

## 기계부품의 세척성 평가에 관한 연구

### A Study on Cleaning-ability Evaluation for Mechanical Components

전창수\*

Chang-Su Jeon\*

#### 〈Abstract〉

The need for remanufacturing ships and various mechanical components continues to increase along with environmental problems. Research on remanufacturing is being carried out in various fields, but research on cleaning is quite insufficient. In particular, there is no research on the cleaning-ability of diverse mechanical components. In order to increase the life cycle of mechanical components, remanufacturing must be considered from the step of design. Particularly, it is also very important to evaluate the degree of easiness in cleaning to remove various pollutants generated by long-term use quickly as well as easily. In this study, the degree of easiness in cleaning is defined as cleaning-ability. In fact, remanufacturing components can be easily done only when cleaning-ability is set high from the step of design. The purpose of this study is to evaluate the cleaning-ability of ships and various mechanical components. The details of easiness in cleaning are cleaning and drying identification, accessibility to cleaning tools, convenience in cleaning, and convenience in drying. This study presents a quantitative procedure to evaluate cleaning-ability, derived various factors influencing each of the details of easiness and their ranges, and gave scores to the factors according to their ranges. The weight was also calculated for the details of easiness in cleaning and the factors. Lastly, this researcher suggests a scoring procedure to evaluate cleaning-ability quantitatively and the total weight of cleaning-ability.

*Keywords : Cleaning-ability, Remanufacturing, Mechanical Components, Details of Easiness, Total Weight*

---

\* 주저자, 한국생산기술연구원 선임연구원  
E-mail: jcs1972@kitech.re.kr

\* Main Author, Energy Plant Group, Offshore Plant Resources R&D Center, Korea Institute of Industrial Technology, Senior Researcher, Ph.D.

## 1. 서론

현대 산업의 발전에 따라 인간의 삶의 질은 향상되었으나, 대량 생산체계를 갖추게 되므로 인하여 지구상의 한정된 자원은 고갈되어가며, 폐기물은 점점 증가하여 매립지 부족 현상이 나타나고, 환경오염은 심화되고 있다. 선박 및 다양한 기계 부품의 재제조에 대한 필요성은 환경문제와 더불어 계속해서 증가하고 있다[1-2].

재제조에 관한 연구는 다양한 분야에서 많이 진행되고 있지만, 세척에 관한 연구는 많이 부족한 실정이다. 특히 다양하고 복잡한 기계부품의 세척성에 대한 연구는 미비한 상황이다. 기계부품의 수명주기를 늘리기 위하여 재제조는 설계 단계에서부터 반드시 고려되어야 한다. 특히, 오랜 시간 사용으로 인하여 발생된 다양한 오염물질의 제거를 빠르고, 쉽게 제거하기 위한 세척의 쉬움 정도를 평가하는 연구도 매우 중요하다[3-5]. 설계 단계에서부터 세척성이 높게 설계를 하여야 부품의 재제조가 용이하고, 재제조품의 가치도 높아진다. 본 연구는 다양한 기계부품의 세척성을 평가하는 것을 목적으로 한다. 세척성의 정량적인 평가 절차를 제시하였으며, 각각의 세부용이성에 영향을 미치는 영향요소와 범위를 도출하고, 영향요소의 범위에 따라서 평가점수를 부여하고, 가중치를 산정하였다. 마지막으로 세척성의 종합가중치와 세척성의 정량적인 평가를 위한 점수 산정 절차를 제시하였다.

## 2. 세척성의 개요

### 2.1 세척성의 세부용이성 정의

세척성은 부품을 재제조하기 위한 두 번째 단

Table 1. Definition of the details of easiness in cleaning

세부용이성	정의
세척 및 건조 파악성	부품의 오염 정도나 세척 정도, 건조 정도를 시각적으로 파악하기 쉬운 정도
세척도구 접근성	부품의 세척을 위하여 세척 액이나 세척 도구가 부품에 접근하기 쉬운 정도
세척수월성	부품의 오염물질을 제거하기 위한 세척의 쉬운 정도
건조수월성	부품의 오염물질을 제거한 후 세척을 위해 사용한 세척액의 건조의 쉬운 정도

