

# Michelin의 C3M

## 기 술 부

이 자료는 European Rubber Journal(1996. 5월호 및 1997. 6월호)에 게재된 Michelin의 새로운 타이어 제조방법인 C3M에 대한 것을 번역한 것이다. …………… 〈譯者註〉

### 1. C3M의 역사

1980년대말에 Michelin이 최초로 새로운 타이어 제조방법으로 타이어를 만들 수 있다는 것을 암시하기 시작하였으며 또한 이 시기에 새로운 타이어 제조방법에 대한 특허도 많이 나왔었다.

그러나 이와같은 새로운 타이어 제조방법에 대한 특허들은 Eric Holroyd 및 그 팀들이 1983~1985년 사이에 발명한 타이어 제조방법과는 비슷하지만 기존의 타이어 제조방법과는 근본적으로 달랐다. 또한 1990년에는 Michelin의 François Michelin이 새로운 타이어 제조방법에 대한 연구를 하고 있다고 말했다. 이 C3M이라는 말은 프랑스 클레르몽페랑(Clermont-Ferrand)지방의 La Montagne신문(1992.1.6일자)에서 처음으로 사용함에 따라 공식적으로 알려지게 되었다.

이 신문보도에 의하면 Michelin이 이 새로운 타이어 제조방법에 대한 연구 프로젝트를 연구하기 시작한지가 이미 6년이나 되었으며, 또한 이 연구 프로젝트를 C3M이라고 부르게 된 이유는 Michelin의 론(Rhone)지방의 지보르(Givors)에 있는 중

앙연구소에서 이 새로운 타이어 제조방법을 연구하던 연구팀의 이름이 C3M이었기 때문이다.

또한 다른 신문보도에 의하면 Michelin은 이 새로운 타이어 제조방법에 대한 시험을 프랑스의 릴(Lille) 근처 공장에서 이미 완료하였다고 말했다.

이 La Montagne지의 보도에 의하면 Michelin은 C3M으로 타이어를 만드는 공장이나 또는 그렇지 않으면 C3M으로 타이어를 만들기 위한 새로운 타이어 제조설비공장(약 2,400평)을 건설할 계획을 갖고 있다고 하며 또한 앞으로 “4~5년 이내”에 이 C3M으로 타이어를 상업생산하게 될 것이며, 1996년초에는 이 타이어가 타이어시장에서 선을 보이게 될 것이라고 말하고 있다.

실제로 Michelin은 1996년 이전에도 이 C3M 타이어를 대량생산하고 있었다. 그 후 Michelin은 이 C3M에 대한 자세한 내용에 대하여 확인을 해주었으며, 또한 타이어 전문가들은 이 C3M이 타이어 제조용 반제품들을 줄일 수 있을 것이라고 말했다.

European Rubber Journal 1992년 10월호의 “Global Tyre Report”에는 타이어산

업에 대한 자세한 내용이 처음으로 게재되었는데 여기에서 Bruce Davis는 Michelin이 1993년에 클레르몽페랑에 있는 그라방치(Gravanches)공장에 C3M 라인을 설치했다고 말했다. 또한 이 “Global Tyre Report”에서 Bruce Davis는 이 C3M 라인을 설치함으로써 공장건축바닥면적을 기존의 타이어 제조설비 라인을 설치하는 것보다 90% 줄일 수 있었으며, 이와같이 바닥건축면적을 줄일 수 있게 됨에 따라 에너지도 절약할 수 있게 되었다고 말했다. 한편 Michelin에서는 이 C3M 라인을 설치함으로써 50가지가 넘는 새로운 타이어 직종이 생겼다고 말했다.

1994년 9월에 Michelin의 Eric Bourdais de Charbonniere는 이 그라방치 공장의 C3M 라인이 “稼動이 잘되고 있어 감사하게 생각한다.”라고 말했으며, 또한 그는 Michelin이 C3M 라인에서 사용하는 기계 및 설비개발에 자금 및 인력을 集中投資하고 있다고 밝혔다.

몇개월 후인 1995년 3월에는 프랑스의 타이어 판매점에서 이 C3M 타이어가 판매되기 시작하였다. 신문보도에 의하면 아미앵(Amiens)공장에서 일하는 사람들은 이 C3M으로 만든 타이어를 구입하여 자기의 승용차에 장착하려고 하였으나 타이어가 없어 그렇게 할 수 없었다고 말했다.

