


**The R&D Trends of High Performance Polypropylene  
(PP nano-hybrid composites)**

2008. 10.


**김창규 소장**  
대덕연구소



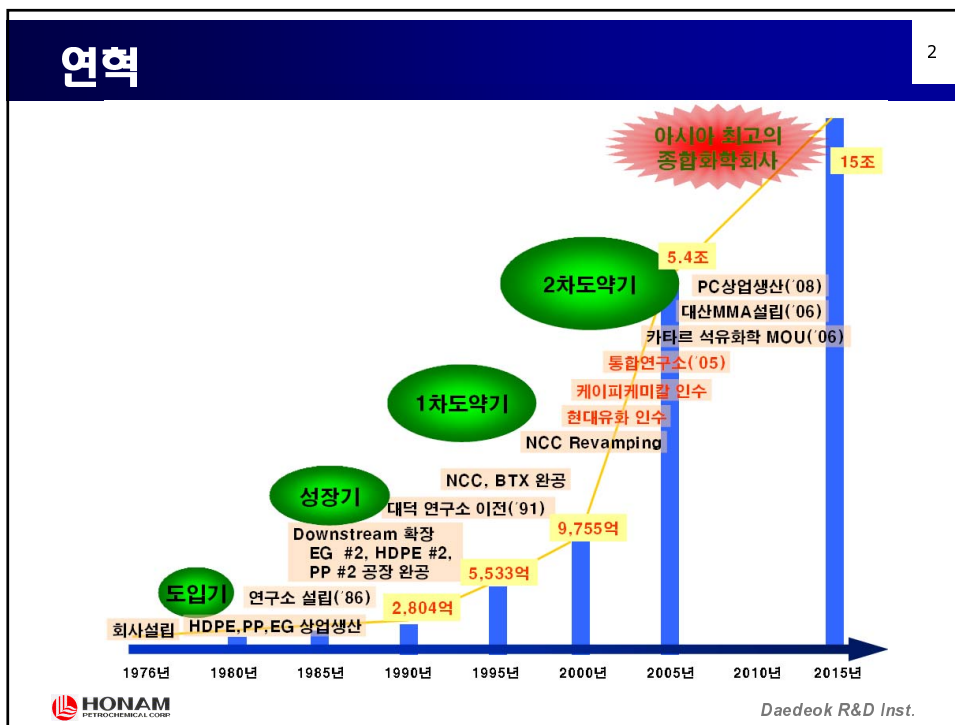
