

이종재료 접착이음부의 접합강도에 미치는 표면처리방법 및 하중속도의 영향

Effect of methods of surface treatment and loading speed on bond strength for different materials

이중삼*, 국중하*, 임재규**

* 전북대학교 대학원, **전북대학교 기계공학부

1. 서론

자동차 구조물에 있어서 냉간 압연 박강판 및 플라스틱 재료는 대량으로 사용되고 있는 재료들이다. 종래에는 이들 구조물의 결합방법으로 강판 및 강판은 점용접에 의존하였으며, 플라스틱과 금속의 결합은 리벳, 볼트체결 등 방법이 주로 이용되었다. 그런데 접착제 접합의 각종 우수한 특성 및 구조용 접착제 접합 기술의 진보와 더불어 금속/금속간, 특히 금속/플라스틱 결합과 같은 이종재료의 결합방법으로 접착제에 의한 접합방법의 적용이 날로 늘어는 추세이다.

접착제 접합공정에서 피착재의 접합부 표면처리는 접합강도 및 내구성에 막대한 영향을 미치며, 각종 표면처리 기술이 광범위하게 개발되고 있다⁽¹⁾. 접합부의 접착기구는 주로 기계적, 화학적 및 흡착 등 작용이며, 표면처리를 거친 후, 피착재에서 발생하는 어떠한 구조상의 변화, 형태의 변화 및 화학성분의 변화는 모두 접합성능에 영향을 미칠 수 있다⁽²⁾⁽³⁾. 따라서 피착재 표면처리방법과 접합부 강도의 관계를 규명하는 것은 접착제 접합연구의 중요한 구성부분이다.

한편, 접착제 접합에서 접착제는 대체로 고분자 재료이며, 그것의 특성에 의해 강도는 하중속도에 상당한 영향을 받으며, 접합이음부의 강도평가에 있어서 하중속도의 영향에 대한 검토는 필수적이다⁽⁴⁾.

본 연구에서는 2액형 에폭시 접착제로 냉간 압연강판을 상호 접합하거나 또는 냉간 압연강판과 플라스틱을 접합한 피착재의 접합부 표면을 몇 가지방법으로 처리하여 피착재 표면처리방법과 접합부의 강도와의 관계를 규명하고자 한다. 또한 인장-전단 시험 시 하중속도를 변화시켜 접합강도에 미치는 하중속도의 영향을 고찰하였다.

2. 실험재료 및 방법

2.1 시편재료

본 연구에 사용된 시편재료는 냉간압연 박강판과 고강도 플라스틱 ABS로서, 시편재료의 구성은 강판/강판 및 강판/플라스틱이다.

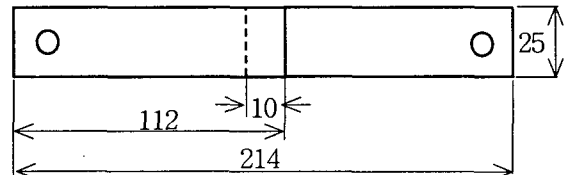


Fig. 1 Schematic diagram of specimen

2.2 피착재 접합부의 표면처리

본 연구에 사용된 시편의 형상은 그림 1과 같은 단일접침 인장시편이다(ASTM-1002참조). 강판의 처리는 접합부를 아세톤으로 깨끗이 닦아낸 Degreasing(이하 DE시편으로 칭함), 100# 연마지로 연마한 Grinding(이하 GR시편), 시편표면에 고속으로 모래를 분사한 Sand blasting(이하 SB시편)등 3가지 방법을 택하였다. 플라스틱의 처리방법으로 Corona 방전에 의한 처리(이하 CO시편), Flammng 처리(이하 FL시편), 저압 플라즈마 처리(이하 LP시편)등 3가지 방법이였다.

2.3 시험방법

접합부가 인장-전단하중 작용에서의 강도를 고찰하고자 인장-전단시험을 진행하였으며, Instron사의 만능인장시험기를 이용하였다. 하중속도가 강도에 미치는 영향을 알고자 하중속도를 각각 0.005, 0.05, 0.5, 5, 50mm/min등 5가지로 조정하였다.

2.4 표면조도의 측정

강판 표면처리 후, 표면조도의 변화를 고찰하고자 접촉식 표면조도계를 이용하여 표면처리부위에 대하여 X, Y 방향 각각 5부위에 대하여 표면조도를 측정하고 결과치를 평균하였다. 측정결과 GR, DE, SB각 시편의 평균조도는 각각 Ra 0.71, Ra 1.37, Ra 1.75로 나타났다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 접합부의 인장-전단강도에 미치는 표면처리법의 영향
 3가지 표면 처리된 강판/강판 시편의 인장강도는 그림 2에 나타내었다. 최대 인장-전단하중 Pmax은 SB, GR, DE 순이었다. 일례로 하중속도가 0.05인 경우 강도가 가장 큰 SB시편은 DE시편 및 GR보다 각각 30%, 18%크게 나타났다. 여기서 주목해야 할 것은, 일반적으로 표면조도가 큰 경우 강도가 높게 나타난다. 그러나 본 시험의 결과는 표면조도가 작은 GR시편(Ra 0.71)이 표면조도가 보다 큰 DE시편(Ra 1.71)보다 큰 강도를 보여줬다는 사실이다. 이는 강판의 야연도급층이 연마에 의해 제거되면서 표면이 활성화되어 접착제와의 결합력이 증가되는데 기인한 것이라 사료된다.

