

ASPHALT 防水의 工法과 現狀

The Construction & Phenomenon of Water proof Asphalt

金 柱 恒*
Kim, Ju Hang

1. 서 론

Asphalt 방수제라고 하면 좁은 의미로서는 방수열 공급법이라고 하여 소위 Asphalt와 Roofing을 서로 여러층으로 겹치여 방수층을 형성시키는 가열용융법이 일반적이다.

그러나 넓은 의미로 볼 때는 Asphalt를 유화(乳化)시켜 열을 사용하지 않고 방수층이 형성토록 하는 공법을 비롯하여 Asphalt에 고무나 수지를 배합, 성능을 높여 방수층을 형성시키는 것 등 근간에 이르러서는 개질 아스팔트 방수열공법/개질 Asphalt Torch법, Asphalt 방수상온공법(防水常溫工法)도 이루어지고 있다.

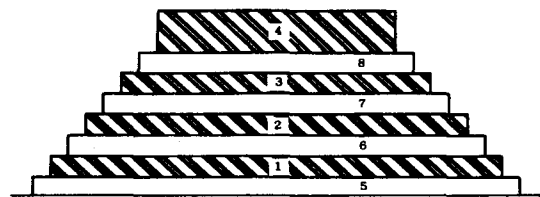
특히 Asphalt를 이용한 방수제 제조는 원료 면에서 볼때 가격이 저렴하며, 또한 Asphalt의 특징으로서는 풍부한 방수성을 비롯하여 적당한 유동성과 점착성을 갖고 스스로 유착하는 성질이 있으며, 소요(所要) Consistency를 비교적 용이하게 하며 인체나 동물에 해가 없고 비교적 큰 변형에도 견디는 등의 특징이 겸비되어 있기 때문에 방수재로 넓게 이용되고 있다.

그러나 우리가 Asphalt라고 하면 일반적으로 도로포장용만을 연상하는 경향이 있기 때문에 본 논고에서는 Asphalt를 이용한 방수(防水)현상에 대하여 표제를 중심으로 간략하게 기술하여 보겠다.

2. 방수열공법

Asphalt방수열공법이라고 하는 것은 합성섬유 Sheet에 Asphalt를 함침(含浸)시켜 Asphalt Roofing류를 열용융(熱熔融)한 것으로서, 이는 Bolwn Asphalt가 주체로, 서로 인장(引張)하는 성질을 이용, 적층(積層)시켜 방수층을 형성하게 하는 것을 말한다.

이와 같이 여러층을 중합(重合)시키므로 인하여 그림 1에서 보여주듯이 만약 1층 부분에 결합하자가 발생한다고 하더라도 상하층(上下層)에서 Cover가 되어지고 있으므로 방수층 전체의 결합에는 하자가 발생하지 않는다.



- Legend :
- ① Asphalt(1.0kg / cm²)
 - ② Asphalt(1.0kg / cm²)
 - ③ Asphalt(1.0kg / cm²)
 - ④ Asphalt(2.0kg / cm²)
 - ⑤ Asphalt primer(0.3 l / m²)
 - ⑥ Asphalt Roofing
 - ⑦ Asphalt Roofing
 - ⑧ Asphalt Roofing

그림 1. Asphalt 방수열공법의 사양¹⁾

* 化工技術士(燃料 및 潤滑油) · 韓田油化工業(株) 專務理事

따라서 이와 같은 공법은 종래로부터 금일에 이르기까지 실질적인 면에서 대중을 이루고 있으며 또한 신뢰성도 크다. 이같은 이유에 하나는 방수재의 원료가 되고 있는 Blown Asphalt, 즉 표 1에 나타낸 것과 같은 방수공사용 Asphalt의 품질특성을 안하면 고온에서 유동하기 쉽고 저온에서도 Control하기 쉽도록 원료 특성화에 의해서 특별하게 제조된 것이 현재 주류를 이루고 있으며, 용도면으로서는 일반지방 또는 기온이 비교적 높은지역에 사용되는 3종이나 온성이 특히 적고 비교적 연질(軟質)의 것으로 일반지역 이외의 한냉(寒冷)지역의 지붕, 기타 부분에 사용되는 4종의 품질이 주종을 이루고 있다.

-적층공법(積層工法)으로 하기 때문에 시공 능률이 저하한다.
-노동력 확보에 어려움이 따른다.
이상과 같은 현상은 과밀된 도시에서 시공시 발생하는 매연이나 냄새에 대한 주변 생활자로부터 하역금 진정을 비롯하여 현장작업자의 화기사용 안전문제 그리고 도시건축으로 기인되는 노동력 확보 등에도 어려움이 따르고 있다고 생각된다.