## 목차

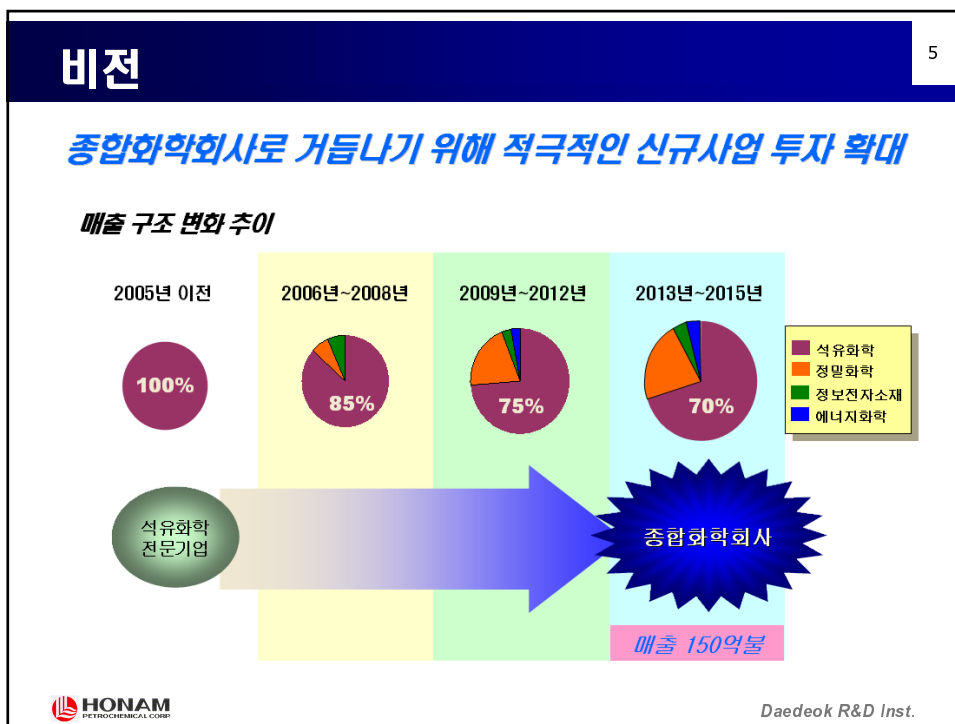
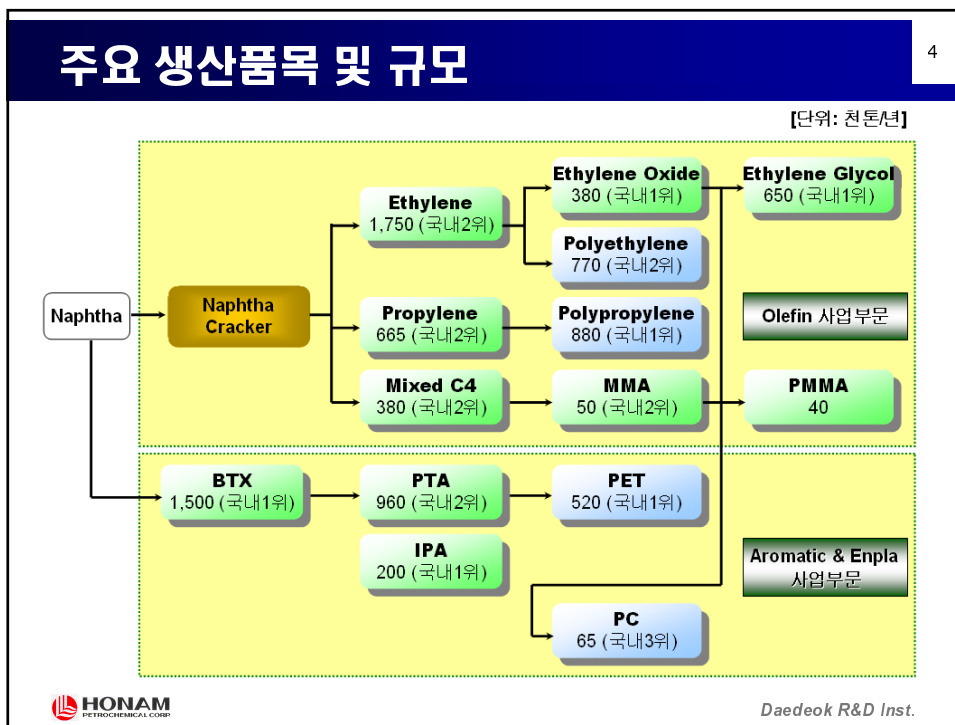
1

- 호남석유화학(주) 소개(롯데 유화 3사)
- 대덕연구소 소개
- 폴리올레핀 기술 개발 동향
- 폴리프로필렌 나노하이브리드 복합재



Daedeok R&D Inst.