강판/플라스틱 시편에 있어서 플라스틱 소재의 표면처리방법이 강도에 미치는 영향은 인장-전단 시험결과로서 그림 3의 그래프에 나타내었다. 볼 수 있는 바와 같이 FL, CO, LP 순으로 강도가 큰 것을 알 수 있었다. 따라서 저압플라즈마 처리방법이 강도향상에 가장 효과적임을 보여주었다.

3.2 접합부 인장-전단강도에 미치는 하중속도의 영향

그림 4와 5는 각각 강판/강판시편과 강판/플라스틱 시편에 대하여 하중속도를 0.005, 0.05, 0.5, 5, 50mm/min으로 변화시켜 수행한 인장-전단시험결과를 보여준다.

강판/강판시편의 경우 표면처리방법에 관계없이 하중속도의 증가에 따라 접합부의 최대하중이 증가하는 경향을 보였다. 또한 아주 작은 하중속도와 큰 하중속도에서 비교적 큰 폭의 증가를 보였고 중간속도에서는 완만한 증가를 보였다.

강판/플라스틱 시편에 있어서 접합부의 최대강도는 플라스틱 소재의 표면처리법에 따라 FL, CO, PL순으로 커졌다. FL과 CO는 인장속도에 따른 강도의 증가폭이 작으나 LP는 큰 폭의 변화를 보여주었다.

4. 파면관찰 및 고찰

그림 6은 SB시편의 각 하중속도에서의 파면사진이다. 여기서 하중속도의 증가와 함께 접착부의 파단부위는 응력집중이 심한 접착부 끝단부에서 중앙쪽으로 이동하고 있고, 파단양상은 변두리의 취약한 층내(WBL)에의 계면파괴로 변화함을 볼 수 있다.

그림 7은 DE, GR, SB시편의 표면을 고배율로 확대한 SEM 사진이다. 표면조도 수치상 DE시편이 GR시편보다 크나 SEM사진에서 볼 수 있듯이 표면의 굴곡은 GR시편이 훨씬 많아 실제로 접착제와 결합되는 요철이 증가되어 보다 큰 강도를 얻는 것으로 사료된다. SB시편의 경우 이러한 요철은 가장 심하게 나타났다.

그림 8은 플라스틱 시편을 고배율로 확대한 SEM사진이다. 사진에서 CO시편은 비교적 평활한 표면을 보인 반면 LP시편은 수많은 땀푼형상을 이루고 있어 상대적으로 강도가 높은 것으로 사료된다.

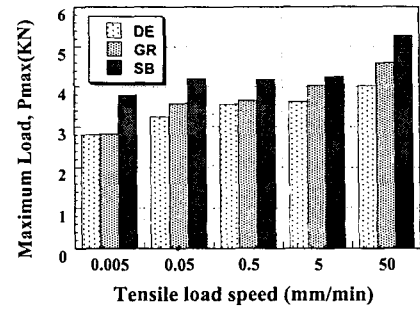


Fig.2 Adhesion strength of steel/steel specimens with methods of surface treatment

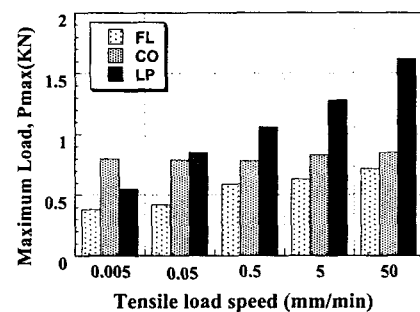


Fig.3 Adhesion strength of steel/plastic specimens with methods of surface treatment

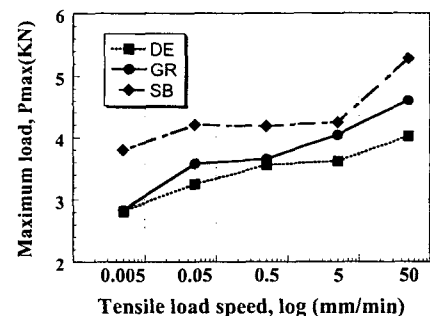


Fig.4 Adhesion strength of steel/steel specimens with different tensile loading speed

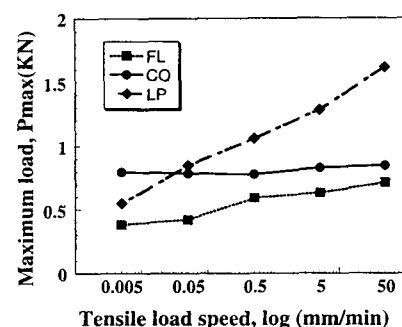


Fig.5 Adhesion strength of steel/plastic specimens with different tensile loading speed

5. 결론

일정한 표면처리법에 의해 제작된 강판/강판 및 강판/플라스틱 접착제 접합시편을 몇 가지 하중속도 하에서 인장-전단시험을 진행함으로써 아래와 같은 결론을 얻었다.

