

< 技術資料 >

A.S.T.M 前處理 시리즈 7

스테인레스鋼의 電氣鍍金 前處理

李 熙 雄 * 訳

1. 적용범위

1-1 착색, 냉간가공등 각종 작업시 윤활성 부여, 고온에서의 녹방지, 습연성의 개선 (예: 만년필에 쓰여질때) 열전도도나 전기 전도도의 개선, 부식의 방지, 보석류 장식 및 외관을 중요시한 제품의 얇은 녹의 방지등을 목적으로 스테인레스강상에 각종 금속들을 전해 석출시킬때 적용되는 것이다.

1-2 이 작업표준은 보통 금속의 전해 석출 작업에는 익숙하지만 스테인레스강에 금속을 석출시킬때 있어서는 새로운 문제에 직면하게되는 전기도금 기술자 및 표면처리의 기술자들을 돕기 위해 만들어진 것이다. 이것은 공정을 일률적으로 표준화시키려고 시도하는 것이 아니며 다만 스테인레스강에 매끈하고 밀착력이 좋은 전해석출을 시키기 위한 지침으로 제시하는것 뿐이다.

2. 스테인레스강의 성질

2-1 스테인레스강에 도금할 경우가 다른 금속에 도금할 경우보다 최종 처리에 대한 효과가 뚜렷이 나타나므로 표면 처리기사들은 전기도금을 시행하기전에 스테인레스강의 가공공정이나 품종 그리고 기계 연마(mill finish)에 대해서도 잘 알고 있어야 한다. (부속서 A1 참조)

2-2 스테인레스강은 부식원소에 대해 폭넓게 저항하는 특이한 현상을 가지고 있다. 이것은 얇고

투명한 산화피막이 표면에 있기 때문이다. 이 막은 벗겨지거나 침투되더라도 다시 형성되므로 많은 부식성물질에 대하여 금속을 보호하는 역할을 한다. 따라서 이 막 위에 전해 석출물을 밀착시킨다는 것은 불가능하다. 그러나 일단 이막이 제거되고 (즉 표면이 활성화되고) 표면이 전해 석출물로 덮일때까지 피막의 재형성을 막기만 한다면 어떤 종류의 금속도 스테인레스강 위에 전해 석출시킬 수 있다. 스케일을 제거시키기 위한 여러가지 방법은 부속서 A2에 나타나 있다.

2-3 지침에 따라 도금된 제품을 실제로 이용하기 전에 스테인레스강의 본래의 내식성이 전해 석출물의 생성으로 인하여 손상되었는지의 여부를 가리기 위해 실제 사용될때와 같은 노출 조건하에서 실험하여 보아야 한다.

<주1> 보석공장에서는 금이나 크롬을 얇게 석출시키기 전에 니켈을 얇게 입하면 스테인레스강의 내식성이 심하게 감소된다는 것이 발견되었으나, 은도금의 경우 니켈을 얇게 입히는 것은 만족할만한 내식성을 주는 것으로 보고되어 있다.

3. 세정의 기본

3-1 스테인레스강을 도금하기 위해서는 다음과 같은 기본적인 3단계가 필요하다.

3-1-1 스케일의 제거, 부속서 A2에 있는 방법들 중의 한가지를 사용한다. (주2)

3-1-2 기름이나 그리스 혹은 탈지과정에서 생긴 다른 오염물의 제거

* 弘益工大 金屬科 專任

3-1-3 도금하기 직전의 활성화

3-2 예비세정-스테인레스강에서 생긴 가공 윤활제와 연마재의 제거는 가공이나 표면처리 직후에 하는 것이 좋다. (주 3)

3-3 전해탈지-보통 양극탈지법을 사용한다. (주 4)

3-4 금속윤활제-스테인레스강선을 냉간가공, 신선, 스프링제작 (spring forming) 혹은 오염에 의해서 생긴 구리, 아연, 혹은 카드뮴같은 금속윤활제는 49~60 C의 질산용액 (20%)에 침지시켜서 제거한다.

<주 2> 기름이나 그리스 혹은 다른 가공 윤활제는 열처리전에 탈지하여 제거한다.