## 목차

6

- 호남석유화학(주) 소개(롯데 유화 3사)
- 대덕연구소 소개
- 폴리올레핀 기술 개발 동향
- 폴리프로필렌 나노하이브리드 복합재



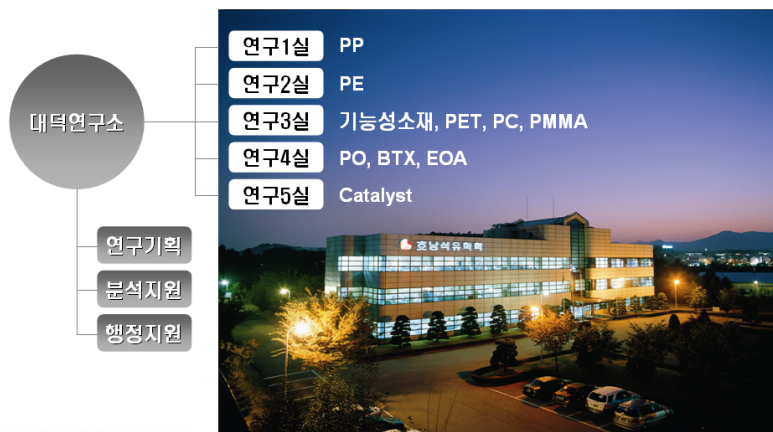
Daedeok R&amp;D Inst.

## 대덕연구소 개요

7

1986년, 여수공장 내 설립  
1991년, 대덕연구단지로 이전  
2005년, 유화3사 통합연구소

인류의 미래와 함께 하는 기술,  
국내 석유화학분야의 선두



Daedeok R&amp;D Inst.

## 주요 연구 분야 - 촉매

8

PE Catalyst
Metallocene Catalyst
  
PP Catalyst
Post-Metallocene Catalyst
  
Specialty Catalyst

HONAM PETROCHEMICAL CORP.
Daedeok R&D Inst.

## 주요 연구 분야 - 합성 수지

9

**Polyolefin**

- PP
- HDPE
- LDPE/EVA
- LLDPE

**Engineering Plastics**

- PET
- PC
- PMMA

**Functional Resins**

- Thermoplastic Elastomer
- Adhesive Resin
- Nano Hybrid PP
- HMS PP

HONAM PETROCHEMICAL CORP.
Daedeok R&D Inst.

## 주요 연구 분야 - 정밀화학

10

- BTX**
  - Process Development for Aromatics
  - Supercritical Fluid Tech.
  - TPA, PIA
- Olefin**
  - Feedstock
  - By-product from NCC
- EO**
  - Surfactants
  - Construction Chemicals

**HONAM** PETROCHEMICAL CORP. Daedeok R&D Inst.

## 목차

11

- 호남석유화학(주) 소개(롯데 유화 3사)
- 대덕연구소 소개
- 폴리올레핀 기술 개발 동향
- 폴리프로필렌 나노하이브리드 복합재

# PP 사용량 증가 12

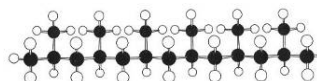
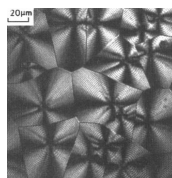
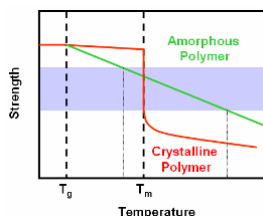
5대 범용 플라스틱 세계 수요 예측 [단위 : 천톤/년, 출처 : 씨스کم 닷컴]

수요	2006	2007	2008	2009	2010	2011	AAGR
PP	40,817	43,329	45,872	48,313	50,663	53,210	5.40%
HDPE	28,289	29,846	31,344	32,763	34,048	35,572	4.70%
LDPE	35,587	37,185	38,705	40,084	41,381	42,860	3.80%
PS	15,144	15,666	16,133	16,542	16,967	17,449	2.90%
PVC	32,721	34,487	36,207	37,564	38,898	40,531	4.40%
합계	152,558	160,513	168,261	175,266	181,957	189,622	4.45%

