

# 유형 316 표준 스테인리스강 코일 스프링 핀

유형 302/304와 유형 316의 비교 및 일반적인 용도

저자: Christopher G. Jeznach, 제품 엔지니어  
SPIROL International Corporation, U.S.A.

코일 스프링 핀은 범용성이 뛰어나 핀 고정 애플리케이션의 특수한 엔지니어링 및 경제적 목표를 달성하기에 유용한 조임쇠입니다. 용도에 따라 다양한 종류의 크기, 하중, 표면처리 및 자재로 사용할 수 있습니다. 내식성이 뛰어난 코일 스프링 핀을 제조하려면 다양한 자재 중에서 스테인리스강을 사용해야 합니다. 코일 스프링 핀은 대부분 유형 302/304 및 420 스테인리스강으로 제조하지만 유형 316 스테인리스강도 사용할 수 있고, 기본적으로 뛰어난 내식성이 요구되는 분야에서 선택됩니다. 이 백서에서는 유형 316과 유형 302/304를 자세히 비교해 보고, 유형별로 적합한 여러 애플리케이션과 환경에 대해 설명합니다.

### 화학적 조성

유형 302와 유형 304는 기술적으로 서로 다른 스테인리스강이지만 화학적 조성 및 특성에 공통 부분이 많습니다. 그렇기 때문에 철강 공장에서 유형 302 사양과 유형 304 사양을 모두 충족하도록 자재를 용융할 수 있습니다. 따라서 제조업체에서 오스테나이트 스프링 핀을 유형 302/304라고 하며, 이 명명 규약이 백서 전반에 적용됩니다.

코일 스프링 핀에 사용된 오스테나이트 스테인리스강의 유형별 화학적 조성을 비교한 자료가 표 1에 정리되어 있습니다. 오스테나이트란 금속의 구조를 가리키고, 완전히 소둔된 상태에서 열처리 불가능한 비자성체이며 가공 경화가 가능한 물질로 스테인리스강을 분류합니다.

유형 316을 구체적으로 살펴보기 전에 유형 302와 유형 304를 합금하는 방법과 원하는 내식성을 달성하기 위해 서로 감안해야 할 점에 대해 간단히 설명하는 것이 유용할 것입니다.



표 1. SPIROL 코일 스프링 핀에 사용되는 오스테나이트 스테인리스강 등급의 화학적 조성(%)

	유형 302	유형 304	유형 316
화학적 조성(%)			
C	0.15	0.08	0.08
Mo(몰리브덴)	--	--	2 - 3
Cr(크롬)	17 - 19	18 - 20	16 - 18
Ni(니켈)	8 - 10	8 - 10.5	10 - 14

\*하나씩 나온 값은 최대값입니다

표 1에 나온 각 300 계열 스테인리스강에는 유형 420 스테인리스강보다 많은 니켈을 함유하여 크롬 함량을 높였습니다.(유형 420 스테인리스강은 니켈 0.5%, 크롬 12-14% 함유) 따라서 300 계열 스테인리스강은 피팅 및 응력 부식 균열로 알려진 부식에 내성이 뛰어납니다. 또한, 300 계열 스테인리스강은 몇몇 다른 종류의 스테인리스강보다 함량이 적습니다. 따라서 입계에서 탄화물을 형성하여 입계 부식(감작라고도 함)으로 악화되는 현상을 줄임으로써 내식성을 높이는 데 도움이 됩니다.

유형 316과 유형 302/304 사이 주된 조성 차이는 유형 316은 2~3% 몰리브덴 함유 처리로 부동태 피막 내구성을 향상시켜서 피팅 부식에 대한 내성을 개선했다는 점입니다. 전형적인 산화물인 부동태 피막은 금속 표면에서 부식 내성을 높여주는 "보이지 않은" 투명층입니다. 몰리브덴 첨가로 결정 격자 구조의 변형도 증가하여 분자들을 가까이 응집시켜 철 원자가 용출되어 표면에 도달하는 데 필요한 에너지가 증가됩니다. 몰리브덴과 크롬이 미세 구조에 미치는 영향은 비슷하고, 따라서 유형 316에는 유형 302/304만큼 많은 크롬이 필요하지 않습니다. 몰리브덴을 함유하는 스테인리스강을 보존하려면 니켈 함량을 높여야 합니다. 표 1에서 보듯이, 유형 316, 유형 304 및 유형 302의 니켈 함량은 각각 10-14%, 8-10.5% 및 8-10% 범위입니다.



