

스프링의 動向과 材料에 관하여

羅 義 田* · 林 萬 昇**

대원강업(주) 기술부 이사* · 차장**

1. 머리 말

우리나라의 自動車工業이 시작된 1960년 후반부터 불과 20여년간에 스프링도 最新기술이 요구되는 先進國 水準까지 변천해 가고 있다.

즉, 時代的으로 要求되는 자원절약, 경쟁력 강화(信賴性 向上, 輕量化, 승차감 등)에 대응하기 위하여 스프링도 끊임없는 研究가 계속되고 있는데 現在까지 변해온 最近의 葉판 스프링 및 코일 스프링에 대하여 여기에 소개 하고자 한다.

2. 스프링의 動向과 材料

2.1 葉판 스프링(Leaf Spring)

(1) 概 要

葉판 스프링은 굽힘탄성을 이용하는 활(弓)의 形式을 應用한 최초의 옛날 스프링 하나로 馬車에서부터 鐵道車輛, 自動車에 이르기까지 여러가지 차에 懸架用으로 쓰여지고 있다. 葉판 스프링

의 특징은 코일이나 토오션 바에 비하면 단위 체적 당에 축적하는 彈性에너지는 적으나 車軸과 샤프를 結合하므로 懸架構造가 간단하게 되고 또, 負荷重量을 支持할 뿐만 아니라 前, 後, 左, 右 힘도 받게 된다. 이런 利點이 懸架用으로서 現在 널리 使用되고 있는 큰 理由이다. 葉판스프링을 많이 사용하고 있는 자동차 분야에서는 국제적으로 치열한 경쟁하에서 輕量化, 信賴性 向上, 乘車感 向上 등의 研究開發이 강력하게 요구 되어지고 있다. 그럼 葉판스프링에서 여러가지 문제점을 보완하여 실용화 되어진 테이퍼 스프링(롱테이퍼 및 파라보릭)에 대하여 간단히 紹介하고자 한다(그림 1, 그림 2 참조).

(2) 테이퍼 스프링이란?

테이퍼 스프링은 重量의 輕減을 極限에 이르기까지 設計한 理想的인 스프링으로서 구조상 특징을 살펴보면,

(가) 판 폭은 一定하나 두께는 應力分布가 균등하게 되도록 中央 유우볼트(u-bolt) 체결부를 제외한 부분에서 先端까지의 두께를 변경하여 설

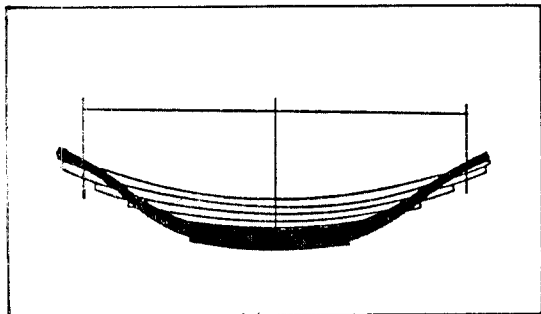


그림 1 롱 테이퍼 스프링(long taper spring)

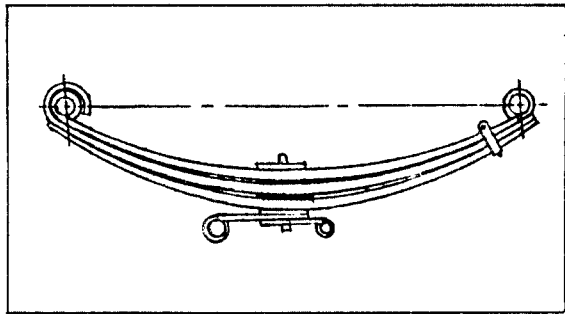


그림 2 파라보릭 스프링(parabolic spring)

제가 가능하며,

(나) 일반적으로 板枚數는 1~4매로 構成되어 있으며,

(다) 마찰문제 등을 감안하여 중심부 및 선단에 인서어트를 삽입하여 소음을 제거할 수 있으며,

(라) 대부분 아이(eye)部를 제외한 아래 판들은 길이와 형상이 동일하게 구성되어 있는 경우가 많다.

이러한 스프링을 開發하기 까지는 자원절약(경량화 및 저연비 등)에 관한 수요자의 요구에 直結된 問題로서 自動車 업계에 當면한 重要한 課題가 되고 있다. 따라서 지금까지 계속하여 材料, 工程, 設計的인 측면에서 계속 노력해 왔으며, 最近에는 F.R.P 등의 材料로 전환하여 輕量化로 研究되어 一部 先進國에서는 實用化되기 시작하고 있고, 대원강업(주)에서 F.R.P 판 스프링을 개발하여 실차 시험 중에 있다.

(3) 테이퍼 스프링의 특징.

(가) 경량화

접판 스프링을 경량화하는 방법은 應力分布의 均一化와 高應力化하는 두가지 방법이 있는데 應力분포의 均일화에 의한 접판 스프링이 롱 테이퍼 및 파라볼릭 스프링이라 하는 것이다.

이러한 스프링의 輕量化가 가능한 이유로서

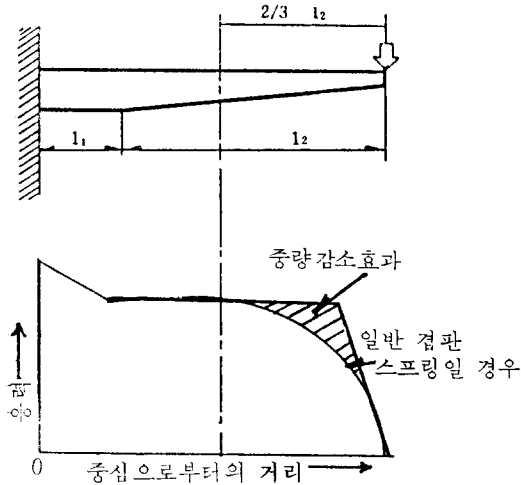


그림 3 테이퍼스프링의 應力 분포

다음 5가지 항목을 들 수 있다.