3. 열공법/ Torch공법

개질 Asphalt 열공법 및 개질 Asphalt Torch 법이라 함은 2장에서 논한 소위 Asphalt 방수열

표 1. 방수공사용 Asphalt의 품질²⁾

항목 종류	연화점 ℃	침입도 (25℃) 1/10mm	침입도 지수	증발 질량 변화율 %	인화점 ℃	3연화 에탄 가용분 %	취화점 ℃	Slacking Length mm	가열 안정성 (취화점 차) ℃	용도
1호	85↑	25~45	3↑	1↓	250↑	95↑	-5↓	-	5↓	공사중이나 그후에 있어, 적당한 온도조건에 걸쳐 실내 및 지하구조 부분에 사용되고, 감온성이 보통이며 비교적 연질의 것
2호	90↑	20~40	4↑	1↓	270↑	98↑	-10↓	-	5↓	일반지역, 심하지 않은 경사 보통용 지붕에 사용되고 감온성이 비교적 적을 것
3호	100↑	20~40	5↑	1↓	280↑	95↑	-15↓	8↓	6↓	일반지역의 노출 지붕 또는 기온이 비교적 높은 지역의 지붕에 사용되고 감온성이 적을 것
4호	95↑	30~50	6↑	1↓	280↑	92↑	-20↓	10↓	5↓	일반지역 이외에 한냉지역에서의 지붕, 기타 부분에 사용되는 것으로 감온성이 특히 적고 비교적 연질의 것

그러나 실적면이나 신뢰성에도 불구하고 근간에 이르러서는 다음과 같은 문제점도 지적되고 있다.

- 화재, 화상의 위험이 따른다.
- 매연, 냄새가 발생하고 있다.

공법의 문제점들을 개선하여 현재 유럽에서 광범위하게 사용되고 있다.

저항하고 분산(分散)하는 역할을 가진 보강재(補強材)를 배합하여 Sheet로 한 것이 개질 Asphalt Roofing이라 하며, 이의 단면구조를

살펴 보면 그림 2와 같다.

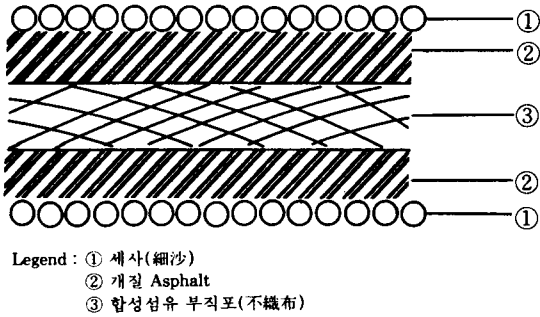


그림 2. 개질 Asphalt Roofing재의 단면도³⁾

따라서 개질 Asphalt 열공법이라 하는 것은 이와 같이 용융 Asphalt를 접착하여 방수층을 형성토록함에 단층화(單層化)가 가능케 된다.

한편 Asphalt Roofing 이면을 Gas Burner로 건조시키어 시공한 것이 개질 Asphalt Torch 공법이라 하여 방수층의 단층화와 용융 Asphalt 접착과정이 생략될 수 있게 된다.

개질 Asphalt의 주된 개질재(改質材)로서는 Styrene Butadiene Styrene Block 공중합체 및 Atactic polypropylene이 사용되고 있다.

여기서 Atactic polypropylene이라고 하는 것은 석유화학에서 Polypropylene을 제조할 때 부산물로 배출되는 물질이며, 이의 특징은 Asphalt와 상용성이 양호하므로 Asphalt와 용이하게 소성(塑性)이 가능하다는 점을 이용한 것이다. 다만 근간에 이르러서는 Polypropylene의 제조방법이 Atactic Polypropylene을 부생(副生)하지 않는 방향으로 검토되고 있기 때문에 향후 개질재의 선택도 고려가 되어야 할 것으로 생각된다.

