

미국의 폐타이어 처리실태

업 무 부

1. 머릿말

오늘날 타이어산업은 거대기업들이 전 세계를 통하여 제품을 생산·판매하고 있기 때문에 사실 그대로 글로벌화되었다. 최대기업에서부터 일부 소규모의 기업들까지 타이어업체들은 직접 또는 제3자와 제휴하여 세계 도처에서 시장을 확보하려 하고 있다. 아울러 그들은 과거에 크게 관심을 두지 않았던 세계적인 문제, 이를테면 타이어가 수명을 다하고 난 뒤 처리문제에 당면하게 된 것은 크게 놀라운 일도 아니다. 폐타이어 문제를 해결하기 위한 연구는 거의 모든 기업의 과제이다.

최대의 단일 타이어시장인 미국 역시 최대의 폐타이어 처리문제에 봉착해 있다. 미국은 과거 수년동안 폐타이어에 대하여 효율적인 관리를 해옴으로써 괄목할만한 진전이 있었다. 이 보고서는 미국의 폐타이어 발생규모, 과거의 적절한 처리방법, 그리고 향후의 폐타이어 재활용시장에 대하여 조망한 것이다.

STMC(Scrap Tire Management Council)는 폐타이어 문제해결을 돕기 위한 북미 타이어산업계의 조직으로서 1990년에 설립되었다. 이 위원회의 임무는 폐타이어를 경제적으로나 환경적으로 가치있는 상품이 되도록 지원하는 일이다. 주요 활동은 폐타이어시장을 개척하는 것으로서 폐타이어의 재활용시장, 폐타이어로부터 얻는 원자재시장의 확대를 추진하는 것이다.

또한 이 위원회는 폐타이어에 관한 정보를 수집·분석하고 폐타이어에 대한 필요한 지식을 연구하며, 폐타이어 관련법규를 만드는 의회나 정부당국과 함께 일하고, 폐타이어와 이해관계가 있는 당사자들과 협조를 유지한다. 이 위원회의 목표는 신규로 발생하는 폐타이어 물량을 소화시킬 수 있는 확실한 시장을 개척하는 일이다.

2. 미국의 폐타이어 문제

폐타이어 문제는 두가지로 구분되는데 첫째는 매년 신규로 발생하는 것으로 타이어로서의 수명이 다하여 자동차에서 분리되어 나오는 폐타이어 처리문제이고 두번째 것은 그동안 수집되어 처리되지 않고 쌓여 있던 것을 처리하는 문제이다.

미국에서는 매년 인구에 맞먹는 숫자와 비슷한 2억 5,300만개의 폐타이어가 발생하고 있다. 이 숫자는 점차 증가하여 금세기말에는 약 2억 6,000만개 내지 2억 7,500만개가 될 것이다. 타이어의 수명, 특히 중형 트럭 타이어의 수명이 늘어나는 경향이 있는가 하면 자동차보유기간도 증가하고 있다. 미국 환경부(USEPA)는 폐타이어의 연간 발생량을 중량기준으로 산출한 바 있는데 폐타이어 발생량은 334만 6천톤으로서 1994년도 미국의 전체 폐기물 발생량의 1.8%에 해당된다.

적체된 폐타이어는 미국에서 폐타이어 문제중 최대의 현안사항이다. 최근까지 폐타

이어는 대량이 매립되는 한편 상당한 양이 합법 또는 불법적으로 적치되었다. 합법적으로 모아두는 것은 장래에 폐타이어가 에너지원으로서 또는 기타 용도로 유용한 가치가 있을 것으로 보고 있기 때문이다.

폐타이어를 쌓아두는 것은 소유자에게는 재산일는지 모르나 다른 사람들에게는 지저분하고 좋지 않은 것이다. 그러나 많은 경우 폐타이어를 쌓아두는 것은 처리비용을 줄이기 위하여 불법적으로 하는 투기행위이다. 이와같은 폐타이어 더미는 화재의 위험이 있고 모기 등 기타 전염병원의 서식지를 제공하는 것이다.