계로 부품을 단일 부품으로 완전 분해한 후에 부품의 특징에 따라 다양한 세척방법을 통하여 세척 과정을 수행하는데, 이 과정에서의 여러 제반 조건들의 쉬운 정도이다. 재제조 세척공정 메커니즘 분석을 통하여 세척성의 세부용이성을 4가지로 결정하여 Table 1에 나타내었다. 첫째, 부품에 묻어 있는 오염 물질의 상태나 세척 상태, 건조 상태를 시각적으로 쉽게 파악하기 용이한 정도인 세척 및 건조 파악성이다. 둘째, 부품의 세척을 위해 세척 액이나 세척 장비, 작업자의 손이 부품에 쉽게 접근하기 용이한 정도인 세척도구 접근성이다. 셋째, 부품의 오염물질을 제거하기 위한 세척의 쉬운 정도로 세척수월성이다. 마지막으로, 오염물질의 제거를 위하여 사용한 세척액 건조의 쉬운 정도인 건조수월성이다.

### 2.2 세척성의 정량적인 평가 절차

Fig. 1은 재제조를 위한 세척성의 정량적인 평가 절차를 보여준다. 부품의 특성을 고려한 재제조성의 결정요소를 분석하고, 재제조 세척 공정의 애로 발생 요인을 분석하였다. 또한 재제조 세척 메커니즘과 애로 발생형태 분석을 통하여 세척성의 세부용이성과 영향요소를 도출하였다. 도출된 세부용이성과 영향요소의 가중치를 산정하고, 세

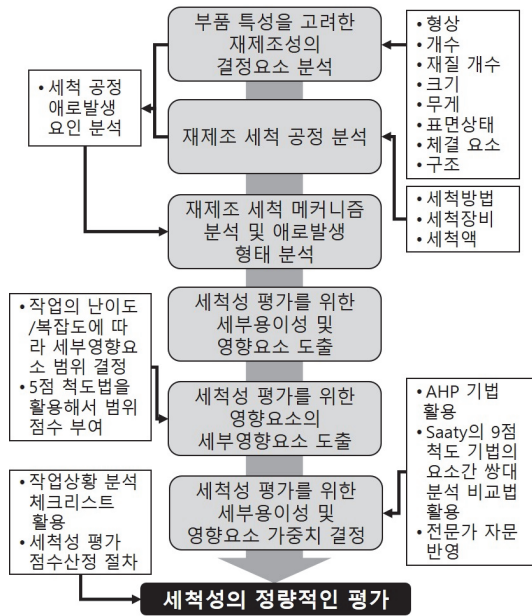


Fig. 1 Procedure to evaluate cleaning-ability quantitatively

부영향요소를 제시하였다. 영향요소의 작업 난이도에 따라 세부영향요소의 점수를 결정하였으며, 최종적으로 작업상황 분석 체크리스트를 활용하여 재제조 세척성을 정량적으로 평가하였다.

### 2.3 세척성의 영향요소 및 세부 영향요소

재제조 세척 공정의 애로 발생 형태 분석을 통하여 세척성의 세부용이성에 대한 영향요소를 결정하고, 결정된 세척성의 영향요소 범위를 설정하였다. 설정된 범위에 따라서 세척성의 세부영향요소를 도출하였다.

#### 2.3.1 세척성의 영향요소

세척 및 건조파악성의 영향요소는 부품의 오염 상태, 오염 종류, 세척 상태, 건조상태에 대한 파악이다. 세척도구접근성은 세척을 위한 세척액이

Table 2. Factors influencing the details of easiness in cleaning

세부용이성	영향요소	범위
세척 및 건조 파악성	오염 상태 파악	쉬움, 보통, 어려움
	오염 종류 파악	쉬움, 어려움
	세척 상태 파악	쉬움, 어려움
	건조 상태 파악	쉬움, 어려움
세척도구 접근성	세척 도구 접근 시각성	좋음, 보통, 나쁨
	도구 접근 공간	자유로움, 보통, 좁음
	도구 접근 방향	변경 없음, 1~2회 변경, 3회 이상 변경
세척수월성	세척 방법	일반 세척, 특수 세척
	세척액 점성 정도	낮음, 높음
	세척액 흐름성	좋음, 나쁨
	특수 세척액	불필요, 필요
	특수 세척장비	불필요, 필요
건조수월성	세척액 잔류 정도	낮음, 높음
	표면상태(흠)	2개 이하, 3~4개, 5개 이상
	건조시간	30분 미만, 30~1시간, 1시간 이상
	특수건조장비	불필요, 필요

