

타이어 補強用

스틸 코드의 接着力向上

韓國科學技術情報센터

特許情報部

成 基 泰

1. 一般의 事項

近年 高速道路의 發達에 따라 타이어의 高速 耐久性 및 高速安全性을 높이는 問題가 크게 要 望되게 되었다.

타이어의 高速耐久性은 主로 走行中 反復變形에 의한 고무의 力學的 損失이 熱로 變換되고, 그 熱에 의한 나이론 코드의 溶融, 고무의 熱老 化, 熱分解等を 起點으로 하여, 타이어의 骨格에 相當하는 플라이 또는 브레이크 間에 剝離를 일으키고, 結局에는 타이어를 破壞로 誘導하여 타이어事故中 가장 危險性이 높은 事故을 發生케 하는, 아주 重要한 타이어特性中의 하나이다.

이 타이어의 高速耐久性을 向上시키는 基本的 方策으로서는 發熱을 적게 하고 放熱을 좋게 하 며, 材料의 耐熱特性을 向上시키는 것 등이라 할 수 있다.

이러한 要望을 充足시켜 주기 위하여 스틸 코 드를 使用한 스틸 타이어가 出現하게 되었는데, 시틸 타이어는 一般타이어에 比하여 대단히 優秀한 高速耐久性을 發揮하기는 하지만 基礎試驗에 서 期待되는 高速耐久性에는 역시 미치지 못하 는 것으로 생각되고 있다.

이와 같은 面에서 고무와 高度의 接着水準을 維持함과 同時에 屈曲時 素線間의 摩擦에 의한 磨 耗과 發熱을 最小限度로 하는 方法이 必要하게 되는데, 本發明特許에서는 그 中에서도 가장 基

本的이라 할 수 있는 고무-金屬의 接着에 重點 을 두어 記述코자 한다.

加黃에 의하여 고무와 金屬을 接着시키는 方 法은 有用性 및 經濟的인 面에서 아주 有利하기 때문에 工業的으로 많이 利用되고 있으나 工程 上 水分調節困難이라는 品質管理上 甚 많은 問題 點을 隨伴하고 있다. 金屬材에 未加黃고무를 接 触시키고 加黃할 때에 兩者의 界面에 水分이 存 在하면 加黃初期에 金屬材와 未加黃고무 中에서 發生하는 物質間에 化學反應이 일어나고, 界面 에 硬하지만 부서지기 쉬운 反應生成物의 薄膜이 생기며, 계속된 고무의 加黃反應時 架橋가 일어 날 金屬材는 反應生成物에 의하여 被覆되어 고 무와 金屬材가 結合하는 데에 障礙가 일어나게 된다.

金屬材와 未加黃고무間의 水分介在는 主로 未 加黃고무側에 起因하기 때문에, 兩者의 接着强 度は 加黃直前의 未加黃고무에 含有되어 있는 水 分量에 의해서 左右된다.

本 發明者들의 研究結果에 의하면 未加黃고무 中 水分이 0.5%(重量)를 넘으면 接着低下가 시 작되고, 1%(重量)를 넘을 때에는 急激한 低下 가 일어난다.

따라서 이 水分을 調節하기 위해서는 原料고 무 및 配合고무 中의 調濕은 물론, 고무의 素練 -混練-캘린더링-成型-加黃에 이르는 全工程 에서 除濕해야 되므로 많은 努力과 附屬設備가 必要하게 된다.

2. 發明의 詳細한 說明

本發明은 改良된 接着性 特히 生 고무 및 고무藥品中 水分의 變化와, 製造工程中 濕度에 의하여 未加黃고무가 水分變動의 影響을 받지 않고 均一한 接着性을 發揮하는, 金屬材(여기서 말하는 金屬材는 黃銅, 鐵, 鐵合金, 亞鉛, 알루미늄, 靑銅)와 고무의 새로운 接着方法에 관한 것이다.