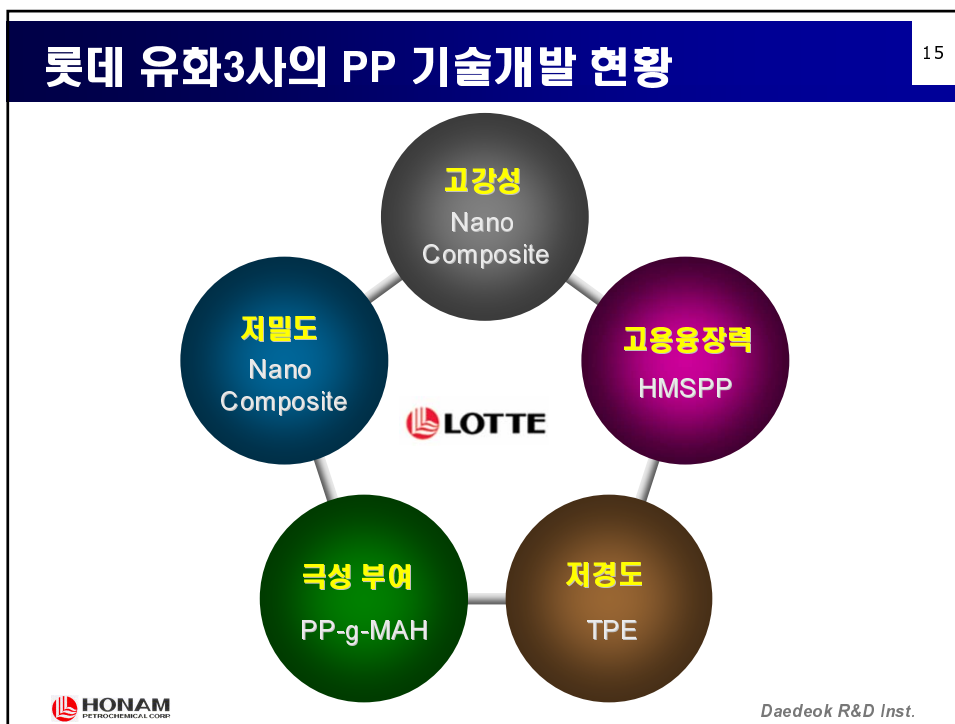


# Polypropylene 의 특성 13

결정성 고분자	특징	비극성 고분자
기계적 물성 우수 내열변형성 우수 성형성 우수	장점	내구성 우수 내화학성 우수 내오염성 우수
용융장력 저하 (진압공성형성 및 발포 성형성 저하)	단점	극성 저하 (인쇄성 및 염색성 저하)



Black : Carbon  
White : Hydrogen





## 목차

16

- 호남석유화학(주) 소개(롯데 유화 3사)
- 대덕연구소 소개
- 폴리올레핀 기술 개발 동향
- 폴리프로필렌 나노하이브리드 복합재

## 자동차 소재 개발 동향

17

- 차량 연비별 등급제 실시 (에너지관리공단, '08.8)

	단위	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
연비	km/l	15	13.8	11.6	9.5	8.3
CO <sub>2</sub> 배출량	g/km	155	170	201	246	284
	g/l	10.3	12.3	17.3	25.9	34.2

- 교토 의정서 : (기후변화협약)에 따라 각국은 의무적으로 CO<sub>2</sub> 배출량을 의무적으로 감축  
2008.8 이후 탄소배출권 거래

- 자동차부품용 플라스틱 소재 개발 동향

	MI	FM	밀도		
TPO	28	15,000	1.0	유동성 저하, Grade 수 많음	
TSOP	40	19,000	1.0	소재 통합 → 고유동, 박육	
Nano PP	40	19,000	0.93	소재 통합 → 고유동, 박육 → <b>치밀도, 경량화</b>	

- TSOP : Toyota Super Olefin Polymer
- MI : Melt Index (용융지수, g/10min)
- FM : Flexural Modulus(굴곡탄성률, kgf/cm<sup>2</sup>)

## 개발의 필요성

18

- PP에 고강성 부여로 PP계 소재로 통합화
  - 일반 PP의 굴곡탄성률 : 12,000 ~ 20,000 kgf/cm<sup>2</sup>
  - 고강도 구조재의 요구 굴곡탄성률 : 20,000 ~ 60,000 kgf/cm<sup>2</sup>
    - 엔지니어링플라스틱 : PC, PPO, Nylon
    - 복합재료 : Nylon/GF, PP/GF, PP/Talc ➔ 밀도 1.0 g/cm<sup>3</sup> 이상

**Shore A** 10 90

**Shore D** 30 50

**Rockwell** 90 110

SOFT HARD

**Thermoplastic Resin**

- TPU, EVA, LDPE, HDPE, ABS
- TPEV, TPO, PP, Filled PP
- TPES, Soft PVC, PVC

**Thermo-setting Resin**

- Rubber, Urethane, Epoxy, Phenolic

Daedeok R&D Inst.

