기능성 AP 첨가제 기술동향

유지보수 재활용 분과 기술세미나

㈜에이알앤씨

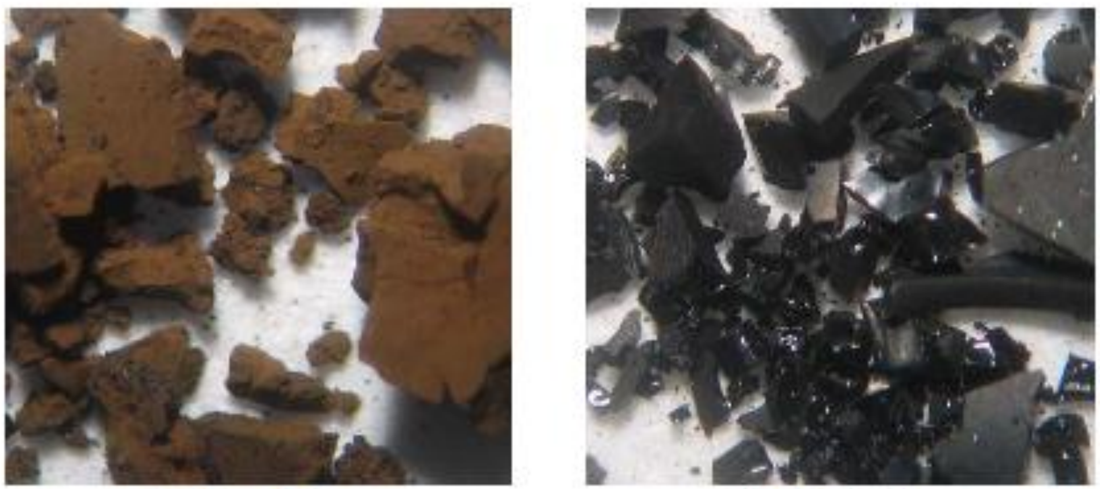
목 차

1. 아스팔트의 구성

- Asphaltene, Resin, Aromatic, Saturate.

  Asphaltene 이란?,

  Procedurally defined : 원유 와 n- Pentane 또는 n- Heptanes 의 1:40 용액에 용해되지 않고 남아있고 Toluene 등에는 녹는 물질.



(a) n-C_5 asphaltenes (b) n-C_7 asphaltenes

Figure 1. Examples of the appearance (magnified about 15 times) of asphaltenes separated from Mars-P crude oil with an excess of (a) n pentane (n-C_5) and (b) n-heptane (n-C_7).

