

M.E.K(경화제)의 자연발화 위험성에 관한 실험적 연구

김정현* · 유용호* · 권오상** · 유명열***

한국건설기술연구원, 서울시립대학교, 경기소방재난본부

An Experimental Study on Spontaneous Combustion Risk of M.E.K

Kim, Jung Hyun* · Yoo, Yong Ho* · Kweon, Oh Sang** · Yoo, Myong Youl***

Korea Institute of Construction Technology, University of Seoul,

Gyeonggi-Do Fire Services

요 약

본 연구에서는 산업현장에서 에폭시 강화촉진제, 도로용 첨가제 등으로 많이 사용되고 있는 경화제(M.E.K)의 혼합비에 따른 자연발화 위험성을 알아보고 산업 현장의 화재 예방을 위한 기초자료로 제공하고자 하였다. M.E.K와 에포비아 수지를 각기 다른 비율로 혼합한 상태에서 시간경과에 따른 시료의 온도변화 와 유증기 발생 및 자연발화 여부를 관찰한 결과 합성수지와 경화제의 혼합시 경화제가 5% 이상으로 혼합될 경우 혼합 수지의 내부온도가 약 40℃ 이상으로 상승하면서 발포 현상과 함께 다량의 유증기가 발생하였고, 유증기가 발생된 모든 조건에 대하여 자연발화 여부는 확인할 수 없었다.

1. 서 론

2009년 8월 경기도 여주에 위치한 코카콜라음료(주)에서 발생한 F.R.P작업장 화재사고로 4명의 사상자와 약 천만원 상당의 재산피해가 발생하였다. 당시 지하 저수조 내부 F.R.P 방수공사중 방수 재료인 불포화폴리에스테르 수지와 경화제(MEK-PO)의 비정상적인 혼합으로 가연성 증기가 발생하여 미상의 점화원에 의해 발화된 것으로 추정된다.¹⁾ 소방방재청의 화재현황통계자료에 의하면 최근 5년간 합성수지가 최초 착화물이 되어 화재가 발생한 건수가 매년 조금씩 증가하는 추세이다. 2011년 상반기 최초착화물별 화재현황을 보면 종이·목재 등이 31.7% (8,100건) 로써 가장 높은 발생율을 보였으며, 다음으로 전기·전자 17.3%(4,409건), 쓰레기류 11%(2,821건), 합성수지 10.1%(2,571건)등 으로 나타났다.²⁾ 이에 본 연구에서는 산업 현장에서 에폭시 강화촉진제, 도로용 첨가제 등으로 많이 사용되고 있는 MEK와 에포비아 수지를 혼합하여 혼합 비율별 온도변화 및 자연발화 여부를 관찰하는 실험을 수행하였다. 이 실험을 바탕으로 F.R.P작업에 사용된 화학물질의 실제 발화 가능성을 검토하고, 산업 현장의 화재 예방을 위한 기초자료를 확보하고자 하였다.

2. 실험내용

2.1 실험계획

본 연구에서는 코카콜라음료의 사고원인이 F.R.P작업의 재료인 수지(불포화폴리에스테르)와 경화제(MEK-PO)의 비정상적인 혼합으로 가연성 증기가 발생하여 미상의 점화원에 의해 발화된 것으로 추정하여 이 두 재료를 철재용기와 유리용기에 비율별로 혼합하여 온도상승 및 유증기 발생 등을 관찰하였다.

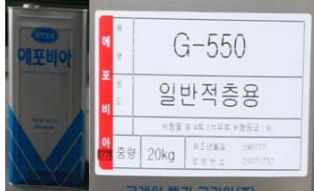

	<p>다염기산과 다가 알코올이 결합하여 생긴 에스테르 결합을 가지고 있으며 동시에 분자 중에 불포화결합을 포함하고 있는 물질</p>
수지(불포화폴리에스테르)	
	<p>분자내에 peroxide 기(-O-O-)를 가지고 있는 물질로 외부의 열 또는 충격으로 라디칼을 형성 이중결합을 가진 물질과 반응 분자량을 높여주는 역할을 하는 물질로 고분자 합성 또는 성형에 사용되고 자기 반응성 물질이라고도 함</p>
경화제(MEK-PO)	

그림 1. F.R.P 방수 재료

그림 1은 F.R.P작업의 재료인 수지(불포화폴리에스테르)와 경화제(MEK-PO)의 사진과 물질의 성질을 나타내고 있다.

