<응용논문> DOI http://dx.doi.org/10.3795/KSME-A.2015.39.8.787 ISSN 1226-4873(Print)
2288-5226(Online)

장갑판재의 표면처리에 따른 인서트 체결력 변화 연구

황부일*† · 양상훈** · 김치환**
* 국방기술품질원, ** 두산 DST 방산연구소

A Study on The Change of Insert Clamping Force Influence According to the Surface Treatment of Armor Aluminum Alloy Plate

Bu Il Hwang*†, Sang Hun Yang** and Chi Hwan Kim**
* Defense Agency for Technology and Quality,
** Defense Research & Design Center, Doosan DST.

(Received August 1, 2014 ; Revised April 23, 2015 ; Accepted May 4, 2015)

Key Words: Chromate(크로메이트), Armored Vehicle(장갑차), Aluminum(알루미늄), Insert(인서트)

초록: 장갑차의 창정비나 성능개량시 인서트를 교체할 수 없는 특수한 경우에는 크로메이트처리를 재수행함에 따라 체결력이 저하될 수 있는 리스크가 있다. 본 논문에서는 장갑차의 소재로 사용되는 알루미늄 판재에 인서트를 삽입한 채로 크로메이트를 할 경우, 인서트 체결력의 변화에 대하여 연구하였다. 판재의 표면처리와 인서트의 종류에 따른 영향성을 파악하기 위해 실제조건과 동일한 시편으로 파단강도를 측정하였다. 이러한 시험을 통해 차량 동체 제작 공정 기반을 마련하였다.

Abstract: In some cases which are unable to replace the inserts when the depot maintenance or performance improvement of armored vehicles are carried out could have a risk of declining clamping forces by re-processing chromate. The change in the clamping forces of inserts has been investigated by applying a chromate process to hold the insert on the aluminum plate of the armored vehicle in this paper. In order to identify the effect of types and surface treatment, the breaking strength has been measured by the equivalent test item to the actual conditions. These tests would contribute the establishment of the armored vehicle production process.

- 기호설명 -

σ_t : 인장강도(N/㎟)
W_{max} : 최대인장하중(N)
Ao : 단면적(㎟)

1. 서 론

궤도형 장갑차의 소재로 사용되는 알루미늄은 산소와 화합력이 강하고, 대기 속에 방치되면 자연 발생 산화 피막이 발생되며 더구나 공기 속의 수분에 의해서도 수산화피막을 생성하는 수가 있다. 자연 산화피막은 어느 정도 내식성을 갖추고 있지만, 두께와 범위가 불균일하기 때문에 전체적으로는 내식성이 부족하다. 특히 알루미늄은 도장하고 싶어도 표면처리 없이는 대부분의 도료가 부착되기 어려운 특성을 지니고 있다. 크로메이트(Chromate) 처리는 대기중에서 생성되는 자연산화피막(Al_2O_3)을 억제 시키는 코팅으로써 두께가 얇고 내식성을 요구하는 경우나, 도장의 하지용으로 밀착성을 향상시키기 위해서 인공적으로 화학용액과 알루미늄금속과의 화학적인 반응을 이용하여 화성피막을 얻는 처리 방법이다.[1] (Fig. 1 참고)

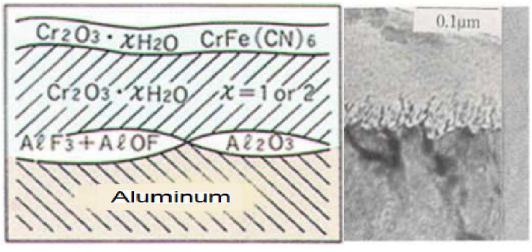

Fig. 1 Surface treatment of aluminum

†Corresponding Author, good4day@naver.com
Ⓒ 2015 The Korean Society of Mechanical Engineers