아스팔트의 성질

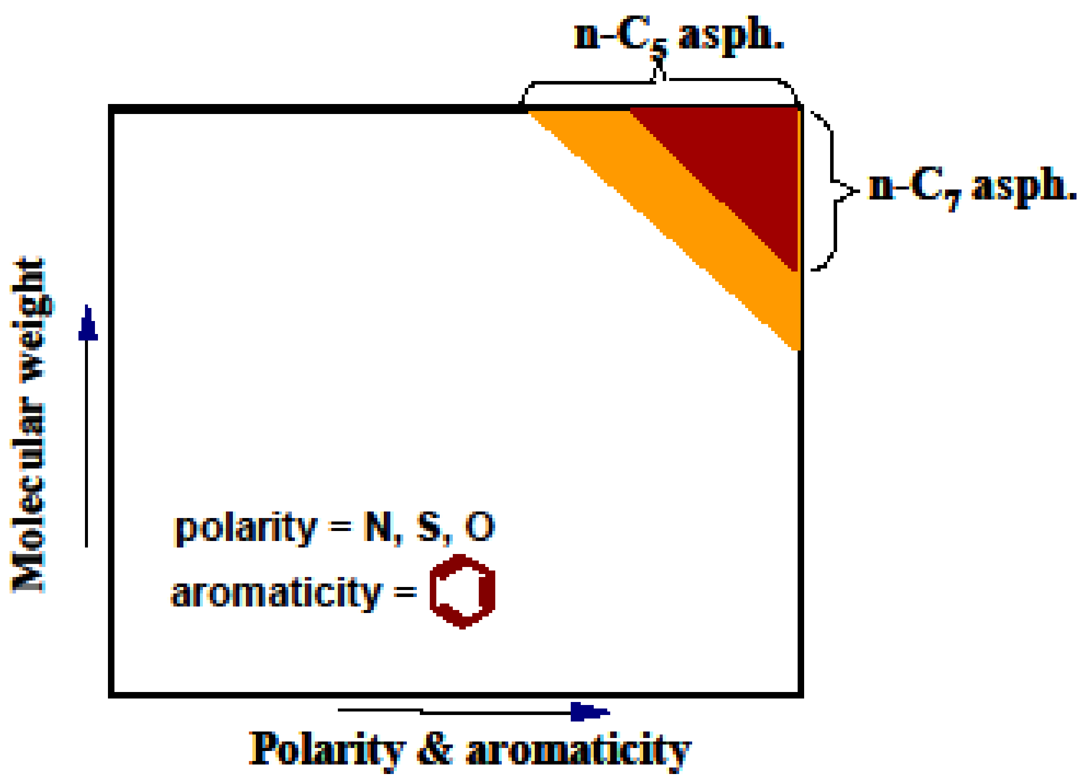
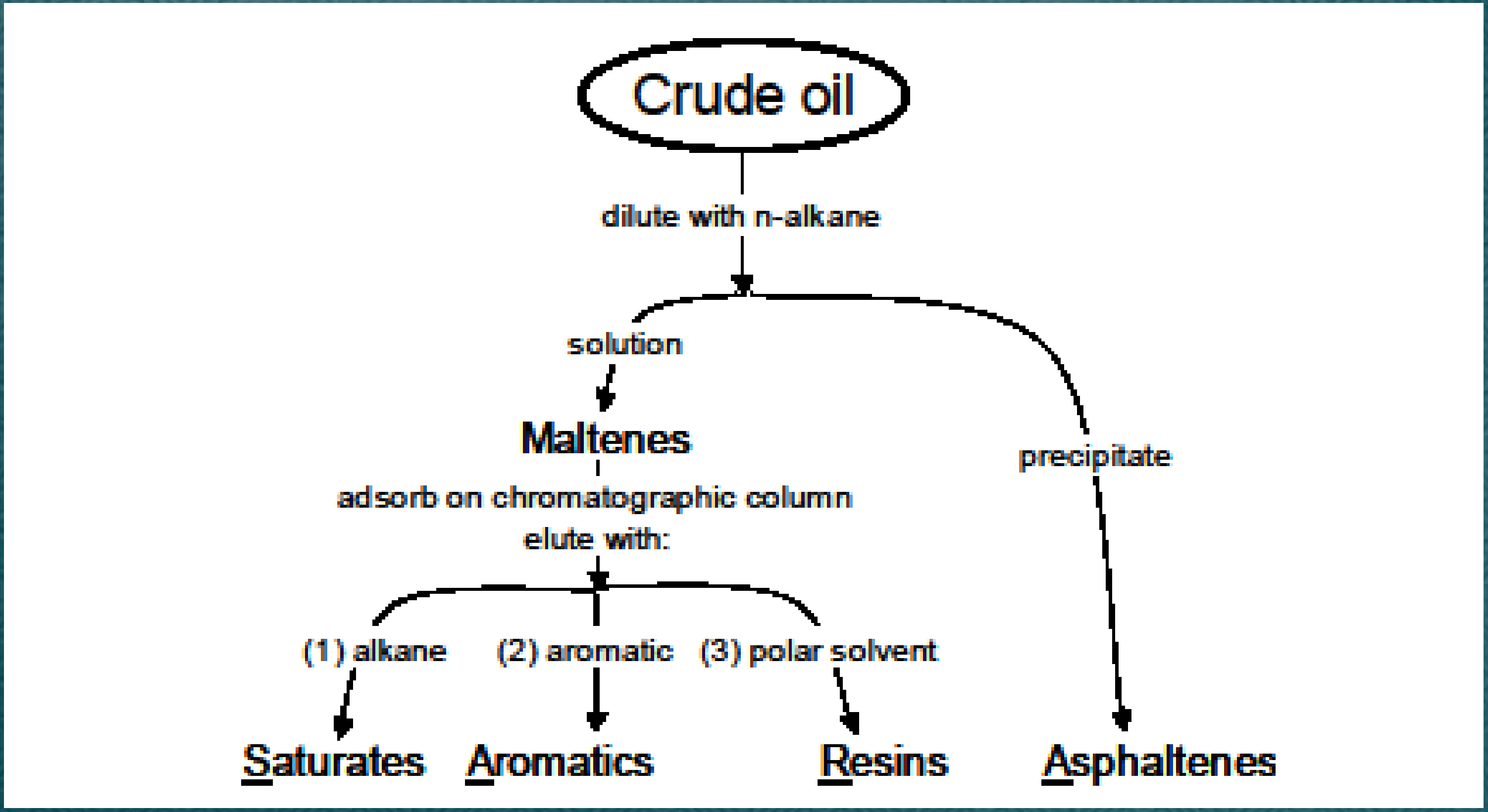


Figure 2. "Long diagram" shows that the asphaltenes include the crude oil material highest in molecular weight, polarity, and/or aromaticity (after Long, 1981).