<주 3> 노출압력이 205~415 kPa (2.1 ~ 4.2 kg/cm²) 이고 알칼리나 에멀존형 탈지제를 사용하는 분사탈지를 보통 많이 사용하는데 특히 심한 인발이나 버핑 혹은 기타연마의 연마재를 사용할때 이방법을 사용한다. 침지탈지나 증기탈지를 시행해도 된다. 이러한 연마재의 비군한 예로 인발이나 타출 (stamping) 윤활제는 불포화유를 포함하고 있는데 만일 이것들이 표면에 남아있게되면 공기와 작용하여 밀착력이 강한 피막을 형성하여 제거하기가 매우 어려워진다.

<주 4> 광택을 중요시할때에는 염기도나 전류 밀도 및 온도는 가능한한 낮아야 한다. 이것은 탈지가 보조 납양극을 가지고 있는 걸이에서 실시될 때 혹은 크롬이 많은 합금 (442 나 446 형) 을 탈지할때 기본적으로 필요한 사항이다.

4 . 탈지용액

4-1 탄소강의 탈지에 보통 사용되는 용액, 전극, 가열 coil 및 수세조가 스테인레스강의 경우에도 그대로 사용된다.

5 . 걸 이

5-1 크롬도금시에 사용되는 걸이의 일반적 원

리를 그대로 사용한다. 그러나 스테인레스강의 전기저항이 높기 때문에 걸이의 구성은 더 정확하여야 한다.

<주 5> 특히 시계줄이나 체인, 보석등의 가는 코일로된 선에서는 스테인레스강의 전기저항이 높으므로 접촉수가 많도록 해야 한다. 예를들어 직경이 1.14 mm의 선으로 걸이가 114 mm인 시계줄을 만든다면 적어도 접촉부가 3곳이 필요하다.

6 . 활성화

6-1 탈지작업을 한 뒤 도금을 하기 전에 부품을 완전히 활성화 하여야 한다. 즉 얇은 산화물의 투명피막이 도금물의 표면에서 제거되어야 한다.

(주 6) 이 피막은 부품이 건조되거나 산소를 포함한 용액에 노출되면 다시 형성된다. 따라서 활성화와 도금처리가 동시에 이루어지는 것이 좋으나 그렇지 않으면 활성화 용액에서 부품을 옮겨서 도금을 하는 과정의 시간 차이를 가능한한 최소가 되도록 하여야 한다.

<주 6> 전기도금이 공업용으로 이용될때에는 에칭작업을 장식 크롬도금 할 때 행하는 것보다 더 엄밀하게 시행하여야 한다.

6-2 활성화처리에는 위에 기술하는 방법이 사용된다. 처리방법은 재료의 성질이나 앞뒤의 처리에 따라서 선택한다. (6 항, 7 항참조)

다음에 기술하는 용액의 조성에서 있어서 농도는 용량을 기본으로 하여 나타내었다.

액체 : 용량 백분율 혹은 용량/단위용량

고체 : 중량/단위용량

6-3 이처리에서는 공업용 산과 염을 사용하며 그 형태는 다음과 같다.

황 산 : 93 % H₂SO₄, 비중 1.83 66°보오메

염 산 : 31 % HCl, 비중 1.16 20°보오메

염화니켈 : NiCl₂ · 6H₂O

황산구리 : CuSO₄ · 5H₂O

6-4 음극처리

6-4-1 황 산 5~50%

온 도 상 온

시 간 1~5분
 전류밀도 0.54 A/dm²
 6-4-2 염 산 5~50 %
 온 도 상 온
 시 간 1~5분
 전류밀도 2.15 A/dm²
 미국 특허 № 2,133,996 참조
 6-4-3 염산중에 침지 10~30 %
 온 도 상 온
 이 처리후에 음극처리를 아래 용액내에서 실시한다.

황 산 5~50 %
 온 도 상 온
 전류밀도 0.54~2.69 A/dm²

6-5 침지처리

6-5-1 온도 65~82°C, 20~50 % 황산 용액 (저농도일때 고온사용) 중에 재료를 침지하면 1분 이내에 가스가 발생된다. 만일 재료를 침지후 1분 이내에 가스가 발생되지 않을때에는 재료를 탄소강 봉으로 전드려 준다. 이방법은 모든 종류의 스테인레스강선에 다 적용할 수 있다. 이 활성화처리에서는 겹고 밀착력이 강한 스머트가 생기는데 이 스머트는 도금조에서 제거된다. 음극전류는 적어도 0.54 A/dm² 이 되어야 활성화 작용을 가속시킬수 있다. 이 용액에서는 양극으로 납을 사용하는 것이 적합하다.

6-5-2 아래 용액에 침지한다.

