소 Potential이 존재한다고 보아도 상관없지만 고NH₃에서는 단시간에 N량이 급격하게 증가한 후에 급격하게 감소하는 기이한 현상이 나타난다.

3.2. 금속조직

Fig. 8의 시료는 소위 소입 Martensite조직이지만, Fig. 9의 시료는 buif연마상태로 Photo. 1에서 보여주고 있는 것과 같이 검은 조직이 나타난다. 이것은 Fig. 11

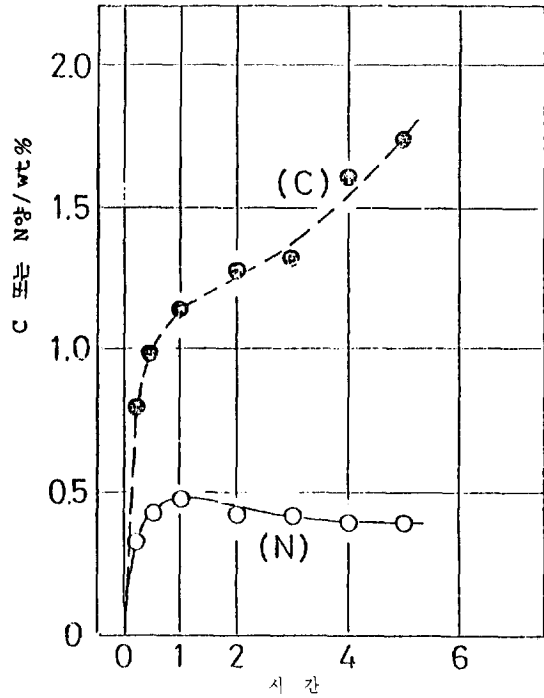


Fig. 10. 순철foil의 탄소량·질소량의 시간적 변화(이슬점: -5.5°C, 노내 NH₃: 0.29 vol%)

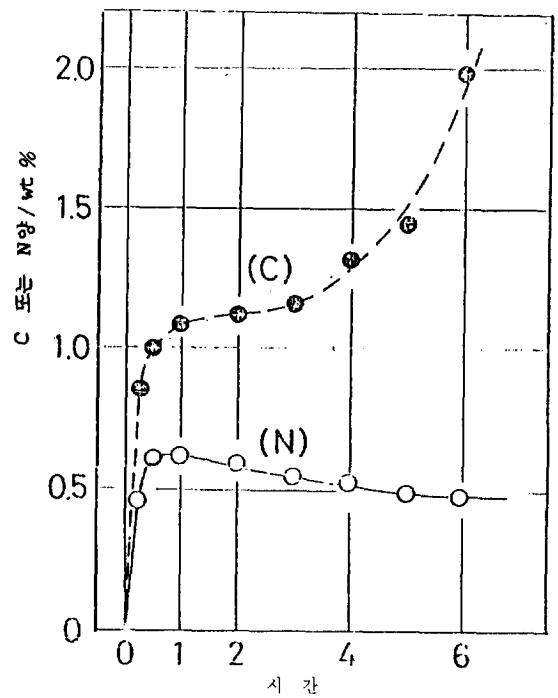


Fig. 11. 순철foil의 탄소량·질소량의 시간적 변화(이슬점: -5.0°C, 노내 NH₃: 0.50 vol%)

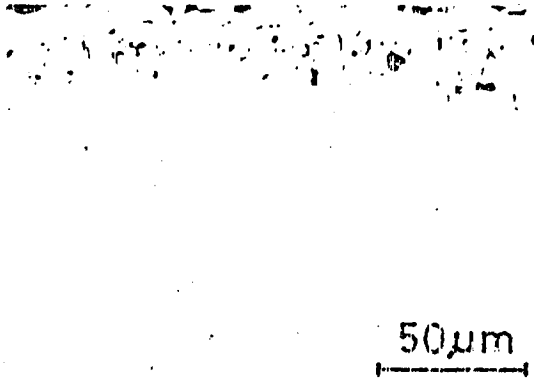


Photo.1. 저탄소 고질소형처리 순철의 흑색부 처리온도 : 850°C, 처리시간 : 7 hr, 이슬점 : 4.5°C, 로내 NH₃ : 0.85 vol% Buff연마후의 광학현미경사진



Photo.2. 순철 Foil, 처리온도 : 850°C, 처리시간 : 5 hr, 이슬점 : -5.5°C, 로내 NH₃ : 0.49 vol% 액체질소 중 냉각후의 취성파면의 2차 전자상