앞으로 몇주 후에는 이 C3M으로 만든 타이어를 구입할 수 있을 것 같으며 다른 대부분의 경쟁 타이어회사들도 그라방치 공장에서 이 C3M으로 만든 타이어를 볼 수 있을 것이다.

업서버들은 이 C3M 타이어가 초기에는 공급이 부족하였으나 최근 몇개월 동안에는

공급이 아주 잘되고 있다고 말하고 있다.

## 2. C3M이란

C3M이란 기존의 타이어 제조기술과는 전혀 다른 제조기술로서 처음 제조공정인 精練工程에서부터 마지막 제조공정인 加黃工程에 이르기까지 모든 공정이 근본적으로 다르다.

또한 이 새로운 C3M 타이어 제조 시스템을 기존의 타이어 제조 시스템에 접목시킬 수도 없다.

한 엔지니어링 컨설턴트는 이 C3M이란 연속제조, 즉 플로라인(flow-line) 시스템으로서 “타이어 제조용 재료를 정밀하게 만들어 마지막 공정에서 이 재료로 타이어를 만든다.”라고 말했다. 이와같은 방법으로 타이어를 만듦으로써 실질적으로 코드지 재단과 같은 기존의 모든 材料工程(batch process)이 필요없게 되었다.

이 C3M에서는 궁극적으로 믹서, 배치 오프라인, 압출기, 캘린더기, 재단기 등 모든 기존 타이어공장에서 사용하던 반제품 제조용 설비가 필요없게 됨에 따라 공장바닥면적도 기존의 타이어 공장바닥면적의 1/6~1/10이면 된다.

C3M에서는 타이어 제조 라인이 융통성이 있는 것이지 成型機 자체가 융통성이 있는 것은 아니다. C3M에서 융통성이라는 것은 일정한 투자액으로 얼마나 많은 성형기를 설치하느냐에 달려있다고 말할 수 있다.

각 성형기는 성형기 둘레에 금속 토루스(torus)라는 것이 붙어 있는데 이것은 크기와 비율이 정해져 있어 타이어 구조는 다르지만 동일한 립폭과 립경의 타이어를 만들 수 있도록 융통성 있게 되어 있다. 그러나

이 C3M 라인에서는 타이어 제조용 반제품이 필요없기 때문에 기존 타이어 제조 라인보다 더욱 융통성이 있다.

즉, C3M 라인에서는 타이어 규격을 변경할 때마다 새로 트레드를 押出하거나 또는 기타 半製品 등을 준비할 필요가 없으며 단지 기계를 再프로그래밍하거나 또는 경우에 따라서 원자재를 변경하여 믹서기나 압출기에 투입하기만 하면 된다.

또한 C3M에서는 원자재에서부터 타이어 제품을 만들어 출하할 때까지의 기간을 융통성 있게 조정할 수가 있다. 즉, 기존의 타이어공장에서는 이 기간이 2주 이상 소요되었으나 이 C3M에서는 몇 시간이면 되기 때문에 에너지도 절약할 수가 있다.

또한 기존의 타이어공장에서는 여러번의 가열/냉각 사이클이 필요하지만 C3M에서는 한번의 가열/냉각 사이클이면 된다.

Michelin이 처음 공정인 혼합(mixing)공정에서 천연 또는 합성고무를 그대로 투입하는지 또는 카본 마스터 배치를 만들어 투입하는지는 정확하게는 알 수 없지만 어떤 경우이든지 간에 혼합은 아주 중요한 공정이라고 말하고 있다.

Michelin의 한 소식통에 의하면 혼합은 낮은 온도(90℃ 이하)에서 하고 있으며 카본블랙 및 고무약품의 분산은 아주 좋다고 말하고 있다.

타이어 제조공정중 아주 중요한 핵심공정인 혼합 및 압출공정에서 만약 기존의 혼합기 및 압출기를 사용하여 기존의 방법대로 혼합 및 압출을 한다면 정확하게 작업을 할 수가 없으며 또한 품질도 저하된다. 대부분의 기존 타이어 회사에서는 타이어 제조시 미리 만들어 놓은 半製品을 사용하여 타이

어를 만들고 있다.