Resin 이란?

Procedurally defined : 두 가지의 정의

1) n- Heptanes에는 침전되지 않으나 프로판을 추가할 시 침전되는 것
2) 크로마토그래프 분석 – SARA Analysis



아스팔트의 물성에 영향을 주는 성분

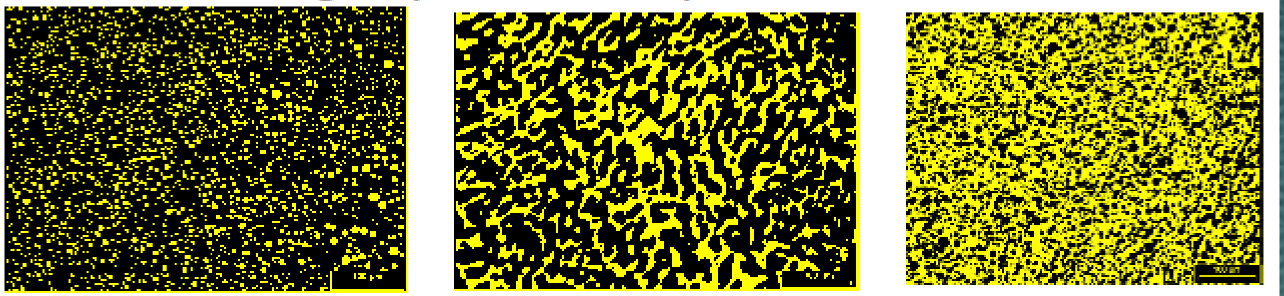
- 아스팔트는 노화됨에 따라 Asphaltene의 양이 증가한다.
- 아스팔트는 원유에 따라 같은 물성을 갖는다 해도 Asphaltene의 양이 다르다
- 아스팔트는 노화됨에 따라 Resin과 Aromatic 의 양이 줄어든다.
- 아스팔트는 노화됨에 따라 극성이 많이 진다.

2. 개질 아스팔트

- 개질 아스팔트의 필요성
  품질이 좋은 아스팔트는 몇 종류의 원유에만 존재
- 개질 아스팔트의 목적
  도로의 Service Life 연장
- 개질 아스팔트 선정 시 유의할 사항
  - 개선하고자 하는 Defect는 무엇인가? (소성변형, 골재비산, 내수성 등)
  - 개질재가 취약한 것은 무엇인가? (자외선, 산, 염, 탄성 등)
  - 개질재가 분산되어 있는 방식은 무엇인가? (상용성)
  - 개질재는 아스팔트와 잘 결합되어 있는가? (보관, 공용성)
  - 시공할 수 있는 점도는 확보되는가?
  - 골재 부착 내수성
  - 산화, 노화
  - 재활용이 가능한가
  - 공용성

어떻게 균질하게 만드는가?

- 물리적 혼합 (아스팔트와 폴리머 단독)



Polymer < 3 %
Asphalt conitnuous phase

Polymer ~ 5 %
Two co-continuous phases

Polymer > 7 %
Polymer phase matrix

- 가교 혼합

3. 개질제의 종류

Type of Asphalt Modifications

- Physical Modification
- Chemical Modification
- Other Modifications
- Anti-stripping additives
- Warm-mix modifiers

TABLE 2.1 Generic types of asphalt modifiers currently used for paving applications

