(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[7]
C21D 8/02

(45) 공고일자 2005년01월05일
(11) 등록번호 10-0464962
(24) 등록일자 2004년12월24일

(21) 출원번호 10-2001-0056917
(22) 출원일자 2001년09월14일

(65) 공개번호 10-2003-0023811
(43) 공개일자 2003년03월20일

(73) 특허권자 삼화강봉주식회사
부산 사상구 삼락동 339-4

(72) 발명자 안순태
부산광역시사상구삼락동339-4

야마오카유키오
일본국오사까시니시구키타호리에1쵸메3-3키스웰제펜

(74) 대리인 김영환

심사관 : 김동국

(54) 냉간압조 특성이 우수한 조질 강선

요약

본 발명은 비교적 높은 강도가 요구되는 기계구조용 부품으로서의 각종 볼트류와 샤프트 등의 소재로 사용되는 강선 또는 강봉에 관한 것이다.
본 발명은 소재 강선 또는 강봉의 냉간압조 특성에 영향을 미치는 새로운 재질 파라메타로서의 YS(항복강도) 와 n값(가공경화지수)의 곱(n ×YS)이 4.0 ~ 11.0Kgf/㎟를 특정한 범위가 유지되도록 함으로써 냉간압조 가공 후 별도의 조질[켄칭 (quenching), 템퍼링] 열처리를 필요로 하지 않도록 한 냉간압조 특성이 우수한 조질 강선을 제공한다.
본 발명에 의하면, 강선의 제조 회사는 장시간의 구상화 소둔가열이 필요없게 되며 고주파유도 가열방식에 의한 단시간의 켄칭,템퍼링처리로서 구상화소둔과 동등이상의 압조가공성을 가지는 조질강선을 제조할 수 있으므로 생산성이 향상된다.
그리고, 기계부품업체의 경우는 압조성형 가공후에 강도를 증가시키기 위해서 추가로 행하는 켄칭,템퍼링공정을 생략할 수 있어, 에너지절감 및 작업환경의 개선 뿐만 아니라 단순히 압조가공 공정만으로 종래와 동등 이상의 강도, 인성을 구비한 기계부품을 제조할 수 있으므로 품질관리가 용이하며, 공정관리가 단순화되어 생산성이 향상된다.

