

첨단 기술

無機 섬유

『석탄이나 석유의 피치로부터
만드는 매우 값싼 탄소섬유이다』

「강철보다 강하고 섬유보다 가볍다」고 하여 항공기에서 스포츠용기구에 이르기까지 널리 쓰이기 시작한 탄소섬유(카본화이버)는 합성섬유(폴리아클리로니트릴=PAN)를 태워서 만들고 있으나 이에 비하면 코스트가 매우 싸게 먹히는 석탄이나 석유의 피치로부터 만드는 신기술이 개발되어 탄소섬유의 앞날도 밝아졌다. 무기섬유에서는 유리섬유도 널리 이용되고 있고 탄화규소섬유나 티탄산카륨섬유등 매우 강한 내열성이 있는 신소재가 뒤를 이어 개발되고 있다.

탄소섬유나 유리섬유 붕소섬유등 무기섬유와 에폭시 수지등의 플라스틱, 또는 알루미늄이나 티탄같은 경금속과 복합시킨 섬유강화복합재료는 항공기, 우주기기등의 경량화·고강도화재료로서 주목을 받고 있다. 또 니켈, 내열합금등의 금속이나 세라믹스와 복합시킨 섬유강화 복합재료는 가스터빈, MHD(전자류체)발전, 다목적 고온가스로등에 쓰이는 내열구조재료로서 여러 방면에서 연구개발을 하고 있다. 이 중에서 현재 가장 개발이 앞서고 있는 것이 탄소섬유이다. 종래 PAN을 구워만들고 있으나 강도는 1mm² 당 300kg로서 매우 강하다. 이에 대해 미국의 UCC(유니온 카바이드사)는 피치를 사용하여 탄소섬유를 만드는 방법을 개발하고 있다. 그러나 이 방법으로 피치를 처리하여 이방성결정이 발달한 단계에서 실로 만들기 위해 점도가 높아지고 매분 수십m의 속도로 밖에 실을 뽑 수 없

고, 강도도 1mm²당 100kg밖에 되지 않아서 PAN을 원료로 하는 것과 대비하면 매우 낮았다.

이에 대해 일본공업기술원의 규슈공업 기술시험소가 개발한 것은 피치를 통제의 테트라하이드로퀴놀린(THQ)와 420~450℃의 온도에서 반응시켜 분자량을 적게 한다음 감압상태에서 500~530℃ 온도로 약10분간 열처리 하여 가벼운 부분을 추방해서 ‘등방성결정’이라는 분자량이 고른 것을 만든다. 이것을 매분 300~1000m의 속도로 실을 뽑아 공기중에서 260℃ 온도로 30분간 가열하면 표면이 산화되어 불용화한다. 이 실을 다시 약 1000℃ 온도에서 잡아당기면서 열처리 하면 탄소의 결정이 고른 강도의 어떤 탄소섬유가 된다. 곧 실을 불용화한 단계에서는 이방성결정이 없는 등방성결정상태가 되어 이것을 고온처리하면 비로소 이방성결정이 된다는 것이 비결이다.

이것은 ‘소르보리시스법’이라는 석탄 액화기술을 연구개발하는 가운데 부산물로 태어났다. 석탄액화율을 올리기 위해 생성한 소르보리시스피치에 수소를 첨가하는데 수소가 불기 쉽게 만들기 위한 용제로서 떠오른 것이 THQ이다. 석탄을 액화하기 위해 액화생성유의 일부를 순환시켜 사용하면 이것은 한편으로는 탄소질물질(고분자)로 변화한다. THQ는 그 저분자화에 쓰인다. 이것을 피치의 분해 저분자화에 이용하면 피치는 저분자에서 고분자로 옮길 것 없이 섬유로 만들기 쉬운 상태를 유지한다. 그래서 피치를 원료로 하여 매분 100m라는 속도로 실을 만들 수 있게 되었다. 이 섬유를 태워 처음으로 고분자의 이방성결정이 되어 강도가 높은 탄소섬유가 태어 난다. 이것이 실용화되면 종래의 제법에 비해 훨씬 코스트가 싸게 먹혀 기업화의 전망이 밝다.

복합재료로서 탄소섬유를 이용하는 경우 문제가 되는 것은 금속과의 친근성이 나빠서 고온에서 반응시키면 수백도의 온도에서 산화소모하는 점이다. 그래서 표면을 붕소나 탄화규소로 피막하는 시도가 진행되고 있다. 탄화규소는 내열, 내산성이 좋아 금속과의 반응도 적고, 비중이 적은 등 뛰어난 성질을 갖고 있어 장섬유로

만들었으면 하는 기대가 있었다. 일본 도호꾸 대학 금속재료연구소가 개발한 것은 규소와 탄소로 서로 결합해서 골격을 형성하고 있는 유기규소중합체를 섬유모양으로 가공하여 소성해서 탄화규소로 만드는 기술이다. 1300°C의 산화온도에서도 높은 강도를 유지하고 산화하지 않는다. 일본카본사가 실용화하여 '니카론'이라는 이름을 붙였다.

