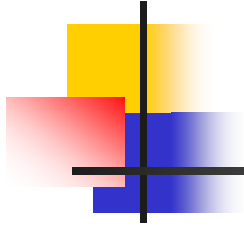


국내외 대체세정기술 현황 및
1,1,1-TCE 대체세정기술
적용사례 (수계/탄화수소계)

2006. 5. 19 (금)

한국화학시험연구원



목 차

1. 개요
2. 국내
 - 1) 국내 대체세정기술 현황
 - 2) 국내 향후 대체동향
3. 국외
 - 1) 국외 대체세정기술 동향
 - 2) 국외 향후 기술 동향
4. 대체세정기술 적용사례
 - 1) 탄화수소계
 - 2) 수계



1. 개요

1) 오존층파괴물질 (세정제) 의 규제일정

국외

- 선진국 : CFC-113, 1,1,1-TCE , CTC 96년 전폐
- 개발도상국 : CFC-113 2009년 전폐
1,1,1-TCE 2014년 전폐
CTC 2004년 말 85% 삭감

국내

- CFC-113 : 2004년 말 50% 삭감 (1995-1997 3개년 평균)
2009년 말 100% 삭감 (생산 및 사용금지)
- 1,1,1-TCE : 2005년 말 30% 삭감 (2003년도 소비량 기준)
2014년 말 100% 삭감 (생산 및 사용금지)
- CTC : 2004년 말 85% 삭감 (1998-2000 3개년 평균)
2009년 말 100% 삭감 (생산 및 사용금지)

2) 국내 특정물질 감축일정 (CFC, 1,1,1-TCE, 사염화탄소)

구 분		98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
CFC	기준량		9154						4577		1373			0
	배정량	8733	8000	7328	6712	6148	5631	5158	4577	2975	1373	915	458	0
사염화 탄소	기준량								96					0
	배정량				638 (56)	397	247	154	96	77	57	38	19	0
1,1,1 -TCE	기준량						513		359					154
	배정량				631	569	513	429	359	303	256	216	182	154

3) 특정물질 감축일정 (HCFC)

선진국		개도국	
기준수량	1989 HCFC 소비량+ 1989 CFC 소비량의 2.8%	기준수량	2015년 HCFC 소비량
동결	1996. 1. 1	동결	2016. 1. 1
35% 삭감	2004. 1. 1		
65% 삭감	2010. 1. 1		
90% 삭감	2015. 1. 1		
99.5% 삭감	2020. 1. 1		
100% 삭감	2030. 1. 1	100% 삭감	2040. 1. 1

* 미국 2002, 일본 2003 사용금지

* EU 2003년부터 오존층 파괴물질 사용제품에 대해 수입규제 및 관세 부과

4) 국내 오존층 보호관련 법안등 관련현황

일자	주요내용
1991.1.14	◎ 오존층 보호를 위한 특정 물질의 제조 규제 등에 관한 법률 제정 공포
1991.11.21	◎ 오존층 보호를 위한 특정 물질의 제조 규제 등에 관한 법률 시행령 제정 · 공포
1992.2.27	◎ 몬트리올 의정서 가입서 기탁 (외교통상부), '92. 5. 27부터 우리나라 발효
1993.5.27	◎ CFC 등 특정물질의 배출억제 및 사용 합리화 지침 공고 (상공 공고 제 1993-30호, 환경부 공고 제 1993-23호) ◎ 오존층 파괴물질 포함제품 목록 공고 (산업자원부 공고 제 93-29호)
1995.3.2	◎ 코펜하겐 개정 의정서 우리나라 발효
1998.12.14	◎ 제 21차 수급조정 심의회에서 CFC 및 Halon의 국내 소비량을 매년 평균 약 10%씩 감축기로 결정
1999.11.19	◎ 몬트리올 개정 의정서 우리나라 발효
2000.4.18	◎ 국내법 법률 시행령 개정 (대통령령 제 16,788호)

5) 관련 현황 (계속)

특정물질 감축일정 (중국)

구 분	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
CFC-113	4441	4375	3575	2750	2125	1375	688	0				
1,1,1-TCE	6225	6212	6133	6052	5800	5018	4236	3389	2542	1694	847	0
사염화탄소	100	100	100	100	50	0	0	0	0	0	0	0

6) 대체세정제의 분류 및 특성

<대체세정제의 분류 >

대분류	중분류	세정제의 주요 조성
수계	수	순수, 수도, 탈산소수, 전해수
	일반수계	알카리계 중성(계면활성제계) 산계
준수계		N-메틸피로리돈 + 첨가제 + 물 (비가연성) 글리콜에테르 + 계면활성제 + 물 (비가연성) 탄화수소 + 계면활성제 (가연성) 터어펜 + 계면활성제 (가연성)
비수계 (용제계)	가연성	탄화수소계 (이소파라핀) (노르말파라핀) (나프텐) 알코올계 (에탄올, IPA) 실리콘계 (SiO-폴리머) 글리콜에테르계 (글리콜에테르)
	불연성	불소계 (HCFC-225) 완전불소계 (퍼플로오르카본) 염소계 (염화메틸렌) (트리클로로에틸렌) (테트라클로로에틸렌)

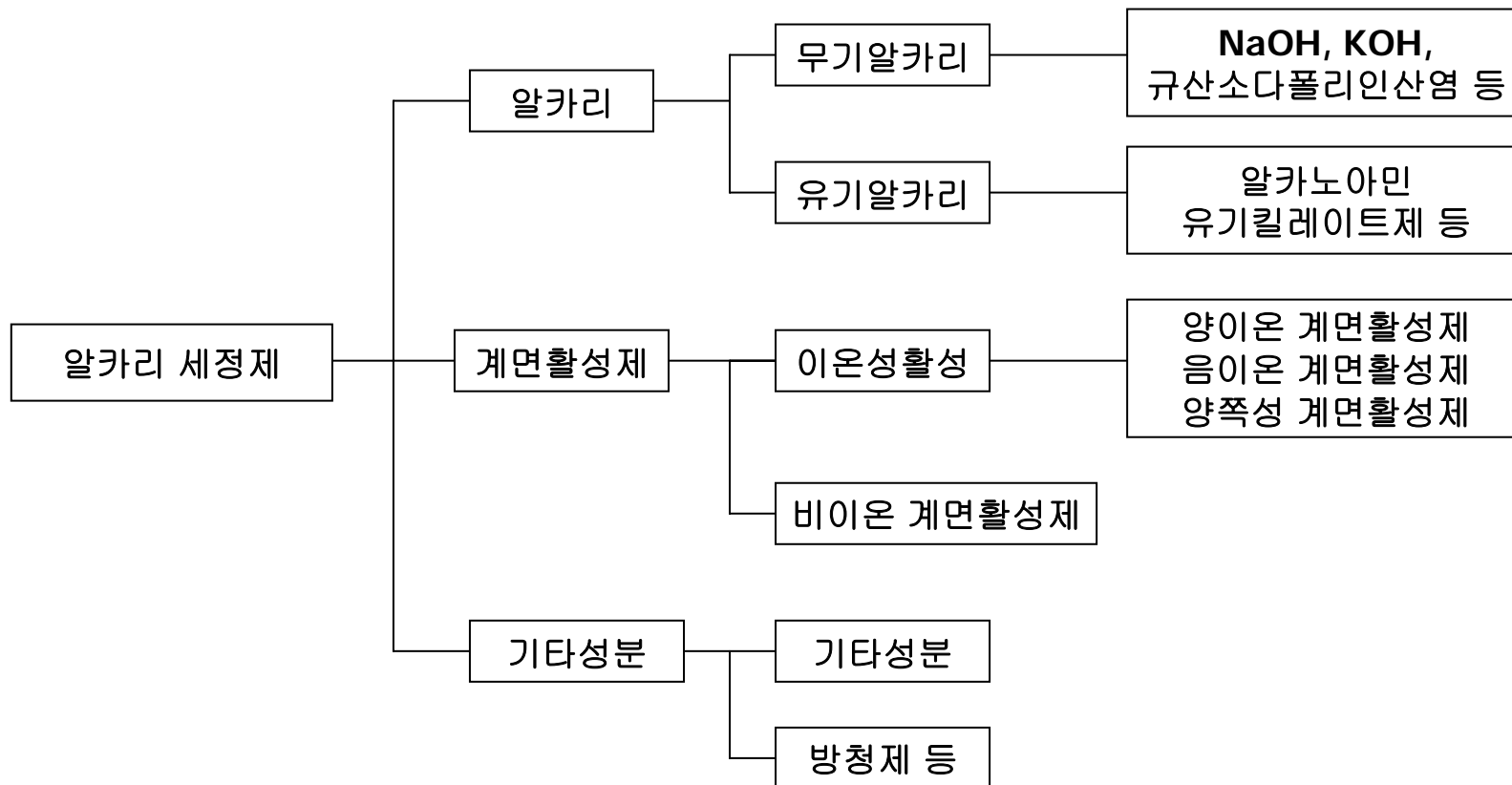
6) 대체세정제의 분류 및 특성 (계속)

<수계세정제의 종류 및 특성 >

종류	주성분	특징
알칼리성 세정제	알칼리빌더, 계면활성제, 방청제	- pH 8.6 ~ 14 - 입자성 오염의 제거에 적합 - 종류가 많고 수계 세정제 중 가장 많이 쓰임
중성 세정제	계면활성제, 방청제	- pH 5.8 ~ 8.6 미만 - 유성오염의 제거에 적합 - 비철금속 등의 세정에 적합
산성 세정제	무기산 (황산, 염산, 인산 등), 유기산 (구연산, 슬파민산 등), 계면활성제, Inhibitor	- pH 5.8 미만 - 금속표면의 스케일 등의 세정에 적당

6) 대체세정제의 분류 및 특성 (계속)

< 수계 알카리 세정제의 조성 >



6) 대체세정제의 분류 및 특성 (계속)

<수계 중성세정제의 대표조성>

세정제 조성		기능	배합예
조성물명	조성예		
계면활성제	무기산 (황산, 염산, 인산 등)	- 세정성 향상 (유화, 분산) - 재부착 방지	1~20%
빌더	규산나트륨 탄산나트륨	- 계면활성제의 기능향상	0~10%
킬레이트제	폴리카르복실산염, 폴리인산염	- 재부착 방지 (금속이온 결합 제거)	0~5%
기타 (소포제, 용해제)	실리콘오일, 광유알콜, 글리콜	- 기포억제 효과 - 세정성, 액안정성의 향상	0~5%
물	수도수, 이온교환수	- 세정용매	25~80%

2. 국내

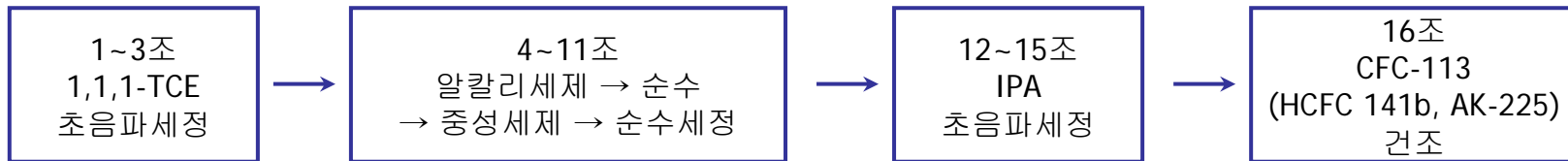
1) 국내 대체세정기술 현황

o 광학

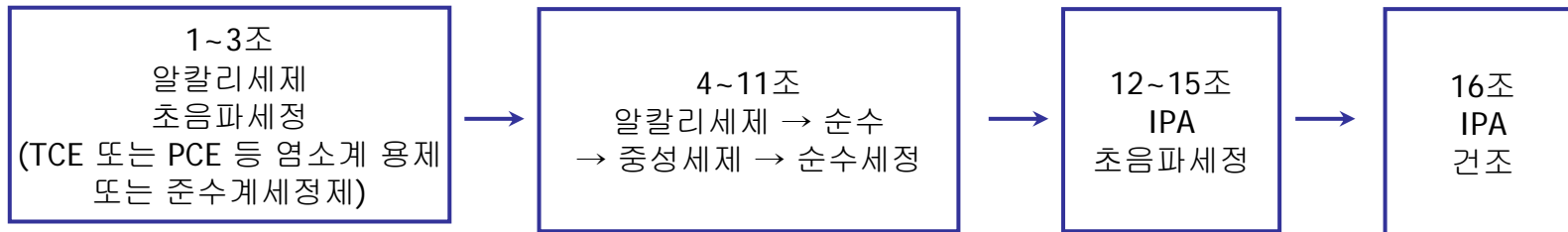
CFC-113 증기건조 → HCFC 141b, AK-225, IPA 증기건조

1,1,1-TCE (초음파) → PCE 등 할로겐 세정제 (초음파)

또는 순수계 세정제 (초음파)



< 기존 광학세정공정 일반 >



< 대체 광학세정공정 일반 >



1) 국내 대체세정기술 현황 (계속)

- PCB

 - 1,1,1-TCE → 무세정 (저잔사 플럭스) 또는 NMP

- HIC

 - 1,1,1-TCE → 순수 (이온수) 스프레이, 준수계 또는 NMP

- 스테인레스 제품

 - 1,1,1-TCE → 알칼리수계 (초음파) 또는 TCE (초음파)

- 철 및 비철금속

 - 1,1,1-TCE (초음파) → TCE (초음파)

- 반도체 부품 (재활용)

 - 1,1,1-TCE → CO₂ 초임계유체



2) 국내 향후 대체동향

○ 광학

- CFC-113 증기건조 → HCFC 141b, AK-225, IPA 증기건조
- 1,1,1-TCE (초음파) → PCE 등 염소계 세정제 (초음파)
또는 준수계 세정제 (초음파)

○ PCB

- 1,1,1-TCE → 무세정 (Pb free 솔더 사용에 따른 변경 가능성),
수계 스프레이, NMP, 또는 HFE 등 고가의 대체세정제 사용

○ HIC

- 1,1,1-TCE → 준수계 초음파, 스프레이 또는 HFE 등 고가의 대체세정제 사용



2) 국내 향후 대체동향 (계속)

- 스테인레스 제품

 - 1,1,1-TCE → 알칼리수계 (초음파) 또는 TCE (초음파)

- 철 및 비철금속

 - 1,1,1-TCE (초음파) → TCE (초음파)

 - 또는 탄화수소계 진공탈지 및 건조

- 반도체기판 세정 등 정밀세정 분야

 - 메가소닉 세정의 활성화
 - 기능수 이용 세정의 활성화
 - 건식세정기술의 활성화 (UV, 플라즈마, 레이저)



3. 국외

1) 국외 대체세정기술 동향 (일본)

① 수계

- 기능수 이용(탈기, 오존수, 수소수, 이온수)
- 하이메가 초음파
- 메가소닉
- 다방향 초음파 시스템
- Vibration 방식
- 고압 다방향 Robot Control 스프레이 시스템

