

# 先進技術의 오늘과 來日

○……저명한 科學저널인 사이언스(Science)誌는 지난 5월23일자로 「先進技術」 특집호를 펴냈다. 폴리머와 金屬, 合金, 酸化物, 硅酸鹽 그리고 半導體를 주로 하는 電子材料등 3개분야에 걸쳐 20편의 논문은 先進材料技術의 추세를 망라하고 있어 앞으로 전개될 새로운 技術革新의 물결을 내다 볼 수 있게 되었다. (편집자)……○

## 새로운 材料의 개발

오늘날 년간 배상고 5천억弗이 넘는 美國의 주요산업은 새로운 材料開發에 온갖 힘을 다 쏟고 있다. 이것은 장차 국제경쟁과 맞설 수 있고 보다 에너지效率이 좋은 제품을 만들자면 꼭 필요한 노력이다. 美國의 企業들은 그들의 앞날이 研究開發노력에 달려 있다는 것을 인식하고 있기 때문에 科學者들에게 훌륭한 지원을 하고 있고 풍부한 시설을 제공하고 있다. 이리하여 材料와 관련된 여러 분야에서 科學者들은 선구자의 역할을 하고 있다.

예전대 강력하고 熱에 대해서나 또는 化學的으로 높은 安定度를 가지거나 전기를 伝導할 수 있는 새로운 종류의 폴리머가 계속 발견되고 있고 強化纖維와 不活性물질이나 개스를 섞은 폴리머는 에너지節約을 위한 넓은 응용분야를 찾아내고 있다.

化學者들과 物理學者들은 材料연구 과정에서 헤아릴 수 없이 많은 元素의 組合을 만들어 그 특성을 시험했다. 이 결과 새로운 超伝導體가 등장했고 종전보다는 輸入코발트를 덜 쓰는 改良永久磁石을 만들었다. 한편 材料의 強度를 높

이는데 괄목할만한 발전이 이루어지고 있다. 그래서 일부 결정체는 單一方向의 強度를 갖게 되었고 低合金의 高強度鋼도 탄생했다. 더욱 놀라운 것은 유리質金屬의 개발이다. 液体혼합물을 빨리 식히면 그 결과 생기는 固體는 천천히 식혀서 생기는 물체보다 15배나 強度가 높아질 수 있다.

현재 중요한 研究노력은 특정한 触媒의 개발에 집중되고 있다. 이 연구에는 물질의 표면에서 原子간의 상호작용을 상세하게 이해하는 일이 포함되어 있는데 어떤 특정목적과 결부시키면 이런 연구는 에너지節約에 크게 이바지 할 것이다. 触媒에 쏟은 研究노력의 결과 메탄올을 가솔린으로 전환시키는 촉매작용을 하는 제올라이트·케이시構造개발에 큰 진척을 보게 되었다.

지난 10년간의 가장 극적인 技術分野는 실리콘과 같은 半導體의 잠재력을 개발하는데 있었다. 電子革命은 칩마다 더 많은 트랜지스터를 수용하여 성능이 좋고 값싼 컴퓨터 記憶素子를 얻는데 중점을 두면서 계속 전개되고 있다.

Ga As와 같은 半導體는 빠르고 성능이 훌륭한 컴퓨터를 만드는 열쇠를 걸머 쥐고 있을지 모른다, 이런 化合物은 이미 레이저와 光放出다이오드용으로 퍼 쓸모가 있다는 것이 밝혀졌다. 演算速度를 빨리하는 다른 하나의 접근책은 低溫에서 작동하는 조셉슨型장치의 개발을 통해 진행되고 있다. 이밖에도 超光電材料개발에도 많은 힘을 쏟고 있다.

그런데 新材料응용분야에서 가장 빨리 성장하고 있는 것중의 하나는 補綴裝置이다. 80년 중에는 2백만개에서 3백만개의 이런 장치가

사람의 몸속에 이식되어 生体와 非生体간을 연결하는 작용을 할 것으로 보인다.

플라스틱材料 分野의 先進技術을 소개한다.