미국의 폐타이어 적체수량은 STMC의 1994년도 조사치에 의하면 7억 내지 8억 5,000만개로 추정된다. 과거 20~30억개로 추정된 것은 과다하게 집계된 것이고 그동안에 폐타이어가 많이 처리되기도 하였다. 그러나 7억 내지 8억 5,000만개의 물량도 최소한 3년치의 적체량에 해당된다. 매년 발생하는 물량이 그나마 소화되기 때문에 적체량이 사실상 감소될 수 있다.

3. 미국의 폐타이어에 대한 법적 규제

미국에서는 폐타이어를 포함한 固形 폐기물의 처리는 개인이나 지방정부가 하고 있다. 최근 환경의식이 강화됨에 따라 국가적인 폐기물처리기준이 제정되기 시작하였다. 예컨대 자원의 보존과 재생법(RCRA : Resource Conservation and Recovery Act)은 원래 1976년에 제정되었는데 연방정부가 이를 발전시켜 매립장의 설치 및 관리기준을 정하였다. 이 법은 매립시 재활용이 가능한 폐기물을 이용하는 방법을 주정부가 개발하도록 지시하고 있다. RCRA가 폐타이어를 직접적으로 규정하지는 않았지만 이와같은 법에 의하여 타이어 처리방법은 상당히 충격을 받았다.

앞서 지적한 바도 있지만 재활용이 안되

는 폐타이어는 가끔 매립장에 버려진다. RCRA 법이 매립지는 침출수가 새지 않도록 해야 되고 침출수를 집수하는 시스템을 갖추어야 하며 기타 고도의 기술적인 조건을 요구하므로 폐타이어를 매립하는 경우는 드물게 되었다. 또한 폐타이어를 자르거나 부수지 않고 매립하면 폐타이어의 부피 때문에 많은 공간이 필요하게 되고 시간이 지나면 폐타이어가 솟아나오게 된다.

폐타이어를 리사이클하지 않거나 매립장에 보내는 일은 없어졌다. 어떤 집하장은 폐타이어를 수집하는 사람으로부터 돈을 받고 폐타이어를 모아서 관리하는 기업형의 경우도 있다. 이와같은 경우에도 폐타이어를 제대로 관리하지 않고 불법적으로 방치하는 업자들도 있다. 집하장은 가끔 사회적인 지탄을 받을 때도 있지만 특히 화재(주로 방화에 의한) 또는 모기로 인한 질병 발생 등은 타이어에 대한 규제법규의 제정 내지 규제 강화의 요인이 되었다.

폐타이어를 엄격하게 취급하도록 한 최초의 州法案은 1970년대 말에 소개되었으며, 1980년대 중반에 폐타이어 입법화 움직임이 계기가 되어 미네소타주가 1984년 최초로 폐타이어 관련법을 제정하였다. 이어서 오래 끈주가 그 뒤를 따랐고 기타 주들이 관심을 가지고 1980년대 후반에는 많은 주들이 법을 제정하였으며, 1992년경까지 거의 모든 주들이 법제화하거나 폐기물관리법의 부속 규정으로서 폐타이어 관리를 하게 되었다.

이 기간중 미국의 타이어 생산업체는 타이어 판매업자들, 입법의원들, 관계 당사자들과 함께 적극적인 역할을 하였다. 모든 주의 입법이 전부 효력을 발휘한 것은 아니고 많은 주에서는 폐타이어를 취급하는 정도로 그친 것도 있다. 현재 폐타이어에 대한 법규를 갖고 있지 않은 주는 델라웨어주와 알래스카주뿐이다.

각 주의 여러가지 특성에 따라서 법규내

용이 각각 다르지만 대개의 줄거리는 다음과 같이 비슷하다.