② 준수계

- Direct Pass시스템 (황천화학)
- 초음파, 액중 Jet
- 스프레이 (카오)



1) 국외 대체세정기술 동향 (계속)

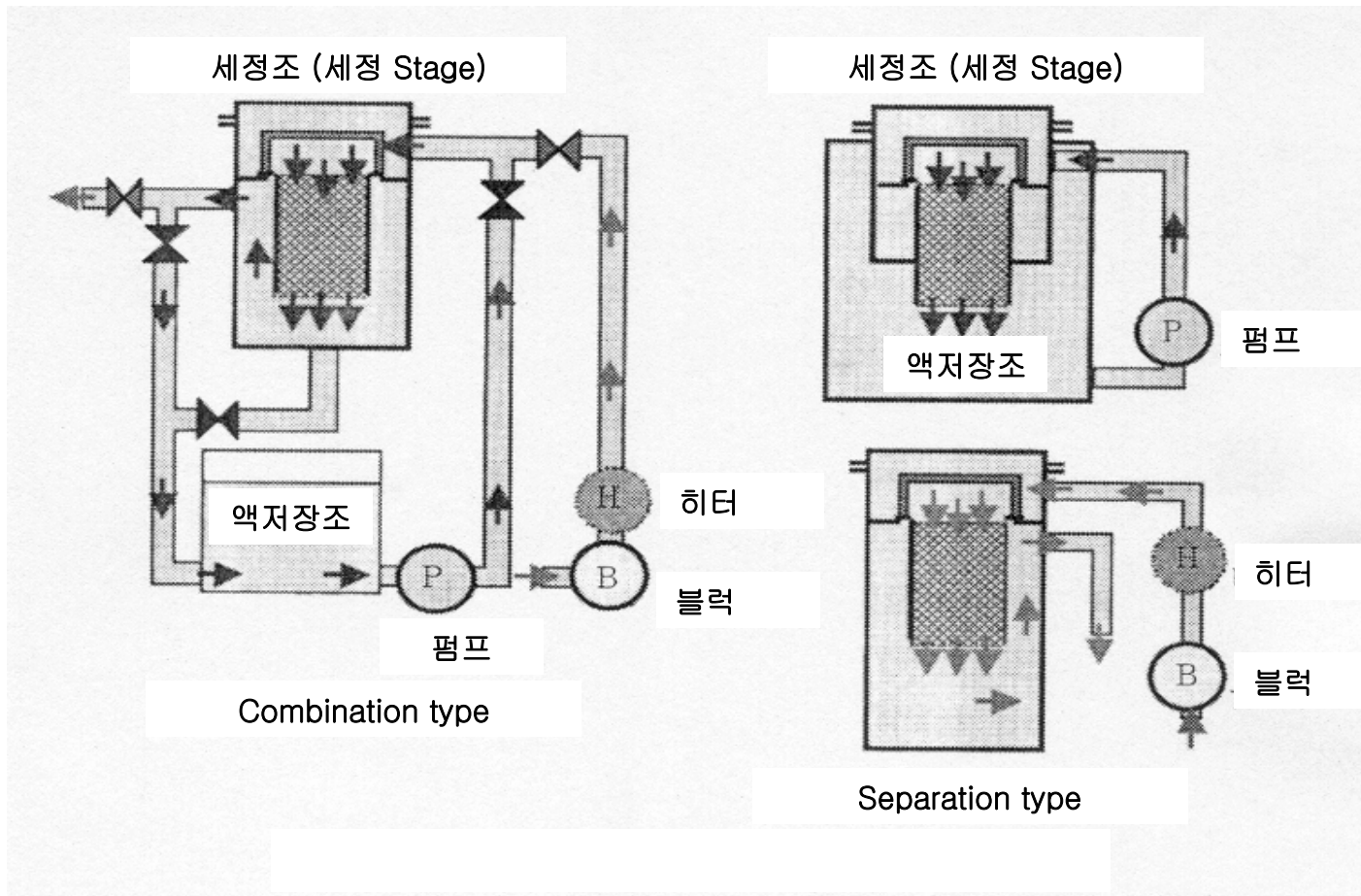
③ 비수계

- 탄화수소계
 - 진공건조
 - 중형다단 진공세정장치
- 염소계
 - 밀폐형 초음파
 - 연속형 PCS 세정장치
- 기타
 - HFE 등

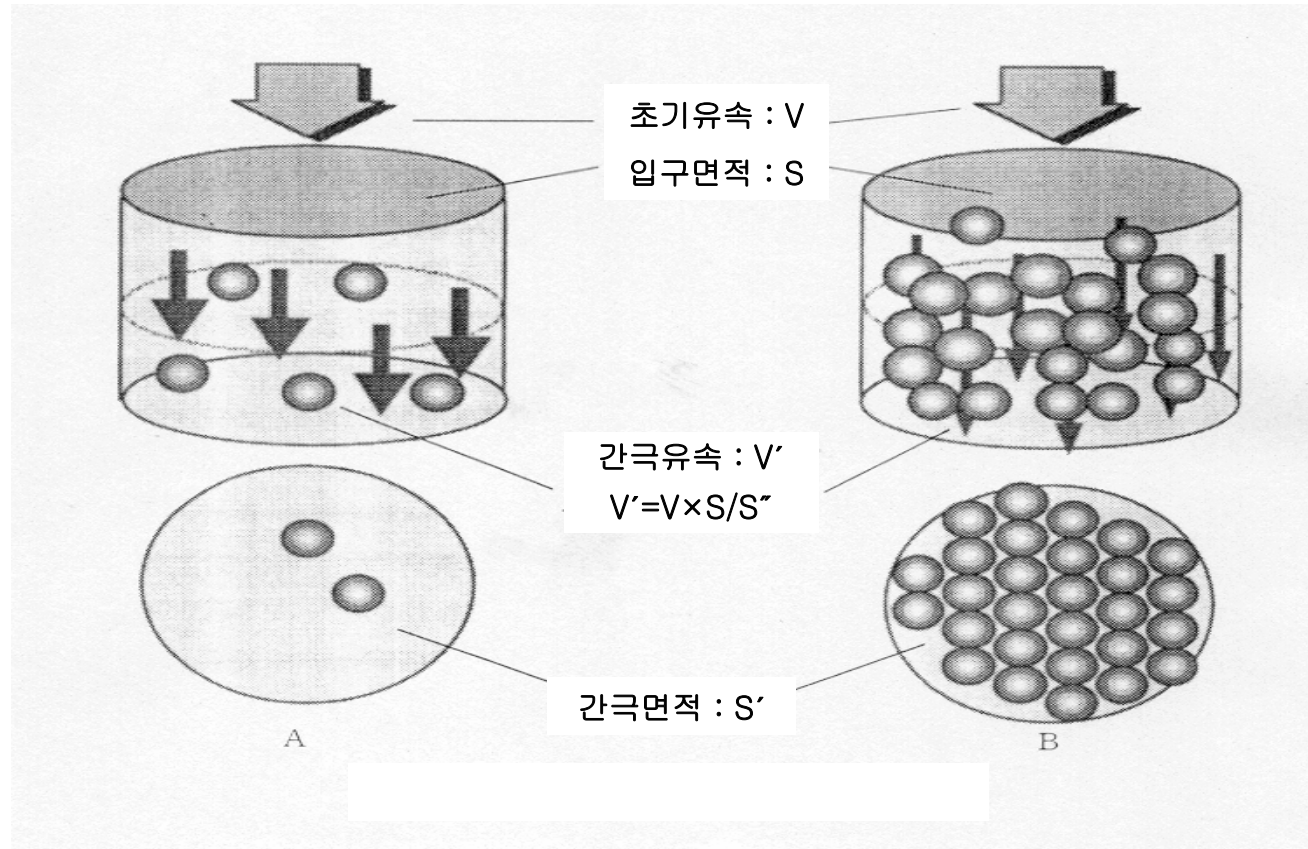
④ 기타 (건식세정기술)

- UV 등

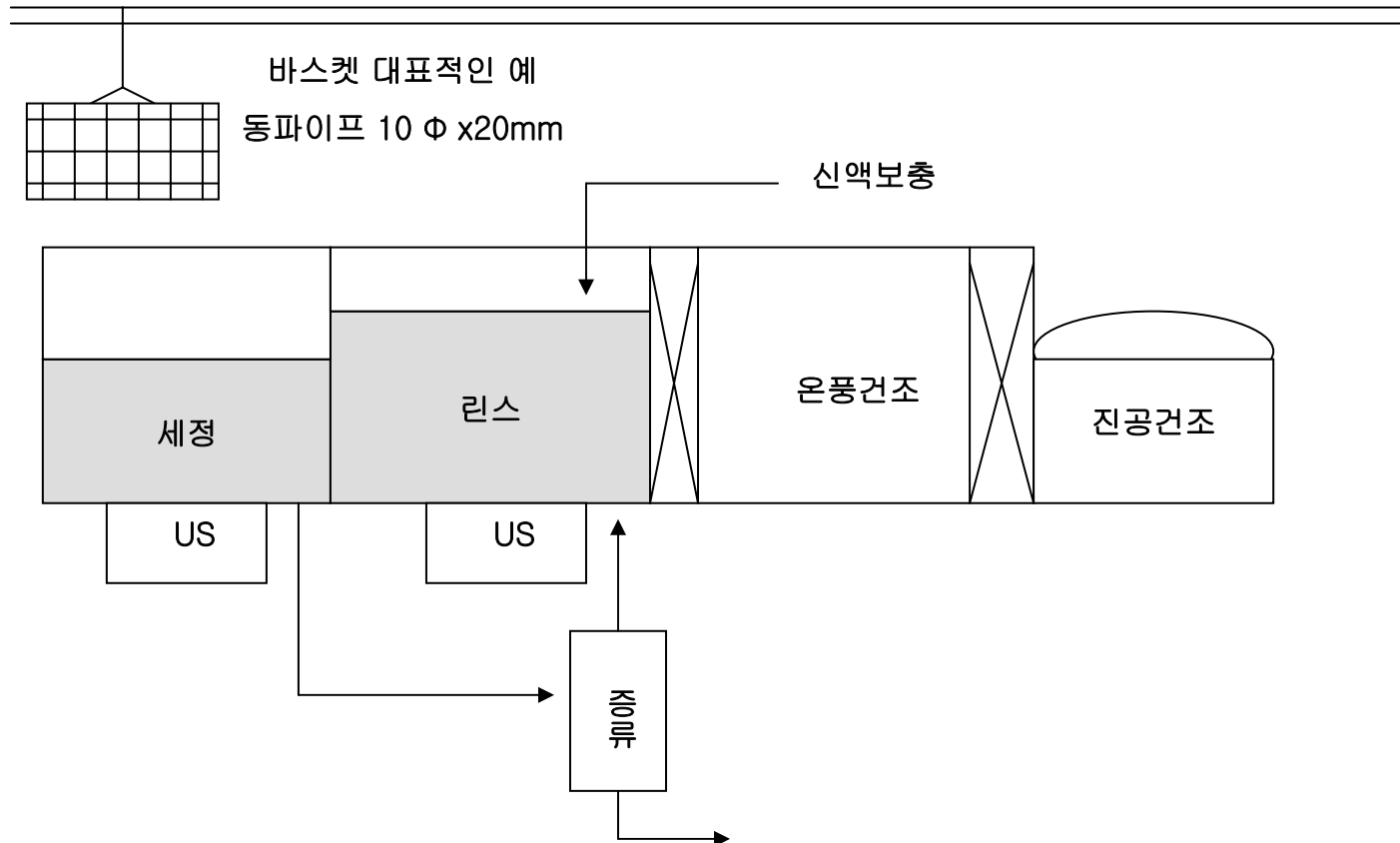
Direct Pass의 세정이론 (준수계)



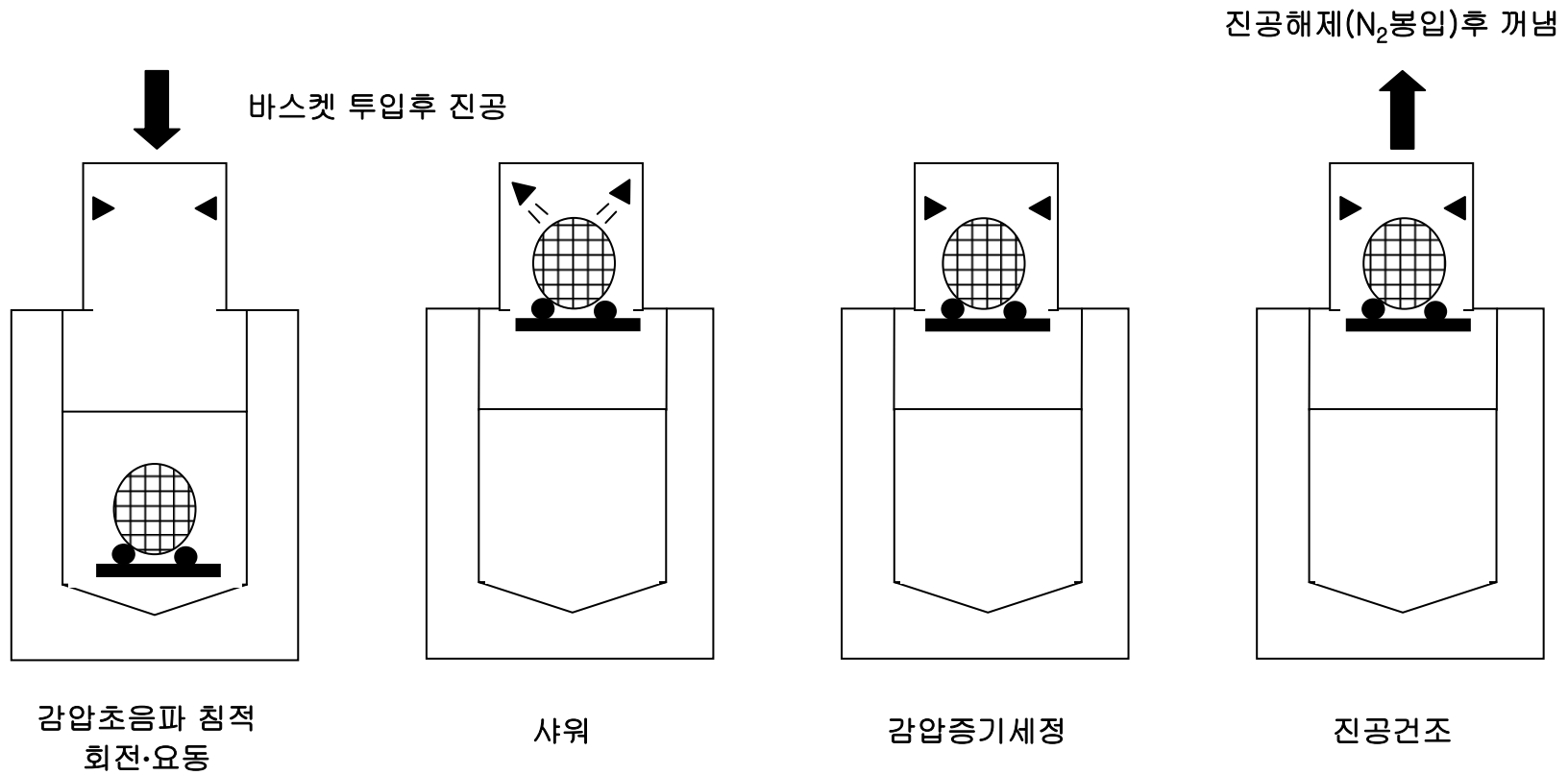
Direct Pass의 세정이론 (준수계)