## 내식성

300 계열 오스테나이트 스테인리스강은 수많은 애플리케이션에 적합한 물리적 특성과 강도 특성을 자랑하며, 그 중에서 화학적으로 및 대기 중 수많은 부식성 환경에 탁월한 내성을 300 계열이 널리 채용되는 가장 중요하고 주된 요인으로 꼽습니다. 300 계열 스테인리스강은 모두 내식성이 높은 것으로 간주되지만 그 중에서도 유형 316의 내식성이 특히 뛰어난 것으로 알려져 있습니다. 유형 302/304의 내식성은 대부분의 애플리케이션 요구 사항을 충족하지만 해수 및 석유화학 공정 환경 등과 같이 열악한 환경에서는 부식하는 경향이 있습니다. 그렇지만 유형 316은 부식하지 않습니다. 부식에는 여러 가지 종류가 있으므로 다양한 부식과 유형 316이 제공할 수 있는 장점을 종류별로 파악해야 합니다.

## 전식

종류가 다른 두 가지 금속이 접촉한 상태에서 두 금속이 전기적, 화학적으로 서로 반응하는 환경에 침지되어 있을 때 두 금속 사이에서 전식이 발생합니다. 한 자재가 나머지 자재에 노출되었을 때 부식을 방지하도록 이온화 계열(표 2 참조)을 고려해야 합니다. 예를 들어, 염수 속에서 두 종류 합금이 접촉할 때 이온화 계열에서 낮은 합금 쪽에서 부식이 발생합니다. 두 금속이 이온화 계열에서 멀리 떨어질수록 전해액 속에서 부식성이 강해집니다.

표 2. 이온화 계열<sup>1</sup>

 <p>점차 불활성(음극)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>백금</li> <li>금</li> <li>흑연</li> <li>티타늄</li> <li>[ 316 스테인리스강(부동태)</li> <li>[ 304 스테인리스강(부동태)</li> <li>[ 인코넬(80Ni-13Cr-7Fe) (부동태)</li> <li>[ 니켈(부동태)</li> <li>[ 모넬(70Ni-30Cu)</li> <li>[ 구리-니켈 합금</li> <li>[ 청동(Cu-Sn 합금)</li> <li>[ 구리</li> <li>[ 황동(Cu-Zn 합금)</li> </ul>
 <p>점차 활성(양극)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>[ 인코넬(동태)</li> <li>[ 니켈(동태)</li> <li>[ 주석</li> <li>[ 납</li> <li>[ 316 스테인리스강(동태)</li> <li>[ 304 스테인리스강(동태)</li> <li>[ 주철</li> <li>[ 철과 강철</li> <li>[ 알루미늄 합금</li> <li>[ 카드뮴</li> <li>[ 공업용 순수 알루미늄</li> <li>[ 아연</li> <li>[ 마그네슘 및 마그네슘 합금</li> </ul>

## 피팅 부식

피팅 부식은 자재에 작은 점들을 만드는 매우 국소적인 형태의 부식이며, 작은 점들이 결국 흠에 발전됩니다. 모든 형태의 균열이나 작은 스크래치가 피팅 부식을 유발하고 실패로 이어질 수 있습니다(그림 1 참조). 해수에 잠긴 유형 320/304에서 피팅이 발생하기 쉬우며 이러한 이유로 종종 유형 316을 사용합니다. 몰리브덴을 첨가하면 피팅 부식에 대한 내식성이 크게 개선됩니다.

일반적으로 해수와 같이 염화물이 풍부한 환경에서는 유형 316이 유형 302/304보다 우수한 장점이 많은 것으로 알려져 있고 이러한 이유로 유형 316을 해양 등급 스테인리스강이라고도 합니다. 유형 316이 향상된 내식성을 제공할 수 있는 다양한 부식성 환경이 표 3에 정리되어 있습니다.