염 산 0.1 %
 황 산 1.0 %
 온 도 상 온
 시 간 26 초

<주 7> 이 방법은 콘베이어 방식으로 스테인레스강재 자동차 부품에 크롬도금을 하는데 흔히 이용된다. 이 방법은 구리나 니켈도금 전처리로는 적합하지 않다.

6-6 활성화-도금 동시 처리

6-6-1 a염화니켈 240 g/l
 염 산 86.5 cc/l
 철 7.5 g/l미만
 온 도 상 온

전 극 니 켈
 a 미국 특허 № 2,285,548-9 참조
 6-6-1-1 양극처리
 전류밀도 2.15 A/dm²
 시 간 2분
 6-6-1-2 양극처리 후의 음극처리
 전류밀도 2.15 A/dm²
 시 간 6분

6-6-2 a염화니켈 240 g/l
 b염 산 126 cc/l
 전 극 니 켈
 온 도 상 온
 전류밀도 (음극) 5.4~21.5 A/dm²
 시 간 2~4분

a. 미국 특허 № 2,437,409 참조

b. 온도가 32°C이상되면 욕온도를 낮추거나 염산농도를 감소시켜주는 것이 좋다.

6-6-3 염화니켈 30~300 g/l
 염 산 16~158 cc/l
 전 극 니 켈
 온 도 상 온
 전류밀도 0.54~10.75 A/dm²
 시 간 0.5~5분

6-6-4 염 산 희석되지 않은 공업용 (6-2 참조)

황산구리 0.375 g/l
 전 극 니 켈
 온 도 상 온
 전류밀도 4.3~6.45 A/dm²
 기 간 1~5분

6-7 높은 밀착력을 얻기 위해서는 처리방법을 한종류 이상으로 조합하여 사용한다. 예를들어 자동차 공장에서 302 스테인레스강에 니켈도금을 하기위해 다음과 같은 방법을 적용한다.

황 산 65% (52° 보오메)
 음극전압 10 Volt

전 극 납
 온 도 상 온
 시 간 2분

의 조성으로 처리한뒤
 염화니켈 240 g/l

염 산 12 %
 전 극 니 켈
 온 도 상 온
 시 간 2 분

음극전류밀도 16.2 A/dm²

의 용액에서 연속처리한 후에 수세과정을 거치지 않고 PH 1.5 ~ 2.0 으로 왓쓰 (혹은 고염화물) 니 켈욕으로 옮긴다.

7. 수 세

7-1 부품은 활성화처리 후에 가능한 한 빨리 냉수로 수세한 뒤에 도금액으로 옮겨야 한다. 그렇지 않으면 표면이 부동태로 되어 전기도금 피막이 표면에 밀착되지 않는다.

7-1-1 세척수로는 약산 (대략 PH 2.5 ~ 3.5) 을 사용한다. 활성화 처리에서 넘어나온 산 은 대부분의 경우 이 PH 를 유지한다.

7-1-2 콘베이어 방식의 작업에서는 활성화 처리시에 사용된 염화물이나 황산화물이 도금액 을 오염시키기도 하는데 활성화처리 뒤에 분무수세 를 하여 이러한 오염을 방지하여야 한다.

7-1-3 활성화 -도금 동시처리방법을 사용 하고 뒤이어 니켈도금을 하는 경우에는 이러한 중 간수세는 그다지 의미가 없고 운송시간의 질이 역 시 그다지 중요하지 않다.

8. 도 금

8-1 상용금속(카드뮴, 구리, 황동, 크롬, 금, 니켈, 은)은 스테인레스강의 표면이 활성화되기 만 하면 그위에 직접 전기도금할 수가 있다.

<주 8> 니켈의 경우에는 표준 니켈도금 용액에 서 용액이 PH 2~4 의 범위에 있다면 규정된 전류 밀도로 직접 스테인레스강에 전기도금할 수가 있다. 보통 PH 가 2 인용액이 자주 이용된다.

<주 9> CrO₃ 가 397 g/l 포함된 크롬도금액 을 장식용 크롬도금에 사용할 때 16.2 A/dm² 의 전류밀도로 49 C에서 도금을 행하면 피복력도 좋 아지고 광택범위도 더 넓어진다.

<주 10> 활성화 -도금 동시처리를 행하고 광택 니 켈도금을 자주 시행하는데 이는 색상을 더 좋게 하 고 크롬도금후 버프연마를 생략하기 위해서 행하는

것이다.

