

Trichloroethane과 Trichlorotrifluoroethane의 대체세정제에 대한 세정력 평가에 관한 연구

이 석 우

국립기술품질원 화학부 유기화학과

A Study on the Cleaning Efficiency Valuation of Alternatives Cleaning Agent for Trichloroethane & Trichlorotrifluoroethane

Lee, Seok-Woo

National Institute of Technology & Quality, Organic Chemical Division

(Received Oct., 15, 1996)

ABSTRACT

Many alternatives to Trichloroethane & Trichlorotrifluoroethane mainly used as cleaning solvent for industrial parts are developed and commercialized because the solvent is scheduled to phaseout after 1996.

Considering there are many kinds of parts and contaminants in all parts cleaning, It is essential to investigating the characteristics and performance of the alternatives prior to use.

For the contaminant of a standard oil, waters, hydrocarbon and halogen parts which are the commercially available and promising alternatives were experimented at the same condition of Trichloroethane & Trichlorotrifluoroethane to check the cleaning performance.

Overally, the removal efficiency of halogen solvent parts was better than that of hydrocarbon or waters parts for removing the standard oil used in this experiment.

I. 서 론

세정제로 사용되는 Trichloroethane과 Trichlorotrifluoroethane(이하 1,1,1,-TCE 및 CFC-113)은 「오존층 보호를 위한 특정물질의 제조규제 등에 관한 법률」 제2조 1항에 정의된 오존층 파괴 물질로서 몬트리올 의정서에 규정되어 있으며 우리나라에서는 대통령령(시행령 제2조 1항)이 정하는 화학물질이다.

현재 오존층 파괴로 인한 피해를 최소화하고 오존층을 보호하기 위한 국내·외에서 사용규제가 강화되고 있다. 국외에서의 규제는 1985년 3월 「오존층 보호를 위한 비엔나 협약」이 채택되면서 체계화되기 시작하였으며 규제일정을 제정하였다. Halon의 경우 1994년 1월 1일까지 또 사염화탄소, CFC, 1,1,1-TEC의 경우는 1995년 12월 31일까지 전폐하기로 되어 있다. 국내의 경우도 1991년 1월 「오존층 보호를 위한 특정물질의 제조규제 등에 관한 법률」을 제정 규제를 강화해

1. 수계 및 준수계 대체세정제의 세정력

본 연구에 사용된 수계 세정제의 종류별 세정력 평가 결과는 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었다.

그 결과 부품의 형태나 재질, 크기 등에 크게 좌우되어 세정력이 불규칙하게 나타났으나 현재 대체세정제 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 수계 세정제는 안정성이 높고 구입이 용이하며 친수성 오염물에 대한 우수한 세정력과 사용자들에게 친숙하다는 이점이 있는 반면 건조와 폐수처리에 대형 설비가 필요하여 세정공정의 비용이 많이 든다. 피세정체의 재질에 따라서는 부식 및 변색을 야기시키기도 하고 물에 불용성인 유기오염물에 대한 약한 세정력이 단점으로 지적될 수 있다.

Fig. 1에서 알 수 있듯이 Thermocontroller의 세정효율은 Cerfa kleen 세정제에서 크게 저하되었다. 이 현상은 세정부품의 재질에 따라 약간씩 차이가 나기는 하지만 Cerfa kleen이 thermocontroller부품에 묻어 있는 오염물질에 대한 용해력과 세정제의 표면장력, 점도 등의 복합적인 요소들이 Thermocontroller에