가. 金屬材와 고무의 接着

金屬材와 고무間의 接着에서 水分의 影響에 對한 問題는 週期律表의 第4族에서 選擇한 金屬元素를 고무와 接着시킬 金屬材의 表面에 適當히 被覆시킴으로써 解決될 수 있다. 이 週期律表 第4族元素의 作用메카니즘은 아직 確實하지는 않지만, 金屬材와 未加黃고무가 接한 界面에 水分이 介在하여 生成하는, 즉 接着에 有害한 反應生成物은 加黃初期에 發生하는데, 이 時期에서 表面에 被覆된 第4族元素가 金屬材原狀態를 保護하여 反應生成物の 生成을 防止한다. 그리고 그 다음의 金屬材原狀態와 고무의 接着反應時 第4族元素는 고무 중으로 徐徐히 擴散되어 接着反應을 妨害하지 않는 것으로 생각되고 있다. 다시 말하면 고무중에서 介在하는 水分의 影響力이 큰 加黃의 初期段階에서 金屬材를 水分으로부터 보호하고, 이 보호층을 形成하는 金屬元素는 金屬材와 고무가 實質的인 結合을 할 段階에 고무중으로 擴散하여 金屬材와 고무가 接觸할 場所를 새로히 提供함으로써 水分에 의한 影響을 받지 않고 安定하고 強力한 金屬-고무의 接着를 達成한다는 것이다.

使用되는 金屬材로서는 黃銅, 鐵, 鐵合金, 亞鉛, 알루미늄, 靑銅等이다. 그 중에서도 黃銅은 使用條件이 苛酷한 動的用途에 대하여 優秀한 接着特性을 나타내기 때문에 많이 使用되고 있다. 스틸 타이어의 경우 대개 黃銅鍍金을 하게 되는데, 그 黃銅層두께는 0.1μ 이상이 바람직하며 더 高度의 接着力을 얻기 위해서는 0.2μ 이상이 效果的이다. 黃銅의 組成은 銅 90~60%(重量), 亞鉛 40~10%(重量)가 適當하다. 銅이 90% 以下, 亞鉛 10% 以上이 되면 硫黃에 對한 親和성이 適

當하게 되고, 接着作業이 容易하게 되며 銅이 60% 以上, 亞鉛 40% 以下이면 β 型의 合金組織이 적기 때문에 金屬材의 加工이 쉽게 된다. 黃銅鍍金의 母材(Base Metal)는 特別한 制約은 없지만, 鐵 또는 鐵合金이 鍍金의 容易性, 複合體로서의 要求性能 및 價格等の 面에서 많이 使用된다. 金屬材(스틸 코드에 鍍金한 黃銅)를 被覆하기 위하여 使用되는 週期律表의 第4族에 屬하는 金屬元素로서는 Sn, Pb, Ti, Zr, Hf 및 Ge 등이 있다.

이러한 金屬元素는 그 表面이 酸化되어 酸化被膜이 形成되면 接着레벨의 安定化가 損傷되기 때문에 酸素에 對한 親和성이 큰 金屬元素의 경우는 表面被覆作業時 注意하는 것이 좋다. 이러한 觀點 및 經濟性的 面에서 본다면 Sn이 가장 適合하고 그 다음으로 Pb, Ti 이다.

나. 金屬元素의 被覆方法

通常 使用되는 被覆方法으로서 水溶液中에서 이온交換을 開始反應으로 하여 第4族金屬을 折出시키는 化學鍍金法, 電解質溶液中에서 金屬材를 陽極으로하여 第4族金屬을 折出시키는 電解鍍金法, 第4族金屬을 熔融시키고 그 중에 金屬材를 넣고, 表面에 附着시키는 熔融鍍金法 등이 있다. 이 경우 方法選擇의 基準으로서 重要的 것은 折出된 第4族金屬層의 緻密性으로, 이것이 아주 緻密하면 金屬材와 未加黃고무를 加黃結合시킬 때 界面에 介在하는 물에 對하여 강한 抵抗性을 나타내지만 重要的 接着反應에 對해서는 妨害作用을 하는 경우가 있다. 이러한 平衡에 有利한 方法이 바로 化學鍍金法이라 할 수 있다.

