

## 리포트

# 일본 폐타이어 소각열이용 현황

## 업무부

### 1. 머리말

21세기를 눈앞에 두고 있는 현재 지구환경은 인류활동의 비약적인 확대에 따라 생태계가 파괴되어 많은 문제가 야기되고 있다. 가정 등에서 나온 일반폐기물 5,000만톤, 기업활동을 통하여 배출된 산업폐기물 3억톤 등 일본의 폐기물(쓰레기)은 매년 5~6% 비율로 증가하고 있다.

현재 도시에서 나오는 폐기물은 그 처리능력을 초과하고 있고, 처리비는 계속 상승하고 있다.

1991년에는 재활용법을 제정하고 폐기물 처리법을 개정하여 사회적으로 재활용에 대한 관심이 높아지고 있다.

1991년도 일본의 자동차 생산량은 1,324만 대였고, 국내 자동차 보유대수는 5,991만대였다. 이에 따라 그 주요 부품인 타이어산업도 함께 발전하여 자동차용 타이어 생산량은 1억 6,183만개를 기록하였으며, 그에 수반하여 폐타이어 발생량도 급증하고 있다. 그중 87%는 재활용되고 있으며, 특히 열이용에 가장 많이 활용되고 있다. 여기에서는 이 폐타이어의

열이용 현황에 대하여 설명하고자 한다.

### 2. 일본의 폐타이어 발생 및 열이용 현황

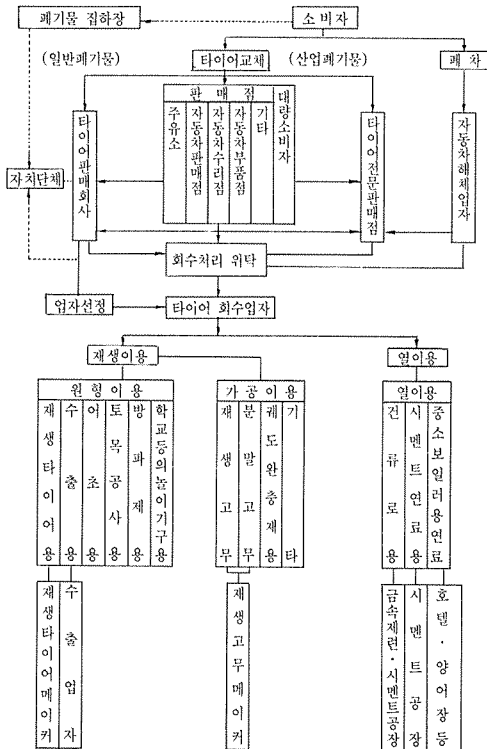
폐타이어의 발생, 회수, 열이용 경로는 [그림 1]과 같다'. 폐타이어는 대체로 다음과 같은 경우에 발생한다.

- ① 마모된 타이어를 신품 타이어와 교체할 때
- ② 자동차가 폐차되었을 때
- ③ 폐타이어를 재생타이어로 만들어 사용한 후 수명이 다하여 폐기할 때

마모된 타이어를 신품과 교체할 때 발생하는 폐타이어는 각 메이커마다 유통기구(수거체계)가 정비되어 있어 허가를 받은 전문수거업자에 의해 수집, 재이용할 수 있는 것을 제외하고는 열이용처(시멘트공장 등)로 무상 또는 처리비를 지불하고 공급한다. 그러나 폐차시에 발생하는 폐타이어는 반드시 이 유통망을 통하여 회수되지 않기 때문에 회수율이 약간 낮다.

1987년도 이후의 폐타이어 발생량과 열이용 추이를 <표 1~2>에 나타냈다. 재활용되는

페타이어중 연료용인 열이용분이 증가하고 있어 1991년도에는 전년도대비 10.1%가 증가하였고, 전체 비율도 39%로서 전년도보다 2%가 증가하였다. 이것은 시멘트 소성용이 15만 1,000톤으로 전년도대비 36%나 증가하였기 때문이다. 일본자동차타이어협회(JA-TMA)에서는 발생한 페타이어를 효율적으로 처리하기 위해 통산성의 협조 아래 시멘트업계의 협력을 받아 시멘트 공장에서의 열이용 확대에 따른 설비비 부담(리스방식) 계획을 수립하고, 그 첫번째로 일본 중부지구 시멘트공장의 시멘트킬른에 페타이어 투입설비를 설치하기로 합의하였다<sup>2)</sup>. 이로써 앞으로 처리가 분명치 않았던 약 12만톤(1991년도 페타이어 발생분)과 전국의 과잉집하분 약 1,000만개(약 9만톤)를 처리할 수 있게 될 것이다.



