차세대전동차 차량구조체 제작방법 연구
The production method of advanced EMU structural body

*박성혁 [1], #오세찬 [2], #정의진 [3]
*S. H. Park[1](shpark@krri.re.kr), #S. C. Oh(soh@krri.re.kr)[2] , E. J. JOUNG(ejjoung@krri.re.kr)
[1,2] 한국철도기술연구원

Key words : Bolting, Huck boil. Side, End, Roof, Cab

1. 서론

철도차량 구조체의 조립방법은 지금까지 전 용접 구조를 주로 적용하여 제작해 왔다. 용접구조의 경우 구조체의 재질이 마일드강이나 스테인리스강의 경우와 같이 하나의 재질이 적용된 경우 간단하게 제작이 가능하므로 주로 많이 적용돼 오고 있다. 그러나 차량 경량화가 중요시 되면서 다양한 재질이 구조체에 적용되면서 이종금속간의 접합 등의 상황이 발생하면서 용접시 변형 등의 많은 문제가 발생하게 되었다. 또한 차량제작 단가를 낮추기 위해 좀 더 빠르면서 요구강도를 만족시키기 위한 제작방법을 연구하게 되었고, 이에 차세대전동차 구조체 제작과정에서 볼팅 조립 방법을 적용하여 제작하게 되었다. 볼팅조립 방법은 크게 육면체볼팅조립방법과 일반조립방법 등으로 나누어 생각할 수 있다. 본 논문에서는 차세대전동차 제작과정에 적용한 볼팅조립 방법에 대해 소개하고자 한다.

2. 개요

현재 주로 도시철도차량에 적용되는 재질은 알루미늄합금으로 이 재질은 용접 후 용접 조립부[HAZ]의 강도가 현저하게 떨어지는 문제들이 있어서 차체 강도 설계에 커다란 제약이 되어왔으며, 또한, 용접 차체의 경우 충돌사고 등으로 차량의 일부(전두 또는 단부)가 손상 될 경우 유지보수를 위해 차체 전체를 교정 또는 교체해야하는 문제점들이 있어 유지보수 등에도 많은 문제가 발생해 왔다. 이를 보완하기 위하여 차체 주요 파트간의 조립을 리벳 또는 볼팅으로 적용하여 개발하게 되었다.

3. 볼팅 차체의 필요성

1) 구조체의 주요 구성품이 용접이 아닌 볼팅으로 이루어지기 때문에 이종 금속 용접간 용접 특성 상이로 인한 용접부 균열 및 변형, 용접부 강도 저하 등의 문제점을 해결할 수 있으며, 더 나아가 구조체의 역할과 위치에 따라 알루미늄 / Mild Steel / Stainless 재질을 복합적으로 구성할 수 있어, 용접 차체 대비 차체의 강도 보증이 보다 명확하게 확보될 수 있다.

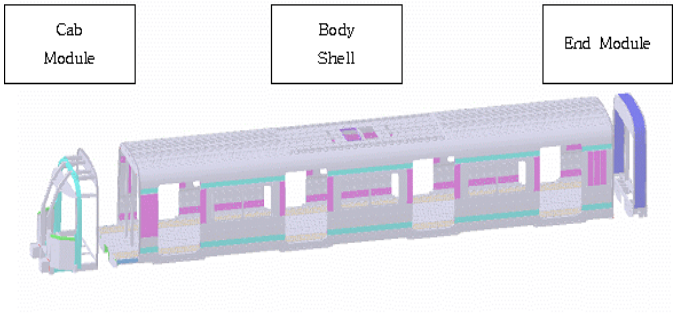
2) 또한, 영구 일체형인 용접 구조 구조체에 비해 볼팅 차체는 주요 구성품의 볼트 체결 방식이라는 특성상, 각 주요 부위의 모듈화가 용이하여, 유지보수성이나 경제성 등에서 많은 장점을 가지고 있다.

3) 이러한 장점들로 인해 현재 해외 Major 제작사들의 경우 철도 차량의 대외 경쟁력 유지/확충을 위해 전략적으로 볼팅 차체들을 적극 적용하고 있는 추세이다.

4. 볼팅 차체의 제작방법

현재 볼팅 제작방법은 CAB, BODY, END 부위만을 볼팅하는 방식과 ROOF, SIDE, END, U/F 모두 볼팅조립하는 방식으로 나눌 수 있다.

