

카아본 블랙의 배합

저자 : Merton L. Studebaker
Phillips Petroleum Company,
Akron, Ohio

역자 : 본회기술과장 우 용 상

1. 서 언

대부분의 실제 고무 배합은 탄성체, 가황 시스템 그리고 보강제에 기초를 두고 있다.

그외의 많은 배합약품은 고무 배합에서 단가절하, 가공성증대 및 산화노화에 내구성증가, 조색(coloring), 불쾌한 냄새를 은폐하는등을 위하여 사용되고 있다.

보강제로서 카아본 블랙은 물리적 성능 및 수명에 많은 도움을 주고 있기 때문에 품질이 좋은 고무 배합물과 저렴한 배합에서 거의 세계적인 배합제로서 쓰이고 있다.

고무 배합은 예술이다. 그러나 다른 예술에서 처럼 고무 배합은 기본 배합제와 이들 상호 작용에 의해서 야기되는 영향을 잘알아야 할필요가 있다.

여기서는 일반적인 고무 배합을 상세하게포함 시킬 수는 없다 다만 고무제에 혼합되어 있는 카아본 블랙의 결과에 대한 주의를 집중시키는데 그목적에 있다.

2. 배합에 대한 일반적인 주의 사항

고무 배합자는 다음 세가지의 제한된 범주내에서 활동 하지 않으면 안된다.

- 가. 품질(수명)
- 나. 규격(물리적성능)
- 다. 가격

배합자의 모든 결정은 이들 세가지 관점에서 고려 되지 않으면 안된다. 그러나 가격은 시기에 따라 변한다 즉 원자재 가격 변동과시설의 설계, 크기, 및 종류는 공장및시간에 따라 다양하며 이용하는 생산시설대 유통시설의 잇점과 같은 공장내의 여러가지 조건은 변동하고있다.

배합자는 고정비, 변동비 및 구성비와 같은 여러가지 요소의 가공비에 대한 새로운 평가를 하지 않으면 안된다. 이들 경제적인 매려는 적어도 현존배합을 변경할 가능성을 결정 하려는 경우나 혹은 새로운 제품

이 경쟁적으로 생산 될수 있는지의 여부를 결정 하지 않으면 안될때에 물리적 특성에 대한 배합의변경 효과 처럼 배합자에게 중요한 것이다. 따라서 배합은 기술적이고 경제적인 예술이라고 하겠다.

(1) 폴리머의 선택

고무 배합을 설계 하는데 우선적인 고려 사항은 폴리머의 선택에 있다.

이것은 최종 용도에 의해서 제시 된다. 예를 들면 사용 할수 있는 기간 중 제품에 의해서 실제로 체험 되는 사용조건에 따른다.

경험이나 예측은 이러한 선택에서 중요한 존재이다.

배합자는 최종 제품의 중요한 요구 조건이 어떤 것인가를 결정하지 않으면 안된다. 다음으로 배합자는 경쟁적인 가격에서 받아들일수 있는 성능의 배합 고무 를 제공 하리라고 기대 되어 질수 있는 이들 탄성체들 중에서 그가 알고 있는 폴리머에 관한 지식을 통해서 안내 된다.

일반적으로 다양하게 사용되는 탄성체의 유용한 성능표가 Stalwart Rubber Company 에 의해서 출판 되었다. Payne 과 Scott 는 주어진 탄성체의 가황고무로 부터 기대되는 물성에 범위를 표시하는 유용한 표를 출판 하였다 항상 배합자는 이용가능한 몇가지의 적합한 폴리머를 보유하고 있다.

그는 폴리머가 가장 저렴한 가격에서 바람직한 특성에 맞도록 배합 될수 있는지를 우선 관찰하여야 한다

그 다음으로 특정한 성능은 물론 특기되지 않은 성능을 포함 하는 가능한 모든 품질의 잇점을 진지 하게 고려하여야 한다.

여기서 물리적 성능과 가격면에서 여러가지 배합 약품의 영향에 관한 그의 세부 지식이 활용되게 된다.

(2) 가황 시스템의 선택

폴리머의 선택은 자동적으로 최종 배합에 사용되는 특별한 탄성체에 적합할 가황 시스템 들로 가황 시스템의 선택권이 좁아진다.

