

본드 조건에 따른 Door Gamish Seal 접착 특성 연구

A Study on Adhesive Characteristics of Door Gamish Seal by Bonding Condition

*#박경민¹, 고영호², 안동찬³, 안병규⁴, 김진구⁵, 정재연⁶

*#K. M. Park(kmpark@jaic.re.kr)¹, Y. H. Ko², D. C. Ahn³, B. K. Ahn⁴, J. G. Kim⁵, J. Y. Jung⁶
 1,2,3,4,5 (재)전라북도자동차부품산업혁신센터, ⁶전북대학교 정밀기계공학과

Key words : Door gamish, Seal, Bond, Adhesive, Strength, Specimen

1. 서론

차량용 도어 가니쉬 씰(Door gamish seal)은 도어 개폐시 발생되는 이음을 방지하고, 도어의 충격을 완화시키고, 비나 눈과 같은 기상현상이나 다른 발생요인에 대한 누수(漏水) 방지 등의 기능을 가진다. 일반적으로 도어 가니쉬는 대부분의 국내의 차량에 장착되고 있어 큰 시장규모를 가지고 있는 반면에 씰을 접착하는 데 있어 작업자의 수작업에 의존하는 형태로 공정이 진행되고 있어 씰 접착에 대한 품질이 고르지 못한 사항이다.

현재 국내 완성차메이커인 A사의 경우 도어 가니쉬용 씰 접착은 OEM 도면상에 본드를 이용하도록 되어 있고, 일정한 접착력을 유지하도록 표기되어 있으나, 도어 가니쉬 제작에서부터 도장, 씰 접착 후 납품하고 있는 부품업체인 B사의 경우, 대부분 양면테이프를 활용한 테이핑(Taping) 작업과과 순간접착제를 이용한 본딩(Bonding)작업을 숙련된 현장인력을 동원하여 수작업으로 동시에 수행하고 있다. 그러나, 이런 수작업에 따른 씰 접착공정에 있어서 많은 작업시간(work time)이 소요됨은 물론 높은 불량률이 발생하고 있어 생산성 및 작업환경을 개선해야 할 필요성이 높다고 할 수 있다. 특히, 수작업의 본딩공정 중에서 씰의 부착면 외의 표면이나 제품 도장면에 본드가 묻는 불량률이 많이 발생할 뿐만 아니라, 작업자의 감각에 의한 불균일한 본드액을 살포함에 따라 씰의 접착력에 차이가 발생하여 납품 후 차량에 장착하는 과정에서 도어 가니쉬의 씰이 떨어짐으로써 OEM업체로부터 클레임(Claim)이 발생하는 사례가 많이 발생하고 있다.

이에 B사는 이러한 기존 공정상의 문제를 해결하기 위해 도어 가니쉬 씰 접착 자동화시스템을 개발하고자 하였으며, 핵심요소 시스템인 본드 접착시스템에 적용하기 위해 씰 접착에 필요한 본드 분사특성과 그에 따른 접착력 분석이 요구되어졌다.

따라서, 본 논문에서는 다양한 본드 조건에 따른 도어 가니쉬 씰의 접착강도를 분석함으로써, 씰 본드 접착시스템에 요구되는 본드 사양선정이나 본드 분사량 선정 등을 연구하고자 한다.

2. 실험방법

본 연구를 수행하기 위해서 현재 납품처가 요구하고 있는 접착력 기준치를 확인하고, 현재 제품의 접착력을 측정하고, 다양한 본드 조건에 따른 접착력을 상대 비교 평가함으로써 자동화시스템의 최적 접착조건을 제시하고자 하였다.

2.1 본드 사양선정

Table 1 Specification of adhesive bond for seal

Contents	Bond type		
	B401	B460	B480
주성분	Ethyl cyanoacrylate	Alkoxyethyl cranoacrylate	Ethyl cyanoacrylate
외관(경화 전)	투명 무색 액상	투명 무색 액상	검은 액상
조성	일액형	←	←
점도	Low	Medium	Low
경화	Humidity	←	←
접착재질	나무, 종이, 가죽, 고무류	금속, 플라스틱, 합성고무	금속, 플라스틱, 고무류
가격	저	중저	중

본 연구에 적용된 본드는 접착 대상부품의 재질, 요구 접착강도, 경화시간, 점도, 안정성 및 사용온도 등의 고유 사양은 물론 제품 단가에 영향을 주는 가격을 고려하여 선정하였다.

2.2 실험장치 제작

씰 접착력을 측정하기 위해 측정할 수 있는 별도 접착력 측정장치를 설계 및 제작하였으며, Fig. 1은 제작된 접착력측정장치의 개략도 및 제작 모습을 보여주고 있다.

