

# 特殊處理한 Cellulose Fiber가 配合고무의 Cut growth, Cutting, Chipping 特性에 미치는 影響

J.R. BEATTY

B.F. GOODRICH RESEARCH CENTER, BRECKSVILLE, OHIO

P. HAMED

MONSANTO INDUSTRIAL CHEMICALS CO., AKRON, OHIO

協會 技術課長 李 源 善 譯

要旨 : 特殊하게 處理한 Cellulose Fiber를 고무에 配合함으로써 配合고무의 機械的 性質을 向上시킬 수 있다. 즉, 小量의 Cellulose Fiber를 天然고무 또는 合成고무에 配合하여 配合고무의 耐切傷 (Cut) 成長, 耐 Chipping 性을 向上시킬 수 있다.

## 1. 序 論

타이어는 使用條件에 따라 트레드 Groove의 切傷, 龜裂(crack) 成長이 問題가 되고 있다. 一般적으로 龜裂의 發生은 오존, 切傷, 펑크, 또 피할 수 없는 配合고무 分散의 不均一이 原因이 되므로 이러한 龜裂成長을 防止하기 爲한 對策을 樹立하지 않으면 안 된다. 그러므로 여기서는 龜裂成長速度를 減少시키기 爲한 研究結果를 紹介하고자 한다.

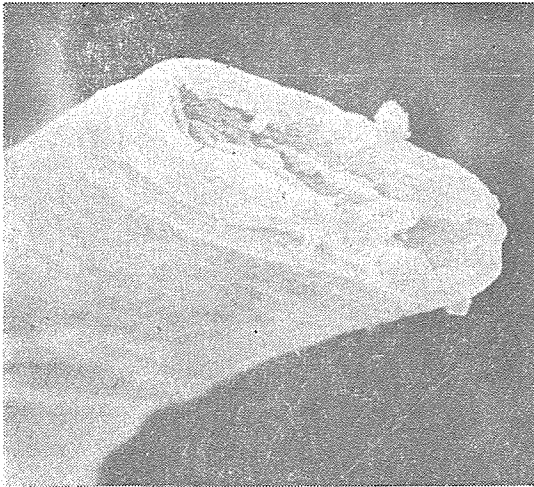
建設工事場, 鑛山, 採石場, 非鋪裝道路와 같은 惡路에서 使用하는 大型 타이어(建設用타이어)는 트레드 고무의 cutting, chipping이 큰 問題가 되고 있다. 惡路에서 타이어를 使用할 때는 cutting 이나 路面의 예리한 物體에 依한 chipping 때문에 트레드 表面에서 고무 조각이 떨어져 나온다. 타이어 使用中 發生하는 cutting, chipping은 서로

直接的인 關係는 없지만 配合劑의 影響을 받는다.

예를 들면 高構造의 카본을 配合하면 耐龜裂成長, 耐 cutting, 耐 chipping 性能이 向上된다<sup>1)</sup>. 그리고 또 粒子가 작은 카본을 配合하면 切傷成長에 影響을 주지만, 耐 cutting, 耐 chipping 性能은 向上된다. 이와 같이 cutting, chipping 問題는 配合劑를 變更함으로써 解決할 수가 있다. 지난 數年間 短 cellulose fiber로 고무를 補強하는 問題에 對하여 括目할만한 發展을 하였다<sup>2)</sup>. 配合技術者들은 短 cellulose fiber, 特別 길이/直徑의 (aspect)비가 큰 有機 fiber를 配合함으로써 最適의 物理的 性質을 갖는 또다른 獨特한 配合技術을 發揮할 수가 있다.

이와 같은 事實을 考慮하여, 트레드 配合에 있어서 短 cellulose fiber의 配合이 트레드 고무의 龜裂成長, cutting, chipping에 미치는 影響에 對한 試驗을 計劃하였다. 길이/直徑의 比(a.spec. 比)가 큰 (直徑에 對한 길이의 比가 120~200 程度) 큰 模樣의 나무의 短 cellulose fiber가 고무의 補強劑로서 效果가 있다는 것을 알 수 있었고, 特別 破壞範圍가 적은 應力範圍內에서 效果的이라는 것도 알 수 있었다. 큰 模樣으로 되어 있는 fiber 構造는 混合中 切斷되지 않고 단지 屈曲될 뿐이다. 그림 1은 fiber 構造의 斷面을 顯

※ ( )의 숫자는 參考文獻의 No.를 表示함.



[그림 1] 電子顯微鏡으로 撮影한 cellulose fiber 構造 (4500倍)

微鏡으로 撮影한 그림이다.

Cellulose fiber를 特殊處理하게 되면 fiber 와 fiber의 相互作用을 減少시키고 fiber의 分散이 좋아진다<sup>3)</sup>. 또한 고무 속에서 混合될 때 cellulose fiber가 切斷되지 않으며 分散을 向上시키고 fiber를 고무에 配合함으로써 配合고무의 機械的 性質을 向上시킨다.

## 2. 研究 範圍

몇 가지 種類의 고무에 fiber를 配合하여 그 效果에 對한 試驗研究를 하여 보았다. 이 試驗에서 cellulose fiber는 平均 길이가 1.0~1.5mm, 直徑이 最高 15 micrometer, 最下 5 micrometer의 特殊處理한 Santoweb® DX (Monsanto company의 商品名) 短 cellulose fiber를 使用하였다.

一般的인 天然고무 (NR), Styrene Butadiene (SBR), 油展 SBR/polybutadiene (BR) blend 配合에 카본과 特殊處理한 短 cellulose fiber를 混合하여 試驗하였다. NR, SBR 配合에는 二種類의 加黃系, 즉 一般的인 加黃系인 高硫黃/低促進劑와 中硫黃/高促進劑를 使用하였다. 表 1, 2, 3 은 試驗配合表이다.

