

GS칼텍스 에너지학개론 제 24강. 석유화학이란?

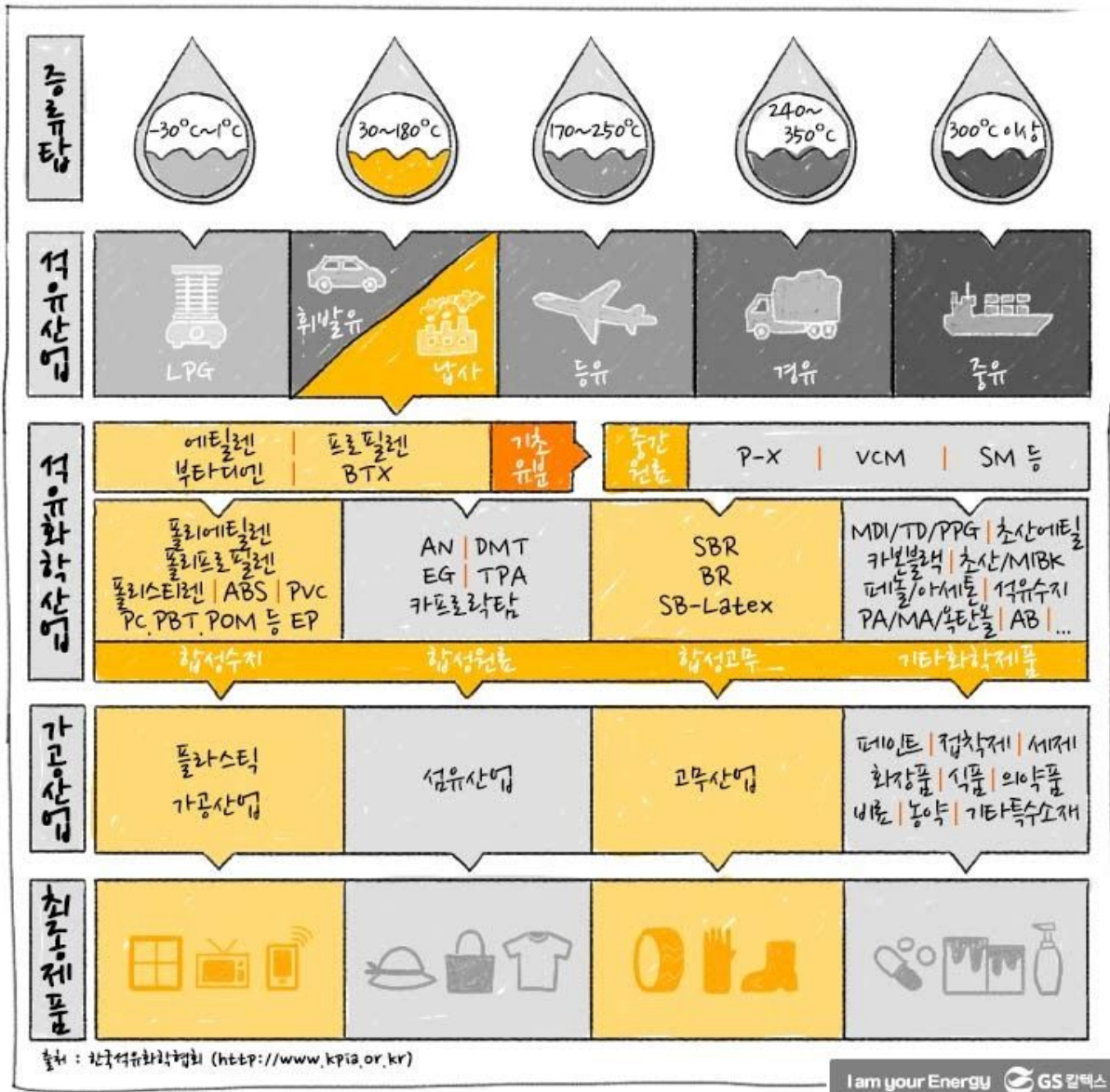
석유화학의 기본물질은?