의 시료에도 살펴보면, 고NH₃ 분위기에서 출현하는 것임을 알게 된다. 이들의 시료를 액체질소에서 냉각하여 굴곡 파단한 취성파면을 관찰하면 Photo.2에 나타난 바와 같이 내부로부터 표면으로 Tunnel상의 공동(空洞)이 나오고 있는 것이 확인된다. 이것을 Void라 부르고 있다. 특히 Fig.10, 11의 시료에는 3% nital etch로 부식한 현미경 조직에 백색의 Cementite가 보이지만, 그것과 같이 연마후의 검사시에는 Void로 보이기 쉬운 흑색의 조직이 나타난다. 이것은 흑연으로 EPMA, X선

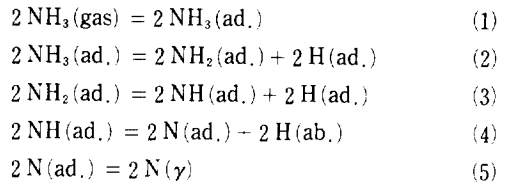
분석에 의해 판명되었다. 이상의 현상은 15C재의 시료에도 같이 나타나고 있다.

4. Void의 생성에 관하여

고 NH₃ 분위기에서 행한 Gas 침탄질화에서 Void가 출현하는 것을 필자 등이 확인한 것은 1960년의 일이었지만, 그후에 B.Prenosil(1964)이 발표했다¹⁾. 그전인 1953년에 K.B. Valentiue는 냉각시에 속도가 느리면 N이 석출되고 뒤에 흑연이 석출된다고 했다²⁾.

Fig.9, 11에 보는 바와 같이, 고 NH₃ 분위기에서는 시료는 최초 급격하게 N을 흡수하고 15분 내지 1시간에 달하면 그후에 급격하게 N을 방출하기 시작하는 것으로 이해되었다.

질소침입기구에는 일반적으로 다음과 같은 해석이 있다.



즉 NH₃가 철표면에 흡착되어 표면에서 분해하여 철중에 침입 확산된다. 또 한가지는



즉 분위기중의 N₂가 철표면에 흡착되어 원자상으로 철속에 침입 확산된다. 이 양반응이 발생하지만, N₂로부터 들어간 질소량은 많은 연구자에 의해서 제촉된 바에 의하면, 850°C 1기압의 질소분위기에서 약 0.03% 정도이다. Propam 흡열형 분위기중의 N₂가 약 50% 정도씩 0.5 기압이라 하면 Sievert의 법칙에 따라 0.5 기압의 질소의 강증으로의 침입은 0.02%로 된다. 실제에서 얻어진 0.6% 질소량에서는 N₂의 분압으로써

$P = (0.6/0.02)^2 = 900$ 기압으로 되며, 그 압력에 의해 강증의 Austenite입계에 N₂로써 석출, Void를 출현시키게 된다.

$$2N(\gamma) = N_2(\text{gas})$$

그 Void로 대개, 산화탄질화물설³⁾도 있지만, 산소를 함유하지 않은 Gas, 예를 들면 NH₃ 분해 Gas(N₂+H₂)+NH₃의 분위기에서도 NH₃ 량이 높은 경우는 순철, S15C 어느 것이나 질소량의 상승·강하에 따라서 나타난다.

5. 각종(노점, NH₃) 분위기에 의한 강종 C, N의 시간적 변화

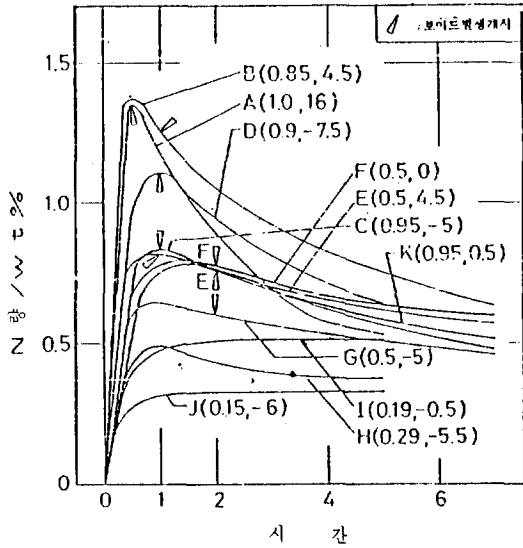


Fig. 12. 순철foil 질소량의 시간적 변화 () 안은 로내 NH₃(vol.%) 및 이슬점(°C)

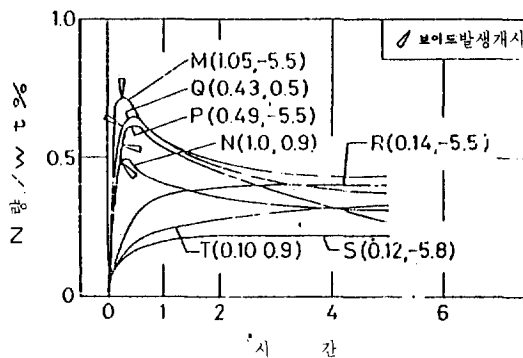


Fig. 13. S15C foil 질소량의 시간적 변화 () 안은로내 NH₃ 양(vol.%) 및 이슬점(°C)

Fig. 12, 13에 순철, S15C foil의 강종 N량, Fig. 14, 15에 각각 강종 C량의 시간적 변화의 몇가지 예를 나타내었다. N량은 로내 NH₃ 농도가 높을수록 급격하게 증가하며 감소도 급격하게 됨을 알 수 있다. Void는 N량이 최고가 되는 시점에서 나타나고 흑연은 Cementite와 함께 나타나기도 한다.

