

## PEG와 파라핀을 첨가한 비소성색연필심의 특성

리 귀 철

위대한 령도자 김정일 동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학연구사업을 앞세우지 않고서는 경공업공장들의 현대화를 다그칠수 없으며 결국 인민소비품의 가지수를 늘이고 질을 높이는 문제를 해결할수 없습니다.》(《김정일선집》 증보판 제13권 302페이지)

폴리에틸렌글리콜(PEG)과 파라핀은 극성 및 무극성유기물질들이다.

현재 비소성색연필심의 제조에서 무극성인 폴리에틸렌(PE)을 결합제로 리용하는 심원료계에 대하여서는 극성인 PEG를, 비교적 극성인 질산섬유소(CN), 카르복시메틸섬유소(CMC), 폴리아미드(PA) 등 고분자를 결합제로 리용하는 심원료계에 대하여서는 무극성인 파라핀을 첨가하여 색도와 윤활성을 높이고있다.[2, 3]

우리는 이미 에틸렌-초산비닐공중합수지를 결합제로 하는 심원료계에 파라핀이 존재할 때 비소성색심의 특성에 미치는 PEG의 영향을 연구하였다.[1]

논문에서는 에틸렌-초산비닐공중합수지를 결합제로 하는 비소성색연필심의 특성에 미치는 PEG와 파라핀의 영향을 평가하였다.

### 실험 방법

활석( $10\mu\text{m}$ ), 이산화티탄( $10\mu\text{m}$ 이하), 등색안료(《fast orange V》), 스테아린산, 스테아린산연, 에틸렌-초산비닐공중합수지, 폴리에틸렌글리콜(분자량 1 500~20 000), 파라핀을 색연필심원료로 리용하였다.

색연필심은 원료평량, 원료혼합, 롤혼련, 심봉성형, 심봉예열, 심압출, 심랭각, 심절단, 심연마공정들을 거쳐 직경이 2.5mm되게 제조하였다. 이때 원료혼합시간은 20min, 롤혼련작업온도는  $90\sim 110^{\circ}\text{C}$ , 심봉성형압력은 0.3MPa, 누름회수는 5회, 심봉예열온도는  $60^{\circ}\text{C}$ , 압출온도는  $62\sim 64^{\circ}\text{C}$ 로 하였다.

3점구부림세기측정기(《Marubishi》)로 구부림세기와 심이 파괴될 때의 구부림높이를 측정하여 심의 구부림특성을 평가하였다.

마모도측정기(《HY-317》)에서 심에 200g에 해당하는 힘을 주면서 종이에 선을 그을 때 마모되는 특성을 측정하였다.

또한 700g에 해당하는 힘을 주면서 종이에 선을 긋고 이 필선을 컴퓨터에 입력시켜 필적량과 평균RGB값을 측정하는 방법으로 색도를 평가하였다.

필적량은 필선의 단위면적당 필적이 차지하는 면적비의 백분률이다.

## 실험결과 및 해석

PEG와 파라핀의 함량에 따르는 심의 특성변화 활석 1.8kg, 이산화티탄 0.2kg, 등색안료 0.5kg, 스테아린산연 0.15kg, 스테아린산 0.3kg, EVA수지 0.1kg 혼합된 원료에 PEG와 파라핀을 각이한 량으로 첨가하여 심을 제조하고 구부림세기와 필적량을 측정하였다.(그림 1)

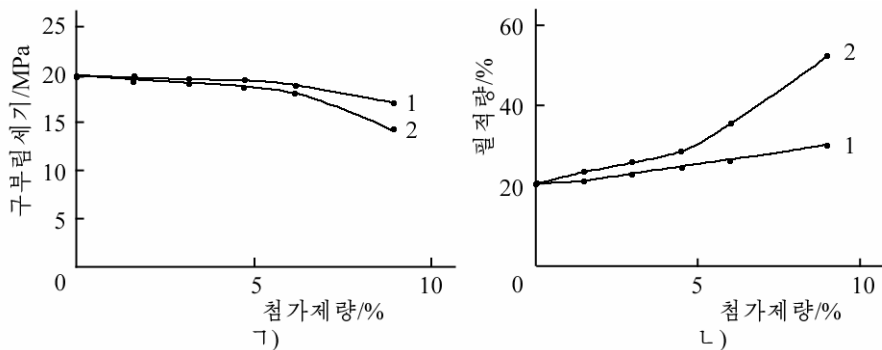


그림 1. 첨가제량에 따르는 등색심의 구부림세기(Γ)와 필적량(L)의 변화  
1-PEG, 2-PEG-파라핀(1 : 1)