대표도

도 1

색인어

조질강선, 항복강도, 인장강도, 가공경화지수

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 조질처리만 실시한 시편의 n×YS 변화에 따른 한계압축율(Hcrit)변화 거동을 보인 그래프.
도2는 조질처리 후 5 25% 신선한 시편의 n×YS 변화에 따른 한계압축율(Hcrit)변화 거동을 보인 그래프.
도3은 압축 시험편의 형상을 보인 것으로, 도3a는 전체 형상에 대한 사시도이고, 도3b는 노치부 상세도이다.
도4는 육각 후렌지 볼트의 정면도.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 비교적 높은 강도가 요구되는 기계구조용 부품으로서의 각종 볼트류와 샤프트 등의 소재로 사용되는 강선 또는 강봉에 관한 것으로, 보다 자세하게는 소재 강선 또는 강봉의 냉간압조 특성에 영향을 미치는 새로운 재질 파라메타가 특정한 범위가 유지되도록 함으로써 냉간압조 가공 후 별도의 조질[켄칭 (quenching), 템퍼링] 열처리를 필요로 하지 않도록 한 냉간압조 특성이 우수한 조질 강선에 관한 것이다.
종래, 강선 또는 강봉(이하, '강선'으로 칭함)을 냉간압조 가공해서 제조하는 육각볼트, U볼트, 볼스터드, 샤프트 등의 비교적 강도가 높은 기계구조용 부품은 아래에 제조 프로세스에서와 같이 강선을 700℃ 정도의 온도에서 십 수시간 정도 가열해서 금속조직을 구상화 상태로 하여, 냉간 압조성을 향상시킨 재료로 할 필요가 있었다. 그리고 냉간압조 성형 후에도 켄칭,템퍼링이라는 열처리를 행하여 강도와 인성을 높일 필요가 있고, 제조 프로세스도 복잡하여 다수의 공정을 필요로하는 방식이었다.
강선 또는 강봉 → 구상화 장시간 소둔 → 냉간압조가공 →
고온가열(850℃ 이상) → 켄칭(물 또는 기름) → 템퍼링 → 제품
따라서, 종래 기술은 아래와 같은 점에 큰 문제가 있었으며, 에너지절감, 생산성, 작업환경의 관점으로부터 개선이 요망되어진다.
1) 강선은 장시간의 구상화 소둔을 행하므로 열에너지의 손실이 많으며, 생산성이 낮다.
2) 기계구조용 부품업체에 있어서도 성형 후의 부품의 강도, 인성의 확보를 위하여 켄칭, 템퍼링을 행하여야 하므로 공정에 시간을 요할 뿐만 아니라 자사에서 열처리할 경우는 작업환경도 악화되며, 또한 열처리를 외주처리할 경우에도 열처리비용의 부담 이외에 납기관리를 위한 여분의 공수가 필요하므로 전체의 공정관리를 복잡화하는 문제점이 있다.
3) 이상의 1),2)로 인하여 열처리공정에 있어서 생산성이 저하하여, 그 개선이 시급하게 필요한 과제이다.
여기서, 「열처리」와 관계되는 낮은 생산성, 제조경비 상승, 작업환경의 악화 등에 대한 개선이 적극 요망되어진다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명에서는 상기 문제점을 해결하기 위하여 연구한 결과, 냉간압조 가공후에 행하는 켄칭,템퍼링(이하, '조질'이라 칭함)열처리를 압조 가공 전의 강선에 실시하여, 이것을 냉간압조 가공하는 것 만으로 별도의 추가 조질 열처리없이 최종제품이 제조되어지는 프로세스를 발명해 내기에 이르렀다.

발명의 구성 및 작용

한편, 조질 강선은 강도가 높으므로 이 프로세스에서는 단순히 조질 강선을 냉간압조 가공하는 것 만으로는 실현이 곤란했다. 그래서 고강도 강선을 여러 가지 복잡한 기계부품으로 냉간압조 가공하기 위하여 연구노력한 결과,
n x YS
여기서, n : 인장시험으로 얻어지는 조질강선의 가공경화지수
YS : 조질강선의 인장 항복강도(Kgf/㎟)
의 새로운 재질 파라메타를 발견했다. 그리고, 이 새로운 파라메타가 어느 특정범위의 값을 나타낼 때에, 특히, 조질강선의 냉간압조성에 있어서 우수한 특성을 나타내고 있음을 발견했다.
도1과 도2는 (n x YS)값과 V노치 압축시험으로 얻은 한계압축율(Hcrit)과의 관계를 보인 그래프이다. 여기서, 도1은 조질처리한 그대로이고, 도2는 조질처리 후에 감면율 5 ~ 25%의 신선을 실시한 경우의 결과이다. 신선가공을 5 ~ 25%로 한정한 것은 5%미만의 가공에서는 신선이 단속 인발되어 심한 진동이 발생하여 강선의 표면에 연속적인 링마크가 발생한다. 또한 25%초과의 경우는 강선과 인발다이 사이의 면압이 높고 온도도 크게 상승되어 윤활이 끊겨 소착현상에 의한 다이 마크가 발생하기 때문이다.
여기서, 도1,2와 관련한 n값, YS, Hcrit에 대하여 시편 제작 및 그 특성치 측정방법등에 대하여 간단히 기술하면 아래