<表 1> 天 然 高 膠 配 合

Natural Rubber	100.0
HS-ISAF (N285)	55.0
Zinc Oxide	5.0
Stearic Acid	2.0
Aromatic Oil	5.0
HPPD <sup>(1)</sup>	1.5
TMQ <sup>(2)</sup>	2.0
Insol. Sulfur	變量
TBBS <sup>(3)</sup>	"
DTDM <sup>(4)</sup>	"
MBS <sup>(5)</sup>	"
Treated Cellulose Fibers	"

變 量

	1	2	3	4	5	6
Insoluble Sulfur	2.60	2.60	2.60	1.50	1.50	1.50
TBBS	0.60	0.60	0.60	—	—	—
DTDM	—	—	—	0.50	0.50	0.50
MBS	—	—	—	1.90	1.90	1.90
Treated Cellulose Fibers	—	1.0	2.0	—	1.0	2.0

- (1) HPPD -N-(1.3-Dimethylbutyl) -N-phenyl-ρ-phenylenediamine (Santoflex 13)
- (2) TMQ Polymerized 1,2 dihydro-2,4-trimethylquinoline (Flectol H) [(Santocure NS)
- (3) TBBS N-tert-butyl-2-benzothiazolesulfenamide
- (4) DTDM 4,4' Dithiodimorpholine (Sulfasan R)
- (5) MBS 2-(Morpholiniothio) benzothiazole (Santocure MOR)

<表 2> S B R 配 合

SBR 1500	100.0
HS-ISAF (N285)	55.0
Zinc Oxide	5.0
Stearic Acid	1.5
Aromatic Oil	5.0
HPPD	1.5
TMQ	1.0
Sulfur	變量
TBBS	"
DTDM	"
MBS	"
Treated Cellulose Fibers	"

變 量

	7	8	9	10	11	12
Sulfur	1.75	1.75	1.75	1.50	1.50	1.50
TBBS	0.90	0.90	0.90	—	—	—
DTDM	—	—	—	0.50	0.50	0.50
MBS	—	—	—	1.90	1.90	1.90
Treated Cellulose Fibers	—	1.0	2.0	—	1.0	2.0

<表 3> 油展 SBR/BR 配合

OE-SBR 1712	89.0
cis, 4 Polybutadiene	35.0
HS-HAF (N-339)	67.0
Aromatic Oil	15.0
Zinc Oxide	3.0
Stearic Acid	1.0
HPPD	2.0
Paraffin Wax	2.0
Insoluble Sulfur	2.0
TBBS	1.0
Treated Cellulose Fibers	變量

	變 量		
	13	14	15
Treated Culllucose Fibers	—	2.5	5.0

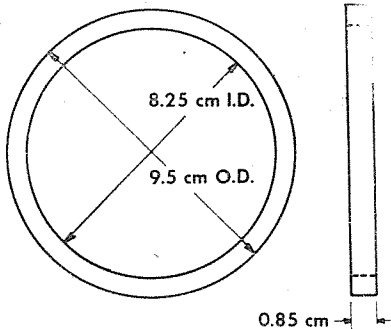
(1) 混合工程

試驗用 Banbury mixer에서 2 段階 混合作業을 하였으며 混合順序는 아래와 같다.

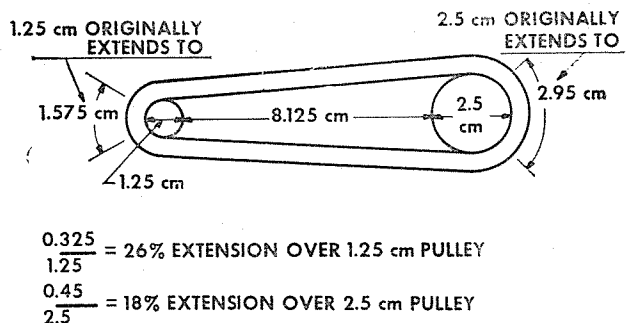
1 段階

- ① 고무 投入, 處理한 fiber 및 다른 全配合 藥品投入 2分間 混合
- ② 清掃後 2分間 混合

試片 mold 圖面



試片의 位置



[그림 2] 試片 mold 圖面 및 試驗時 試片의 位置

4. Cutting, Chipping

특히 非鋪裝路인 惡路에서 使用하는 大型타이어 (建設用 타이어)의 cutting, chipping을 다음과 같이 說明할 수 있다.

Cutting은 타이어 트레드 고무가 예리한 物體 (돌, 유리, 못)에 찢려 切傷되는 것을 말하며,

③ 120°C~130°C에서 排出

2 段階

- ① 1/2 masterbatch + 加黃劑를 投入하면서 殘餘 masterbatch 投入 — 1分 30秒 混合
- ② 100°C 程度에서 排出

(2) 試驗

切傷 시험, 龜裂成長 시험, 試驗室 cutting·chipping 試驗, green strength 시험, pico 磨耗 試驗 등을 除外하고는 全試驗을 ASTM에 依하여 試驗하였다. 단, 이후에 說明하는 Pico 磨耗 試驗結果는 ASTM의 Pico 磨耗 試驗方法을 苛酷한 路面磨耗와 關聯되도록 조금 變更하여 試驗한 結果이다<sup>5)</sup>.

3. 龜裂成長

龜裂成長試驗은 參考文獻(1)에서 說明된 “Rotating Ring Crack Growth Test”方法으로 하였다. 그림 2는 試片 mold와 試驗方法, 그림 3은 많은 試片의 試驗配列을 나타낸 것이다.

chipping은 cutting 뿐만 아니라 트레드 고무가 갈라져 조각으로 떨어져나가는 것을 말한다. 非鋪裝路 또는 예리한 物體가 있는 路面에서 90° 方向으로 回轉할 때는 牽引力, 其他 다른 힘에 依하여 트레드 고무가 引裂되어 最初로 cutting 이 發生되며 점차로 이 cutting의 크기가 커지게 된다.

