

철도차량용 화장실 위생설비 개선에 관한 연구

Study on the Railway Vehicle Toilet Sanitation Improvements

이승일*, 이용준**[†], 강영환**, 송문석*

Seung-il Lee*, Yong-Jun Lee**[†], Young-Kwun Kang**, Moon-Shuk Song*

Abstract. Korea Railroad Corporation has applied to the restroom sanitation can greatly be classified as retractable, circulating, vacuum, saemaul passenger has a retractable carriages, carriages, the mugunghwa vacuum, high-speed vehicles and ITX- saemaul circulation has been applied vacuum diet expression. And how to create a vacuum equations vacuum to collect dust in the dirt collection tank, circulation expression group and a structure for reusing wastewater is used, retractable to use fresh water is but little structure is simple and broken sewage collection tank and the toilet seat is the phenomenon that the odor reverse flow in relation to which is connected in series has been generated. The early introduction of the first generation of high-speed vehicles are the lingering odor of sewage and waste water circulating structure using pneumatic valves, many complaints are caused by the recent bad smell. Therefore, this study proposes a plan to ensure high-Jean parts for vacuum generation formula to a minimum and Jean inhalation of dust by vacuum merits of formal and ejection through research and development.

Keywords : Sanitation, Toilet, Vacuum type

초 록 한국철도공사에 적용된 화장실 위생설비는 크게 개폐식, 순환식, 진공식으로 분류할 수 있으며, 새마을 객차에는 개폐식, 무궁화호 객차에는 진공식, 고속차량 및 ITX-새마을에는 순환식과 진공식이 적용되고 있다. 진공식은 진공을 만들어 오물을 오물수집 탱크로 수집하는 방식이고, 순환식은 기 사용된 오수를 재사용하는 구조로 되어 있고, 청수를 사용하는 개폐식은 구조가 간단하고 고장이 거의 없으나 오물수집 탱크와 좌변기가 직렬로 연결되어 있는 관계로 냄새가 역류하는 현상이 발생되고 있다. 초창기 도입된 고속차량 1세대는 공압밸브를 이용하여 오수를 순환시키는 구조로 오수에 의한 악취 발생이 상존하고 있으며 최근 악취에 의한 많은 민원이 발생하고 있다. 그러므로 본 연구에서는 고가인 진공식의 진공발생을 위한 부품을 최소로 하고 진공식의 장점인 진공에 의한 오물의 흡입, 배출 방식을 확보하기 위한 방안을 연구개발을 통해 제안하고자 한다.

주요어 : 위생설비, 화장실, 진공식

1. 서 론

철도차량에는 장거리 여행객을 위한 화장실 위생설비가 설치되어 있으며 한국철도공사에 적용된 화장실 위생설비는 작용방식에 따라 진공식, 개폐식, 순환식으로 분류할 수 있고 차종별로 새마을 열차에 적용된 개폐식과 무궁호 열차에 적용된 진공식, 고속차량 및 ITX-새마을 열차에 적용된 순환식과 진공식으로 분류할 수 있다. 또한 사용하는 물에 의해 분류해 보면 청수를 사용하는 진공식과 개폐식, 오수를 재 사용하는 순환식으로 분류할 수 있다. 그러나 청수를 사용하는 개폐식은 구조가 간단하고 고장이 거의 없으나 오물수집 탱크와 좌변기가 직렬로 연결되어 있는 관계로 냄새가 역류하는 현상이 발생되고 있다.

† 교신저자: 코레일 인재개발원(lees123@korail.com)

* 한국교통대학교 철도차량시스템공학과

** 코레일 인재개발원

초창기 도입된 고속차량 1세대는 공압밸브를 이용하여 오수를 순환시키는 구조로 오수에 의한 악취 발생이 상존하고 있으며 최근 악취에 의한 많은 민원이 발생하고 있다. 그러므로 본 연구에서는 고가인 진공식의 진공발생을 위한 부품을 최소로 하고 진공식의 장점인 진공에 의한 오물의 흡입, 배출 방식을 확보하기 위한 방안 연구를 하고자 한다.