Modifier Type	Class	Effect on Distress				
		PD[a]	FC[b]	LTC[c]	MD[d]	AG[e]
Fillers	Carbon black	x				x
	Mineral: Hydrated lime	x				x
	Fly ash	x				
	Portland cement	x				
	Baghouse fines	x				
Extenders	Sulphur	x	x	x		
	Wood lignin				x	
Polymers - Elastomers	Styrene butadiene di-block SB	x		x	x	
	Styrene butadiene triblock/radial block (SBS)	x	x	x		
	Styrene isoprene (SIS)	x				
	Styrene ethylbutylene (SEBS)					
	Styrene butadiene rubber latex SBR	x		x		
	Polychloroprene latex	x	x			
	Natural rubber	x				
	Acrylonite butadiene styrene (ABS)	x				
Polymers - Plastomers	Ethylene vinyl acetate (EVA)	x	x			
	Ethylene propylene diene monomer (EDPM)	x				
	Ethylene acrylate (EA)	x				
	Polyisobutylene	x				
	Polyethylene (low density and high density)	x		x		
	Polypropylene	x				
Crumb rubber	Different sizes, treatments, and processes	x	x	x		
Oxidants	Manganese compounds	x				
Hydrocarbons	Aromatics			x		
	Napthenics					
	Paraffinics/wax			x		
	Vacuum gas oil			x		
	Asphaltenes: ROSE process resins	x				
	SDA asphaltenes	x				
	Asphaltenes: DEMEX asphaltenes	x				
	Shale oil				x	x
	Tall oil					
	Natural asphalts: Trinidad	x	x	x	x	
	Gilsonite	x			x	
Antistrips	Amines: Amidoamines				x	
	Polyamines				x	
	Polyamides				x	
	Hydrated lime				x	
	Organo-metallics				x	
Process-based	Air blowing					
	Steam distillation					
	Propane de-asphalted (PPA)					
Fibers	Polypropylene	x	x	x		
	Polyester	x		x		
	Fiberglass					
	Steel	x	x	x		
	Reinforcement	x	x	x		
	Natural: Cellulose	x				
	Mineral	x				
Antioxidants	Carbamates: Lead			x		x
	Zinc			x		x
	Carbon black	x				x
	Calcium salts					x
	Hydrated lime				x	x
	Phenols					x
	Amines				x	x

[a] Permanent deformation
[b] Fatigue cracking
[c] Low-temperature cracking
[d] Moisture damage
[e] Oxidative aging

미국의 개질재 현황

TABLE 2.2 The types of asphalt modifiers most frequently used by state agencies

Type	Class	No. of Agencies	Target Distress/Property				
			PD[1]	FC[2]	LTC[3]	MD[4]	AR[5]
Polymer - Elastomer	Styrene Butadiene Styrene (SBS)	28	18	8	10	3	6
	Styrene Butadiene SB	16	13	5	5	0	2
	Styrene Butadiene Rubber Latex SBR	17	10	4	4	1	2
	Tire Rubber	3	1		1		
Polymer - Plastomer	Ethyl Vinyl Acetate (EVA)	6	3				1
Anti-Stripping Agents	Fatty Amidoamines	8				4	
	Polyamines	6				4	
	Hydrated Lime	4				3	
	Others	7				3	
Hydrocarbons	Natural Asphalts	6	5				
Fibers	Cellulose	12	3		1		1
	Polypropylene	7	4		1		
	Polyester	6	4		1		1
	Mineral	3	1	1	1		
Processed-Based	Air Blowing	4	2				
Mineral Fillers	Lime	4				1	
Anti-Oxidants	Hydrated Lime	7				4	
Extenders	Sulphur	4					

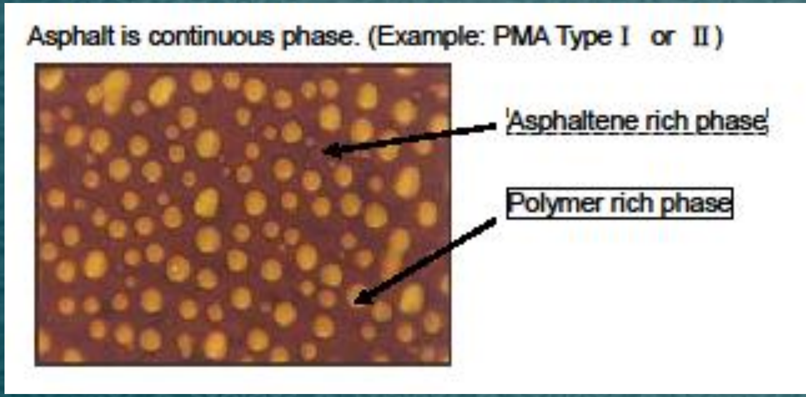
[1] Permanent deformation [2] Fatigue cracking [3] Low-temperature cracking [4] Moisture damage [5] Aging resistance

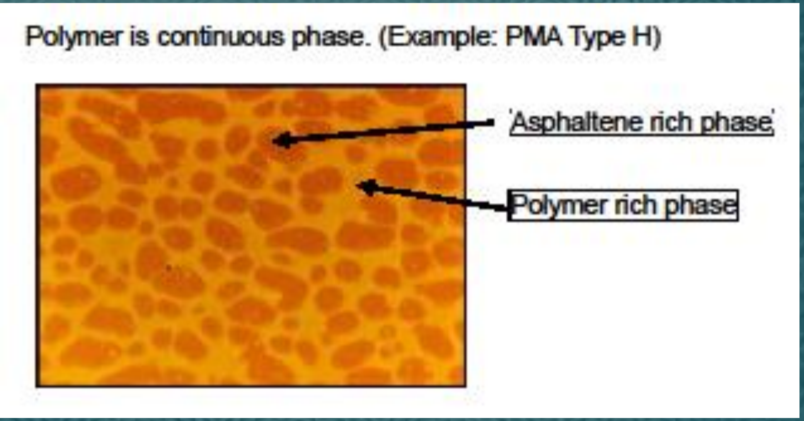
2004 Survey in USA By AMAP – Mr. John Casola