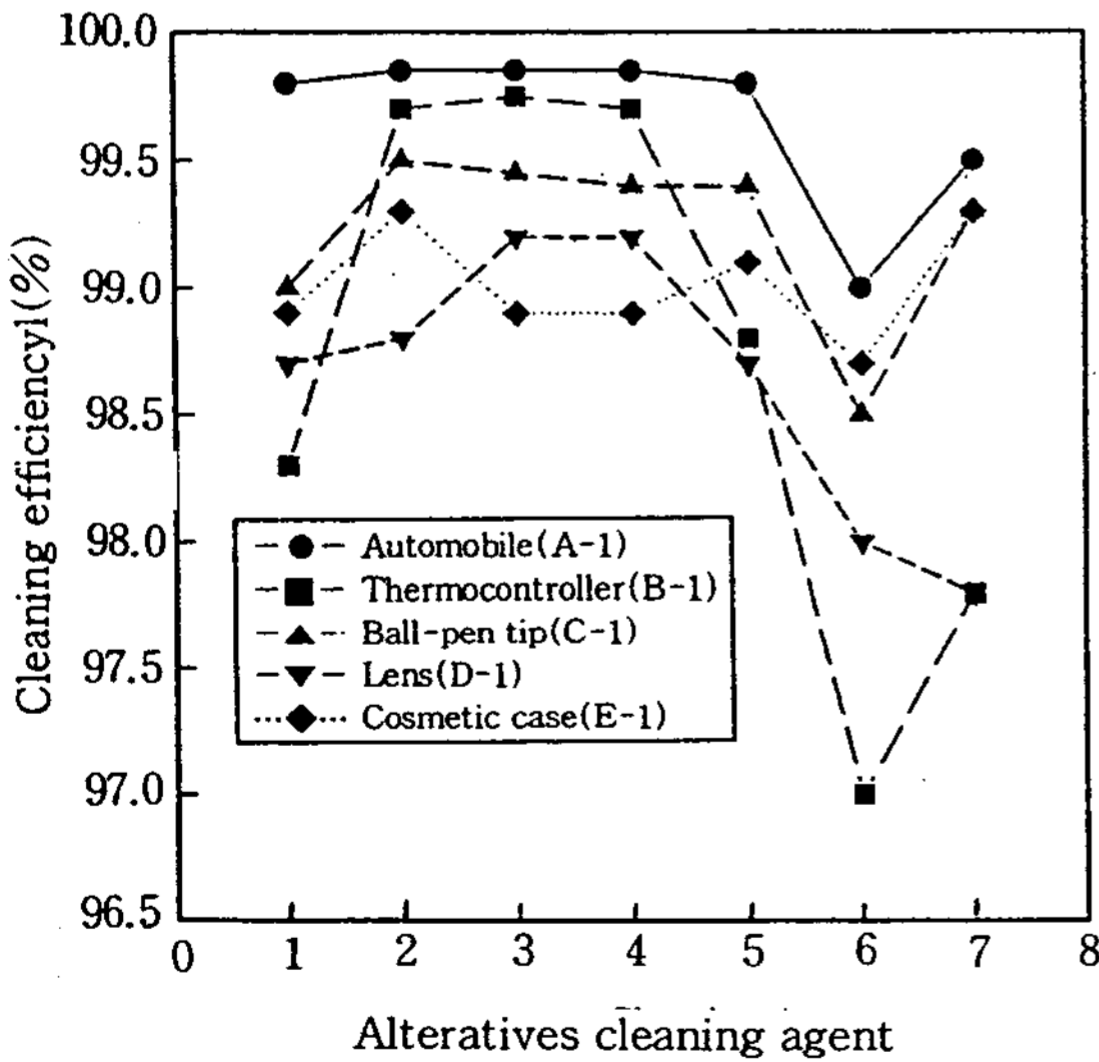


Fig. 1. The plot of cleaning efficiency vs alternatives cleaning agent at water and quasiwater system.

(1 : Astrochem, 2 : ET, 3 : Cimclean, 4 : CD-900, 5 : NMP (KC-201, 6 : Cerfa Kleen, 7 : UTS-2L)

묻어 있는 오염물에 정상적으로 세정작용을 못하는 것으로 추정된다. 또한 Cerfa kleen이 다른 수계세정제와 용해력, 표면장력, 점도 등이 물성차이가 있음이 확인되어 수계세정제의 세정효율에 용해력, 표면장력, 점도 등이 크게 작용함을 알 수 있었다.

Fig. 2의 세정효율의 평가 결과로는 Razor부품의 세정효율이 전반적으로 낮게 나타났다. 이것은 Razor부품이 날카롭고, 정밀하므로 수계, 준수계세정제의 용해력과 표면장력, 점도 등으로는 Razor부품의 재질 (sus합금)과 형태의 특이성 때문에 표면에 도포된 오염물질을 정상적으로 세정하지 못하는 것으로 판단되며 수계·준수계세정이 Razor부품세정에는 적합하지 않은 것으로 판명되었다.