나 세척장비의 접근시의 세척 도구 접근 시각성, 도구 접근 공간, 도구 접근 방향이다. 세척수월성은 세척 방법, 세척액 점성 정도, 세척액 흐름성, 특수 세척액 필요, 특수 세척장비 필요하다. 건조수월성은 세척액 잔류 정도, 표면 상태(흠), 건조시간, 특수 건조장비 필요하다. Table 2는 세척성의 세부용이성의 영향요소를 나타낸다.

#### 2.3.2 세척성의 세부영향요소

세척 및 건조파악성의 4가지 영향요소(오염 상태, 오염 종류, 세척상태, 건조 상태)에 따른 세부영향요소를 결정하였다.

오염 상태의 세부영향요소는 부품에 접촉된 오염 물질의 상태를 식별하기 어려운 경우, 시각적으로 오염 정도를 식별이 가능한 경우, 오염물이 전혀 부품에 묻지 않아서 식별이 매우 양호한 경우이다.

오염 종류의 세부 영향요소는 부품에 묻어 있는 오염물질의 종류가 먼지, 기름때, 녹인지 식별하기 어려운 경우와 쉬운 경우이다.

세척상태의 세부영향요소는 부품을 세척한 후에 부품에 오염물질이 남아있는지에 대한 식별이 어려운 경우와 쉬운 경우이다.

건조 상태의 세부영향요소는 세척된 부품을 건조하는 과정에서 부품에 묻어 있는 세척액의 건조 상태를 시각적으로 파악하기 쉬운 경우와 어려운 경우이다. Table 3은 세척 및 건조 파악성의 영향요소에 따른 세부 영향요소를 나타낸 것이다.

세척 도구 접근성의 3가지 영향요소(세척 도구

Table 3. Detailed factors of cleaning and drying identification

세척 및 건조파악성			
영향 요소	세부영향요소	범위	점수
오염 상태	부품의 오염된 정도를 시각만으로 식별이 어려운 경우	어려움	1
	부품의 오염된 정도가 시각으로 식별이 가능한 경우	보통	3
	부품의 오염이 전혀 없어서 식별이 매우 양호한 경우	쉬움	5
오염 종류	오염된 물질이 먼지, 기름때, 녹인지 식별이 어려운 경우	어려움	1
	오염된 물질의 종류가 식별이 쉬운 경우	쉬움	5
세척 상태	오염된 물질의 세척 정도를 시각만으로 식별하기 어려운 경우	어려움	1
	오염된 물질의 세척 정도를 시각만으로 식별이 가능한 경우	쉬움	5
건조 상태	세척한 부품의 건조상태를 시각만으로 식별하기 어려운 경우	어려움	1
	부품의 건조상태를 시각만으로 식별이 가능한 경우	쉬움	5

접근 시각성, 도구 접근 공간, 도구 접근 방향)에 따른 세부 영향요소를 결정하였다.

도구 접근 시각성의 세부영향요소는 세척장비나 세척액을 부품에 접근 시 세척할 부분의 식별이 용이한 경우와 세척할 부분의 식별이 용이하지 못한 경우이다.

도구 접근 공간의 세부영향요소는 세척 장비나 세척액이 세척할 부분에 구조적인 장애나 공간의 협소를 이유로 접근하기 어려운 경우와 특정 방향으로만 접근이 가능한 경우, 접근에 아무런 장애가 없는 경우이다.