6. 최고 N량과 로내 NH₃ 분압의 관계

Fig. 16에 순철 foil의 경우의 최고 N량과 로내 NH₃ 분압을, Fig. 17에 S15C의 환봉의 표면 N량과의 관계를 나타내었다. 이 결과에서 최고 NH₃ 농도의 관계는 탄소량의 무관함을 알 수 있다.

7. 순철 S15C foil의 C, N농도의 Cementite, 흑연석출한계

Fig. 18에 순철, Fig. 19에 S15C foil의 각각 850°C에서의 한계선도를 나타내었다. Fig. 20, 21에 각각

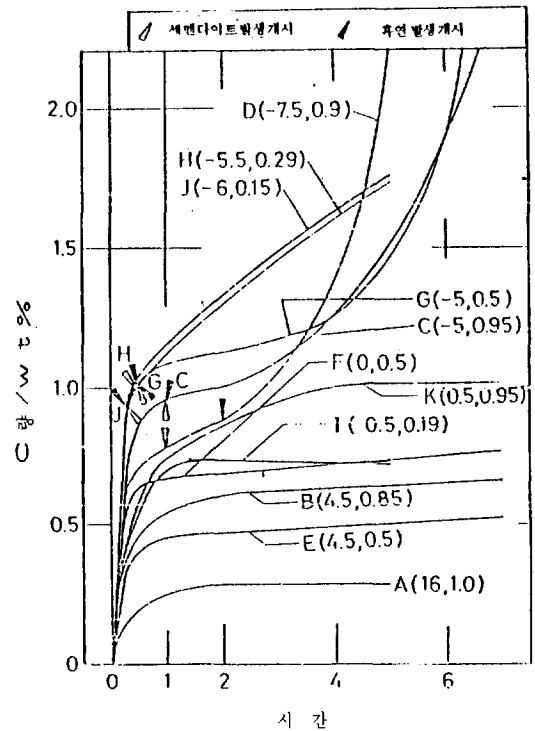


Fig. 14. 순철foil 탄소량의 시간적 변화 () 안은 이슬점(°C) 및 로내 NH₃ 양(vol.%)

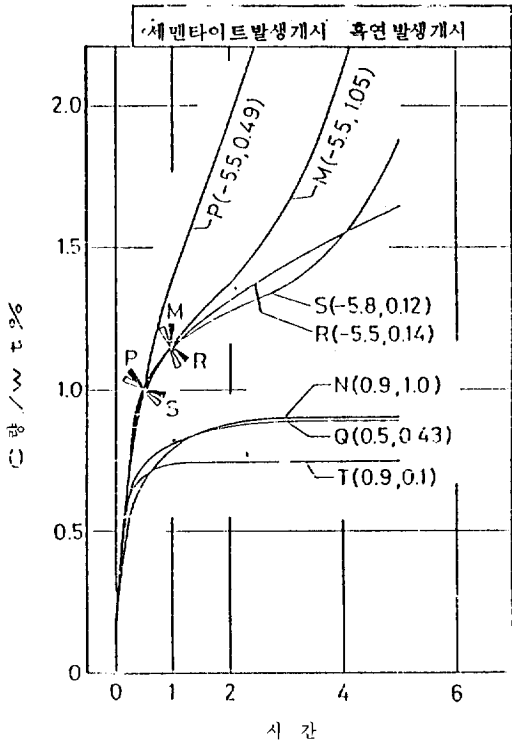


Fig. 15. S 15 C foil 탄소량의 시간적 변화 () 안은 이슬점(°C) 및 로내 NH₃ 양

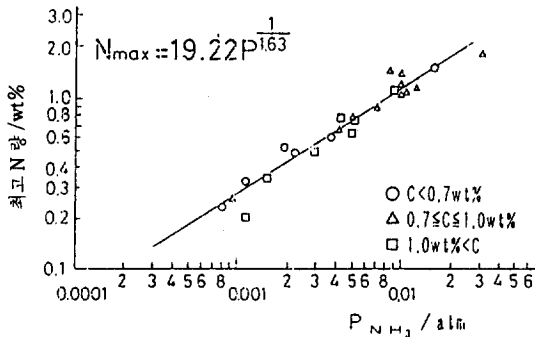


Fig. 16. 순철 foil 최고질소량과 암모니아분압의 관계

900°C에서의 선도를 나타내었다. 이것들의 결과에서 Void의 석출은 탄소량에 의해 거의 지배되며, Cementite 석출과 N 량에 거의 영향을 받지 않는다는 것을 알 수 있다. 흑연의 석출은 N 양 0.1% 이상에서 발생하는 것임을 알게 된다. 처리시간은 Void의 석출한계를 변화시키지만 Cementite, 흑연의 석출에는 영향을