또한 Styrene Butadiene Styrene Block 공중합체라고 하는 개질재는 합성고무의 일종으로서, 이는 용액중합(溶液重合)에 의해서 제조된 Styrene과 Butadiene의 Block공중합체(空重合體)로 된다. Atactic polypropylene Blend는 소성거동(塑性舉動)을 부여하는 반면에 Styrene Butadiene Styrene Block공중합체

표 2. 각종 Asphalt의 성상 비교표¹⁾

시험항목	종류	Blown Asphalt	*APP 개질 Asphalt	**SBS 개질 Asphalt
	개질재혼합량, wt%		-	30
침입도, 25℃, 1/10mm		41	44	81
연화점, TR & B, ℃		101	150	100
점도, 180℃(nPaS)		1500	3300	1100
취화점(脆化點) ℃		-24	-18	< -38
합격 온도	" 유동점, ℃	85	125	80
	" 저온에서 구부림, ℃	-10	-7	-25
인장 시험	파단시(破斷時) Distortion %	90	400	1940
	영구변형(永久變形), %	>50 ²⁾	>300 ²⁾	9 ³⁾
⁴⁾ 피로시험 파단까지의 Cycle 수		1	700	>10,000

비고: *Atactic polypropylene

**Styrene Butadiene Styrene Block 공중합체

¹⁾ DIN 52123 준함

²⁾ 파단후, 24hr 방치후의 Distortion

³⁾ 1500% 인장(印章)후, 24hr 방치후의 Distortion

⁴⁾ 기재(基材)를 넣지 않은 3mm 두께의 Sheet상 Sample편을 사용하여 20℃에서 1~2mm의 인장을 1 Cycle/min 로서 반복함.

Blend는 탄성거동(彈性舉動)을 부여하여 주는 특징을 갖고 있다.

다음 표 2에는 Blown Asphalt를 비롯하여 Atactic polypropylene 및 Styrene Butadiene Styrene Block공중합체 개질 Asphalt의 성성을 비교하여 보았다.

Atactic polypropylene Blend 제품은 고온유동저항성(高溫流動抵抗性)이 극히 우수하며 파단시(破斷時)는 Distortion이라든가 피로저항성(疲勞抵抗性)은 약간 개선되었지만 복원성(復元性)은 상대적으로 낮아졌다.

이에 대하여 Styrene Butadiene styrene Block 공중합체에 의한 개질 Asphalt는 고온유동저항성(高溫流動性)은 그다지 없지만, 저온에서의 Bending성, 내파단성(內破斷性), 복원성(復元性), 피로저항성 등이 대단히 우수한 것으로 되고 있다.

개질 Asphalt에 대한 연구는 Polymer와 Asphalt와의 양분야로부터 Approach가 필요하며 특히 Asphalt와 Polymer간에 상용성에 대하여서는 중요한 요소가 되고 있다.

Asphalt의 개략적인 조성에 대하여 살펴보면 표 3과 같이 구성되어 있으며, Styrene Butadiene Styrene Block 공중합체 Blend의 경우는 조성 Balance가 상용성에 관계가 된다.

상용성이 우수한 Styrene Butadiene Styrene Block 공중합체 개질 Asphalt를 얻기 위하여서는 혼합온도(混合溫度)에서 가용화(可溶化)함에 용해하는 대에 대한 충분한 방향족 성분이 필요로 하고 있다.

따라서 사전에 Asphalt의 조성분석을 통해 Polymer와의 상용성을 예상하는 것이 바람직하다.

표 4는 원자재 Asphalt의 종류를 교체하여 Styrene Butadiene Styrene Block 공중합체를 같은 배합비율로 하여 개질 Asphalt Roofing의 성능을 비교하여 본 것이다.

여기서 상용성이 우수한 Asphalt는 Styrene Butadiene Styrene Block 공중합체를 같은 비율로 혼합하였음에도 불구하고 대단히 우수한 특징이 있음을 알 수가 있다.

4. 상온공법

Asphalt방수 상온공법(常溫工法)은 Asphalt에 의한 방수의 신뢰성을 확보함과 동시에 현장에서 Asphalt 용융을 실시하지 않고 있을 뿐만 아니라 화기(火氣)도 일절 사용하지 않고 시공을 간편하게 할 수 있게 개발된 공법이다. 이러한 공법이 처음으로 도입된 시기는 세계 제2

표 3. Asphalt의 조성⁴⁾

분류 4대조성분	구성물질	분자량	H/C (원자수의 비)	외관 및 성상
포화분	Paraffin 및 Naphthene	300~2,000	1.9~2.0	무색 / 담황색의 맑은 액상물질, 비중 1보다 작다
방향족분	방향족 및 작은 집합	300~2,000	1.5	적갈색의 끈적한 액체, 비중 1보다 작다.
Resin분	축합된 방향족 환구조	500~50,000	1.2~1.4	암갈색의 점성고체 또는 반고체, 가열하면 용융 비중 1보다 크다.
Asphaltene분	축합된 방향족환의 구조	1000~100,000	1.1~1.2	암갈색, 흑갈색의 고체분말 가열하여도 용해하지 않고 분해되어 코크스로 된다. 비중 1보다 크다.