크로메이트 처리는 1935 년 미국에서 개발되었고 원래는 아연도금과 내식성을 향상시키기 위해 적용되어 카드뮴도금 대신 사용하게 되었다. 이 크로메이트 처리는 아연도금 및 카드뮴도금후의 후처리로 사용되기도 하며, 알루미늄 소지상에 단독처리하기도 한다.[2] 크로메이트 용액은 크롬산(H_2CrO_4), 중크롬산($H_2Cr_2O_7$) 등의 염류로서 수용액은 보통 황색내지 적색이다. 강력한 산화제로 작용하므로 금속의 세정장치(Fig. 2 참고) 방식 등에 쓰인다. 종류로는 크롬산, 크롬산칼륨, 크롬산나트륨, 중크롬산나트륨, 수산화크롬 및 황산 크롬 등이 있다.[3]

크로메이트 처리의 가장 큰 목적은 소지면을 안정화하여 내식성을 향상시키는데 있다. 일반적으로 금속의표면은 불안정하여 공기중의 산소나 물을 흡착하여 화합물을 형성하기 때문에, 금속표면을 안정한 피막으로형성시켜 금속의 내식성을 증대시킬 필요가 있다. 크로메이트 처리된 금속표면의 피막은 치밀하고 견고해 내식성이 좋고 공기 중에서도 안정하여, 경제성과 요구특성을 함께 고려할 때 크로메이트 처리가 가장 많이 사용되고 있다.[4]

본 논문에서는 장갑차의 차체용 소재로 사용되는 알루미늄 판재에 인서트를 삽입한 채로 크로메이트 처리를 할 경우, 인서트 체결력의 변화에 대하여 연구하였다

2. 알루미늄 판재의 크로메이트 처리에 따른 체결력 시험 및 결과 분석

2.1 시험 목적 및 시험제원

이 시험의 목적은 알루미늄 판재에 인서트를 삽입한 채로 크로메이트 처리를 할 경우, 인서트 체결력의 변화를 관찰하여 차량 동체 제작 공정에 반영하기 위함이다.

크로메이트 처리는 KS 규격인 KS W 1120[5] 또는 MIL 규격인 MIL-DTL-5541[6]에 따라 진행하며, 피막제로는 MIL-DTL-81706[7]의 품질 요구사항에 따라 승인된 분말타입의 Alodine 1200S 를 사용하였다.

Fig. 2 Chromate tank

일반적인 판 체결을 위한 볼트는 MS90726[8]규격의 1/2"볼트로 체결되는 모재의 종류는 Fig. 3 과 같다.

재료시험기에 체결될 수 있도록 제작한 8 개의 시편에 대해 A 군과 B 군으로 나누어 크로메이트 처리방법을 달리 하였다. A 군은 전처리와 크로메이트 처리 후 인서트를 삽입하였으며 B 군은 A 군의 과정이 완료된 후에 재크로메이트 처리를 하였다. 4 개의 시편에 크로메이트 처리방법에 따라 A, B 군으로 나누어 지며 각 방식에 따라 총 3 회의 시험을 진행하므로 총 24 개의 시편으로 구성된다.

2.2 인장시험을 통한 체결력 측정

시편이 준비되었으면 체결력 측정을 위해 시편

Specimen 1		Specimen 2	
Material	General	Material	General
Insert	Coil	Insert	Key tiyp
General : KS D 6701, A5083P-H112[9]			
Specimen 3		Specimen 4	
Material	General	Material	plated
Insert	Rosan	Insert	Rosan
Plated : MIL-DTL-46027K, 5083[10]			

Fig. 3 Test specimens and shape

Fig. 4 Surface material testing machine

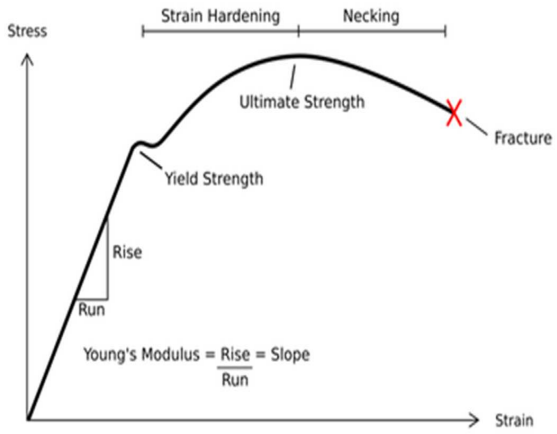

Fig. 5 Graph of tensile strenth

의 인장시험을 위한 재료시험기(Fig. 4 참고)를 사용한다.