8-2 실제로 도금할때 부품을 도금액에 침지시 전류를 통전하여야 한다.

9. 박 리

9-1 박리액으로는 흔히 질산을 사용한다.

9-2 장식 크롬도금을 50 %염산 용액에서 45 ~ 49 C로 1분동안 박리처리를 한다. (주 11)

박리가 지나치면 부식이 생긴다.

<주 11> 장식 크롬도금은 알칼리탈지 용액중 에 서 양극처리에 의해 박리를 할 수도 있다.

9-3 카드뮴은 전류를 통하지 않고 120 g/l 의 질산암모늄 용액중에 침지하기만 하여도 박리가 잘된다.

10. 도금 후처리

10-1 다른 기본금속에서와 마찬가지로 스테 인레스강에서도 응력제거, 버핑, 착색, 성형, 인발 등의 도금 후처리를 스테인레스강의 본질적인 특성 을 고려하여 적용하게 된다. 스테인레스강을 공급 하는 사람들로 부터 이러한 성질에 대하여 알아 두 어야 한다.

11. 검사방법

11-1 보통 기본금속상의 전기도금 피막의 두 계, 경도, 밀착력등의 검사방법을 스테인레스강에 있어서도 그대로 적용한다.

<주 12> 이것의 한 예외로서 스테인레스강상의 크롬 두께를 측정하는데 염산적하방법을 사용한다. 그러나 이방법에서는 크롬도금층이 완전히 관통된 후에도 가스발생이 계속되므로 방법의 정확성에 대 하여는 의문점이 있다.

부 속 서

A 1 스테인레스강의 품종

A1-1 스테인레스강에는 많은 표준품종과 더 많은 특수 품종이 있다. 각 품종에는 특수한 용도

가 있고 표면처리 방법이 각각 다르다.

A1-1-1 스테인레스강은 보통 다음과 같이 분류된다.

A1-1-1-1 마르텐사이트계 또는 경화성 자성 크롬계

이 품종에 속하는 합금으로는 **AISI** 분류로 403, 405, 406, 410, 414, 416, 420, 431, 440A, 440B, 440C가 있다.

A1-1-1-2 페라이트계 혹은 비경화성 자성 크롬계

이 형태의 합금으로는 **AISI** 분류로 430, 430F 와 446이 있다.

A1-1-1-3 오오스테나이트계 혹은 비경화성 비자성크롬-니켈 합금계

이 형태의 일반적인 합금으로는 **AISI** 분류로 201, 202, 301, 302, 303, 304, 305, 308, 310, 316, 317, 321, 347이 있다.

A 2 기계연마 (mill finish)

A2-1 스테인레스강의 경우에는 그 표면처리 방법이 다양하다.

A2-1-1 봉재나 선재

봉재나 선재에 적용되는 표면처리는

A2-1-1-1 열간압연 (스케일 발생)

A2-1-1-2 열간압연과 산세 (스케일 제거)

A2-1-1-3 거친 선삭 (旋削 rough turned) (환봉에만 사용)

A2-1-1-4 냉간인발

A2-1-1-5 센터리스연삭 (centerless grinding) (환재에만 사용)

A2-1-1-6 연마 (polishing) 둥근것에만 사용

A2-1-2 판재 -

판재에 적용되는 표면처리는 다음과 같다.

연마	설 명
No 1	열간압연, 어니윙 (annealing), 산세 (white-pickled finish)
No 2B	광택 냉간압연처리
No 2D	무광택 냉간압연처리
No 4	표준연마 (미세한 연마 선을 가진 광택 처리)

No 6	표준연마 (polish), 탬피코처리 (tam-pico finish), 연한 광택, 서리면처리 (satin finish)
No 7	고광택연마 (경면, 광택처리)

A 3 전기도금 조건

A3-1 일반적인 열처리를 받은 보통 품종의 모든 스테인레스강은 스케일이 없이 표면처리가 되고 적절히 활성화 되었을때 모든 경도 범위와 전술한 형태대로 상용금속을 전기도금으로 피복할 수가 있다.

주 A 1 도금될 스테인레스강의 표면의 평활도는 표면처리된 후에도 제품에 그대로 나타난다. 스테인레스강상의 연삭자국, 부분적인 광택면 (glazing) 및 열처리에 의하여 생긴 흠들을 완전히 제거하여야 한다.