試驗室에서의 cutting, chipping 試驗은 타이어

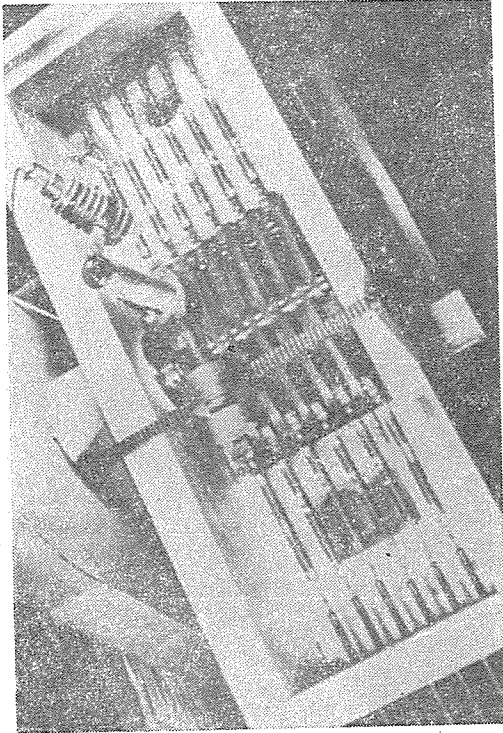
어 使用條件과 相互關聯을 지어가면서 發展되어 왔다<sup>6)</sup>. 이렇게 하여 考案한 cutting, chipping 試驗機에서 試驗한 結果 및 試驗에 對한 主要한 說明이 이 글에 引用되었기 때문에 이 試驗에 對

하여는 뒤에 더 자세히 설명하고자 한다.

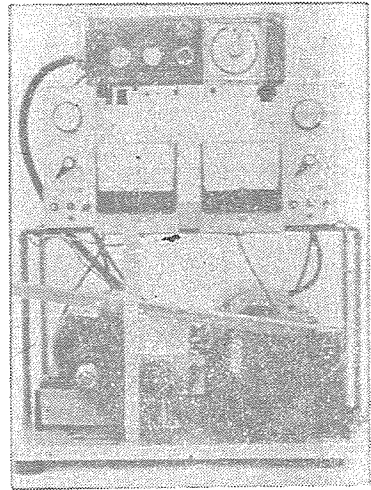
그림 4는 試驗室의 cutting, chipping 試驗機 圖面이며, 그림 5는 考案한 cutting, chipping 試驗機寫眞이다.

그림 4에서 보는 바와 같이 텅스텐 카바이드로 된 예리한 棒같은 機器도 回轉하는 圓板試驗片을 繼續의으로 충격을 주게 되면 cut가 發生하게 되며 chipping이 된다.

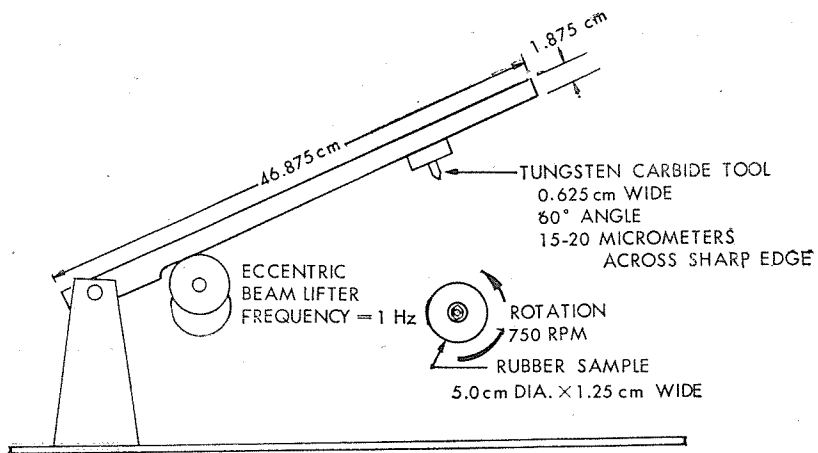
試片에 cut를 發生시킬 수 있는 최초의 충격은 선택 決定하여야 된다. 충격 振動은 自然的인 振動系보다도 大略 크기가 작은 것을 선택하여야 한다.



[그림 3] 많은 試片이 配列된 시험 chamber를 위에서 본 그림



[그림 5] Cutting, Chipping 試驗機



[그림 4] 試驗室 Cutting, Chipping 試驗機

왜냐하면 충격의 힘이 감소되면 cut 發生後에 chipping을 發生시킬 수 있는 충격의 힘에 영향이 미쳐 진동이 減衰되기 때문이다. 試驗時間은 10分이며 試片의 무게는 30g이다. 試片은 直徑 5.08cm×幅 1.27cm인 mold에서 加黃하거나 Lug型 大型 타이어에서 위와 같은 試片을 機械로 準備한다.

그림 6은 작은 建設用 타이어와 試片을 比較한 寫眞이다. 女子가 試片을 손에 들고 타이어와 比較하고 있다.

表 4는 試驗의 신빙성을 나타내기 爲하여 天然고무 配合에서 여러 種類의 充填劑, 補強劑, 其他 配合藥品 등에 對한 耐 cutting, 耐 chipping性의 試驗結果를 나타낸 것이다. 直徑變化가 적은 것이 耐 cutting, 耐 chipping性이 우수한 것이다.