- 95% SBS Modified
- 63% SB Modified
- 63% SBR Latex Modified
- 11% Other Polymer Modified
- 21% Chemical Modified
- 19% Others

아스팔트와 폴리머(SBS)의 상관 관계

1) 폴리머의 양이 약 7% 보다 작은 경우 : 아스팔트가 연속상을 나타냄
   → 아스팔트의 물성을 보임
2) 폴리머의 양이 약 7% 보다 많은 경우 : 폴리머가 연속상을 나타냄
   → 아스팔트의 성질을 잃고 폴리머의 성질을 나타냄





4. SBS 개질아스팔트의 제법

- 실험실 제조 방법

  필요장비 : High shear mixer, Heating mantle, balance, 온도계,

제조방법 (700g 제조시) (PG76-22)

1) AP-5 (PG64-22) 아스팔트를 계량한다. (669.9g)
2) 아스팔트의 온도를 180~190도로 유지
3) SBS(28g)를 투입하여 온도를 유지하면서 1시간 정도 교반 한다.
 RPM 4000~5000 (교반시 온도가 상승할 수 있음)
4) Cross-linking agent(2.1g)를 투입한다.
5) 3시간 정도 교반한다.
6) 형광 현미경으로 완성 여부를 확인

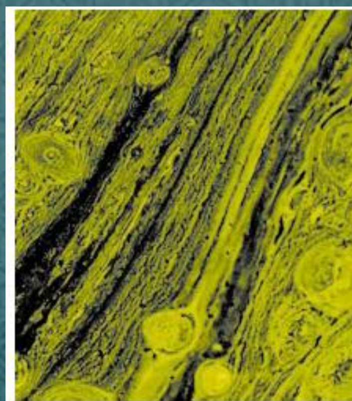


Fig. 6. Incompatible system with 4% SBS [5].

SBS 개질아스팔트의 원가

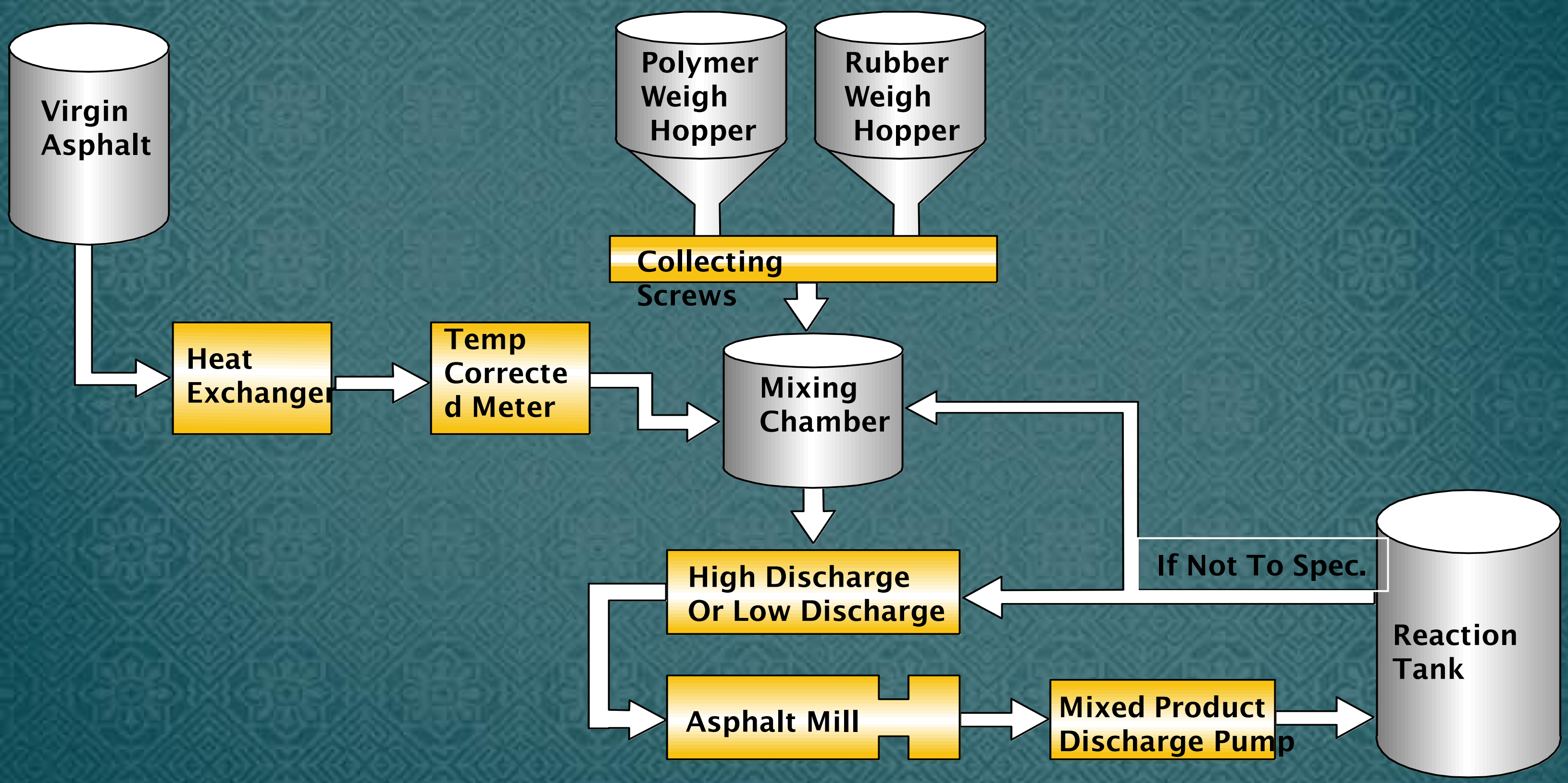
- PG76-22 의 경우
  - 아스팔트 95.7%
  - SBS Liner type 4%
  - Cross linking agent 0.3%