와 같다.
YS(항복강도)는 5mm/min의 인장속도(변형율속도)를 유지하는 통상의 인장시험(참조:ASTM A 370, KS D 0802)을 행하고, 응력-변형률곡선(통칭 S-S Curve)으로부터 0.2% 내력으로 하여 구했다.
n값(가공경화 지수)은 인장시험에 의하여 조질강선을 최대 하중점 가까이까지 인장하여 S-S curve를 작성한 후, 이 곡선을 진응력-진변형율 곡선(σ - ε curve)으로 변환하고, 이 σ - ε curve의 대수치를 구하여 이 곡선의 기울기로부터 n값을 구했다. 단, n값의 측정구간은 조질만 하였을 경우는 공칭신율 2.0 ~ 4.0%으로 하였으며, 조질처리후 신선한 경우에는 n치의 측정가능 신율이 신선감면율에 따라 달라지므로 항복점부터 최대하중(인장강도)까지의 신율범위로 하였다.
Hcrit에 대하여는 도3과 같이 강선에 대하여 V-노치 가공을 행하고 여러 가지의 높이로 압축을 행하여 V-노치부의 저면에 10배의 확대경으로 관찰하여 1mm길이의 균열이 발생하였을 때의 압축가공율을 이하와 같이 구했다.

$$H_{crit}=\frac{H_0-H_1}{H_0}\times 100(\%)$$

여기서, H_0 : 시료의 원래높이(mm)
H_1 : 1mm의 균열이 V노치의 저면에 발생한 경우의 높이(mm)
상기 n값은 템퍼링온도를 조절하여 신율(G/L=8d)을 변화시킴에 따라 변화시켰으며, 신율이 클 수록 n값도 크게되는 경향을 알 수 있었으며, 템퍼링 온도가 750℃를 초과하면 가열시에 오스테나이트가 일부 발생되어, 템퍼링 후의 냉각으로 마르텐사이트가 되어 재료가 취화되므로 750℃ 이상의 템퍼링은 불가능하였고, 신 율을 더욱 크게하여 n값을 높이는 것이 곤란하였다.
그리고, 높은 n값을 얻기 위해서는 오스테나이트화 가열온도를 1100 ~ 1300℃로 변화시켜 오스테나이트입도가 최대 90㎛까지 조대화된 것을 고온 템퍼링하여 달성했다. 가열 - 켄칭 - 템퍼링은 일련의 연속적으로 구성된 고주파유도 가열방식으로 행했으므로 가열 + 유지시간은 40sec로 일정하게 하였다.
또한, 상기의 처리에 더하여 최종 켄칭,템퍼링된 강선을 냉간단조성 향상을 위한 윤활코팅처리 후에 5 ~ 25%의 냉간신선을 행한 것에 대하여도 Hcrit(%) 과 n x YS의 관계를 구하였다.
도1,2로부터 Hcrit는 「n x YS」라하는 새로운 파라메타에 크게 영향을 받고 있음을 명백히 알 수 있다. V-노치 압축시험에 있어서는 한계압축률 Hcrit = 40%이상이 수차례 현장적용 실험결과 냉간압조성이 우수하다는 것을 알 수 있었으므로 그 값을 냉간압조 가능의 지표로 사용할 수 있으므로 본 발명의 조질강선에 있어서는 냉간압조 가능 지표로서,
조질처리만의 경우, n x YS = 4.0~11.0Kgf/㎟
조질후 신선한 경우, n x YS = 1.5~8.5Kgf/㎟
