

환경친화적인 내부패성 절삭유 개발

노태호 부장

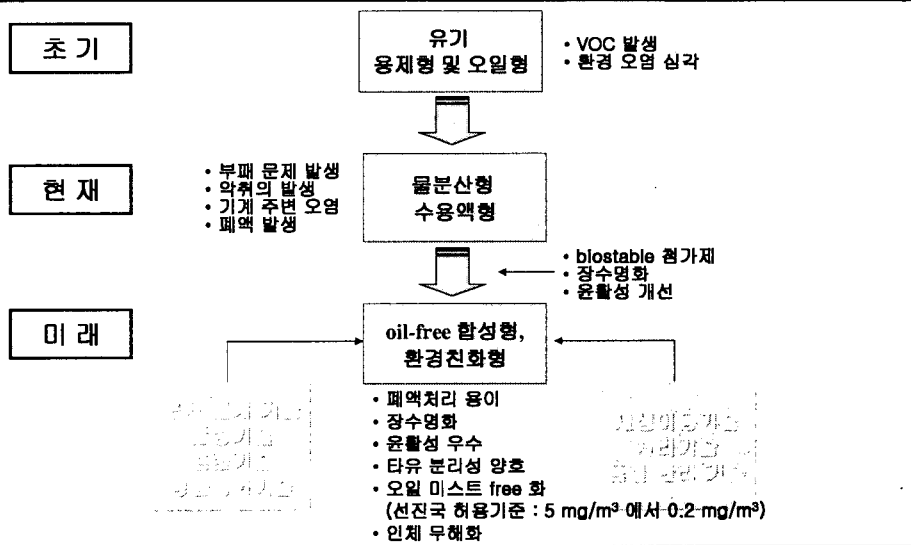
(범우화학 기술연구소)

환경친화적인 내부패성 절삭유 개발

범우화학공업 (주)

범우 범우화학공업(주)

연구개발 방향



범우 범우화학공업(주)

연구개발 개요

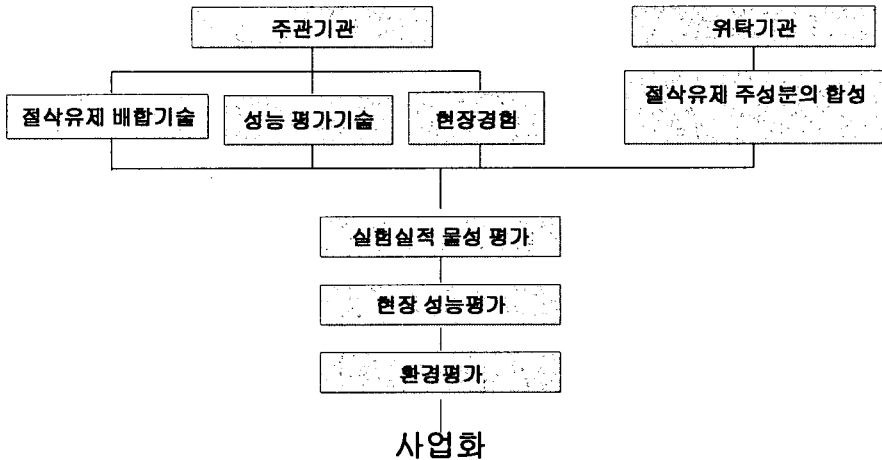
연구목적

- 신규 환경친화형 수용성 절삭유 개발
 - 유제 개발 : 생분해성이 우수하고 oil-free의 합성형 수용성 유제
 - 관련 평가 기술 개발 : 환경평가 기술, 폐액처리 기술