그림 1에서 보는바와 같이 첨가제의 량이 많아짐에 따라 심의 구부림세기는 감소하고 필적량은 증가하는데 PEG와 파라핀이 1 : 1로 혼합된 첨가제인 경우 변화가 더 크다. 이것은 극성인 PEG만을 첨가할 때에는 심재료속에서 저분자인 PEG에 의하여 공중합수지의 희석효과가 나타나기때문이라고 볼수 있다. 일반적으로 색연필심에서 체질제인 활석을 결합시키고있는 수지의 량이 작아지면 구부림세기가 감소하고 필적량은 증가한다.

PEG와 파라핀을 함께 첨가할 때에는 심재료속에서 희석효과와 함께 PEG와 파라핀사이의 상경계면에서 결합이 발생하는데 이것이 심의 구부림세기를 감소시키고 필적량을 증가시킨다고 볼수 있다.

PEG-파라핀혼합첨가제량이 6%일 때 심의 구부림세기는 크게 감소하지 않으면서도 필적량은 현저히 증가하였다.

PEG-파라핀혼합첨가제에서 PEG량을 3%로 하고 파라핀량을 변화시키면서 심의 특성량들을 측정한 결과는 그림 2, 3과 같다.

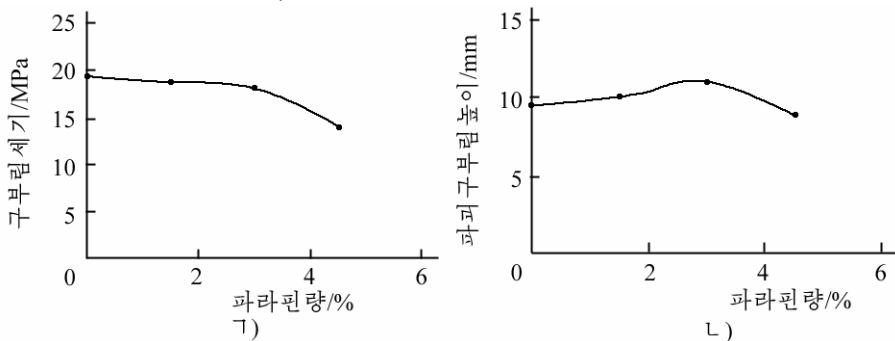


그림 2. 파라핀량에 따르는 등색심의 구부림세기(Γ)와 파피구부림높이(L)의 변화

그림 2에서 보는바와 같이 파라핀량이 증가함에 따라 심의 구부림세기는 처음에는 서서히 감소하다가 3%이상에서 급격히 감소한다. 이때 심의 파괴구부림높이는 3%에서 최대로 된다. 파라핀량이 3%이하일 때에는 파라핀에 의하여 PEG와 유기물질들의 강한 극성결합과 결정구조가 파괴되고 유기분자들의 자유로운 류동과 유기고분자와 저분자사이의 얽힘구조생성과정의 동시 진행되기때문에 심이 유연해져도 구부림세기가 크게 감소하지 않는다.

그러나 파라핀량이 3%이상일 때에는 파라핀과 PEG 및 기타 극성유기물질들이 만드는 상경계결합들이 많아지면서 유기물질들의 극성결합이 약화되어 구부림세기가 급격히 감소한다.