가황제의 보다 세밀한 선택, 특히 촉진제의 선택은 항상 다음에 기초를 두어 행한다.

가. 최종 제품의 종류

나. 어떻게 성형되고 가황 되나

다. 이용 할수있는 가공 기기

라. 물리적 성능과사용 특성, 원재료비 그리고 가공비에 있어서 가능한 개선점들간의 균형

마. 재고중에서 이용할 수 있는 배합제의 선택

여기에 다시 배합자는 그의 경험을 끌어들이고 포리머와 고무 약품의 제조공급자로부터 이용할 수 있는 광범위한 문헌을 인용하지 않으면 안된다.

초기에 가황 시스템의 선택은 거의 임기 응변적이었으며 다른 배합 약품들이 첨가 됨으로써 용이하게 변경되었다.

모든 고무와 가황 시스템을 포함하는 포괄적인 연구 보고서가 발간 된것은 하나도 없으며 그리고 본과제는 너무 광범위 하여 그러한 포괄적인 취급은 거의 저술되지 못하고 있다.

(3) 카아본 블랙의 선택

카아본 블랙의 종류와 배합량은 탄성체의 물리적인 성능의 균형에 영향을 주는 모든 효과를 위하여 선택되어진다.

고무는 특정한 것이든 이미 알고 있는 것이든간에 주어진 용도를 위하여 고무 배합의 촉감을 결정하는 주어진 정도(혹은 모듈러스)로 거의 변함없이 배합되어지며 품질의 일차적인 지표로서 이용하는 인장 강도(혹은인열강도)로 배합 된다.

카아본 블랙의 종류와배합량의 선택이 정도와 인장 정도를 결정하는데 대단히 중요 하기 때문에 이들에 대한 특별한 관심을 6-(5)에서 중점적으로 다루었다.

6-(5)에서 몇가지 일반적으로 사용되고 있는 탄성체에 원하는 물성의 균형을 나타 내기위하여 카아본 블랙의 종류와 배합량에 관한 실험적인 선택을 하는데 배합자를 돕는 방법으로서 대표적인 자료를 문헌으로부터 발취도표로 기록하였다.

배합자는 다음으로 그의의 바람직한 성능을 실험적으로 경해진 정도와 인장 정도를 이용하여 별도로 고려한다.

어떤 순서로서도 배합자가 고려하는 다음의 물성은 최종 제품의 사용수명에 가장 중요한 것들로서 기타의 성능중에 신장율, 내노화성, 굴곡수명, 영구압축의 리마운드 및 발열과 같은 히스테레시스성능, 용제에 대한 내 팽창성 등등을 포함한다.

이과정에서 배합자는 카아본 블랙의 최적 종류와 배합량의 선택이 좁아 진다 카아본 블랙에 주어진 종류와 배합량을 적당히 선택함으로써 배합자는 그의 제품

의 사용 수명을 연장하거나 배합 단가를 저하 하려고 생각한다.

고무제품의 수명은 보통 카아본 블랙에 의해서 연장된다.

사용 수명의 이와 같은 연장은 좋은 내마모성, 우수한 굴곡수명, 우수한 자외선에 대한 내구성, 혹은 일반적으로 어떤 사용 요건에 대한 내구성을 필요로 하는 대부분의 제품에 대해서 발견 될 것이다.

더우기 사용 수명에 있어서 이러한 증가는 가격 상승에 댓가를 지불 하지 않고서도 얻어 진다.

동일한 성능과 동일한 사용 수명의 증진을 나타 내는 비길만한 “중량—용적”단가에서 고무에 첨가 될 수 있는 다른 배합제는 없다.

(4) 기타 배합제

여러가지 기타 재료들이 배합 고무에서 사용되고 있다.

그 중수는 동일 재료의 상이한 품질을 포함하여 5000 여종에 달한다.

2차 대전 전에 사용된 여러가지 고무 배합은 대단히 복잡 하였다.

중중 이들 배합은 약간의 실제적이거나 혹은 가공의 난점을 수정하기 위하여 첨가 되는 배합제로서 성장 하였으며 이들 배합제들은 배합이 새로운 배합으로 대체 되는 경우 이외에는 거의 제거 되지 않았다.