연구내용

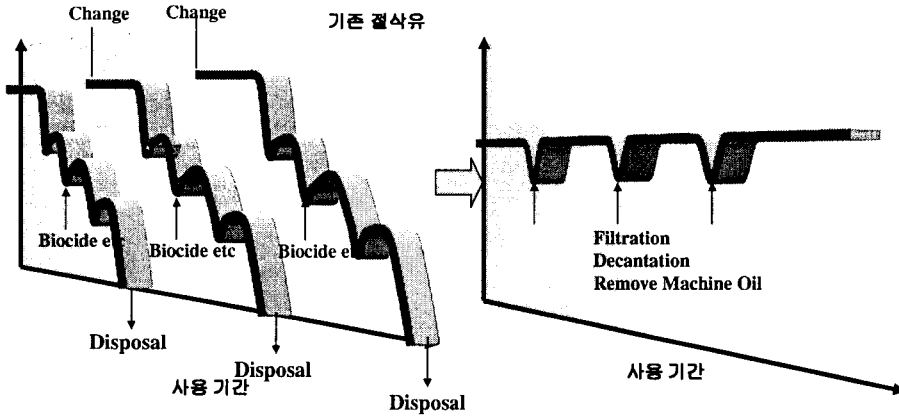
- 환경 친화형 수용성 유제 개발
 - 신규 내마모제 및 유성향상제 합성
 - 첨가제 배합
 - 기본 물성 평가 (실험실 & 현장)
 - 현장 성능평가
 - 환경 성능 평가 : 폐액처리 용이성 등
 - 제조 공정 검토
- 관련 평가 기술 개발
 - 미생물에 대한 부패능 평가
 - 폐액 처리 기술 등

연구개발 계획



개발 제품의 목표

우수한 안정성, 환경친화적



범우화학공업(주)

연구개발 최종 목표

- 환경친화성과 윤활성이 우수한 합성유형 수용성 절삭유제 및 관련 기술 개발

환경 개선 목표

- | | |
|--------------|-----------------------------------|
| - 작업환경 개선 효과 | : 오일 미스트량 < 0.2 mg/m ³ |
| - 수질오염 절감효과 | : 폐액처리량 기존 제품 대비 50 % 절감 |
| - 대기오염 절감효과 | : 폐기물 슬러지 소각시 배출허용 기준 적합 |
| - 토양오염 유무 | : 토양 산도 변화 없음 (침적시) |
| - 인체유해성 개선 | : 인체유해 화합물 없음 |

경제성 목표

- | | |
|------------------|--------------------------------|
| - 폐액처리비용 | : 기존 제품 대비 50 % 절감 |
| - 공구수명 향상 | : 공구 수명 기존 대비 50 % 향상 |
| - 수명 연장에 따른 부대비용 | : 부대비용 50 % 절감 |
| - 수입대체 효과 | : 2004년 약 24 억원, 2006년 약 70 억원 |
| - 수출증대 효과 | : 2004년 약 10 억원, 2006년 약 50 억원 |

범우화학공업(주)

연구개발 최종 목표

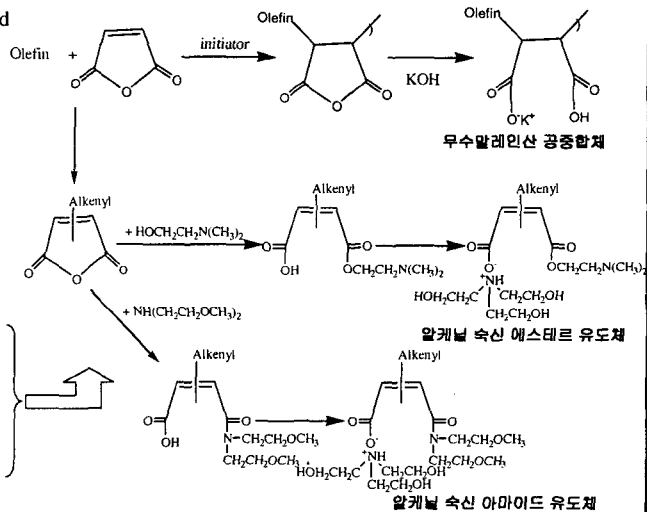
기술적 목표

- 외관 및 냄새 : 투명 (또는 옅은 투명) 무취형
- 윤활성 : 2000 Ncm 이하 (알루미늄 Tapping Torque Test)
자동차 알루미늄 부품 가공성 양호 (공구수명 150% 연장)
- 내부패성 : 30일 이상 부패없을 것 (진동배양법)
절삭유 수명 기존 대비 2배 이상
- 소포성 : 3일간 2cm 이하 (Pump 순환법), 작업환경 오염 없을 것
- 방청성 : 녹 없을 것 (주물 chip 법),
공정 간 녹 발생 문제 없을 것
- 알루미늄 부식 : 변색 없을 것 (알루미늄 시편 법),
공정 간 부식문제 없을 것

IBW 범우화학공업(주)