먼저 볼트와 시편을 볼트의 공칭지름(D)의 1.5 배가 되도록 체결한다. 볼트가 체결된 시편을 시험장비에 체결하여 인장시험을 실시하였다(Fig. 5 참고).

$$\sigma_t = \frac{W_{max}}{A_0} \quad (1)$$

인장시험의 조건은 3mm/min 의 속도로 인장하며, 모재의 나사산이 파손되기까지의 최대인장하중을 측정하고 이후 인서트가 돌출되면 시험은 종료된다.

A, B 군 8 종의 총 24 개의 시편에 대한 인장시험을 수행하였다. (Fig. 6 참고) 시험 모두 인서트와 알루미늄판재 사이에 1 개의 나사산이 이탈되었을 때 Fail 이 나타나는 경향을 보였다(Fig. 7 참고).

시편의 재질 및 인서트의 종류, 크로메이트 처리방법에 따른 체결력 측정결과는 Table 1 과 같다.

시험결과를 토대로 A 군과 B 군 사이의 관계를 비교해 보았다. 전체적으로 크로메이트 처리후 인서트를 체결한 A 군보다 인서트 체결후 크로메이트 재처리 과정을 거친 B 군의 체결력이 약해졌음을 확인할 수 있다.

세부 경향을 살펴보면 일반판재에 코일인서트를 체결한 시편 1 과 일반판재에 로잔인서트를 체결한 시편 3 은 약 3%정도 체결력 감소를 나타내었다. 반면에 일반판재에 키인서트를 체결한 시편 2 와 장갑판재에 로잔인서트를 체결한 시편 4 의 체결력은 1% 수준으로, 체결력은 약해졌지만 거의 동일한 수준으로 나타났다.

