

# 스파이더맨을 꿈꾸는 접착제



유지영

현재 한국산업기술진흥협회 기술정책팀  
1995년 6월부터 과학신문기자로 활동  
2000년 과학기술단체총연합회 공로상 수상  
각종 매체에 과학관련 원고 다수 연재

**손** 톱깍기, 중국산 면도기와 미니라디오, 불법 복제 음반과 테이프, 2배 이상 늘어나는 고탄력 장갑, 싸구려 볼펜, 만능 옷걸이. 지하철 안을 누비는 행상들의 판매 목록은 참 다양하기도 하다. 천원짜리 한두장에 팔리는 조잡한 물건들이 대부분이지만, 가끔은 지갑을 절로 열게 만드는 아이디어 상품들도 끼어있다. 하긴 그래봤자 결국 한 두번 사용하다 말 물건들이기는 하지만, 과장된 몸짓에 그럴싸한 설명까지 붙여가며 몸소 사용요령을 선보이는 행상의 상술에 넘어가곤 한 것이다. 그런 식으로 꽤 많은 잡동사니들을 사 모았는데, 그중 가장 인상적인 상품은 역시 순간접착제다.

순간접착제라는 신기한 물건을 처음 접한 것은 지하철 안에서였다.

복잡한 지하철 통로를 비집고 들어온 한 사내가 벽돌에 췌덩이를 주렁주렁 붙여들고는 우렁찬 목소리로 순간접착제를 선전하는데 서커스가 따로 없었다. 췌덩이 돌덩이가 순식간에 철떡철떡 달라붙는데 놀라지 않을 사람이 어디 있겠는가. 지하철 승객들의 시선은 몽땅 사내에게 쏠렸고, 객차 안은 줄지에 무대가 됐다. 그날 사내의 설명대로 순식간에 철썩 달라붙는 놀라운 접착제를 사기위해 너도나도 지갑을 열었다. 지금이야 순간접착제가 놀랄 일도 아니지만, 노란색 공업용 본드가 접착제의 전부였던 시절에는 참 신기한 광경이었다.

하긴 인간은 늘 뭔가를 결합시키고 붙이는 작업에 골몰해 왔다. 조각난 가죽을 연결해서 옷과 신발을 만들었고, 나무 판자를 끼워 맞추거나 못을 박아 가구와 배를 만들었으며,

돌덩이에 진흙을 이겨 붙여 건물을 세웠다. 좀 더 간편한 접착 방법, 좀 더 튼튼한 접착제를 찾으며 기술이 진보해왔으니 새로운 접착제의 등장이 대중의 마음을 사로잡는 건 당연한 일일 것이다.

아직 지하철 행사 판매 목록에는 오르지 않았지만, 세상에는 참으로 기발하고 신기한 접착제들이 많다. 돌덩이부터 세포를 붙이는 접착제까지 무궁무진한 접착제들이 우리의 시선이 미치지 않는 곳에서 활약하고 있다.

### 도마뱀의 비밀을 재현한 접착시트

지난 2003년 맨체스터 대학의 앙드레 자임교수가 이끄는 연구팀은 아주 인상적인 연구성과를 발표했다. 이를하여 '스파이더맨 접착제.'

스파이더맨이 누군가? 뉴욕의 마천루 사이를 거미줄에 의지해 날아다니고 고층 빌딩의 가파른 벽을 제 집 안방 누비듯 기어다니는 영화 스타가 아니던가. 그러나 스파이더맨의 초능력은 어디까지나 스크린에서의 일일 뿐, 실제로는 컴퓨터가 만들어낸 그림에 불과하다. 거미가 아닌 사람이 벽에 붙어다니는 일이 가능할리 없으니 말이다.

그런데 가끔은 불가능해 보이는 일이 현실이 되는 놀라운 일이 벌어지곤 한다. 앙드레 자임 교수의 연구팀이 바로 그 일을 해낸 것이다. 즉 스파이더맨 접착제는 스파이더맨처럼 사람을 벽에 붙일 수 있는 강력한 성능의 접착제라는 말씀.