이 化學鍍金法에서는 錫의 水溶性鹽, 예를 들면 鹽酸鹽, 黃酸鹽等을 酸性水溶液中에 녹인 것에 黃銅鍍金을 한 鋼線을 浸漬한다. 이 溶液中에는 酸에 대한 Inhibitor 및 電位變更劑로서 티오우레아를 加한다. 酸性浴에 의한 化學鍍金法과 똑같이 알칼리性浴에 의해서도 第4族金屬을 折出시킬 수가 있으나, 알칼리性浴에 의하여 折出시켰을 때는 金屬元素가 表面酸化를 받기 쉬우므로 接着力이 低下하는 傾向이 있다. 그래서 一般的으로 酸性浴에서 處理하게 된다.

浸漬處理後의 金屬材는 水洗에 의하여 餘分の 酸 및 Inhibitor를 除去하게 되는데 工業用水에 數秒浸漬시킴으로써 達成될 수 있다. 水洗後 金

屬材의 乾燥는 꼭 必要치 않아, 濕한채로 未加黃 고무와 接觸하여도 接着力은 實質的으로 低下하지 않는다. 그러나 處理金屬體를 空氣中에 露出하여 高溫·高濕度中에 長時間 放置하면 被覆된 週期律表 第4族元素가 酸化되어 接着反應의 低下가 일어날 경우가 있다.

金屬材에 被覆하는 金屬元素의 量은 通常의 條件下에서 接着界面(Base Metal) 1m²當 0.01~1.00g이 適當하며, 더 效果의이기 위해서는 0.04~0.4g이 좋다. 이때 金屬元素의 量이 너무 적으면 保護作用이 低下하고 너무 많으면 接着反應에 防害가 되므로 注意하여야 한다. 上記範圍內에서 未加黃고무에 含有된 水分量에 따라 第4族金屬의 量을 調節해 使用하면 金屬-고무系의 接着에서 從來에 볼 수 없었던 아주 強力한 接着을 얻을 수 있다.

3. 實施例

고무補強用 스틸 코드로 使用되기 위해서는 고무와의 優秀한 接着性뿐만 아니라 摩擦에 대한 安定性도 必要한 條件이 된다.

그래서 本 實施例에서는 ① 吸濕狀態의 고무와 強力한 接着성을 갖는 方法, 즉 보통 使用되는 黃銅鍍金된 스틸 코드에 週期律表 第4族元素에서 選擇한 金屬元素를 얇게 被覆하여 그 要求條件을 滿足시키는 方法(實施例1~8)과 ② 耐疲勞性, 耐熱特性, 耐摩擦性 및 優秀接着성을 주기 위하여 黃銅鍍金된 鋼線을 2本以上 撚線하기 以前에 그 鋼線의 表面을 錫으로 鍍金하고 伸線하는 方法(實施例 9~10)을 取扱한다. 여기서의 錫鍍金時期는 黃銅鍍金을 한 후부터 最終伸線하기까지의 사이이다. 바람직한 錫鍍金量은 最終伸線後에서 黃銅鍍金한 鋼線의 表面 1m²當 0.01~1.00g이며, 더욱 效果의으로는 0.04~0.4g이다. 鍍金段階에서는 다이스 통과중의 損失을 고려하여 10~50%(重量) 程度 많이 鍍金하는 것이 좋은 結果를 가져 온다.