첫째 : 材料力學的으로 볼때 應力分布가 均一하여 均等強度는 빔이 되도록 設計되어 있다. 따라서 從來의 接판 스프링에 대해 쓸데없는 材料部分이 전혀 없으며, 重量감소 효과는 40~50% 경량화율을 꾀할 수 있다(그림 3 참조).

둘째 : 從來의 接판스프링은 두부강도(eye부) 문제로 母板에 必要以上の 板 두께를 주지 않을 수 없었다. 테이퍼 스프링은 全長에 걸쳐 테이퍼가 공이 可能하므로 그와 같은 제약을 받지 않아도 된다.

셋째 : 테이퍼스프링은 全長板으로 構成되어 있어 중앙 유우볼트 체결되어 있는 스프링으로 적용하지 않은 유효부분에 대한 比率이 從來 接판 스프링에 비해 적다.

넷째 : 枚數가 작기 때문에 일반 接판 스프링에 비해 판간 마찰의 크기가 30~50%以下로 된다. 따라서 動的인 스프링 常數로 극히 작아 짐으로 승차감이 향상된다.

다섯째 : 특수가공 공정인, 應력을 발생시킨 상태에서 쇼트 피이닝(shot peening)을 행하는 스트레스 피이닝(stress peening)을 하고 있다. 그림 4는 스트레스 피이닝과 보통피이닝의 수명을 비교한 예로서 스트레스 피이닝이 피로향상에 큰 효과가 있다고 판명 되었다. 이렇게 함으로써

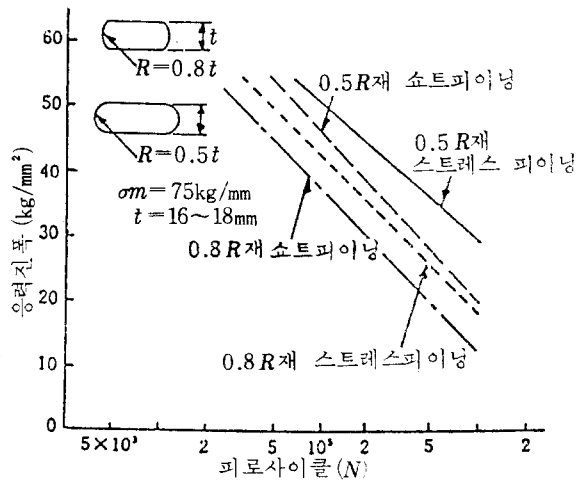
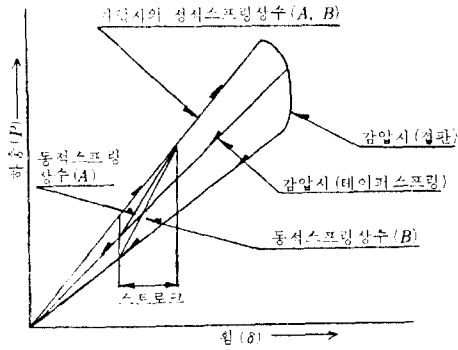


그림 4 재료형상에 따른 S-N 곡선



(A) 테이커 스프링, (B) 종래 스프링

그림 5 정적 스프링 상수와 동적 스프링 상수

최대응력을 90~110kg/mm² 범위의 값을 사용할 수 있게 되었다.

이렇게 되므로 高應力化에 수반되는 와인더 업(wind-up)등으로 대단히 높은 응력발생이 고려되어 영구변형에 대해서도 檢討가 요구되고 있다.

경도를 높게하면 耐久의 上昇과 함께 내영구 변형성을 目的으로 從來부터 행해지고 있는 프리세팅(free-setting) 효과가 보다 커진다. 이러한 이유에서 곱판스프링의 경도는 HB363-444에서 HB388-461로 고경도로 높이고 일부에서는 HB401-461의 고경도로 채택하고 있다. 이제 고경도 實現에는 材料品質 및 열처리技術向上 등이 뒤따라야 한다고 할 수 있다. 脫炭은 鋼의 強度를 低下시킬 뿐만 아니라 各 加工의 쇼트피이닝 효과도 저하시켜 피로수명을 현저하게 저하시킨다.

또한 롱 테이퍼에 의한 中央部의 두께와 선단의 두께差가 심하게 되므로 열처리 조건과 脫炭에 유의 하여야 하며 특히 材質 선정에 유의하지 않으면 안된다.

(나) 승차감 向上과 騒音對策

懸架用 스프링은 自動車의 승차감에 큰 영향을 미치지만 스프링 特性值로는 스프링 定數와 内部摩擦이 있다.

곱판스프링은 코일스프링이나 토오션 바아(torsion bar)와 달리 板과 板이 겹쳐 있으므로 판간 마찰을 일으키고 振動의 감쇠 作用을 하고

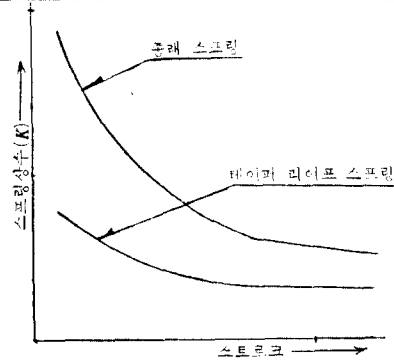


그림 6 대형차용 판스프링의 동적 스프링 상수의 비교

있다. 그러나 板間 마찰은 스프링 작동을 둔화시켜 동적 스프링 정수를 높게 하기 때문에 路面의 요철(凹凸)에 의한 미세한 振動 흡수가 不充分해서 승차감을 해치는 경우가 있고 삐걱거리는 소리가 發生하는 원인이 되고 있다. 이를 爲해 판간 마찰을 감소하는 것이 곱판 스프링에 있어서는 큰 課題가 되고 있어 板間에 인터리프(inter leaf)라는 라이너(liner)를 삽입하는 例가 있다. 각종 판스프링 마찰 및 승차감의 예는 그림 5, 6에 나타나고 있다.

