

간격이 코일 스프링 핀의 전단 특성에 미치는 영향

by Christie Jones, 시장 개발 관리자
SPIROL International Corporation

코일 스프링 핀은 다양한 시장에서 수천 곳에 사용됩니다. **SPIROL**은 수많은 애플리케이션을 평가하고, 핀 조인트의 강도를 약화시키는 일반적인 설계/제조 오류를 식별하였습니다. 여기에는 카운터보, 카운터싱크, 결합 구성품 간의 갭 등이 포함되어 있습니다. 이런 것들은 간격을 유발하고, 핀의 효과적인 전단 강도를 약화시키는 구부러짐의 원인이 됩니다.

코일 스프링 핀은 업계 사양에 따라 최소한의 이중 전단 강도를 가지고 있습니다. 코일 핀의 동적 특성으로 인해, 전단 값은 기존의 계산 방식이 아닌 테스트를 통해 얻습니다. 테스트는 ASME B18.8.2, ASME B18.8.3M, ISO 8749 등 사양에 명시된 대로 특정 기준에 따라 수행됩니다. 게이지는 전단면에서 최대 0.13mm(0.005 인치) 간격이 있는 경화강이어야 합니다. 이것은 최적의 상태를 나타내며, 핀이 전단될 수 있도록 해줍니다. 부품의 간격조건이 테스트 매개변수에서 벗어나면 핀이 구부러지고(전단이 아님) 강도가 약화되기 시작합니다. 이상적인 전단 상황에서 벗어나면 핀 조인트 성능에 어느 정도 영향을 주는지를 이해하는 것은 매우 중요합니다. 왜냐하면, 부품의 체결성 과 수명에 영향을 미칠 수도 있기 때문입니다.

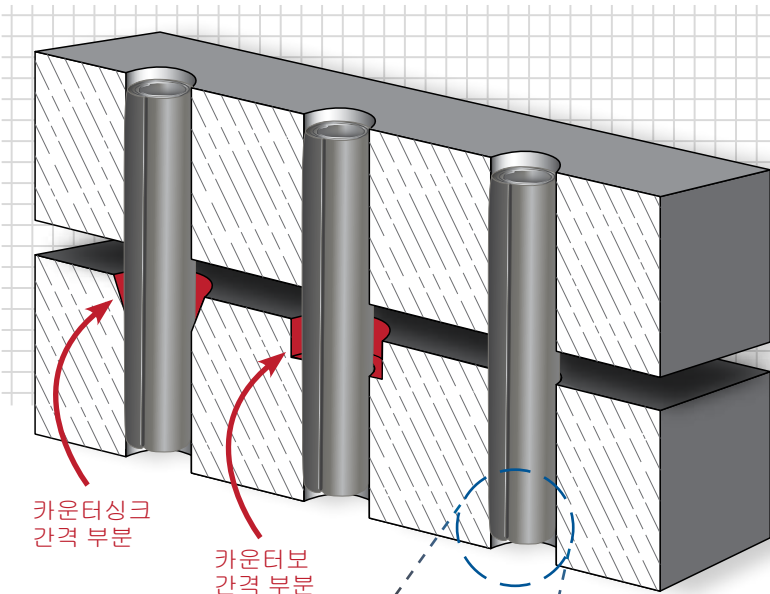
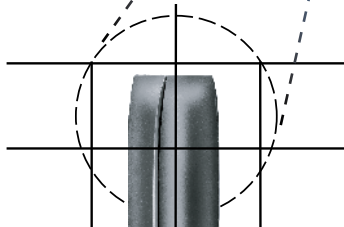


그림 1

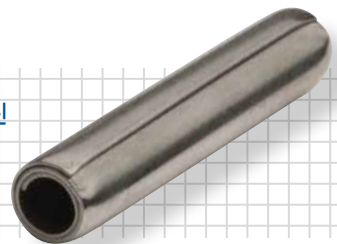


코일 스프링 핀은 카운터싱크나 카운터보의 추가 유도 없이 설치하도록 설계되어 있습니다. 부드러운 동심 챔퍼와 깔끔한 사각형 절삭 종단으로 인해 원활한 장착이 가능합니다.