2. 탄화수소계 대체세정제의 세정력

탄화수소계 대체세정제는 수계와 더불어 1,1,1-TCE 및 CFC-113 대체품으로 가장 많이 검토가 이루어지고 있는 탄화수소계 세정제에는 인체에 대한 안전성이 좋으며, 유기오염물(오일, 그리이스, 왁스)에 대한 세정력이 우수하였다. 그러나 인화성과 건조에 대

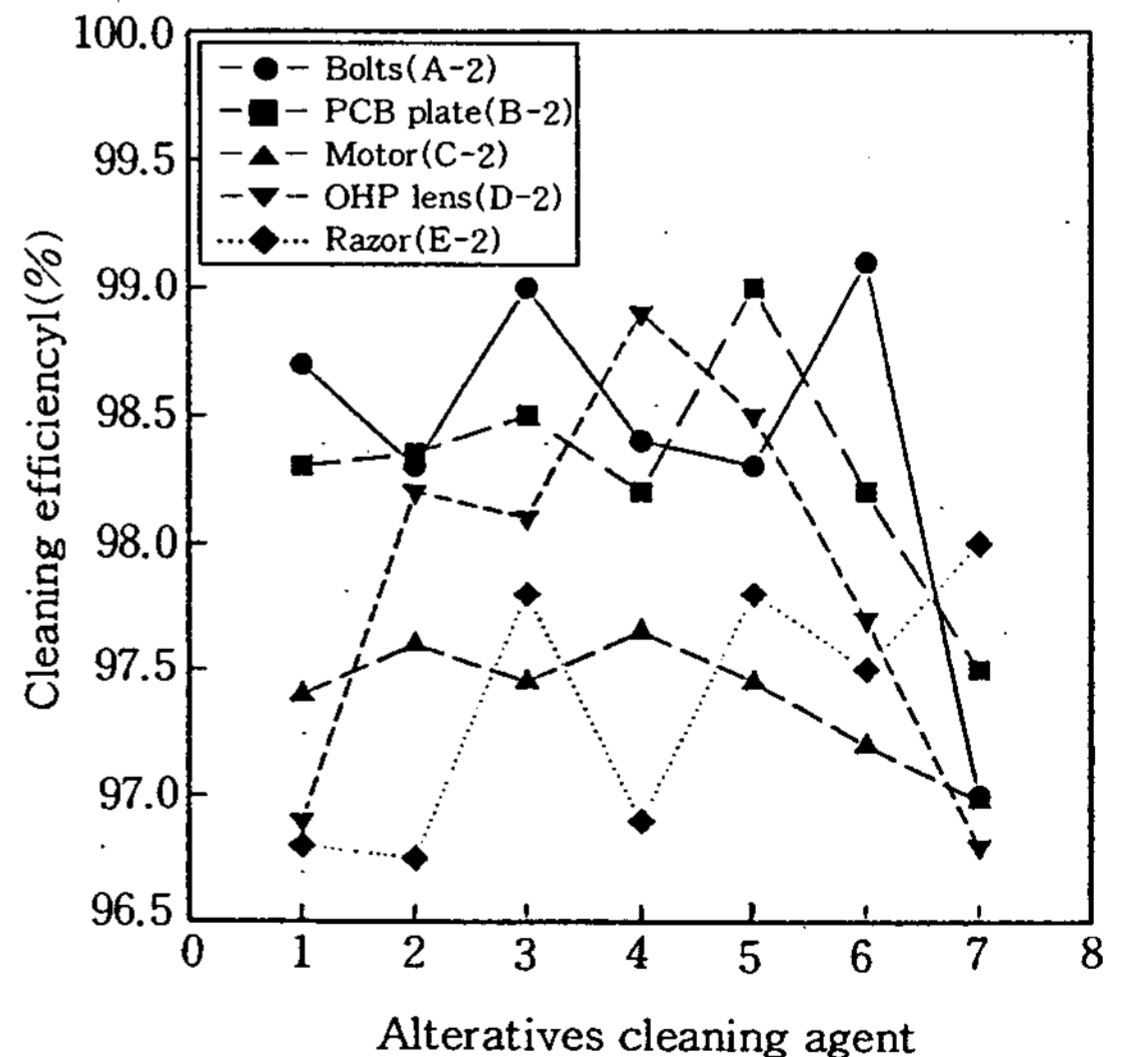


Fig. 2. The plot of cleaning efficiency vs alternatives cleaning agent at water and quasiwater system.

(1 : Astrochem, 2 : ET, 3 : Cimclean, 4 : CD-900, 5 : NMP (KC-201, 6 : Cerfa Kleen, 7 : UTS-2L)

한 문제와 아울러 기존의 세정설비를 그대로 사용할 수 없어 장비의 보완이 필요하였다.

본 연구에서도 탄화수소계 대체세정제의 관련 부품별 세정효율이 대체적으로 높게 나타남을 Fig. 3과 Fig. 4에서 알 수 있다.