도구 접근 방향의 세부영향요소는 세척장비가 세척할 위치에 접근 시 3회 이상 방향 전환을 필요로 하는 경우, 1~2회 방향 전환을 필요로 하는 경우, 방향의 전환이나 접근에 아무런 장애가 없

Table 4. Detailed factors of accessibility to cleaning tools

세척도구 접근성			
영향 요소	세부영향요소	범위	점수
접근 시각성	세척장비가 부품에 접근 시, 세척할 부분이 식별이 안 되는 경우	낮음	1
	세척장비를 부품에 접근 시, 세척할 부분을 식별하기 위하여 작업자의 2차, 3차적인 동작이 요구되는 경우	보통	3
	세척장비가 부품에 접근 시, 세척할 부분이 식별하기 용이한 경우	높음	5
접근 공간	세척장비가 세척부위에 접근이 어려운 경우	좁음	1
	세척장비가 특정 방향으로만 세척 부위에 접근이 가능한 경우	보통	3
	세척장비가 공간상의 제약 없이 세척 부위에 쉽게 접근이 가능한 경우	자유로움	5
접근 방향	세척장비가 3회 이상 방향을 변경한 후에 세척부위에 접근이 가능한 경우	3회 이상	1
	세척장비가 1~2회 방향을 변경한 후에 세척부위에 접근이 가능한 경우	1~2회	3
	세척장비가 방향의 변경 없이 세척부위에 접근이 가능한 경우	변경 없음	5

는 경우이다. Table 4는 세척접근성의 영향요소에 따른 세부영향요소를 나타낸다.

세척수월성의 5가지 영향요소(세척 방법, 세척액 점성 정도, 세척액 흐름성, 특수 세척액 필요, 특수 세척장비 필요)에 따른 세부 영향요소를 결정하였다.

세척 방법의 세부영향요소는 세척중인 부품의 형상이 기하학적이거나 복잡한 구조로 되어 있고, 재질적인 문제로 특수한 세척 방법이 요구되는 경우와 일반적인 세척액을 통한 세척 방법이 요구되는 경우이다.

세척액 점성 정도에 대한 세부영향요소는 세척에 사용되는 세척액의 점성이 높아서 세척과정에서 세척액이 잘 흐르지 않아서 오염물질과 영키는 경우와 세척액의 점성이 낮아서 제거된 오염물질과 세척액이 부품의 표면을 타고 잘 제거되는 경우이다.

세척액 흐름성에 대한 세부영향요소는 오염물질의 제거를 위해 사용하는 세척액이 오염물질을 세척한 후 부품의 표면을 타고 잘 흐르는 경우와 흠이나 모서리 같은 구조적인 특징으로 인하여 세척액이 부품의 표면을 타고 잘 흐르지 않은 경우이다.

특수 세척액의 필요에 대한 세부영향요소는 오염물질의 세척을 위하여 재제조 기업에서 흔히 사용하는 세척액으로 오염물질의 제거가 어려워 특수한 세척액이 필요한 경우와 일반적으로 사용하는 세척액으로 세척이 가능한 경우이다.

특수 세척장비의 필요에 대한 세부영향요소는 오염된 부품의 세척을 위해 일반적으로 사용하는 세척액이나 물을 고압으로 쏘아서 솔로 제거하는 방법으로 제거가 가능한 경우와 초음파장비와 같이 세척을 위한 특수한 장비가 반드시 필요한 경우이다.

Table 5는 세척수월성에 대한 세부영향요소이다.

건조수월성의 4가지 영향요소(세척액 잔류 정도, 표면 상태(흠), 건조시간, 특수 건조장비 필요)

에 따른 세부영향요소를 결정하였다.

세척액 잔류 정도에 대한 세부영향요소는 세척과정과 건조과정을 거친 부품의 표면에 세척액이 남아있어서 2차적인 제거 작업이 요구되는 경우와 세척액이 남지 않는 경우이다.

표면 상태(흠)에 대한 세부영향요소는 부품의 표면에 있는 흠의 정도에 따라서 건조과정에서 세척액이 잘 제거되지 않는 경우로서 흠이 5개 이상인 경우, 3~4개인 경우, 2개 이하인 경우이다.