1. 페타이어 운반업, 수집업, 처리업의 허가, 승인에 관한 사항
2. 페타이어를 통채로(또는 어떤 경우는 무조건) 매립을 금지하는 것과 관련한 사항
3. 허가업자 외의 페타이어 운송금지, 허가된 집하장 외에서의 처리금지, 허가된 처리업자 외의 처리금지. 어떤 주의 경우에는 페타이어의 수집·운반·처리과정의 전표발행 규정
4. 페타이어 처리기금을 마련하기 위하여 타이어 판매시 일정비용 공제
5. 페타이어 시장수요 촉진 및 집하장 운영보조를 위한 기금의 운용방법

페타이어시장을 활성화하기 위하여 관련 법규의 제정 움직임이 활발한데, 재활용 제품의 수요진작을 위한 여러가지 인센티브제도를 마련하는 데 정부가 강력한 역할을 하여야 할 것이다. 또한 정부는 페타이어를 이용하는 사업이 법규나 환경상 문제없이 수행될 수 있도록 노력하여야 한다. 예컨대 페타이어를 연료로 이용하더라도 일반 국민이 안심할 수 있도록 하는 것이다. 마지막으로 정부는 마구 버린 페타이어를 치우는 데도 협조해야 할 것이다. 이와같은 노력과 재활용 제품의 수요가 조화를 이룰 때 페타이어 문제는 궁극적으로 해결될 것이다.

4. 페타이어시장

유용한 폐기물이 아니더라도 폐기물 문제를 해결하자면 탄탄한 시장을 개발하는 것이 궁극적인 대책이다. STMC의 궁극적인 목적은 매년 발생하는 페타이어를 충분히 써주는 시장을 개발하는 데 협조하는 것이다. 현재 미국내 페타이어 주요시장은 세가지로 분류된다.

- 페타이어를 연료로 이용하는 것(TDF)

- 페타이어 재활용 제품
- 토목공사에 이용하는 것

그밖에 아직 실용화되지는 않았지만 페타이어 처리방법으로 고려되고 있는 기술도 있다.

지난 5년간 페타이어 수요가 급속도로 증가하고 있는 것은 좋은 소식이다. 1990년도의 페타이어 수요는 당해년도 발생량의 11%를 밑도는 2,500만개였으나, 1992년도에는 38%인 6,800만개, 1995년도에는 69%인 1억 7,450만개로 늘어났다. 이와같은 성장률은 향후 수년동안 지속될 것으로 보인다.

미국에서 페타이어를 연료로 이용하는 것은 보편화되었다. 미국내 34개주 약 80군데서 페타이어를 연료로 쓰고 있으며, 연료로 이용할 것을 검토하고 있는 데도 약 80군데가 되는 것으로 알고 있다. 이들은 주로 시멘트 킬른, 제조공장, 발전소, 기타 보일러 가동업체들이다.

TDF는 타이어를 통채로 쓰는 방법(시멘트 킬른, 발전소, 기타 보일러), 크게 잘라서 쓰는 방법(시멘트 킬른, 발전소), 가로세로 1인치 크기나 2인치 크기로 파쇄하여 쓰는 방법(제지공장, 기타 보일러 이용업체)이 있다.

1995년도에 페타이어를 연료로 이용한 양은 1억 3,000만개, 약 120만톤으로 추정된다. 페타이어 연료시장 규모는 최대 약 2억 5,000만개 정도 될 것으로 믿고 있다.

연료의 두번째 시장은 페타이어를 가공하여 제품을 만들거나 페타이어를 가공한 원료를 이용하여 제품을 만드는 것이다. 고무

(표 1) 미국의 TDF시장(1996)