Fig. 3에 나타난 탄화수소계의 세정효율은 거의 비슷하였다. 이는 탄화수소계세정제가 대체적으로 표준오염물 중의 유기오염물(오일류) 용해력이 크기 때문에 세정효율 차이가 크게 나타나지 않았으며 부품의 재질, 크기, 형상에 따라 약간의 세정효율 차이만 나타났다.

Fig. 4에 나타난 탄화수소계의 세정효율 차이는 거의 비슷하나 Motor부품이 약간 떨어지는 현상이 나타났다. 이는 Motor부품 형상이 복잡하고 특이하여 용해된 오염물이 세정시 부품속에서 빠져나오지 못하고 남아있다가 건조시 재오염되는 것으로 추정된다.

3. 할로겐계 대체 세정제의 세정력

Fig. 5와 Fig. 6에서 알 수 있듯이 할로겐계 대체세정제의 세정력 평가 결과 대부분의 오염물에 대하여

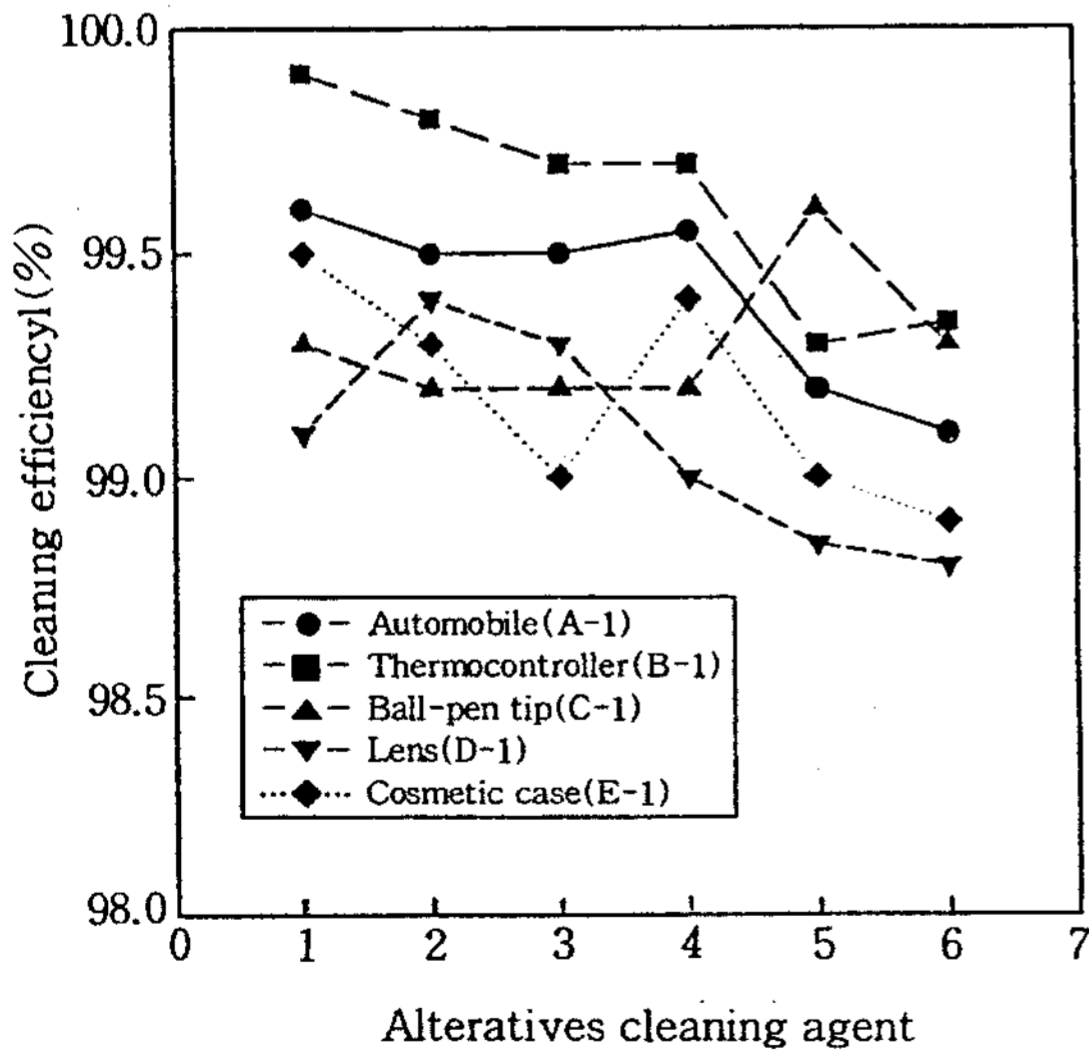


Fig. 3. The plot of cleaning efficiency vs alternatives cleaning agent at hydrocarbon system. (1 : Naphtesol, 2 : Miclean,, 3 : Axarel, 4 : Excevent, 5 : White Spirit 200L, 6 : Ultrasol)

