

## 유기질석-천연고무복합재료의 제조와 특성

김학문, 박혜숙, 허용철

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《광석의 종합적리용과 광물의 응용분야를 넓히기 위한 연구사업도 잘하여야 합니다.》

(《김정일전집》 제2권 399페이지)

충상규산염광물과 유기물질사이의 호상작용특성을 리용하여 제조한 점토-고분자복합재료는 발화지연특성과 기체투과방지특성 등 여러가지 특이한 성질들을 가지고있는것으로 하여 그것에 대한 연구[2, 3]가 심화되고있다.

론문에서는 질석의 층간에 유기물을 삽입시켜 제조한 유기질석을 천연고무와 혼련하여 유기질석-천연고무복합재료를 제조하는 방법과 그것의 특성에 대하여 고찰하였다.

### 실험재료 및 방법

시료로는 강서군 수산리질석광산에서 나오는 소성하지 않은 질석광석과 천연고무를 리용하였다.

1mol/L NaCl용액으로 처리할 때 질석의 이온교환특성이 제일 좋아지므로 우선 립도가 0.18~0.25mm인 소성하지 않은 질석 20g을 1mol/L NaCl용액 200mL가 들어있는 플라스크에 넣어 상온에서 1d동안 방치시킨 다음 시료를 꺼내어  $\text{Cl}^-$  이 검출되지 않을 때까지 증류수로 여러번 세척한다.[1] 다음 건조로에 넣어 90°C의 온도에서 2h동안 건조시키고 크기가 85, 95  $\mu\text{m}$  되게 분쇄하여 Na형질석으로 만든다.

85  $\mu\text{m}$  크기의 Na형질석 30g을 200mL의 증류수에 넣어 10min동안 교반시켜 충분히 적신 다음 여기에 연구지역 질석이온교환용량의 1.0배, 2.0배만 한 량의 HDTMAB를 넣고 상온에서 반응시킨다. 이 과정에 여러번 교반시켜주고 24h 지난 다음  $\text{Br}^-$  이 검출되지 않을 때까지 증류수로 여러번 세척(검출시약 0.1mol/L  $\text{AgNO}_3$ 용액)하고 건조시켜 유기질석을 만든다.

또한 95  $\mu\text{m}$  크기의 Na형질석 15g을 100mL의 증류수에 넣어 10min동안 교반시켜 충분히 적신 다음 여기에 연구지역 질석이온교환용량의 1.0배만 한 량의 HDTMAB를 넣고 상온에서 반응시켜 우와 같은 방법으로 유기질석을 만든다.

질량비로 생고무 90%, 류황 3.5%, 촉진제(M) 0.5%, 아연화 5.5%, 스테아린산 0.5%를 골고루 혼합하고 여기에 립도별유기질석을 10, 20, 30% 첨가한 다음 150°C/20min의 조건에서 가류시켜 유기질석-천연고무복합재료를 제조한다.(표 1)

고무혼합원료에 탄산칼시움을 10, 20, 30% 첨가한 다음 이것을 우와 같은 조건에서 가류시켜 탄산칼시움-천연고무복합재료를 제조한다.

유기질석-천연고무복합재료와 탄산칼시움-천연고무복합재료의 력학적특성을 대비고찰하기 위하여 당김세기와 늘임률, 잔류변형률, 쇼아굳기, 탄성률을 각각 측정하였다.

표 1. 실험재료들의 배합비

시료번호	립도/ $\mu\text{m}$	HDTMAB첨가량/배	고무혼합원료함량/%	질석함량/%	탄산칼시움함량/%
1	85	1.0	90	10	-
2	85	1.0	80	20	-
3	85	1.0	70	30	-
4	85	2.0	90	10	-
5	85	2.0	80	20	-
6	85	2.0	70	30	-
7	95	2.0	90	10	-
8	95	2.0	80	20	-
9	95	2.0	70	30	-
10	85	-	90	-	10
11	85	-	80	-	20
12	85	-	70	-	30

당김세기와 늘임률, 잔류변형률은 당김시험기에서, 쇼아굳기는 쇼아굳기계에서, 탄성률은 탄성시험기에서 측정하였다.

유기질석-천연고무복합재료에 대한 전자현미경분석은 주사식전자현미경 《QUANTA200》에서 진행하였다.

## 결과 및 해석

### 1) 역학적특성

유기질석-천연고무복합재료와 탄산칼시움-천연고무복합재료의 특성은 표 2와 같다.

표 2. 질석-천연고무복합재료와 탄산칼시움-천연고무복합재료의 특성

구분	시료 번호	당김세기/MPa	쇼아굳기	탄성률/%	잔류변형률/%	늘임률/%
유기질석- 천연고무 복합재료	1	22.7	43	59	25	650
	2	21.8	48	55	31	600
	3	21.3	58	55	42	560
	4	24.2	45	59	28	640
	5	20.5	51	58	31	610
	6	16.7	61	52	41	510
	7	23.4	48	60	25	610
	8	21.7	53	60	33	590
	9	18.3	68	45	62	490
탄산칼시움- 천연고무 복합재료	10	15.0	35	54	13	730
	11	15.8	40	56	20	650
	12	16.8	45	55	20	660

같은 립도의 질석과 탄산칼시움을 천연고무에 각각 같은 량 첨가하였을 때 그것의 당김세기는 현저히 차이난다.