에어컨 · 냉장고 배관부품의 세정 (탄화수소계)



종형다단진공세정장치의 공정도 (탄화수소계)





2) 국외 향후 기술동향 (일본)

메가소닉 초음파세정

고기능화수 이용 (수소수 등)

BBP (Balanced Push-Pull) 노즐 이용

플라즈마, 초임계 유체 등 건식세정 기술

선택적 재료 선정에 따른 자기세정

4. 적용사례

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

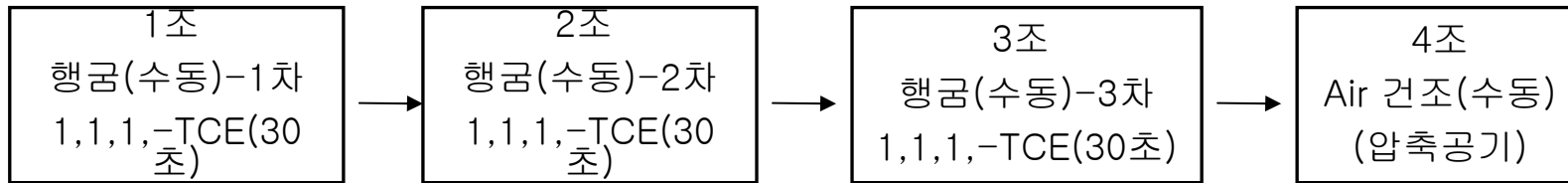
1. 업체현황

회사명	A사		소재지	-
주생산품목	방산제품 (신관류)		인원(총원)	189명
세정공정	가공후, 조립전 . 후 세정		Homepage	-
세정관련현황	피세정물	신관류	희망 대체 세정제	-
	세정기기	세정기(4조식 1대) 초음파 세정기 (1조식, 3조식 2대)	전년도매출액 (단위:백만원)	32,100
	세정액	1,1,1-TCE	사용량 / 月	500kg/ 月
	요구청정도	육안검사시 오염물 없어야 함	청정도 검사방법	육안검사

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

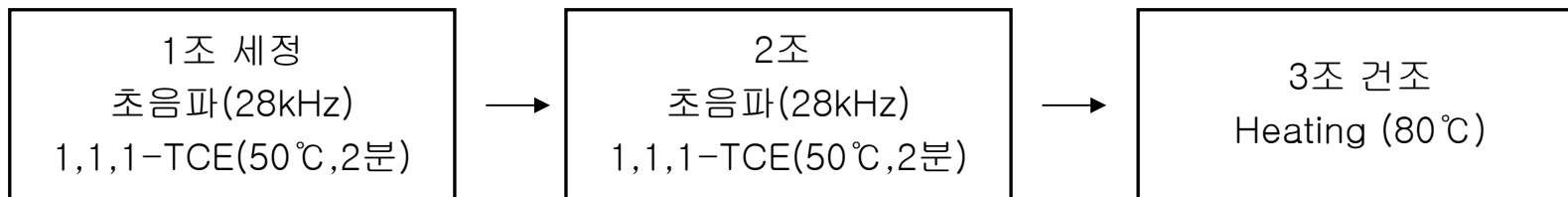
2. 현 세정공정 분석

2.1 가공후 (옥외 세정) - 생산 1팀



※ 교체주기 : 작업자 판단에 의해 교체

2.2 가공후 (옥외 세정) - 생산 1팀



1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

3. 피세정물 분석 및 오염물 분석

3.1 피세정물 분석

1) 가공후 (옥외 세정) - 생산 1팀

피세정물	크기(mm)	형상	투입량/회	처리량/日	오염물
스테인레스강	최소:Ø1.0×2 보통:Ø3.0×7 최대:Ø26.0×30	핀형 원기둥	소형: 500EA 대형: 30EA	소형: 10,000EA 대형: 1,000EA	절삭유
반강	최소:Ø3.5×4 보통:Ø5.0×8 최대:Ø63.0×80	핀형 원뿔형			절삭유
알루미늄	최소:Ø2.0×4 보통:Ø7.0×8 최대:Ø51.0×80	핀형 원뿔형 원기둥			절삭유
베릴륨동	최소:Ø2.0×5 보통:Ø3.0×7 최대:Ø3.0×7	핀형			절삭유

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

피세정물	크기(mm)	형상	투입량/회	처리량/日	오염물
황동	최소:Ø2.0×6 보통:Ø2.5×7 최대:Ø25.0×35	핀형 원기둥	소형: 500EA 대형: 30EA	소형: 10,000EA 대형: 1,000EA	절삭유
단조	최소:Ø51×40 최대:Ø53×65	원뿔 원기둥			절삭유
D/C	Ø56×15	원기둥			절삭유

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

2) 조립전 (옥내 세정) - 생산 2팀

피세정물	크기(mm)	형상	투입량/회	처리량/日	오염물
황 동	다양	다양	1조(초음파)/200개 (1분30분초)	4,500개	이물질 윤활제 절삭유
전 선	다양	다양	1조(초음파)/200개 (1분30분초)	1,000개	이물질 방청유
황동+ SUS416 (303)	다양	다양	1조(초음파)/2,000개 (1분30분초)	2,000개	윤활유 이물질
SUS416 (303)	다양	다양	1조(초음파)/3,000개 (1분30분초)	10,000개	방청유 이물질
황동 +SUS303	다양	다양	1조(초음파)/3,000개 (1분30분초)	10,000개	이물질

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

3.2 오염물 분석

1) 오염물의 성분분석

종류		성분		오염과정	상품명	비고
비수용	절삭유	광유물	90 ~ 95 %	절삭 가공	Ⓐ	주오염물
		기타	5 ~ 10 %			
		Paraffinic Mineral Oil	79~90 %		Ⓑ	
		Fatty Oil	1~10 %			
		Allyl Sulfide	1~5 %			
		Chlorinated Paraffins	1~10 %			
		영업비밀	영업비밀		Ⓒ	
		Mineral oil	95.0~99.5 %		Ⓓ	
		Zinc Cl-Cl4 Alkyldithiophosphate	0.1~0.3 %			
		Alkylated phenol	0.01~0.1 %			
Dialkyl Fumarate /vinylacetate copolymer	0.3~0.4 %					

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

종류		성분		오염과정	상품명 (제조사)	비고
비수용	절삭유	Mineral oil	90.0~98.0 %		Ⓔ	
		Extreme Pressure Agent	1.0~3.0 %			
		Oxidation/Comosion Inhibitor	1.3~0.5 %			
		Iso-butylene	0.2~0.5 %			
		Hydrocarbon solvent	90% 이하		Ⓕ	
		Synthetic ester & fatty oil	8% 이상			
		Organic acid	3% 이상			
		Other	2% 이하			
	방청유	Mineral oil	70~80%	절삭 가공	Ⓖ	
		Chlorinated Paraffin	10~20%			
		Olefin Sulfide	3~8%			
		Fatty Acid Ester	5~10%			
		Mineral oil	90~100%		Ⓖ	
		Chlorinated Paraffin	1~5%			
Lard Oil	1~5%					
방청유	MINERAL	7% 이하	방청 / 가공 프레스	Ⓖ		
	MINERAL OIL	20% 이하				
	SULGONATE	10% 이하				
	ESTER	1% 이하				

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

종류		성분		오염과정	상품명 (제조사)	비고
비수용	프레스유	광유물	40~60%	가공 프레스	㉠	주오염물
		염화파라핀	10~30%			
		지방유	20~40%			
		기 타	10%이하			
		Chlorinated paraffin	10~20%		㉡	
		Mineral oil	50~60%			
		EXTRA LARD Oil	10~20%			
		기 타	5%이하			

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

2) 오염물의 물성분석

오염물명 인자	㉠	㉡	㉢	㉣	㉤	㉥
외관 및 색상	맑은 노랑	황갈색 반투명	연황색 투명 용액	투명한 액체	투명한 액체	황색 투명액체
냄새	지방유 냄새	독특한 탄화수소 냄새	약간의 광유냄새	연한 석유냄새	연한 석유냄새	Solvent odour
용해도	자료없음	불용해(물)	유기용제/ 비수용성	불용해(물)	불용해(물)	유기용제/비수용성
유동점, °C	-	-	-	-	-	-
인화점, °C	150 이상	212	230이상	180이상	210이상	142이상
비중	0.87±0.05	0.885	1.00이하	0.840~0.850	0.878~0.890	1.00이하
점도	12±1.2	39.5	32	10, 15, 22	32, 68, 220	3.5~5.0

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

오염물명 인자	㉔	㉕	㉖	㉗	㉘
외관 및 색상	황색투명의 액체	무색투명의 액체	황갈색 반투명 액상	노란 액상	황색 액체
냄새	약한 광유 냄새	약한 지방유 냄새	독특한 탄화수소 냄새	약간의 광유 냄새	약간의 광유냄새
녹는점/ 녹는점 범위	-		유동점 -25℃이하	자료없음	자료없음
용해도	불용성(물)	불용성	불용성(물)	자료없음	불용성(물)
유동점, ℃	-12.5	-15	-	-	-
인화점, ℃	200	160 이상	44	100이상	200이상
산화성	-	-	자료없음	자료없음	해당없음
비중	0.91	0.87	0.817	0.97	0.98
점도	-	-	2.2	7.5	123

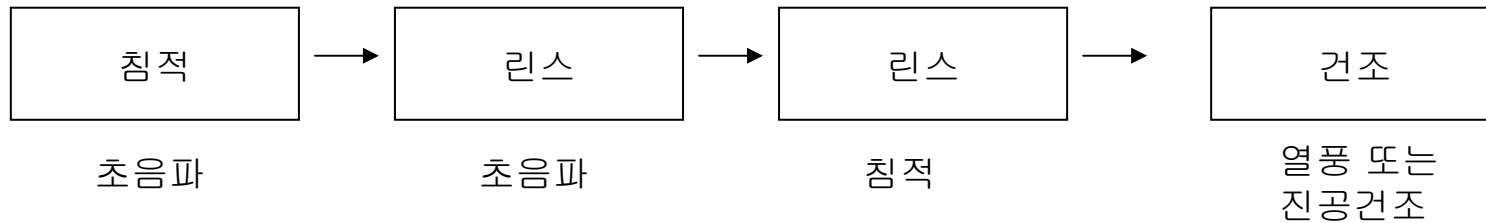
1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

4. 대체세정공정 입수 및 분석

4.1 대체세정공정

- 탄화수소계 대체세정공정 흐름도

Ex) 탄화수소계 대체세정공정 흐름도

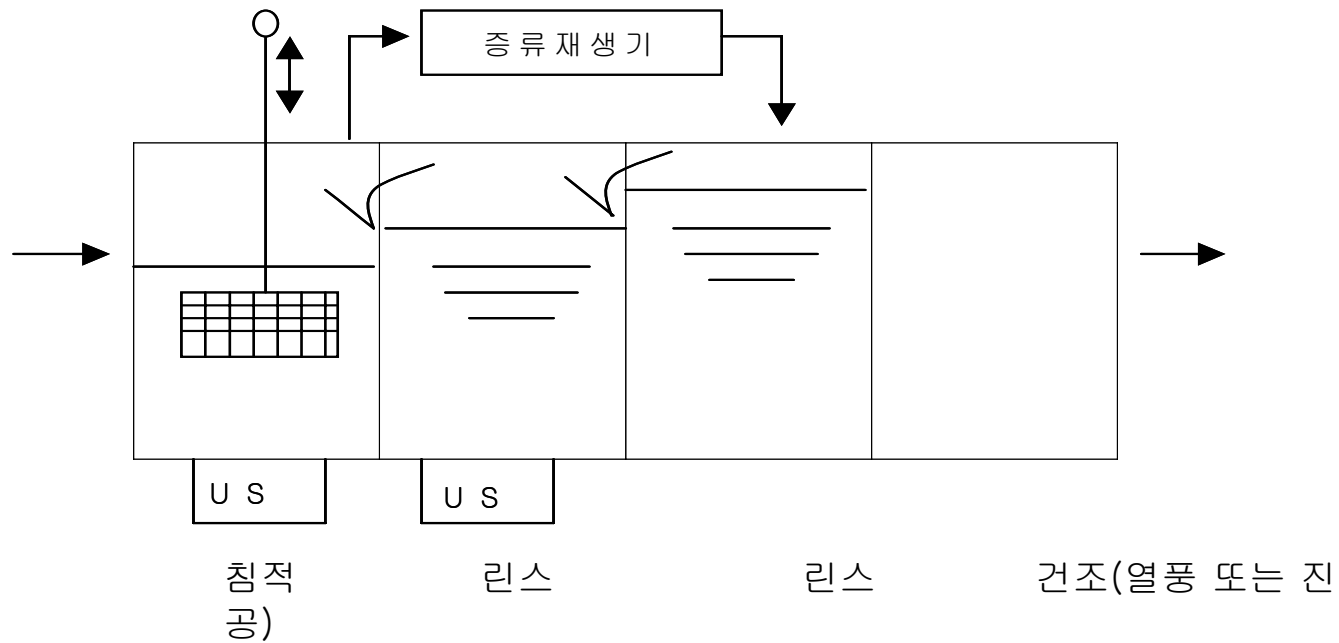


1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

4.2 대체세정 설비

- 탄화수소계 대체세정 설비

Ex) 탄화수소계 대체세정설비



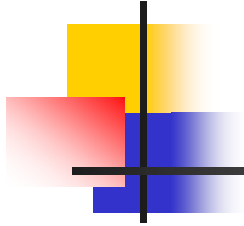
1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

5. 대체세정제 Data 입수 및 분석

5.1 비수계 : ABZOL Cleaner 등 83종

No	상품명	제조국	사용 용도	사용 대상 소재1)	세정 대상 오염물 2)	세정 방법3)	세정조건			pH (常溫)	세정제 성분		
							농도 (%)	온도 (°C)	시간 (min)		유기 용제4)	계면 활성제 함유 여부	인, 질소 함유여부
1		일본	자동차, 전자.전기, 정밀기기, 열처리, 도금 및 기타	~	, , , ~	,	100%	25~40, 40~60, 60~80	0~1, 1~3, 3~5 미만 50이상	5.1~6.4	無	질소 無 인 無	
2		일본	자동차, 전자.전기, 정밀기기, 열처리, 도금 및 기타	~	, ~, ,	, ,	100%	25~40	-	-	-	-	
3		일본	자동차, 전자.전기, 정밀기기, 열처리, 도금 및 기타	~	, ~, ,	, , , , ,	100%	40~60	-	-	-	-	
4		일본	자동차, 전자.전기, 정밀기기, 열처리, 도금 및 기타	~	, ~, ,	, , ,	100%	25~40	-	-	-	-	
5		일본	자동차, 전자.전기, 정밀기기, 열처리, 도금 및 기타	~	, ~, ,	, , , , ,	100%	40~60	-	-	-	-	
.	
.	
.	