건조시간에 대한 세부영향요소는 세척된 부품의 건조에 필요한 시간이 1시간 이상인 경우와 30분

Table 5. Detailed factors of convenience in cleaning

세척수월성			
영향요소	세부영향요소	범위	점수
세척방법	부품의 재질이나 구조적인 이유로 오염물질을 세척하기 위해 특수한 세척방법이 요구되는 경우	특수 세척	1
	세척액이나 물을 이용한 일반적인 세척방법으로 세척이 가능한 경우	일반 세척	5
세척액 점성 정도	부품을 세척하기 위한 세척액의 점성이 높아서 제거된 오염물질이 세척액과 같이 잘 제거되지 않는 경우	높음	1
	부품에 세척액을 분사하면, 세척액의 점성이 낮아서 세척액이 부품의 표면을 타고 쉽게 제거 되는 경우	낮음	5
세척액 흐름성	부품에 흠이 2개 이상이고 모서리가 많아 세척액의 흐름을 방해하는 경우	나쁨	1
	부품에 흠이 2개 이하이고, 세척액의 흐름에 방해되는 요소가 없는 경우	좋음	5
특수 세척액	부품의 세척에 별도로 특수한 세척액이 필요한 경우	필요	1
	부품의 세척에 일반적인 세척액이 사용될 경우	불필요	5
특수 세척장비	부품의 세척에 별도로 특수한 세척장치가 필요한 경우	필요	1
	부품의 세척에 일반적인 물, 휘발유 분사 세척방법이 사용되는 경우	불필요	5

Table 6. Detailed factors of convenience in drying

건조수월성			
영향 요소	세부영향요소	범위	점수
세척액 잔류 정도	부품을 세척하기 위한 세척액의 점성이 높아서, 건조시에 형겅으로 잔량의 세척액을 제거해야 하는 경우	높음	1
	부품에 세척액을 분사하면, 세척액이 부품의 표면을 쉽게 흘러 내려 건조시에 추가 작업이 필요 없는 경우	낮음	5
표면 상태 (흠)	부품에 흠이 5개 이상 있어서 세척액이 흠에 고이는 현상이 발생하여, 잔량의 세척액에 대하여 건조작업이 필요한 경우	5개 이상	1
	부품에 흠이 3~4개 있어서 세척액이 흠에 고이는 현상이 가끔 발생하여, 추가 건조작업이 필요한 경우	3~4개	3
	부품에 흠이 2개 이하 있어서 세척액이 흠에 고이는 현상이 적어서, 건조가 잘 되는 경우	2개 이하	5
건조 시간	세척을 한 부품이 건조되는 시간이 1시간을 초과하는 경우	1시간 이상	1
	세척을 한 부품이 건조되는 시간이 30분~1시간인 경우	30분~1시간	3
	세척을 한 부품이 건조되는 시간이 30분 미만인 경우	30분 미만	5
특수 건조 장비 필요	부품의 건조를 위해 형겅을 사용하여 세척액을 제거하는 별도 작업이 필요한 경우	필요	1
	부품의 건조에 일반적인 자연 건조 방식을 이용하는 경우	불필요	5

~1시간 미만인 경우, 30분 이하인 경우이다. 특수 건조 장비 필요에 대한 세부영향요소는 부품의 건조를 위해 고열 발생 장치와 같은 특수한 건조 장비가 요구되는 경우와 자연 건조와 별도로 형겅으로 2차적인 세척액 제거 작업이 필요한 경우, 바람에 의한 자연 건조 방식으로도 세척액의 건조가 가능한 경우이다. Table 6은 건조수월성에 대한 세부영향요소이다.

### 3. 세척성의 세부용이성 및 영향요소의 가중치

가중치 결정 단계를 통하여 일치성 계수가 0.2 이상인 응답을 제외한 나머지 유효한 응답에 대하여 세척성의 세부용이성 가중치를 결정하여 Table 7에 제시하였다. 세척성의 세부용이성 가중치 배점 구성을 보면 세척성의 세부용이성 중에서 건조수월성이 0.388점으로 가장 높은 가중치를 가지는 것으로 분석되었다.

Table 8에 세척성의 영향요소의 가중치 결과를 나타내었다. Table 9는 세척성의 영향요소에 대한 일치성 지수와 Table 10은 세척성의 영향요소에 대한 일치성 계수이다. 유효하지 않은 응답은 세척 및 건조파악성은 1개, 세척도구 접근성은 4개,