유기질석의 함량이 많아질수록 유기질석-천연고무복합재료의 당김세기는 점점 약해진다. 유기질석과 탄산칼시움을 각각 10, 20, 30%씩 첨가하였을 때 질석을 첨가한 유기질석-천연고무복합재료의 당김세기는 탄산칼시움을 첨가한 탄산칼시움-천연고무복합재료의 당

김세기보다 각각 1.51, 1.38, 1.27배 더 커진다. 이것은 유기질석이 탄산칼시움보다 고무제품의 보강 및 충전제로서의 특성이 훨씬 더 좋다는것을 의미한다.

유기질석-천연고무복합재료의 당김세기는 유기질석을 10% 첨가하였을 때 HDTMAB 첨가량이 많을수록 더 커지고 유기질석을 20, 30% 첨가하였을 때에는 오히려 HDTMAB 첨가량이 많을수록 작아진다. 이것은 적은 량의 유기질석을 첨가할 때 HDTMAB첨가량이 많을수록 즉 질석의 충전거리가 길수록 고무보강제로서의 특성이 더 좋아진다는것을 보여준다.

질석의 립도에 따르는 유기질석-천연고무복합재료의 당김세기를 대비하여보면 10% 첨가할 때에는 오히려 립도가 큰것의 당김세기가 약간 약해지고 첨가량이 많아질 때 립도가 작을수록 당김세기가 더 세진다.

유기질석-천연고무복합재료의 탄성은 유기질석을 10% 첨가할 때 립도가 커질수록 더 세지고 20%인 경우에는 립도가 커질수록 더 약해진다. 유기질석의 함량이 많아짐에 따라 유기질석-천연고무복합재료의 탄성은 약해지는 경향성을 나타내는데 10% 첨가하였을 때가 59로서 제일 좋다.

유기질석을 첨가한 천연고무복합재료의 쇼아굳기는 탄산칼시움을 첨가한 경우보다 명백하게 세다. 질석이온교환용량의 2배 되는 HDTMAB로 처리한 유기질석을 30% 첨가하였을 때 유기질석-천연고무복합재료의 쇼아굳기는 61로서 탄산칼시움을 30% 첨가하였을 때 (45)보다 약 1.3배 커진다.

질석이온교환용량의 1배 되는 HDTMAB로 처리한 유기질석을 10% 첨가하였을 때 유기질석-천연고무복합재료의 쇼아굳기는 탄산칼시움을 10% 첨가하였을 때보다 1.2배 더 커진다. 유기질석-천연고무복합재료의 쇼아굳기에서는 유기질석의 첨가량이 많아질수록 점차 커지는 경향성이 나타난다.

유기질석-천연고무복합재료의 잔류변형률은 탄산칼시움-천연고무복합재료보다 약간 크며 늘음률은 조금 작아진다.

총체적으로 천연고무충진제로서의 유기질석의 특성은 탄산칼시움보다 좋다는것을 알 수 있다.

## 2) 전자현미경분석

4 000배로 확대한 유기질석-천연고무복합재료의 전자현미경화상에서 천연고무속에 충전제로 들어간 유기질석립자들의 크기는 대부분 3~6  $\mu\text{m}$  정도이며 10  $\mu\text{m}$  이상 되는 립자들은 찾아보기 힘들다.

유기질석의 초기립도가 95  $\mu\text{m}$  이하라는것을 고려할 때 이것은 유기질석립자들의 대부분이 천연고무와의 혼련과정에 박리되어 더 작은 립자들로 분리되었다는것을 보여준다.

유기질석립자와 천연고무와의 결합관계를 고찰하기 위하여 24 000배로 확대시키면 유기질석립자와 천연고무가 빈공간이 없이 치밀하게 밀집되어있는것을 볼수 있는데 이것은 유기질석립자가 천연고무와 매우 견고한 결합을 이루고있다는것을 보여준다.

이러한 결과를 통하여 질석의 충간에 HDTMA<sup>+</sup>이 삽입되면 충간이 확장되어 질석립자들이 (001)면을 따라 쉽게 박리될수 있는 조건이 마련되고 친수성을 나타내는 질석립자들이 HDTMA<sup>+</sup>에 의하여 소수성으로 전환된다는것을 알수 있다.

## 맺 는 말

질석의 층간에 HDTMA<sup>+</sup>이 삽입된 유기질석은 층간이 확장되기때문에 쉽게 박리될수 있다. 따라서 유기질석과 천연고무로 만든 유기질석-천연고무복합재료의 당김세기, 쇼아굳기, 탄성과 같은 특성들은 탄산칼슘-천연고무복합재료보다 더 우월하다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김학문 등; 지질 및 지리과학 4, 12, 주체107(2018).
- [2] 안종혁 등; 고분자-점토나노복합재료, 공업출판사, 4~14, 주체100(2011).
- [3] Ting-Ting Li et al.; Fibers and Polymers 16, 3, 691, 2015.

주체108(2019)년 7월 5일 원고접수

## Preparation of the Organo Vermiculite-Natural Rubber Complex and its Characteristics

*Kim Hak Mun, Pak Hye Suk and Ho Yong Chol*

The organo vermiculite intercalated HDTMA<sup>+</sup> into its interlayer can be easily exfoliated due to the expansion of interlayer space, therefore the characteristics such as tensile strength, hardness and elasticity of organo vermiculite-natural rubber complex are better than calcium carbonate-natural rubber complex's.

Key words: vermiculite, natural rubber, HDTMAB