환경친화형 첨가제(내마모제) 탐색 및 합성

- Fatty acid : C₈-acid, Oleic acid
- PEG-PPG 공중합체
- 이염기산-PEG 에스테르
- 지방산-PEG 에스테르



- 무수 말레인산 공중합체
- 알케닐 숙신 에스테르 유도체
- 알케닐 숙신 아마이드 유도체

IBW 범우화학공업(주)

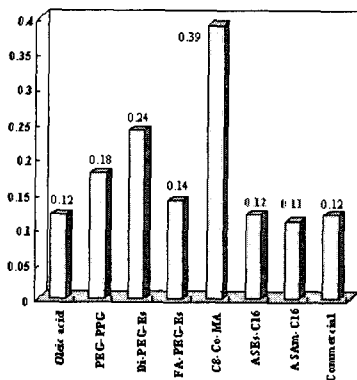
내마모제의 성능 평가

시료명	마모제	시험결과					외관
		Torque ¹ (N/cm)	마찰계수 ²	Brix %	pH	방청성능 ³	
S-1	Oleic acid (아민염)	3105	0.12	5.0	9.8	-	반투명
S-4	PEG-PPG	3730	0.18	4.5	9.9	-	투명
S-5	이명기산-PEG 에스테르	3730	0.24	4.5	10.0	-	불투명
S-15	지방산-PEG 에스테르	3637	0.14	4.2	10.0	-	반투명
S-17-1	무수 말레인산 공중합체	-	0.39	4.2	9.7	-	투명
MA-2	숙신 에스테르계 (도데세닐)	-	0.14	3	7.1	보통	투명
MA-4	숙신 에스테르계 (헥사데세닐)	2676	0.12	3	9.1	우수	투명
MAM-2	숙신 아마이드계 (도데세닐)	-	0.15	3	8.3	보통	투명
MAM-4	숙신 아마이드계 (헥사데세닐)	2246	0.11	3	8.6	아주우수	투명
시중제품		3437	0.12	3.7	8.7	-	투명

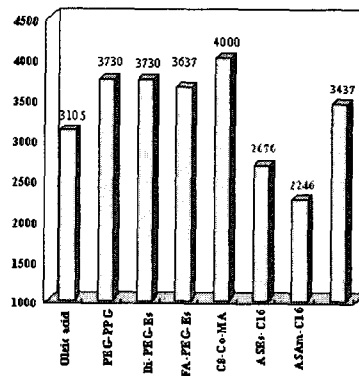
1. Tapping torque test, AI 6061
2. 진자형 마찰시험기
3. 24h 시험

BWA 범우화학공업(주)

내마모제의 윤활성능 평가



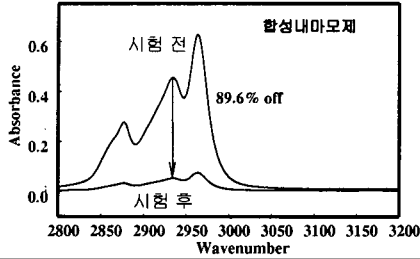
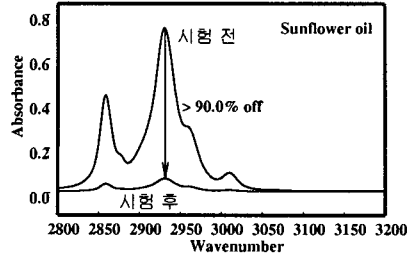
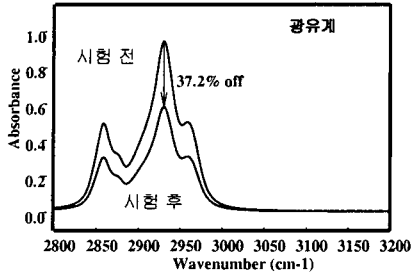
마찰계수 결과



태핑토크 결과

BWA 범우화학공업(주)

환경 평가 (내마모제의 생분해도)



BW 범우화학공업(주)