이들 구태 의연하고 복잡한 배합의 대부분은 젊은 세대가 2차대전 전후에 널리 사용하게 된 합성 고무를 써서 작업하는 것을 소개 함으로써 간소화 되었다.

배합제의 두가지 종류 즉 연화제와 노화 방지제는 특별한 설명이 필요하다. 연화제들은 중량제로서도 소비되어 왔다. 1964년에는 217,348 롱톤(Long ton)의 유전용 오일(Extender oil)이 SBR-oil 마스터 배치의 제조 분야에 사용되었다.

배합경향은 다양한 고무배합에서 보다 많은 오일과 카아본 블랙을 사용하는 방향으로 급속도로 변천 하고 있다. 어떤 배합자는 이런 경향을 표현하여 “Where can you get a better, low cost base compound than an SBR with about 70 parts of oil and 100 parts of HAF?”라고 표현하였다. cis-poly butadiene 및 Ethylene-propylene 고무와 같은 몇가지의 신개발 고무는 다량의 oil 및 카아본 블랙으로 배합 될수 있다.

소수의 특수 배합은 산화노화방지제를 사용하지 않고 처방된다. (7-9)

Amine 류의 산화노화 방지제는 일반적으로 오염성이 문제가 되지 않는 황 가황고무에서 가장 효과적이며 Phenol 류는 비오염성 가공물에 흔히 쓰인다 오존 노화방지제는 보통 대기에 노출을 요하는 경우에 사용된

다, 오존 노화 방지제는 일반 적으로 오염성이 있으므로 보통 흑색 고무 제품에 그의 사용이 한정된다. 오존 노화 방지제는 일반적으로 산화 노화 방지의 특성도 또한 지니고 있다.

Petroleum Wax는 정적 조건 하에서 대기중에 노출되기 쉬운 명색고무(light-colored rubber)제품에서 바람직한 보호작용을 제공 한다.

동적 조건 하에서 Wax 류 단독으로는 오존에 의한 침해에 대하여 보호할 수가 없다. 그러나 이러한 조건 하에서 Wax와 어떤 오존 노화방지제를 가미한 혼합물은 단독으로 사용 할경우 두가지의 경우보다 오존 침해에 대한 우수한 보호작용을 받을 수 있다.

노화방지제류에 관한 전 분야는 공급자와 고무 제조업자 공히 활발히 연구되고 있으며 이들재료에 관한 문헌은 배합자의 서재에 일부를 차지 하고 있어야 한다.

3. 카아본 블랙의 특성

저자는 탄성체의 성능에 그의 영향을 크게 좌우하는 카아본 블랙의 5가지 기본 특성이 있다고 믿고 있다. 5가지 특성들은

- 가. 입자 크기
- 나. 표면적
- 다. 수소 함량
- 라. 산소 함량
- 마. 구조 이다

이들은 구성 성분으로서 생각 할수도 있다. 그러나 수소 원자들의 구조상 위치가 중요함은 두말할것도 없다.

약간의 수소 원자들은 결정의 침단에 있는 원소들과 분명히 회합(Associated)되어 있다. 그러므로 카아본 블랙 입자의 표면에서의 반응에는 이용될 수가 없다.

회합 하지 않고 있는 다른 수소 원자들은 직접 카아본 블랙 표면에서 탄소 원자들과 결합될 수 있다. 그렇지만 이들은 표면에서 수산기(Hydroxyl Group)와 같이 산소-수소 결합에 의해서 결속 되어 있을 것이다.

산소는 몇가지 형태의 관능기 즉 Quinone, Hydroxy₁ 및 기타의 형태로 존재할 수 있다.

본장의 Table 1은 고무용 카아본 블랙의 중요한 종류에 대한 대표적인 분석치를 기술 하였다.