판간 마찰이 감소하면 진동의 감쇠가 不足하게 되지만, 쇼크 압소바에서 그 機能을 보강하는 등 서스펜션의 기능 분리로 승차감 향상에 효과가 있다.

그러나 現狀에서는 쇼크 압소바의 감쇠용량이 작은 또는 맞지않는 차량도 있고 이러한 경우는 진동의 흡수와 감쇠의 兩者를 만족하는 적절한 스프링 定數와 板間 마찰을 갖는 設計가 필요하다. 곱판 스프링의 또 한가지 課題는 삐걱거리는 소음이다.

전술한 바와 같이 판간 마찰이 원인이지만 車外 소음 감소와 같이 차내음도 감소하여야 하므로 스프링을 發生源으로 하는 소음이 크로스 옆 되고 있다. 이상과 같이 승차감이 삐걱거리는 음과 같은 板間 마찰영향을 받지만, 곱판스프링 1枚를 제외하고 必히 판간마찰을 갖기 때문에 板枚數의 감소(이를미면, 高應力化의 研究) 板狀의 改良 및 마찰계수가 적은 樹脂나 고무등의

판간 인서트트가 必要하게 된다.

(다) 防 錆

自動車の 수명연장화, 신뢰성 향상의 요구로 스프링의 輕量化 (高應力化) 指向 및 凍結防止劑 사용등 부식환경 속에서 스프링 부식 피로강도가 크로스 업 하여 防錆力 向上이 강하게 요구되고 있다. 우선 折損된 事例가 아주 적어도 外觀上의 상품 가치면에서 보거나 防錆力 향상 필요로도 강요되어지고 있다.

현재 鉸판스프링에서는 징크리치 (zincrich) 페인트를 塗布하고 있는 것도 많지만 코일스프링이나 토오션 바와 달리 판간 접촉에 의한 도장 부식이 있기 때문에 아직까지 적절한 표면처리법이 정해지지 않고 있다.

(4) 鉸판스프링의 향후 과제

자동차의 수명연장화 승차감 向上, 輕量化의 요구에 의해 F.R.P 스프링도 계속 연구 중에 있지만, 금속스프링도 여러가지 특성을 갖고 있는 스프링의 연구개발이 계속되지 않으면 안된다.

鉸판스프링의 재료는 다른 스프링에 比較하면 그 變化가 적지만 高應力化를 추진하고 있는 現材料로서 고경도화는 한계가 있고 고경도시 인성을 갖는 것과 같은 材料 즉, 경도가 높지 않아도 피로수명과 영구변형에 대하여 고강도의 재료 開發, 열처리 조건의 개선, 방청처리의 개발, 특수 쇼트 피이닝 등이 向後의 연구개발 과제라 생각한다.

2.2 현가 코일스프링(Coil Spring)

(1) 概 要

자동차용 현가 스프링에 쓰여지고 있는 코일스프링에 대하여 近來 數年間에 큰 變化를 보여 주고 있다. 특히 승용차에는 승차감을 향상하기 위하여 스프링을 지금까지의 鉸판스프링에서 거의가 코일 스프링쪽으로 변하였다. 거기에다 유류과동을 계기로 하여 연비절감을 목적으로 自動車部品の 重量減少에 對應하는 현 코일스프링의 輕量化가 강하게 요구되는 데에 도달하고 있다.

이 時期에 현가 코일스프링의 재료는 종전에는 SPS3種(Si 약 1.6%)에서 Si 량이 많은 SPS4

(Si 約 2%)로 바뀌어지고 있다.

스프링의 輕量化 및 高應力化에 따른 기술적인 문제는 材料의 피로특성은 물론 스프링의 피로특성을 억제하는데 있다. SPS3에서 SPS4로의 변경에 따른 Si 량의 增加는 Si에의 固溶強化를 저조하게 하는 것이다. 이러한 과정에서 스프링의 경량화가 진행되면서 V 라든가 Nb를 添加한 新스프링 鋼이 開發되었기에 이르렀다. 또 그간에는 자동차의 專體重量의 輕減에도 대폭적인 進歩를 보인 결과 현가 코일스프링 線徑은 작아지고 거기에 수반하여 냉간성형 스프링 領域의 一部에도 들어가고 있다. 또한 材料內의 非金屬 介在物의 영향이 피로특성에 크게 영향을 미치고 있어 제강에도 많은 기술을 要하고 있다.

한편, 자동차의 승차감과 현가 스프링은 밀접한 관계가 있고, 鉸판스프링에서 코일스프링으로 변한 후에도 계속하여 強力한 개선을 요구하고 있다. 자동차의 積載量에 관계없이 승차감을 一定하게 하는 要求는 以前부터 있었지만 여기에 대응하기 위하여 스프링에 非線形 특성을 부여하는 것이 가능하게 되었다.

이 움직임에 대응하여 線材의 테이퍼가공에 關係하여 기술적인 진보를 볼 수 있었다. 또 현가 코일스프링의 피로에 대하여는 부식에 의한 피로수명 저하가 문제로 도장 수준의 향상과 재료의 韌性向上에 有意가 주목되고 있다.

(2) 輕量化

현가 코일스프링의 경량화는 스프링의 高應力化에 의해서 達成되었다. 종래에는 스프링의 사용 최대 응력이 100kg/mm²이하에서 사용되어지고 있다가 근래에는 110kg/mm²까지 開發되어져 사용되어지고 있으며, 앞으로 120kg/mm²스프링에 대해서도 연구가 활발히 진행되어지고 있다.