가. 實施例 1

鹽化第一錫二水鹽 0.5g, 티오尿素 10g, 黃酸 1g을 물에 溶解하여 이것을 處理液으로 하였다. 金屬材로서는 타이어用 스틸 코드 J9+1〔構造 ;

(1×3×0.20+6×1×0.38)+1×0.15, 7/3黃銅鍍金, 鍍金附着量 6g/1kg 코드)을 使用했다. 이 코드를 上記處理浴에서 室溫으로 30分間 浸漬한後, 흐르는 水道물에 約 2分동안 洗滌하여 赤外線램프로 乾燥시켰다. 이렇게 하여 얻어진 處理 코드는 光澤狀의 金屬灰色을 띄고 있다.

使用한 未加黃고무의 配合比는 다음과 같다.

	重量部
天然고무	100
FEE 카아본 블랙.....	50
亞鉛華	7
硫黃	3
N-사이클로헥실 벤조티아질.....	0.5
셀렌아마이드	
페닐-β-나프틸아마인	1
알킬페놀樹脂	5
나프텐酸코발트...	3

水分레벨이 다른 加黃고무를 만들기 위하여 混練後 로울上에서 물을 加하였다. 金屬材와 接觸시킬 때의 水分量은 가스크로마토그래피(島津 GCIC型)와 揮發減量으로부터 求했다. 이 結果는 後에 記述할 데이터表에 併記되어 있다. 未加黃고무를 롤링한 後 約 2mm의 시이트로 만들어 즉시 폴리에틸렌 시이트로 싸고, 그 폴리에틸렌 시이트의 端部는 열봉창(heat sealing)하여 하룻밤 동안 熟成한 다음 金屬材에 貼合할 未加黃고무로 하였다. 다음에 스틸 코드를 2.5mm 間隔으로 하여 平行으로 18本配列(試驗片幅 : 9mm)하고 相互位置가 움직이지 못하도록 固定한 特殊모ULD에 上下로 未加黃고무를 插入하여 145°C에서 1시간 동안 加黃하였다. 加黃된 複合體는 完全히 冷却될 때까지 放置한 後 코드片面的 加黃고무를 그라인더로 上卷素線이 절단되지 않을 때까지 Buffing하고, 코드의 길이 방향의 一端을 1本間隔으로 파내고, 파낸 3本을 로드셀타입 引張試驗機의 上部 Chuck에, Base Metal의 그무部를 下部 Chuck에 건 다음 50 mm/min의 速度로 引張하여, 各時點에서의 應力을 記錄紙에 記錄하였다. 初期에는 引剝角이 90°에 가깝고, 末期에는 180°에 가깝기 때문에 應力은 初期에는 높게 되고 末期에는 낮게 된다. 初期의 平均과 末期의 平均을 다시 平均하여 코드 1本當의 應力을 接着力으로 하였다.

그 결과는 다음과 같다.

	處理코드			未處理코드		
未加黃고무중 水分(%)	0.4	1.4	3.4	0.4	1.4	3.4
接着力(kg/本)	6.0	6.3	5.7	6.1	1.2	0.8

이 결과에서 우리는 水分이 0.4%일 때 處理 코드와 未處理코드의 接着레벨은 거의 變하지 않지만, 水分이 1.4% 및 3.4%일 때는 處理코드가 顯著的 接着力保持效果를 發揮하고 있음을 볼 수 있다. 接着面을 液體窒素 중에서 剝離하고 顯微鏡으로 觀察해 보았을 때 未加黃고무 중의 水分이 1.4% 및 3.4%에서 未處理코드의 界面에는 黃銅과 未加黃고무로부터 發生하는 反應生成物の 두꺼운 膜이 있었으나, 處理코드의 界面에는 없었다.

水分存在時 未處理코드와 加黃고무의 界面에 보이는 反應生成物은 靑色 내지 鐵灰色이었고, X線回折(理學電氣 SG-7型 X線回折計, Co管球使用)로 그 成分을 分析해본 結果 CuS, ZnS, CoS₂, Cu_{1.96}S, ZnCO₃, ZnSO₄, CuSO₄, CuSO₄ · 5H₂O, Cu(OH)₂CO₃, CuCO₃ · Cu(OH)₂, CuSO₄ · 3Cu(OH)₂, ZnSO₃ · H₂O 등이 檢出되었다. 이러한 結果로 Sn으로 被覆된 스틸 코드에서는 加黃初期에 水分의 惡影響은 完全히 除去된다는 것이 확인되었다. 또 接着後의 금속-고무界面을 X線마이크로애널라이저(日本電子 JXA-5A型)로 分析해 보니 Sn의 대부분은 고무 중에 擴散되어 있었다.