주 A 2 고탄소계 (**AISI** 분류 420, 440A, 440B, 440C) 에서는 도금도중 수소취성이 일어날 수도 있다. 이러한 경우에는 도금후에 1~3 시간동안 150~260 C에서 도금된 제품을 가열해주면 회복할 수 있다.

A 4 가공효과

A4-1 스테인레스강 합금은 성형이나 열처리 작업에서 부적합한 가공을 받기 쉽다. 따라서 스테인레스강상에 밀착력이 좋은 도금을 하고자 할때 고장이 일어나는데 대한 원인 조사는 가공과정에서부터 시작해야 된다. 이러한 조사를 위한 기술적인 조언을 스테인레스강의 공급자로부터 제공 받는다.

그들의 조언이 스테인레스강상에 도금을 하는데 있어서 계획을 세우는데 많은 도움이 된다.

A 5 스케일 제거 방법

A5-1 가공이나 단조후 혹은 도중에 열처리 함으로써 생기는 스테인레스강상의 스케일은 전기도금층의 만족할만한 밀착력을 얻기 위해서는 완전히 제거 되어야 한다. 스테인레스강상에 생긴 스케일은 보통 밀착력이 크고 탄소강에 생긴 스케일 보다 제거하기가 곤란하다. 제거 방법으로는 샌드 블라스팅이나 텀브링같은 기계적방법과 산용액에 침지시키는 산세, 혹은 용융염침지와 같은 화학적 방법이 있다.

A5-1-1 블라스팅 (blasting) — 이 방법으로는 재료의 강한 스케일을 제거시키고 산세 처리에서 더 용이하게 반응하도록 만든다.

마르텐사이트 (martensite) 나 페라이트 (ferrite) 계에서는 어니일링 (annealing) 온도가 높고 어니일링 (annealing) 주기가 길기 때문에 그 위에 생기는 스케일은 흔히 샌드블라스팅법에 의해서만 제거 가능하다. 판재, 강대 또는 튜브로 된 제품에는 블라스팅을 잘 시행하지 않는다. 블라스팅에 의해 외관상 모든 스케일이 제거 되었다 하더라도 도금하기 전에는 부품을 산세해 주는 것이 좋다.

A5-1-1-1 공기분사 또는 회전익 (날개)에 의해 쏘아떨어지는 철분이 없는 모래나 스테인레스강 쇼트 또는 산화알루미늄 입자 (grit) 를 사용한다. 보통 철강의 쇼트나 터어키금강사 (turkish emery), 코런덤 (corundum) 또는 철분이 포함된 연마제 등은 사용하지 않는 것이 좋다. 그것은 가공되는 표면에 녹이 생기기 쉬운 철분을 끼워넣을 염려가 많기 때문이다. 파편이나 각이진 입자 또는 다른 미세립들은 블라스팅 연마 매체로 사용해서는 안된다. 작업은 매우 조심스럽게 조절해야 하며 재료의 표면이 거칠어지는 것을 방지하기 위하여 블라스팅시 재료에 닿는 힘이 고루 분포되도록 하여야 한다.

A5-1-2 쇼트 피이닝 (shot peening) 또는 마찰륜 (wheel abrading) 이것은 냉간 가공의 과정으로 스케일 제거에 이용되기도 한다.

A5-1-3 텀브링 (tumbling)

이것은 완전한 스케일제거 방법으로 완전한 형태로 타출, 기계가공 및 인발된 재료에 적용한다.

A5-1-4 습식 텀브링 (wet tumbling)

광택 버프 처리에 맞먹는 최종표면 처리로 행할 때에는 연마제나 회전속도, 시간 등을 적절히 선택하여 실시해야만 한다. 활성화 하기전에 재료를 24 시간 이상 습기찬 대기중에 방치하게 될 때에는 텀브링 매체를 완전히 제거하여야 한다.

20 ~ 40 용량%의 질산 용액 (40° 보오메) 에서 49 ~ 60°C로 처리한 뒤에 냉수로 수세하면 텀브링 매체가 효과적으로 제거된다.

A5-1-5 와이어 브러싱 (wire brushing) 과 연삭 (grinding)

이 조작은 일정한 조건의 스케일의 제거에 사용된다. 스테인레스강 와이어 브러시 만을 사용하여 스테인레스강에 있는 스케일을 제거한다.