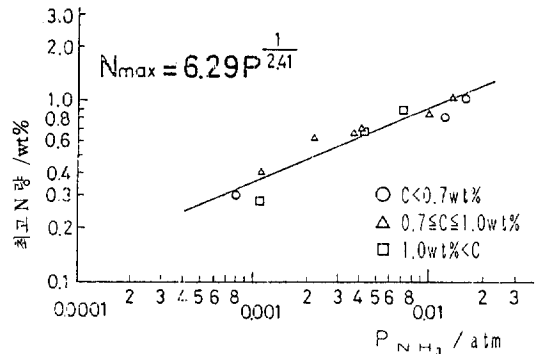


Fig. 17. S 15 C 환봉 최고질소량과 로내 암모니아분압의 관계

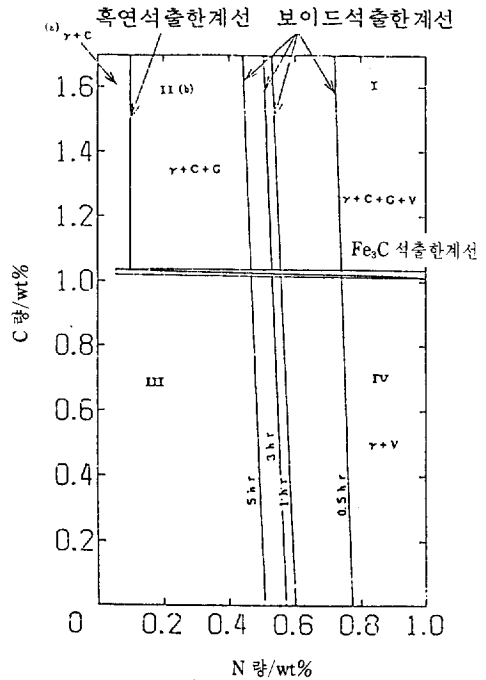


Fig. 18. 석출한계의 시간적 추이(순철 foil 처리 온도: 850°C)

미치지 않는다.

8. N 량과 로내 NH₃ 농도의 관계의 처리시간 의존성

순철 foil을 850°C 5 시간 처리한 경우의 로내 NH₃ 농도와 강중의 N 승과의 관계를 Fig. 22에 나타내었다. 매

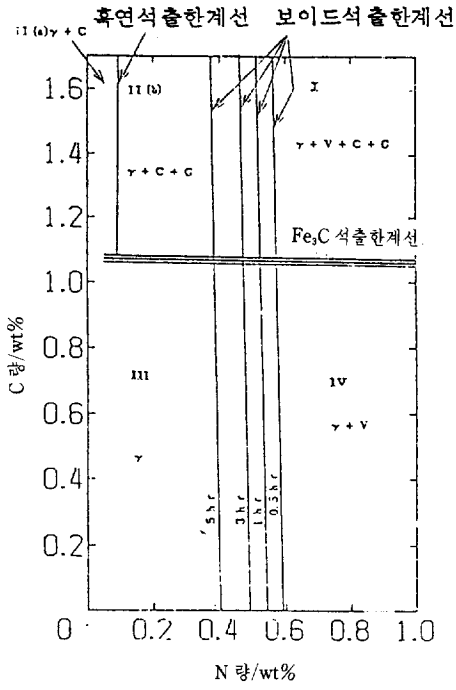


Fig. 19. 석출한계선의 시간적추이 (S15C foil, 처리온도 : 850°C)

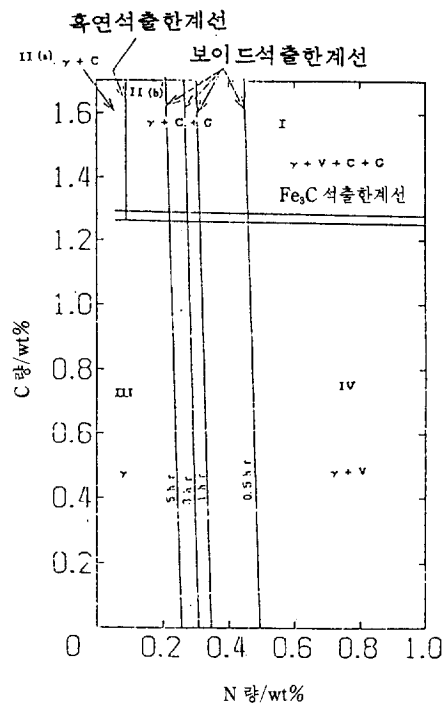


Fig. 21. 석출한계선의 시간적추이 (S15C foil, 처리온도 : 900°C)