[그림 6] 建設用 타이어(Off-The-Road Tire)와 試片의 크기 比較

### 5. Green Strength

Green Strength 試驗은 길이 15cm× 幅 2.5cm× 두께 0.2cm의 未加黃試驗고무를 室溫에서 Tensometer 試驗機로 試驗한다.

<表 4> 天然고무 配合에서 耐 cutting, chipping 性에 對한 Filler의 影響

Filler	10分 동안 直徑의 減少 (cm)
NR	100.0
Zinc Oxide	5.0
Stearic Acid	2.0
Filler	45.0
Oil	5.0
Antioxidant	1.0
Antiozonant	1.5
Sulfur	2.5
Accelerator	0.6

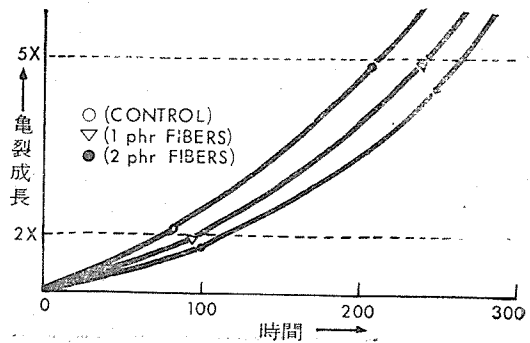
Filler	10分 동안 直徑의 減少 (cm)
None	2.75*
Whiting	3.30*
Zinc Oxide	2.50*
Austin Black(ground coal)	2.250*
Silene D	1.425
Hard Clay	1.250
SRF Black (N-774)	1.125
Hisil 215	0.850
FEF Black (N-550)	0.725
HAF Black (N-330)	0.750
ISAF Black (N-220)	0.725
SAF Black (N-110)	0.725
HS-SAF Black (N-121)	0.650

\* 外挿法에 依하여 求한 數値임

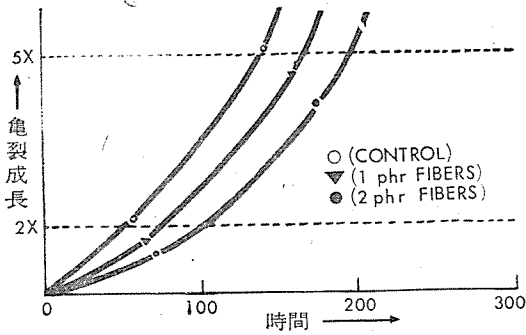
### 【試驗結果】

#### (1) 天然고무 配合

그림 7, 8은 天然고무 配合에 對한 70°C에서 時間에 對한 龜裂成長의 典型的인 關係를 나타낸 것이다.

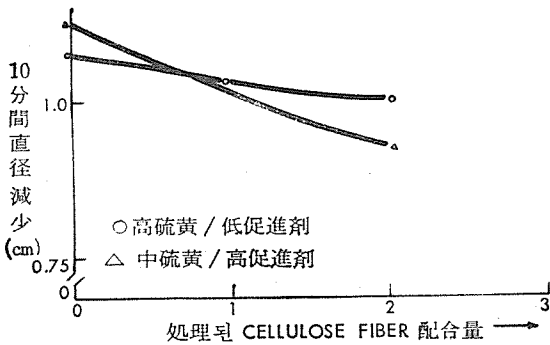


[그림 7] 高硫黃/低促進劑의 天然고무 配合에서 特殊處理된 cellulose fiber가 耐切傷成長에 미치는 影響



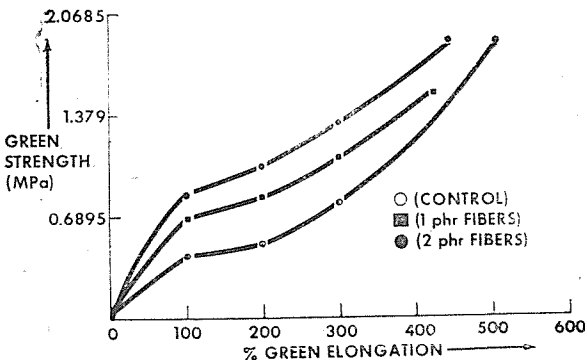
[그림 8] 中硫黃/高促進劑의 天然고무 配合에서 特殊處理된 cellulose fiber가 耐切傷 成長에 미치는 影響

두 種類의 加黃系에서 cellulose fiber 配合량을 올림으로써 耐龜裂成長은 比例的으로 向上된다. 그림 9는 天然고무 配合에서 特殊處理된 cellulose fiber가 耐 cutting, chipping에 미치는 影響을 나타낸 것이다.



[그림 9] 天然고무 配合에서 特殊處理된 cellulose fiber가 耐 cut, 耐 chip에 미치는 影響

그림 9에서 알 수 있는 바와 같이 4 種類의 變量試驗에서 耐 cutting, chipping性이 많이 向上



[그림 10] 天然고무 配合에서 特殊處理한 cellulose fiber 配合時 green strength에 주는 影響

되지는 않으며, 또 天然고무 配合에서도 카본의 種類, 量 등의 配合變更으로도 耐 cutting, 耐 chipping性이 많이 向上되지 않는다. green strength와 같은 未加黃고무의 性質은 加工工程에서 重要한 性質이다. 그림 10은 天然고무 配合에서 特殊處理된 cellulose fiber 配合時 green strength에 어떠한 影響을 주는가를 나타낸 것이다. 그림 10에서 알 수 있는 바와 같이 特殊處理한 cellulose fiber의 配合량을 增加시킴으로써 green strength는 比例的으로 上昇하지만 green elongation은 影響을 받는다. 이 配合고무의 加黃物性은 表 5와 같다.