2. 철도차량용 위생설비

2.1 위생설비의 종류 및 특징

2.2.1 중간탱크 진공흡입 가압배출 방식

(1) 작용

무궁화호 객차에 설치되어 있는 제품으로 세척스위치를 누름과 동시에 세척 작용이 일어나며 이젝터를 통해 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 고압이 대기로 분출되고 오리피스 원리에 의해 중간탱크의 진공이 시작된다. 중간탱크의 압력이 $-0.2 \sim -0.3\text{kg}/\text{cm}^2$ 에 도달하게 되면 흡입밸브가 열려 오물을 중간탱크로 흡입하게 되고 다시 중간탱크에 압력을 가해 소정의 압력에 도달하게 되면 배출밸브를 열어 오물을 오물 수집탱크로 배출하며 다시 예비 세척을 하고 작동완료 된다.

(2) 특징

중간탱크 진공방식에 의해 작동되는 구조로 악취 발생이 없고 오물수집 탱크 방식에 비해 작용이 확실하다. 그러나 진공 관계 부품이 정교하여 정비가 어렵고 부품의 가격이 고가여서 유지보수 비용이 많이 들며 진공 발생을 위하여 과도한 공압을 소비한다. 특히 국내 제작 제품에 비해 가격이 고가이다.

2.2.2 오물수집 탱크 진공방식

(1) 작용

중간탱크 방식과 유사하나 특이한 점은 하부의 오물수집 탱크(550L)를 진공시킨다는 것이다. 대용량의 오물수집 탱크를 진공시키게 됨으로써 공압의 소모량이나 진공 발생도에 있어서는 외산에 비해 성능이 떨어진다. 수세스위치를 취급함으로써 동작하며 세척과 동시에 고압의 공기가 진공전자변의 동작에 따라 분출되며 오물수집 탱크내의 공기는 진공 발생 장치에 의해 빨려 올라와 대기로 배출되고 악취 발생을 차단하기 위해 오물수집 탱크와 진공발생기 사이에 냄새제거 필터가 설치되어 있다. 진공이 진행되어 진공도 $-0.2 \sim -0.3\text{kg}/\text{cm}^2$ 에 도달하게 되면 진공스위치는 진공 신호를 제어기로 보내며 제어기는 흡입밸브를 열어 오물을 오물수집 탱크 내로 흡입하는 방식이다.

(2) 특징

부품이 비교적 보수하기 좋은 곳에 위치하며 고장 개소가 간단하여 유지보수가 용이하다. 그러나 진공을 발생시키기 위한 공기 소모가 과도하며, 진공 형성시 악취를 빨아내어 대기로 배출하는 관계로 열차 주행중 악취가 객실로 역류하는 현상이 발생하며 진공 형성에 필요한 시간이 타 제품에 비해 오래 걸리는 단점이 있다.

2.2.3 개폐식 오물처리 장치

(1) 작용

개폐식 오물처리 장치는 가장 간단한 구조로 고장이 거의 없고 세척수에 의한 자연낙하 방식으로 세척하는 방식이며 변기와 오물수집 탱크가 가능하면 직선 구조이어야 하고, 세척시 오물수집 탱크로부터 악취가 역류하는 현상이 발생하며 근래에는 악취에 의한 민원이 증가하고 있다. 또한 세척수의 사용량이 타 제품에 비해 과도하게 많아 급수 탱크의 용량이 커야 하는 단점이 있다. 수세스위치 취급에 동작하며 세척전자변이 작동하여 세척수를 변기 내로 분출하여 세척이 이루어지며 동시에 흡입밸브도 열리게 되어 오물은 세척수와 함께 오물수집 탱크로 흘러 보내지게 된다. 타이머 설정 시간이 되면 세척전자변

이 작동 중단되어 세척수는 더 이상 분출되지 않으며 이어 배출밸브도 닫히게 된다.

(2) 특징

구조가 간단하고 고장이 거의 없으며 유지보수가 용이하다 그러나 과도한 세척수 사용 및 배출밸브의 작동시 악취가 역류하는 현상이 발생한다.