주1) ①철②동.동합금③알루미늄④아연.아연합금⑤기타비철금속⑥스테인레스⑦수지⑧유리⑨실리콘웨이퍼⑩세라믹⑪고무⑫기타
 주2) ①유성가공유②수성가공유③플럭스④왁스⑤도료.잉크⑥지문⑦절.연삭⑧연삭⑨액정⑩접착제⑪그리스 ⑫기타
 주3) ①手세정②침적③요동④스프레이/샤워⑤초음파⑥바벨⑦브러쉬⑧분류⑨증기⑩전해⑪진공⑫기타
 주4) ①탄화수소계②알콜계③실리콘계④글리콜/글리콜에테르계⑤불소계⑥에스테르계⑦터펜계⑧기타⑨함유안함



1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

No	상품명	제조국	가격 (원/kg)	독성 (급유, 무)	세정제 물성						법규제								제품특징					
					비중(25°C/4°C)						인화점	소방법					노동안전법							
					0.7 이하	0.7 ~ 0.8 미만	0.8 ~ 0.9 미만	0.9 ~ 1.0 미만	1.0 ~ 1.1 미만	1.1 이상		비유점 비	4 류제 1 석유류	4 류제 2 석유류	4 류제 3 석유류	4 류제 4 석유류	가연액체	비해당		제2 종유 기용제	제3 종유 기용제			
1		일본	10,000 ~20,000	無						●		●												
2		일본	5,000원 이하	無	●						40 ~55		●						●					적은 냄새 또는 무취로 독성안전성에 뛰어남
3		일본	5,000원 이하	無	●						85			●					●					적은 냄새 또는 무취로 독성안전성에 뛰어남
4		일본	5,000원 이하	無	●						40 ~55		●									●		독성, 안정성 및 건조성이 뛰어남
5		일본	5,000원 이하	無	●						85			●										독성, 안정성이 뛰어남. 고비점 용제중에서는 건조성이 뛰어남
.
.
.

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

6. 현세정공정의 물질 및 에너지수지 분석

6.1 물질수지 분석(세정제) : 연간 13,980천원

분석항목 물질	비용/년	사용량/년	재생량/년	폐액량/년	폐액처리비용/년	비고
1,1,1-TCE	2,330원 × 500kg × 12월 = 13,980천원	500kg × 12월 = 6,000kg	0	800kg × 12월 = 9,600kg	무상위탁처리	세정제

6.2 에너지수지 분석 : 연간 1,494천원

종류	분석항목	가동시간 (시간/일)	소비전력(kW)	요금(원/kWh)	연간비용
전기	세정기	6시간/일	10kW	83원/kWh	4,980원/일 × 300일 = 1,494천원
	재생기	-	-	-	-
합계		-	-	-	= 1,494천원

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

6.3 기타수지 분석 : 연간 600천원

물질 \ 분석항목	내용	비용/년	비고
수도	-	-	
초음파발생장치	초음파발생장치 유지비	600천원	2대 × 300천원 (3시간/10시간)
이온교환수지	-		
작업장 공간(m ²)	5m × 8m = 40m ²		내부 작업공간
	충분		외부 작업공간
폐수처리장유무	무		
합 계		600천원	



1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

7. 적용기술 도출

적용기술 결과	적용기술 항목
세정제 선정	탄화수소계
세정방식 선정	침적 초음파
린스방식 선정	침적 초음파/증기
건조방식 선정	진공
세정처리 형태	다조식(자동)

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

가. 세정제 선정

종류	인자	환경 안전성 (냄새, 법규제, 발암성 등)	세정성		소재의 영 향 SUS, 황동, 알루미늄	작업성	경제성	위험성 인화성	비고 (점수합계)
			비수용성 오일						
			重	輕					
가중치		●	●	●	■	●	■	■	
수 계	수계(물)	○	×	○	△	×	○	○	35
	알칼리	○	◎	○	△	×	○	○	50
	중성계	○	△	○	△	×	○	○	40
	산계	△	△	○	×	×	○	○	32
준수계		○	◎	○	△	×	△	○	47
비수 계	탄화수소계	○	○	○	○	○	○	△	55
	알코올계	○	×	△	○	○	○	×	37
	실리콘계	○	○	○	○	△	△	○	50
	불소계	△	△	○	○	○	△	○	35
	염소계	×	○	○	○	○	○	○	48
무세정		×	×	×	×	×	×	×	무세정불가

※ 우수성 : ◎ 매우우수(3점), ○ 우수(2점), △ 보통(1점), × 불량(0점)

※ 가중치 : ● 큼 (5배수) ■ 보통(3배수) ▲ 작음(1배수)

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

나. 세정방식 선정

종류	인자	세정력	소재의 영향	작업성	작업장 Space	비고 (점수합계)
			SUS, 황동, 알루미늄	(세정시간)		
가중치		●	▲	■	■	-
침적 타입	단순침적	×	○	×	○	8
	분류	○	○	△	○	21
	바렐	○	△	○	○	23
	초음파	○	○	○	○	24
	바블링	△	○	△	○	16
증기 타입	증기	△	○	△	○	16
기타	브라시	△	○	×	△	10

※ 우수성 : ◎ 매우우수(3점), ○ 우수(2점), △ 보통(1점), × 불량(0점)

※ 가중치 : ● 큼 (5배수) ■ 보통(3배수) ▲ 작음(1배수)

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

다. 린스방식 선정

종류	인자	세정력	소재의 영향	작업성	작업장 Space	비고 (점수합계)
			SUS, 황동, 알루미늄	(세정시간)		
가중치		●	▲	■	■	-
침적 타입	단순침적	×	○	×	○	8
	분류	○	○	△	○	21
	바렐	○	△	○	○	23
	초음파	○	○	○	○	24
	바블링	△	○	△	○	16
증기 타입	증기	△	○	△	○	16
기타	브라시	△	○	×	△	10

※ 우수성 : ◎ 매우우수(3점), ○ 우수(2점), △ 보통(1점), × 불량(0점)

※ 가중치 : ● 큼 (5배수) ■ 보통(3배수) ▲ 작음(1배수)

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

라. 린스후 건조방식 선정

종류 \ 인자	건조성	경제성	작업성 (건조시간)	작업장 space	점수 합계	비고
		에너지 Cost				
가중치	●	■	●	■	-	
자연	×	○	×	△	9	
열풍(온풍)	△	△	△	○	19	
에어브로	△	○	△	○	22	
전열	△	△	×	○	14	
회전(스핀)	△	△	×	○	14	
가스불꽃	△	○	×	○	17	
적외선	△	△	×	○	14	
원적외선	△	△	×	○	14	
증기	△	△	△	○	19	
강압(진공)	○	△	○	○	29	
플라즈마	△	△	×	○	14	
저주파	△	△	×	○	14	
고주파	△	△	×	○	14	
용제치환	△	△	×	○	14	

※ 우수성 : ◎ 매우우수(3점), ○ 우수(2점), △ 보통(1점), × 불량(0점)

※ 가중치 : ● 큼 (5배수) ■ 보통(3배수) ▲ 작음(1배수)

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

마. 세정처리 형태 선정

인자 종류	작업성	경제성		작업장 space	점수 합계	비고
		에너지 cost	장치cost			
가중치	●	▲	▲	■	-	
벤티식	○	○	○	○	20	자동
콘베아식	○	○	△	○	19	

※ 우수성 : ◎ 매우우수(3점), ○ 우수(2점), △ 보통(1점), × 불량(0점)

※ 가중치 : ● 큼 (5배수), ■ 보통(3배수), ▲ 작음(1배수)

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

8. 대체공정의 물질 및 에너지수지 분석 (100%)

8.1 대체공정의 물질수지 분석(세정제) : 연간 6,300천원

구분	월사용량 (kg)	단가	월세정제 비용 (원/월)	연간비용 (원/년)	월폐액량 (Kg/년)	폐액처리 비용 (원/월)	연간 폐액 처리비용 (원/년)	비고
탄화수소계	250	2,100	525,000	6,300,000	0	0	0	
합계			525,000	6,300,000	0	0	0	

8.2 대체공정의 에너지수지 분석 : 연간 4,930천원

구분	분석항목	소비전력 (kW)	요금 (원 /kWh)	가동시간 (시간/일)	월간비용 (원/월)	연간비용 (원/월)	비고
	전기	세정조 (재생기 포함)	30	82	6	14,940	
칠러		3	82	6	1,494	448,200	
합 계					16,434	4,930,200	



1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

8.3 대체공정의 기타수지 분석 : 연간 600천원

구분	내용	연간비용 (연/월)	비고
전기	초음파발생장치 유지비	600,000	2대 × 300천원 (3시간/10시간)
합 계		600,000	



1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

9. 대체성능 평가(100)

9.1 세정성 평가

1) 세정제의 물성 조사 및 평가

- 대상 탄화수소계 세정제에 대한 가격 경쟁력 등을 우선 검토하여 적용 가능성이 있는 71종에 대하여 나프텐, 파라핀계 여부, 가격, 비점, 비중 및 인화점(소방법) 등을 조사하여 적용가능성이 높은 세정제를 선정하는데 참고자료가 되도록 하였다.

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

○ 탄화수소계 세정제 물성조사 (71종)

No	상품명	N,P 여부			가격 (Drum)	물리화학적/특성								비중
		N	P	방향족 기타		비점								
						I.B.P	5%	10%	50%	90%	95%	D.P	E.P	
1	(A)-1	30 ~ 40	60 ~ 70		220,000원	155							190	0.772
2	(A)-2				220,000원	156.5	160.5	161.5	168.5	182.5	188		202.5	0.770
3	(A)-3	-	100		252,000원	177	178.5	179	180.5	182	183		198	0.765
4	(A)-4				209,000원	185	187.5	188	191	197	199		204	0.784
5	(A)-5	30 ~ 40	60 ~ 70		321,000원	206.5	211.5	212	218.5	233	238		246.5	
6	(A)-6				209,000원	243	247	248	253	262	265.5		272	0.822
7	(B)-1	5	95		208,000원	182	183	184	186	188	188		192	0.758
8	(C)-1	60	40		226,000원	159.5	163.4	164.2	169.1	181.3	185.3		195.9	0.772
9	(C)-2	35	65		357,500원	177.8	180.1	180.3	181.4	183.3	184.3		196.9	0.760
10	(C)-3	60	40		243,100원	208.6	214.1	215.7	220.6	230.4	233.3		238.3	
11	(D)-1	40	60		15~25만원	100.4	100.6	100.7	100.7	100.8	100.8	101.3	100.9	0.77
12	(D)-2	40	60			155.3	160.2	161.2	169.1	184.6	193.4	195.4	199.9	0.77
13	(E)-1				1,200,000원	69							71	1.34±0.05
14	(F)-1	-	99.9		154,000원	98.8	99.1	99.2	99.5	100.1	100.7	101.3		0.692~0.702
15	(F)-2	-	99.9		146,000원	115.3	116.2	116.4	117.4	122.7	128.3	132.3		0.720~0.730
16	(F)-3	40	60		132,000원	155.3	160.2	161.2	169.1	184.6	193.4	195.4	199.9	0.778
17	(F)-4	40	60		124,000원	157.6	161	162.4	168.7	182.4	187.2	192.8	193.9	0.778
18	(F)-5	-	99.9		145,000원	157.2	161.2	161.4	164.3	171.7	174.5	174.9	190.2	0.744~0.755
19	(F)-6	-	99.9		137,000원	176	178	178.2	180.2	183.7	185.2	193.2	199.1	0.756~0.761
20	(F)-7	40	60		201,000	214	216.1	216.4	218.2	223	251.1	226.6	236.6	0.805

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

No	상품명	N,P 여부			가격 (Drum)	물리화학적/특성								비중
		N	P	방향족 기타		비점								
						I.B.P	5%	10%	50%	90%	95%	D.P	E.P	
21	(F)-8	40	60		230,000	236.3	240.9	241.3	244.1	251.1	254.2	254.2	261.1	0.82
22	(G)-1		N+P		336,000원	148	151	152	154	159	161	163		0.76
23	(G)-2		N+P		395,000원	168	174		182	188	190		209	0.75
24	(G)-3		N+P		204,000원	150	165	166	171	181	185	190	290	0.777
25	(G)-4		N+P		390,000원	168	174		182	188	190		206	0.775
26	(G)-5	100	-		365,000원	181	182.5	183	184	186.5	187.5		198	
27	(G)-6	100	-		259,000원	184			193			201	205	0.78
28	(H)-1	10.9	64.2	10.6	120,000원	47	55	59	74	100	107	120	124	0.685~0.705
29	(H)-2	19.3	76.5	4.2	120,000원	41	46	48	58	80	91	93	94	0.655~0.675
30	(H)-3	13.8	71.2	13.9	120,000원	48	55	59	77	129	138	141	143	0.700~0.720
31	(H)-4	15.1	71.9	0.1미만	120,000원	52	58	60	72	99	110	120	126	0.670~0.690
32	(H)-5	23.9	72	4.1	120,000원	77	82	83	90	98	99	100	115	0.700~0.720
33	(H)-6	14.3	85.6	0.1	120,000원	92	94	95	98	106	112	120	128	0.700
34	(H)-7	12.2	83.6	4.2	120,000원	90	92	93	96	105	112	121	126	0.707
35	(H)-8	29.9	53	10.1	120,000원	84	92	95	112	138	145	154	157	0.744
36	(H)-9	59.8	38.5	0.1미만	120,000원	96	97	98	99	103	105	112	122	0.738
37	(H)-10	45.2	39.3	13.3	120,000원	123	125	126	131	145	151	158	162	0.764
38	(H)-11	11.8	47.1	21.4	160,000원	156	161	162	174	191	195	199	206	0.784
39	(H)-12	26.7	27.6	21.9	160,000원	158	163	164	170	181	185	189	195	0.772
40	(H)-13	48.9	49.8	1.3	160,000원	208	212	214	222	245	252	259	261	0.808