이 C3M에서는 브래커 에지 패킹(breaker edge packing), 사이드월, 비드부분 등을 포함한 모든 고무부분을 연속 혼합기에서 혼합한 후 직접 압출하여 성형기에 붙어 있는 토루스 위에서 직접 성형한다.

C3M 초기에는 타이어 트레드를 “오비트레드(Orbi-tread)” 시스템과 비슷한 스트립(strip) 고무로 감아 성형하였으나 현재는 이 “오비트레드” 시스템을 프리큐어(pre-cure) 시스템의 하나인 “링트레드(ring-tread)” 방법으로 성형하고 있다는 이야기가 있다.

Michelin이 C3M으로 타이어를 만들 때 초기에 겪었던 문제중에 하나가 데리케이트한 브래커로 되어 있는 타이어 트레드 모양이 형성되는 동안 어떠한 방법으로 압력을 가할 것인가? 하는 것이었는데 이 문제를 위에서 설명한 타이어 트레드를 링트레드 성형방법으로 변경함으로써 해결할 수가 있었다.

Michelin은 C3M으로 타이어 제조시 비드부 보강에 있어서는 기존의 승용차용 타이어에 사용하였던 가벼운 비드 와이어를 조합하여 사용하였으며 또 비드도 브래커 및 벨트와 같이 성형 드럼 위에서 감았다.

C3M에서 가장 중요한 것은 타이어 원형을 그대로 유지시켜 주는 비드를 감싸주면서 타이어 틀레도 감싸주는 플라이(ply)이다. 어떤 기술자는 이 C3M에서의 총 작업 시간은 이 플라이를 감싸주는 시간에 의해서 좌우된다고 말하고 있다.

이 C3M에서는 타이어를 가황하기 위한 대형 가황기가 필요없다. 왜냐하면 위에서 설명한 바와 같이 트레드는 프리큐어방법인

링트레드 방법으로 성형하였기 때문이다. 즉, 성형이 완료되었을 때 타이어가 타이어 모양이 되도록 하기 위하여는 성형중에도 성형기의 타이어 내부가 가황이 될 수 있도록 토루스를 가열시킨다.

한 보도자료에 의하면 타이어를 오토크레이브(autoclave)내에서 가황한다는 말도 있으나 완전가황을 하기 위하여 전기복사열을 사용하는 특허도 나와있다고 말하고 있다.

타이어 보강성은 별개로 하고 C3M으로 타이어를 제조할 때 사용하는 고무는 기존의 타이어에 사용하는 고무와는 전혀 다르다. 기존의 타이어를 만드는 것이 아주 복잡한 것은 타이어 제조방법이 복잡하기 때문이다. 만약 C3M으로 타이어를 만들 때 모든 배합고무를 고무 스트립으로 만들어 성형한다면 배합고무의 종류를 기존의 타이어보다 줄일 수 있게 되어 배합고무의 종류가 적어질 수가 있다.

C3M에서는 타이어 제조용 재료들을 성형기에서 성형하기 때문에 粘着劑나 탈크 같은 離型劑가 필요없다. 또한 C3M으로 타이어를 만들 때는 타이어 각 부분별로 요구되는 성능에 꼭 맞는 배합고무를 사용하기

(표 1) C3M의 10가지 장점

1. 사람을 줄일 수 있음.
2. 자본비용을 절감할 수 있음.
3. 공장건축바닥면적을 줄일 수 있음.
4. 공장건설기간은 약 3년이 걸림.
5. 에너지를 절약할 수 있음.
6. 전기로 가황할 수 있음.
7. 粘着劑 배합량을 줄일 수 있음.
8. 離型劑를 사용할 필요가 없음.
9. 배합고무의 熟成이 필요없음.
10. 고무재료의 조인트 작업(半製品)이 필요없음.

때문에 기존의 타이어 제조방법으로 만든 타이어보다 가볍다.