TABLE. 1. Typical Analyses of Various Types of Rubber-Grade Carbon Black

| Trademark | Type ^a | Average Particle Diameter (Electron Microscope), Å | BET Surface Area (N ₂ Adsorption), m ² /g | Ultimate Composition—Dry Basis, % ^d | | | | | Apparent Specific Volume at 734 psi, cc/g |
|--------------|-------------------|--|---|--|-------|------|------|-----------------|---|
| | | | | H | C | Ash | S | O by Difference | |
| Thermax | MT | 2900 | 8.2 | 0.31 | 99.34 | 0.36 | 0.00 | [-0.01] | 0.85 |
| P-33 | FT | 1485 | 16.3 | 0.46 | 99.18 | 0.09 | 0.01 | 0.26 | 1.05 |
| Pelletex | SRF | 648 | 27.1 | 0.37 | 99.28 | 0.25 | 0.03 | 0.07 | 1.23 |
| SterlingV | GPF | 557 | 29.2 | 0.35 | 98.57 | 0.24 | 0.52 | 0.32 | 1.35 |
| Sterling 105 | APF | 560 ^b | 34.9 | 0.39 | 98.34 | 0.30 | 0.62 | 0.35 | 1.59 |
| Kosmos 40 | HMF | 525 | 31.2 | 0.32 | 98.79 | 0.42 | 0.21 | 0.26 | 1.27 |
| Shawinigan | ACET | 408 | 66.8 | 0.06 | 99.80 | 0.00 | 0.05 | 0.09 | 2.16 |
| Statex B | FF | 560 | 48.3 | 0.36 | 98.20 | 0.84 | 0.04 | 0.56 | 1.31 |
| Philblack A | FEF | 384 | 45.8 | 0.34 | 98.29 | 0.22 | 0.65 | 0.50 | 1.50 |
| Regal 300 | LS-HAF | 336 ^c | 84 | 0.26 | 98.39 | 0.37 | 0.56 | 0.42 | 1.25 |
| Philblack O | HAF | 294 | 79.8 | 0.30 | 97.57 | 0.24 | 0.56 | 1.33 | 1.48 |
| United 65 | SPF | 290 ^b | 79 | 0.29 | 97.83 | 0.43 | 0.53 | 1.02 | 1.73 |
| Regal 600 | LS-ISAF | 301 ^c | 108 | 0.21 | 97.92 | 0.29 | 1.09 | 0.49 | 1.25 |
| Philblack I | ISAF | 286 | 116.8 | 0.28 | 97.32 | 0.45 | 0.52 | 1.43 | 1.54 |
| Vulcan 6H | HS-ISAF | 243 ^b | 136 | 0.20 | 97.90 | 0.47 | 0.53 | 0.90 | 1.70 |
| Philblack E | SAF | 175 | 135.1 | 0.28 | 96.78 | 0.45 | 0.67 | 1.82 | 1.63 |
| Vulcan SC | SCF | 176 | 194.4 | 0.16 | 97.27 | 0.59 | 0.60 | 1.38 | 1.71 |
| Spheron 9 | EPC | 320 | 115.8 | 0.61 | 95.60 | 0.06 | 0.20 | 3.53 | 1.55 |
| Spheron 6 | MPC | 246 | 120.0 | 0.55 | 96.10 | 0.09 | 0.08 | 3.18 | 1.55 |
| Spheron 4 | HPC | 242 | 152.7 | 0.46 | 95.96 | 0.07 | 0.02 | 3.49 | 1.54 |

| | | | | | | | | | |
|--------------|-----|-----|-------|------|-------|------|------|------|------|
| Spheron C | CC | 274 | 253.7 | 0.33 | 96.04 | 0.00 | 0.01 | 3.62 | 1.51 |
| Philblack 55 | EPF | 292 | 84 | 0.23 | 96.24 | 0.53 | 0.86 | 2.14 | 1.31 |

^a Type of carbon black: MT, medium thermal; FT, fine thermal; SRF, semi-reinforcing furnace black; GPF, general purpose furnace black; APF, all-purpose furnace black; HMF, high modulus furnace black; ACET, acetylene black; FF, fine furnace black; FEF, fast extrusion furnace black; LS-HAF, low structure, high abrasion furnace black; HAF, high abrasion furnace black; SPF, super processing furnace black; LS-ISAF, low structure, intermediate super abrasion furnace black; ISAF, intermediate super abrasion furnace black; HS-ISAF, high structure, intermediate super abrasion furnace black; SAF, super abrasion furnace black; SCF, super conducting furnace black; EPC, easy processing channel black; MPC, medium processing channel black; HPC, hard processing channel black; CC, conducting channel black; EPF, easy processing furnace black (a channel replacement).