Table 7. Weights of the details of easiness in cleaning

세척성의 세부용이성	재제조 전문가 설문조사 / 세척성의 세부용이성 가중치 결정										가중치 합계	가중치
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
세척 및 건조파악성	0.195	0.242	0.240	0.172	0.211	0.183	0.201	0.257	0.187	0.304	1.734	<b>0.217</b>
세척도구 접근성	0.138	0.107	0.116	0.095	0.103	0.096	0.093	0.091	0.097	0.101	0.853	<b>0.107</b>
세척수월성	0.391	0.197	0.185	0.325	0.330	0.278	0.287	0.347	0.335	0.268	2.309	<b>0.289</b>
건조수월성	0.276	0.454	0.458	0.408	0.356	0.443	0.419	0.305	0.381	0.327	3.103	<b>0.388</b>
CI값	0.050	0.030	0.050	0.070	0.110	0.050	0.180	0.300	0.040	0.110		
CR값	0.056	0.033	0.056	0.078	0.122	0.056	0.200	0.333	0.044	0.122		

Table 8. Weights of the factors influencing cleaning-ability

세척성의 세부용이성	세척성의 영향요소	재제조 전문가 설문조사/ 세척성의 영향요소 가중치										가중치 합계	가중치
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
세척 및 건조파악성	오염상태	0.194	0.187	0.175	0.193	0.211	0.178	0.205	0.407	0.227	0.169	1.766	<b>0.221</b>
	오염종류	0.124	0.097	0.110	0.110	0.106	0.122	0.105	0.109	0.078	0.081	0.855	<b>0.107</b>
	세척상태	0.326	0.335	0.371	0.385	0.394	0.407	0.450	0.313	0.397	0.470	2.984	<b>0.373</b>
	건조상태	0.356	0.381	0.345	0.312	0.289	0.293	0.240	0.171	0.298	0.281	2.396	<b>0.300</b>
세척도구 접근성	도구접근 시각성	0.163	0.311	0.249	0.163	0.131	0.143	0.110	0.484	0.163	0.196	1.225	<b>0.204</b>
	도구접근 공간	0.540	0.493	0.594	0.540	0.622	0.429	0.567	0.168	0.540	0.493	3.089	<b>0.515</b>
	도구접근 방향	0.297	0.196	0.157	0.297	0.247	0.429	0.323	0.349	0.397	0.311	1.687	<b>0.281</b>
세척 수월성	세척방법	0.369	0.253	0.365	0.328	0.386	0.342	0.308	0.419	0.305	0.403	3.478	<b>0.348</b>
	세척액 점성 정도	0.088	0.149	0.114	0.124	0.123	0.110	0.112	0.078	0.092	0.106	1.096	<b>0.110</b>
	세척액 흐름성	0.181	0.168	0.131	0.143	0.146	0.218	0.122	0.117	0.146	0.119	1.491	<b>0.149</b>
	특수세척 장비필요	0.156	0.199	0.206	0.216	0.135	0.142	0.214	0.193	0.229	0.186	1.876	<b>0.188</b>
	세척장비 필요	0.206	0.231	0.184	0.188	0.210	0.188	0.244	0.193	0.229	0.186	2.059	<b>0.206</b>
건조 수월성	세척액 잔류정도	0.330	0.298	0.334	0.242	0.419	0.289	0.395	0.376	0.294	0.418	2.706	<b>0.338</b>
	표면상태 (흙)	0.288	0.176	0.254	0.213	0.183	0.175	0.140	0.123	0.203	0.120	1.532	<b>0.192</b>
	건조시간	0.207	0.245	0.167	0.207	0.166	0.289	0.232	0.235	0.276	0.191	10707	<b>0.213</b>
	특수건조 장비필요	0.175	0.281	0.281	0.338	0.231	0.246	0.232	0.265	0.227	0.271	2.052	<b>0.257</b>

Table 9. Coherence index of the factors influencing cleaning-ability

	세척성의 영향요소 Consistency Index 값									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
세척 및 건조파악성	0.020	0.040	0.090	0.070	0.230	0.130	0.080	0.130	0.090	0.190
세척도구 접근성	0.009	0.050	0.050	0.240	0.210	0.010	0.280	0.130	0.009	0.050
세척수월성	0.030	0.040	0.030	0.040	0.020	0.040	0.010	0.040	0.090	0.030
건조수월성	0.070	0.070	0.090	0.120	0.080	0.020	0.020	0.090	0.240	0.030

Table 10. Coherence coefficient of the factors influencing cleaning-ability

	세척성의 영향요소 Consistency Ratio 값									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
세척 및 건조파악성	0.022	0.044	0.100	0.078	0.256	0.144	0.089	0.144	0.100	0.211
세척도구 접근성	0.015	0.086	0.086	0.414	0.362	0.010	0.483	0.224	0.015	0.086
세척수월성	0.027	0.036	0.036	0.018	0.036	0.036	0.009	0.036	0.080	0.027
건조수월성	0.078	0.078	0.100	0.133	0.089	0.022	0.022	0.100	0.267	0.033

건조수월성은 2개였다.