[목차]

1. 석유화학산업의 정의
2. 석유화학과 땀레야 땀 수 없는, '납사'
3. 석유화학제품의 원료를 생산하는 납사분해공정

석유화학산업의 정의

석유화학산업은 원유의 증류를 통해 다양한 탄화수소 성분 중에서 **납사(Naphtha)**와 같은 석유제품이나 천연가스를 원료로 사용하여 불포화 탄화수소인 에틸렌, 프로필렌, 부텐 (1-부텐, 시스-2-부텐, 트랜스-2-부텐, 이소부텐), 부타디엔, 벤젠, 톨루엔, 자일렌 (ortho-, meta-, para-), 에틸벤젠 등의 기초 유분을 생산하고 이를 이용하여 합성수지(플라스틱), 합성섬유(Polyester, Nylon) 원료, 합성고무, 각종 기초 화학제품, 정밀화학 중간체 및 화성품을 생산하는 산업이다. 다음 그림에 원유를 온도별로 증류하여 나오는 다양한 성분인 LPG(Liquified Petroleum Gas), 휘발유, 납사, 등유(燈油), 경유(輕油), 중유(重油)로 구분하였고 용도별로 석유화학산업의 제품 구분과 더불어 산업적으로 고부가화를 더하여 얻어지는 가공산업 제품 및 최종 제품에 대하여 도식화하였다.



석유화학산업의 주 원료는 납사 성분이지만 이외에도 천연가스, NGL (Natural Gas Liquid), LPG, Shale Gas 등에서 나오는 포화탄화수소를 이용할 수도 있다. 천연가스는 주성분이 열생산을 주목적으로 사용되는 메탄(CH₄)이지만 에탄, 프로판, 부탄 등이 일부 포함되어 있어 탈수소화반응을 통하여 원하는 에틸렌, 프로필렌, 부텐 등의 불포화탄화수소를 만들어 석유화학산업의 원료로 사용된다. NGL은 가스전 또는 유전에서 천연가스 생산 시 수반되는 것으로 상온·상압에서 액체 상태로 존재하는 탄화수소로 펜탄으로 불리는 C5 이상으로 구성되어 있으며 콘덴세이트(condensate) 혹은 천연 가솔린이라 불린다.

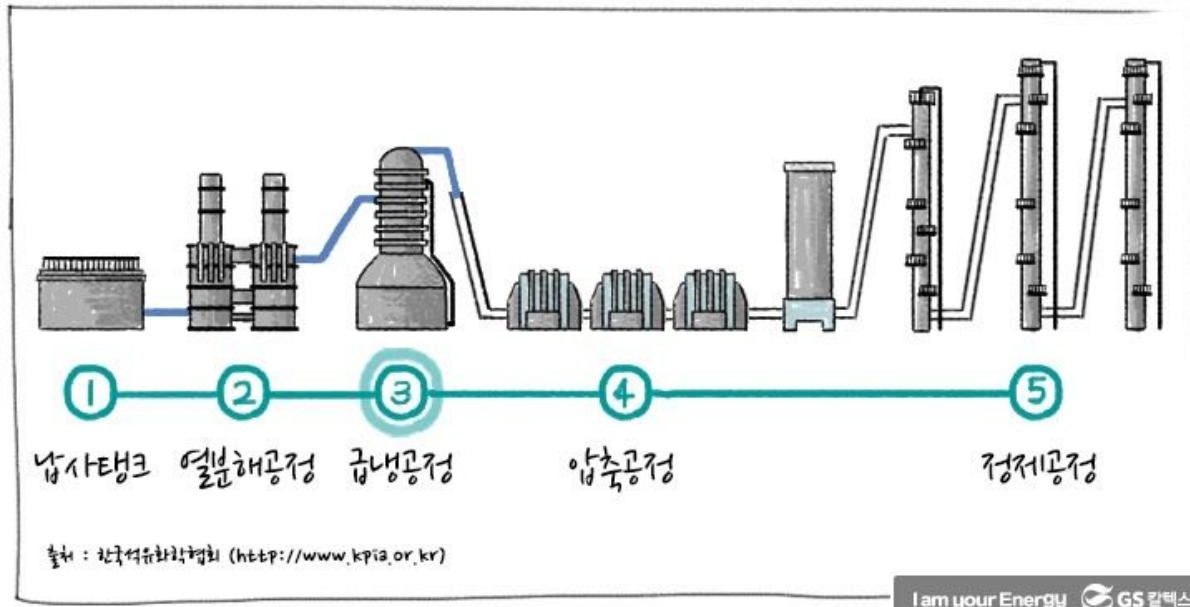
휘발유와 펠레야 땔 수 없는, ‘납사’

납사는 원유를 증류할 때 30~220oC 비등점에서 얻어지는 탄화수소의 혼합체로 경휘발유(Light Gasoline)와 비교하여 중휘발유(Heavy Gasoline)으로도 불리우며, Light 납사는 탄소 원자수 C5-C6 로 구성된 탄화수소로 30-90oC 비등점을 갖고 있으며, Heavy 납사는 탄소 원자수 C7-C12 로 구성된 탄화수소로 90-220oC 비등점을 갖고 있는 물질로 형태는 직쇄 구조 (Straight structure)와 고리형 지방족 탄화수소로 구성되어 있다.