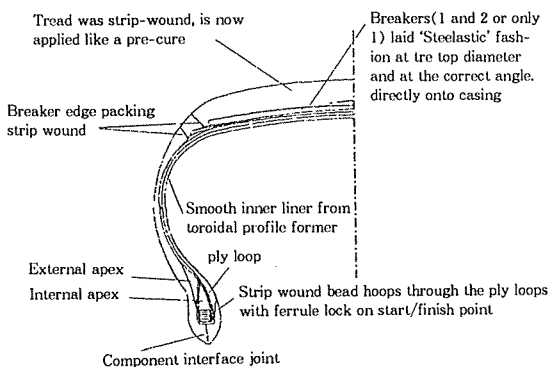
한 업서버는 연간 약 60만개 생산능력의 승용차용 C3M 타이어공장의 건설에는 약 1,400만달러가 투자되며 기간은 약 3년이 소요될 것이라고 말하고 있다. 이 승용차용 C3M 타이어공장 건설 투자비는 기존의 타이어공장에서 사용하는 대형 캘린더 1대 가격과 맞먹는 금액이다.

### 3. C3M의 새로운 패러다임(paradigm)

실제로 C3M은 타이어 제조방법에 대한 새로운 “패러다임 변화”의 하나이다. 이 C3M은 타이어 제조원가 개념을 근본적으로 변화시킬뿐만 아니라 지금으로부터 약 30년 전에 개발된 래디알 타이어가 타이어 산업에 영향을 주었던 이상의 영향을 줄 것으로 보고 있다.

또한 C3M에 대한 것을 신문에서는 이 C3M이 타이어 원가를 절감시키며 또한 타이어 제조공정을 융통성있게 하고 있다는 2가지를 강조하고 있는데 실제로 이 2가지 역할을 하는 것임에는 틀림없다.

그러나 현재 C3M으로 타이어를 많이 제조하지 못하고 있기 때문에 이 C3M이 실



(그림 1) C3M 타이어 가황후의 포로파일

제로는 위와같은 2가지 역할을 하지 못하고 있다.

타이어회사들은 과거 5년간 생산성을 100% 향상시켰으며 앞으로 5년동안에도 생산성을 100% 향상시킬 수 있을 것이다.

앞으로는 타이어 제조용 기계를 설치할 스페이스는 좁아지고 타이어 규격 및 종류는 증가하기 때문에 타이어 제조공정을 더욱 융통성 있게 하여야 할 것이다. 이와같이 하기 위하여서는 앞으로 5년간의 계획을 수립하여 시행하여야 할 것이다.

모든 타이어회사들도 타이어 제조공정을 융통성 있게 하기 위하여 연구를 계속하고 있으며, C3M이 근본적으로 특별한 융통성이 있는 것은 아니다.

C3M은 타이어산업에 있어서 제조원가 절감과 같은 근본적이고 중요한 문제를 해결해 주고 있다. 精油 및 石油化學 같은 장치산업인 화학공장 건설에는 약 1억달러 또는 그 이상이 투자되며 또한 화학공장에서는 이 화학공장 운전비용을 절감하는 방법을 잘 알고 있으며, 가동률이 80% 이하이면 적자가 많이 난다고 말하고 있다.

타이어공장 건설비도 위에서 설명한 화학공장 건설비와 거의 같은 금액이 투자되지만 가동비는 완전히 다르다.

화학공장은 종업원이 30명 또는 그 이하로도 가동시킬 수 있으나 타이어공장인 경우에는 100명 이상이어야만 되며 또한 총 인건비도 많다.

이와같이 타이어공장을 가동시키기 위하여는 많은 종업원이 필요하다는 의미는 모든 타이어공장들이 이익을 내기 위하여는 90% 이상 가동을 하여야 된다는 것을 의미한다.

타이어공장은 한번이라도 가동하는 데 소요되는 일반경비도 계산하여야 한다. 이와같은 이유 때문에 모든 타이어공장은 공장을 생산능력대로 최대한 가동하지 않으면 안되는 큰 부담을 안고 있는 것이다.

그러나 인건비가 중간 정도의 타이어공장을 100% 풀가동한다고 해도 화학공장이 정상가동하여서 낸 이익만큼 낼 수가 없다.

타이어 생산량이 損益分岐點 이하로 감소하면 적자는 급속히 증가한다. 만성적인 타이어 공급과잉은 타이어업체가 경제적으로 어려움을 겪을뿐만 아니라 가격경쟁이 심하게 된다.