(그림 1) 페타이어 발생, 이용 사이클

(표 1) 페타이어 발생량 추이

(단위 : 100만개, 1,000톤, %)

		1987	1988	1989	1990	1991
페타이어 발생량	타이어 교체시에 발생하는 수량	개수 53 중량 525(78.5)	58 584(79.8)	59 586(77.2)	60 612(75.7)	64 655(76.9)
	폐차시에 발생하는 수량	개수 23 중량 144(21.5)	24 148(20.2)	25 173(22.8)	29 196(24.3)	30 197(23.1)
	합 계	개수 76 중량 669(100.0)	82 732(100.0)	84 759(100.0)	89 808(100.0)	94 852(100.0)

(표 2) 페타이어 열이용 현황

(단위 : 1,000톤, %)

		1987		1988		1989		1990		1991		
		중량	%	중량	%	중량	%	중량	%	중량	前年對比	
타이어 열이용분	수송용(재생타이어원단용)	110	170	118	160	138	180	160	200	173	200	1081
	건설교부(교무용 포함)	150	220	135	180	124	160	125	150	115	130	920
	또는 재생타이어 원단용	78	120	81	110	79	110	81	100	85	100	1049
	기타	23	30	38	60	40	50	42	50	32	40	762
소 계		361	540	372	510	381	500	408	500	405	470	993
제외용 분	시멘트 소성용	80	130	84	110	96	130	111	140	151	180	1360
	중·소형 보일러용	75	110	93	130	111	140	119	150	109	130	915
	금속제련·제지용	76	110	80	100	67	90	67	80	67	80	1000
	소 계	231	350	257	340	274	360	297	370	327	360	1101
계		592	890	629	850	655	860	705	870	732	860	1058
제고 및 용도불명		77	110	103	150	104	140	103	130	120	140	1165
합 계(총발생량)		669	1000	732	1000	759	1000	808	1000	852	1000	1054

### 3. 페타이어 열이용처와 그 방법

#### 3.1 건류법에 의한 에너지화

건류법은 페타이어를 원형 내지 칩(chip)화한 것을 분해로에서 500℃~900℃로 가열하여 오일, 가스, 기름, 카본을 회수하거나 연료화하는 기술이다. 그 열이용처, 내용, 각종 타이어의 연소칼로리 및 성분분석 결과는 <표 3~4>에 나타나 있다. 건류법에 의한 열이용은 비교적 적은데, 대표적인 예로서 금속제련공장에 대하여 설명하고자 한다.

각종 타이어의 에너지 발생량과 그 중요성분비를 나타냈지만, 일본에서는 스틸벨트

타이어가 대표적인 타이어이며, 재성분이 25.2%로 높아 점차 에너지 발생량이 적어지고 있다. <표 4>는 통타이어 연소 결과이며, 칩화함에 따라 에너지 발생효율이 약 20~30% 높아진다<sup>3)</sup>. 타이어를 열분해한 건류성분의 발열량을 <표 5>에 나타냈다.

이 금속제련공장에서는 1982년 이후 [그림 2]와 같은 건류설비를 설치하였는데, 투입된 페타이어는 연속적으로 가스가 새는 것을 방지할 수 있는 3단 댐퍼(damper)구조로 되어 있고, 자체 무게에 의해 아래로 내려가면서 열분해되고 남은 찌꺼기는 로(爐)밖으로 배출되며, 가스와 오일은 버너에서 연료로 사용된다<sup>5)</sup>.

이밖에 건류법을 실용화하여 이용하고 있는 예로서는 건설용 초대형 페타이어를 타이어 업체가 자체 개발한 대형 건류로로 소각 처리하고 있는 메이커가 중부지구에 있다<sup>6)</sup>.