  (95.7 * @700) + (4 * @4000) + (0.3 * @8000) = @853.9 원

  가공비 80원, 영업 관리비 100원, 이익 50원 = 1083.9원

아스팔트 혼합물 1톤당 투입량 약 55kg 일 경우 일반 아스팔트 대비 가격 상승분 21,115원/ 톤

PMA production flow

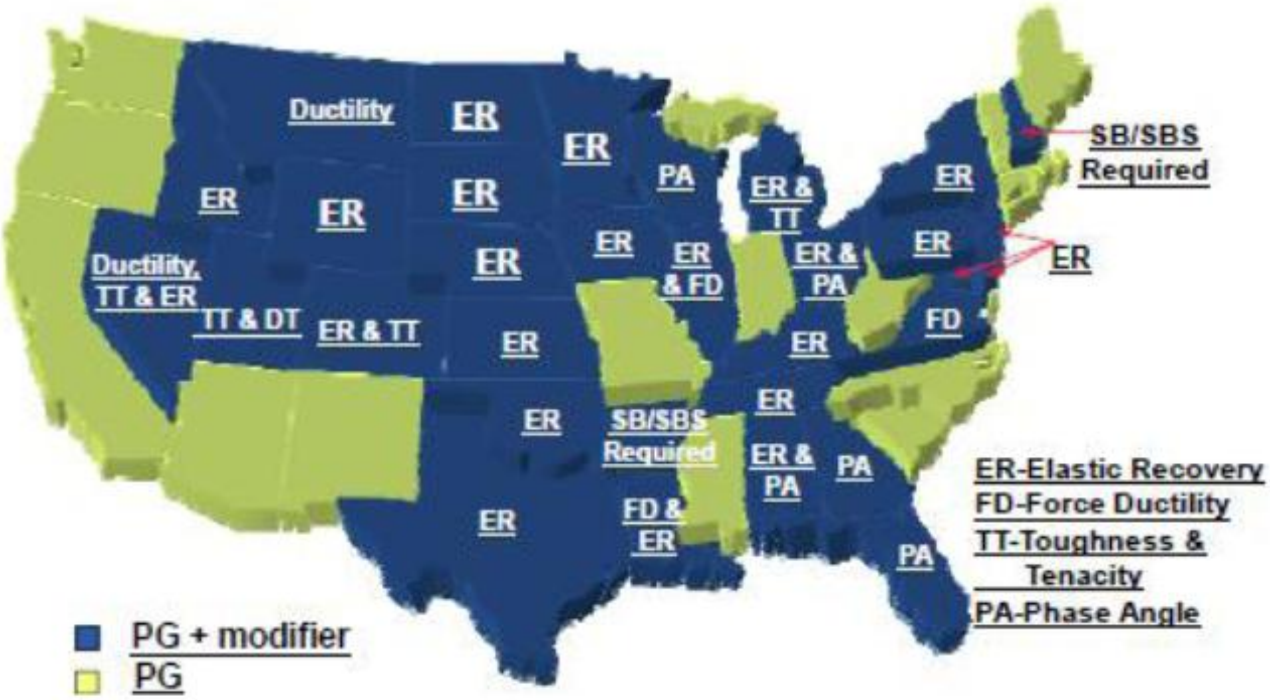


5. 미국의 PG+

- Elastic recovery