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

No	상품명	N,P 여부			가격 (Drum)	물리화학적/특성								비중	
		N	P	방향족 기타		비점									
						I.B.P	5%	10%	50%	90%	95%	D.P	E.P		
41	(I)-1	-	99		186,000원	153							188	0.7698	
42	(I)-2	-	99		241,600원	179							188	0.7599	
43	(I)-3	-	99		210,600원	200							240	0.7899	
44	(J)-1	N+P+A (구성비는 외부공개 불가)			338,000	40			180				160	0.72	
45	(J)-2				258,000	96			112					152	0.735
46	(J)-3				258,000	155			166					205	0.79
47	(J)-4	N+P			285,000	159			172				193	0.77	
48	(J)-5		P		320,000	177			184				196	0.765	
49	(K)-1	40 ↓ 30			20~30만원	150	152	153	155	160	162	165	165	0.7840	
50	(K)-2				60	163	168	160	175	184	188	190	190	0.7776	
51	(K)-3				↓	174	177	178	181	187	189	191	191	0.7814	
52	(K)-4				70	204	208	204	214	226	230	235	235	0.8000	
53	(K)-5				↓	237	240	241	245	250	253	254	254	0.8077	
54	(K)-6				70	239	244	245	248	253	256	258	258	0.8064	
55	(K)-7					260	263	264	266	271	273	274	274	0.8045	
56	(K)-8					284	289	291	297	308	311	314	314	0.8556	
57	(K)-9					311	315	316	322	335	241	344	344	0.8624	
58	(K)-10				-			25~35만원	186	189	190	194	204	208	213
59	(K)-11	99	195	199				199	206	219	222	226	226	0.7496	
60	(K)-12		198	203				204	218	243	245	249	249	0.754	

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

No	상품명	N,P 여부			가격 (Drum)	물리화학적/특성								비중
		N	P	방향족 기타		비점								
						I.B.P	5%	10%	50%	90%	95%	D.P	E.P	
61	(K)-13	-	99			219	222	222	225	228	229	230	230	0.7568
62	(K)-14					224	226	227	229	235	238	241	241	0.7592
63	(K)-15					241	243	244	245	247	247	248	248	0.7658
64	(K)-16					247	252	253	255	258	260	265	112	0.7691
65	(L)-1				700,000	33	37.6	42.2	79	115.8	120.4	124	125	1.25±0.05
66	(L)-2				900,000	45	46.25	47.5	57.7	67.5	68.75	69.2	70	1.23
67	(L)-3				1,100,000	33	35.05	37.1	53.5	69.9	71.95	73.1	74	1.23
68	(L)-4				900,000	69	69.1	69.3	70	70.8	70.9	70.94	71	1.3537
69	(M)-1				1,060,000원									0.816
70	(N)-1				2160,000원	Min.61								1.52
71	(N)-2				2,700,000	Min.76								1.43

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

2) 오염물의 증류성상 Test

-탄화수소계 세정제로 대체시 세정제의 재생에 필요한 Data 확보를 위해 오염물의 비점 Test를 수행하였다.

시험 항목		시험 결과					비고	
		㉠	㉡	㉢	㉣	㉤-1		㉤-2
증류 성상 (°C)	초류점	293.9	93.1	232.8	284.4	측정불 가 *주2)	225.5	
	10% 유출온도	303.8	136.7	358.8	322.6		267.2	
	25 % 유출온도	315.9	140.0	370.7	338.7		272.4	
	50 % 유출온도	334.2	측정불 가 *주1)	377.6	355.3		269.6	
	75 % 유출온도	357.		383.4	371.4		275.2	
	90 % 유출온도	361.4		392.4	389.2		330.7	
	종말점	368.1		394.2	400.0		370.3	

주) 1. ㉡ 시료는 증기의 과량 발생으로 인해 25% 유출온도 이후의 온도는 유출량 감지 센서의 오류값이며 최고 온도 259.7°C에서 시험이 종료됨.

2. ㉤-1 시료는 초류 유출온도가 시험기기 초기 가열기 작동 온도 850°C보다 높아 측정이 불가함.

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

2) 오염물의 증류성상 Test

시 험 항 목		시 험 결 과					비 고	
		㉠	㉡	㉢		㉣		
증류 성상 (°C)	초류점	81.1	126.2	측정불가 *주4)	156.8	296.2		
	10% 유출온도	264.5	242.7		240.1	297.0		
	25 % 유출온도	268.9	245.4		268.1	308.1		
	50 % 유출온도	268.9	246.7		275.8	319.9		
	75 % 유출온도	275.9	244.4		측정불가 *주5)		332.7	
	90 % 유출온도	313.7	측정불가 *주3)				343.3	
	종말점	363.5					357.6	

주) 3. ㉡ 191 시료는 증기의 과량 발생으로 인해 75% 유출온도 이후의 온도는 유출량 감지 센서의 오류값이며 최고 온도 249.0°C에서 시험이 종료됨.

4. ㉢ 시료는 초류 유출온도가 시험기기 초기 가열기 작동 온도 850°C보다 높아 측정이 불가함.

5. 시료는 증기의 과량 발생으로 인해 50% 유출온도 이후의 온도는 유출량 감지 센서의 오류값이며, 최고 온도 284.2°C에서 시험이 종료됨.

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

3) 오일의 용해속도 측정시험

<표> 오염물의 용해 속도 시험결과 (1)

시험 항목	단위	시료구분	시험결과						비고
			㉠		㉡		㉢		
			1ml 첨가	5ml 첨가	1ml 첨가	5ml 첨가	1ml 첨가	5ml 첨가	
오일 용해 속도 (교반 횟수)	회	미크린 C103	◎	○	○	○	○	○	
		미크린 C104	◎	◎	○	○	○	○	
		화이트 200L	◎	◎	○	○	○	○	
		화이트 200M	◎	○	○	○	○	○	
		WD-707	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
		WD-470	◎	◎	○	○	○	○	
		Actrel 1047L	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
		Actrel 3356L	◎	○	○	○	○	○	

※ 용 해 성 : ◎(아주 잘됨), ○(잘됨), △(보통), ×(거의 안됨)

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

3) 오일의 용해속도 측정시험

<표> 오염물의 용해 속도 시험결과 (2)

시험 항목	단 위	시료구분	시험결과						비고
			㉔		㉕-1		㉕-2		
			1ml 첨가	5ml 첨가	1ml 첨가	5ml 첨가	1ml 첨가	5ml 첨가	
오일 용해 속도 (교반 횟수)	회	미크린 C103	○	○	○	○	○	○	
		미크린 C104	○	○	○	○	○	○	
		화이트 200L	△	△	△	△	△	△	
		화이트 200M	△	△	△	△	△	△	
		WD-707	△	△	△	△	△	△	
		WD-470	×	×	×	×	×	×	
		Actrel 1047L	○	○	○	○	○	○	
		Actrel 3356L	○	○	○	○	○	○	

※ 용 해 성 : ○(아주 잘됨), ○(잘됨), △(보통), ×(거의 안됨)

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

3) 오일의 용해속도 측정시험

<표> 오염물의 용해 속도 시험결과 (3)

시험 항목	단 위	시료구분	시험결과						비고
			㉞		㉟		㊱		
			1ml 첨가	5ml 첨가	1ml 첨가	5ml 첨가	1ml 첨가	5ml 첨가	
오일 용해 속도 (교반 횟수)	회	미크린 C103	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
		미크린 C104	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
		화이트 200L	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
		화이트 200M	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
		WD-707	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
		WD-470	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
		Actrel 1047L	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
		Actrel 3356L	◎	◎	◎	◎	◎	◎	

※ 용 해 성 : ◎(아주 잘됨), ○(잘됨), △(보통), ×(거의 안됨)

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

3) 오일의 용해속도 측정시험

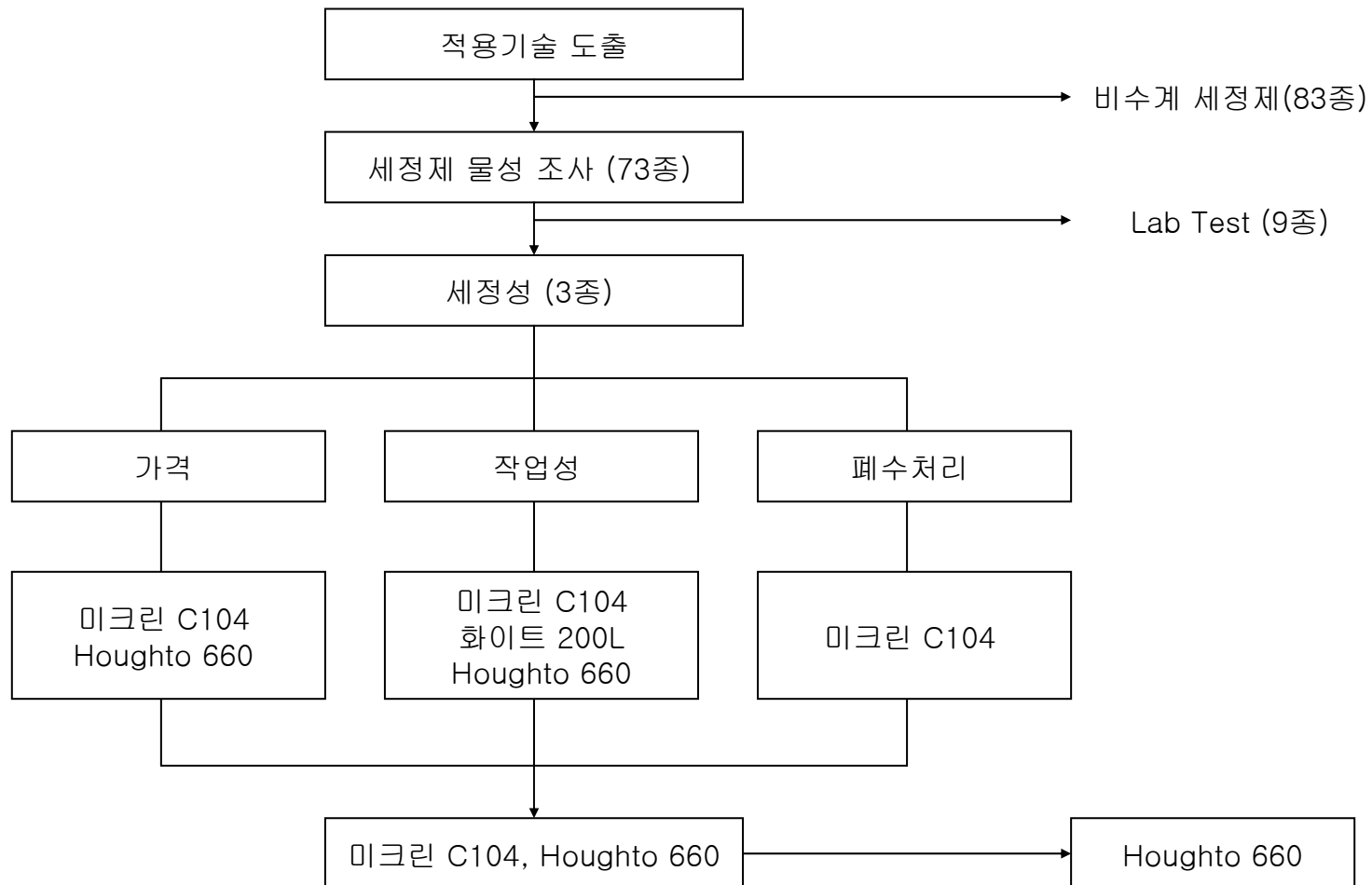
<표> 오염물의 용해 속도 시험결과 (4)

시험 항목	단 위	시료구분	시험결과						비고
			㉔		㉕		㉖		
			1ml 첨가	5ml 첨가	1ml 첨가	5ml 첨가	1ml 첨가	5ml 첨가	
오일 용해 속도 (교반 횟수)	회	미크린 C103	△	△	△	△	△	△	
		미크린 C104	◎	◎	○	○	○	○	
		화이트 200L	○	○	○	○	○	○	
		화이트 200M	○	○	○	○	○	○	
		WD-707	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
		WD-470	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
		Actrel 1047L	△	△	△	△	△	△	
		Actrel 3356L	△	△	△	△	△	△	

※ 용 해 성 : ◎(아주 잘됨), ○(잘됨), △(보통), ×(거의 안됨)

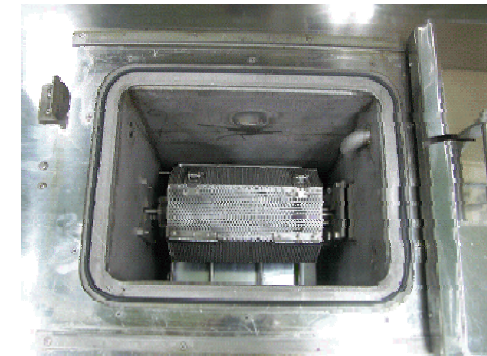
1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