표 4. Asphalt Roofing의 성능비교¹⁾

시험항목(Coating)	배합비 Asphalt의 종류	SBR 14%			
		상용성이 우수한 Asphalt	A Asphalt	B Asphalt	C Asphalt
저온에서의 구부림 시험 (-25℃) ∅30mm, 5sec		합격	합격	합격	합격
60℃×6개월후		합격	불합격	합격 / 불합격	합격
60℃×12개월후		합격	불합격	불합격	합격
옥외×12개월후		합격	-	-	-
옥외×28개월후		합격	-	-	-
Zero Black 시험 (-20℃) Coating 파단시 신도(mm)		>5	1.3	2.8	4.5
60℃×6개월후		4~5	1.0	2.3	3.1
60℃×12개월후		4~5	0.9	-	2.4
옥외×12개월후		>5	-	-	-
옥외×28개월후		4~5	-	-	-
인장시험 (23℃) Coating 초기판단시 Distortion(%)		20~25	6	23	14
60℃×6개월후		9~12	4	15	5
60℃×12개월후		9~12	4	10	4
옥외×12개월후		16~17	-	-	-
옥외×28개월후		15	-	-	-
피로시험(23℃) 1~2mm					
1 Cycle / min(Coating 초기판단까지)		>10,000	15,000~4,000	3,000	2,000
60℃×6개월후		6,000	200	500	100
60℃×12개월후		5,000	10	200	50
80℃×3개월후		5,000	1	1	122
옥외×12개월후		>10,000	-	-	-
옥외×28개월후		>10,000	-	-	-
2 Cycle / hr(Coating 초기판단까지)		>10,000	5,500	6,500	-
60℃×6개월후		>10,000	1,400	2,100	-
60℃×12개월후		>10,000	200	1,600	-

비고: Sheet 두께 2~2.5mm, Compound는 전체 Filler 30% 함유: Glass 부직포 50~60g / m²(0.3mm 두께)

차대전을 전후로 현재까지 Asphalt 방수열공법에 규제를 받고 있는 경우나, 보수(補修), 개수(改修)작업분야에서 실적이 신장되고 있다.

Asphalt방수 상온공법에 있어서의 공정은 크게 분류하여 3가지로 대별하고 있으며 이에선 점착형 적층공법(接着型積層工法)을 비롯하여

점착형 적층공법(粘着型積層工法)과 도막형공법(塗膜型工法)이다.

따라서 각각의 공법과 점착성, 냉수성이 우수한 Asphalt의 특성을 활용하여 방수처방을 만들거나, Asphalt에 그의 단체(團體) 이상에 물성 및 내구성(耐久性)을 구하기 위하여 여러가

지 Polymer나 수지를 배합하여 품질특성을 향상시키고 병행하여 공법상으로도 신뢰성을 검토하여 완벽한 시공이 되도록 하고 있다.

(1) 점착형 적층공법

점착형 적층공법은 용융 Blown Asphalt 대신에 상온반응에서 경화하는 소위 상온반응 경화형 개질 Asphalt로서 Asphalt Roofing 또는 개질 Asphalt Roofing을 점착 적층하는 공법이다.

이러한 상온반응 경화형 개질 Asphalt로써는 2액반응형(二液反應型) Uretane Asphalt와 Rubber Asphalt Emulsion에 Water 경화성(硬化性) Cement를 현장에서 배합시키는 2가지 Type이 있다. 전자의 경우는 침입도가 높은 Straight Asphalt에 Process oil을 배합, 상온에서 유동성을 가진 수산기(水酸基) 말단(末端), Polybutadiene rubber를 첨가한 것을 주재(主劑)로 하여, Polyisocyanate를 경화제로 하여 현장에서 혼합을 실시함으로써 수산기 말단 Polybutadiene이 3차원(三次元)에 가교구조(架橋構造)를 형성하여 경화시킨다.

이의 특징은 내열(耐熱), 내한성(耐寒性)이 극히 우수하다.

(2) 점착형 적층공법

이의 공법은 개질 Asphalt Roofing의 편면(片面)에 점착층을 설치, 박리지를 제거시키면서 방수하지(防水下地)와 Roofing 또는 Roofing류와 동종(同種)을 압착시킨 것을 점착형 적층공법이라 한다.

점착층으로서는 Asphalt에 합성고무를 분산시킨 것이나 Polybutadiene 등, 점착부여재(粘着付與材)를 첨가시킨 물질이 사용되고 있다.

(3) 도막형공법

도막형공법이라는 것은 반응경화형(反應硬化型) 또는 건조경화형(乾燥硬化型)의 Asphalt계 도포방지제를 도포하여 방수층을 형성(形成)하도록 하는 공법을 말한다.