시제품 배합

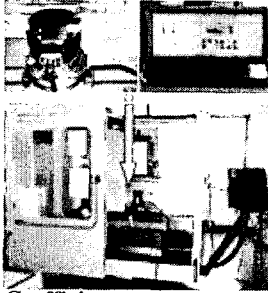
- 시제품명 : BW COOL MA-51
- 일반성상

항목/제품	시제품	비교품	시험방법
외관(원액)	황갈색 반투명	황색 투명	BIT-M-2.1
비중	0.971	1.08	KS M 2022
외관 (x 10)	담황색 반투명	무색 투명	BIT-M-2.1
pH (x 10)	9.60	9.20	KS M 0011
유화안정도 (물)	None	None	KS M 2525 5.2
(경수)	trace	trace	KS M 2525 5.2
표면장력	26.7	32.9	KS M 2525 5.1
(x 10, x 10 ⁻³ N/m)			
불취발분	88	59.6	KS M 2525 5.3
(105°C, 2h, %)			

BW 범우화학공업(주)

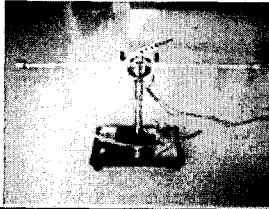
운활성 시험

• Tapping Torque



- 기계 : DECKEL MAHO의 Machining Center
- 재질 : AI 6061 T6
- 가공 : DRILL TAP
 - 공구 : 버니싱드릴 전조탐
 - 치수 : 13.3 14
 - 재질 : 초경 SKH
 - 절삭속도 : 125.2m/min 4.4m/min
 - 이송 : 0.12mm/rev -
 - 측정방법 : KISLER 압전식 공구동력계

• Friction Coefficient



• 결과 (Torque, N cm)

	시제품	비교품
5wt%	1797	3410
10wt%	1720	3220

• 결과 (Friction Coefficient)

3wt%	0.1173	0.2368
------	--------	--------

ISWC 범우화학공업(주)

내 열화성 (50℃, 48hrs, 3 wt%, FC chip 20g)

제품	시제품		비교품	
	시험 전	시험 후	시험 전	시험 후
외관	담황색 반투명	담황색 반투명	무색 투명	무색 투명
pH	9.39	9.37	9.00	8.93
방청성 (24h)	녹 발생 없음	녹 발생 없음	녹 발생 없음	녹 발생 없음

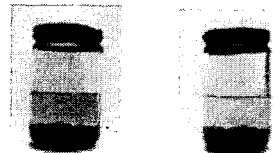
시제품



시험 전

시험 후

비교품



시험 전

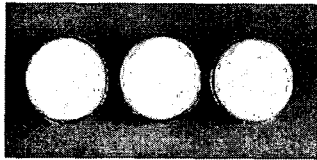
시험 후

ISWC 범우화학공업(주)

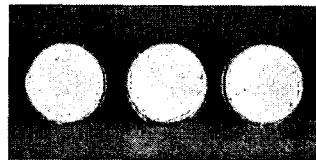
방청성 평가

농도/ 유제	시제품	비교품
2% (1,2,3,6,24hr)	⊙⊙⊙⊙⊙	⊙⊙⊙⊙⊙
3% (1,2,3,6,24hr)	⊙⊙⊙⊙⊙	⊙⊙⊙⊙⊙
5% (1,2,3,6,24hr)	⊙⊙⊙⊙⊙	⊙⊙⊙⊙⊙

⊙ : 녹 발생 없음, ○ : 수점 녹 발생, △ : 침수점 녹 발생



시제품 : 2%, 3%, 5%



비교품 : 2%, 3%, 5%

BW 범우화학공업(주)

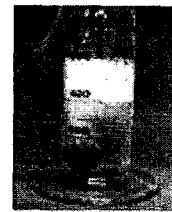
소포성 평가

조 건 :

- 100 ml 투입 in 500 ml mass cylinder
- 농도 : 3%
- Air blowing

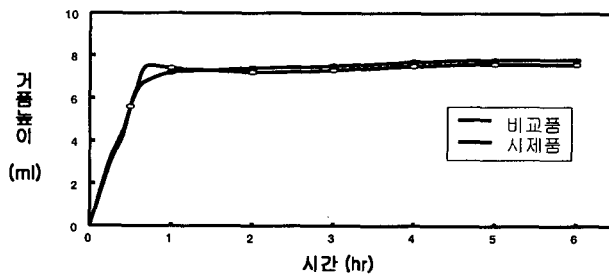


시제품



비교품

결과 :

