

## 페타이어/고흡수성 수지 복합 방수소재의 특성연구

이명훈, 신연순, 정혜은, 박상순\*, 최종소, 한 춘  
 광운대학교 화학공학과  
 켐엔텍(주) 기술연구소\*

### A Study on the Characteristics of Waste tire/super absorbent polymer waterproof materials

Myoung Hun Lee, Yeon Soon Shin, Hea Eun Jeong, Sang Soon Park\*, Joong So Choi, Choon Han  
 Department of Chemical Engineering, Kwangwoon University  
 Institute of ChemEnTech Inc.\*

#### 서론

현대 산업사회의 근간이 되는 자동차 산업의 발달로 인하여 필연적으로 페타이어의 발생문제와 이의 처리에 대한 중대한 환경문제가 대두되고 있다. 이와 관련하여 1992년 리우 환경회의를 계기로 환경문제는 본격적으로 세계적인 관심사로 등장하게 되었으며 GR(Green Round)라는 테투리안에서 폐기물처리의 문제는 기업 및 개인문제의 범위를 벗어나 국가단위의 대책이 시급히 마련되어야 하는 실정이며 더욱이 국토면적이 좁은 우리나라의 여건에서는 페타이어 야적장의 확보도 어려운 실정이다.

과거에는 페타이어를 처리하는 방법으로서 단순매립과 열원으로서의 활용을 위한 소각이 주를 이루었으나 매립용지의 부족과 소각시의 오염물질 발생 등의 이유로 인하여 상술한 처리방법은 점차 분말 가공한 페타이어(GRT(Ground Rubber Tires))의 재성형에 의한 각종 복합소재의 개발 등의 연구로 대체되고 있다. 현재 이러한 방법은 고무 아스팔트 포장재, 보도블럭, 고무벽돌 등의 건축자재로 사용되고 있는 예가 있으며 관련연구에 대한 지속적인 기술개발이 이루어지고 있다.

이러한 이유로 본 연구에서는 분말 가공한 페타이어를 이용한 방수재료의 상용화에 그 목적을 두어 고흡수성 수지와 혼합을 통한 복합소재를 제조하여 그 특성을 분석하고자 한다. 본 연구에서 개발하고자 하는 방수재는 기능성을 가지는 Self-Sealing (자체보수성) 방수재로서 매립지 지하, 건축물 지하 기초바닥, 벽체, 상부구조물의 방수에 적용됨을 목적으로 한다. Fig. 1은 Self-Sealing 방수재의 원리를 나타낸 그림이며 Fig. 2는 본 연구에서 제조된 복합소재의 구조 및 적용원리를 나타낸 그림이다.

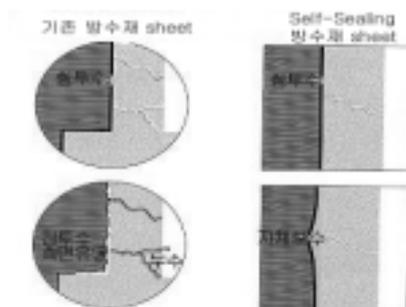


Fig. 1 A fundamentals self-sealing waterproof

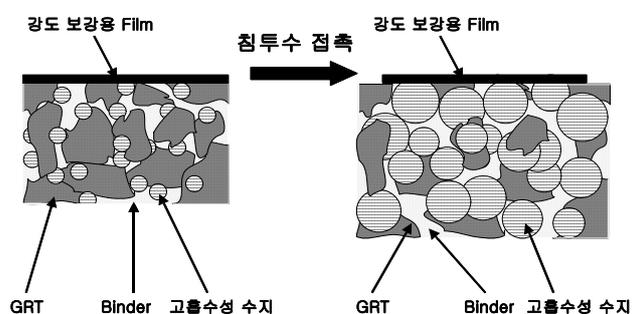


Fig. 2. Structure and Fundamentals of GRT/super absorbent polymer waterproof materials.

## 실 험

### (1) 실험 재료

GRT(Ground Rubber Tires)는 한국자원재생공사의 -40 mesh의 입자 크기로 분류한 고무 분말을 사용하였다. binder는 Sheet Type 방수재 제조용으로 (주)호남석유화학의 EVA (Ethylene Vinyl Acetate, grade : EV-600), Soft Type 방수재 제조용으로 점착성의 poly(2-EHA(2-EthylHexylAcrylate)) adhesive를 사용하였다. 또한 방수재의 강도보강을 위하여 방수재 표면 접합용으로 0.15 mm 및 0.2 mm PU(polyurethane) film을 사용하였으며 고흡수성 수지는 (주)코오롱 유화의 상용 고흡수성 수지인 GE-500F를 사용하였다.