최근 정보에 의하면 페타이어를 건류로로 가스화하고, 로터리엔진터빈에 의한 열효율을 높인 값싼 자가발전 시스템을 개발하여 페타이어 25개를 8시간 연속 가동하여 40kwh의 전력을 얻을 수 있는 설비가 개발되었다<sup>7)</sup>.

건류법의 단점은 <표 4>에 나타난 바와 같이 재가 많이 생기고 탄소분이나 불완전연소 찌꺼기가 남기 때문에 찌꺼기 처리에 비용이 들고, 페타이어를 수집, 유료 처리를 하려면 중간처리업 허가가 필요하다. 또한 설비면에서는 먼저 금속제련공장의 특수 댐퍼(damper)에 의한 타이어 연속 공급의 예도 있으나, 일반적으로 건류로는 뱃치 시스템으로 되어 있기 때문에 연속적으로 연소시키기 위하여 타이어를 계속 공급해야 하는 점과 찌꺼기를 처리하는 데 어려움이 있다. 따라서 전력을 연속적으로 공급하기 위해서는 여러 개의 로를 설치해야 하고, 다른 에너지원과의 공용 등에 대한 연구가 필요하다. 앞으로 소량

이용처를 위한 값싼 타이어 연소, 발전용 소형 설비 개발이 요망된다.

<표 3> 건류법에 의한 열이용현황

이용방법 및 종류	이용업체	이용방법	장점 및 문제점	참 고
				페타이어 이용업체
I. 열이용 1) 건류법 (열분해법)	① 금속제련공장 ② 시멘트 공장 ③ 분쇄건조공장	칩 또는 통타이어를 열분해(500~900℃ 가열)시켜, 발생한 가스, 오일, 탄화물을 각각 연료로 활용	(장 점) ① 대량으로 장 기, 안정, 합법적으로 처리할 수 있다. ② 환경보전설비가 완비되어 있다. (문제점) ① 설비투자비용이 많이 들고, 처리비가 비싸다. ② 찌꺼기를 최종처리(매립)하여야 한다.	小名浜製錬(福島県) 堀居組(福井県) (시멘트) 三河小野田시멘트(愛知県) 住友시멘트赤穂工場(兵庫県)
	① 두부제조업	칩 또는 통타이어를 가스화하여, 비지연소용 연료로 활용	(장 점) ① 타이어판매회사 부근에 이용업체가 있기 때문에 운송비 등이 절감된다. ② 페타이어 발생량이 적은 지역에서 이용가치가 크다. (문제점) ① 대형 보일러에서의 처리가 어렵다. ② 유료 처리할 경우, 중간처리허가를 받아야 하나, 허가를 얻기가 어렵다. ③ 찌꺼기를 최종처리 하여야 한다.	수냉식 두부(長野県)

〈표 4〉 각종 타이어의 분석 중량 %

타이어 재질	근거자료 (Source)	에너지 발생 열량(BTU/LB)	성분, 중량 %						
			수분	제황	황	카본	수소	질소	산소
섬유유리	POPE, 1991	13974	0.00	11.70	1.29	75.80	6.62	0.20	4.39
스틸벨트	〃	11478	0.00	25.20	0.91	64.20	5.00	0.10	4.40
나일론	〃	14908	0.00	7.20	1.51	78.90	6.97	<0.10	5.42
폴리에스테르	〃	14732	0.00	6.50	1.20	83.50	7.08	<0.10	1.72
케블라벨트	〃	16370	0.00	2.50	1.49	86.50	7.35	<0.10	2.11
타이어 제정불명	HALEY, 1984	16146	0.00	5.10	1.80	89.20	7.30	0.20	NR
〃	RYAN, 1989	15550	0.50	5.70	1.20	83.20	7.10	0.30	2.50

NR: 보고된 자료 없음.

〈표 5〉 건류연료의 발생량과 발열량

종류	발생량	발열량
오일	0.33ℓ/kg	7,900kcal/kg
가스	0.5~0.8Nm <sup>3</sup>	2,000~3,000kcal/Nm <sup>3</sup>
카본	0.13kg/kg	7,200kcal/kg
숯	0.19kg/kg	6,800kcal/kg
와이어	0.033kg/kg	-

3.2 직접연소법에 의한 에너지화

페타이어를 대량, 안정적으로 이용하기 위해 실용화한 것이 이 직접연소법이며, 특히 약 20%(151,000톤/년)는 시멘트킬른용 원연료로서 이용되고 있다. 〈표 6〉은 직접연소법의 시멘트킬른, 기타 이용에 대한 개요, 방법, 문제점을 정리한 것이다.