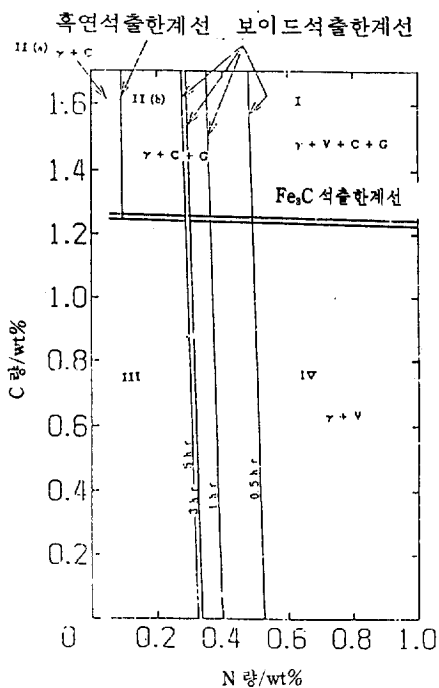


Fig. 20. 석출한계선의 시간적추이 (순철막, 처리온도 : 900°C)

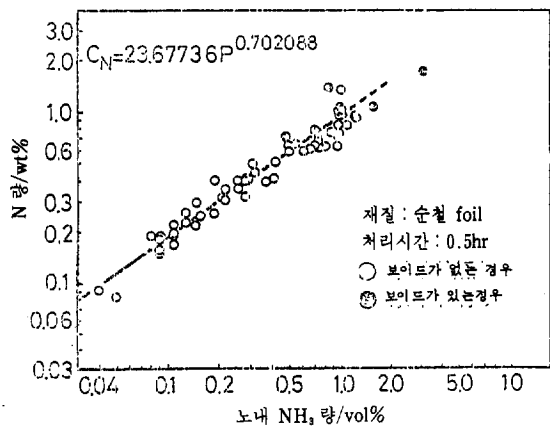


Fig. 22. 로내잔류암모니아량과 강중질소량의 관계

시간의 직선을 S15C 환봉에 대하여 정리하면 Fig. 23 이 얻어진다. Fig중 Void 발생한계 질소량은 시간과 함께 감소하는 것에 유의하여야 한다.

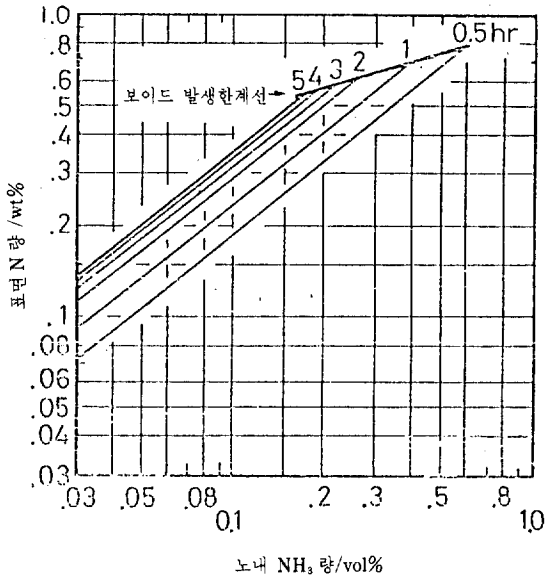


Fig. 23. S15C 환공의 표면질소량, 로내암모니아량, 처리시간과의 관계(처리온도: 850°C)

9. 처리재의 기계적 성질

9.1. 피로강도

Fig. 24 에 나타나는 회전굴곡 피로시험편 형태의 S15 CK, S30C에 침탄질화, SCr 420 에 침탄처리를 실시, 유효 경화층(HV 550 까지의 깊이) 0.4 mm로 일정하게 하여 얻어진 피로강도를 Table 4 에 나타내었다. 이 시험편의 표면에서는 S15 CK, S30 C 어느 것이나 SCr 420 침탄품과 동등이상의 강도를 가지며, 특히 S30 C는 우수하다. 그래도 처리시간이 현저하게 단시간에 끝나는 것이 경제적이다. 다음으로 S30C에 대해서 표면 C양을 0.8%로 일정하게 하여 N량을 변화시켜