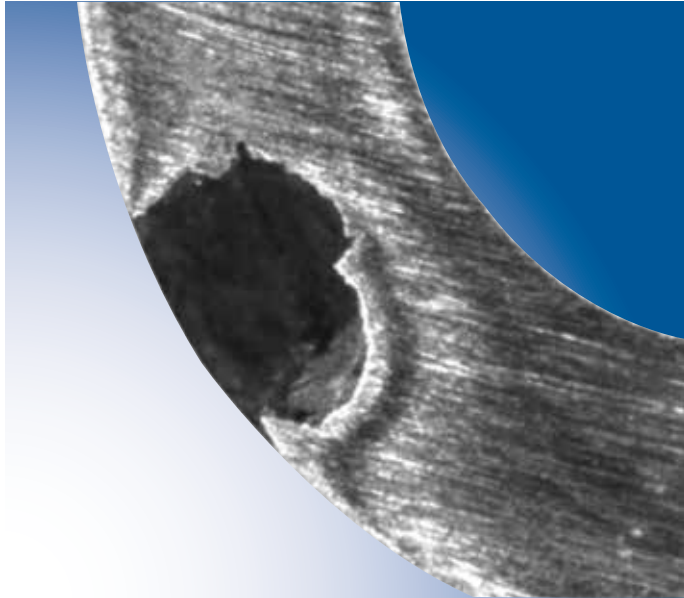


그림 1. 단면에 미치는 영향과 강도 감소를 보여주는 피팅 단면

표 3. 유형 316이 유형 302/304보다 뛰어난 내식성을 제공하는 환경

해수	아황산
수돗물	주석산
광산수	아세트산
보일러 용수	포름산
알칼리 염화물	젓산
산성염	기타 유기산제
할로겐염	음식물에 의한 부식
인산	

### 응력 부식 균열

SCC(응력 부식 균열)는 자재가 부식성 환경에 있고 응력이 지속되는 경우에만 발생할 수 있는 균열입니다. 두 가지 조건 중 하나가 없으면 SCC가 발생할 수 없습니다. 300 계열 스테인리스강의 경우, 염화물 응력 부식 균열이 가장 일반적인 형태의 부식 중 하나로 자재의 구조적 완전성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있습니다. 애플리케이션의 적용된 잔류 응력, 온도 및 주기적 조건 등을 포함하여 수많은 요인이 SCC에 영향을 미칠 수 있습니다.

오스테나이트 스테인리스강에 미치는 SCC의 영향을 분석한 보고서와 연구 논문은 많지만 응력, 화학적 조성 및 환경 조건 등의 수많은 변수와 요인 때문에 다양한 유형의 스테인리스강과 반응 방식 중에서 "모든 경우에 적합" 상관관계를 적용하기 어렵습니다. 따라서 특정 애플리케이션 요구 사항에 대한 테스트를 수행해야 합니다.

다음은 300 계열 스테인리스강의 SCC를 유발할 수 있는 몇 가지 염화물 용액의 목록입니다.<sup>2</sup>

- 염화 암모늄
- 염화 칼슘
- 염화 코발트
- 염화 리튬
- 염화 마그네슘
- 염화 수은
- 염화 나트륨
- 염화 아연

### 입계 부식

연장된 기간 동안 고온(430°C/800°F 이상)으로 핀을 유지하는 300 계열 스테인리스강에서는 일반적으로 문제가 되지 않는 유형의 부식입니다. 300 시리즈 스테인리스강 코일 핀은 최저 -185°C(-300°F)와 최고 400°C(750°F)에서 사용 가능합니다.

### 기계적 특성

300 계열(및 모든 오스테나이트) 스테인리스강은 냉간 가공을 통해 경화될 수 있기 때문에 광범위한 기계적 특성을 보여줍니다. 자재를 냉간 가공하면 300 계열 스테인리스강의 경도 및 자성이 변합니다. 아래 표 4에 소둔 상태에서 오스테나이트 유형 302, 304 및 316 스테인리스강의 기계적 특성이 정리되어 있습니다.