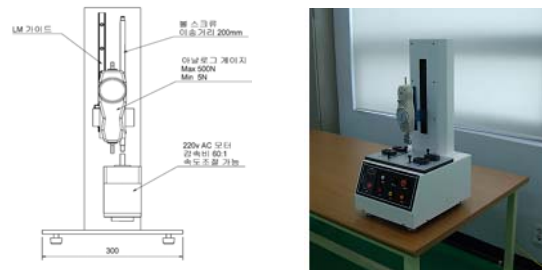


Fig. 1 Schematic of device for adhesive strength test

시험시편은 도어 가니쉬와 씰에 있어 동일한 재질로 별도 제작이 어려워 실제 제품을 일정한 모양과 크기로 절단하여 사용하였다. 시험조건은 온도 22~25℃, 습도 50±5%에서 씰 위에 본드를 방울타입 2조건(분사량 0.002cc, 0.006cc)과 라인타입(분사량 0.02cc)으로 각각 떨어뜨린 후 도어 가니쉬와 서로 접합하여 가볍게 누르고 약 30분 동안 유지한 후 측정장치를 통해 접착력을 측정하였다. 이때, 도어 가니쉬 시편은 접착시험장치의 고정핀으로 고정하고, 씰 시편의 접착되지 않은 반대 면을 접착시험장치의 집게장치로 잡아 시편의 90도 방향으로 125mm/min의 이송속도로 윗방향으로 잡아당기며 최고 박리강도값을 측정하였다.

Fig. 2는 시험시편 형상과 시험방법, 본드 분사조건 개략도이며, Table 2는 접착강도 측정을 위한 시험조건을 나타내었다.

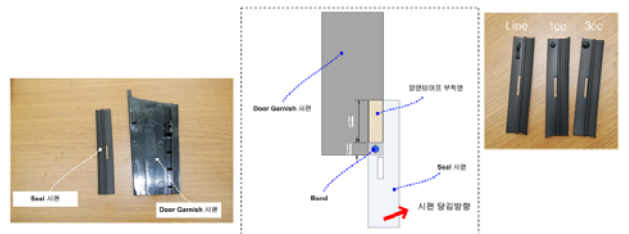


Fig. 2 Figure of test specimen, test method and bond condition

Table 2 Condition of seal adhesive strength test

Contents	Bond type	Bond Condition		
		Circle A (0.002cc)	Circle B (0.006cc)	Line (0.02cc)
Tape	×	B 401	×	○
		B 460	×	○
		B 480	×	○
	○	LOCTITE 401	○	○
		LOCTITE 460	○	○
		LOCTITE 480	○	○
○	×	All area		

Note) ○ : applied, × : non-applied

2.3 해석 모델링

다양한 접착제를 이용한 도어 가니쉬와 쉘 간의 접합강도 결과값을 검토하여 접착제 선정의 타당성 확보하기 위해 CAE 기법을 적용하여 Table 3과 Fig. 3과 같이 모델링을 수행하였다.

Table 3 Condition of FE model for seal adhesive strength

Contents	Condition
Node / Element	21,117 / 13,954
Element Type	C3D8RH/ COH3D8/ C3D8R
Material Type	Solid, Homogenous/ Cohesive
Material Property	Plastic/ Rubber/ Adhesive
Boundary Condition	Plate Door Garnish: Fix Rubber Seal: UY=50mm
Analysis Solver	ABAQUS

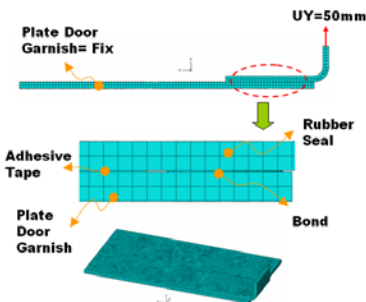


Fig. 3 Figure of modeling for seal adhesive strength

3. 실험 및 해석결과

먼저 선정한 3가지 타입의 본드에 대해 방울타입인 Cycle_A 조건에서 접착력측정장치를 통해 접착강도를 측정하였다. 해당 값은 각각의 시편에 대해 3차례 이상 측정된 값을 평균하였으며, Fig. 4와 같이 B401과 B460은 거의 유사하였으며, OEM에서 제시한 최소 접착력 범위인 9~11N에 훨씬 미치지 못했다. 이는 고무재질의 Seal에 얇은 코팅막이 형성되어 있어 본드에 대한 접착력이 실제 모재에 큰 영향을 주지 못하고, 오히려 코팅부분이 탈락되어 나오는 경향으로 판단된다. 한편, B480은 이러한 조건임에도 불구하고 B401과 B460과 비교시 약 5배 이상의 접착력으로 OEM 기준값 정도의 접착력을 보여주었다.