處理時間(分)	0	1	3	5	10	30	60	80	100
Sn附着量(g/kg코드)	0	0.09	0.11	0.12	0.15	0.19	0.27	0.32	0.35
" (g/接着界面m ²)	0	0.10	0.12	0.14	0.17	0.22	0.31	0.36	0.40
接着力(kg/本) 0.14%	6.2	7.9	7.6	7.1	6.9	6.9	6.2	5.8	5.7
未加黃고무 1.4%	1.2	4.3	5.0	6.0	6.1	6.2	5.3	5.0	4.2
水分 3.4%	0.8	3.6	4.0	4.3	4.9	4.7	4.4	3.8	3.2

이 結果는 附着量의 넓은 範圍에 걸쳐서 Sn處理의 效果가 아주 뛰어나음을 보여주고 있다. 또 未加黃고무 중의 含水量에 따라서 여러 가지의 最適附着量이 存在한다는 것과 適當한 處理에 의하여 從來에 얻을 수 없었던 높은 接着力도 얻을 수가 있다는 것을 보여주고 있다.

라. 實施例 4

實施例 1의 加黃條件을 變更하여서 接着力을 測定한 結果는 다음 表와 같다.

이것으로 보아 加黃初期에 물에 對한 保護作用을 한 후 점차로 表面에서 除去되면서 黃銅과 고무간에 S에 의한 架橋가 일어난다고 생각할 수 있다.

나. 實施例 2

鹽化第一錫二水鹽 5g, 티오 尿素 100g, 黃酸 10g을 1l의 물에 녹이고, 이것을 處理液으로 하여 實施例 1의 스틸 코드를 3秒間 處理하였다. 實施例 1의 方法에 準해 接着試驗을 한 結果는 다음과 같다.

未加黃고무중의 水分(%)	0.4%	1.4%	3.4%
接着力(kg/本)	5.7	6.1	5.4

實施例 1의 未處理와 比較하여 分明히 含水未加黃고무와의 接着力이 顯著하게 改善되어 있다. 또 이 結果는 處理濃도에 따라서 處理時間을 대단히 빠르게 할 수 있으므로 工業적으로 아주 有利한 條件에서 處理를 하여도 實用的으로 充分한 接着力을 얻을 수 있는 長點을 보여주고 있다.

다. 實施例 3

實施例 1의 處理浴과 方法에 準하여 處理時間을 여러 가지로 變更하여서 만든 一連의 處理코드를 使用하여 接着力實驗을 하였다. Sn 量은 폴라로그래피(柳本 p-8型)로 測定하였다.

이 結果에서 보면 未處理코드는 過加黃에 의하여 接着力의 低下가 일어나지만, Sn으로 處理한(이 경우 60分 以下가 通常 行해지는 加黃條件이다) 코드에서는 그 傾向이 적었으며, 特히 若干의 水分이 吸濕되어 있을 때에 뚜렷한 效果가 있었다. 實際의 고무製品을 製造할 경우에 이것은 重要的 것으로, 例를 들어 두꺼운 建設用 타이어등을 加黃할 때에는 아무래도 一部 過加黃이 되기 때문에 Sn處理는 이러한 때에 더욱 有效하게 된다.

加黃時間(分) (加黃溫度 145°C)	60	100	200	300	400
未加黃고무중의 水分 0.4% 未處理	6.2	5.8	4.5	3.0	2.8
" Sn處理	6.1	5.3	4.9	4.2	3.5
" 1.4% 未處理	1.2	1.0	0.9	0.9	0.8
" Sn處理	5.2	5.0	4.7	4.7	4.7

높은 接着力을 얻을 수 있음을 나타내고 있다.