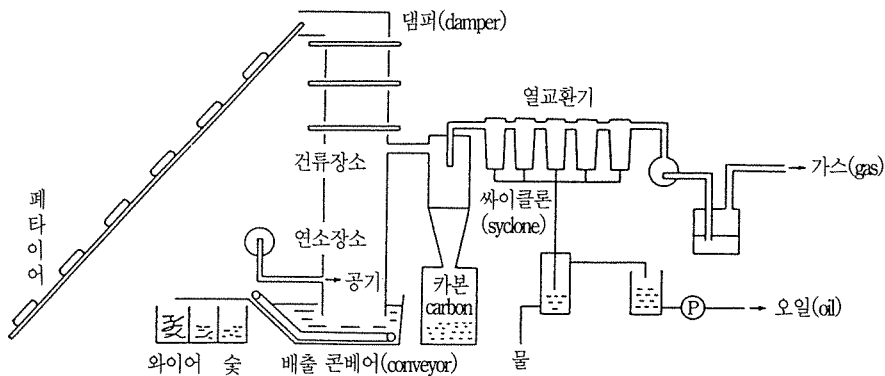
여기에서는 페타이어를 시멘트 제조공정에

서의 연료용으로 사용하는 기술에 대하여 설명하고자 한다. 페타이어의 발열량은 약 8,000 kcal/kg으로서 보통 시멘트회사가 사용하는 벙커 C유의 약 9,000kcal/kg보다는 약간 낮으나 최근 사용량이 증가하고 있으며, 약 6,000 kcal/kg인 석탄의 1.3배의 발열량을 나타내고 있다.

시멘트 제조공정은 에너지의 대량소비 및 고온을 필요로 하고, 환경설비를 완비하여야 하며, 또한 타이어의 구성성분인 스틸 등이 원료로서의 역할을 할 수 있어야 하기 때문에 페타이어 처리의 완전 Closed System으로서 가장 안전하고 경제적으로 처리할 수 있다.

이 기술은 타이어 메이커와 시멘트 메이커의 공동연구로 실용화되어<sup>8)</sup> 1979년 환경상을 수상한 우수한 것으로서, 일본자동차타이어협회를 통하여 공개되어 국제적으로 인정 받았다. 시멘트제조공정은 [그림 3]에 나타난 바와 같이 각종 원료를 배합, 미분쇄하여 Suspension Preheater로 예열한 후 로터리킬른에서 약 1,500℃로 燒結하여 클링커(clinker)로 만들고 이 클링커에 몇 %의 석고를 섞어 미분쇄하여 시멘트를 제조한다.

페타이어는 이 로터리킬른의 입구로 투입한다. 킬른 내부는 가스온도로 연소하고, 고무,



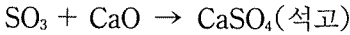
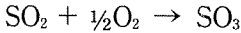
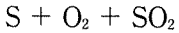
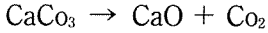
(그림 2) 건류장치