<表 5> 天然고무 配合에서 特殊處理한 cellulose fiber 配合時 未加黃고무의 性質

Compound No.	1	2	3	4	5	6
Treated Cellulose Fibers (phr)	—	1.0	2.0	—	1.0	2.0
Insoluble Sulfur	2.60	→	1.50	→	→	→
TBBS	0.60	→	—	—	—	—
DTMD	—	—	—	0.50	→	→
MBS	—	—	—	1.90	—	→
Mooney Viscosity @ 100°C ML(1+4)	74	75	75	70	68	69
Mooney Scorch @ 121°C						
T <sub>5</sub> , min.	9.9	9.3	8.8	8.0	8.0	7.8
T <sub>35</sub> , min.	10.0	11.5	10.8	9.2	9.3	8.8
Min. Viscosity	58	56.5	57.5	57.5	57.5	57.5
Rheometer @ 148°C						
T <sub>2</sub> , min.	7.0	7.5	7.0	6.0	6.0	6.0
T <sub>100</sub> , min.	20.0	20.0	20.0	12.0	12.0	12.0
Opt. Cure, min.	30	→	20	→	→	→
Max. Torque	70	72	72	76	78	78

註: optimum cure(最適加黃)는 Rheometer에서 測定한 T<sub>100</sub>을 말함.

表 5에서 加工性, 加黃物性에서는 別問題가 없는 것을 알 수 있다. 表 6은 天然고무에 特殊處理한 cellulose fiber를 配合할 때 加黃고무의 性質을 나타낸 것이다.

이 표에서 Goodrich Flexometer의 發熱試驗에서 發熱이 조금 높고 Pico 磨耗試驗에서 磨耗量이 많은 것을 알 수 있다. 耐磨耗性이 조금 不良한 것은 cellulose fiber가 카본이나 特殊한 補強劑에 比較하여 粒子의 크기가 크기 때문이다.

〈表 6〉 天然고무 配合에서 特殊處理한 cellulose fiber 配合時 加黃고무의 特性

Compound No.	1	2	3	4	5	6
Treated Cellulose Fibers (phr)	—	1.0	2.0	—	1.0	2.0
Insoluble Sulfur	2.60		→ 1.50			→
TBBS	0.60		→ —			→
DTDM	—	—	— 0.50			→
MBS	—	—	— 1.90			→

**Stress-Strain**

Samples cured to opt cure at 148°C and pulled at 5 cm/min cross head speed by the tensometer in machine direction.

**Unaged**

Tensile Strength, MPa	25.5	25.1	25.7	27.3	26.6	25.7
% Elongation	572	504	527	527	495	492
100% Modulus, MPa	3.3	3.5	3.5	3.7	3.7	3.9
Shore A Hardness	74	73	74	74	75	75

**Samples Aged 48 hrs. @ 100°C Air Oven**

Tensile Strength, MPa	19.5	19.7	20.4	24.6	22.9	23.1
% Elongation	332	332	343	400	378	383
100% Modulus, MPa	5.0	5.4	5.4	5.3	5.2	5.4
Shore A Hardness	77	78	78	78	79	79

**Pico Abrasion @ 70°C**

knife 15 micrometers, wt. on knife 3 kg, 60 RPM, 200 revolutions

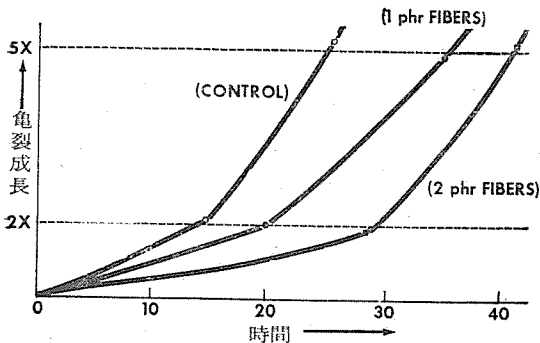
% Relative Index	118	114	105	105	101	96
------------------	-----	-----	-----	-----	-----	----

**Goodrich Flexometer @ 100°C/17½% stroke/0.99 MPa load ΔT(°C)**

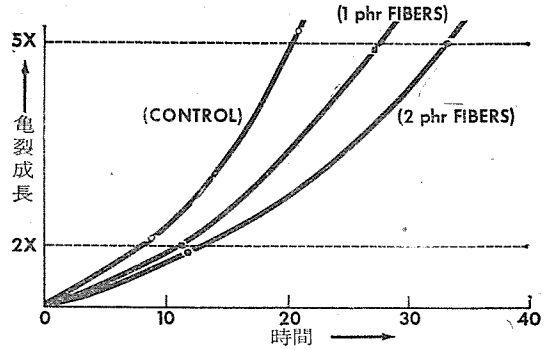
	24	26	28	19	20	23
--	----	----	----	----	----	----

(2) SBR 配合

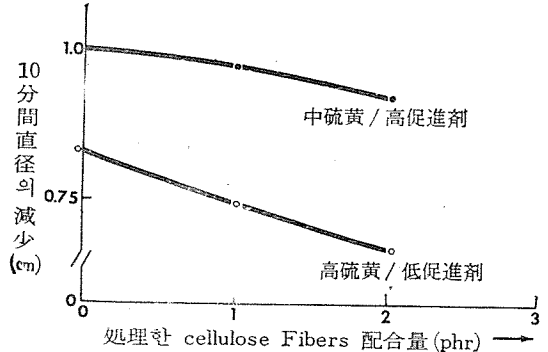
그림 11, 12 에는 cellulose fiber의 配合量을 增加함으로써 耐 crack 成長이 向上되는 것을 表示하였다. 그림 13 은 SBR 配合에서 特殊處理한