를 만족하면, 냉간압조성이 우수한 조질강선을 제조할 수 있음이 명백하여, 냉간압조성이 우수한 조질강선의 제조에 관하여 매우 중요한 지표(파라메타)임을 발견할 수 있었다.
또한, 도1,2로부터 SCM420, S22C의 비교로부터 합금강 조질강선, 탄소강 조질강 등의 성분에 관계없이 상기 파라메타가 적용될수 있는 것도 새로운 발견이다.
제조방식도 고주파가열에 한정되지 않고 베치식 켄칭,템퍼링 조질강선에 있어서도 상기의 새로운 파라메타가 적용될 수 있음은 분명하다.
본 발명의 상기 목적과 기술적 구성 및 그에 따른 효과에 대한 자세한 사항은 아래의 실시예에 의해서 보다 명확하게 이해될 것이다.
재료는 JIS G 4105 SCM420(C0.21%, Si0.22%, Mn0.75%, P0.012%, S0.009%, Cr1.10%, Mo0.23%)와 JIS G 4015 S22C(C0.23%, Si0.22%, Mn0.58%, P0.010%, S0.008%)를 이용했다.
강선의 제조는 16mm Rod를 14.7mm로 신선하고, 이어서 고주파유도가열장치를 이용하여 880 ~ 1300℃ 로 가열온도를 변화시켰다(이때의 가열 + 유지시간은 40sec로 일정). 이것으로부터 오스테나이트의 입도(γ 입도)는 5 ~ 90㎛까지 변화시킬 수가 있었으며 가열후 이어서 물에 의해 급냉한 후 동일하게 고주파 유도가열에 의해 200~750℃의 온도로 40초간 가열 + 유지하여 수냉하는 템퍼링을 행하고 템퍼링후에 냉간압조용 윤활코팅제인 통상의 인산아연처리를 행했다. 또한, 윤활코팅 후에 5 ~ 25%의 신선가공을 실시한 시편도 제작했다.
이들 여러 가지의 조질강선에 대하여 n값, 항복강도(YS), 한계압축율(Hcrit), 인장강도(TS), 파단신율(EL)을 측정하고, 또한 실제로 도4와 같은 압조부품(육각 후렌지 볼트)을 가공하여 균열의 발생여부를 조사하여 본 발명의 기술을 입증하고저 하였다.
도4의 부품은 화살표로 표시된 부분에 균열이 발생하기 쉬우며, 이 부분의 균열유무를 강선의 압조가공 특성의 판정지표로 했다.
표1은 SCM420, 표2는 S22C를 조질처리만 한 강선에 대한 특성이다. 이들 표1,2의 데이터로부터 분명히 알 수 있는 바와 같이 본 발명 실시예 시편의 n x YS값이 4.0 ~ 11.0Kgf/㎟을 나타내는 강선은 강종에 관계없이 한계압축율(Hcrit)이 전부 40% 이상을 나타내며, 더욱이 실제의 압조부품 가공에 있어서도 균열의 발생이 없어, 우수한 냉간압조 가공성을 나타냄을 실증하게 되었다. 또한 특히 강조할 수 있는 것은 인장강도(TS)의 수준에 관계없이 유사한 인장강도에 있어서도 n값이 다르면 n x YS가 다르게 나타나며, 이것에 의해 한계압축율(Hcrit), 즉 압조성에 차이가 나타난다는 것을 알 수 있으며, 이것이 본 발명의 근간이 됨을 명백히 알 수 있다.