카운터보나 카운터싱크는 종종 핀을 하나의 구멍에서 그 다음 구멍으로 유도할 목적으로 구성품 사이에 추가하기도 합니다. 의도는 이해가 되지만 그로 인해 발생하는 갭은 종종 허용되지 않습니다. **SPIROL**의 코일 핀은 설치 중 정렬을 쉽게 할 수 있도록 넉넉한 챔퍼로 설계되기 때문에 카운터싱크와 카운터보는 필요하지 않습니다(그림 1). 종종 간과되는 이 문제는 전단에 로드될 때 핀 성능을 저하시키는 간격과 구부러짐 현상을 유발합니다. 강도가 줄어들면 조기에 고장날 수 있는 피로로 이어집니다. 고정의 원인을 파악하는 것이 쉬울 수도 있지만, 이러한 영향을 이해하기 위해 사전 고장의 영향을 정량화하는 것은 중요합니다.

SPIROL 저하중 코일 핀은 성능의 변화 정도를 이해하기 위해 전단면 간격을 상승시키면서 테스트를 수행했습니다. 설치와 제거가 용이한 저하중 핀을 선택했습니다. 선택한 핀은 표준 **CLDP 0.250 x 2.500 LBK**, 또는 '지촉건조(Dry to the Touch)' 부식 억제 오일로 마감된 저하중 고탄소강 코일 핀입니다. 이 핀은 다양한 간격으로 테스트를 수행할 수 있는 충분한 강도를 가지고 있습니다.

저하중 코일 핀



모든 테스트에서 표준 정사각 ASME B18.8.2 전단 블록(그림 2)을 Instron Model 3384와 함께 사용했습니다. 스페이서 간격을 늘리기 위해 평균 두께가 1.83mm(0.072인치) 및 3.05mm(0.120인치)인 두 가지 크기의 와셔를 사용했으며, 전단 블록 플랜지를 지지대 사이의 중앙에 두었습니다. 앞에서 언급한 대로, 전단면 사이의 최대 거리는 핀의 구부러짐을 방지하기 위해 0.13mm(0.005인치)가 되어야 합니다.

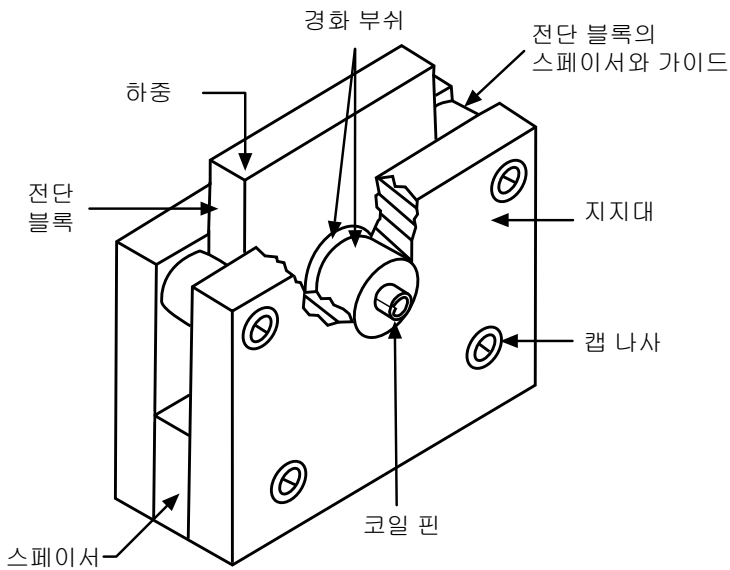


그림 2: ASME B18.8.2에 따른 일반적인 핀 전단 테스트 고정물

시각적으로, 전단과는 대조적으로 구부러진 핀 사이에 큰 차이가 있습니다. 그림 3A와 같이 전단된 핀은 한쪽 면의 균열을 보여줍니다. 코일이 변형되면서 외부가 한 방향으로 무너지고 평평하게 되었습니다. 그림 3B는 3.05mm(0.120인치) 갭으로 테스트한 핀입니다. 이 그림에서 균열 표면으로 이어진 굴곡에서 구부러짐이 발생했다는 것을 명확하게 확인할 수 있습니다.