C3M 공장은 기존의 타이어공장과 비교하여 자본비용은 반이면 되며 또한 인건비도 절감된다(표 1 참조).

화학공장은 試運轉費用도 필요없으며 또한 이익도 많이 나고 있는 것으로 알려져 있다. C3M공장은 풀가동을 하지 못하여도 이익을 내고 있지만 기존의 타이어공장은 풀가동을 하지 못하면 적자를 낸다. 이것은 C3M공장이 기존의 타이어공장보다 제조원가가 낮다는 것과 또한 타이어산업에서는 타이어 제조방법에 대한 “패러다임 변화”가 일어나야 된다는 것을 의미하는 것이다.

앞으로 短期 및 中期的으로 볼 때 타이어회사가 이 C3M으로 타이어를 제조한다면 많은 이익을 내게 될 것이지만 그렇지 않은 회사는 어려움을 겪게 될 것이다. 長期的으로 보면 이 C3M이 그동안 타이어업계에서 직면하고 있는 많은 근본적인 문제들을 해결해 줄 것이다.

또한 만약 타이어회사들이 이 C3M으로 타이어를 수요에 맞게 만들어 공급한다면 이익도 많이 나게 될 것이다. 이 C3M으로

타이어를 만들면 로스(loss) 발생이 적기 때문에 기존의 타이어공장에서 만든 타이어보다 가격이 저렴하게 되며 또한 고객들은 이 저렴한 타이어를 구입하게 될 것이다.

또한 이 C3M으로 타이어를 만들면 이익이 많이 발생하므로 이 이익금으로 타이어 유통망이 잘 되어 있지 않은 지역에 유통망을 잘 만듦으로써 더 많은 이익을 내게 될 것이다.

#### 4. C3M에 대한 Michelin의 계획

타이어업계에서는 현재 Michelin이 극비로 미국의 4개 승용차용 타이어공장에 21개의 C3M 라인을 설치하고 있다고 말하고 있다.

Michelin은 1995년에 이 C3M공장을 프랑스의 리용(Lyon)에 1개, 클레르몽(Clermont)에 1개를 건설중이라고 발표했다.

Michelin은 현 타이어 제조공정에 이 C3M 제조공정을 응용할 계획은 없기 때문에 C3M 제조설비를 기존 타이어회사 건물 내에 별도로 시설하거나 또는 특별한 몇개의 타이어공장을 제외하고는 기존 Michelin 타이어공장 근처에 새로이 C3M공장을 건설하고 있다.

Michelin은 왜 미국에 C3M 타이어공장을 건설할까? 미국에서는 C3M의 목표를 달성하기가 쉬우며 미국에 있는 Michelin의 타이어공장에서도 유럽만큼이나 技術保安이 잘 되고 있기 때문이다.

다음 단계로는 C3M으로 트럭용 타이어를 만드는 일인데 Michelin은 프랑스의 클레르몽에 트럭용 타이어 제조용 C3M 모델 공장을 건설중인데 현재 4년 정도 되었으며 과거의 경험으로 본다면 앞으로 10년 후에

는 이 모델 공장에서 C3M으로 트럭용 타이어를 제조하여 판매하게 될 것이라고 말하고 있다.

만약 Michelin이 C3M으로 트럭용 타이어를 상업생산을 하여 판매할 수 있다면 이익을 승용차용 타이어보다 더 많이 내게 될 것이다. 트럭용 타이어의 C3M 개념과 승용차용 타이어의 C3M 개념은 비슷하기는 하지만 트럭용 타이어를 C3M으로 제조하는 방법이 승용차용 타이어를 C3M으로 제조하는 방법보다 복잡하다.

Michelin의 한 직원은 C3M으로 트럭용 타이어를 만드는 연구는 “매우 느리게 진행되고 있다.”고 말하고 있다.

#### 5. Michelin 미국에 C3M공장 준공

최근 European Rubber Journal(1997. 6월호)에 의하면 Michelin North America Inc.는 유럽 이외의 지역에서는 처음으로 South Carolina의 Greenville에 90m<sup>2</sup>(?)의 “C3M”공장을 준공하여 현재 북미 타이어시장에서 인기가 높은 Michelin MX4를 금년 5월초부터 만들고 있다고 발표하였다.