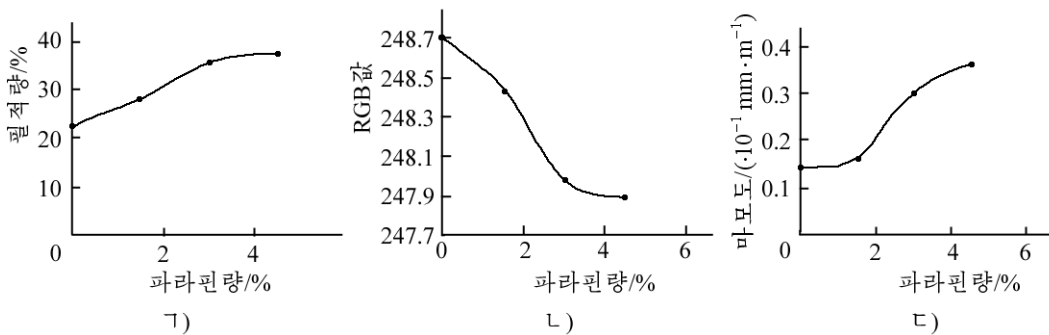


그림 3. 파라핀량에 따르는 등색심의 필적량(a)), RGB값(b)), 마모도변화(c))

그림 3에서 보는바와 같이 파라핀량이 3%이상일 때 심의 마모도와 필선의 색도, 필적량이 증가하면서 필선의 색이 진해진다.

따라서 PEG-파라핀혼합첨가제에서 PEG와 파라핀의 양을 1:1로 할 때 구부림세기가 크고 필기성이 좋은 심을 제조할수 있다는것을 알수 있다.

PEG와 파라핀을 각각 3%씩 첨가한 심원료를 혼합기에서 20min동안 건식혼합하고 혼련하였다. 이때 수지 및 유기물질분말들은 열과 기계적힘에 의하여 녹으면서 활석알갱이들과 혼합-결합되었다. 물혼련회수에 따르는 심의 특성량을 측정한 결과는 표와 같다. 이때 PEG를 먼저 활석으로 표면처리하고 6회 혼련하였을 때 심의 특성량들을 함께 측정하였다.

표에서 보는바와 같이 물혼련회수가 많아지면 원료의 혼합이 잘되어 심의 특성이 개선된다. 또한 PEG를 활석으로 먼저 표면처리하면 물혼련을 6회정도 하여도 심의 특성이 좋아진다. 특히 필적량은 표면처리하지 않은것에 비하여 1.6배 커지며 필선이 선명해진다. 이것은 PEG가 활석표면에 흡착되면 활석립자들이 유기물질들사이에 미세하게 분산되며 분산된 활석립자표면에서 PEG와 파라핀의 상경계결합들이 발생하면서 필적량이 급격히 증가한다는것을 보여준다.

표. 물혼련회수에 따르는 심의 특성량변화

특성량	물혼련회수/회			활석표면처리 한 경우
	6	8	10	
구부림세기/MPa	160	180	187	186
필적량	0.338	0.350	0.355	0.568
필적의 RGB값	248.2	248.0	247.9	246.3

## 맺는말

에틸렌-초산비닐공중합수지를 결합제로 리용하는 비소성색연필심에 PEG와 파라핀을 각각 3%씩 첨가하면 심의 세기를 크게 변화시키지 않으면서 색도를 높일수 있다.

PEG와 파라핀을 첨가한 색심의 색도개선효과는 PEG와 파라핀이 만드는 상경계결합과 희석효과에 의하여 심의 마찰부분이 쉽게 붕괴되는데 있으며 상경계결합들이 미세하게 분산된 활석립자표면에 많이 존재할 때 더욱 커진다.

## 참고문헌

[1] 김일성종합대학학보(자연과학), 58, 2, 82, 주체101(2012).

[2] Leidner Jacob; WO 00/00557, 2000.

[3] 杖村由佳; 平12(2000)-7976, 2000.

주체104(2015)년 12월 5일 원고접수

### Characteristics of Non-Fire Colored Pencil Lead adding PEG and Paraffin

*Ri Kwi Chol*

Adding 3% of each PEG and paraffin in non-fire colored pencil lead with ethylene-vinyl acetate copolymer resin as bonding agent, the color degree is improved remarkably, because of the dilution effect and the formation of phase boundary defect by PEG and paraffin.

When a lot of phase boundary defects exist on surface of the dispersed talc particle fully, the improvement effect of color degree is more increased.

Key words: polyethylene glycol, paraffin, colored pencil lead