太陽發電플라스틱

『가볍고 양산할 수 있는 플라스틱제 태양발전지에 큰 기대를 걸고 있다』

메로시아닌, 프탈로시아닌, 폴리아세틸렌등의 태양광발전 플라스틱이 최근 주목을 받고 있다. 메로시아닌 태양전지는 빛에 의한 발전변환효율이 아직도 0.7% 정도로 낮지만 프탈로시아닌과 폴리불화비리덴의 태양전지는 변환효율 5.4%이며 또 프탈로시아닌과 비닐 아세테이트는 6.6%라는 높은 변환효율을 갖고 있다. 또 P-폴리아세틸렌과 n-실리콘과 같은 유기와 무기의 반도체를 조합한 태양전지에서는 7.8%의 변환효율을 얻고 있다. 현재 무기반도체의 태양전지에 비하면 변환효율은 낮지만 플라스틱제 태양전지는 가볍고 간단히 양산할 수 있어 값싼 태양전지를 대량으로 공급할 수 있게 될 것이라고 기대하고 있다.

현재 태양전지는 P형과 n형의 실리콘단결정을 접합한 것이 주류를 이루고 있다. 단결정을 만들자면 많은 에너지가 필요해서 아직도 값이 비싸다. 그래서 양산할 수 있는 화합물반도체, 아모퍼스(비정질)반도체, 그리고 광전변환효율이 높은 신재료를 개발하고 있다. 화합물반도체는 황화카드뮴과 카드뮴, 테르르반도체등이며, 5.8%의 변화효율이 있다. 갈륨·알루미늄, 비소와 갈륨, 비소의 헤라로휴즈태양전지에서는 21.6%라는 높은 변환효율을 얻고 있다. 새로 구성된 태양전지로서는 금속실리콘을 결정화시켜 이것을 기반으로 P-N접합을 형성하는 코스트가 적

은 태양전지도 개발되고 있다. 일본의 '선샤인 계획'에서는 전자비임가열로 증발시킨 실리콘을 기판상에 증착시켜 박막을 형성한 것으로 8%의 변환효율을 얻었다. 알루미늄세라믹스와 그라파이트, 다결정실리콘 등 3종의 기판에 氣相化學反應이라는 방법으로 실리콘의 박막을 단 태양전지에서는 변환효율 8~10%의 태양전지가 나오고 있다. 이렇게 종래의 태양전지는 무기반도체로서 변환효율은 8~10% 정도이다.

그런데 필름상의 폴리아세틸렌이 태양전지재료로서 등장한 것은 불과 몇해전 일이다. 일본 쓰쿠바대학의 「시라가와」교수가 유기금속화합물과 천이원소염화물의 지글러 나타(ziegler-natta) 촉매의 용액위에 아세틸렌가스를 불어 넣으면 '계면중합'을 일으켜 박막이 생긴다는 것을 발견했다. 종래에는 가루모양의 폴리아세틸렌 밖에 만들 수 없었으나 필름으로 만들 수 있게 되어 미국 펜실베이니아대학에서 연구를 시작 급속한 진전을 보이고 있다.

폴리아세틸렌은 폴리에틸렌계의 폴리오레핀, 스테인레스 스틸과 꼭 같은 금속 광택이 있는 플라스틱이다. 이 고분자는 그 자체만으로는 전기절연체이나 여기에 분자수로 10분의 1인 5불화비소를 분자구조의 틈새로 밀어넣으면 도체가 되어 온도조건에 따라서는 반도체특성을 보인다. 이 필름을 농유산에 적신다음 물로 씻으면 P형반도체가 되고 나토틸이나 칼륨등 알칼리금속을 불순물로서 혼합하면 n형반도체가 되어 이것을 합치면 Pn접합의 태양전지로서 전기를 발생한다. 일본의 섬유고분자재료연구소는 프탈로시아닌이라는 파란색의 유기색소를 알루미늄과 산화인티움사이애 샌드위치상으로 끼는 유기태양전지를 개발했다. 프탈로시아닌색소는 폴리불화비리덴이라는 고분자(합성수지)로 분산시킨것이다. 이로서 전하를 가진 담체를 분리하는 장을 많이 준비할 수 있어 빛에 의한 전류 발생 효율은 종래보다 높아졌다. 광선이 너무 강하면 효율이 떨어지나 약한 빛도 5.4%의 변환효율을 얻을 수 있어 유기물질을 페인트하는 것으로 끝나므로 제조도 간단하다. 장치는 크게 성능이 향상될 전망이다.