2.2 실험방법

에코비아 수지와 경화제를 각기 다른 비율로 혼합한 후 두 물질의 혼합반응시 온도 상승 측정 및 유증기 발생 등을 관찰하였다. 혼합용 용기에는 온도를 측정할 수 있는 센서를 설치하고 외부변화와 실험내용을 촬영할 수 있는 카메라를 설치하였다.

실험은 총 5회에 걸쳐 실시 하였으며 3회는 금속용기와 유리용기에 같은 비율로 혼합한 시료를 넣고 관찰 하였으며, 2회의 실험은 금속용기만 사용하였다.(표1)

표 1. 시료 혼합비율

순번	시료혼합비율		실험용기 재질
	수지(ml)	경화제(ml)	
Test 1	700	300	금속/유리
Test 2	500	500	금속/유리
Test 3	10	1000	금속/유리
Test 4	800	200	금속
	900	100	금속
Test 5	950	50	금속

3. 실험결과

Test 1의 실험은 금속/유리용기 모두 10분후 시료를 교반하였으며 금속용기는 약 32분후, 유리용기는 약 29분 경과후 다량의 유증기가 발생하였고 자연발화는 관찰되지 않았다.

Test 2는 금속용기에선 반응이 관찰되지 않았고, 유리용기는 1시간 23분 경과후 발포 현상과 함께 다량의 유증기가 발생하였다. Test 3은 금속/유리용기 모두 아무런 반응을 보이지 않았다. 그리고 금속용기에서만 실험을 실시한 Test 4와 5는 실험 시작과 함께 교반을 실시하였고 Test 4의 경우 수지와 경화제 비율이 800:200의 경우는 시작후 14분 50초 900:100의 경우는 14분 40초 경과후 유증기가 발생하였다. Test 5는 약 16분 경과후 유증기가 발생하였다. 표2는 상세 실험 결과를 보여주고 있다.

표 2. 상세 실험결과

순번	혼합비		시작 온도	유증기 발생	온도	교반 시간	용기
	수지 (ml)	경화제 (ml)					
Test 1	700	300	15℃	32분	37℃	10분후	금속
			15℃	29분	42℃		유리
Test 2	500	500	14.8℃	-	-		금속
			14.8℃	83분	42℃		유리
Test 3	10	1000	14.8℃	-	-	실험 직후	금속
			14.8℃	-	-		유리
Test 4	800	200	16.2℃	14분50초	43℃		금속
	900	100	16.2℃	14분40초	59℃		
Test 5	950	50	16.2℃	16분	56℃		

4. 결론

본 연구에서는 산업현장의 F.R.P작업에 사용되는 합성수지와 경화제의 혼합비율에 따른 실제 발화가능성에 대해 실험을 실시하였다.

- 산업현장에서 사용되는 합성수지와 경화제의 경우 혼합비율에 따라 다량의 유증기가 발생하여 화재발생의 위험성이 상존한다.
- 합성수지와 경화제의 혼합시, 경화제가 약 5% 이상으로 혼합될 경우 혼합 수지의 내

- 부 온도가 약 40℃ 이상으로 상승하면서 발포 현상과 함께 다량의 유증기가 발생한다.
- 다만, 경화제의 비율이 50% 이상이 되면 반응 시간이 증가하였으며 유증기 발생시간 까지 1시간 이상이 소요 되었다.
 - 또한, 경화제 비율이 5% ~ 10% 이내인 경우 유증기가 발생하는 반응은 보이나, 발포 현상을 동반하지 않고 경화와 함께 비교적 소량의 유증기를 발생하였다.
 - 실험시 유증기가 발생된 모든 조건에 대하여 자연발화 여부를 확인할 수 없었으며, 작업조건을 고려한 한정된 구획실에서의 장시간 유증기 포화에 따른 자연발화 여부 검증 실험이 추가적으로 필요할 것이다.

감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원 주요사업으로 수행된 “(11주요) 표준화재모델에 따른 화재 확대 방지 및 피난 안전 설계 기술 개발(화재)” 과제와 관련되어 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 경기소방재난본부, 유명열, “F.R.P작업장 화재조사 사례”(2011)
2. 소방방재청, “2011년_상반기_화재발생현황_분석”, 통계자료, www.nema.go.kr, pp.6(2011)