## 플라스틱技術의 새로운 革命

섬유로 보강된 복합물질을 대규모로 산업계에서 응용할 때 플라스틱産業과 技術은 제 2의 革命을 맞이할 것이라는 말은 오래전부터 있었다. 우리가 흔히 自然産物이나 사람의 몸에서 찾아 볼 수 있는 복잡한 組織綱을 맞춤형材料로써 再現시켜 보겠다는 것이 材料科學者들과 技術者들의 오랜 꿈이었다. 이런 꿈은 적절한 매트릭스에 섬세한 섬유나 필러먼트를 다양하게 섞 으므로써 실현될 날이 한발 다가오고 있다. 요즘은 纖維補強樹脂(FRP)·복합재료가 조직공학의 材料로서 쉽게 입수하게 되었다.

FRP 복합재료가 산업이나 공학용재료로서 이렇게 촉망을 받고 있는 이유는 低密度로 比強力(強力대 密度)이 크고 比剛性이 높으며 이 재료의 특성을 纖維와 매트릭스의 조합과 제작과정을 통해 미리 마름할 수 있기 때문이다.

FRP가 현재 가장 흔히 쓰이고 있는 분야는 레저製品인데 주로 手勞動集約的인 과정을 거쳐 조립된다. 초기의 예를 들면 하이버글래스로 된 낚시대와 같이 대의 모양을 했다. 오늘날 더 가볍고 보다 민감한 대는 흑연과 케블러 纖維로 감은 필러먼트이다. 골프채나 테니스 라켓이나 스키 또는 배의 마스트는 섬유의 배치를 조정해서 반응에 민감하고 가볍게 만들 수 있다는 데 특징이 있다.

그러나 복합재료가 가진 특성을 가장 쓸모있게 사용할 수 있는 분야는 고도의 성능을 가진 비행기와 우주차량에의 응용, 그리고 군사적인 응용등이다. 특히 요즘의 商用飛行機의 일부 可變翼은 비행기燃料의 効率을 올리기 위해 이런 가벼운 材料로 改裝되고 있다. 보잉사는 최근

보잉757과 보잉767과 같은 다음 世代의 비행기에는 상당량의 앞선 흑연과 흑연케블러 복합재료를 사용할 계획을 발표했다. 인텔셋트 5 호와 같은 앞선 通信衛星은 트러스構造와 大型접시 안테나용으로 광범위하게 흑연纖維보강복합재료를 사용하고 있다. 이것은 강도와 剛性과 輕量면에 있어서 유리할 뿐만 아니라 통신업무를 수행하는데 중요한 치수 安定性을 이 복합재료가 제공하기 때문이다.

그러나 더욱 중요한 영향을 주고 있는 분야는 自動車工業이다. 1979년중 약 6억파운드의 하이버글래스 보강플라스틱이 운수공업에 쓰였다. 그런데 앞으로 5년간 해마다 10억파운드이상의 FRP가 쓰일 것으로 내다보고 있다. 自動車工業界는 燃料効率을 크게 올릴 새로운 世代의 자동차를 생산하려면 그 열쇠를 쥐고 있는 것은 가볍고 강도가 높은 材料의 개발이라고 생각하고 있다.

흑연纖維복합재료의 혼성시스템은 材料 면에서 볼 때 70퍼센트까지 무게를 줄이고 車重의 30퍼센트 이상을 줄일 기회를 준다고 보고 있다.

自動車工業용의 유리纖維보강 플라스틱(GFRP) 開發은 지난날 주로 대량의 部品를 경제적으로 제작하는 기술에 초점을 맞추었고 強度의 特性같은 것은 副次的인 문제였었다. 그러나 최근에 와서는 특정한 充填材를 유리纖維로 대체하는 등 특성을 개선하려고 시도하고 있다.

특히 에너지에 대한 걱정이 날로 심화되면서 시장의 추세는 자동차의 크기와 무게를 줄이려는 노력을 더욱 촉진시켰다. 燃料效率이 좋은 新型車를 設計하자면 가벼운 材料가 결정적인 役割을 하게 된 것이다. 가장 가벼우면서도 最適의 용량과 효율을 가진 차를 설계하려면 材料가 중요한 비중을 차지한다. 1985년 이후를 내다볼 때 당초 군사나 宇宙항공용으로 개발했던 흑연纖維로의 응용으로 燃料節約은 더 한층 향상될 것이다. 자동차공업계의 이런 認識은 장래의 자동차제작용으로 흑연 纖維 보강수지(Gr FRP) 복합재료의 개발을 촉진시키는 구동력이 되었고 이에 대한 개발연구는 거의 汎

世界的으로 착수되고 있다.