## PP의 Filler 복합화에 따른 물성 개선

19

항목	ASTM	단위	PP	Talc Contents			
				10%	20%	30%	40%
밀도	D 792	g/cm <sup>3</sup>	0.9	0.97	1.07	1.16	1.24
수축율	HPC	%	1.5	1.4	1.2	1.0	0.9
인장강도	D 638	kgf/cm <sup>2</sup>	280	320	330	310	320
굴곡탄성률	D 790	kgf/cm <sup>2</sup>	14,000	19,000	25,000	33,000	40,000
열변형온도	D 648	°C	114	136	136	139	145

Y-axis: 굴곡탄성률 (kgf/cm<sup>2</sup>) and 밀도 (g/cm<sup>3</sup>)

X-axis: Talc 함량 (0% to 40%)

Filler 함량에 따른  
 밀도의 증가로  
 최종 제품의 중량증가

Daedeok R&D Inst.

## Filler에 의한 보강효과

20

### ■ Halpin-Tsai Equation

$$\frac{M_c}{M_m} = \frac{(1 + \zeta \eta c_r)}{(1 - \eta c_r)}$$

- M : 탄성률 ( c : composite, m : matrix, r : reinforcement )
- $C_r$  : reinforcement의 volume fraction
- $\zeta$  : shape factor ( aspect ratio, L/D )
- $\eta$  : reinforcement와 matrix의 modulus 간 관계

( Reference : M,van Es, Thesis Technical University Delft. The Netherlands, 2001 )

**결론** : Filler에 의한 보강효과는 Filler의 강도, 함량(부피),  
그리고 Aspect Ratio가 클 수록 커짐.

## Nano-Clay

21

### ■ 개요

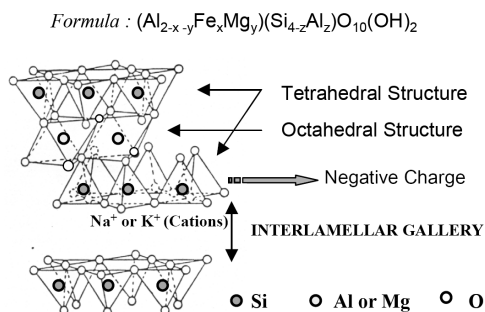
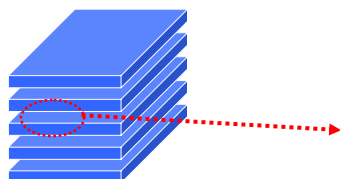
■ 학명 : Montmorillonite

■ 형태

■ 길이 : 200 ~ 1,000 nm

■ 두께 : 1 nm 의 층이 200 ~ 1,000 개로 적층된 구조

■ Aspect ratio (L/D) : 200 ~ 1,000 ( cf : Talc의 경우 200 이하 )



## PP/Nano-Clay Composites 핵심 기술

### PP/Talc Composites



Talc + PP → PP/Talc

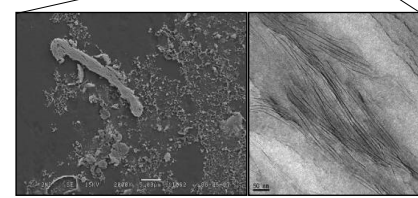
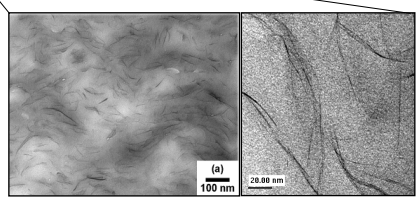
### Nano-Clay Composites




Nano-Clay + PP → nano Comp.