- Forced ductility
- Toughness and tenacity
- Phase angle
- Ductility
- Softening point
- Penetration

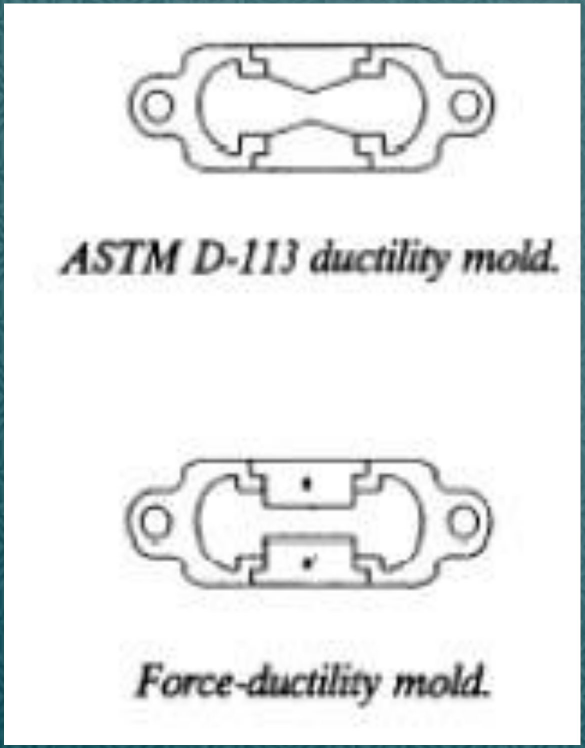
미국의 개질 아스팔트

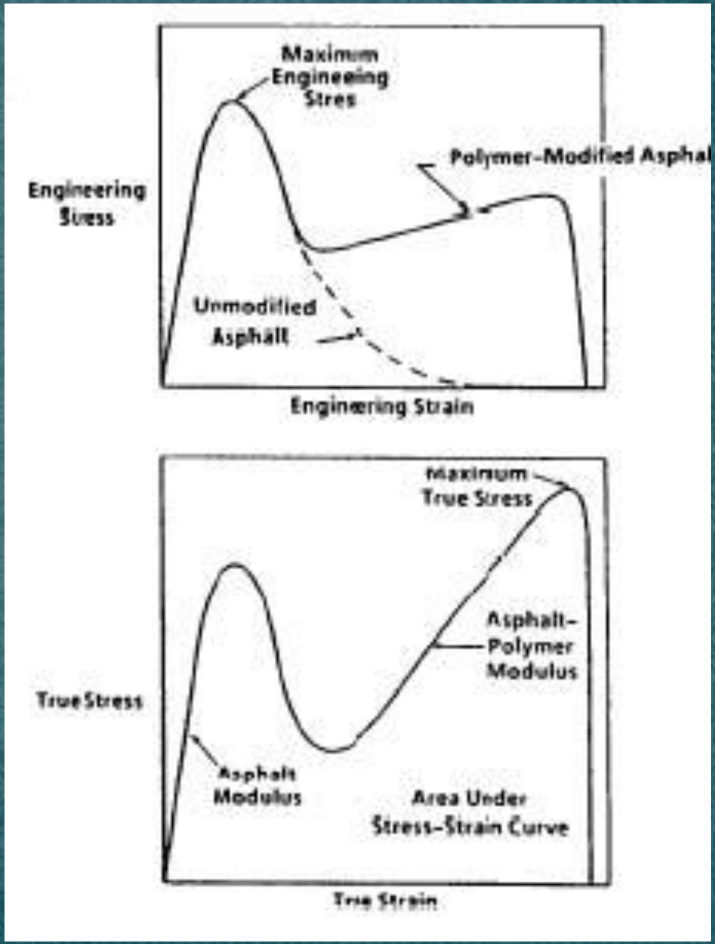
State DOT's Specifying Polymer PG (PG+)