파단강도가 약 80kN 대인 시편 1, 3 과 약 90kN 대인 시편 2, 4 의 체결력 변화에 대한 비교를 해본

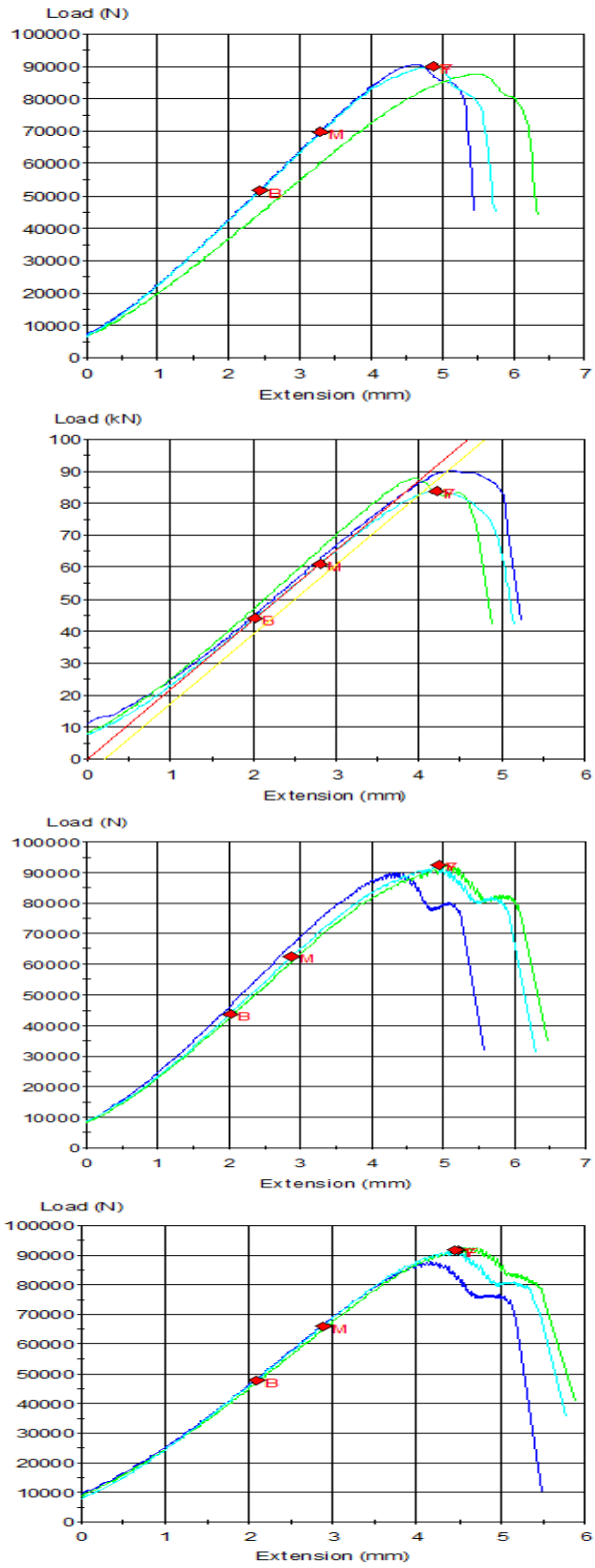

Fig. 6 Result of tensile test

결과 파단강도 값이 높은 시편의 경우 상대적으로 체결력 변화가 미비함을 알 수 있다. 즉, 파단강도가 높은 경우, 크로메이트 처리가 인서트와 볼

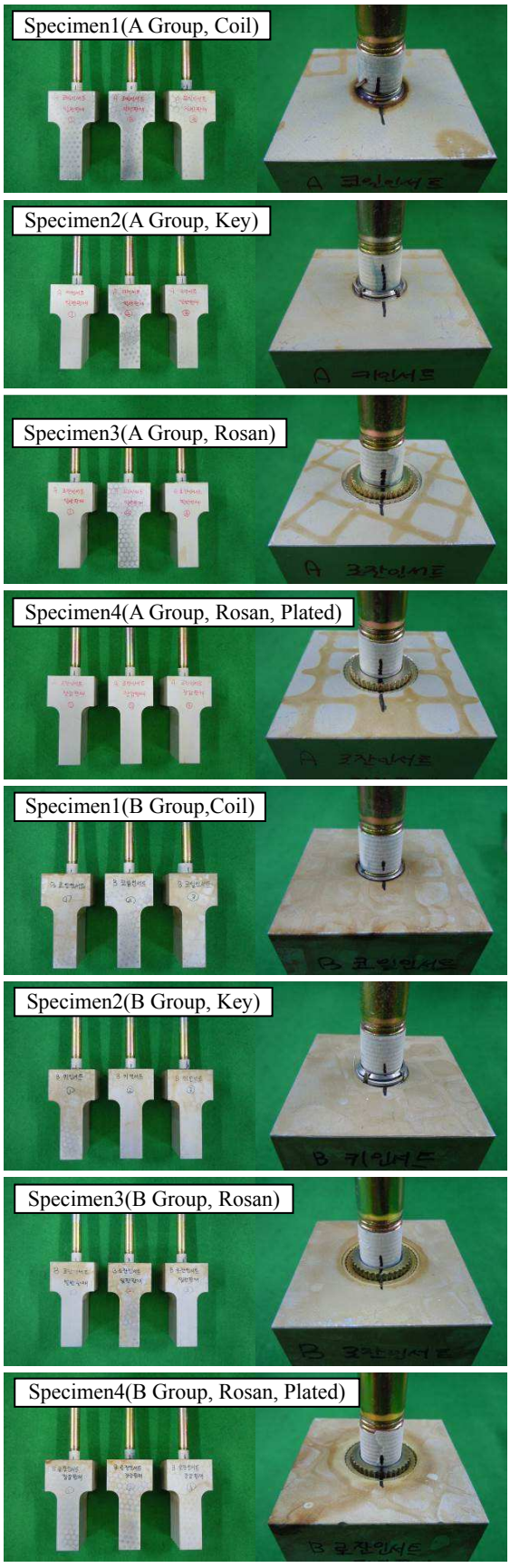

Fig. 7 Break shape of specimens

Table 1 Result of clamping force

Separation		A Group (kN)	B Group (kN)	B/A (%)
Specimen 1	Failure load	89.5	87.4	98
	Standard deviation	1.5	3.2	
Specimen 2	Failure load	91.5	90.8	99
	Standard deviation	1.3	2.6	
Specimen 3	Failure load	82.0	79.7	97
	Standard deviation	3.3	1.5	
Specimen 4	Failure load	90.3	89.8	99
	Standard deviation	3.3	1.2	

트의 체결력에 대한 영향력은 무시할 수 있는 수준 있다고 판단할 수 있다.

3. 결 론

본 연구에서는 장갑 알루미늄 판재 및 일반 알루미늄 판재의 크로메이트 재처리에 따른 체결력 영향성을 확인하였다. 크로메이트 처리는 금속표면에 크롬산염 피막을 형성시키는 화성피막을 얻는 표면처리방법으로 인서트가 조립된 판재를 크로메이이트 처리를 할 경우 그 틈새에 크롬용액이 침투하여 판재와 인서트간에 간격을 형성시켜 체결력 저하의 위험이 있다. 일반적인 장갑차의 차량동체 제작시에는 전처리 후 크로메이트처리를 거쳐 인서트를 체결하는 제작 공정으로 진행되지만, 창정비나 성능개량시 인서트를 교체할 수 없는 특수한 경우에는 크로메이트처리를 재수행함에 따라 체결력이 저하될 수 있는 리스크가 있었다.

이번 시험을 통해 크로메이트 재처리에 따른 경향 및 체결력 감소량을 확인할 수 있었으며, 차량동체에 조립되는 구성품의 특성 및 체계 요구조건에 따라 체결되는 인서트, 볼트의 종류 및 크기, 수량을 산정하고 설계 및 제작공정에 반영하는데 연구결과를 활용하여 실제 공정에 활용할 수 있게 되었다.

참고문헌
(References)

(1) Namgung, H., 2006, “A Study on Environmental-Friendly Chromate Treatment for Zn Electroplating,”