### (2) 실험 방법

○ Sheet Type 방수재 : 전체시료 100 wt%에서 binder의 함량비를 15 wt%로 고정시키고 고흡수성 수지와 GRT의 함량비에 변화를 주어 시편을 제작하였으며 시편의 강도보강을 위하여 0.15 mm PU film을 접합시켜 시편을 제작 하였다. GRT, binder와 고흡수성 수지를 393.15K로 가열된 interal mixer로 10분간 mixing 시킨 후 일정한 중량을 mold에 주입하여 열가압 프레스기를 사용하여 온도 423.15K, 압력 2000kgf/cm<sup>2</sup>의 조건 하에서 10분간 경화 시켜 sheet형태로 제조하였다.

○ Soft Type I 방수재 : 전체시료 100 wt%에서 binder의 함량비를 27 wt%로 고정시키고 GRT와 고흡수성 수지의 함량비에 변화를 주어 시편을 제작하였다. GRT와 고흡수성 수지, 용매(benzene)에 희석시킨 binder(2-EHA adhesive)를 358.15K로 가열된 interal mixer로 10분간 mixing 시킨 후 용매가 완전히 휘발되면 일정한 중량을 mold에 주입하여 mold에 채운 뒤 열가압 프레스기를 사용하여 온도 298.15K, 압력 2000kgf/cm<sup>2</sup>의 조건 하에서 10분간 압축시켜 제조하였다.

○ Soft Type II 방수재 : 전체시료 100 wt%에서 고흡수성 수지의 함량비를 3 wt%로 고정시키고 GRT와 binder의 함량비에 변화를 주어 시편을 제작하였으며 soft type 방수재의 응용성 확장의 가능성을 확인하기 위하여 sheet type 방수재와 같이 PU film을 접합시켜 시편을 제작 하였다. binder로 사용된 binder(2-EHA adhesive)의 저조한 기계적 물성을 보완하기 위하여 0.15 mm 및 0.2 mm의 PU film을 사용하였다. GRT와 고흡수성 수지, 용매(benzene)에 희석시킨 binder(2-EHA adhesive)를 358.15K로 가열된 interal mixer로 10분간 mixing 시킨 후 용매가 완전히 휘발되면 일정한 중량을 mold에 주입하여 mold에 채운 뒤 열가압 프레스기를 사용하여 온도 298.15K, 압력 2000kgf/cm<sup>2</sup>의 조건 하에서 10분간 압축시켜 제조하였다.

### (3) 물성 측정 방법

Sheet Type 방수재는 KSM 6518 '가황 고무 물리시험방법'을 참고하여 아령형 3호 cutter로 절단한 후 KSM 3736 '수 팽창성 벤토나이트 방수 시트 물성측정법'과 기존의 유사 상용방수재의 물성을 기준으로 하여 인장강도(N/cm<sup>2</sup>), 신장률(%), 파괴 팽창률(%)을 측정하였다. sheet type 방수재와 비교한 기존의 유사 상용방수재는 K.C.engineering(주)의 HYBEN-SHEET와 국제 케미칼(주)의 tight fret이다. Soft Type I 방수재는 기존의 유사 상용방수재의 물성을 기준으로 하여 파괴 팽창률(%)을 측정하였으며 비교된 기존의 유사 상용방수재는 cetco korea(주)의 waterstop-RX이다. soft type II 방수재는 sheet type 방수재의 물성 측정방법을 참고하였다.

### (4) 방수능 측정 방법

Sheet Type 방수재에 대하여 방수능 측정실험을 하였으며 균열부위를 통한 침투수의 내부로의 유입이 가능하게 하여 실제적인 건물의 균열 후의 자체보수능력을 관찰하였다. 기

준의 일반적인 방수시트와 본 연구의 개발방수재와의 기능적 관련성이 있는 국제 케미칼(주)의 tight fret을 함께 실험하여 비교하였다.

**결과 및 고찰**

Sheet Type과 Soft Type I, Soft Type II 방수재 각각의 시편 조성을 Table. 1에 나타내었다.

Table 1. Compositions of compounds in waterproof materials.

Sample		Sheet Type			Soft Type I			Soft Type II		
		Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Sample 8	Sample 9
Materials	description	wt%	wt%	wt%	wt%				wt%	
GRT	40 mesh over	76	74	72	72	70	68	66	64	64
SAP	GE-500F	5	7	9	1	3	5	3	3	3
Binder	EVA(EV-600)	15	15	15						
	poly(2-EHA)				27	27	27	27	29	27
film	0.15 mm PU film	4	4	4				4	4	
	0.2 mm PU film									6

(1) Table 1 조성의 방수재에 대한 물성측정 결과

Table 2. Comparison of maximum absorption capacities and tensile strength and extension ratio and specific gravity for waterproof materials.