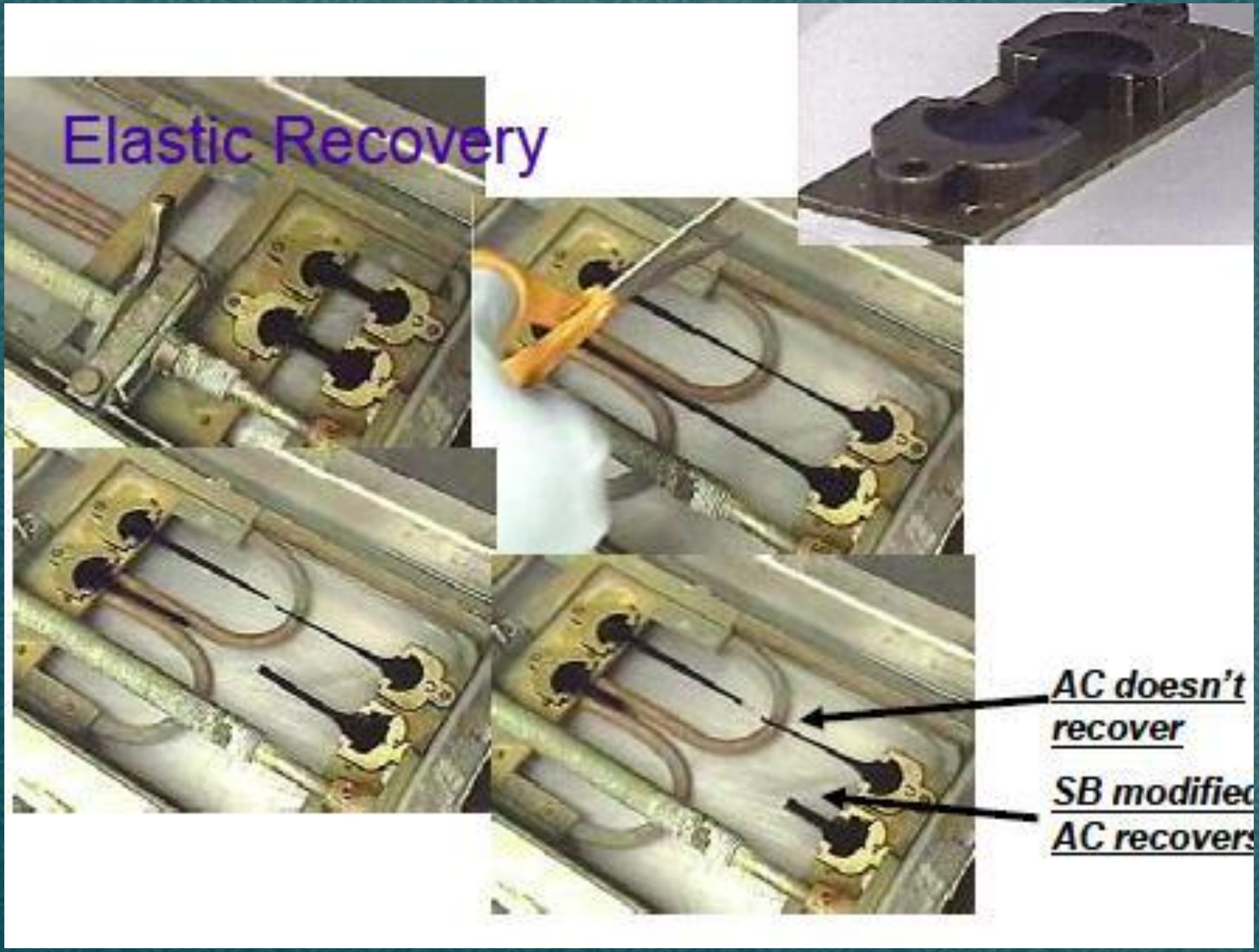
Source: Modified Asphalt Research Center (MARC)

Forced Ductility





Elastic Recovery



터프니스 테네시티

6. 신 기술 동향

- Asphalt Emulsions
  - 박막 개질 아스팔트 포장
  - DRM (spray-applied crack seal with emulsion seal surfacing)
  - 재상 아스팔트 용 에멀젼(scrub seal with modified emulsified binder)
  - 유리섬유 보강 칩씰
  - Trackless tack coats
  - WAM (warm mix using emulsion or foamed asphalt)
  - Improved chip seal systems
- Resin Pavement – Poly Sulfide Epoxy
- Epoxy Asphalt, Urethane Asphalt.

- 고강도 개질 아스팔트
- 고강도 배수성 포장
- 열섬 저감 포장
- 상온 Crack Sealing 및 보수재

감사합니다.