〈표 6〉 직접연소법을 이용하는 곳과 그 이용방법

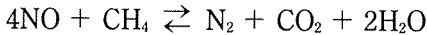
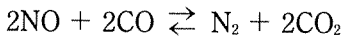
이용방법 및 종류	이용업체	이용방법	장점 및 문제점	참고 페타이어 이용업체
2) 직접연소법	① 시멘트공장(시멘트킬른 연료)	<p>칩 또는 통타이어를 킬른에 투입하여 연소시킨다. (타이어연소효과)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>고무, 카본→연료</li> <li>스탈→산화하여 시멘트 원료로 재이용</li> <li>기타→킬른내에서 일부 환원상태로 되고 시멘트 원료의 촉매효과로 NO<sub>x</sub> 감소효과가 발생한다.</li> </ul>	<p>(장점)</p> <p>① 타이어가 지닌 높은 에너지가 시멘트 제조공정상의 특성(에너지의 대량소비와 고온)을 최대한 살린다. 고무나 카본은 연소하고 와이어류는 시멘트 원재로의 일부로 된다.</p> <p>② 환경보전설비가 완비되어 있어서 별도의 환경설비 투자가 불필요하다.</p> <p>③ 시멘트 처리의 완전 Closed System이 갖추어져 있다.</p> <p>④ 대량으로 장기, 안정, 합법적으로 비교적 저렴한 비용으로 처리할 수 있다. (문제점)</p> <p>⑤ 1회/년에 약 4주 정도 킬른의 가동을 중단하고 보수를 해야 하며, 이 기간에는 페타이어 처리가 중단된다.</p> <p>⑥ 일반적으로 페타이어 발생지와 시멘트공장간의 거리가 멀어 수송비가 많이 든다.</p> <p>⑦ 투입설비가 필요하다(투입구 및 반입장치)</p> <p>⑧ 킬른 부근에 페타이어 보관을 위한 공간이 필요하다.</p> <p>⑨ 투입량을 경량화하기 위해, 또는 노동력을 줄이기 위해 칩으로 만들어야 할 경우가 많다(중간 처리업자 육성 필요).</p>	<p>- 八戶시멘트(青森県)</p> <p>- 東北開發시멘트(岩手県)</p> <p>- 日本시멘트 埼玉工場(埼玉県)</p> <p>- 秩父시멘트 熊谷工場(埼玉県)</p> <p>- 三菱鍊業시멘트 横瀬工場(埼玉県)</p> <p>- 小野田시멘트 藤原工場(三重県)</p> <p>- 大阪시멘트 伊吹工場(滋賀県)</p> <p>- 住友시멘트 彦根工場(滋賀県)</p> <p>- 日本시멘트 土佐工場(高知県)</p> <p>- 日本시멘트 香春工場(福岡県)</p> <p>- 日本시멘트 佐伯工場(大分県)</p> <p>- 三菱鍊業시멘트 黑崎工場(福岡県)</p>

② 금속제련공장	칩 또는 통타이어를 보조연료로서 직접 로 안에 투입하여 활용한다.	(장점) 대량으로 장기, 안정, 합법적으로 처리할 수 있다. (문제점) 열량의 조절이 어렵다.	- 小名浜製鍊(福島県)
③ 제지, 시멘트, 자동차타이어	칩 또는 통타이어를 공장의 보일러용 보조연료로 활용한다. 발생한 증기를 타이어 제조공정에 활용하거나 발전에 이용한다.	(장점) 장기, 안정, 합법적으로 처리할 수 있다. (문제점) 제지→칩의 가공품질 기준이 까다롭다.	<p>- 明星시멘트(新潟県)</p> <p>- 王子製紙 日南工場(宮崎県)</p> <p>- 王子製紙 春日井工場(愛知県)</p> <p>- 横浜고무 三菱工場(三重県)</p> <p>- 住友고무 名古屋工場, 白河工場</p> <p>- 東洋고무 仙台工場</p>
④ 양어(뱀장어 포함), 양계, 양돈, 비닐하우스재배, 호텔, 여관, 목욕탕, 사우나, 수산가공, 병원, 온수플장	칩 또는 통타이어를 소형 보일러의 연료로 활용	(장점) ① 소량이면 타이어 판매회사 등의 부근에 페타이어 처리차가 있기 때문에 이용하기 쉽고 운송비가 절감된다. (문제점) ② 환경문제가 우려된다(특히 도시지역에 있어서는 대기오염 규제가 엄하다). ③ 보일러의 내구성이 불안하다. ④ 유류처리 경우, 중간처리업자가 필요하며, 허가를 얻기가 어렵다. ⑤ 찌꺼기를 최종처리하여야 한다.	(양식) - 小林養魚場(愛知県) <p>- 石原産業(愛知県)</p> <p>- 小川漁業協同組合(千葉県)</p> <p>- 印旛沼漁業協同組合(千葉県)</p> <p>- (養魚, 園藝, 기타)</p> <p>- 林園藝(千葉県)</p> <p>- 野口物産(埼玉県)</p> <p>- Green 농장(兵庫縣)</p> <p>- 津賀스포츠(千葉県)</p> <p>- 臼井수영클럽(千葉県)</p>
⑤ 분뇨처리(자치단체 등)	칩 또는 통타이어를 연료로 분뇨를 연소 처리하는 공장	(장점) ① 각 자치단체에서의 분뇨처리용으로 이용되면 장기, 안정적으로 대량이용될 것이다. (문제점) ② 열량조절 및 내구성이 불안정하다. ③ 현재 시험공장에서 연구중이다. ④ 페타이어 집하장소의 확보 및 자동투입이 곤란하다.	長野県高森町