4) 적용세정제 결정



1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

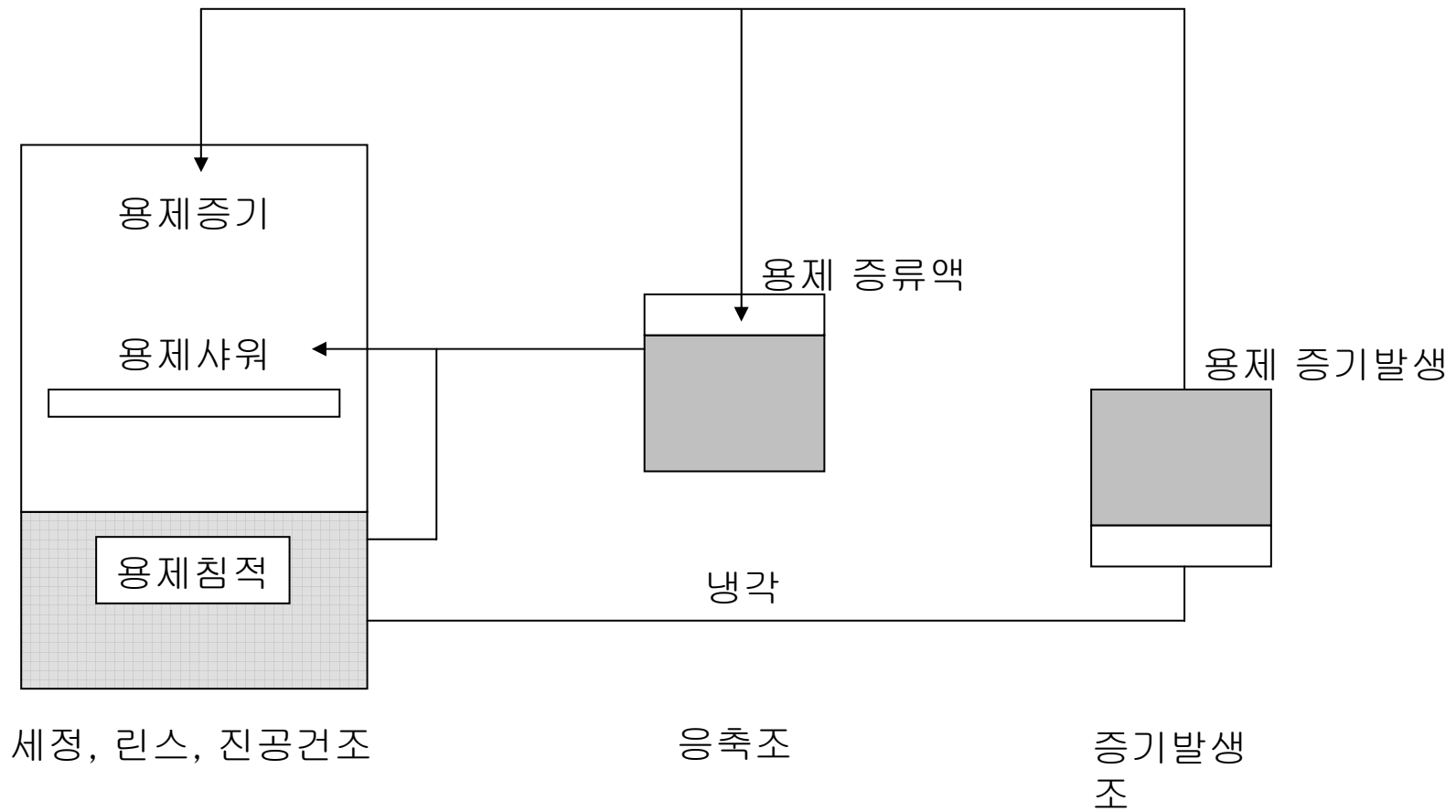
4) Field Test



탄화수소계 세정장치 및 세정조 사진

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

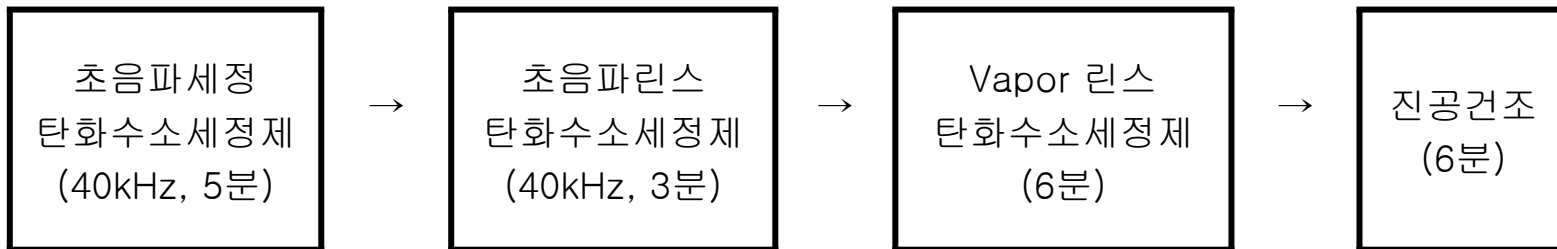
○ 탄화수소계 세정장치 흐름도





1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

(1) 시험방법

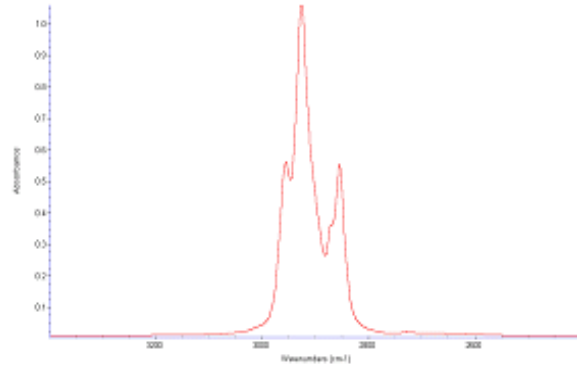


1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

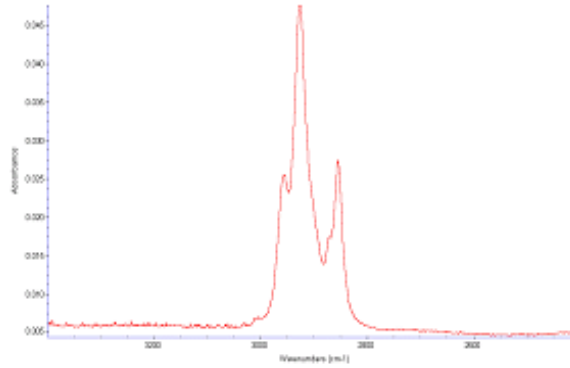
(2) 시험결과

시험항목 (단위)		구분	시험결과			비고
			1,1,1-TCE	미크린 C104	Houghto660	
육안 검사	세정성	-	세정양호	세정양호	세정양호	대상업체에서 직접 확인
	건조성	-	건조양호	건조양호	건조양호	
잔류유분 검사 (흡광도)		Sample-1	1.046	0.0422	0.0155	
		Sample-2	0.129	0.0397	0.0138	
		Sample-3	0.207	0.0387	0.0100	
		Sample-4	0.0356	0.0199	0.00515	

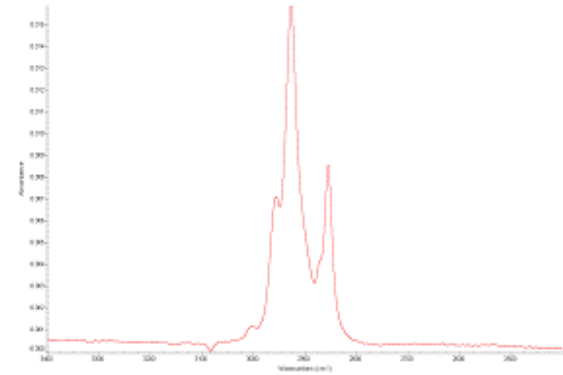
1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)



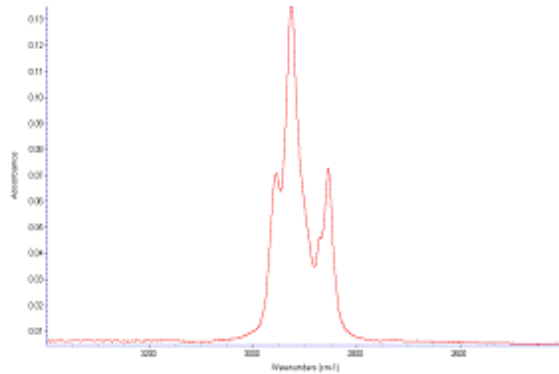
1,1,1-TCE:세정후, 샘플1
Abs = 1.046



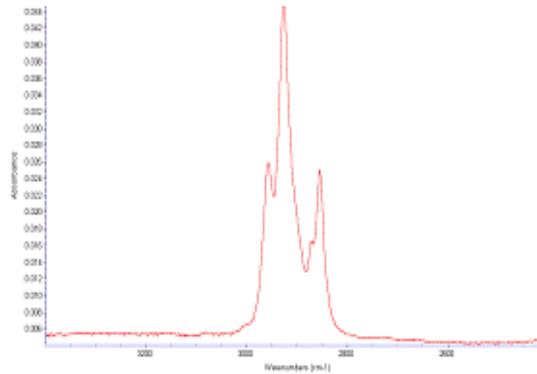
미크린C104:세정후, 샘플1
Abs = 0.0422



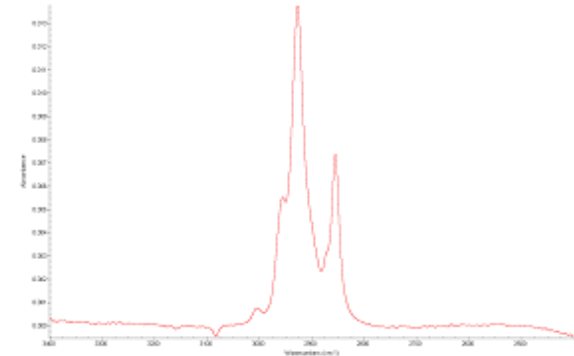
Houghto660:세정후, 샘플1
Abs=0.0155



1,1,1-TCE:세정후, 샘플2
Abs = 0.129

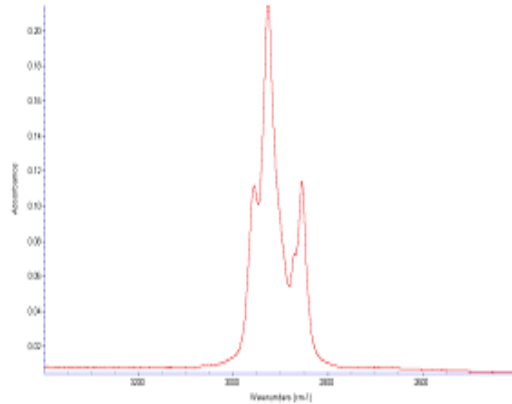


미크린C104:세정후, 샘플2
Abs = 0.0397

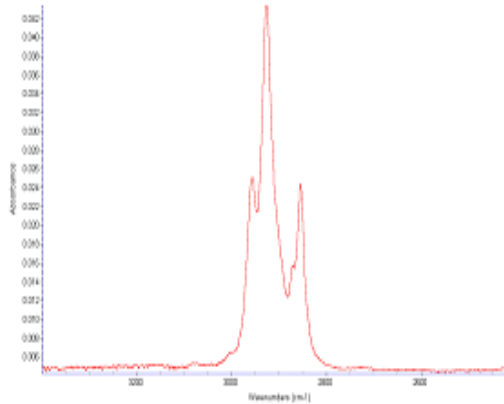


Houghto660:세정후, 샘플2
Abs = 0.0138

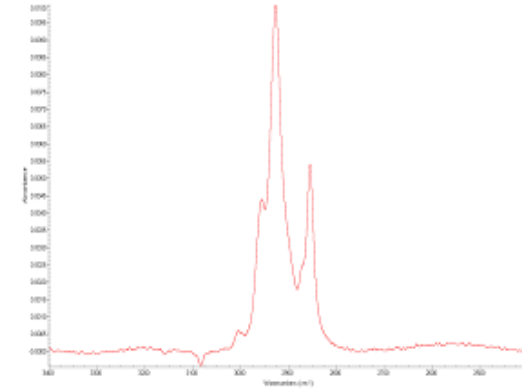
1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)



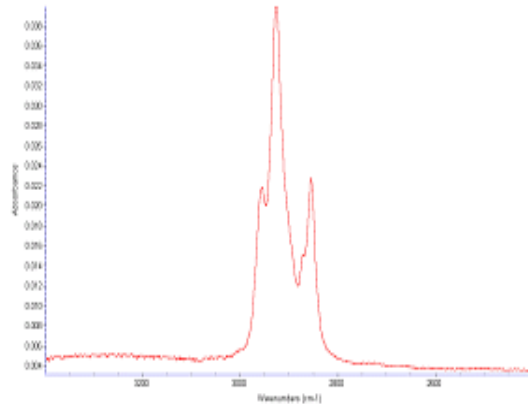
1,1,1-TCE:세정후, 샘플3
Abs = 0.207



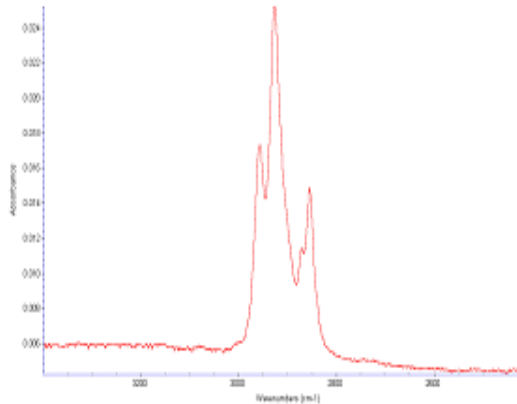
미크린C104:세정후, 샘플3
Abs = 0.0387



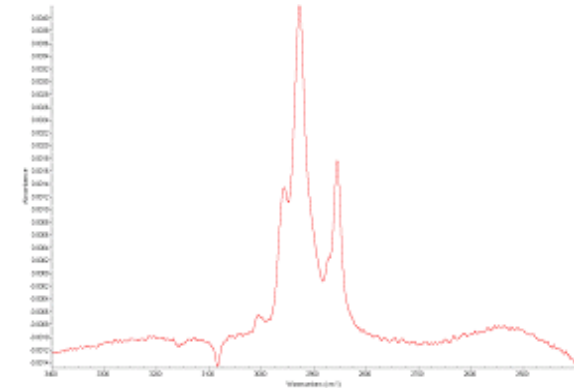
Houghto660:세정후, 샘플3
Abs = 0.0100



1,1,1-TCE:세정후, 샘플4
Abs = 0.0356



미크린C104:세정후, 샘플4
Abs = 0.0199



Houghto660:세정후, 샘플4
Abs = 0.00515

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

9.2 소재에 대한 영향

시험방법	구분	재질		비고
		미크린 C104	Houghto 660	
소재에 대한 영향	Sample-1	비교시험편 동등이상	비교시험편 동등이상	ASTM D 1250, ISO 175
	Sample-2	비교시험편 동등이상	비교시험편 동등이상	
	Sample-3	비교시험편 동등이상	비교시험편 동등이상	
	Sample-4	비교시험편 동등이상	비교시험편 동등이상	

9.3 결론

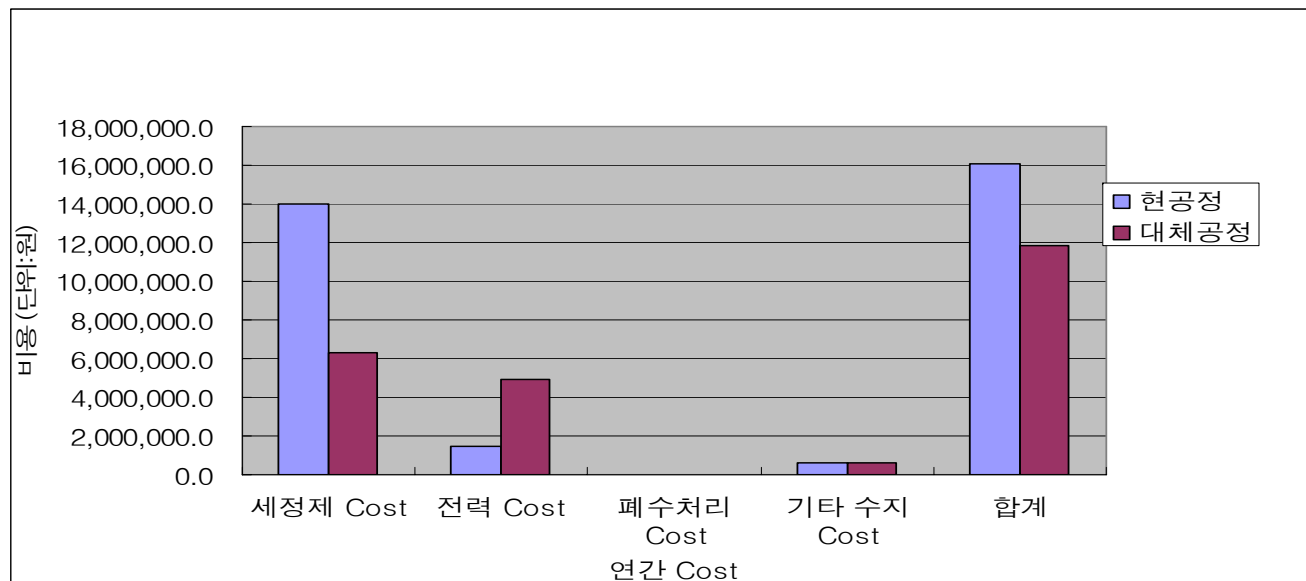
대체세정제인 탄화수소계 세정제와 1,1,1-TCE 세정제의 세정 후를 비교 측정한 결과 육안검사시 Test Sample 모두 1,1,1-TCE와 동등수준으로 깨끗하게 관찰되었으며 대상업체에서도 이를 확인하였다. 또한 잔류유분 검사 결과 역시 차이점을 보이지 않았다. 따라서 오존층 파괴물질인 1,1,1-TCE를 환경친화적인 탄화수소계 세정제로의 대체가 가능할 것으로 판단된다.