탄소강으로 만들어진 브러시를 사용하면 철입자가 스테인레스강내로 침투되어 조만간에 녹이 생기게 된다. 와이어 브러싱 후에 산세를 하더라도 침투된 입자를 제거하는 데는 그다지 효과가 없다. 스테인레스강 와이어 브러시는 흔하지는 않지만 구할수는 있다. 대개 철분이 없는 시판 연삭재를 사용하는 것이 스테인레스강 와이어 브러시를 사용하는 것보다 더 경제적이다.

A5-1-6 산세 — 이 처리는 다른 방법으로 예 비적인 스케일 처리를 한 뒤에 실시한다.

A5-1-6-1 단조나 열처리 용접이나 다른 고온 가공시에 스테인레스강에 생기는 스케일은 스테인레스강의 종류나 열처리 조건에 따라서 그 형태가 달라진다. 산세 하기 전에 상당한 양의 블라스팅이나 쇼트 피이닝을 하는것은 밀착력이 별로 없는 스케일을 제거시키고 피막 층에 균열이 생기도록 하여 산세욕에서 더 균일하게 피막이 제거되도록 하기 때문에 경제적으로 유리하고 시간도 적게 든다.

A5-1-6-2 마르텐사이트 (martensite)계나 페라이트 (ferrite) 계에서는 산세를 하는 것이 더 어렵다. 이러한 합금을 완전 어니일링 (full annealing) 한것은 매우 밀착된 스케일이 생겨나기 때문에 흔히 블라스팅을 하여 스케일을 떨어 뜨린다.

샌드 블라스팅을 한 뒤에는 떨어낼때 생긴 스케일분이나 표면에 침투된 철의 미립자를 제거하기 위하여 산세를 해야만 한다.

A5-1-6-3 고탄소계 (420, 440A, 440 B, 440C 형) 합금의 경우에는 완전히 경화된 조건하에서는 산세를 하여서는 안된다. 경화를 시킨것은 산세 하기전에 150 ~ 370°C에서 1 ~ 2 시간동안 응력을 제거해줌으로써 산세시 생기는 균열을 방지할 수 있다. 이 계의 합금의 경우에는 산세를 하는 도중에도 심한 에칭을 방지하기 위하여 주의 깊은 관찰이 필요하다. 철분이 없는 연마제를 이용한 연마법이나 샌드 블라스팅 등이 에칭시키지 않고 스케일을 제거하는 좋은 방법이다.

A5-1-6-4 표준산세 작업은 두단계로 이루어 진다. 황산 혹은 염산을 사용하여 스케일을

연화시키고 부분적인 제거를 한 후 질산 불화수소 산 용액에서 최종 제거를 하는 방법이 그하나이다. 후술하는 용액조성은 공업용 산을 용량 비율로 나타낸 것이다.

- 황 산 : 93 중량% H_2SO_4 ; 비중 1.83 66° 보오메
 염 산 : 21 중량% HCl ; 비중 1.16 20° 보오메
 질 산 : 63 중량% HNO_3 ; 비중 1.38 40° 보오메
 불화수소산 : 52 중량% HF ; 비중 1.20 24° 보오메
- (1) 첫번째 단계에서는 8 ~ 11%인 황산용액중에 65 ~ 70°C에서 10 ~ 45분 처리하거나 10 ~ 15%인 염산용액중에 49 ~ 60°C의 온도로 30 ~ 90분 처리한다. 적당한 산식억제제 (inhibitor) 를 사용하여야 하며 부품은 다음 단계로 넘어가기 전에 철저히 수세하여야 한다.
- (2) 두번째 단계에서는 6 ~ 10%인 질산에 불화수소산이 1.5% 포함된 용액중에 상온에서 10 ~ 30분 혹은 스머트가 제거될 때까지 침지한다.

가공이 자유로운 18Cr ~ 8Ni 종 303형을 제외한 나머지의 오오스테나이트 (austenite)계에서는 불화수소산 1.5%를 포함한 질산 10%의 용액을 이용하여 60 ~ 70°C에서 스머트가 제거될 때까지 침지시키면 좀더 시간이 단축될 수도 있다. 이후자의 방법은 마르텐사이트 (martensite) 나 페라이트 (ferrite) 계 혹은 AISI 303형 오오스테나이트 (austenite) 계 스테인레스강의 경우에는 사용해서는 안된다.

A5-1-7 용용염처리 — 여러가지 용용염처리

가 스케일 제거에 이용된다.