표 4. 소둔 상태에서 최소 실온 특성<sup>3</sup>

	유형 302	유형 304	유형 316
인장 강도, MPa(ksi)	515 (75)	515 (75)	515 (75)
항복 강도, MPa(ksi)	205 (30)	205 (30)	205 (30)
경도, 최대(HRB)	88	88	95

<sup>2</sup> The International Nickel Company, Inc. 1963. "Corrosion Resistance of the Austenitic Chromium-Nickel Stainless Steels in Chemical Environments(화학적 환경에서 오스테나이트 니켈 스테인리스강의 내식성)."

<sup>3</sup> Metals Handbook(금속 핸드북). Desk Edition, 2판. 1998. ASM International

## 자성

300 계열 스테인리스강을 완전히 열처리하면 비자성체가 되며, 경화 가공을 통해 자성이 증가됩니다. 경화 가공의 결과로 유형 302/304의 자성 투과율이 강해집니다.

## 원가 및 가용성

스프링 핀의 경우, 유형 302/304가 가장 널리 사용되는 오스테나이트 스테인리스강이고, 이러한 이유로 유형 316에 비해 조달되는 양이 많은 편입니다. 따라서 유형 302/304 스테인리스 스프링 핀은 일반적으로 저렴하고 가용성이 높습니다.

## 적용 분야

유형 302/304가 제공하는 것보다 높은 내식성이 요구될 수 있는 분야는 아주 많습니다. 그 중 일부가 표 5에 정리되어 있습니다. 유형 316 스테인리스강 코일 스프링 핀은 여러 가지 강한 화학 물질에 노출되는 이러한 분야에서 발생하는 피팅 부식을 줄여줍니다(표 3 참조).

표 5. 유형 316 스테인강 코일 스프링 핀을 사용하는 산업 분야 및 업종(참고: 유형 302/304으로도 충분할 수 있음)

적용 분야
해양 환경에 노출되는 어셈블리
보트 마감재
배기 매니폴드
제트 엔진 부품
제약 장비
전기로 부품
사진 장비
펄프 및 제지 가공 장비
광산 스크린 및 물 여과
열교환기
화학 물질 처리 공장의 어셈블리
의료 장비

산업
화학, 약제 산업
제지 업계 소화조, 증발기 및 취급 장비
의료 산업
섬유 정제 장비
사진 필름
정유 장비

## 결론

코일 스프링 핀은 다양한 등급의 스테인리스강을 비롯하여 수많은 종류의 자재로 제조할 수 있습니다. 유형 302/304 스테인리스강은 높은 내식성이 요구되는 분야에서 흔히 채용됩니다. 염화물에 노출되는 해양 환경과 같이 유형 302/304의 내식성으로는 불충분하지 환경에서는 피팅 부식이 쉽게 발생하지 않는 유형 316이 더 현명한 선택이 될 수 있습니다. 유형 316은 일반적으로 유형 302/304보다 고가이지만 내식성이 더 높아서 중요한 구성품을 원형 상태로 유지시켜서 주변 부품에 추가 손상을 억제하는 데 유용합니다. 많은 엔지니어링팀에서 보안 향상은 구성품 원가보다 가치가 높습니다. 특히 위험하고 해로운 화학 물질 취급 분야에서는 더욱 중요합니다.

부식성 환경을 규정하는 복잡성과 수많은 변수(예: 화학 물질의 종류 및 농도, 자재에 미치는 응력, 대기 조건, 시간 및 온도) 때문에 코일 스프링 핀 등의 조임쇠 자재를 선택할 때 반드시 해당 자재가 원하는 결과를 제공할지 확인하는 테스트를 실시해야 합니다.

적합한 자재 선택에 따라 완제품의 최종 원가, 현장 수명 및 성능이 결정되므로 적합한 자재 선택은 엔지니어에게 가장 중요한 설계 기준입니다. 선택 가능한 자재의 종류는 광범위하며, 조임쇠 자재를 선택할 때는 조임쇠 개발 경험이 풍부한 회사의 도움을 받아 가장 적합한 자재를 결정할 수 있습니다.