〔그림 11〕 高硫黃/低促進劑의 SBR 配合에서 特殊處理한 cellulose fiber가 耐切傷成長에 미치는 影響



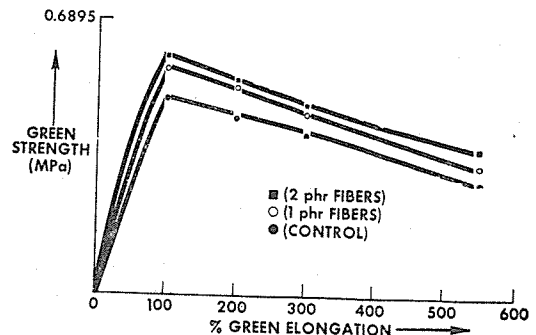
〔그림 12〕 中硫黃/高促進劑의 SBR 配合에서 特殊處理한 cellulose fiber가 切傷成長에 미치는 影響



〔그림 13〕 SBR 配合에서 特殊處理한 cellulose fiber가 耐 cut, chip에 미치는 影響

cellulose fiber를 配合함으로써 向上되는 耐 cut, chip성을 나타낸 것이다.

그림 14 는 SBR 配合에 特殊處理한 cellulose fiber를 配合할 때 green strength에 對한 影響을 나타낸 것이다. 特殊處理한 cellulose fiber의 配合量을 增量하면 比例的으로 green strength도 向上되면서 Stress-Strain 曲線은 變化하지 않는다. 즉, 伸張率(切斷時)은 變化하지 않는다.



〔그림 14〕 SBR 配合에서 特殊處理한 cellulose fiber가 green strength에 미치는 影響

<表 7> SBR配合에 特殊處理된 cellulose fiber를 配合할 때 未加黃고무의 性質의 影響

Compound No.	7	8	9	10	11	12
Treated Cellulose Fibers(phr)	—	1.0	2.0	0	1.0	2.0
Sulfur	1.75		→	1.50		→
TBBS	0.90		→	—	—	—
DTDM	—	—	—	0.5		→
MBS	—	—	—	1.90		→
Mooney Viscosity @ 100°C						
ML(1+4)	90	88.5	87	86	86	88
Mooney Scorch @ 121°C						
T <sub>5</sub> min.	20.5	20.7	19.5	14.0	13.0	13.0
T <sub>35</sub> min.	26.5	26.5	25.7	19.0	18.0	16.8
Min. Viscosity	59.0	60.0	56.0	58.0	58.0	60.0
Rheometer @ 153°C						
T <sub>2</sub> , Min.	10.0	9.5	10.0	7.5	7.0	7.0
T <sub>90</sub> , min.	29.0	29.0	28.0	17.0	17.0	18.0
Opt. Cure, min.	50		→	30		→
Max Torque	72	71.5	76	83	85	89

<表 8> SBR配合에 特殊處理한 cellulose fiber를 配合할 때 加黃고무의 物理的 性質의 影響

Compound No.	7	8	9	10	11	12
Treated Cellulose Fibers (phr)	—	1.0	2.0	—	1.0	2.0
Sulfur	1.75		→	1.50		→
TBBS	0.90		→	—	—	—
DTDM	—	—	—	0.5		→
MBS	—	—	—	1.90		→

**Stress-Strain**

Samples cured to opt. cure at 153°C and pulled at 5 cm/min. cross head speed by tensometer in machine direction.

**Unaged**

Tensile Strength, MPa	26.3	27.0	26.8	26.8	25.5	25.5
% Elongation	538	595	606	510	452	481
100% Modulus, MPa	3.0	3.0	3.0	3.1	3.7	3.9
Shore A Hardness	71	72	72	72	75	75

**Samples Aged 48 hrs. @ 100°C Air Oven]**

Tensile Strength, MPa	25.5	25.0	25.4	22.8	23.8	22.6
% Elongation	435	438	430	343	348	343
100% Modulus, MPa	4.4	4.5	4.3	4.9	5.4	5.1
Shore A Hardness	80	79	79	79	80	81

**Pico Abrasion @ 70°C**

knife 15μ, wt. on knife 3 kg. 60 RPM, 200

**revolutions**

% Relative Index	153	144	138	143	143	138
Goodrich Flexometer @ 100°C/17½% stroke/0.99 MPa load						
ΔT(°C)	32	34	36	25	26	28

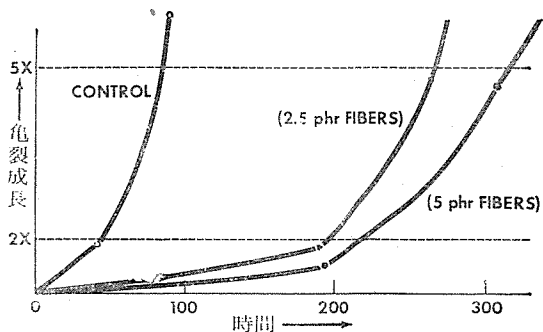
SBR 配合에 特殊處理한 cellulose fiber를 配合하여도 實際로는 加工性, 加黃後物性에 어떠한 影響을 주지 않는다는 것을 表 7에 表示하였다.

表 8에 SBR트레드형 配合에 特殊處理한 cellulose fiber를 配合할 때 加黃고무의 物理的 性質을 綜合하였다.

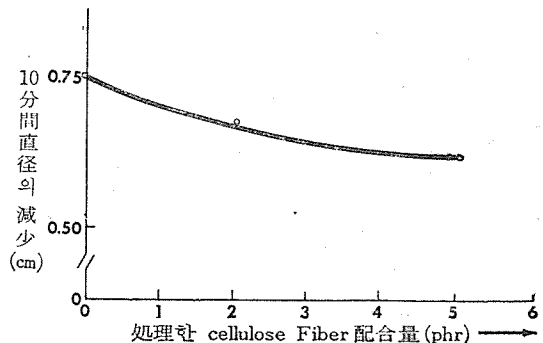
表 8에서 알 수 있는 것과 같이 SBR 配合에 cellulose fiber를 配合하여도 引張強度 發熱에는 별 影響을 주지 않는다. 단지, cellulose를 配合함으로써 耐磨耗性이 약간 不良해진다는 것은 天然고무 配合에서의 試驗結果와 同一하다.