고응력 스프링 대응책으로서는

첫째 : 新材料 개발에 대한 연구(피로수명 및 영구변형 향상)

둘째 : 製造工程에 관한 연구(硬度, 쇼트 피이닝, 온간 피이닝, 히이트 세팅 등)

셋째 : 設計분야에 관한 연구

넷째 : 사용기계에 관한 대응책 등

이상 4가지로 요약할수 있으며, 이러한 분야에 연구는 계속 활발히 진행되고 있다. 여기에서 材料에 대한 高應力 대응책인 SRS60 재료에 대하여 소개해 보면,

내영구 변형성이 뛰어난 SRS60 材料開發은 자동차 메이커에서는 車輛의 연료비 절감이 요망되어지고 있으며, 특히 승용차에 있어서는 더욱 활발하여 차체를 지지하는 썬스펜션 코일 스프링의 경량화가 요망되어 이를 위해 스프링강의 내영구 변형성 개선이 중요시 되고 있다.

日本 및 우리나라에서는 스프링강으로 JIS SUP7 및 SAE9254 등이 사용되고 있으며, 일본의 경우는 SUP7 종이 널리 사용되고 있으며 우리나라에서는 SAE9254 가 많이 사용되고 있다.

스프링 강종에서 SUP7 종이 가장 내영구성이 우수하다고 말하고 있으나 SUP7 보다 더 영구 변형성이 뛰어난 썬스펜션 스프링강의 開發이 요망되고 있었다.

썬스펜션 코일스프링은 용도, 성격상 변동하중이 부하되는 것으로서 영구변형성 뿐만아니라, 기존 강종과 동등이상의 내피로성도 필요하고 있고 또, 썬스펜션 스프링은 퀀칭 및 템퍼링

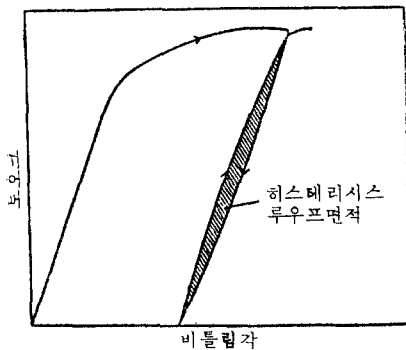


그림 7 비틀림 히스테리루우프 시험계략도

처리 되나 밸브 스프링과 같은 細線스프링과는 달리 비교적 太線이기 때문에 소입성도 썬스펜션 스프링강에서 요구하는 중요한 인자라고 생각한다.

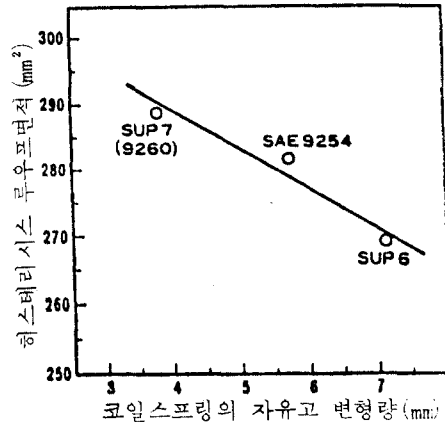
이상과 같은 관점에 따라 내영구성이 미치는

화학적성분의 경향을 명확하게 하고 다음에 그 결과에 따라 내영구변형성이 뛰어나고 내피로성 및 燒入性까지도 구비한 新鋼種 SRS60(SAE resistance spring steel)을 개발하였다.

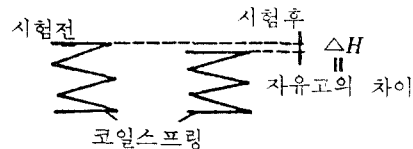
(가) 개발과정

SUP7 보다 耐영구성이 뛰어난 新鋼種을 開發하기 위하여 먼저 耐영구성에 영향을 미치는 合金元素(Si, Cr, V, M)의 경향을 調査 하였다.

시험의 基本成分으로서 C=0.6%, Mn=0.45%로 하였고, 또 Si는 脫炭에 關連된 성분이기 때문에 SUP7의 Si 량 2%이하의 範圍에서 실험하였다. 코일스프링의 내영구변형성 평가에는 실제의 코일스프링 제작과 장시간 시험 기간이 필요하다.



(a)



(b)

그림 8 (a) 스프링강의 변형결과와 히스테리 루우프 시험 결과
(b) 자유고의 差異

영구변형성의 보다 간단한 評價方法으로서 비틀림 히스테리 루우프법을 제창하였다. 이 방법에 의하면 그림 7에서 표시한 바와 같이 試驗片

에 어떤 角度까지 부하를 주었을때 그러지는 히스테리 루우프의 면적이 클수록 내영구변형성이 뛰어나다고 말한다. 여러가지 강종에 대하여 실험을 하여 그것을 실증하고 있다. 기존 스프링 강을 써서 豫備試驗한 結果 그것의 필요성이 확인 되었으므로 (그림 8) 本 實驗에서는 燒入과 뜨임에 의한 정도를 調整한 시험편을 써서 비틀림 히스테리 루우프법에 의해서 얻어지는 히스테리 루우프 面積을 測定하여 그것의 크기에 따라 내영구 변형성을 評價하였다.

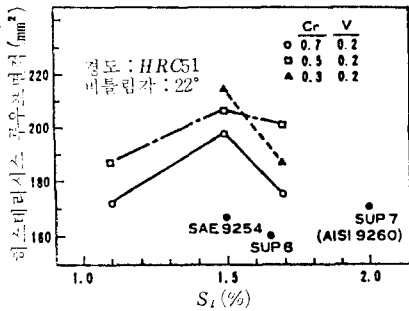


그림 9 Si-Cr-V 鋼의 히스테리 루우프 면적에 미치는 Si 및 Cr 양의 영향

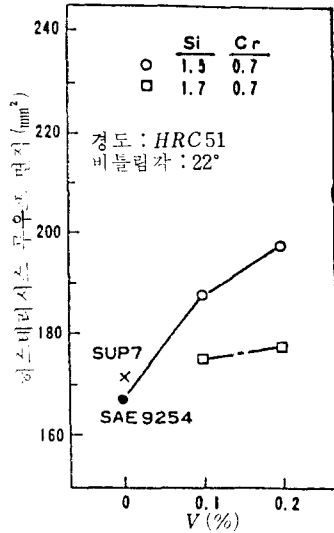


그림 10 Si-Cr-V 鋼의 히스테리 루우프 면적에 미치는 V 양의 영향

Si-Cr-Mo 및 Si-Cr-V 系의 鋼을 試作하여 내영구변형에 미치는 Si, Cr, Mo, V의 영향을 調査한 結果 Si-Cr-V 계가 가장 영구성이 뛰어나고 있다는 것을 알고 Si-Cr-V 강에 대하여 最適成分 組成을 決定하기 위하여 다시 상세하게 실험하였다.