스테인리스강 잠금 보트 래치의 316 코일 스프링 핀

## 기술 센터

아시아  
태평양 지역

**SPIROL Korea**  
서울시 송파구 석촌동 160-5  
160-5 Seokchon-Dong  
Songpa-gu, Seoul, 138-844, Korea  
전화 +86 (0) 21 5046-1451  
팩스 +86 (0) 21 5046-1540

**SPIROL Asia Headquarters**  
1st Floor, Building 22, Plot D9  
District D, No. 122 HeDan Road  
Wai Gao Qiao Free Trade Zone  
Shanghai, China 200131  
전화 +86 (0) 21 5046-1451  
팩스 +86 (0) 21 5046-1540

미주 지역

**SPIROL International Corporation**  
30 Rock Avenue  
Danielson, Connecticut 06239 U.S.A.  
전화 +1 (1) 860.774.8571  
팩스 +1 (1) 860.774.2048

**SPIROL Shim Division**  
321 Remington Road  
Stow, Ohio 44224 U.S.A.  
전화 +1 (1) 330.920.3655  
팩스 +1 (1) 330.920.3659

**SPIROL Canada**  
3103 St. Etienne Boulevard  
Windsor, Ontario N8W 5B1 Canada  
전화 +1 (1) 519.974.3334  
팩스 +1 (1) 519.974.6550

**SPIROL Mexico**  
Carretera a Laredo KM 16.5 Interior E  
Col. Moisés Saenz  
Apodaca, N.L. 66613 México  
전화 +52 (01) 81 8385 4390  
팩스 +52 (01) 81 8385 4391

**SPIROL Brazil**  
Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134  
Comercial Vitória Martini, Distrito Industrial  
CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, Brazil  
전화 +55 (0) 19 3936 2701  
팩스 +55 (0) 19 3936 7121

유럽

**SPIROL France**  
Cité de l'Automobile ZAC Croix Blandin  
18 Rue Léna Bernstein  
51100 Reims, France  
전화 +33 (0) 3 26 36 31 42  
팩스 +33 (0) 3 26 09 19 76

**SPIROL United Kingdom**  
17 Princewood Road  
Corby, Northants  
NN17 4ET United Kingdom  
전화 +44 (0) 1536 444800  
팩스 +44 (0) 1536 203415

**SPIROL Germany**  
Ottostr. 4  
80333 Munich, Germany  
전화 +49 (0) 89 4 111 905 71  
팩스 +49 (0) 89 4 111 905 72

**SPIROL Spain**  
08940 Cornellà de Llobregat  
Barcelona, Spain  
전화 +34 93 193 05 32  
팩스 +34 93 193 25 43

**SPIROL Czech Republic**  
Sokola Tůmy 743/16  
Ostrava-Mariánské Hory 70900  
Czech Republic  
전화/팩스: +420 417 537 979

**SPIROL Poland**  
ul. M. Skłodowskiej-Curie 7E / 2  
56-400, Oleśnica, Poland  
전화 +48 71 399 44 55

이메일: [info-kr@spirol.com](mailto:info-kr@spirol.com)



현재 기존사양 및 표준 규격제안 관련 [www.SPIROL.kr](http://www.SPIROL.kr)으로 들어가셔서 참조해주세요.

**SPIROL** 애플리케이션 엔지니어가 고객의 애플리케이션 요구를 검토하고 고객 설계팀과 협력하여 최상의 솔루션을 추천합니다. 이러한 프로세스를 시작하는 한 가지 방법은 최적 애플리케이션 엔지니어링 포털([www.SPIROL.kr](http://www.SPIROL.kr))을 선택하는 것입니다.

품질 인증:  
ISO/TS 16949  
ISO 9001

© 2017 SPIROL International Corporation

법률로 허용되는 경우를 제외하고 SPIROL International Corporation의 서면 허가 없이는 본 문서의 어떤 부분도 전자 또는 기계적인 어떤 형태로도 수단으로도 재생산 또는 전송할 수 없습니다.