	(단위 : 업체수)		
	시멘트 킬른	제지공장	발전소 등 기타
이 용 중	33	24	23
시험, 검토중	9	17	11
이 용 고 려	35	6	3

분말은 크게 나누어 두가지로 이용된다. 첫 번째가 고무 아스팔트이다. RMA(Rubber-Modified Asphalt)는 아스팔트 포장재로 널리 알려져 있다. 이 기술은 유럽과 미국에서 개발되었지만 아직 일부 지역에서 제한적으로 이용될 정도이다. 이번에 미국은 법이 재활용 제품의 수요를 저해하는 해프닝을 연출하는 것을 보았다. 1991년 미국 의회는 ISTEA법(Intermodal Surface Transportation Efficiency Act of 1991)을 제정하여 미국 각 주는 1994년부터 규정된 양의 고무 아스팔트를 이용하도록 하고 또한 몇가지 기술적인 문제를 연구하도록 한 바 있다. 그러나 각 주의 고속도로 당국과 이에 동조하는 아스팔트 사업자들은 여러가지 이유를 내세워 이 지시를 수용하지 않았으며, 이 법은 수년동안 시행되지 않고 있다가 1995년에 National Highway System Designation Act의 일부로 흡수되면서 폐기되고 말았다. 그러나 페타이어 고무분말을 아스팔트에 이용하는 기술을 연구하도록 하는 내용은 강화되었다.

고무 아스팔트의 성공여부는 최종 아스팔트 공사의 품질성능과 직결될 것이다. 기술적으로 확실한 가치가 있고 다른 제품에 비하여 가격경쟁력이 있게 될 때 이 시장은 확실한 수요를 갖게 될 것이다. 일부 주에서는 이미 그와 같은 결론을 내린 바 있다. 캘리포니아, 애리조나, 플로리다주는 일정한 규모로 고무 아스팔트를 쓰고 있다. 다른 주들도 역시 계속 노력하고 있으며, 어떤 주에서는 품질기준 제정을 추진하고 있다.

폐고무분말을 가지고 여러가지 제품을 만드는 데 있어서 이 분야의 고무 수요는 현재 약 10만 8,000톤 정도 된다. 이 고무중 67%는 재생타이어 제조과정중 생기는 buffing고무이며, 나머지 고무는 페타이어 분쇄 고무가루이다. 전체 수요량(108천톤)의 42%는 RMA(Rubber Modified As-

phalt)로 쓰이고 나머지 58%는 다른 제품 제조에 이용된다.

승용차용 페타이어 1개에서는 약 5.4~5.5kg(12~14파운드)의 고무분말을 얻을 수 있는데 이로 미루어보아 약 600만개의 페타이어가 처리되는 것으로 추정된다. RMA 이외의 용도로 쓰이는 63,500톤의 고무가루 수요는 <표 2>와 같다.

이 부문의 시장확대는 자동차 고무부품에 재생원료를 얼마나 쓰느냐에 달려있을 것 같다. 자동차업계의 재생고무 이용에 대한 관심이 배로 늘어날 때 脫黃 재생고무나 탈황기술이 발전하여 재생고무의 이용량이 더욱 많아질 것이다.

기타 페타이어의 용도로서는 페타이어를 자르거나 찍어내는 것으로서 지붕에 깔거나 부두완충재, 건축자재 등이 있다. 이 부문의 페타이어 수요량은 약 800만개로서 매년 10~15% 정도 증가하는 것으로 예상된다. 그러나 이 부문의 페타이어는 Bias ply 타이어이기 때문에 한계가 있다.

마지막으로 페타이어 이용방법은 토목공사에 이용하는 것이다. 이것은 주로 페타이어를 원형으로 운동장, 사방공사, 해안방파제 등에 이용하는 방법인데 잘라서 쓸 경우도 있다. 토목공사 이용은 공사의 편의성, 경제성의 잇점이 있기 때문이다. 또한 중량이 가볍기 때문에 경사면의 구조물을 지지할 수 있는 장점도 있다.