히스테리 루우프 측정결과를 그림 9와 그림 10에 표시하였다. Si-Cr-V 鋼은 既存 鋼種中 가장 내영구변형성이 뛰어난 SUP7보다 더욱 耐영구 변형성이 뛰어난다는 것이 인정되었다. 實驗範圍內에서는 그것 중에서도 1.5% Si-0.3% Cr-0.2%V 鋼이 가장 영구변형성이 뛰어났으나 燒入性 耐脫炭性を 考慮하여 Cr 量을 0.5%로 하여 最終적으로 Si-Cr-V 系의 신강종 SRS60의 化學組成을 표 1과 같이 決定하였다.

표 1 Si-Cr-V 系 신강종의 化學組成 (%)

C	Si	Mn	Cr	V
0.6	1.5	0.5	0.5	0.2

SRS60이 SUP7과 비교하여 내영구변형성이 우수하다는 것은 오오스테나이트 結晶粒 微細化 效果, 炭化物의 微細 析出效果에 의한 것이라고 생각된다.

(나) 중요한 특징

첫째 : 스프링에서의 내영구변형성

스프링재원 : 선경 $\phi 9$, 중실경 84.9
유효편수 5.5권 점수 1.95kg/mm
시험조건 : 72시간 재결, 상온

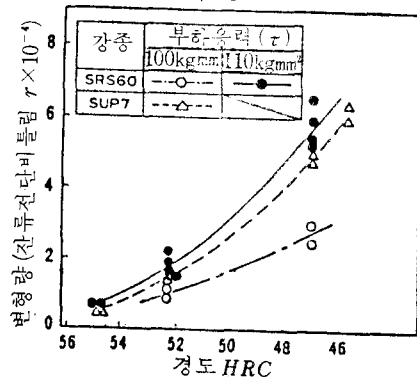


그림 11 코일스프링의 영구변형시험 결과

그림 11에 SRS60과 비교하는 既存鋼 SUP7의 스프링으로서의 영구변형 시험결과를 표시하였다. 영구변형량은 잔유선으로 표시하고 數値가 클수록 영구변형량이 크다. 스프링의 잔유선은 소재의 경도 및 負荷應力에 依存하나 同一負荷應力으로 比較하면 SRS60은 SUP7보다도 내영구변형성이 뛰어나고, SRS60은 負荷應力 110 kg/mm²에서의 내영구변형성은 SUP7의 응력 100kg/mm²에서의 영구변형량과 거의 同等하여 스프링의 高應力 設計가 可能하다는 것을 나타내고 있음.

둘째 : 耐疲勞性

鋼材의 피로강도는 주로 그것의 경도(인장강도)에 의존하고 있음은 잘 알려져 있다. 피로파괴의 기점은 通常 表層部에 있음으로 특히 表層部の 경도가 중요하게 된다. 그러므로 表層部の 경도저하를 초래하는 表面脫炭을 방지하는 것이 특히 중요하게 된다. 脫炭은 鋼의 성분조직에 크게 의존하게 됨으로 SRS60의 耐脫炭性을 조사 하였다. 그림 12에서 SRS60에 함유한 Si-Cr-V 鋼과 비교하기 위해 쓰인 기존鋼은 900°C로 加熱後 空冷하여 脫炭깊이를 測定한 결과를 C의 함유량 計算値로 整理하여 표시하였다.

그림에 의하여 명확한 것과 같이 脫炭깊이는 C의 함유량과 매우 깊은 相關關係가 있어 C의 함유량이 증대할 수 있도록 脫炭量이 증가하고 있다. SRS60(1.5Si-0.5Cr-0.2V)은 SUP7에 비해 耐脫炭性이 뛰어나고 그 이유로서는 C의 함유량을 높이는 Si량이 SUP7에 비해 적은 것과 C의 함유량을 낮추는 Cr, V가 添加되어 있다고 생각된다.

또한 스프링에서의 疲勞試驗의 예로서 기존스프링 鋼種에서는 가장 耐疲勞性이 우수하다고 생각되는 SAE9254와 新鋼種 SRS60으로 스프링을 製造하여 피로시험으로서 比較를 한 結果 SRS60쪽이 耐疲勞性이 뛰어나 스프링의 高應力 設計가 可能해졌다는 評價를 사용자측으로부터 받고 있다.

셋째 : 燒入性

SRS60의 燒入性は 既存의 SUP7과 거의 동일하며 써스펜션 스프링으로서 충분한 燒入性을 가지고 있다.

네째 : 기 타

既存의 SUP7에 비해 熱間壓延後의 연성이 양호함으로 2次 加工性이 양호하다.