Master's Thesis, Inha University, pp. 1~7.
(2) Zhao, J., Xia, L., Sehgal, A., Lu, D., McCreery, R. L. and Frankel, G. S., 2001, "Effects of Chromate and Chromate Conversion Coatings on Corrosion of Aluminum Alloy 2024-T3," Surface and Coating Technology, Vol.140, pp. 51~57
(3) Maeda, S. and Yamamoto, M., 1998, "The Role of Chromate Treatment after Phosphating in Paint Adhesion," *Progress in Organic Coatings*, Vol.33, pp. 83~89
(4) Kim, S. W. and Lee, C. T., 2006, "Environment-Friendly Trivalent Chromate Treatment for Zn Electroplating," *J. Korean Ind. Eng. Chem*, Vol.17, pp. 433~442
(5) Korean Industrial Standards, 1988, "Aerospace Process-Chemical Conversion Coating for Aluminium Alloys-General Purpose, KS W 1120"
(6) Military Standards, 2006, "Chemical Conversion Coatings on Aluminum and Aluminum Alloys, MIL-DTL-5541"
(7) Military Standards, 2006, "Chemical Conversion Materials for Coating Aluminum and Aluminum Alloys, MIL-DTL-81706"
(8) Military Standards, 1998, "Screw, Cap, Hexagon Head (Finisfed Hexagon Bolt), Steel, Grade 5, Cadmium Plated, UNF-2A, MS90726"
(9) Korean Industrial Standards, 1962, "Aluminum and Alunimum Alloy Sheets and Piates, Strips And Coined Sheets , KS D 6701"
(10) Military Standards, 2007, "Armor Plate, Aluminum Alloy, Weldable 5083, 5456, and 5059, MIL-DTL-46027K."