표3은 SCM420, 표4는 S22C의 조질처리한 강선을 신선한 경우의 특성을 나타낸 것으로 신선가공이 5~25%의 범위에서 n x YS가 1.5~8.5Kgf/㎟를 나타내는 강선은 압조성이 우수함을 알수 있었다.

표1. 강종 SCM420의 제반 특성(조질처리 강선)

구분	항복강도 (Kgf/㎟)	n값	n x YS (Kgf/㎟)	인장강도 (Kgf/㎟)	신율 (%)	γ입도 (㎛)	Hcrit (%)	균열 유무	비 고
1	143.0	0.02	2.86	158.5	7.1	8.0	21.5	유	비교재
2	126.0	0.03	3.78	149.4	8.8	8.0	33.3	유	비교재
3	106.3	0.04	4.25	137.3	12.0	8.2	42.4	무	본발명
4	101.6	0.05	5.08	139.1	15.1	30.6	47.6	무	본발명
5	118.0	0.09	10.62	136.0	13.0	42.5	43.8	무	본발명
6	110.0	0.06	6.60	125.0	14.5	10.0	52.1	무	본발명
7	100.0	0.07	7.00	115.0	17.0	8.0	52.0	무	본발명
8	91.0	0.15	13.65	110.5	17.5	77.1	18.8	유	비교재
9	103.5	0.06	6.21	118.6	16.0	25.0	52.2	무	본발명
10	92.0	0.09	8.28	107.4	18.5	12.4	53.1	무	본발명
11	84.0	0.10	8.40	92.0	19.0	12.3	54.5	무	본발명
12	75.0	0.10	7.50	85.0	20.0	11.2	53.9	무	본발명
13	73.1	0.14	10.23	86.0	22.0	41.3	46.6	무	본발명
14	68.1	0.16	10.90	80.5	25.9	68.2	42.1	무	본발명
15	65.2	0.12	7.82	75.0	24.0	33.5	52.4	무	본발명
16	62.3	0.18	11.21	72.2	28.1	80.0	38.8	유	비교재
17	64.2	0.14	8.99	70.0	25.0	38.5	52.0	무	본발명
18	61.7	0.20	12.34	72.0	29.8	78.0	27.5	유	비교재
19	63.1	0.16	10.10	72.1	25.5	48.0	46.3	무	본발명
20	68.0	0.04	2.72	77.0	14.5	5.0	20.0	유	비교재

표2. 강종 S22C의 제반 특성(조질처리 강선)

구분	항복강도 (Kgf/㎟)	n값	n x YS (Kgf/㎟)	인장강도 (Kgf/㎟)	신율 (%)	γ입도 (㎛)	Hcrit (%)	균열 유무	비 고
1	145.0	0.02	2.90	158.0	7.0	8.0	29.5	유	비교재
2	129.0	0.03	3.87	151.1	8.9	8.0	37.7	유	비교재
3	124.7	0.03	3.74	141.5	11.8	10.0	36.9	유	비교재
4	106.8	0.04	4.27	135.1	12.8	18.8	42.3	무	본발명
5	118.1	0.11	12.99	136.6	17.2	43.0	26.5	유	비교재
6	108.0	0.06	6.48	124.8	14.5	11.0	58.5	무	본발명
7	109.0	0.07	7.63	124.4	17.0	8.5	61.0	무	본발명
8	102.2	0.11	11.24	116.0	17.5	34.5	38.9	유	비교재
9	87.4	0.12	10.49	101.6	18.8	25.0	44.5	무	본발명
10	104.4	0.08	8.35	118.1	17.8	12.5	57.1	무	본발명
11	96.6	0.13	12.56	107.1	19.0	88.4	28.4	유	비교재
12	86.5	0.11	9.52	98.6	19.5	28.5	52.9	무	본발명
13	75.9	0.14	10.63	87.1	21.5	38.1	44.3	무	본발명
14	74.5	0.12	8.94	86.4	22.0	33.0	55.1	무	본발명

15	63.8	0.17	10.85	81.2	25.0	72.3	42.6	무	본발명
16	66.2	0.15	9.93	75.2	24.0	40.0	52.1	무	본발명
17	62.4	0.18	11.23	72.2	28.8	80.0	38.7	유	비교재
18	63.5	0.16	10.16	73.1	25.0	38.0	48.1	무	본발명
19	63.0	0.15	9.45	72.4	26.5	45.0	52.0	무	본발명
20	57.0	0.23	13.11	68.6	30.1	90.0	26.5	유	비교재
21	68.9	0.04	2.76	78.0	15.1	5.7	29.0	유	비교재

표3. 강종 SCM420의 제반 특성(조질처리후 신선가공)