1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

9.4 경제성 분석

(단위 : 천 원)

구분	현공정	대체공정	연간절감 비용	비고
세정제 Cost	13,980	6,300	7,680	-
전력 Cost	1,494	4,930	-3,436	-
폐수처리 Cost	0	0	0	-
기타수지 Cost	600	600	0	-
합계	16,074	11,830	4,243	-



1) 대체세정기술 적용사례 (탄화수소계)

9.5 기타 적합성 평가 항목

- 1) 환경성 : 오존층 파괴물질인 1,1,1-TCE를 환경친화적인 탄화수소계 세정제로 대체(100%)
- 2) 세정성 : 세정성능 시험결과 1,1,1-TCE 세정성능 동등이상 (100%)
- 3) 건조성 : 진공건조로 건조성 양호
- 4) 설치용이성 : 기존 작업장 공간의 활용 가능
- 5) 작업성(생산성) : 기존 1,1,1-TCE 세정시와 세정시간의 큰 차이 없음

< 환경성 등 기타 적합성 평가표 >

항목	환경성	세정	건조성	설치용이성	작업성 (생산성)
기존세정제 (1,1,1-TCE)	×	○	○	○	○
대체세정제 (수계세정제)	○	○	○	○	○

2) 대체세정기술적용사례 (수계)

1. 업체현황

회사명	B사		소재지	-
주생산품목	자동차 Muffler		인원(총원)	90명
세정공정	조립전 세정			
세정관련현황	피세정물	Muffler	희망 대체 세정제	수계
	세정기기	초음파 세정기 (4조식 1대)	전년도매출액 (단위:백만원)	30,000
	세정액	1,1,1-TCE	사용량 / 月	270kg/ 月
	요구청정도	용접시 문제가 없어야 함	청정도 검사방법	육안검사

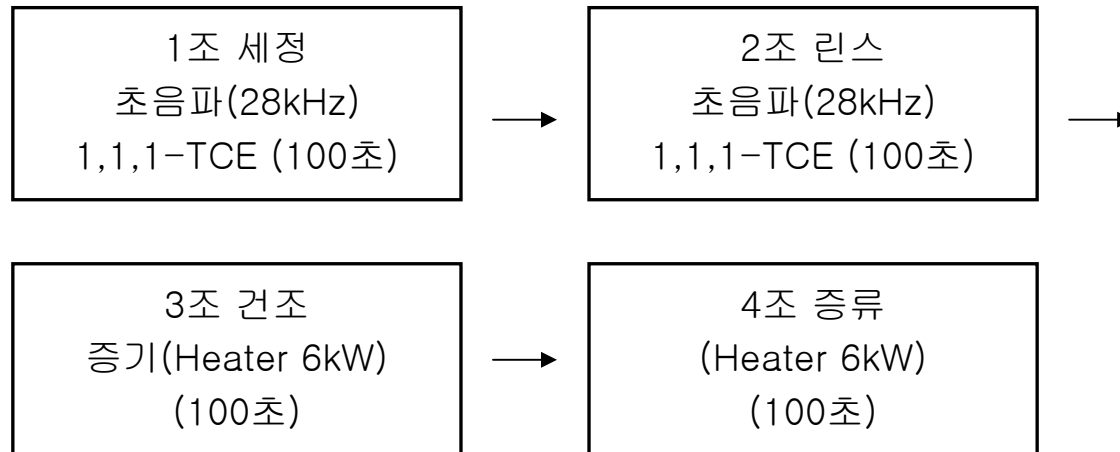


2) 대체세정기술적용사례 (수계)

2. 현 세정공정 분석

2.1 현 세정공정 분석

1) 절삭가공 후



2) 대체세정기술적용사례 (수계)

2. 현 세정공정 분석

2.1 현 세정공정 분석

2) 초음파 세정장치



초음파 세정장치

2) 대체세정기술적용사례 (수계)

2. 현 세정공정 분석

2.1 현 세정공정 분석

3) 피세정물 및 치구



피세정물 및 치구사진

2) 대체세정기술적용사례 (수계)

3. 피세정물 분석 및 오염물 분석

3.1 피세정물 분석

피세정물	재질	크기(mm)	형상	투입량/회	처리량/日	오염물
Muffler 부품 (11종)	스테인 레스	20×30mm 등 다양 (Max:500 ×350×200H)	다양	1바스켓/1회 (10~60EA /바스켓)	70바스켓/일 (1,700ea/일)	OIL CHIP

2) 대체세정기술적용사례 (수계)

3.2 오염물 분석

1) 오염물의 성분분석

종류		성분		오염과정	상품명	비고
비수용성 윤활유	드로잉유	Petroleum Oil	< 40%	용접 불량	Ⓐ	
		Fatty Acid	< 20%			
		Corrosion inhibitor	< 15%			
		Paraffin	< 25%			

2) 대체세정기술적용사례 (수계)

2) 오염물의 물성분석

오염물명 인자	㉠ (비수용성 윤활유)	오염물명 인자	㉠ (비수용성 윤활유)
외관 및 색상	갈색투명액상	폭발성	없음
냄새	광물유냄새	산화성	없음
끓는점/끓는점 범위	자료없음	증기압	<5mmHg(21℃)
녹는점/녹는점 범위	자료없음	비중	0.981
자연 발화점, ℃	추정시:400이상	분배계수	자료없음
용해도	물에 불용해	증기밀도	<5(물:1)
인화점, ℃	184	점도	33cst (40℃)

2) 대체세정기술적용사례 (수계)

4. 대체세정제 Data 입수 및 분석

4.1 수계 : NEOZOL-105(네오팜) 등 112종

No	상품명	제조국	사용 용도	사용 대상 소재1)	세정 대상 오염물 1)	세정 방법3)	세정조건			pH (常溫)	세정제 성분				
							농도 (%)	온도 (°C)	시간 (min)		유기 용제4)	계면 활성제 함유 여부	인, 질소 함유여부	빌더	수분 함유량 (%)
1		한국	열처리, 도금	①~⑦	①,②	②~⑥	원액 및 희석	상온 ~ 80			①,②, ⑦	비이온	無	有	51 ~ 99
2		미국	자동차, 기계류, 알루미늄	①~⑧	①,②,⑫	②,⑤	0.5 ~ 20	상온 ~ 93		11 미만 (5% 희석액)	無	음이온	無	有	80이상
3		미국	자동차, 기계류, 알루미늄, 각종금속	①~⑧	①,②	②,④,⑤	0.5 ~ 20	상온 ~ 93		9.0 (5% 희석액)	無	음이온	無	有	80이상
4		미국	자동차, 기계류, 알루미늄, 각종금속	①~⑧	①,②,⑫	②,④,⑤	0.5 ~ 20	상온 ~ 93		11 미만 (5% 희석액)	無	음이온	無	有	75이상
5		미국	자동차부품, 금속, 비금속	①~⑥	①,②,⑫	②,④,⑤	1 ~ 20	60		12 이상 (원액)		음이온, 비이온	인 有	유기, 무기	
.
.
.

주1) ①철 ②동,동합금 ③알루미늄 ④아연,아연합금 ⑤기타비철금속 ⑥스테인레스 ⑦수지 ⑧유리 ⑨실리콘웨이퍼 ⑩세라믹 ⑪고무 ⑫기타

주2) ①유성가공유 ②수성가공유 ③플렉스 ④왁스 ⑤도료,잉크 ⑥지문 ⑦절,연삭粉 ⑧연삭粉 ⑨액정 ⑩점착제 ⑪그리스 ⑫기타

주3) ①수세정 ②침적 ③요동 ④스프레이/샤워 ⑤초음파 ⑥바벨 ⑦브러쉬 ⑧분류 ⑨증기 ⑩전해 ⑪진공 ⑫기타

주4) ①탄화수소계 ②알콜계 ③실리콘계 ④글리콜/글리콜에테르계 ⑤불소계 ⑥에스테르계 ⑦터펜계 ⑧기타 ⑨함유안함

2) 대체세정기술적용사례 (수계)

No	상품명	제조국	가격 (원/kg)	독성 (유, 무)	폐수특성 (제품0.1%)			폐수처리 필요성	법규제	제품특징
					BOD (ppm)	COD (ppm)	N-핵산 추출			
1		한국	5000~10000	無		0 ~ 10		有		-회석식, 스프레이용 -방청효과 있음 -화재 위험성 없음
2		미국	2500	無				有		-세정제의 관리가 용이함 -환경적인 문제가 없음
3		미국	2500	無				有		-강력한 세정력을 갖고 있음 -환경적인 문제가 없음
4		미국	2500	無				有		-강력한 세정력을 갖고 있음 -세정제의 관리가 용이함
5		미국		無				有	해당없음	-오염물질을 분산시켜 제거하므로 일정한 세척 력으로 청정도를 유지-세척수명이 길다.
.
.
.



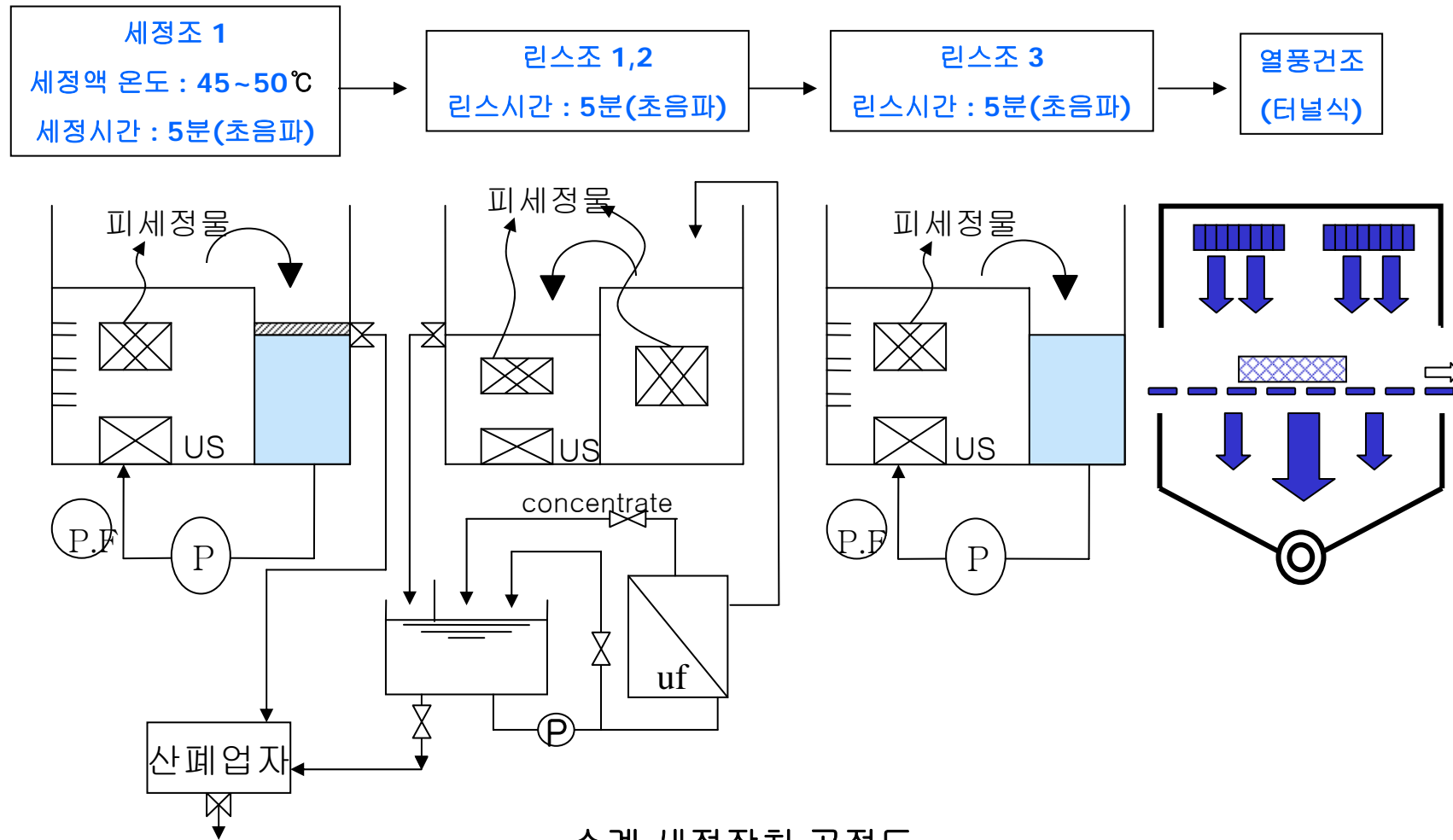
2) 대체세정기술적용사례 (수계)

5. 적용기술 도출

적용기술 결과	적용기술 항목
세정제 선정	수계
세정방식 선정	침적 초음파
린스방식 선정	침적 초음파
건조방식 선정	열풍건조
세정처리 형태	뱃치식(자동)

2) 대체세정기술적용사례 (수계)

5. 적용기술 도출



수계 세정장치 공정도



2) 대체세정기술적용사례 (수계)

6. 대체성능 평가(100)

6.1 세정성 평가

1) 세정제의 물성 조사 및 평가

-적용기술로 도출된 알칼리 수계세정제 중 24종을 선택하여 수계세정제의 특성과 환경·안정성을 고려하여 pH, 밀도, 점도, 표면장력, T-N함유량, T-P함유량, COD, 수분측정, 총노르만핵산추출물질 등 기초 물성을 측정하였다.