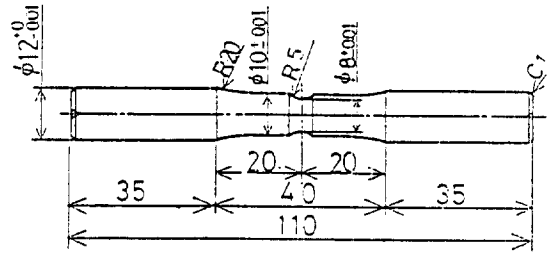


Fig. 24. 회전굴곡피로의 시험편형상 응력집중계수 $\alpha=1.2$

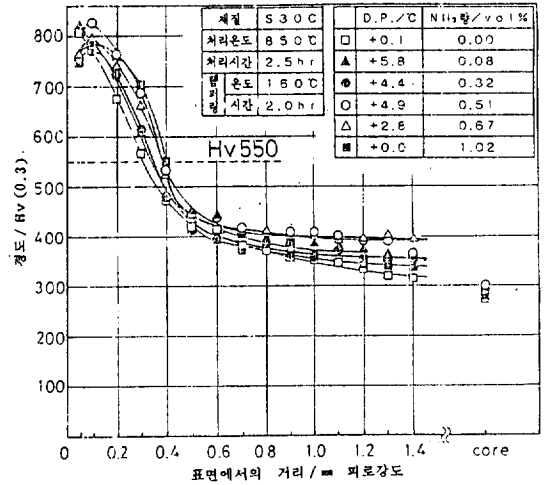


Fig. 25. 침탄 및 침탄질화처리시험편의 경도분배

Fig. 25 에 나타난 것과 같은 경도구배를 유효-침탄 깊이를 0.4 mm로 일정하게한 시험편의 피로시험의 결과를 Fig. 26 에 나타내었다. 강중 N량이 증가하면 피로강도가 향상되지만, Void가 나타나면 소량일 때는 영향이

Table 4. 침탄 및 침탄질화처리를 실시한 시험편의 회전굴곡피로강도($\alpha=1.2$)

材 質	擴散處理·時間	소 루	피로강도
S15CK	浸炭窒化·6.0 hr	없음	65.1 kgf/mm ²
S15CK	浸炭窒化·6.0 hr	160°C×2 hr	60.4 kgf/mm ²
S30C	浸炭窒化·2.5 hr	없음	84.0 kgf/mm ²
S30C	浸炭窒化·2.5 hr	160°C×2 hr	83.0 kgf/mm ²
SCr 420	浸 炭·3.0 hr	160°C×2 hr	65.0 kgf/mm ²

없고 증가함에 따라 강도는 저하한다.

9.2. 마찰 마모특성

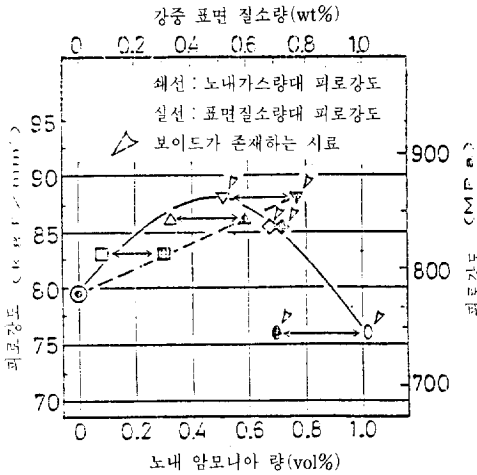


Fig. 26. 로내암모니아량 및 표면질소량과 회전굴곡피로 강도의 관계(재질: S 80 C, 처리온도: 850°C, 처리시간: 2.5 hr)

Fig.27에 나타난 것과 같이 회전하는 원반상 사편의 표면에, 단면에 경질 Cr도금을 실시한 S45C의 원통을 누르는 시험기에 의해 Table 5의 시험조건에서 시험하였다. 면상을 서서히 올려 마찰 계수의 변화를 측정한다.

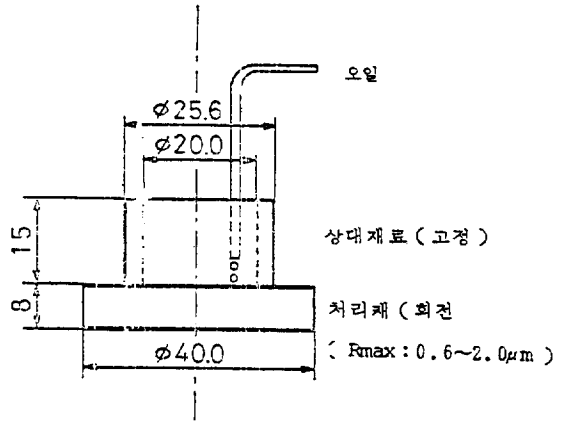


Fig. 27. 마찰마모시험방법(실험기: 기계시험소형마찰마모시험기)