구분	항복강도 (Kgf/㎟)	n값	n x YS (Kgf/㎟)	인장강도 (Kgf/㎟)	신율 (%)	Hcrit (%)	신선 감면율(%)	균열 유무	비 고
1	132.9	0.01	1.33	151.1	9.8	36.8	5.0	유	비교재
2	92.0	0.02	1.84	103.4	15.7	42.0	10.0	무	본발명
3	102.8	0.01	1.03	120.9	8.7	29.8	25.0	유	비교재
4	118.3	0.03	3.55	134.4	14.9	48.0	17.8	무	본발명
5	91.7	0.07	6.42	110.5	17.8	46.8	8.8	무	본발명
6	109.0	0.05	5.45	121.1	16.3	47.6	21.8	무	본발명
7	81.2	0.09	7.31	89.2	11.3	43.7	25.0	무	본발명
8	62.6	0.10	6.26	72.8	15.3	46.7	19.8	무	본발명
9	117.2	0.07	8.20	127.2	16.7	42.1	15.0	무	본발명
10	125.2	0.07	8.76	131.8	9.3	35.4	25.0	유	비교재

표4. 강종 S22C의 제반 특성(조질처리후 신선가공)

구분	항복강도 (Kgf/㎟)	n값	n x YS (Kgf/㎟)	인장강도 (Kgf/㎟)	신율 (%)	Hcrit (%)	신선 감면율(%)	균열 유무	비 고
1	135.0	0.01	1.35	150.0	10.3	38.0	12.0	유	비교재
2	101.6	0.04	4.06	118.2	16.7	55.1	5.1	무	본발명
3	115.0	0.02	2.30	130.7	13.4	48.1	16.0	무	본발명
4	71.8	0.09	6.46	88.7	17.5	52.1	8.9	무	본발명
5	111.1	0.01	1.11	122.1	9.7	35.0	25.0	유	비교재
6	83.6	0.06	5.02	101.9	16.7	55.3	10.1	무	본발명
7	90.3	0.10	9.03	98.2	11.6	33.6	24.1	유	비교재
8	68.9	0.11	7.58	81.4	18.2	47.6	6.9	무	본발명
9	83.2	0.10	8.32	98.3	16.8	42.7	13.5	무	본발명
10	96.1	0.09	8.65	109.3	15.3	38.9	15.0	유	비교재

발명의 효과

이상과 같은 본 발명의 강선은 아래와 같은 효과와 장점이 기대되고 있다.
1) 강선의 제조 회사는 장시간의 구상화 소둔가열이 필요없게 되며,
단시간의 켄칭(quenching),템퍼링처리로서 구상화소둔과 동등이상의 압조가공성을 가지는 조질강선을 제조할 수 있으므로 생산성이 향상 된다.

2) 기계부품업체의 경우는 압조성형 가공후에 강도를 증가시키기 위해서
추가로 행하는 켄칭(quenching),템퍼링공정을 생략할 수 있어, 에너지 절감 및 작업환경의 개선 뿐만 아니라 단순히 압조가공 공정만으로 종래와 동등이상의 강도, 인성을 구비한 기계부품을 제조할 수 있으 므로 품질관리가 용이하며, 공정관리가 단순화되어 생산성이 향상된 다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