이 C3M공장에는 약 200명의 종업원이 일하고 있는데 이 종업원들의 대부분은 Michelin의 Dothan, Alabama, Greenville, South Carolina의 Lexington공장에서 온 사람들이며 이제는 더 이상 위 지역의 공장에서 종업원을 데려올 계획이 없다고 말하고 있다.

이 새로운 C3M공장은 기존의 Michelin의 승용차용 래디알 타이어공장(부지면적 8.5ha; 약 26,000평) 근처에 건설하였다. 이 새로운 C3M공장은 기존 타이어공장에 비하여 에너지를 2/3 절감할 수 있을뿐만

아니라 공장건설 바닥면적도 줄일 수 있다고 말하고 있다.

Michelin은 이 새로운 C3M공장의 건설 및 생산능력에 대하여는 일체 공개를 하지 않고 있다. Michelin은 이 새로운 C3M공장은 기존 타이어공장의 제조공정보다는 공정이 적기 때문에 원가절감이 될뿐만 아니라 타이어 제조시간도 약 85% 단축시킬 수 있다고 말하고 있다. 또한 현재 Michelin은 C3M공장을 프랑스에 2개, 스웨덴에 1개를 갖고 있으며 2000년에 가서는 승용차용 래디알 타이어 생산량의 30~40%를 이와같은 C3M 방법으로 만들 것이라고 말하고 있다.

Michelin은 타이어를 적기에 공급하기(Just-In-Time) 위하여서도 이 C3M 방법으로 만들어야 할 것이다. 또한 종업원들이 이 새로운 타이어 제조기술인 C3M을 열심히 배워 익힐 책임이 있는 것이다.

이 새로 준공된 C3M공장은 Michelin이 1995년도에 발표한 South Carolina공장 증설계획(투자계획 : 5,000만달러)의 하나이지만 그동안 대외적으로는 공개하지 않고 비밀로 공장을 건설하여 왔다.

그럼에도 불구하고 Michelin이 북미에서 이 C3M 방법으로 원가가 저렴한 타이어를 만들고 있다는 소문이 많이 나돌고 있었다.

South Carolina공장의 전체적인 증설계획에 의하면 1,600명이 일자리를 얻게 될 것이며, 또한

- South Carolina의 Lexington에 건설용 타이어공장이 건설되고,
- 승용차용 및 트럭용 래디알 타이어 생산능력이 증가하고,

○ C3M공장이 건설될 것이다.

참고로 Michelin의 이 C3M에 대한 국내 신문기사를 소개한다(교통신문, 1996. 6. 24).

**타이어 제작공법 「C3M」 개발중**

-미쉐린, 제작비 30% 절감-

미쉐린 타이어가 기존의 제작공법보다 생산 원가를 30% 절감할 수 있는 최신공법을 개발하고 있다.

근착 프랑스 오토모빌지(誌)에 따르면 미쉐린의 프랑스 현지연구소는 「C3M」으로 이름 붙여진 타이어 최신 제작공법을 개발중이라고 한다.

C3M은 전통적인 다단계의 소규모 제작공법 대신 타이어 주재료인 카우치, 스틸코드, 텍스타일 등을 공정초기에 단 한번만 투입, 생산을 가능케 하는 방법이다.

이 제작공법이 완료될 경우 현재 승용차용 타이어의 경우 1개당 115프랑이 들어가는 제작비가 78프랑으로 감소되어 30% 이상의 원가절감을 이룰 수 있다.

또한 C3M 개발이 완료되면 생산원가절감 외에도 균일한 성능의 타이어를 생산할 수 있을 것으로 기대된다.

미쉐린은 C3M이 성공할 경우 엄청난 가격경쟁력을 가지게 될 것으로 기대하고 개발에 온 힘을 쏟고 있다.

[譯者後記]

이 자료는 譯者が 1996년 6월 프랑크푸르트 및 런던에 있는 우리협회 회원사 지사 방문시 지사장들에게 정보를 얻어 자료를 수집하여 번역한 것입니다. 정보를 준 지사장들에게 감사를 드립니다.

저자 : David Shaw/European Rubber Journal의 編輯長

역자 : 李源善/大韓타이어工業協會 常勤理事