(다) 效 果

上記의 내용과 같이 뛰어난 내영구변형성 내피로성을 갖춘 SRS60은 既存鋼과 비교하면 重量化면에서 거의 15~30% 써스펜션의 輕量化를

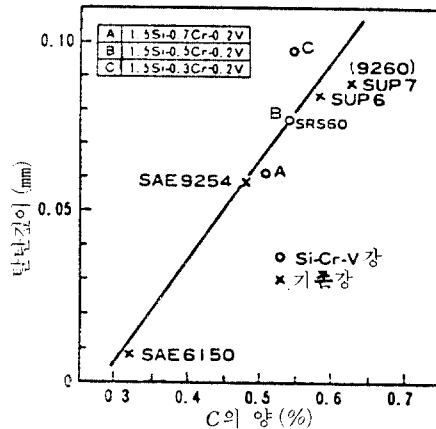


그림 12 脫炭깊이와 C의 量과의 關係

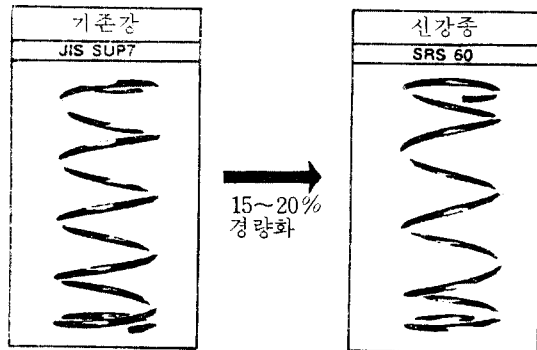


그림 13 코일스프링의 輕量化 例

可能하게 하여 자동차의 중량감소에 효과가 있어 國內外로부터 높이 評價되어지고 있는 강종이다. 써스펜션 스프링의 輕量化의 例를 그림 13에 표시하였다.

앞에서 설명한 것과 같이 현가용 코일스프링의 高應力化에는 피로와 영구변형에 대한 고려

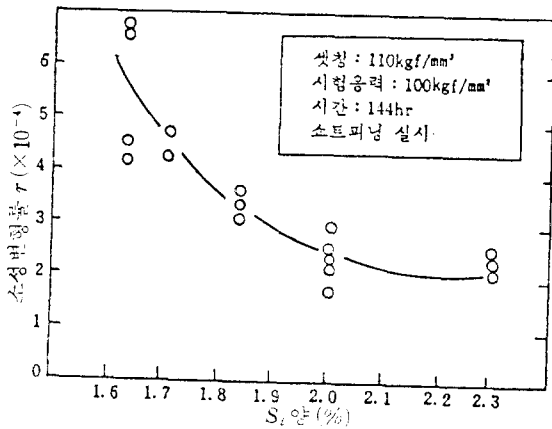


그림 14 Si 첨가에 따른 영구변형 방지 효과

가 필요로 하지만 실제에는 영구변형의 허용 수준이 設計 應력을 결정하고 있는 것이 실상이다. 따라서 현가 코일스프링의 輕量化에는 영구변형을 억제하기 위한 기술적인 方策을 필요로 한다.

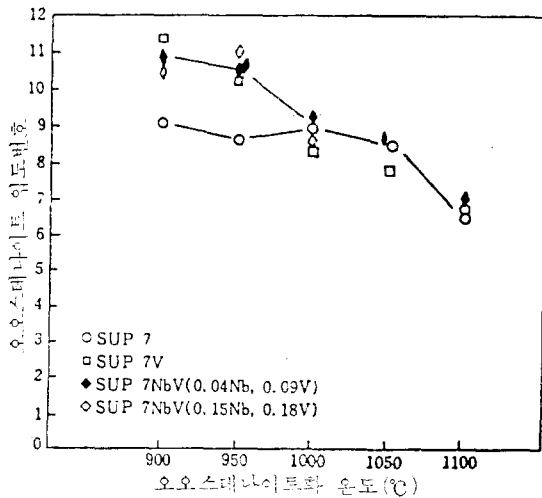


그림 15 Nb와 V첨가에 의한 결정립 미세화

영구변형의 현상은 스프링강의 템퍼링조직(소브라이트조직 : 템퍼링 마르텐사이트+탄화물)중에 있어 전위의 이동에서 설명되어지지만 구체적으로는 材料의 탄성한도(내력)를 향상하는 것과 같은 固溶強化, 析出強化, 結晶粒의 微細化 등이 내영구변형성에 利用되고 있다. 固溶強化에

Si의 添加가 有效하다고 볼 수 있다. 그림 14에 나타난 것과 같이 Si 량과 내영구변형성의 사이에 관계가 인식되어지고 있다.

한편, V라든가 Nb를 첨가하여 析出強化와 結晶粒의 微細化를 응용한 스프링강도 쓰여지고 있고, 그림 15에 나타난 것과 같은 효과가 觀測되어지고 있다.

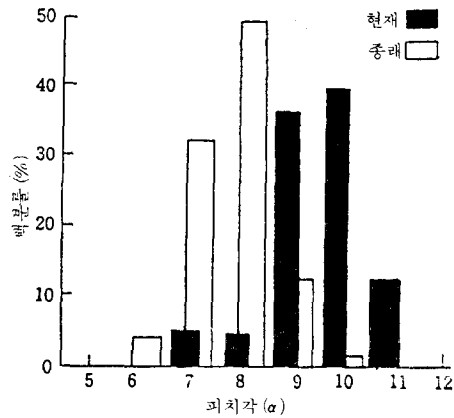


그림 16 피치각(α)의 영향

선경이 세경화와 더불어 종래의 열간성형 스프링에서 냉간성형한 후에 브루인 처리한 스프링도 자동차용 현가 스프링으로 一部の 자동차에 쓰여지고 있다. 따라서 SAE9254 및 그것과 대등한 재료, V等を 첨가한 오일템퍼선이 쓰여지고 있다.

최근 승용차에 있어 전륜구동화는 현가코일스프링의 영구변형에 대하여 까다롭게 요구하게 되고, 이것을 해결하기 위해 특수방법의 셋팅으로 미리 스프링에 충분한 塑性변형을 주어 영구변형을 억제하는 方法도 一部에서 적용되고 있다. Si-Mn系의 스프링鋼이 아닌 Mn-Cr系 材料를 사용하고 있는 歐美에는 以前부터 적용하고 있지만, 코일스프링의 自由長不良 및 同心度 불량 문제가 있어 實用化에는 엄중한 관리를 필요로 한다.