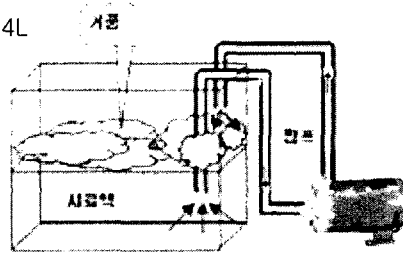


BW 범우화학공업(주)

순환펌프 시험

조 건 :

- 수조 : 20cm(W) x 40cm(L) x 30cm(H) = 24L
- 펌프용량 : 29 L/min
- 시료량 : 8 L
- 기간 : 7 days



결 과 :

	시제품	비교품
유화상태	유화상태변화 없고 미량 스크발생	유화상태 변화 없음
거품상태	2 cm 이하	2 cm 이하

IWC 범우화학공업(주)

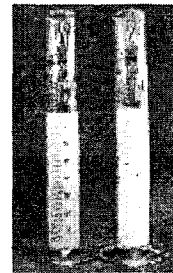
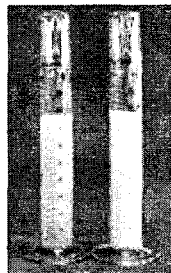
항유화성 시험

시험 전

10분 경과

30분 경과

60분 경과



시제품 (Left)
비교품 (Right)

기름층	40	40	30	0	39	2	40	4
유화층	0	0	15	75	3	65	2	52
유제층	40	40	35	5	38	13	38	24

(단위 : mL)

IWC 범우화학공업(주)

내 부패성 시험 (35℃, 3 wt%)

시험시간 day	시제품				비교품			
	pH	Brix 농도 %	방청성	생균수 (개/mL)	pH	Brix 농도 %	방청성	생균수 (개/mL)
0	9.24	3.1	○○○○○	없음	8.82	3.1	○○○○○	없음
5	9.20	3.0	○○○○○	없음	8.80	2.9	○○○○○	없음
7	9.16	2.9	◎○○○○	없음	8.80	2.8	◎○○○○	없음
13	9.14	2.9	◎○○○○	없음	8.83	2.8	◎○○○○	없음
21	9.12	2.8	◎○○○○	없음	8.72	2.7	◎○○○○	없음
28	9.09	2.8	◎○○○○	없음	8.60	2.8	◎○○○○	없음
35	9.07	2.8	◎○○○○	없음	8.50	2.8	◎○○○△	10 ³
42	9.01	2.8	◎○○○○	없음	8.50	2.8	◎○○○△	10 ³

◎ : 녹 발생 없음, ○ : 수점 녹 발생, △ : 침수점 녹 발생

**** 실험조건**

- 3wt% 회석액 + 미생물 영양원 + 주물침 + 비수용성 윤활유 + 부패액
- 35°C 항온조에서 배양

IBW 범우화학공업(주)

환경성 평가

	시제품	비교품
오일 미스트	거의 발생 없음	오일 미스트로 작업성 불편
폐액 처리성	약품처리 용이함 (FeCl ₂ , NaOH, 응집제 소모량 ½)	약품처리시 화학약품 사용 과다
COD, ppm (1차 처리후)	107	185
BOD, ppm (1차 처리후)	212	375
슬러지 발생량	기존 제품 대비 유제 수명 2배로 ½ 절감	

IBW 범우화학공업(주)

현장 적용 시험

• 시험현황

- 시험유제 : BW COOL MA-51
- 장비명 : 선반 SKT-28L
- 장비 Maker : WIA
- 공구 재질 : 초경 합금
- 탱크 용량 : 약 200 L
- 기간 : 2004. 4. 26 ~ 9.3

• 시험결과

- 공구 수명 : 기존 제품 대비 180% (Bite tip)
- 표면 조도 : 기존 제품과 동등
- 장비 세정성 : chip 고착등의 문제점 해소
- 액 소모량 : 기존 제품 대비 70%수준
- 내 부패성 : 현재 (4개월 경과) 부패 없음

BW 범우화학공업(주)