또한, 균열 표면은 한쪽 면에만 있는 것이 아니며, 각 코일에서의 균열을 다르게 보여줍니다. 구부러진 핀의 균열 표면과 핀이 설치된 실제 호스트 구성품을 모두 확인해야 합니다. 간격을 유발하지만 도면에는 없는 특성이 호스트 구성품에 있다는 것은 흔한 일입니다. 근본적인 원인은 애플리케이션의 모든 구성품을 확인한 경우에만 정확하게 판단할 수 있습니다.

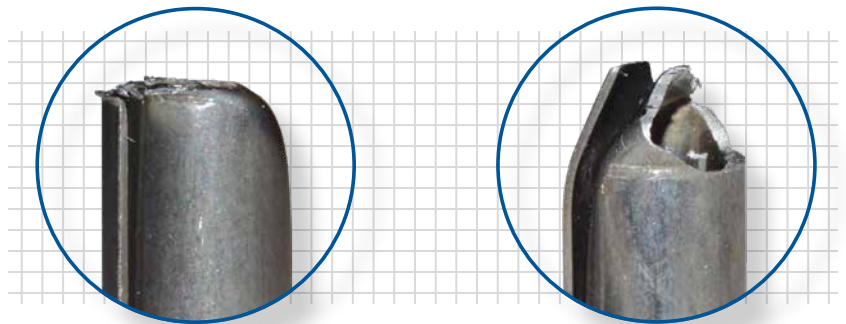


그림 3A: 전단의 코일 핀 균열 표면을 통해 단일면의 문제를 확인할 수 있습니다.

그림 3B: 구부러진 코일 핀의 외부 레이어와 다중면 균열 표면에 굴곡이 있습니다.

각 상태별로 30개의 샘플을 테스트했으며, 그 결과가 표 1에 요약되어 있습니다. 데이터는 간격이 균열에서 최대 힘을 약화시킨다는 이론과 일치합니다. 흥미로운 사실은 1.83mm(0.072인치)와 3.05mm(0.120인치) 사이에서 힘의 변화가 더 적게 발생했다는 점입니다. 간격을 0.13mm(0.005인치)에서 1.83mm(0.072인치)로 증가할 경우 핀에 균열을 유발하는 힘이 18% 또는 800lbs((3.6kN) 하락했지만, 갭을 3.05mm(0.120인치)로 더 늘리면 약 150lbs(0.7 kN) 추가로 줄어들어 총 22% 변경되었습니다.

	0.005 인치 간격 (전단)	0.072 인치 간격	0.120 인치 간격
평균	4,257.64	3,475.44	3,312.54
최소	4,029.39	3,340.20	3,211.69
최대	4,548.73	3,583.60	3,395.75
표준 편차	125.77	56.21	45.94

표 1: 30개의 CLDP .250 x 2.500 LBK 테스트 샘플에서 문제가 발생한 힘(lbs.)의 요약 데이터

이러한 현상은 일반적인 재료 원리로 설명할 수 있습니다. 응력과 변형도를 평가할 때 힘 또는 구부러짐 강도는 일반적으로 잘 부러지는 세라믹을 설명하는 데 사용되지만, 구부러지는 힘으로 인해 균열에서의 응력으로 정의됩니다. 3~4 지점에서 구부러짐 테스트를 통해 시험하는 속성이며, 단일 또는 이중 부하에서 횡행 구부러짐과 지지대가 미리 정해진 거리(L)에 위치한 상태에서 이루어집니다. 구부러짐 테스트 모델은 전단 블록이 있는 핀을 간단하게 보여줍니다.