^b Estimated from reflectance measurements (average of Nigrometer and Densichron values).

^c Data from Godfrey L. Cabot, Inc. Bulletins RG-103 and RG-104 (March, 1960).

^d Data from combustion analyses after drying in nitrogen for 1 h at 150°C. and combusting without exposure to the atmosphere. Initial weights corrected by subtracting the quantities of moisture evolved on drying.

카아본 블랙을 증진한 가황물의 물리적 성능에 대한 주어진 카아본 블랙특성의 전 효과를 평가하기 위하여 카아본 블랙의 각 종류에 대한 특성 범위를 숙지 한다는 것은 바람직한 일이다 이를 위해 Table 2와 같은

특성표가 이용될 수 있다.

이표의 수치는 여러 가지 종류의 카아본 블랙의 많은 분석치를 평균한 것이다.

TABLE 2 Expected Range in Primary Properties for Various Types of Rubber-Grade Carbon Blacks (11)

| Type of Carbon Black | Average E. M. Particle Diameter, Å | BET Surface Area, m ² /g | "Structure" Properties | | | |
|--|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-----------|------------------------------|---|
| | | | % Hydrogen | % Oxygen | Mineral Oil Absorption, cc/g | Apparent Specific Volume at 734 psi, cc/g |
| MT (medium thermal) | 2700-5000 | 6.5-9.1 | 0.27-0.34 | 0.00-0.10 | 0.25-0.45 | 0.75-0.87 |
| FT (fine thermal) | 1200-1900 | 13-22 | 0.40-0.50 | 0.00-0.25 | 0.40-0.60 | 0.90-1.05 |
| SRF (semi-reinforcing furnace) | 590-860 | 20-35 | 0.30-0.45 | 0.15-0.55 | 0.75-0.90 | 1.20-1.35 |
| GPF (general purpose furnace) | 500-650 | 25-30 | 0.35-0.45 | 0.15-0.40 | 0.95-1.05 | 1.30-1.40 |
| HMF (high modulus furnace) | 460-660 | 30-45 | 0.30-0.41 | 0.20-0.35 | 0.85-1.10 | 1.20-1.46 |
| FF (fine furnace) | 400-560 | 45-75 | 0.34-0.39 | 0.40-0.60 | 0.75-0.95 | 1.20-1.35 |
| FEF (fast extrusion furnace) | 310-580 | 36-48 | 0.30-0.39 | 0.15-0.65 | 1.15-1.45 | 1.40-1.70 |
| HAF (high abrasion furnace) | 260-350 | 62-88 | 0.27-0.34 | 0.50-1.00 | 1.20-1.40 | 1.45-1.60 |
| ISAF (intermediate super abrasion furnace) | 175-275 | 95-135 | 0.20-0.32 | 0.75-1.45 | 1.25-1.45 | 1.45-1.75 |
| SAF (super abrasion furnace) | 140-270 | 120-145 | 0.28-0.34 | 1.00-2.00 | 1.30-1.70 | 1.55-1.75 |
| SCF (super conducting furnace) | 160-250 | 175-225 | 0.17-0.22 | 0.90-1.20 | 1.30-1.55 | 1.60-1.80 |
| EPC (easy processing channel) | 290-350 | 95-125 | 0.60-0.75 | 2.90-3.50 | 1.04-1.20 | 1.49-1.64 |
| MPC (medium processing channel) | 240-300 | 100-135 | 0.50-0.60 | 2.70-3.60 | 1.04-1.25 | 1.49-1.60 |
| HPC (hard processing channel) | 230-260 | 130-160 | 0.40-0.52 | 2.70-3.60 | 1.03-1.20 | 1.50-1.65 |
| CC (conducting channel) | 175-275 | 175-420 | 0.33-0.45 | 2.60-4.00 | 1.15-1.65 | 1.50-1.75 |
| ACET (acetylene) | 350-450 | 55-70 | 0.06-0.09 | 0.07-0.26 | 2.50-3.50 | 1.80-2.20 |