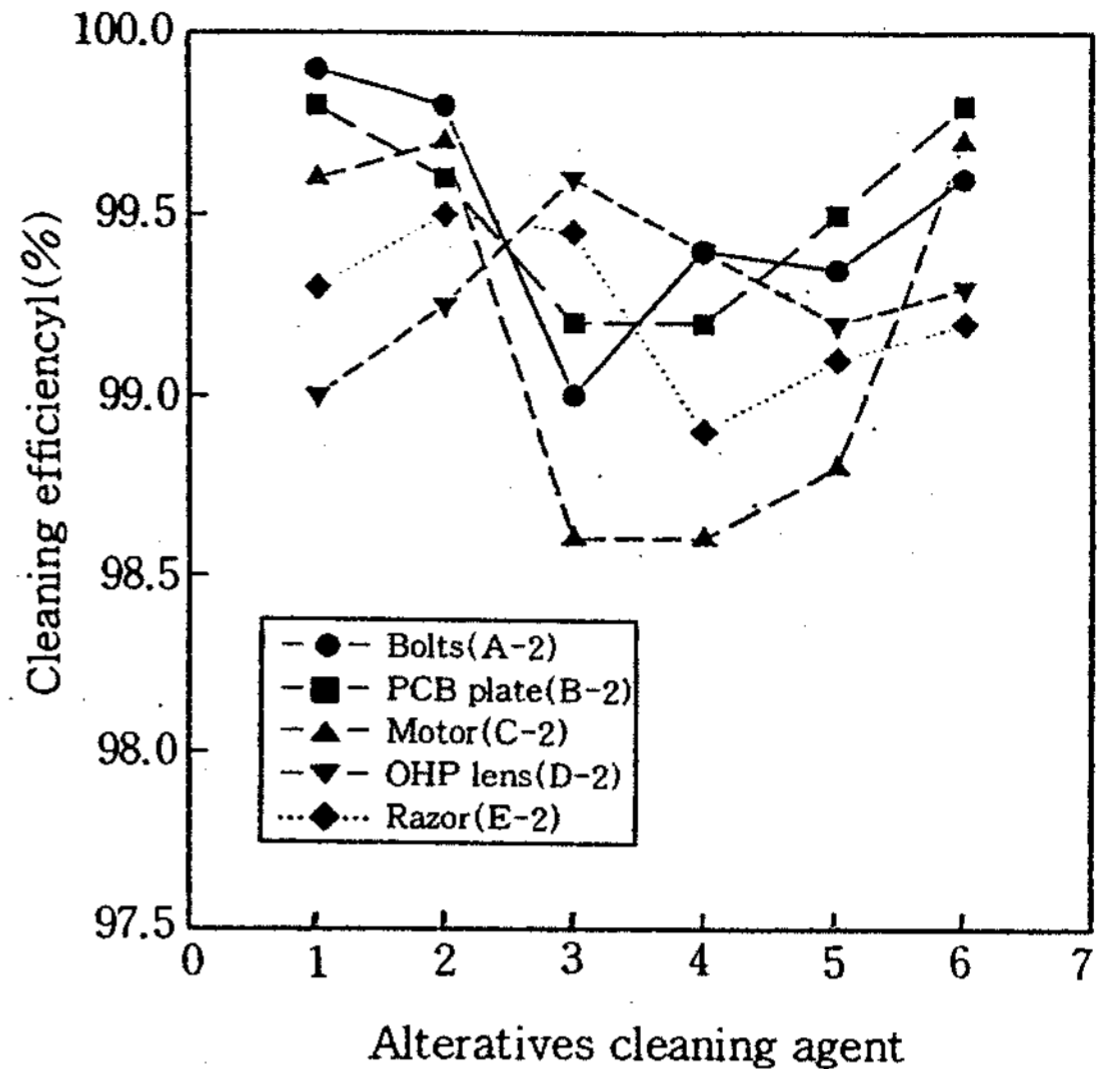


Fig. 4. The plot of cleaning efficiency vs alternatives cleaning agent at hydrocarbon system. (1 : Naphtesol, 2 : Miclean,, 3 : Axarel, 4 : Excevent, 5 : White Spirit 200L, 6 : Ultrasol)