그러니까 이 접착제를 사용하면, 벽에 붙어 기어 다니고 천장에 웅크리고 앉아 아래를 내려다보는 일도 가능하다는 설명이다.

영화대로라면 이 놀라운 접착제의 비밀은 거미에게서 얻었어야 하지만, 연구팀은 도마뱀으로부터 힌트를 얻었다고 한다.

도마뱀 중에는 벽을 자유자재로 기어오르내리고 심지어 서커스 하듯이 한발로 천장에 거꾸로 매달릴 수도 있는 녀들이 있는데, 이들의 신기한 능력의 비밀은 발바닥에 있다. 이 도마뱀의 발바닥은 수백만 개의 털로 덮여있으며, 이 털들이 어떤 표면과도 자유롭게 결합할 수 있다는 것이다. 스파이더맨 영화에도 비슷한 장면이 있다. 주인공 파커가 거미의 능력을 받은 뒤, 손바닥에서 미세한 갈고리들이 튀어나와 벽을 탈 수 있게 된 것과 같은 원리인 것이다.

연구팀은 도마뱀의 발바닥을 그대로 재현해, 수백만 개의 플라스틱 고분자 털로 덮인 작은 조각을 만들었다. 이 고분자 털의 크기는 고작 2/1000 밀리미터에 불과하다. 이 털들은 건조한 표면에서는 분자들 사이에서 일어나는 아주 약한 인력인 반 데어 발스(Van Der Waals) 힘에 의해 접착된다. 반대로 젖은 표면에서는 털들이 모세관 흡입관 같은 작용에 의해서 결합하고 접착한다.

우표만한 크기의 접착 시트 하나로 커다란 액자를 벽에 붙일 정도로 접착력이 강하다. 연구팀의 설명에 따르면 접착력이 너무 강해서 한손에 접착제를 바르면 한손으로 천장에 매달릴 수 있을 정도라고 한다.

또한 젖은 표면에도 붙일 수 있기 때문에 수술시 환자의 상처부위를 임시로 붙여둘 수도 있고, 방수 효과가 있어서 7~8번 정도까지 재사용이 가능하다고 한다. 게다가 강력한 접착력에도 불구하고 붙었던 자리에 아무런 손상도 남기지 않는 완벽함까지 자랑한다.

그러나 단 한 가지 결점이 있는데, 이 접착제의 가격이 놀랄 정도로 비싸다는 점이다. 가로 세로 1m 크기의 접착제를 만드는 데에만, 몇십만 파운드의 비용이 필요하다는 것. 즉 이 접착제로 스파이더맨 흉내를 내려면 적어도 수백만 파운드 정도의 비용은 감수할 수 있는 갑부여야 하는 셈이다.

### 나노안테나 삽입 작전

이렇게 초고가의 특별한 접착제가 있는가하면, 한편으로는 좀 더 싼 접착기술을 완성하기 위한 노력도 진행되고 있다.

사실 접착기술은 우리가 아는 것 이상으로 많은 분야에 활용되고 있다. 예전에는 나사로 조이거나 납땜을 하던 부분, 또는 리베트를 박거나 용접을 해야 하는 부분까지 요즘은 접착제가 대신하고 있는 것이다. 특히 접착제는 자동화 공정에 활용하는 경우, 작업공정을 획기적으로 단축할 수 있기 때문에 산업현장에서 그 중요성이 날로 높아지고 있다.

그러나 이런 편리함에도 불구하고 산업용 접착제는 그 활용범위가 한정되어 있는데, 이는 산업용 접착제는 가정용과 달리 높은 온도에서 경화과정을 거쳐야하기 때문이다.

접착제를 경화시키기 위해 접착부품 전체에 열을 가하다보니, 에너지 낭비가 커 문제로 지적됐다. 게다가 열에 약한 부품은 아예 접착제 사용이 불가능하니, 자연히 활용 범위가 좁을 수밖에 없는 것이다.