(1) 입자 크기

비록 카아본 블랙이 공업적으로 이용가능한 가장 미세하게 분할한 재질이라도 배합자가 선택하여야 할 입자 크기에는 분명히 어떤 범위를 가지고 있다. 일단에서는 배합자가 입자경이 3,000 Å 이상인 Medium

Thermal Black (MT)를 사용할 수도 있으며 다른 일단에서는 평균 입자경이 200 Å 보다 적은 미세한 channel 혹은 Super Abrasion Furnace Black (SAF)를 사용할 것을 채택 할 수도 있다.

일반적으로 고무에 부여 되는 보강력은 고무용 카아

본 블랙의 입자 크기가 감소 될때에 증가 한다.

그렇지만 보다 미세한 카아본 블랙은 일반적으로 고무 공장에서 가공이 대단히 어렵다.

입자 크기의 절대 측정치를 얻기 위하여서 전자 현미경 하에서 시료를 측정하는 것은 필수적인 것이며 이렇게 측정하여 얻은 입자 크기에 대한 수치는 이미 발표 되었다. 대부분의 고무 배합자들은 그들이 연구하고 있는 카아본 블랙의 종류와 상표에 대하여 알려진 수치에 의존하고 있다.

Nigrometer로서 측정 하는것과 같은 반사 측정법은 입자 크기의 유용하고 예민한 평가치를 제공하며 Nigrometer 값은 실제적인 현미경 측정치 혹은 다스 만족한 수치는 아니나 알려진 값에 대하여 보정될 수 있다.

가끔 고무 배합자는 충전된 고무 가황물에 대한 물리 시험으로 카아본 블랙의 입자 크기를 평가 하려고 노력 하지 않으면 안된다 이와 같은 시도는 진조 카아본 블랙에 관한 입자 크기의 데이터가 이용될 수 없을 경우에만 행하여야 한다.

이와 같은 목적을 위한 가장 효과적인 시험은 실온에서 측정되는 Rebound 및 Resilience 시험이다 (12-14)

발열은 일반적으로 적합하지 않으며 이러한 목적으로 Rebound 혹은 Resilience 시험치를 사용할 필요가 있을 경우에 동일가공 공정에 의해 제조된 알고있는 입자 크기의 일련의 카아본 블랙에 대한 비교 가능한 데이터를 가지고 있어야 함은 필요 불가결한 것이다.

그러므로 Oil-블랙은 Oil로 가공된 그외의 다른 블랙과 비교 되어야 하고 channel 블랙은 다른 channel 블랙과 비교 되어야 한다.

카아본 블랙의 전제열에 대하여 동일 Batch의 포리머를 사용하고 가능한 거의 동일한 방법으로 혼합하며 동일한 기본 배합을 사용하고, Rebound 및 Resilience를 동일한 가황 조건에서 비교 하는것이 필수적인 조건이다.

(2) 표면적

순수한 기계적 고찰은 제외하고 고무중에 카아본 블랙의 작용은 주로 (가) 포리머 및 배합제에 노출되는 카아본 블랙의 전체 면적 (나) 표면의 단위 면적당 이들 자재에 대한 활동도(Activity)에 따라 결정되어 질 것이다.

일정양의 카아본 블랙의 표면적을 측정하는 가장 확실성 있는 측정 방법은 Brunauer, Emmett, and Teller에 의해서 연구개발된 "BET법"이다.

이 방법은 시료에 의한 질소의 흡착작용에 기초를 두고 있다.

몇몇 회사들은 이방법을 관리용 시험(control Test)으로 이용하고 있다.

또한 표면적은 입자가 구형(球型)에 가깝다고 가정 할때 Electron-Micrograph으로 산출할 수 있다.

BET법으로 얻은 수치가 Electron-Microscopy로 얻는 수치를 초과 할때는 입자가 다공성인 것으로 간주되며 이 두 수치의 비는 다공도 계수(Porosity Index)라 부른다.