현장 작업성

• 현장 작업일지 및 작업자의 반응에 의한 작업성

1. 작업일지

일자	농도	PH	사용액외관	생균수	방청성(실험실)	비고
4월26일	9.0%	9.20	미황색반투명	0	24h 녹없음	특이사항 없음
5월6일	7.0%	9.15	-	0	-	-
5월17일	7.0%	8.80	미황색불투명	0	-	-
5월27일	2.0%	8.80	-	0	-	농도낮아 조치
6월7일	5.0%	8.50	-	10 ²	-	특이사항 없음
6월25일	5.0%	8.40	-	10 ²	24h : 2점 녹발생	-
7월12일	4.0%	8.70	-	0	녹없음	-
7월26일	3.2%	8.70	황색불투명	0	24h : 수점 녹발생	농도낮아 조치
8월12일	3.4%	8.60	-	10 ²	-	특이사항 없음
8월24일	4.2%	8.50	미황색불투명	10 ³	-	-
9월3일	5.0%	8.70	-	10 ³	-	-

2. 작업자 의견 : ①공구수명의 연장 ②부패취의 발생없음 ③장비 깨끗함(정확성 물질없음)

④Mist발생등 액의 휘산 거의 없음 ⑤액 보충량 감소 ⑥거품 다소 발생

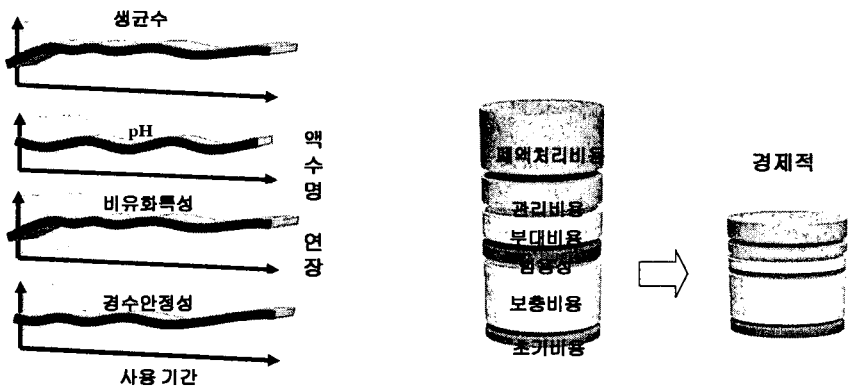
BW 범우화학공업(주)

정량적 목표 항목 대비 달성정도

평가항목	목표치	달성결과	달성정도, %
1. 기본물성	외관 및 냄새 : 투명 (또는 옅은 투명) 무취형	반투명	100
	pH : 8.0 ~ 9.5	9.2(x30)	100
	방청성 : 녹 없을 것	녹 없음	100
	소포성 : 3일간 2cm이하	< 2cm	100
	알루미늄 부식 : 변색 없음(A6061)	변색 없음(상온, 48h) 미화색(50℃, 48h)	90
2. 실험실 성능평가	알루미늄 Tapping torque : < 2000N cm	1720	100
	내부패성 : 30일 이상 이상 없을 것	4개월 이상	100
	폐액처리성 : 응집후 Floc 형성 양호	양호	100
	오일미스트 : 기존 제품 대비 1/3 이상 감소	발생없음	100
	인체유해성 : 인체유해 물질 포함 유무	없음	100
3. 현장성능 평가	절삭성능 : 공구 수명 150% 이상	180%	100
	유제수명 : 기존 제품 대비 2배 향상	2배 향상	100
	환경개선 : 오일미스트 기존 대비 1/3이상 감소	없음	100
4. 재사용성	타 혼입유 분리성 : 양호	양호함	100
5. 환경오염절감비용	수질, 대기, 토양 오염등 절감효과	오염 없음	-
	슬러지 발생량	< 1/2	100
	슬러지 열분석 후 가스 발생 정도 : 기존 제품과 비교	유해 가스 없음	100

BW 범우화학공업(주)

기대효과



BW 범우화학공업(주)

결론

1. 생분해성이 우수한 윤활방청제(내마모제)의 개발, 적용으로 생산 효율증대, 적용범위 확대
 - 신규 내마모제의 타 금속가공유에의 적용범위 확대가능
2. 개발품의 내부패성 향상으로 폐액량의 절감, 유제 비용절감 등 경제성 효과
3. 중금속, PCB, 시안, 페놀, 염소, 유황 등 인체유해, 환경유해 물질의 배제로 환경개선 효과
4. 전반적인 성능의 향상으로 미래형 절삭유의 기반 구축
5. 수입대체, 수출증대의 효과 기대