1) CAB, BODY, END 각각의 부위는 모두 용접 방식으로이루어지며, Cab 모듈, End 모듈, Body 모듈간만 볼팅제작하는 방식으로 현재 일반적으로 적용되는 방식이다.



[그림 1] 차체 용접구조 및 Cab & End 모듈 구조

2) 구조체의 주요 구성품(Underframe, Side frame, Roof structure, End structure) 각각을 용접 모듈로 제작하고 이들 모듈 간의 제작은 볼트 체결 방식을 적용하는 것으로 위의 방법보다 좀 더 앞선 볼팅방식이라 말할 수 있다. 이 방법은 현재 해외 Major 철도차량 제작사에서 상용화하여 철도 차량에 적용하고 있으며 지속적으로 기술 발전중인 방식이다.

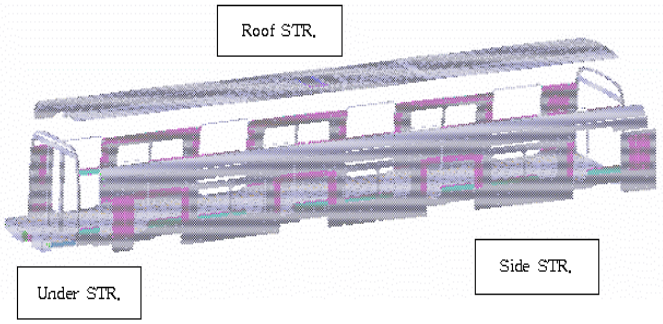


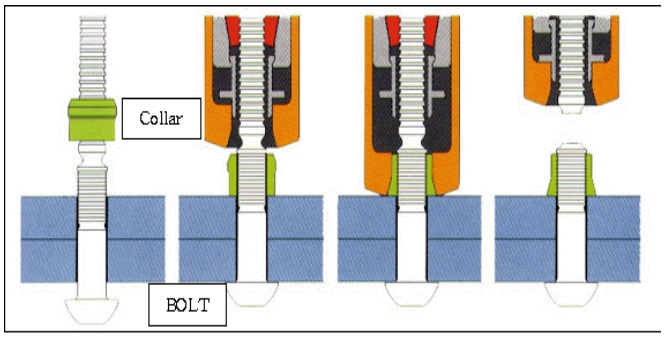
그림 1] 차체 육면체볼팅구조 및 u/f, side, roof 모듈구조

3) 차세대전동차 제작과정에서는 위의 방법보다 한 단계 더 나아가 ROOF/SIDE/U.F 각 부위에 설비품까지 모두 취부한 후 볼팅하는 방식을 적용하여 차량제작 공수를 확실히 줄여 차량의 가격경쟁을 확보할 수 있도록 하였다.

5. 볼팅조립 방법

1) 구조체의 조립에 사용되는 볼트는 Huck bolt 이며, 이미 표준화되어 적용되어지는 방식이다.

2) Huck bolt 의 경우 이미 표준품으로 제작되어 각 볼트마다 보증하는 강도가 있으므로 설계에 의해 적절한 선택을 한 후 사용한다면 체결 후 별도의 보완 작업이 필요가 없기 때문에, 한 번의 조립 체결로 연결 부재간의 확실한 연결을 보증할 수 있는 장점이 있다.



[그림 4] Huck bolt 를 이용한 조립 방식

5. 결론

차세대전동차 구조체 제작에 적용된 볼팅조립 구조의 경우 위에서 언급한 바와 같이 손쉽게 적용 가능한 방식으로 앞으로 차량제작과정에서 많이 적용될 것으로 예상된다. 차량의 경량화, 유지보수성의 향상, 제작공수 절감 등의 요구조건은 철도차량이 해결해야 할 문제점들로 볼팅조립을 적용하므로 많은 부분이 개선될 것으로 사료된다. 앞으로 볼팅조립 방법의 확대 적용으로 예상되는 차량의 진동 및 소음저감, 신뢰성 확보 등의 분야를 지속적으로 연구, 보완해 나갈 방침이다.

참고문헌

1. 황증진(2006), “철도안전관련법령집”
2. “차세대전동차 기술개발사업 3 차년도 보고서” 한국철도기술연구원, 2008.8
3. “차세대전동차 기술개발사업 4 차년도 보고서” 한국철도기술연구원, 2009.8