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
Avenida Avante #250
Parque Industrial Avante Apodaca
Apodaca, N.L. 66607 Mexico
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 93 669 31 78
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. Solec 38 lok. 10
00-394, Warszawa, Poland
전화 +48 510 039 345

이메일: info-kr@spirol.com

SPIROL.kr

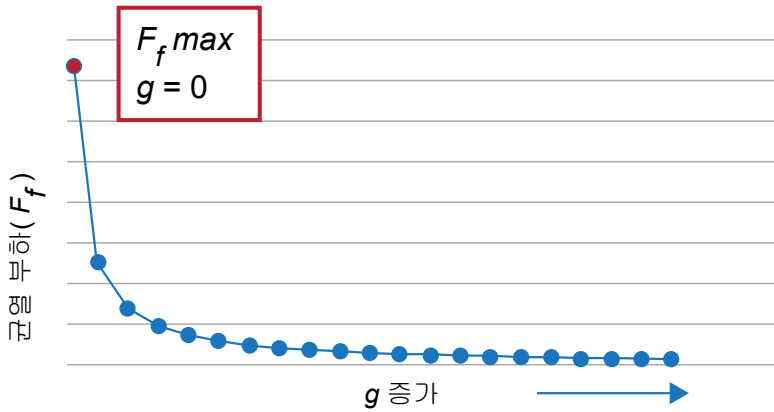


그림 4: 갭과 균열 부하 간에 역관계가 있습니다.

힘 또는 구부러짐 응력 방정식: $\sigma_{fs} = \frac{F_f L^1}{\pi R^3}$

$\sigma =$ 응력	$\frac{F}{A} = \frac{Mc}{I}$
M = 최대 구부러짐 모멘트	$\frac{FL}{4}$
c = 중앙 견본에서 외부 표면까지의 거리	R
I = 단면의 관성 모멘트	$\frac{\pi R^4}{4}$

여기서 F_f 는 균열에서의 부하, R 은 핀 반경, L 은 지지대 간의 거리입니다. 지지 지점 간의 거리를 늘리기 위해 간격이 대칭적으로 증가하면 L 은 $L+2g$ 로 변경되며, g 는 한쪽 면에 추가된 간격 거리입니다. 알려진 값을 사용한 그림 4는 힘에 미치는 g 의 영향을 보여줍니다. 간격이 권장 최대치인 0.13mm(0.005인치)를 초과할 경우 전단에서 구부러짐으로 빠르게 전환됩니다. 그에 따라, 강도의 변화가 가장 크면 이상적인 전단 조건으로부터 가장 적게 벗어난다는 것을 데이터를

통해 밝혀졌습니다. 조립된 구성품 간에 간격이 증가하면 강도는 역으로 영향을 계속 받지만, 변화 정도는 크지 않습니다. CLDP .250 x 2.250 LBK 인 경우, 18% 힘 감소는 간격이 0.13mm(0.005인치)에서 1.83mm(0.072인치)로 증가할 때 목격되었습니다.

결론

전반적으로, 카운터보나 카운터싱크가 핀 삽입을 도와준다는 것은 일반적인 오해이며, 핀 조인트의 강도에 최소한의 영향을 미칩니다. 코일 핀의 압인 챔퍼는 핀을 다음 구멍으로 유도하며, 심지어 구멍 간에 다소 정렬이 맞지 않는 경우에도 문제가 없기 때문에 카운터보나 카운터싱크가 필요하지 않습니다. 데이터를 통해 전단면에 작은 갭이 발생하면 핀의 강도가 급격히 하강하는 사실을 확인했습니다. 구부러짐 강도와 3~4 지점 구부러짐 원리를 이용하면 간격이 증가할 수록 부품에 균열을 일으키는 부하에 역으로 작용한다는 사실을 명확하게 알 수 있습니다. 새롭게 설계하거나 현재 애플리케이션을 재확인할 경우, 핀의 전단 속성을 최적화하고 여섯블리의 수명을 최대화하기 위해 구성품 간 간격을 최소화하는 것은 중요합니다.

다음 프로젝트의 설계 단계에서는 미리 SPIROL 애플리케이션 엔지니어와 상의하십시오!

¹Callister, William D., "Stress-Strain Behavior" in Materials science and Engineering: An Introduction, 7th ed. New York: Wiley, 2007 pp 447-448