카본은 연료로, 스틸은 1,200℃ 이상에서 용융하고 산화되어 시멘트의 원료가 된다. 황은 원료중의 산화칼슘과 반응하여 석고가 된다.



또한 시멘트로 가는 고온이므로 NO<sub>x</sub>가 발생한다. 킬른내에 페타이어를 투입하면 일부 환원상태로 되며, 시멘트 원료의 촉매효과에 의해 脫NO<sub>x</sub>효과가 발생한다.



이것은 타이어 연소에 의해 발생한 일산화탄소, 탄화수소 때문인 것으로 생각된다. 또 타이어 연소로 인한 검은 연기, 즉 매연은 전기집진기로, 냄새는 열분해로 완전히 연소시켜 해결할 수 있다<sup>9)</sup>. 현재 <표 7>과 같이 전국 21개소의 시멘트공장에서 열이용을 하고 있으며, 그밖의 페타이어 대량 이용처인 금속제련, 제지공장이 이 표에 나타나 있다. 전국에 분산되어 있지만, 양적으로는 近畿, 中部, 關東地域에서 많이 처리하고 있다.

페타이어의 직접연소에 의한 에너지 이용은 보일러에 이용하는 방법으로서 페타이어 전용소각, 석탄과의 혼용 등에 의해 발생한 증기를 발전에 이용하는 방법이 추진되고 있다. 페타이어는 높은 에너지원으로서 이를 더욱더 확대, 이용하기 위하여는 직접연소에 의한 연소기술의 향상에 의한 콤팩트(Compact)한 설비의 개발이 요망된다. 연소효율, 무공해 등의 어려운 점을 해결한 보일러의 한 예를 <그림 4>에 나타냈다<sup>10)</sup>.

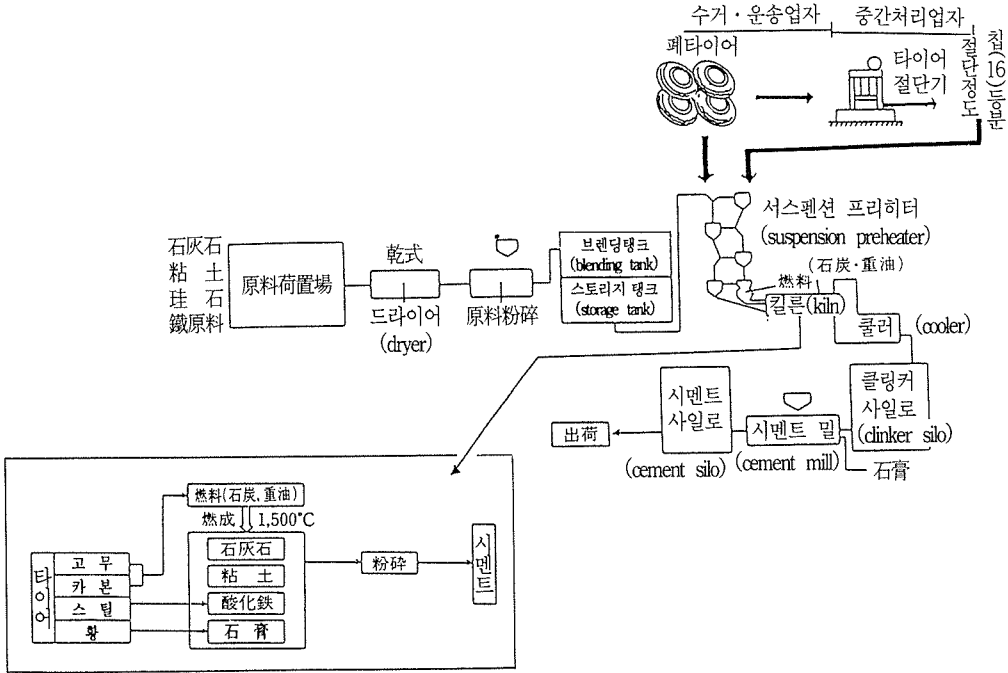
페타이어 연소장치로는 원형회전식 火格子를 채용, 그 스피드(speed) 조절에 의해 재의 양이 적고 연소도도 높아지고 있다. TPAC장치(무연, 무취장치)는 연소로 출구부에 설치