**(3) 油展 SBR/BR 配合**

油展 SBR/BR 配合에 cellulose fiber를 配合하는 경우는 앞에서 說明한 NR · SBR 配合 試



[그림 15] 油展 SBR/BR 配合에서 cellulose fiber 配合時 耐 crack growth에 對한 影響



[그림 16] 油展 SBR/BR 配合에서 cellulose fiber 配合時 耐 cut, chip에 對한 影響



驗結果와 同一한 傾向이다.

油展 SBR/BR 配合에서 處理한 cellulose fiber 配合時 耐 cutting, chipping 性에 對한 影響은 그

<表 9> 油展 SBR/BR 配合에서 cellulose fiber 配合時 未加黃고무의 性質

Compound No.	13	14	15
Treated Cellulose Fibers (phr)	—	2.5	5.0
Mooney Viscosity @ 100°C			
ML(1+4)	62	60	57
Rheometer @ 160°C			
T <sub>2</sub> , min.	5.5	5.5	5.0
T <sub>90</sub> , min.	12.0	12.5	12.0
Opt. Cure, min.	20		→
Max. Torque	52	53	53

<表 10> 油展 SBR/BR 配合에서 cellulose fiber 配合時 加黃고무의 物理的 性質

Compound No.	13	14	15
Treated Cellulose Fibers(phr)	—	2.5	5.0
Stress-Strain			
Samples cured to opt. cure at 160°C and pulled at 5 cm/min. cross head speed by tensometer in machine direction.			
Unaged			
Tensile Strength, MPa	17.9	16.5	17.2
% Elongation	629	595	618
5% Modulus, MPa	0.2	0.2	0.4
Young's Modulus, MPa	4.0	4.0	6.9
Shore A Hardness	64	65	65
Samples Aged 72 Hours at 100°C air oven			
Tensile Strength, MPa	14.4	14.3	14.7
% Elongation	378	366	378
5% Modulus, MPa	0.3	0.4	0.5
Young's Modulus	5.4	6.3	8.9
Shore A Hardness	71	72	73
Die C Tear Strength, unaged, measured in machine direction (kg/cm)			
Tear Srength @			
Room Temperature	40.4	42.9	40.0
Tear Strength @ 100°C	24.1	27.0	24.1
Pico Abrasion @ 70°C			
knife 15 micrometers, wt. on knife 3 kg, 60 RPM, 200 revolutions			
% Relative Index	150	142	138
Goodrich Flexometer @ 100°C/17½% stroke/0.99 MPa load			
ΔT (°C)	25	27	32

림 15, 16에 表示하였으며 未加黃고무의 性質, 加黃後 物理的 性質에 對한 影響은 表 9, 10에 表示하였다.

表 10에서 알 수 있는 것과 같이 NR·SBR 配合에서와 같이 油展 SBR/BR 配合에서 cellulose fiber를 配合할 때에도 發熱이 많고 耐磨耗性이 조금 不良해진다.

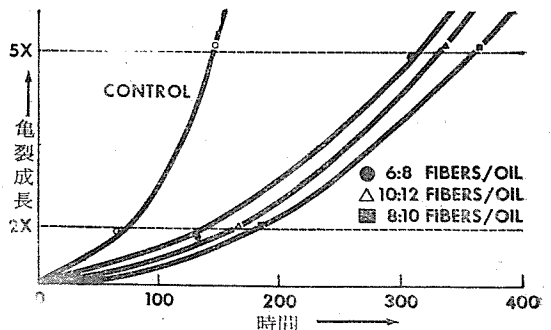
(4) cellulose fiber 와 oil 配合의 影響

表 11에서 보는 바와 같이 cellulose fiber, oil 을 變量으로 하여 고무 masterbatch에 試驗을 하여 보았다. 多量의 cellulose fiber와 oil을 配合함으로써 配合고무의 物理的 性質을 低下시키지 않고 配合單價를 내릴 수가 있다.

<表 11> SBR/BR에 特殊處理한 cellulose fiber/oil의 配合

Compound No.	16	17	18	19
SBR/NR Compound	180.0			→
Treated Cellulose Fibers (phr)		6.0	8.0	10.0
Additional Oil	—	8.0	10.0	12.0

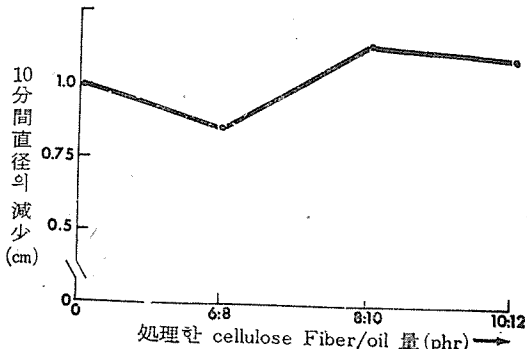
Modulus가 一定하게 되는 점에서 cellulose fiber와 oil의 量을 決定하였다. 耐龜裂成長이 良好하게 되는 점은 cellulose fiber가 最高 8phr, oil이 最高 10phr 사이에서 나타난다. 耐龜裂成長은 그림 17에서 보는 바와 같이 大略으로 cellulose fiber/oil의 配合量이 6phr/8phr, 10phr/12phr, 8phr/10phr 등 3 종류에서 向上되는 것을 알 수 있다.