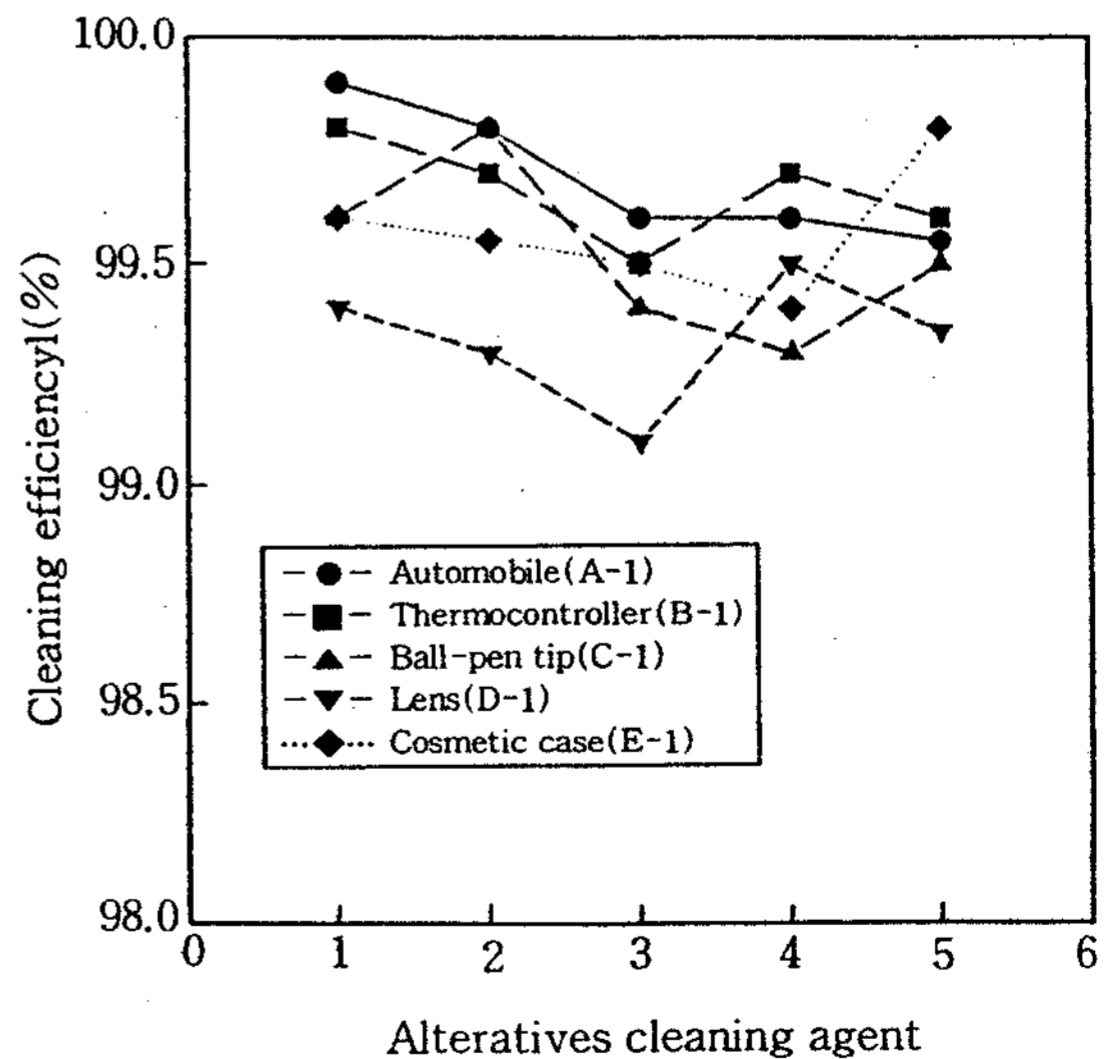


Fig. 5. The plot of cleaning efficiency vs alternatives cleaning agent at halogen system. (1 : Soleana, 2 : Methaclean,, 3 : TCE, 4 : PF-series, 5 : Genesolv(HCFC-1416))