마. 實施例 5

實施例 1에서 金屬材로서 炭素鋼, 알루미늄, 亞鉛, 靑銅의 板(150.0×25.4×3.0mm)을 使用한 경우의 接着力은 다음 表와 같다. Sn 附着量은 約 0.3g/接着界面(m²)이다.

金屬材		未加黃고무 중의 水分(%)		
		0.4	1.4	3.4
炭素鋼	Sn 處理 品	35	33	40
	未 處理 品	37	30	22
알루미늄	Sn 處理 品	15	30	70
	未 處理 品	5	10	40
亞鉛	Sn 處理 品	35	40	70
	未 處理 品	38	35	30
靑銅	Sn 處理 品	35	39	34
	未 處理 品	25	0	0

여러 가지의 金屬材에서도 Sn處理品이 未處理品보다 未加黃고무 중의 水分이 1.4% 以上일 때,

바. 實施例 6

金屬材로서 黃銅板(銅 70%(重量), 亞鉛 30%(重量), 150.0×25.4×3.0mm)을 使用하였고. 週期律表 第 4 族의 金屬元素로서 鉛을 通常의 化學鍍金法으로 하여 約 0.8g/接着界面(m²)을 被覆하였다.

實施例 1에 準하여 接着力을 測定하였다.

金屬材		未加黃고무 중의 水分(%)		
		0.4	1.4	3.4
Pb 處理 品	未 處理 品	57	50	35
	未 處理 品	39	14	0

週期律表 第 4 族의 金屬元素로서 鉛을 使用해도 錫과 同一한 效果를 볼 수 있다.

사. 實施例 7

重 量 部	고무配合 A		고무配合 B		고무配合 C		
天 然 高 무	85		60				
플리부타디엔고무	15						
플리클로로프렌고무			40				
스타이렌부타디엔고무					100		
카 아 본 블 록	50		50		50		
亞 鉛 華	15		15		7		
硫 黃	3		3		3		
N-사이클로헥실렌조티아질					0.5		
설 펜 아 마 이 드					1		
옥실디에틸렌-벤조티아질	1		1				
설 펜 아 마 이 드					1		
페닐-β-나프틸아마인	1		1		1		
알 킬 페 놀 樹脂	5		5		5		
나 프 텐 酸 코발트	3		3		3		
金屬材		未加黃고무 중의 水分(%)			接着力(kg/水)		
		1.67	2.75	0.95	1.91	1.23	2.35
Sn 處 理 品	드	6.9	5.8	6.2	7.9	3.6	4.7
未 處 理 品	드	4.8	1.3	2.0	1.6	1.8	0.7

實施例 1에서 未加黃고무의 組成을 變更한 다음, 接着力을 測定하여 配合變更에 따른 Sn處理效果를 比較하였다(前面下端 表 참조). 어떠한 고무 配合에도 有效하다.

아. 實施例 8

實施例 1에서 處理한 코드와 含有水分이 다른 未加黃고무를 브레이크로 使用하여 通常의 成型加黃工程에 의해서 트럭 및 버스용스틸타이어(타이어사이즈: 10.00-20)를 製造하였다. 그리고 보통 作用되는 드럼試驗機에서 세퍼레이션이 일어난 때까지의 走行距離를 測定하였다.

試料 走行距離(km) 未加黃 고무중의水分(%)	Sn處理코드를 使用한 타이어	未處理코드를 使用한 타이어
	0.8	10,850
1.58	9,150	6,600
1.73	9,100	6,400

本發明의 處理코드를 使用한 스틸 타이어는 未加黃고무 중의 水分增大에도 불구하고 높은 走行壽命을 保持하고 있다.