Sample			Sheet Type					Soft Type I				Soft Type II		
			Sheet Type			commercial waterproof materials		Soft Type I			commercial waterproof materials	Soft Type II		
Properties	KSM 3736 및 상용 방수재		S 1	S 2	S 3	HYBEN-SHEET	tight fret	S 4	S 5	S 6	waterstop-RX	S 7	S 8	S 9
Maximum Absorption Capacities (Vol%)	Sheet Type	상용방수재 기준 448	433	458	560	412	448					850	830	840
	Soft Type	상용방수재 기준 357						346	850	1150	357			
Tensile Strength (N/cm <sup>2</sup> )	2452이상		2851	2845	2845	3653	1502	-	-	-	-	2280	2280	3715
Extension Ratio (%)	450이상		468	457	460	1300	591	-	-	-	-	430	430	470
specific gravity	waterstop-RX 기준 1.5		-	-	-	-	-	0.6	0.6	0.6	1.5	0.6	0.6	0.7

Table 2에서 보는바와 같이 sheet type 방수재의 경우 sample 2부터 기준규격을 만족하는 물성을 보였으며 sample 2의 조성이 본 연구에서 개발하고자 하는 sheet type 방수재의 적절한 시료조성임을 알 수 있다. soft type I 방수재의 경우 sample 5부터 기준규격의 부피팽창률을 만족하지만 비중에 있어서 기준규격과 현격한 차이를 보임을 알 수 있으며 이는 방수재를 구성하는 원료의 근본적인 차이에 기인하는 것으로서 본 연구의 특성에 적합한 신규규격의 정립이 필요할 것으로 판단된다. soft type II 방수재의 경우 sample 9에서 비중을 제외한 모든 기준규격을 만족하였으며 이에 따라 본 연구에서 개발하고자 하는 soft type 방수재의 적절한 시료조성은 sample 9임을 알 수 있다.

## (2) 개발 방수재에 대한 방수능 측정 결과

방수능 측정실험에서는 본 연구에서 개발한 sheet type 방수재와 함께, 자체보수력이 없는 기존의 일반적인 방수시트인 아스팔트 방수시트와 본 연구의 개발방수재와의 기능적 관련성이 있는 국제 케미칼(주)의 tight fret을 함께 실험하여 비교하였다. Fig. 3에 방수능 측정장치의 그림을 나타내었으며 3종 방수재의 누수량에 대하여 Fig. 4에 나타내었다.

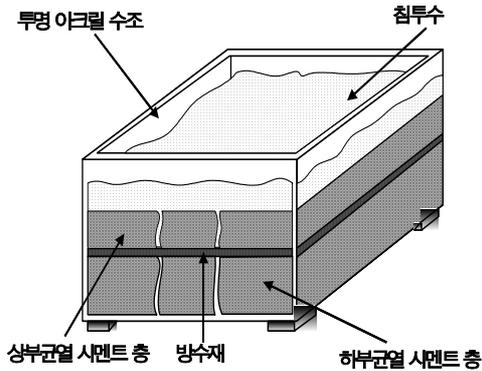


Fig. 3. Structure of laboratory equipment for waterproof materials.

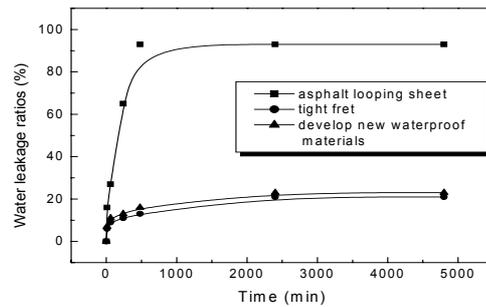


Fig. 4. Variations of water leakage ratios according to time for water/waterproof materials systems.

Fig. 4에서 보는바와 같이 아스팔트 루핑 시트의 경우 초기부터 급격하게 누수가 진행되어 약 8시간 이전에 거의 완전한 누수율을 보이고 있으며 Fig. 5의 분석에서 언급한 바와 같이 건축 구조물의 균열발생 이후 누수에 대한 추가적인 보수가 필요하게 되어 방수시공 후의 추가작업이 발생할 수 있는 명백한 한계를 알 수 있다. 반면, 상용 방수재 중 자체보수력이 있는 tight fret과 본 연구에서의 개발 방수재는 약 4 내지 8시간 이내에 약 20% 내외의 누수율을 보이고 있으며 그 후 완전한 자체보수가 이루어져 더 이상의 누수량은 발생하지 않아 균열발생 이후의 추가적인 보수작업이 발생할 우려가 적음을 알 수 있는 바, 이러한 누수율의 차이에서 자체보수능을 발휘할 수 있는 기능성 방수재의 효과를 인지할 수 있다.

## 참고 문헌

1. J. M. Ball, "Reclaimed rubber" in the "vanderbilt rubber handbook", R. T. Vanderbilt Co., Inc
2. Kim, J. K., and Jeong, D. S.: "A Study on Polyurethane Waterproof Material Containing Rubber Particles", J. of the Korea Inst. of Rubber Industry, **29**, 207(1994)
3. Zapp, R. L.: Rubber Chem. Technol, **46**, 251(1973)
4. Kim, J. K.: "Fabrication of Rubber Block by using Recycled Waste Tires", J. of Korean Inst. of Resources Recycling, **4**, 71(1995)
5. KSM 6518 가황고무의 물리시험방법
6. KSM 3736 수 팽창성 벤토나이트 방수 시트
7. GR M 6001 ~ 6013 페타이어 관련 GR 규격