이러한 현가 코일스프링의 경량화에 수반하여 發生한 새로운 문제로 卷數의 減少에 따른 피치각의 增大가 일어났다. 그림 16에서 近來數年에 걸쳐 피치角의 推移를 나타내고 있지만 最近에

는 피치角이 10度 가까운 것이 많은 것으로 나타나고 있는 것을 알 수 있다. 피치각이 크게 되면 종래의 피치각의 영향을 無視한 計算으로 求한 以上の 應力이 發生하고, 이 附加應力이 20kg/mm^2 이 넘는 경우에는 耐久性과 영구변형에 미치는 영향을 無視할 수 없는 狀況에 있다.

이것을 위해 最近에는 設計할 때 유한요소법 등을 써서 精密한 計算을 하는 例가 늘어나고 있다.

또한 차량의 고급화로 아주작은 소음까지도 문제로 대두되고 있어 코일스프링에서도 권수끼리 닿는 소음제거를 위해서 각 권수의 피치를 조정하여 부동피치화 되어가고 있으며, 좌권부의 소음을 없애기 위해서 피치각을 급경사(α 각)로 제작되는 추세로 진행되어 가고 있다. 그림 17은 좌권부의 리드전개도를 예로서 그려놓은 것이다.

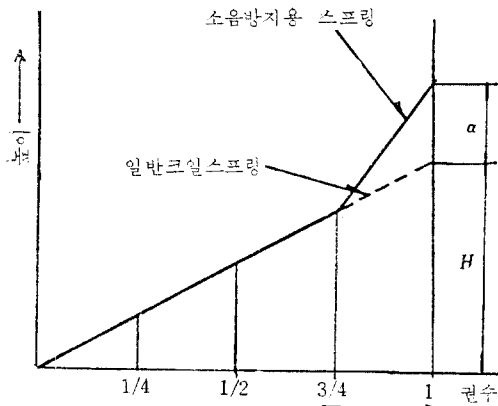


그림 17 스프링 피치선도

또한 일반적인 스프링에서 소음을 제거하기 위하여 우레탄 호수를 삽입하는 경우도 볼 수 있다.

또, 최근에는 空氣抵抗을 고려한 승용차의 設計로 현가 스프링에 對하여 새로운 제품이 개발되어지고 있다.

자동차의 주행시의 空氣抵抗을 떨어뜨리기 위하여, 유선형의 모양과 같이 하여 스프링이 차지하는 공간을 적게 하면서도 간결화(compact화)하는 것을 輕量化와 병행시킬 필요가 있다.

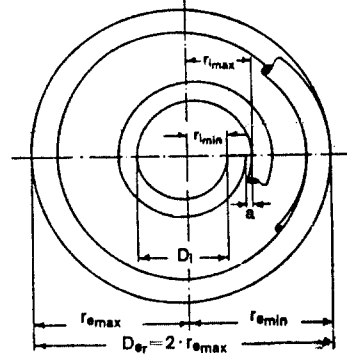
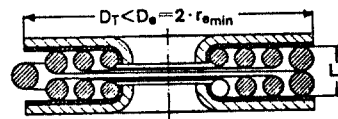
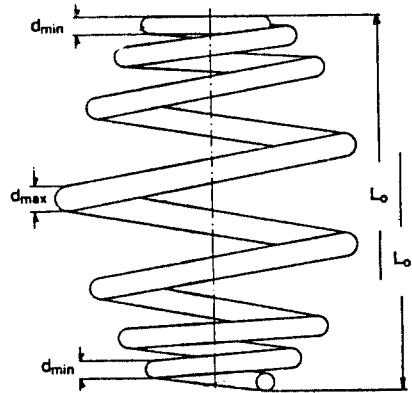


그림 18 계란형 코일스프링

이러한 스프링의 형상은 그림 18과 19에 표시되어 있다.

(3) 乘車感

자동차의 승차감은 결정적으로 현가 스프링만에 의한 것은 아니지만, 적어도 乘員이나 積載量에 관계없이 一定한 승차감을 유지하는 것이 以前부터 요구되어지고 있었다. 그래서 特別히 승용차용의 경우에는 그 쓰여지는 쪽이 국민생활의 多樣化와 같이 변화하는 동안에 테이퍼 소재 코일스프링의 계란형 (그림 18)과 원추형(그림 19) 등, 이를테면 非線型 特性을 갖는 현가 스프링이 採用되어지고 있다. 테이퍼 소재 코일스프링은 素線徑을 테이퍼화 하므로써 스프링 定數

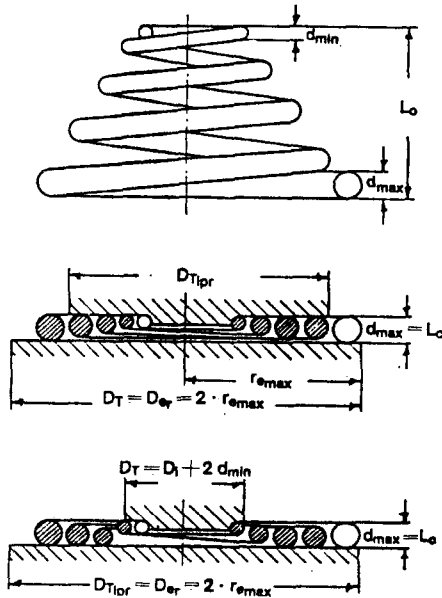


그림 19 원추형 코일스프링

를 연속적으로 변화시킬 수 있지만, 그때 선단의 線徑이 작은 부분은 순차적으로 그 다음 코일권의 素線에 닿는 接觸音의 發生을 피할 수가 없다. 한편, 미니 블록(mini bloc) 테이퍼 소재 코일 스프링의 경우는 스프링의 힘에 따라 先端 권부에서 순차적으로 內側에 들어가기 때문에 접촉음을 피하고 密着長도 減少하며 코일스프링의 간결화 및 스트로크를 增大하는 效果를 發揮한다(그림 18, 19 참조).