Gr FRP의 특징과 공학특성에 관한 엔지니어링資料가 최근에 나오기 시작했으며 여러가지의 原型部品는 광범위하게 평가를 받고 있다. 그러나 連續糸복합재료의 부품을 만드는데 필요한 設計法은 等方性금속의 경우와는 전혀 다른 것이다. 섬유복합재료의 부품은 不連續층 또는 얇은 층으로 되어 있고 각층의 특성은 완전히 다를 수도 있다. 그래서 이 얇은 층은 대체로 非等方性이어서 設計分析은 각층마다 검토해야 한다. 이 새로운 材料의 개발과 設計에서는 有限要素分析, 컴퓨터를 이용한 設計와 컴퓨터·그래픽·모델링技術이 꼭 필요한 것으로 되어 있다.

이런 設計法의 원칙은 Gr FRP 試製部品개발에 사용되었다. 특히 자동차에 Gr FRP 복합재료를 쓸 수 있을 것인가는 잠재성을 보여주는 첫번째의 보기로서 起動軸(드라이브·샤프트)과 板용수철이 이용되었다. 장래가 촉망되는 試製部品중에는 전형적인 자동차 起動軸과 자동차용 板용수철과 트럭용용수철이 포함되어 있다.

포드사는 1977년 흑연纖維복합재료의 개발실험결과에 힘을 얻어 최대한도로 흑연섬유복합재료를 이용해서 만든 車體와 車台 그리고 動列부품으로 試製승용차제작에 착수했다. 1979년형 포드車가 燃料効率が 좋은 輕量의 6人乘車를

만드는데 있어서 흑연섬유복합재료技術의 잠재성을 보여줄 차종으로 선정되었다.

그림에서와 같이 완성된 試製車는 표준형의 5리터 엔진을 가진 1979년형 포드 LTD 보다 1246파운드나 가벼운 2504파운드 무게의 2.3리터 엔진을 갖고 있고 燃料効率は 갤런당 6마일로 설계했다. 車體와 프레임 그리고 160개 부문으로 된 車台는 모두 흑연섬유보강 복합재료로 만들었다. 그러나 예전대 엔진·브레이크·트랜스미션과 같은 것은 크기를 줄였다. 쓰인 흑연재료의 양은 600파운드정도였으며 그중 흑연섬유의 양은 400파운드안팎이었다. 그래서 직접 材料를 대치하여 얻은 무게의 減量은 706파운드였고 副次的인 減量결과 또 540파운드가 줄어들었다. 후드·밤퍼·도어등은 61~69퍼센트의 減量효과를 보였다. 또 휘일과 브레이크는 45~50퍼센트까지 무게를 줄일 수 있었다. 이것은 모두 設計할때 기대했던 수치와 매우 근사했다.

이 실험에서 앞으로 이 재료를 대규모로 응용하자면 材料費와 製作의 타당성등 2가지 요소가 그 성패를 가늠한다는 사실을 알게 되었다. 섬유업체는 흑연섬유의 값은 시장이 늘어나면 크게 내릴 것으로 내다보고 있다. 1980년대 중반에서 후반에 이르는 동안 파운드당 6달러정도가 될 것으로 보고 있는데 현재의 값은 파운드당 20달러이다. 그러나 材料의 측면에서 볼때 全黑鉛복합재료는 강철이나 알루미늄과 같은 재료의 경제성은 따를 수 없을 것이다. 자동차업체는 복합재료와 수지업체와 함께 복합재료의 경제효율을 개선하기 위해 黑鉛, 유리와 그밖의 섬유를 내포한 混成복합물을 개발해야 한다.

한편 제작과정도 손으로 짜맞추는 기술은 경제적으로 타당하지 않다. 새로운 高速제작과정이 필요하다.

이리하여 다음 10년간의 研究開發活動을 통해 소비시장에서 복합재료의 대대적으로 응용할 길을 틀수 있다면 90년대의 플라스틱산업의 생산고는 부쩍 늘어 날 것이고 이것은 플라스틱의 제2의 革命을 가져올 현실적인 바탕이 될 것이다. (玄源福抄訳)