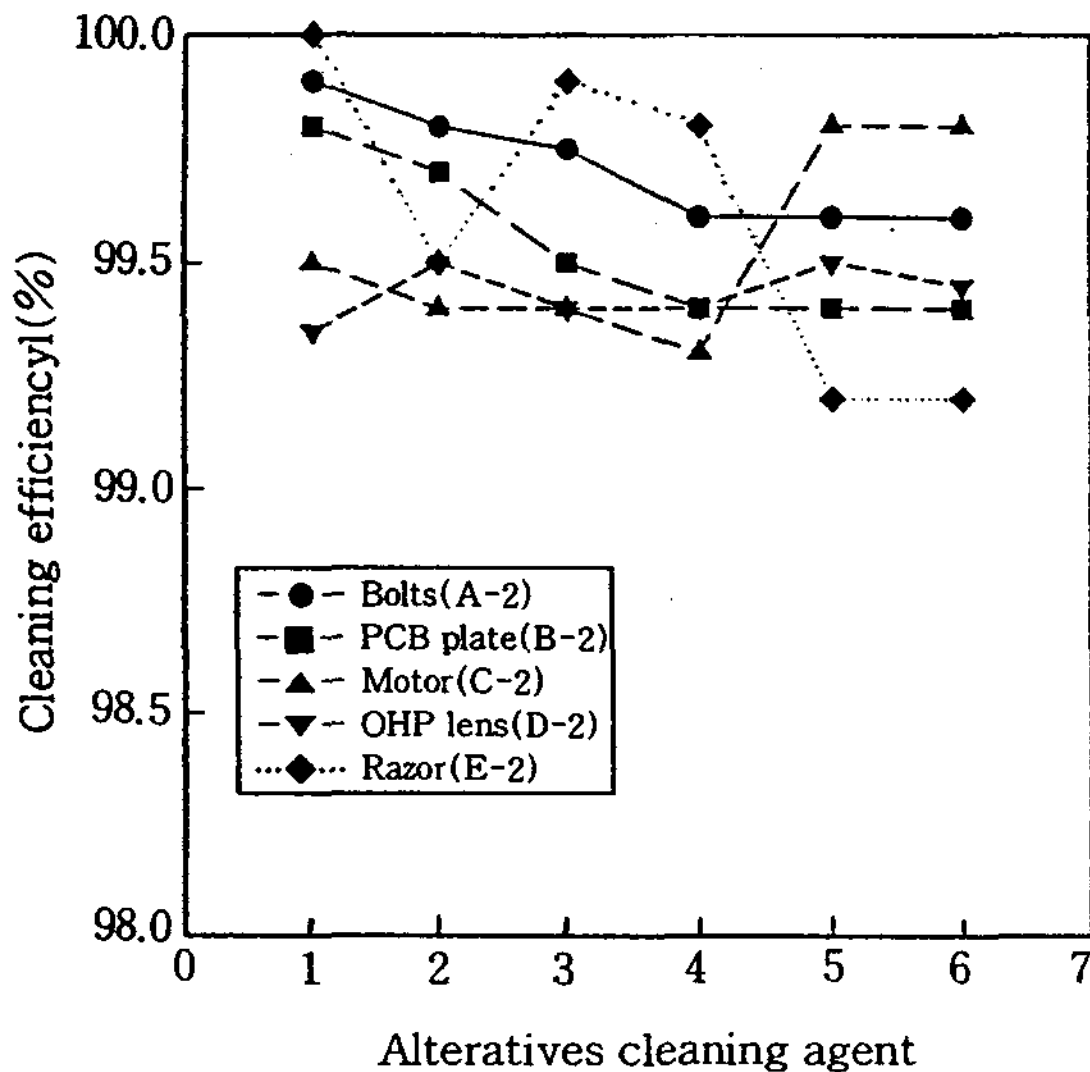


Fig. 6. The plot of cleaning efficiency vs alternatives cleaning agent at halogen system.
 (1: Soleana, 2: Methaclean., 3: TCE, 4: PF-series, 5: Genesolv(HCFC-1416))

관련 부품별로 세정효율을 평가한 결과 오염물 용해력이 큰 염소계 세정제의 성능이 다른 세정제보다 각 부품별, 오염물질별로 우수하였으나 냄새 및 작업성으로 볼 때 환경과 인체에 대한 안전성 등이 문제점으로 지적되었다. 최적 세정시스템을 구성하기 위해서 본 연구에서는 세정성만을 고려하였으나 환경문제가 심각하게 대두되고 있는 현 상황에서는 환경 및 인체에 대한 안전성이 고려된 세정력 평가가 이루어져야 할 것이다.