하여 특수 세라믹 多孔體를 사용, 페타이어 연소시에 발생하는 타지 않는 카본 등을 모음과 동시에 이 TPAC 실내의 보조버너에 의해 일정온도가 되면 점화되어 타지 않는 것을 완전연소시킨다. 처리능력은 약 800kg (133개)/H, 증기발생량은 6.4t/H이다.

이 기계는 완전한 것이라고는 할 수 없으나, 타이어를 연속하여 태우기 위한 여러가지 연구가 이루어지고 있다. 타이어는 높은 칼로리 제품이고, 높은 온도에서 연소하기 때문에 공기, 산소가 충분히 공급되지 않으면 안된다.

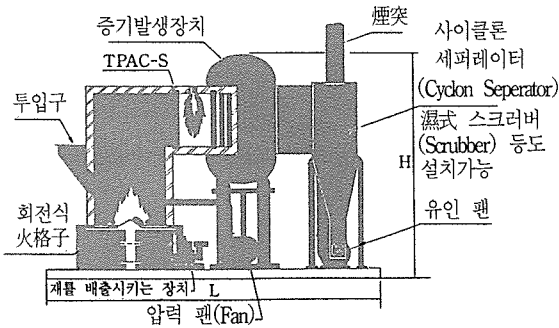
<표 7> 페타이어 이용공장 현황

구분	공 장 명	소 재 지
시          멘          트	日本시멘트	上磯
	八戸시멘트	青森
	小野田시멘트	大船渡
	東北開發시멘트	岩手
	日本시멘트	埼玉
	三菱 Material	横瀬
	秩父시멘트	能登
	明星시멘트	糸魚川
	日立시멘트	日立
	小野田시멘트	藤原
공          장	三河小野田시멘트	
	住友시멘트	彦根
	大阪시멘트	伊吹
	住友시멘트	赤穂
	日本시멘트	土佐
	大阪시멘트	高知
	日本시멘트	佐伯
	日本시멘트	香春
	三菱 Material	黑崎
	小野田시멘트	津久見
徳山소다	南陽(計劃中)	
기 타 대 량 이 용 공 장	北海道 rehabilitation	室蘭
	小名浜製鍊	小名浜
	奥多摩工業	多摩(計劃中)
	王子製紙	春日井
	王子製紙	日南



※ 킬른내에서 타이어성분은 전부 원료로 흡수된다.

(그림 3) 시멘트 제조공정과 타이어의 흐름



(그림 4) 연소장치 개요

#### 4. 외국의 페타이어 이용현황

외국의 페타이어 이용, 특히 열이용을 중심으로 소개하고자 한다.

##### 4.1 미 국<sup>1)</sup>

미국의 연간 페타이어 발생량은 2억 4,000 만개(240~260만톤) 정도이며, 약 20억개 이

상의 페타이어가 야적되어 있다. 처리현황은 매립 또는 야적으로 70~85%, 에너지로 회수하는 것은 8~11%로 적다.

에너지로 이용하는 대표적인 회사는 Oxford Energy Co.이며, California州 Modesto에서 약 4,000만개로 추정되는 타이어를 소각하거나, 발전을 하고 있다(12.2MW, 450만개/년, 투자액 4,200만달러).