Table 5. 마찰마모시험조건 및 시험편의 침탄질화처리조건

	摩 擦 試 驗	摩 耗 試 驗
상대재료	S 45 C-硬質 Cr도금(60 μm)	S 45 C-硬質 Cr도금(60 μm)
接觸應力	23.3~139.6 kgf/cm ² (23.3 kgf/cm ² STEP)	93.1 kgf/cm ²
摩擦速度	1.0 m/sec	1.0 m/sec
潤滑	엔진오일 ASE 30 번 0.9 cc/min 오일온도: 40°C	엔진오일 ASE 30 번 0.9 cc/min 오일온도: 40°C 0°C
접촉응력	23.3 kgf/cm ²	23.3 kgf/cm ² ×10 min → 46.5 kgf/cm ² ×2 min → 69.8 kgf/cm ² ×2 min
處理材	S 15 C	S 15 C
浸炭窒化 處理條件 850°C×5 hr	D.P. = -5.8°C NH ₃ =0.12 vol%	D.P. = -5.8°C NH ₃ =0.12 vol%
	D.P. = -5.5°C NH ₃ =1.05 vol%	D.P. = -5.5°C NH ₃ =1.05 vol%
	D.P. = + 0.9°C NH ₃ =0.10 vol%	D.P. = + 0.9°C NH ₃ =0.10 vol%
	D.P. = + 0.9°C NH ₃ =1.00 vol%	D.P. = + 0.9°C NH ₃ =1.00 vol%

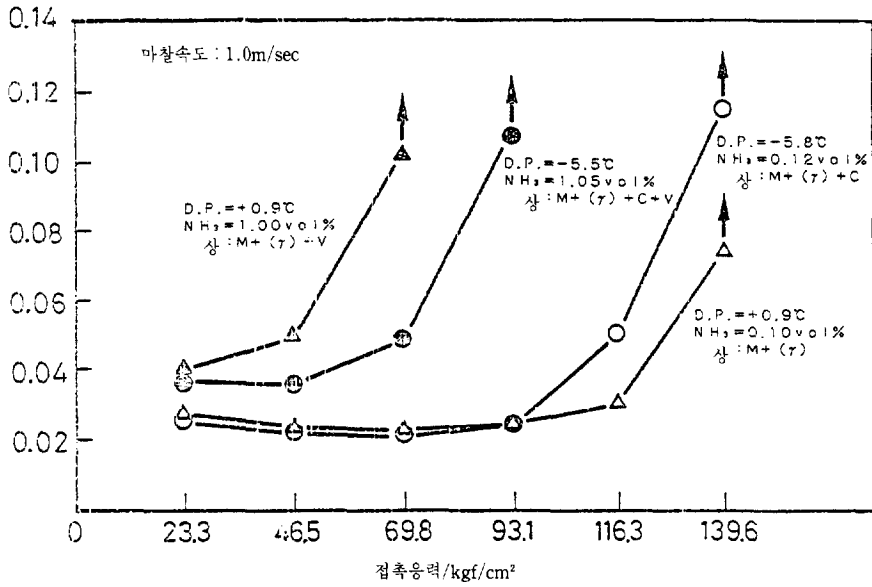


Fig. 28. S15C 침탄 질화재의 접촉응력과 마찰계수의 관계

결과를 Fig. 28에 나타내었다. 이 결과 Cementite, Void가 존재하지 않는 조직이 가장 좋으며 특히 Void는 상혼을 남기기에 쉬움을 알 수 있다. 마모시험의 결과를 Fig. 29에 나타내었다. Fig.로부터 Void는 내마모성

을 저하시킴을 알 수 있다.

10. 신침탄질화법 - Amonia점증첨가법

Fig. 14, 15에 보는 바와 같이 강중에 침입한 N량은 로내 NH₃의 농도를 높이면 증가하지만 과다하게 되면 Void가 나타나며 S15CK, 850°C의 경우 극히 단시간처리 이외에는 0.4% 이상의 N량은 바람직하지 않다. 보다 높은 N량을 얻기 위해서는 Amonia의 첨가량을 시간의 경과와 함께 증가하는 방법이 있다.