Table 8을 보면 분리성의 영향요소 가중치는 세척 및 건조 파악성에서는 세척상태 파악이 0.373점, 세척도구 접근성에서는 도구의 접근공간이 0.515점, 세척수월성에서는 세척 방법이 0.348점, 건조수월성에서는 세척액 잔류 정도가 0.338점으로 세척성의 각 세부용이성의 영향요소 중에서 가장 높은 가중치를 가지는 것으로 결과가 도출되었다.

Table 11은 세척성의 세부용이성 가중치와 영

향요소 가중치의 곱을 통하여 결정된 세척성의 종합가중치를 보여준다.

#### 4. 세척성의 정량적 평가를 위한 점수 산정 절차

Fig. 2는 세척성의 정량적인 평가를 위한 점수 산정

Table 11. Total weight of cleaning-ability

세척성 세부용이성	세부용이성 가중치	세척성 영향요소	영향요소 가중치	종합 가중치	최우수 작업상황 점수	최우수 작업상황 평가
세척 및 건조파악성	0.217	오염 상태	0.221	0.048	5	0.240
		오염 종류	0.107	0.022	5	0.115
		세척 상태	0.373	0.081	5	0.405
		건조 상태	0.300	0.065	5	0.325
세척도구 접근성	0.107	도구 접근 시각성	0.204	0.022	5	0.108
		도구 접근 공간	0.515	0.055	5	0.275
		도구 접근 방향	0.281	0.030	5	0.150
세척수월성	0.288	세척 방법	0.348	0.101	5	0.502
		세척액 점성 정도	0.110	0.032	5	0.158
		세척액 흐름성	0.149	0.043	5	0.214
		특수세척액 필요	0.188	0.054	5	0.270
건조수월성	0.388	필요 세척장비 필요	0.206	0.060	5	0.298
		세척액 잔류 정도	0.338	0.130	5	0.656
		표면상태(흙)	0.192	0.074	5	0.372
		건조시간	0.213	0.083	5	0.414
합계		특수건조장비 필요	0.257	0.100	5	0.498
				1	5	



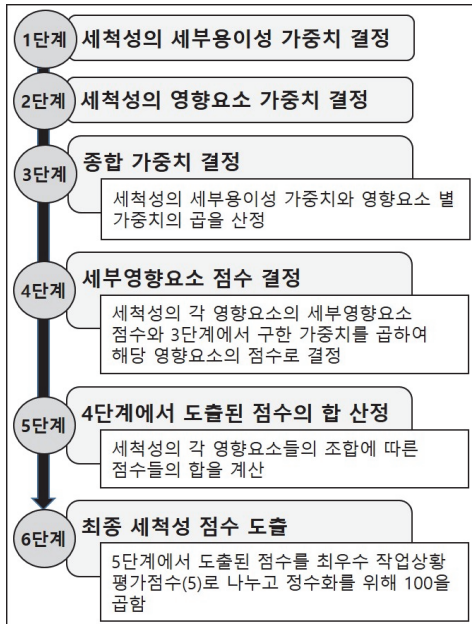


Fig. 2 Scoring procedure to evaluate cleaning-ability quantitatively

절차를 나타낸다. 세척성의 세부용이성 및 영향요소의 가중치를 결정하고, 세부용이성의 가중치와 영향요소의 가중치를 곱하여 종합가중치를 산정한다.

4단계에서는 3단계에서 산정된 종합가중치와 세척성의 각 영향요소의 세부영향요소 점수를 현 작업상황 분석용 체크리스트를 활용하여 평가한 값과 곱하여 해당 작업상황 점수를 결정한다.

5단계에서는 4단계에서 도출된 점수들의 합을 계산하고, 6단계에서는 5단계에서 도출된 점수를 애로 공정이 없는 최우수 작업상황 평가 점수(5)로 나누고, 정수화를 위해 100을 곱하여, 세척성 점수를 산정하게 된다.