페타이어를 조각내면 가벼운 충전재로 쓸

(표 2) 고무가루 수요

구 분	비 율 (단위 : %)	
	비	율
고무잡제품	8	
고무 / 플라스틱	8	
브레이크 페드	8	
고무공	21	
타이어	30	
운동장 트랙	25	

수 있는데 도로기반 조성에 이용되기도 한다. 그보다 더 잘게 파쇄한 것은 쓰레기매립장 침출수 유도로에 깔기도 한다. 또한 그보다 더 잘게 파쇄하여 철사를 제거한 것은 운동장, 경마장 트랙에 이용하거나 조경 자재로서 이용하기도 한다. 미세한 고무분말은 토양을 개량하거나 골프장 잔디 보호재로 이용된다. 추운 지역에서는 폐타이어 칩은 도로표면하의 보온효과가 있어 해빙기 노면의 피해를 줄이기도 한다.

폐타이어의 토목공사 이용증가율은 표준 시공방법에 대한 자료가 미비하여 부진한 편이다. 따라서 실제로 시험을 해봐야 쓸 수가 있다. 이와같은 문제점을 해소하기 위하여 STMC는 ASTM(American Society for Testing and Materials)을 통하여 표준화를 추진하고 있다.

도로기층 보강재로 폐타이어를 이용할 경우 최근 새로운 문제가 발견되었는데 1995년 12월 워싱턴주의 도로공사 2건에 폐타이어를 이용한 결과 발열현상이 나타난 것이다. 그 원인은 아직까지 규명되지 않았는데 앞으로 공사시 참고해야 할 사항이다. 폐타이어를 노반공사에 이용한 것은 70건 이상이 되는데 지금까지 그런 문제는 없었다. 이 문제를 규명하기 위하여 STMC는 기술자들과 현재 협조를 취하고 있다.

미국은 연간 약 1,500만개의 중고타이어를 수출하고 있다. 또한 250만개 정도의 타이어는 농업용으로 사용되고 있고 약 100만개는 기타 용도(선박완충용, 경기장 보호막, 방폭매트 등)로 이용된다.

폐타이어를 이용하는 보다 고차원적인 기술방법은 앞으로 폐타이어 수요확대에 기여를 하게 될 것이다. 특히 다음과 같은 세가지 기술은 상당한 흥미를 끌고 있다. 즉, 열분해, 가스화, 탈황기술이다.

열분해방법(pyrolysis)은 폐타이어를 산소가 없는 상태에서 가열하는 것인데, 기술

적으로 입증되기는 하였지만 우리가 알기로는 수익성이 없어서 미국이나 유럽에서 상업적으로 가동하는 데가 없다. 폐타이어에서 연소가스를 생산하는 방법은 일본과 유럽에서 일부 이용되고 있으나 현재 미국에는 없다.

탈황고무 제조는 가황고무에서 황을 없애 원래의 고무물성을 그대로 갖게 하는 것이다. 최근 이 기술을 상업화하는 데 관심이 높다. 이것이 성공하게 되면 폐고무의 시장 수요가 훨씬 늘어나게 될 것이다. 그러나 원래의 고무성상으로 되돌리는 기술이 아직 확보되지 않았으며 이러한 고무를 원자재로 이용하자면 배합비율 등이 검토되어야 할 것이다.

(표 3) 미국의 폐타이어 시장수요(1996)

(단위 : 100만개)	
구 분	수 량
연료(TDF) 이용	130
수 출	15
토목공사 이용	12
고무잡제품 생산	8
고무분말 제조	6
농업 이용	2.5
기 타	1

5. 폐타이어 관리에 필요한 기간시설

폐타이어 처리와 관련하여 미국의 각주는 수입·운반업의 전문화는 물론 폐타이어 처리비용 부담을 의무화시키는 등 폐타이어 처리체계를 잡아가고 있다. 타이어의 매립을 금지하는 경우가 많아지고 있고 불법투기에 대한 처벌이 강화됨으로써 무관심한 사람들에게 경각심을 불러일으키고 있다. 동시에 BFI와 같은 대규모의 회사가 폐타이어 수집처리업무에 참여하게 되었다.

폐타이어 연료의 경우는 현재보다 더 많이 공급되어도 소화가 될 것이다. 미국은 현재 약 250개 이상의 업체가 폐타이어 파쇄사업에 종사하고 있다.