Fig. 5에서 알 수 있듯이 할로젠계(염소계)세정제가 세정효율이 가장 우수하게 나타났다. 이것은 수계, 준수계, 탄화수소계보다 할로젠계 세정제가 표준오염물에 대한 용해력이 크게 앞서는 까닭으로 볼 수 있다. 그러나 용해력에 의해서만 세정력이 결정되는 것은 아니므로 할로젠계 세정제의 특성인 건조성, 용해성, 표면장력 등에서 우수하므로 이들 복합적인 요소에 의해서 세정효율이 높게 나타나는 것으로 판명되었다.

Fig. 5의 결과와 마찬가지로 Fig. 6에서도 할로젠계 세정제가 다른 세정제보다 세정효율이 아주 높게 나타났다. 그러나 할로젠계 세정제는 대기오존층 파괴문제가 대두되어 사용이 지속적이지 못하고 인체에 대한 독성이 널리 알려져 세정시스템이 완벽하지 않으면 사

용이 곤란하므로 다른 세정제로의 전환이 필요한 것을 알 수 있었다.

IV. 결 론

1,1,1-TCE 및 CFC-113의 대체세정제에 대한 각 산업부문 부품의 세정력을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 수계세정제(순수)의 세정력은 비교적 약하며 완전탈지가 곤란하였고 유리, 렌즈 등의 먼지, 지문제거와 화학 처리 후의 약품 및 입자의 제거, 무기오염물 제거 등에 효과적이며 불연성 및 인화성이 없으므로 안정성이 높고 사용이 비교적 용이하였다. 건조와 폐수처리를 위한 대형 규모의 설비와 이를 위한 공간 확보 등이 필요하며 안전성, 경제성 등에서 우수한 장점과 설비 및 공간확보와 유기 오염물의 세정성이 약한 단점이 있었다.

2. 준수계인 경우 수계 세정제의 세정력을 보강하여 글리콜에테르나 N-메틸피롤리돈 등의 유기 용제에 계면활성제 등을 첨가하여 에멀전 형태를 이루고 있으며 린스는 물을 사용하므로 폐수처리장치가 필요하였다. 1,1,1-TCE 및 CFC-113을 대체할 만한 세정효율을 얻을 수 없어 장비의 보완 없이는 대체세정제로의 사용이 곤란하였다.

3. 탄화수소계 세정제는 일반적으로 표면장력이 낮아 미세부분의 침투성이 좋고 환경 및 인체에 대한 안정성 문제가 비교적 적고, 유기오염물(오일, 그리스, 왁스 등)에 대한 용해력, 세정력이 우수하였다. 인화성과 건조문제로 기존의 세정장치를 사용할 수 없으므로 인화성, 건조성 문제 해결을 위한 장비의 보완이 필요하였다.

4. 건조성, 용해성, 표면장력에서 가장 좋은 특성을 가진 할로젠계(염소계) 세정제의 세정효율이 가장 우수하게 나타났다. 그러나 할로젠계는 제한적인 사용과 환경 및 인체에 대한 안전성이 문제가 되었다.

본 연구에 각 산업별 대체세정제를 실험한 결과 1, 1,1-TCE 및 CFC-113의 대체세정제는 없으나 세정성, 경제성, 안정성을 고려한 각 사의 생산공정에 맞는 대체세정제를 선택할 필요가 있다. 또한 대체세정제는 세정액 사용업체, 제조 및 판매업체, 장치제조업체의 기술력 향상과 지속적인 연구가 필요함을 알 수 있

었다.

문헌

1. Technology and Economic Assessment Panel, "Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer", July(1994).
2. EPA, "Stratospheric Ozone Protection Final Rule Summary", June(1993).
3. P. F. Maltby, The 1993 International CFC and Halon Alternatives Conference, 391 (1993).
4. 日經 BP社 Nikki Business Publications Inc., "NIKKEI MATERIALS & TECHNOLOGY BOOKS", (1993).
5. Y. Shibano, The 1993 International CFC and Halon Alternatives Conference, 401(1993).
6. 西村基彦, 洗淨設計, Winter, 54(1994).
7. 北野吉祥, 塗裝工學, 27, 10, 458(1992).
8. 澤田英隆, 吉田和男, 産業機械, 511, 47(1993).
9. 野寺克己, 工業加熱, 31, 3, 66.
10. 西村基彦, 洗淨設計, Winter, 8(1992).
11. 關賢司, 赤松幹雄, 洗淨設計, Autumn, 13(1991).