2.2.4 순환식 오물처리 장치

(1) 작용

고속철도차량 1세대에 설치되어 있는 오물처리장치로 주요 구성품은 오물수집 탱크, 변기, 공압밸브, 흡, 배출 밸브로 구성되어 있다. 공압밸브에 공압이 작용하면 공압은 팩킹을 압축하고 하부의 오수는 팩킹에 의해 가압되어 변기 내로 오수를 분출하여 오물을 세척하며 공압밸브 상부의 공압이 제거되며 팩킹은 하부의 스프링의 복원력에 의해 팽창하며 팽창시 오물수집 탱크내의 오수를 공압밸브 내로 흡입하고 대기 상태로 된다.

(2) 특징

구조가 간단하고 작용이 확실하며 고장율이 낮다. 오수를 재사용함으로써 악취가 발생하며 악취 발생을 억제하기 위한 약재의 사용이 필요하다.

3. 고속철도차량용 화장실 위생설비

3.1 구비조건

- (1) 고속차량의 특성은 고속화를 위하여 차체가 가볍게 설계되어 있어 이러한 이유로 많은 양의 물을 적재 하기 어려운 관계로 청수 사용이 제한적이어야 한다. 즉 청수 사용량이 최소한이거나 없어야 한다.
- (2) 오물, 오수의 흡입 작용이 확실하여야 한다.
- (3) 근본적으로 악취 발생이 없어야 한다.
- (4) 유지보수 비용이 적게 소요되어야 한다.
- (5) 완제품의 가격이 기존의 제품과 비교하여 저렴하여야 한다.

3.2 특징

고속철도차량용에 적합한 특성을 만족시키기 위하여 제품의 구조가 간단하고 금속 및 고무 소재의 특징을 살린 구조로 확실한 작용을 보장하며 부품의 개수를 최대한으로 억제하여 고장 발생 빈도를 혁신적으로 줄였으며 유지보수가 용이하도록 설계 하였다.

3.3 주요부품

고속철도차량용 화장실 위생설비의 주요부품 구성을 Fig. 1에 형상을 Fig. 2에 제시하였다.



Fig. 1 고속철도차량용 화장실 위생설비의 구성도 Fig. 2 고속철도차량용 화장실 위생설비 형상

3.4 제약조건

- (1) 철도차량의 고속화는 공사의 당면 과제이고 이런 결과로 철도차량에 설치된 위생설비는 많은 제약이 따르는 장치 중 하나로 여러 까다로운 조건을 수반하고 있다.
- (2) TGV 1세대는 정화조 카바와 화장실 부스를 같이 설계하여 정화조 개조 시에는 화장실 부스를 철거하거나 재설계 또는 그 부분을 절개하여야 하는 어려움이 상존하고 있다.
- (3) 그러나 무엇보다도 고속차량에 적합한 정화조 개발이 선행되어야 한다는 것이다.
- (4) 3.1의 구비 조건에서 언급한 바와 같이 고속차량용 위생설비는 그 자체가 까다로운 조건을 포함하고 있어 위생설비 개발에 어려움이 상존하고 있는 것이다.

3.5 제어 순서도 및 작용 계통도

고속철도차량용에 적합한 화장실 위생설비의 제어 순서도를 Fig. 3에 나타내었다.



Fig. 3 고속철도차량용 화장실 위생설비 제어순서도

4. 결론

고가인 진공식의 진공발생을 위한 부품을 최소로 하고 진공식의 장점인 진공에 의한 오물의 흡입, 배출 방식을 확보하기 위한 방안 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 고속차량의 특성 및 여러 제약 조건을 극복한 제품의 최종 평가는 시험 운행에 있다.
- (2) 시험에서 만족할만한 결과를 얻으면 저렴하고 소재의 특성을 극대화하고, 부품의 개수를 최대한 억제하여 고장율을 줄일 수 있을 것으로 판단된다.
- (3) 특히 성능이 우수하고, 상대적으로 저렴할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 유보선, 김영수, 김한성, 염규학(2009), 철도차량에 설치되는 화장실 실내설비 설계에 대한 고찰, 한국철도학회 2009년도 추계학술대회논문집, pp. 1024-1030.
- [2] 정형일(2012), 광역철도차량(전기동차)내 화장실 설치 검토 연구보고서, 한국철도공사 발간 자료, 2013,