석유화학제품의 근간 원료인 이중 결합이 있는 알켄 화합물과 방향족 화합물은 **납사 열분해반응(Naphtha Thermal Cracking)**에 의해 생산되며 납사를 분해하는 설비를 **납사분해설비(NCC, Naphtha Cracking Center)**라 한다. 최근에는 에틸렌이 주 생성물이 되는 열분해 외에도 제올라이트 촉매를 사용하여 프로필렌/에틸렌 생산비 조절이 가능한 촉매분해반응(Naphtha Cracking)이 새롭게 시도되고 있다. 일반적인 한 예로 열분해를 사용하는 NCC로부터 생산되는 제품의 수율은 투입되는 납사의 종류에 따라 다르지만 대표적인 예로 에틸렌 31%, 프로필렌 16%, C4 유분 10%(부탄, 부텐, 부타디엔), 벤젠, 톨루엔, 자일렌의 원료가 되는 RPG(Raw Pyrolysis Gasoline) 14%, 메탄, 수소, LPG 등 기타 제품이 29% 정도 생산된다.

석유화학제품 원료를 생산하는 납사분해 공정

NCC 에서 수행되는 납사분해는 열분해공정 → 급냉공정 → 압축공정 → 분리정제공정을 거쳐 우리가 원하는 석유화학제품의 원료를 생산한다.



열분해공정은 800-850oC 고온에서 희석 증기와 혼합하여 분해반응이 진행되며, 급냉 공정은 열교환기를 통해 400o로 급냉되며, 열교환기 출구 물질은 냉각유에 의해 약 200oC로 급냉된 후 급냉공정의 가솔린 정류탑으로 보내진다. 급냉공정에서는 분해된 불안정한 탄화수소 상호간에 자발적 반응을 억제하기 위하여 온도를 낮춰준다. 압축 공정에서는 경제적인 분리를 위해 압축하여 부피를 감소시키는 공정으로 경질유분은 약 36기압까지 압축되며 산성가스, 수분 등이 제거되며 마지막으로 분리정제공정을 거쳐 에틸렌, 프로필렌, 부타디엔, **BTX**(Benzene, Toluene, Xylenes) 등의 기초 유분으로부터 중간 원료인 파라-자일렌, VCM(vinyl Chloride Monomer), SM(Styrene Monomer)등의 중간 원료 생산이 가능하다. 이러한 중간 원료 생산은 이성화반응, 염소화반응, 탈수소화반응 등 다양한 촉매를 사용하여 고효율의 중간 원료 생산이 가능하다.

이러한 기초유분, 중간 원료는 각각의 촉매반응을 거쳐 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리부텐, 폴리스타이렌 등의 고분자 화합물 생산, 합섬원료인 TPA(Terephthalic Acid), AN(Acrylonitrile), 카프로락탐 생산이 가능하다. 부타디엔으로부터 다양한 합성고무제품 또한 생산되고 있다.

참고문헌
 이영일, “석유화학으로 만드는 세상”, 한국석유화학공업협회, 송림문화, 2006
 한국석유화학협회 <http://www.kpia.or.kr>

함께 보면 더 유익한 에너지학개론 관련글

- [\[관련글\] \[에너지학개론\] 제3강. 정유업과 석유화학 산업은 어떻게 연결되어 있을까? >> 더보기](#)



충북대학교 화학공학과 신채호 교수

본 콘텐츠는 충북대학교 화학공학과 신채호 교수로부터 기고를 받아 재구성한 것입니다.

본 콘텐츠의 IP/콘텐츠 소유권은 GS칼텍스에 있으며 Reproduction을 제한합니다.



에너지학개론

당신도 이제 에너지 교양인! 석유 관련 상식, 역사, 트렌드, 전망까지 <에너지학개론>에서 살펴보세요!