그러나 공급량이 늘어난다고 해서 모든 시장이 전부 소화시킬 수 있는 것은 아니다. 특히 고무분말의 경우 더욱 그러하다. 지난 2년간 고무분말 생산업체들이 애를 먹고 있는데, 20mesh 분말의 경우 공급량이 배로 늘어났음에도 불구하고 그것을 이용하는 완제품시장이 그렇게 빨리 성장하지 않았기 때문이다(여기에는 고무 아스팔트 사용촉진 관련법이 폐기된 데 따른 영향도 크다). 그 결과 기존업체들과 신규 생산자들과의 가격경쟁이 격화되었다.

6. 페타이어시장의 전망

페타이어 이용촉진을 위한 노력은 결실을 맺고 있으며, 페타이어 처리율은 다른 어떤 폐기물보다도 높다. 재생타이어까지 포함한 페타이어 이용·처리율은 77%나 된다.

페타이어를 연료로 이용하거나 토목공사에 쓰는 것은 아깝다고 얘기하는 사람들도 더러 있다. 이들은 연료화사업을 반대하거나 고무분말사업을 지지하는 측에 있는 사람들일 경우가 많다. 물론 고무분말로 새로운 제품을 생산하는 것이 부가가치가 높다. 그러나 문제는 페타이어 전체 발생량을 처리해야 하는 데 있다. 따라서 연료이용, 토목공사, 분말제조, 기타 경제성 있는 모든 방법을 다 이용해야 한다.

앞서 언급한 바와 같이 미국에는 약 330만톤의 페타이어가 발생하고 있는데 이것을 전부 분말화한다면 230만톤의 고무분말이

생산된다. 그러나 현재 이 고무의 수요는 잠재적인 것까지 포함하더라도 전체의 약 5% 정도인 10만 8,000톤에 불과하므로 향후 시장규모는 20배나 커져야 한다.

미국은 1994년 타이어 및 비타이어부문의 고무제품을 생산하는 데 311만 9,000톤의 천연고무 및 합성고무를 사용하였다.

이 양의 10%만 재생고무를 이용한다면 그 양은 31만 2,000톤이나 되며, 현재 시장이 거의 3배로 성장할 수 있다. 그러나 그래도 200만톤의 공급가능한 물량이 남게 된다. 고무 아스팔트나 토양개량 등에 대대적으로 이용되면 이 시장은 언젠가 크게 확대되겠지만 가까운 장래에 페타이어는 그밖의 여러가지 방법에 의해서 거의 다 이용·처리될 것이다.

미국은 페타이어 문제가 있기는 하지만 개인과 정부의 협조와 노력에 의하여 페타이어의 이용·처리가 늘어나고 있으며, 특히 연료 이용이 지속적으로 확대될 것으로 보인다. 토목공사 이용은 단기적으로는 부진하지만 장기적으로는 늘어날 것이다. 고무분말 생산자의 경우 수급의 불안정으로 당장의 사업은 어렵지만 시장규모 확대는 지속될 것이다. 연간발생량은 거의 이용·처리될 것이기 때문에 기존의 적체된 페타이어 처리에 주력하게 될 것이다.

마지막으로 우리 STMC위원회는 금세기 말까지 연간 페타이어 발생량의 100%가 해소될 것으로 예상하며 향후 100년 동안은 페타이어 문제로 골치를 짚이지는 않게 될 것이다.

(표 4) 미국의 폐기물 이용·처리율

(단위 : %)	
구 분	비 율
페 유 리	37.0
페 지	40.5
Pet병	48.6
스 틸 캔	53.0
알미늄캔	65.4
페타이어	77.0

자료 : 1995년 7월. Resource Recovery 및 STMC.

자료 : IRC '96 Manchester에서 발표된 논문임.
"Scrap Tire Management : The United States Perspective"

저자 : John R. Serumgard/미국 R. M. A.(Rubber Manufacturers Association) 附設 Scrap Tire Management Council委員長

역자 : 金 民/大韓타이어工業協會 業務部長