테이퍼코일로 하는 경우 재료는 미리 테이퍼 가공시키지만 加工은 현재 切削, 壓延, 또는 재료 長方向의 가열온도 分配를 다르게 하여 引長 하므로서 線을 테이퍼로 加工하는 방법도 活用되고 있다.

절삭경우에는 切削性을 確保하기 위하여 열간 압연에 연구를 요하며 경우에 따라서는 압연 후 어니일링을 실시한다. 또는 온도구배를 주어 인장하는 방법에는 材料 組性의 均일성이 要求되어지는등, 製鋼性의 配慮도 필요로 하고 있다.

(4) 懸架 코일스프링의 防鏽

현재 코일스프링은 路面으로부터 물이나 염수

분에 의하여 부식작용을 받는다. 현재 스프링의 부식은 凍結防止를 위하여 염분을 散布하는 地域에서 현저하지만, 부식을 받으면 재료 표면에 많은 부식흔이 있어 耐久 수명은 현저하게 저하된다. 또 부식 피트가 존재하는 경우의 수명저하는 스프링의 경도가 높을수록 현저하다. 이것은 경도의 增加에 수반하여 韌性值의 低下와 一致하고 있다.

현재까지는 耐蝕性이 높은 재료는 희망하지 않지만 스프링을 부식으로부터 보호하기 위하여는 부식방지를 위한 塗裝을 필요로 한다.

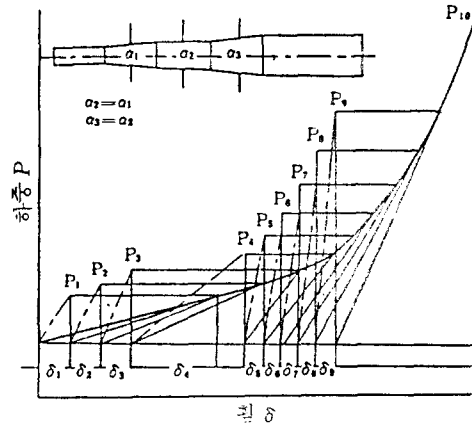


그림 20 비선형 특성곡선(테이퍼재료)

현재 최선의 방법으로 실시하고 있는 차량의 도장은 인산 아연화 처리의 카치는 引長이 있다. 강한 방청력이 있는 카치는 引長은 현재 스프링의 경우에는 水素脆性의 염려 때문에 적용하지 않고 있다. 그러나, 최근 자동차 부품에 대한 방청처리는 캐나다 규격에 나타나듯 엄격하게 규제하므로 스프링에 대해서도 粉體塗裝을 實施하고 있다.

(5) 앞으로의 課題

최근 카아 일렉트로닉(car electronic)이라는 이야기를 많이 듣고 있는데, 현재 코일스프링 주변에도 電子制御의 파도가 밀려들고 있는 현상이다. 현재 코일스프링이 그것에 對抗하기 위하여는 品質面外 特性面에도 一段階 높은 것을 必要로 하고 있다.

輕量化에 대하여는 이제는 재료면으로는 限界

에 가깝게 왔으므로 남은 분야로는 쇼트 피이닝 이외의 表面處理에 대한 피로특성, 내식성의 개선이 思料된다. 또 스프링으로써 高應力을 받는 것은 스프링 一部分으로 他部分에서는 아직 餘裕가 있기 때문에 設計面으로 應力을 스프링 全體에 걸쳐 均등하게 하는 方向으로 技術開發이 남아 있다.

또 영구변형에 對하여도 實際로 車高低下가 생겨서 현가 스프링의 온도가 60~80°C가 되는 경우도 고려해야 하므로, 그 方面에도 검토가 필요하다.

최근에 승차감에 關하여는 今後 他的 電子制御 部品과의 組合되어 사용되는 것이 많아질 것으로 思料되므로 그때에는 지금보다도 더 치수程度가 要求되어질 것으로 思料되어 진다.

참 고 문 헌

- (1) 新倉他, 1979, はね論文集, 第24號, p. 4
- (2) 小曾根他, 1982, はね論文集, 第25號, p. 25
- (3) 齊藤他, 1984, はね論文集 第29號, p. 63
- (4) 浜野他, 1984, はね技術研究會, 昭和59年度 秋期講演會, p. 23
- (5) H. Kawakami, Y. Yamada, S. Ashida and K. Shiwaku, 1982, SAE Transactions, Vol. 91, p. 464
- (6) 川上平次郎, 山田凱朗, 芦田眞三, 大城毅彦, 塩飽 潔, 1982, 神戸製鋼技報 R & D, Vol. 32, No. 3, p. 71
- (7) S.T. Furr, Trans. AIME, 1-Met-T, p. 1

—韓 · 日 共同 振動學術會議—

—KSME/JSME Vibration Conference '87—

일 시 : 1987 년 8 월 25 일 ~ 27 일 (3 일간)

장 소 : 한국과학기술원

- 분 야 :
- Machine Dynamics
 - Vehicle Dynamics
 - Vehicle Dynamics
 - Instrumentation; Sensors and Actuators
 - Modal Analysis
 - Time Series and Discrete Control
 - Dynamic Reanalysis
 - Diagnostics/Signature Analysis
 - Signal Processing
 - Dynamic Reanalysis
 - Simulation and Modelling/Identification
 - Vibration Isolation
 - Vibration Monitoring and Control
 - Other Applications in Vibration

초록마감 : 1987 년 5 월 1 일

※ 본 학술회의는 한국과 일본뿐 아니라, 중공, 싱가포르..... 등 동남아 제국에서 참여할 것으로 예상되며 해외논문부문(영어)과 국내논문부문(한국어)으로 나누어 진행할 예정입니다. 가급적 많은 회원이 해외논문부문에 참여하여 주시기 바랍니다. 기타 자세한 것은 서울대학교 기계설계학과 李長茂교수[전화번호 877-6141 (교) 3484] 또는 한국과학기술원 기계공학과 朴潤植교수[전화번호 967-8801 (교) 3622]에 문의 바랍니다.