2) 대체세정기술적용사례 (수계)

2) Lab Test (오염물의 용해상태 측정)

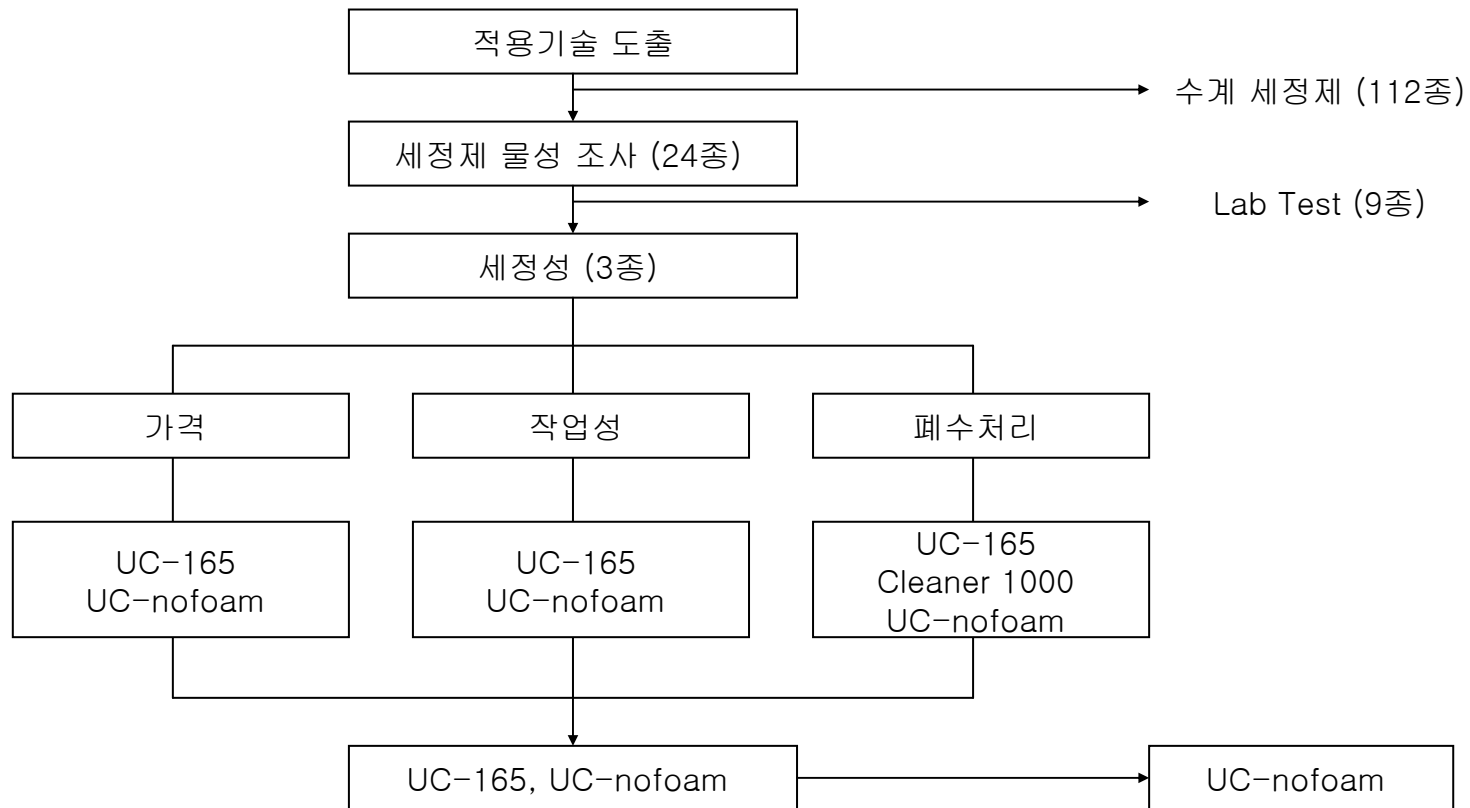
-세정제 24종에 대한 물성평가 결과를 검토한 결과 가격 경쟁력, 폐수처리 용이성 등이 우수한 세정제를 Screening하여 선정한 세정제 9종을 대상으로 용해특성을 파악하기 위해 Test를 하였다.

시험결과 세정제명	㉠		
	용해성	용해상태	비고
P	◎	뿌옇게 변하면서 용해가 매우 잘됨 (시간 경과 후 기름층이 생김)	
Q	△	뿌옇게 되었다가 기름층이 생김(약간 용해됨)	
U	×	용해되지 않고 기름이 부서져 떠다님 (시간경과 후 기름층 생김)	
V	◎	뿌옇게 변하면서 용해가 매우 잘됨	
UC-165	◎	뿌옇게 변하면서 용해가 매우 잘됨	
R	◎	뿌옇게 변하면서 용해가 매우 잘됨	
T	△	뿌옇게 되었다가 기름층이 생김(약간 용해됨)	
Cleaner 1000	○	뿌옇게 되었다가 기름층이 생김(약간 용해됨)	
UC-nofoam	◎	뿌옇게 변하면서 용해가 잘됨 (시간 경과 후 기름층이 생김)	

용 해 성 : ◎(아주 잘됨), ○(잘됨), △(보통), ×(거의 안됨)

2) 대체세정기술적용사례 (수계)

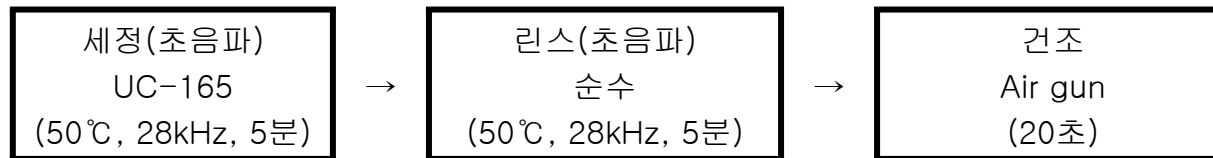
3) 적용세정제 결정



2) 대체세정기술적용사례 (수계)

4) Field Test

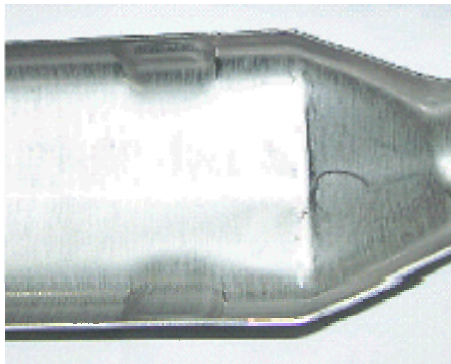
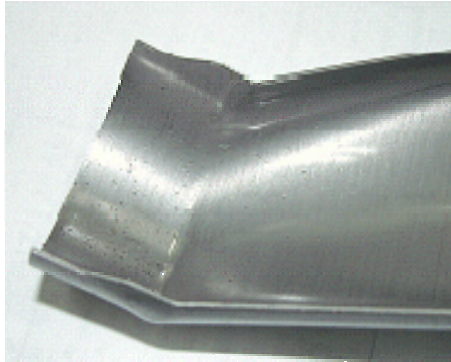
(1) 시험방법



(2) 시험결과

시험항목	단위	시험결과			비고
		1,1,1-TCE	UC-165	UC-nofoam	
육안검사	-	세정양호	세정양호	세정양호	대상업체에서 직접 확인
잔류유분 검사 (흡광도)	-	0.0170	0.0152	0.0097	연구원 수행

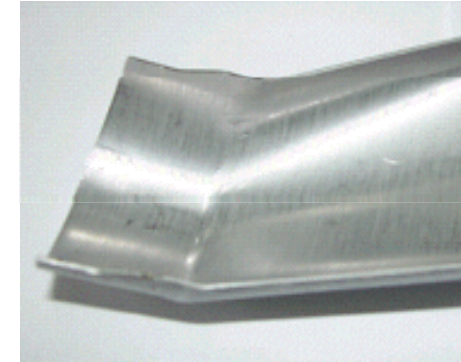
2) 대체세정기술적용사례 (수계)



세정 전 확대

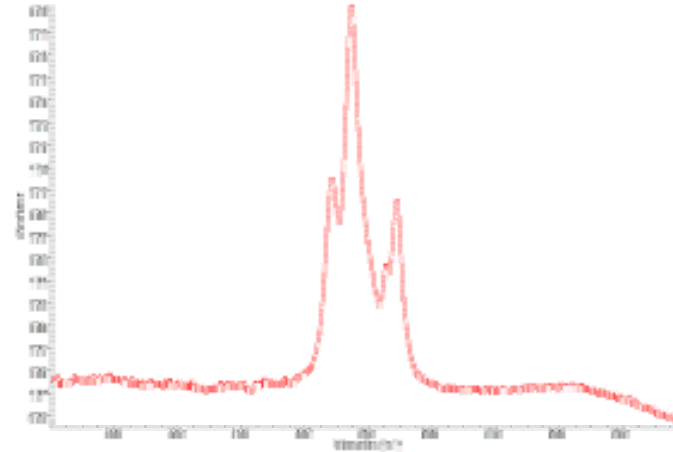


UC-165 세정 후

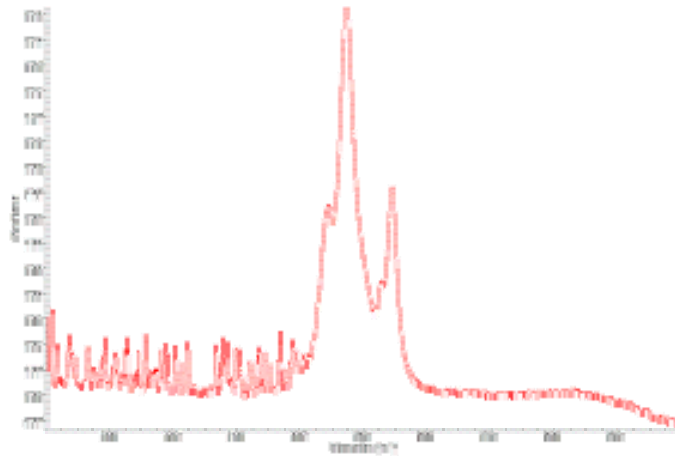


UC-nofoam 세정 후

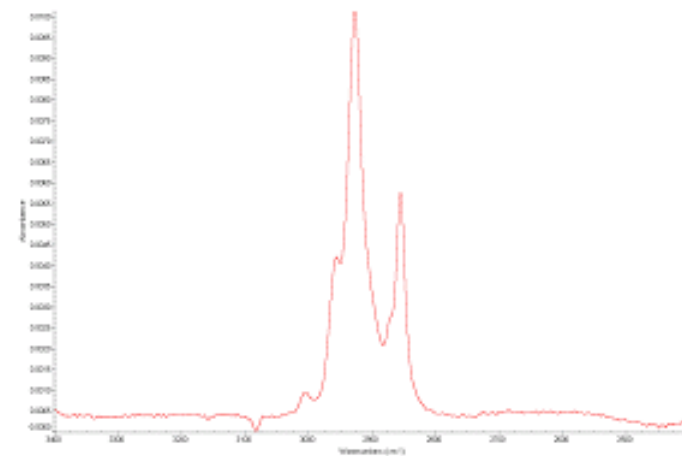
2) 대체세정기술적용사례 (수계)



1.1.1-TCE:세정후 Abs = 0.0170



UC-165:세정후 Abs = 0.0152



UC-noform:세정후, ABS = 0.0097

2) 대체세정기술적용사례 (수계)

6.2 소재에 대한 영향

시험방법	재질		비고
	UC-165	UC-nofoam	
소재에 대한 영향	비교시험편 동등이상	비교시험편 동등이상	ASTM D 1250, ISO 175

6.3 결론

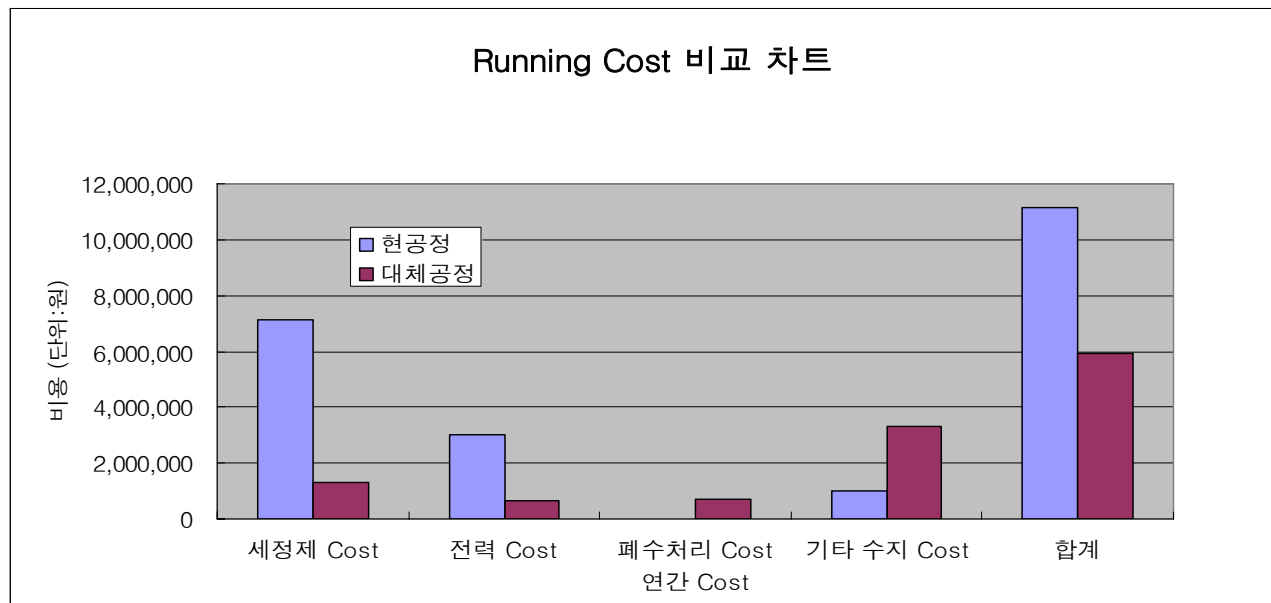
- 대체세정제인 수계 세정제와 1,1,1-TCE 세정제의 세정 후를 비교 측정
한 결과 육안검사에서 Test Sample 모두 1,1,1-TCE와 동등수준으로
깨끗하게 관찰되었다. 또한 잔류유분 검사 결과 역시 차이점을 보이지
않았다. 따라서 오존층 파괴물질인 1,1,1-TCE를 환경친화적인 수계 세
정제로의 대체가 가능할 것으로 판단된다.

2) 대체세정기술적용사례 (수계)

6.4 경제성 분석

(단위 : 천 원)

구분	현공정	대체공정	연간절감 비용	비교
세정제 Cost	7,128	1,282	5,846	-
전력 Cost	2,997	664	2,333	-
폐수처리 Cost	0	693	-693	-
기타수지 Cost	1,000	3,300	-2,300	-
합계	11,125	5,939	5,186	-



2) 대체세정기술적용사례 (수계)

6.5 기타 적합성 평가 항목

- 1) 환경성 : 오존층 파괴물질인 1,1,1-TCE를 환경친화적인 수계세정제로 대체 (100%)
- 2) 세정성 : 세정성능 시험 결과 1,1,1-TCE 세정성능 동등이상 (100%)
- 3) 건조성 : 열풍건조기로 건조성 양호
- 4) 설치용이성 : 기존 작업장 공간의 활용 가능
- 5) 작업성(생산성) : 기존 1,1,1-TCE 세정시와 세정시간의 큰 차이 없음

< 환경성 등 기타 적합성 평가표 >

항목	환경성	세정	건조성	설치용이성	작업성 (생산성)
기존세정제 (1,1,1-TCE)	×	○	○	○	○
대체세정제 (수계세정제)	○	○	○	○	○