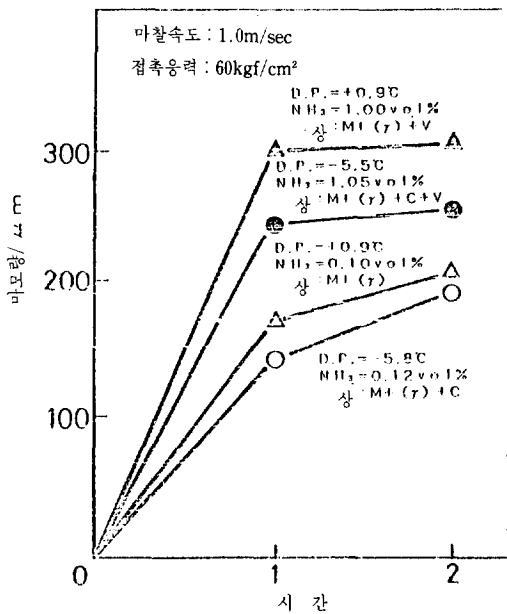


Fig. 29. S15C 침탄 질화재의 마모량의 시간변화

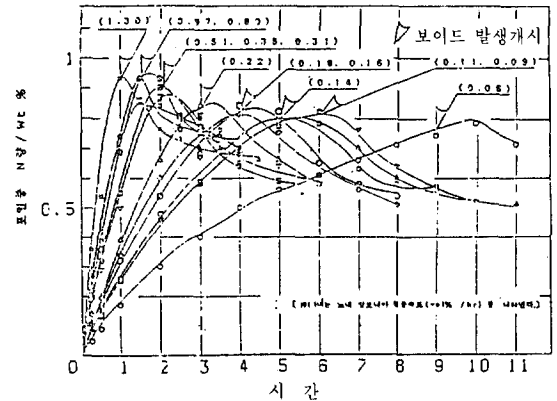


Fig. 30. S15C foil 중 질소량의 시간적 변화

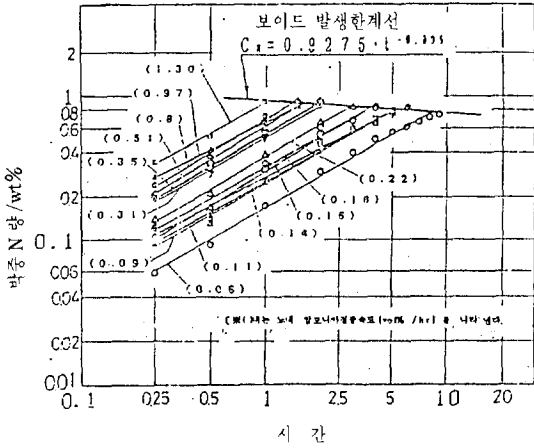


Fig. 31. S15C foil의 void발생한계선도

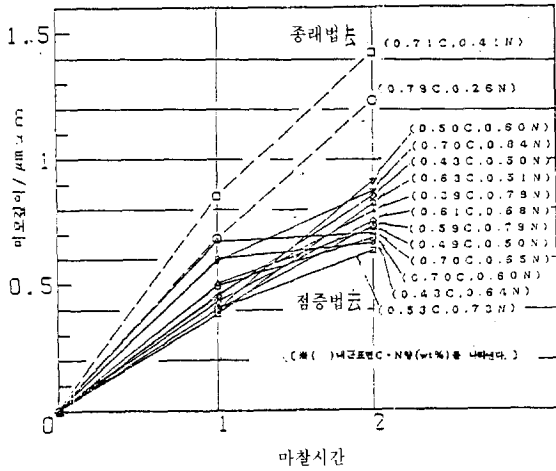


Fig. 32. 마모시험후의 마모깊이와 마모시간의 관계

Fig. 30 은 표면 C량을 0.8%로 고정하여, Amonia의 점증속도를 변화시켜서 행한 S15CK foil의 N량의 시

간의 경과에 따른 변화를 보이는 것이다. 이것을 LOG-LOG로 Plot하고 Void 발생한계선을 추가한 것이 Fig. 31 이다. 적당한 침탄깊이를 얻기위해 필요한 처리 시간을 알게되면 이 Fig.에서 소요된 Amonia 첨가 점증속도를 알게 된다.

각종 표면 C, N량의 시료에 대하여 마모특성을 얻은 결과가 Fig. 32 에 나타난다. 종래의 Amonia 일정첨가법에 비해서 마모량이 약 1/2로 향상됨을 알 수 있다. 피로강도는 거의 비슷하다.

11. 결론

Gas 침탄질화처리는 비교적 저렴한 강재를 이용하여 좋은 기계적 성질을 얻는 우수한 처리법이지만 이 방법은 실수하면 한층더 성질이 저하된다. 이상에서 서술한 Void를 충분히 이해하면 이 처리에 의해 얻어지는 Merit를 얻을 수 있다고 생각한다.

여기에서는, 특히 일반적으로 행하여지고 있는 Gas 침탄처리에 대하여 서술하였지만, 질소를 표면에 확산시켜 경화하는 처리 전반에 통용하는 사항도 포함되어 있으므로 참고하여 주시기를 바란다.

12. 참고문헌

1. B.Prensil ; Harterei-Tech, Mitt, 19(1964), Heft 1, 3535.
2. K.B. Valentine ; Metal Progress, (1953), June, 97-103.
3. L.M. Semenova, et al. ; Steel in USSR(1972), Vol.2, No. 6, 483-485.