- 1) 강판/강판시편에서 Sand blasting 표면처리법이 강도향상 효과가 크다는 것을 알 수 있었다.
- 2) 강판/플라스틱 시편은 플라스틱의 표면처리방법에 따라 강도차이가 뚜렷하였으며, 저압플라즈마 표면 처리법을 적용함 적절하였다.
- 3) 하중속도는 접합강도에 일정한 영향을 미치며, 속도의 증가에 따라 인장-전단하중도 증가한다. 하중속도가 증가할수록 파단부위는 응력집중이 심한 끝단부에서 중심으로 이동하며, 계면파괴가 증가한다.

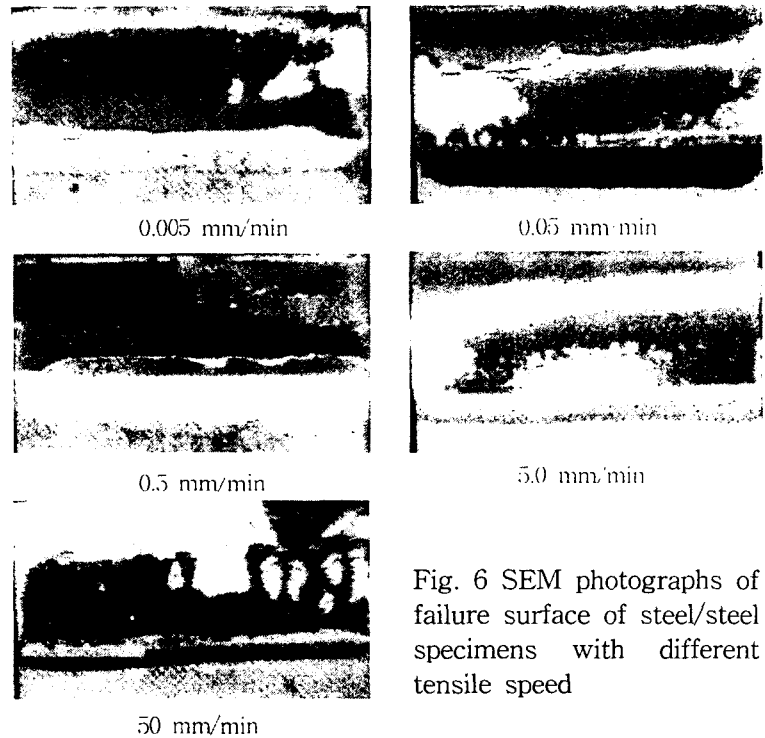


Fig. 6 SEM photographs of failure surface of steel/steel specimens with different tensile speed

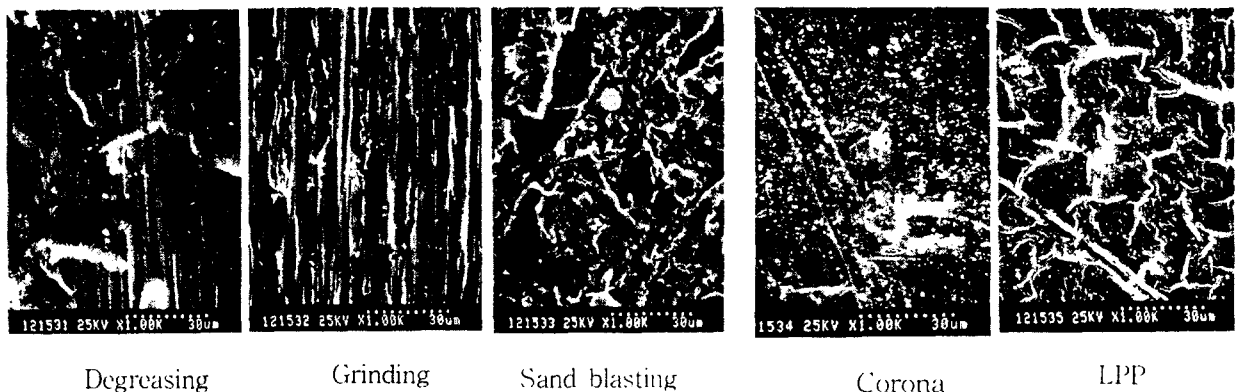


Fig. 6 SEM photographs of surface of steel specimens with different treatment

Fig. 7 SEM photographs of surface of plastic specimens with different treatment

참고문헌

- 1) 柳原榮一. 金屬の表面處理, 日本接着學會誌, Vol. 13. No. 1(1993). 通卷30號
- 2) Jennings C W. surface roughness and bond strength of adhesive. J Adhesion, 1972, 4(1)
- 3) P.A, Fayand A, Maddison. INT, J, Adhesion and Adhesives 10(3) 179(1990)
- 4) 金士九, 金晟娟 編著, “合成膠粘劑的性質和性能測試”, 科學出版社, pp126~129