[그림 17] NR/SBR 配合에서 特殊處理한 cellulose fiber/oil 配合時 耐切傷成長에 미치는 影響

그림 18은 耐 cutting, chipping 性이 cellulose fiber/oil 配合量에 따라 變化하는 것을 나타낸

것이다. 이 그림에서 알 수 있는 바와 같이 cellulose fiber/oil이 6phr/8phr 일 때는 直徑이 줄어들고 8phr/10phr, 10phr/12phr인 경우에는 증가한다. 配合고무의 加工性은 配合고무의 Mooney 粘度가 낮기 때문에 向上된다. 表 12에서 볼 수 있는 바와 같이 cellulose fiber/oil이 6phr/8phr, 8phr/10phr, 10phr/12phr인 경우, 加黃特性이 變化하는 것에 對해서는 注意를 하여야 한다. 表 13에서 볼 수 있는 것과 같이 cellulose fiber/oil의 配合量이 增加할수록 引張強度가 低下되나, Strain modulus와 Young's modulus는 增加한다는 것을 알 수 있다.



[그림 18] NR/SBR 配合에서 特殊處理한 cellulose fiber/oil 配合時 耐 cut, chip에 미치는 영향

<表 12> SBR/NR 配合에서 特殊處理한 cellulose fiber/oil 配合이 未加黃고무에 미치는 영향

Compound No.	16	17	18	19
Treated Cellulose Fibers (phr)	—	6.0	8.0	10.0
Additional Oil (phr)	—	8.0	10.0	12.0
Mooney Viscosity @ 100°C ML(1+4)	38	30	31	31.5
Rheometer @ 153°C				
T <sub>2</sub> , min.	8.0	7.0	7.0	7.0
T <sub>30</sub> , min.	25.0	21.0	22.0	22.0
Opt. Cure, min.	40.0			—
Max. Torque	53	51	50	40

<表 13> 特殊處理한 cellulose fiber/oil이 加黃고무의 物理的 性質에 미치는 影響

Compound No.	16	17	18	19
Treated Cellulose Fibers (phr)	—	6.0	8.0	10.0
Additional Oil (phr)	—	8.0	10.0	12.0

### Stress Strain

Samples cured to opt. cure at 153°C and pulled at 5cm/min. cross head speed by tensometer in machine direction

### Unaged

Tensile Strength, MPa	19.5	17.3	16.4	15.6
% Elongation	680	686	675	675
5% Modulus, MPa	0.2	0.3	0.4	0.5
Young's Modulus, MPa	3.0	6.2	7.9	9.4

### Samples Aged 48 hrs. @ 100°C Air Oven

Tensile Strength, MPa	13.0	11.7	10.6	10.7
% Elongation	400	435	418	424
5% Modulus, MPa	0.2	0.4	0.5	0.6
Young's Modulus, MPa	3.3	7.6	9.9	11.1

## 6. 타이어 試驗結果

龜裂發生, 龜裂成長試驗을 室內走行試驗(In-door Wheel Testing), 實際車輛에 取付하여 試驗하는 實車試驗(Road Fleet Testing), 個人車輛으로 試驗하는 實車試驗(Private Car Testing) 등을 하였다.

試驗結果는 特殊處理한 cellulose fiber를 配合함으로써 耐 groove cracking性이 向上되었다. 이 타이어에 對한 試驗結果는 次後에 詳細히 發表할 計劃이다.

## 7. 結論

위에서 알 수 있는 바와 같이 特殊處理한 cellulose fiber (Santoweb® DX)를 NR, SBR, 油展 SBR/BR트레드 配合에 少量(≤2%) 配合함으로써 耐龜裂成長性이 현저하게 向上된다. 特殊處理한 cellulose fiber cutting를 同一한 範圍에서 配合하여 試驗室에서 試驗한 結果로 耐龜裂成長性, 耐 cutting性, 耐 chipping性이 向上된다는 것을 알 수 있다.

配合單價를 내리기 爲하여 處理한 Fiber를 配合하는 경우에도 耐 crack 成長性이 優秀하다. 耐 cutting, 耐 chipping性은 cellulose fiber/oil이 6 phr/8 phr일 때는 向上되지만, cellulose/oil이 8 phr/10phr, 10 phr/12 phr인 경우에는 低下된다.

參考文獻

1. J.R. Beatty and A.E. Juve, Rubber Chemistry and Technology, 38, 719 (1965).
2. a-A. Y. Coran, K. Boustany, and P. Hamed Rubber Chemistry and Technology, 47, 396, (1974).
- b-G. C. Derringer, Rubber World, 165 45, (1971).
3. U.S. Patent 3,697,363, October 10, 1972, K. Boustany, et. al.
4. P. Hamed and P. C. Li, Reinforcement of IPDM Elastomers Through Discontinuous

Unregenerated Wood Cellulose Fibers, Journal of Elastomers and Plastics, Vol. 9, (October, 1977) p-395.

5. J.R. Beatty and M. L. Studebaker, Elastomerics, Vol. 109, p.33, August, 1977.
6. Unpublished work by J.R. Beatty, B. F. Goodrich Research and Development Center, Brecksville, Ohio.

This paper was presented at a meeting of the Rubber Division, American Chemical Society Montreal, Canada, May 2-5, 1978. (Elastomerics, August 1978)



◇ 原稿募集 ◇

本誌에 掲載할 타이어 工業에 限한 原稿를 다음 要領에 依據 募集하오나 많이 投稿하여 주시기 바랍니다.

內 容

1. 經營, 經濟, 貿易, 技術에 關한 論文, 리포트
2. 時論
3. 提言(建議)
4. 紀行文
5. 體驗紀

面 數

200字 原稿紙 50面內外

稿 料

採擇掲載分에 對해서는 200字 原稿紙 1枚當 所定の 稿料(翻譯物은 600원, 創作物은 800원)를 드립니다.