방수공법의 분류에는 방수층을 현장에서 도포하여 형성시킨 것으로 방수하지(防水下地)의 형상이 복잡하여도 용이하게 방수층을 형성하는 점이 특징이다.

방수재(防水材)는 적층(積層)하여 부직포(不織布)나 Cloth 등의 보강재(補強材)를 하층(下層)이나 중간층(中間層)에 설치하는 것이 일반적으로 되고 있다.

건조형(乾燥型)으로서는 Clay Type Asphalt Emulsion, Rubber Asphalt Emulsion 등이 있다.

여기서 Clay Type Asphalt Emulsion은 특수한 Clay를 유화제로서 Asphalt를 Emulsion화한 것으로 이의 특징으로서는 Emulsion 안정성이 극히 우수하고 건조도막의 내후성도 양호하는 등의 장점을 갖고 있다.

한편 Rubber Asphalt Emulsion은 Asphalt Emulsion 가운데 SBS Latex가 함유되어진 것으로 이의 특징은 건조도막의 내한성 및 내열성이 개선되어 있다. 반응 경화형으로서는 Rubber Asphalt Emulsion을 탈수(脫水) 경화시킨 것과 Clay Asphalt Emulsion에 습기(濕氣)경화형 Polyisocyanate를 현장에서 혼합하여 경화시키는 것 등이 있다.

한편 도막방수공법의 커다란 장점은 Spraying 시공이 가능하다는 점으로 작금과 같이 인력부족 상태에서는 획기적인 공법이라고 사료된다.

참고적으로 Clay Asphalt Emulsion과 습기경화형 Polyisocyanate를 혼합하여 Spraying 시공을 할 수 있는 System을 소개하면 그림 4와 같다.

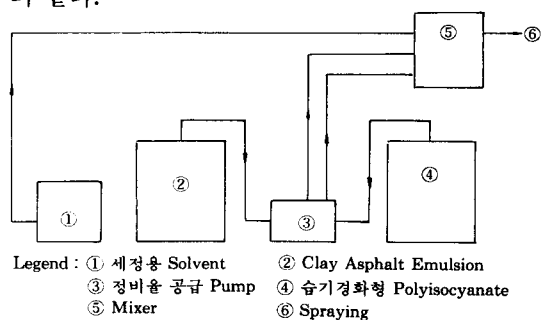


그림 5. Spraying system[1]

5. 끝맺음

지금까지 Asphalt는 방수의 공법과 현상에 대하여 살펴보았다.

석유계 Asphalt는 원유 1kl 가운데에 약 20kg이 내포되어 있어 이는 압중류나 탈력 Process에 의해 부생되는 석유정제의 최종 찌꺼기 Oil이라고는 하지만, 도로포장용 이외의 이용범위는 대단히 넓다.

우리나라의 경우 석유계 Asphalt의 이용범위는 도로포장용 이외에 오래전부터 재래공법이기는 하지만, 건축재의 지하 Mortar, 공업용의 Gear Compound 등에 정확한 통계는 알 수 없으나 일부가 사용되어 왔다.

그러나 근간에 이르러서는 Roofing재를 비롯하여 방습지 등에 점차 석유계 Asphalt 이용범위가 확대되고 있다. 따라서 미약한 자료이지만, Asphalt를 이용하는 제분야의 일선기술자들께 Asphalt의 복합재료와 응용연구, 나아가 Asphalt의 기초연구에 다소나마 도움이 되었으면 하는 바램입니다.

참고문헌

1. 青木秀樹: Petrotech, 13(2), p.45(1990).
2. 日本規格協會: JIS 핸드북(石油), 石油 아스팔트 JIS K2207(1989).
3. 田島 루이소프(株) Catalogue(1987).
4. 高橋正明: 아스팔트誌, 32(163), p.71(1990).

◇ 新 刊 案 內 ◇

建築과 電氣人을 위한 對 備 技 術 士 演 習

內 容: 最年少 技術士의 體驗談을 豫文에 신고
第1部 過年度 技術士 試驗問題 풀이 演習
第2部 電氣設備計劃
第3部 論文(述)型 對備參考資料
第4部 美國, 日本의 技術士 試驗問題 式等을 담고 있어 技術士 準備에 도움이 될 수 있는 資料가 수록되어 있는책

發 行 日: 1991. 7. 12.

編 · 著 者: 姜泰權(建築技術士)

發 行 處: 도서출판설학

連 絡 處: 서울시 江東區 城內1洞 120-89
(신한빌딩 205호)

電 話: 478-0611, 488-4780