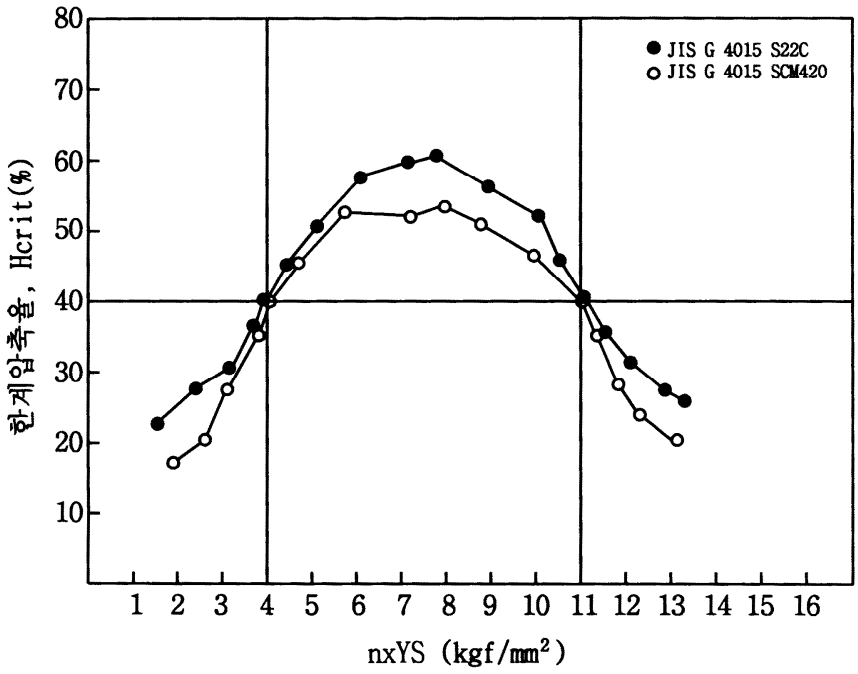
냉간압조 가공 전에 먼저 켄칭(quenching),템퍼링 조직을 가지는 강선에 있어서, 그 강선에 대해 5mm/min의 인장시험으로 얻어지는 YS(항복강도) 와 n값(가공경화지수)의 곱(n ×YS)이 4.0 ~ 11.0Kgf/㎟를 가지는 것을 특징으로 하는 냉간압조 특성이 우수한 조질강선.

청구항 2.

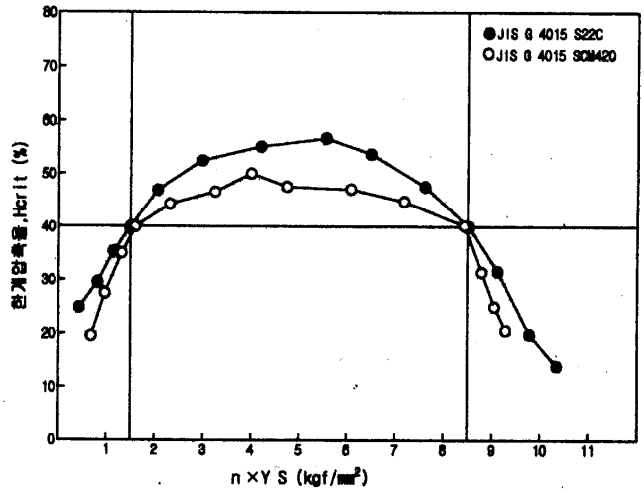
청구항(1)의 강선을 5~25%의 감면율로 신선하여 YS(항복강도) 와 n값(가공경화지수)의 곱(n ×YS)이 1.5 ~ 8.5Kgf/㎟를 가지는 것을 특징으로 하는 냉간압조 특성이 우수한 조질강선.

도면

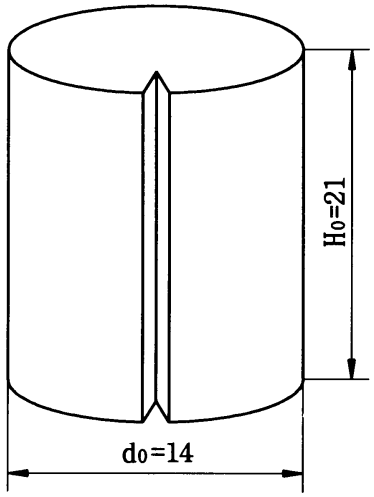
도면1



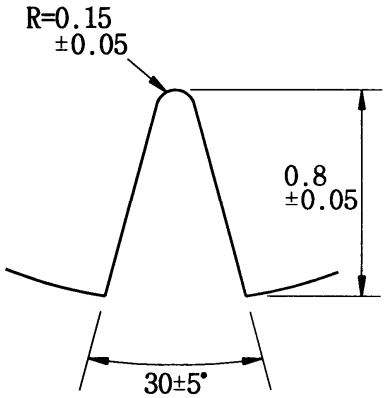
도면2



도면3a



도면3b



도면4