Nano-Clay 의  
PP내 분산




Daedeok R&D Inst.

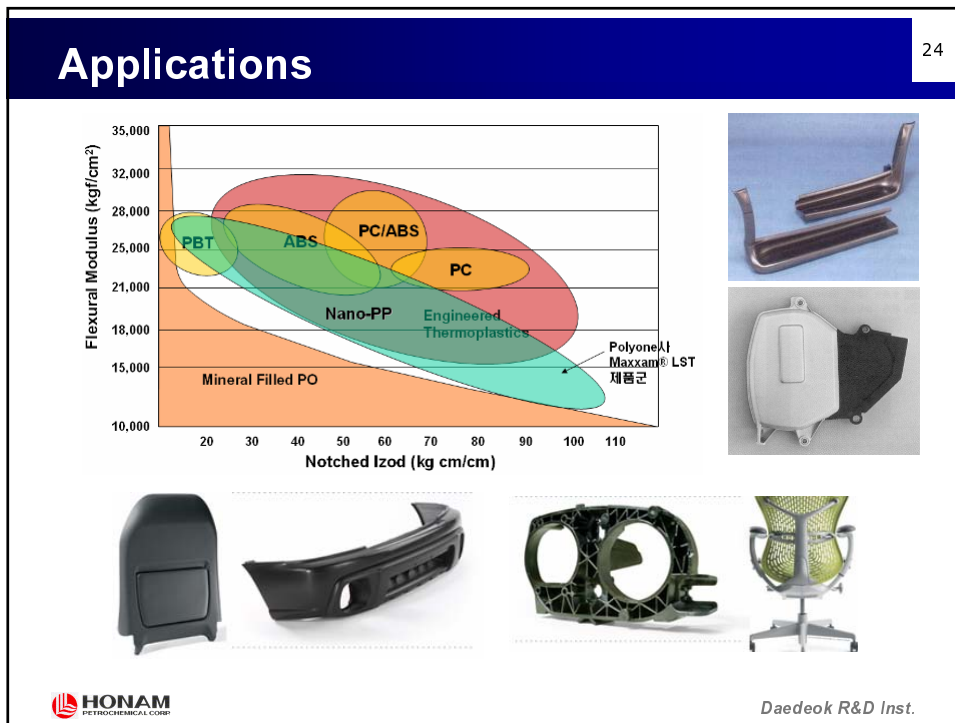
## PP/Nano Clay Composites의 물성

항목	Test 방법 (ASTM)	Unit	Neat PP	Talc 함량		Nano Clay 함량	
				10%	20%	3%	6%
밀도	D 792	g/cm <sup>3</sup>	0.9	0.97	1.07	0.92	0.94
수축율	HPC	%	1.5	1.4	1.2	1.2	1.1
경도	D 785	R	95	94	94	95	95
인장강도	D 638	kg f/cm <sup>2</sup>	280	320	330	310	320
굴곡탄성률	D 790	kg f/cm <sup>2</sup>	14,000	19,000	25,000	18,500	21,500
열변형온도	D 648	°C	114	136	136	120	121

- 유사 물성(굴곡탄성률) 보유 PP/Talc 대비 5~30% 경량화 가능
  - Talc 함량이 높을 수록 경량화 효과 커짐
- 치수안정성 우수



Daedeok R&D Inst.



## 적용 실적

25

**HYUNDAI**  
Drive your way™

**GENESIS**  
The Dynamic Luxury

제네시스 Sill Side molding ( 25% 부품 경량화 실현 )

국내 최초 Nano Composite의 자동차 부품 적용

2008년말 기존 PP/Talc 대체 예정

Nano Composite 소재 자동차용 부품 확대 적용 진행중

**HONAM**  
PETROCHEMICAL CORP.

*Daedeok R&D Inst.*