이와 같은 기준에 의해서 볼때 고무용 Channel-Black과 고전도성 Furnace 블랙(CF)은 다소 다공성인 편이다. 용액으로 부터의 흡착 특히 특수한 조건하에서 Iodine의 흡착은 비표면적(Specific Surface Area)을 추정하는데 사용될 수 있다.

이 방법은 간단하고 신속하며 단지 일반적으로 이용되고 있는 기기들이 소요되는 편리한 점을 가지고 있다 그러나 몇가지의 결정적인 제한 사항을 내포하고 있다.

Acetylene 블랙 혹은 고전도성 Furnace 블랙과 같이 수소 원자가 적은 카아본 블랙은 전형적인 Furnace 블랙에 비하여 많은 Iodine을 용액으로 부터 흡착한다.

정상 보다 많은 산소를 가지고 있는 카아본 블랙은 전형적인 블랙 보다 적은 Iodine을 용액에서 흡착한다.

요드 흡착법으로서 전형적인 Furnace 블랙의 표면적에 관한 정확한 측정치를 제공하는 방법에 대하여서는 참고문헌 11을 참조 하기 바란다.

(3) 수소 함량

카아본 블랙은 고온에서 형성 된다. 이와 같은 조건은 연료와 세로이 생성된 카아본 블랙입자의 탈수 작용을 촉진시킨다.

입자를 형성하는 동안과 그후의 시간-온도 조건 및 연료의 특성은 카아본 블랙의 특수한 종류의 수소 함량을 결정하는데 있어서 대단히 중요하다.

수소 함량에 관하여서는 중축합된 방향족 탄화수소(Poly-condensed Aromatic Hydrocarbon)와 흑연 사이의 중간 생성물로 존재하는 것과 같은 카아본 블랙을 생각할 수 있다.

중축합 방향족 탄화수소는 산소와 유리관능기(Free-Radical)에 대하여 친화력이 큰 반면에 흑연의 경우는 친화력이 없다.

고무용 카아본 블랙의 여러가지 종류간에는 함유하고 있는 수소함량에 상당한 차이가 있다.

Acetylene 블랙은 단지 0.07%의 수소를 함유하고 있는 반면에 EPC는 약 0.6%를 함유하고 있다.

대부분의 Furnace Black의 경우는 0.2~0.35%의 수소를 함유 한다.

카아본 블랙 표면의 단위당 산소에 대한 반응성과

유황에 대한 반응성은 블랙의 수소 함량에 비례한다.

카아본 블랙의 산소 함량은 산소(혹은 유황)와 그 이상의 반응을 위한 카아본 블랙의 반응성을 저하시킨다 이것은 중요하고 실제적인 의미를 내포하고 있다. 즉 공장에서 그리고 저장중에 일정한 처리를 한후에는 특정한 비표면적을 갖고 있는 카아본 블랙의 산소 함량은 수소 함량에 따라 결정될 것이다. 수소 원자는 입자 전체에 걸쳐 분포 되어 있으며 이들의 대부분은 결정의 맨끝 원자와 결합되어 있지 않거나 혹은 흩어져 있는 탄소원자와 회합하고 있다. EPC의 경우에는 대략 20% 정도로 산해해 있는 탄소와 결정의 첨단 원소들의 원자가를 만족 시키기 위하여 존재하는 충분한 수소 원자를 함유하고 있다.

Furnace 블랙 특히 Acetylene 블랙 및 기타 고구조 블랙에는 이들의 원자가를 만족시킬 수소 원자가 대단히 부족하다.

(4) 산소 함량

모든 공업 적으로 이용가능한 카아본 블랙은 화학적으로 결합된 산소를 포함하고 있다.

이 산소 함량은 거의 (가) 카아본 블랙의 비 표면적(Specific Area) (나) 수소 함량 (다) 생산이력 “에를 들면 로(Furnace)에서 카아본 블랙이 형성된 뒤에 대기 중의 산소를 포함해서 모든 산화성 기체에 노출된 기간과 온도”에 따라 결정 된다. 산소의 약 25%는 Quinone-Type의 산소로서 존재하며 아마도 가황제 및 가황중에 존재하는 각종 중간 생성물에 대한 카아본 블랙의 작용을 좌우하는 대부분의 산소 형태 일 것이다.