자. 實施例 9

黃銅鍍金(銅: 69.8%, 亞鉛: 30.2%, 附着量: 鋼線 1kg當 6.2g...플라로그래피<柳本 P-8型>分析에 의함)을 한 線徑 1.37mm의 鋼線(炭素: 0.710%, 珪素: 0.16%, 망간: 0.548%, 燐: 0.018%, 硫黃: 0.022%, 크롬 0.007%... Jis의 化學分析法에 의함; 마이크로비커스硬度 57.2°)에 다음 條件으로 錫鍍金을 하였다.

浴組成; 鹽化第一錫二水鹽 6.1g
티오尿素 47.0g
黃酸 1.8g
水 1l

浸漬時間; 約 40秒(浴槽길이 40cm中을 每分 60cm의 速度로 通過시켰다)

浴溫度; 18°C

錫鍍金을 끝낸 鋼線을 계속하여 水洗, 熱風乾燥를 하였다. 이 時點에서 錫의 附着量을 플라로그래피로 測定하니 鋼線 1kg當 0.566g이었다. 그리고 이 鋼線을 直徑 0.38mm까지 冷間伸線을 하였다. 伸線後의 錫附着量은 0.373g이었다.

線徑 0.38mm의 鋼線을 스트랜드로 하고 코어

에 黃銅鍍金(銅: 71.3%, 亞鉛: 28.7%, 附着量: 鋼線 1kg當 6.7g)을 한 線徑 0.22mm의 鋼線(炭素: 0.736%, 珪素: 0.203%, 망간: 0.445%, 燐: 0.019%, 硫黃: 0.017%, 크롬: 0.012%, 마이크로비커스 硬度 64.5°)을 使用하여 1×3×0.20+6×1×0.38 構造의 타이어용스틸코드르 捻線하였다. 코드 1kg當 錫附着量은 0.304g으로 素線表面積 1m²當 0.19g에 相當한다. 또 比較하기 위하여 從來의 1×3×0.20+6×1×0.18 構造의 코드를 그대로 錫鍍金(浴組成: 鹽化第一錫二水鹽: 0.5g, 티오尿素: 10g, 黃酸: 1g, 浴溫度: 18°C; 浸漬時間 30分; 錫附着量; 코드 1kg當 0.20g, 接着面積 1m²當 0.26g)을 하였다. 이 錫附着量은 本發明의 코드와 比較하기에 適切한 量이라고 생각한다.

本發明의 코드와 上記의 捻線後 錫鍍金을 한 코드 및 從來의 코드에 對한 摩擦抵抗을 比較해 보기 위하여 屈曲疲勞試驗을 그대로 錫鍍金(浴組成; 鹽化第一錫二水鹽: 0.5g, 티오尿素: 10g, 黃酸: 1g, 浴溫度: 18°C, 浸漬時間: 30分, 錫附着量; 코드 1kg當 0.20g, 接着面積 1m²當 0.26g)을 하였다. 이 錫附着量은 本發明의 코드와 比較하기에 適切한 量이라고 생각한다. 本發明의 코드와 上記의 捻線後 錫鍍金을 한 코드 및 從來의 코드에 對한 摩擦抵抗을 比較해 보기 위하여 屈曲疲勞試驗을 하였다.

試驗機: 神鋼式 屈曲疲勞試驗機

條件: pulley徑 40mm

周波數 40cpm

(보통 pulley와의 摩擦을 防止하기 위하여 코드를 고무로 얇게 被覆했다.)

實驗의 結果는 다음과 같다.

	疲勞回數	本發明코드	從來코드	捻線後 錫鍍金한 코드
스트랜드 素線強度 (kg)	0	25.6	25.5	25.5
	500	26.4	26.2	26.3
	1,000	26.5	22.0	22.8
	1,500	25.5	17.3	17.7
스트랜드 間磨耗度 (μ)	300	8	22	20
	500	18	38	34
	1,000	67	118	105
	1,500	98	232	219

스트랜드 素線強度는 素線 1本마다 引張強度를