### 5. 사례연구

자동변속기 2종에 대한 세척성을 본 연구에서

Table 12. Case study (Product: automatic transmission)

부품명	자동변속기 A		자동변속기 B	
	세척성 점수	우선 순위	세척성 점수	우선 순위
Torque Converter	75.5	8	75.5	6
Converter Housing	90.3	2	68.8	9
Transfer Drive Gear	83.5	6	<b>59.2</b>	<b>10</b>
Transaxle Case	<b>67.4</b>	<b>10</b>	82.4	4
Reverse Sun Gear	<b>96.6</b>	<b>1</b>	<b>93.9</b>	<b>1</b>
Oil Pump	75.0	9	75.0	7
Input Shaft	75.9	7	75.9	5
Planet Gear Carrier	90.3	2	90.3	2
One Way Clutch	84.1	5	84.1	3
Valve Body Assembly	89.9	4	75.0	7
합계	828.5		780.1	
평균	<b>82.85</b>		78.01	

제시한 세척성 평가 방법을 활용하여 분석해 보았다. 주요 부품 10개를 선정하고, 각각에 대하여 세척성 점수를 산정하여 비교하여 보았다. Table 12은 자동변속기 2종에 대한 세척성 평가 결과를 보여준다. Reverse Sun Gear가 자동변속기 2종 모두에서 세척성이 제일 높은 것으로 평가되었다. 그리고, 자동변속기 A에서는 Transaxle Case, 자동변속기 B에서는 Transfer Drive Gear가 세척성이 제일 낮은 것으로 나타났다. 전체적으로는 자동변속기 A가 82.5점으로 자동변속기 B보다는 세척성이 높았다.

### 6. 결론

본 연구에서는 선박 및 다양한 기계부품의 세척성을 평가하는 방법을 제시하였다. 세척성의 세

부용이성을 세척 및 건조과약성, 세척도구 접근성, 세척수월성, 건조수월성으로 결정하였다. 세척성의 정량적인 평가 절차를 제시하였으며, 각각의 세부용이성에 영향을 미치는 다양한 영향요소를 도출하고, 영향요소의 범위에 따라서 평가점수를 부여하였다. 세척성의 세부용이성과 영향요소에 가중치를 산정하였으며, 세척성의 종합가중치와 세척성의 정량적인 평가를 위한 점수 산정 절차를 제시하였다.

본 연구에서 제시된 세척성 평가 점수 산정 절차를 활용하여 자동차의 핵심 부품인 자동변속기 2종에 대한 세척성을 평가하여 사례연구로 제시하였다.

본 연구의 결과를 활용하여 제품이나 부품의 세척성을 평가하고, 세척성이 낮은 공정에 대한 개선안을 마련하여 신제품 설계에 반영하면 재제조성을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

## 후 기

본 논문은 산업통상자원부 산업기술진흥원 “친환경 선박 수리개조 플랫폼 구축사업(과제번호: P0013888)”에 의하여 연구되었습니다.

## 참고문헌

- [1] S. J. Park, W. H. Son, C. S. Jeon, H. S. Mok, “Evaluation of Cleaning Method for Remanufacturing Using Start Motor of Vehicle,” Korean Society of Industry Convergence, vol. 23, no. 3, pp. 381-392 (2020).
- [2] Steinhilper, R., Remanufacturing, Fraunhofer IRB Verlag, (1988).
- [3] H. S. Mok, et al., Remanufacturing Industry for Automobile Parts of USA, Journal of the Korean Society for Precision Engineering, 27(3), 58-65, (2010).
- [4] H. S. Mok, et al., Remanufacturing industry for Automobile Parts of European, Transactions of the Korean Society of Automotive Engineers, 19(1), 38-44, (2011).
- [5] W. H. Son, S. J. Park, J. Y. Jeong, J. H. Kim, H. W. Bin, H. S. Mok, Analysis of Throttle Body’s Remanufacturing Process and RPN, J. of Korean Inst. of Resource Recycling, 25(4), 11-22, (2016).

---

(접수: 2022.11.18. 수정: 2022.12.01. 게재확정: 2022.12.06.)