그러므로 카아본 블랙의 표면에 함유하고 있는 Quinone Type의 산소는 Scorch 현상 및 고무 배합물의 가교 결합에 현저한 영향력을 나타내고 있다.

따라서 modulus 특성을 결정 하는데 대단히 중요한 인자가 되고있는 듯 하다. 카아본 블랙 표면에 존재하는 25%에 가까운 산소는 서서히 가열 시킴으로써 이산화탄소로 제거 될 수 있다.

이 산소는 Sodium 혹은 Barium의 수산화물로 부터 Sodium과 Barium 이온을 흡착할 수 있는 능력이 있다 그럼에도 불구하고 이산화 탄소의 각분자에 활성화된 수소 원자를 제공키 위하여 존재하는 활성수소 원자는 대단히 적다. 따라서 이산화 탄소로 된 산소는 Carbonyl 기로서 거의 존재할 수 없다. 카아본 블랙 표면상의 약 8%의 산소는 활성 수소와 회합(Associate)되어 있는데 이 활성 수소는 Grignard 시약을 사용하여 정량적으로 측정될 수 있다. 아마도 이산소는 Phenolic-OH로서 존재하고 있을 것이다.

공업적으로 이용 가능한 고무용 카아본 블랙에 잔존하는 40% 정도의 산소 포함기(Oxygene Containing

Group)에 대하여는 아무런 정성적인 증거를 얻을 수가 없다.

종합 적으로 볼때 카아본 블랙의 산소 함량은 항상 정상적인 가황 시스템에 의한 가교 결합을 방해하고 있다. 주어진 황을 포함하는 기본 배합 고무의 Scorch 현상은 산소함량과 카아본 블랙의 표면적에 의해서 거의 결정되고 있다.

산소함량이 크면 클수록 Scorch 기간은 길어진다. 반대로 배합고무에서 카아본 블랙의 표면적이 크면 클수록 Scorch 기간은 짧아진다. 더우기 산소함량이 크면 클수록 가황은 느리며 최적 가황(optimum cure)에서 modulus는 더 낮아진다.

고무용 카아본 블랙의 전체 산소함량에 비례적인 Quinone 형태의 산소의 함량이 Scorch 및 가황에 미치는 영향에 대하여 책임 지을수 있는 활성화된 산소 포함체(Group)라는 것은 엄연한 사실이다.

(5) 구조

간접 적으로 카아본 블랙에서 구조란 카아본 블랙이 응집하려는 경향을 의미한다.

자세히 말하면 응집을 일으키는 힘의 크기를 의미한다.

이힘은 주로 “London-Van der Waals Force이다. 이들 힘은 건조 카아본 블랙에서 자신을 응집된 상태로 유지하는 작용으로 나타 난다 그러므로 그들은 건조 카아본 블랙에 용통성 있는 활동을 제공하고 있다.

이와 같은 용통성 있는 활동은 350,000 lb/in² 하에서도 나타나고 있는 증거가 있다.

응집력은 다량으로 취급할 경우에 카아본 블랙의 접착력을 증가 시키며 포대, 용기 및 콘베이어에서 덩어리를 형성하는 결과물 가져 온다.

고구조인 카아본 블랙일 수록 취급하는 기기(Equipment)에서 부딪치는 곤란한 문제는 현저하다.

각종 카아본 블랙의 구조는 압력하에서 겉보기 비용(Apparent Specific Volume)을 측정하여 비교 될수있다.

Oil 흡수법도 또한 이용 될수 있으나 근본적으로 만족 할만한 것은 못된다. 그러나 Oil 흡수 시험법이 최근에 새로이 개발 됨으로써 재현하게 되었다. 카아본 블랙이 고무와 혼합 될때에 에를 들면 Nerve가 저하되는 것과 같이 미가황 고무의 탄성(Elastic Properties)을 제한하고 있다.

이와 같은 카아본 블랙의 작용은 고구조 블랙에서 현저하며 저구조 블랙에서는 효과가 극히 적다.

고무의 수축을 저하시키는 이와 같은 능력은 구조라고 일컫는 카아본 블랙의 특성에 직접적으로 좌우되고 있다. 탄성의 억제에는 고무 공장에서 실제로 성형