이 문제를 해결하기 위해 과학자들은 접착제에만 열이 전해져서 경화시키는 방법을 다각도로 연구해왔고, 나노 기술을 이용해 돌파구를 찾아냈다.

독일의 Sustec사는 나노안테나를 접착제 안에 삽입하는 방법으로 이 문제를 해결하겠다고 나섰다.

나노안테나는 10nm 크기의 페라이트로 마이크로파나 고주파를 흡수하여, 이를 열에너지로 변환하는 특수한 능력을 가졌다. 즉 접착제 안에 섞인 나노안테나 층이 외부에서 주입된 마이크로파를 흡수하여 열을 내면서, 주위의 접착제들을 경화시키는 것이다.

마치 적진에 투입된 첩보요원들처럼 이 나노안테나들은 외부의 명령에 의해 열을 내고, 또한 주위에 전달하는 역할을 하는 것이다.

특히 Sustec사의 이 특수한 나노 안테나는 특정한 온도 이상으로 올라가지 않는 똑똑함도 갖췄다. 일정 온도 이상 높아지면, 마이크로파의 흡수력이 떨어져 더 이상 에너지를 방출하지 않는 것이다.

Sustec사는 이 기술을 이용하면, 매우 작은 에너지로도 강한 접착력을 얻을 수 있을 뿐 아니라 열에 민감한 플라스틱 같은 재질에도 접착기술을 활용할 수 있다고 설명한다.

### 잘 떨어지는 것도 기술

좀 더 강한 접착력을 얻기 위해 노력하는 연구팀이 있는가 하면, 반대로 잘 떨어지는 접착제를 만드는 데 고심하는 사람들도 있다.

잘 떨어지는 접착제라니 웬 똥판지같은 이야기냐고 할 수도 있겠지만, 실은 좋은 접착제는 잘 붙는 것만큼 원할 때 잘 떨어지는 것도 중요하다. 3M의 유명한 발명품인 포스트잇도 잘 떨어지는 접착제를 개발했기에 탄생할 수 있었던 것이 아닌가?

잘 떨어지는 접착제는 유지보수가 필요한 부품 등을 조립할 때 매우 유용한 제품이다.

사용상의 편의성, 저렴한 가격, 접착성능의 우수성 등 접착제의 훌륭한 장점에도 불구하고 활용범위가 한정되어 있는 것도 바로 이 떨어지는 한계 때문인데, 만약 이 단점을 극복한다면 더 넓은 영역에서 접착제의 활약을 목격할 수 있을 것이다. 예를 들어 잘 붙고 잘 떨어지는 접착제는 나사를 대신할 수 있다.

이 점에 착안하여 미국의 한 연구팀은 온도에 따라 접착과 분리가 가능한 특별한 접착제를 개발했다.

이들이 개발한 접착제는 낮은 분자량을 갖는 에폭시 접착제인데, 실온이나 60도까지의 온도에서는 접착력을 유지하다가 90도가 넘어가는 경우 액체가 되는 게 특징이다. 즉 분리하고 싶을 때 열을 가하기만 하면 되는 것이다. 물론 온도를 낮추면 다시 단단하게 결합이 되며, 분리할 때 표면 손상은 전혀 없다.

연구팀은 이 접착제를, 나사를 이용하기 어려운 부품이나 무게를 줄여야 하는 경량 제품 등에 활용할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

혹시 아직도 접착제의 중요성에 대해 그리 실감하지 못하고 있다면, 잠시 기억을 되돌려 2003년 콜롬비아호 폭발사건을 떠올려보자. 우주에서의 임무를 무사히 마치고 지구로 무사귀환하던 콜롬비아호가 착륙 16분을 남긴 채 폭발해버린 일을 기억하는가? 그리고 그때 폭발사고의 원인이 발사 당시 떨어진 타일 한 조각 때문이었다는 사실도?

바로 이것이 스파이더맨 접착제 개발 같은 연구가 꼭 필요한 이유다.