A5-1-7-1 용용수소화나트륨용 처리 및 산 처리 (미국특허 23,77,876) 가 스케일 제거에 공업적으로 널리 이용된다. 이 작업에서는 스케일을 환원시키기 위해 용용가성소오다속중에 1.5 ~ 2%의 수소화나트륨을 함유한 속중에 재료를 침지시킨다. 재료가 400°C의 작업온도에 도달한 후 수초에서 약 15분경까지의 사이에 재료에서 스케일이 환원된다. 그다음에 재료를 꺼내어 수냉시킨후 황산용액 (10%) 에 침지시킨 다음 질산용액 (6 ~ 8%) 이나 질산 10% + 불화수소산 2%인 용액에 광택침지 시킨다. 이방법은 원래 큰 규모의 연속작업의 경우에 사용되지만 작은 회분식 (batch type) 의 작업과 같이 단속적인 작업에도 실용적으로 사용된다.

A5-1-7-2 스케일 처리에 효과적으로 사용되는 또 다른 용용염 속에는 가성소오다와 산화성 염을 사용하는 특허 (미국특허 2,395,694) 가 있다.

A5-1-7-3 용용염용 전해법도 사용된다.

A5-1-7-4 용용된 가성소오다는 어떤 경우에든지 스테인레스강을 상하게 하지 않기 때문에 스테인레스강의 스케일제거에는 용용염법을 사용하는 것이 아주 좋다.

역자주 : 참고표는 본문에 제시된 강종류의 성분표를 역자가 참고용으로 작성한 것이다.

스테인레스강의 종류 및 성분

참고표

AISI type	성분 (%)						비고
	C 이하	Mn 이하	Si 이하	Cr	Ni	기타	
201	0.15	7.50	1.00	16.00 ~ 18.00	3.50 ~ 5.50	0.25	오오스테나이트
202	0.15	10.00	1.00	17.00 ~ 19.00	4.00 ~ 6.00	0.25	"
301	0.15	2.00	1.00	16.00 ~ 18.00	6.00 ~ 8.00		"
302	0.15	2.00	1.00	17.00 ~ 19.00	8.00 ~ 10.00		"
303	0.15	2.00	1.00	17.00 ~ 19.00	8.00 ~ 10.00	0.15	"

AISI type	성 분 (%)						비 고
	C 이하	Mn 이하	Si 이하	Cr	Ni	기 타	
304	0.08	2.00	1.00	18.00 ~ 20.00	8.00 ~ 12.00		"
305	0.12	2.00	1.00	17.00 ~ 19.00	10.00 ~ 13.00		"
308	0.08	2.00	1.00	19.00 ~ 21.00	10.00 ~ 12.00		"
310	0.25	2.00	1.50	24.00 ~ 26.00	19.00 ~ 22.00		"
316	0.08	2.00	1.00	16.00 ~ 18.00	10.00 ~ 14.00	2.00 ~ 3.00	"
317	0.08	2.00	1.00	18.00 ~ 20.00	11.00 ~ 15.00	3.00 ~ 4.00	"
321	0.08	2.00	1.00	17.00 ~ 19.00	9.00 ~ 12.00	5 × C	"
347	0.08	2.00	1.00	17.00 ~ 19.00	9.00 ~ 13.00	10 × C	"
403	0.15	1.00	0.50	11.50 ~ 13.00			마르텐사이트
405	0.08	1.00	1.00	11.50 ~ 14.50		0.10 ~ 0.30	페라이트
406							
410	0.15	1.00	1.00	11.50 ~ 13.50			마르텐사이트
414	0.15	1.00	1.00	11.50 ~ 13.50	1.25 ~ 2.50		"
416	0.15	1.25	1.00	12.00 ~ 14.00		0.15	"
420	0.15	1.00	1.00	12.00 ~ 14.00			"
430	0.12	1.00	1.00	14.00 ~ 18.00			페라이트
430F	0.12	1.25	1.00	14.00 ~ 18.00		0.15	"
431	0.20	1.00	1.00	15.00 ~ 17.00	1.25 ~ 2.50		마르텐사이트
440A	0.60 ~ 0.75	1.00	1.00	16.00 ~ 18.00		0.75	"
440B	0.75 ~ 0.95	1.00	1.00	16.00 ~ 18.00		0.75	"
440C	0.95 ~ 1.20	1.00	1.00	16.00 ~ 18.00		0.75	"
442	0.06	0.50	0.50	21.00			
446	0.20	1.50	1.00	23.00 ~ 27.00		0.25	페라이트