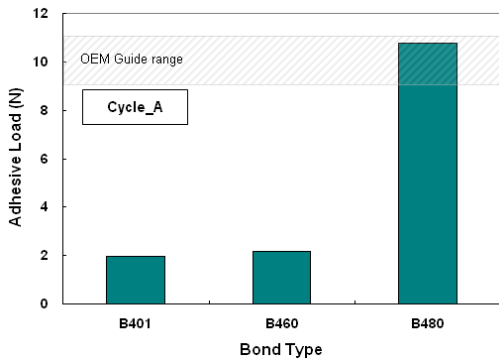


Fig. 4 Test result of adhesive strength by bond condition

다음에는 본드종류별 본드 분사조건에 따른 접착력을 비교 측정하였다. Fig. 5의 그림에서 알 수 있듯이, B401, B460은 3가지의 본드 조건에 대해서 모두 요구값을 훨씬 못미친 1.3~4.8N 수준에 지나지 않았으며, B480의 경우에는 Cycle_B, Line 조건과 같이 일정 접착면적 이상에서는 요구값을 만족하고 있다. 이러한 결과는 앞서 설명한 바와 같이 쉘 표면상태에 의한 결과로 예측되며, 시험 후 시편을 확대 분석한 결과, 표면조건이 깨끗하지 못함을 알 수 있었다. 한편, 본드 B401에 대해 해석 수행결과, 값의 차이는 많았으나, 유사한 경향의 결과를 확인하였다.

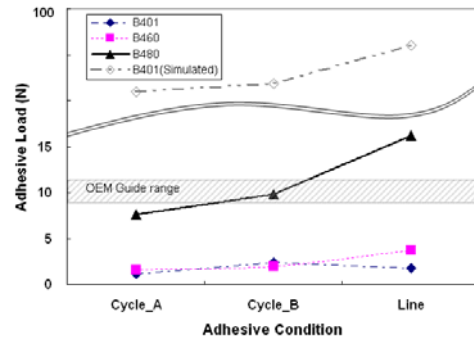


Fig. 5 Test result of adhesive strength by bond & tape condition

한편, 이러한 본드조건만으로 만족하지 못한 접착력은 기존 방식에 따른 양면테이프와의 조합으로 해결하고자 하였으며, 각 본드에 양면테이프를 적용하여 접착력을 측정하였다. Fig. 6과 같이 각 시험결과, 모든 종류의 본드와 조합시 기준값 이상의 결과는 나타내었고, 본드 분사 접착면적의 증가에 대해서도 약 10% 정도 접착력이 향상되는 경향을 보여줬다.

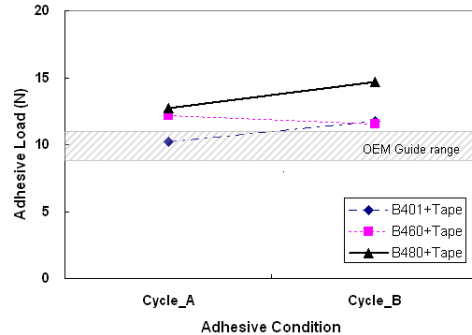


Fig. 6 Test result of adhesive strength by bond & tape condition

도어 가니쉬 쉘의 본드 접착 기준은 본드와 양면테이프를 함께 적용할 경우, 기존 수작업방식의 접착강도를 대부분 만족하고 있으므로, 가장 적은 양을 분사하는 조건과 가격이 저렴한 본드를 결정하는 것이 중요한 항목이라고 할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 본드 조건에 따른 차량 도어 가니쉬용 쉘 접착 특성을 연구하였으며, 연구결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 본 제품의 경우, 본드 종류나 본드 분사조건에 따라 접착력을 측정할 결과, B401과 B460은 OEM 기준치에 훨씬 미치지 못하였으며, 이는 본드가 고무재질의 쉘 모재에 침투하지 못한 채 표면의 얇은 코팅막 형태로 탈락되기 때문으로 판단된다. 둘째, 요구하는 접착강도를 얻기 위해 양면테이프와 조합하였으며, 측정 결과, 대부분 OEM 기준치 이상의 접착력을 나타내고 있어, 가니쉬 쉘에 적용하기 위해서는 양면테이프와 함께 가장 적은 본드량과 가장 저가의 본드인 B401 Cycle_A조건으로 적용하는 것이 타당함을 알 수 있었다.

후기

본 연구는 군산클러스터추진단의 2007년 현장맞춤형 기술개발사업의 일환으로 수행되었음을 알려드립니다.

참고문헌

1. I. Skeist, "Handbook of Adhesives," Reinhold, 1977
2. C. L. Mahoney, Epoxide-Based Adhesives Offer Strength and Endurancy, Adhesives Age, May, p. 31, 1986
3. 염성호, 박현진, 장승용, 우호길, "접착제의 기계적 물성을 고려한 비선형 해석," 한국정밀공학회 2007 추계 학술대회 논문집, pp. 387 -388