두번째로 큰 페타이어 재활용회사는 Texas州의 Waste Recovery Co.로서 1972년에 설립되었으며, Texas州의 Huston과 Oregon州의 Portland에 있는 2개의 공장에서 총 650만개/년의 페타이어를 2인치 칩으로 가공하여 시멘트 제조를 중심으로 한 산업용 보일러의 보조연료로 공급하고 있는데, 페타이어가 많이 있는 다른 주에도 위와같은 시멘트 및 산업용 보일러의 보조연료로 많이 사용하도록 추진하고 있다.

### 4.2 서 독<sup>1,12)</sup>

독일의 연간 페타이어 발생량은 45만톤(독일 전체는 55만톤)이고, 열이용은 약 37.8%인데, 주로 시멘트회사에서 이용하고 있다.

열이용 계획을 수립하고 있는 ERG구미 페어아르바이트웬사(소재지: 이슈타트)는 6,000만마르크를 투입하여 페타이어 소각공장을 Niedersachsen州에 건설할 계획이며, 「항만에너지센터」로 명명하여 연간 20만톤을 처리하고, 매시 12MW의 전력을 생산한다.

### 4.3 영국

영국의 연간 페타이어 발생량은 20만톤이고, 열이용분은 5%에 불과하다. 정부의 지원을 받아 3,600만파운드를 들여 Elm Energy & Recycling사는 타이어 연소 발전계획을 추진하고 있으며, 1,200만개/년의 타이어를 처리할 예정이다.

## 5. 페타이어-석탄 혼합소각에 의한 열이용

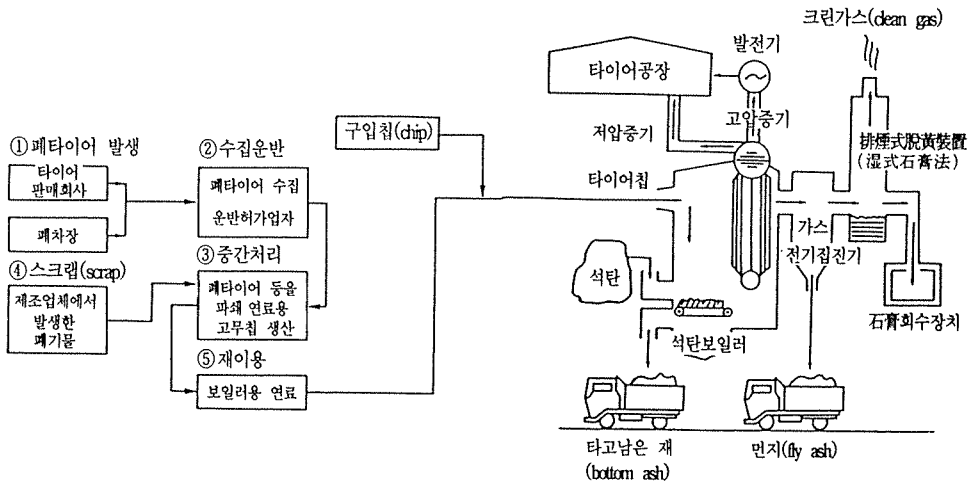
타이어 공장에서의 페타이어 열이용 예를(그림 5)에 나타냈다<sup>14)</sup>. 페타이어를 칩상태로

절단, 석탄 보일러에서 혼합 소각하여 발생하는 증기를 열원으로 자가발전을 하여 공장의 동력원으로 활용하고 있다.

보일러 및 혼합소각 내용은 다음과 같다. 발열량 53톤/시간, 압력 60kg/cm<sup>2</sup>, 온도 450°C, 타이어 처리량은 20톤/일에서 30톤/일로 확대하고, 앞으로 증설할 계획이다.

이 설비의 Cogeneration System의 개요는(그림 5)에 나타나 있는데, 석탄과 타이어 칩을 보일러에 넣어 약 1,500°C의 고온으로 소각, 그 열원으로 발생한 450°C의 고압증기터빈을 돌려 전력을 얻고 있다.

로안의 스토커(stoker)상에 석탄을 투입하고, 그 상부에 일정한 사이클로 타이어 칩을 떨어뜨려 타이어가 열분해하여 석탄과 납사가 혼합 연소하는 상태로 된다. 앞에서 설명한 시멘트 킬른내의 환원반응과 같은 반응으로서, NO<sub>x</sub>의 감소(석탄만을 태울 때보다 적다), SO<sub>x</sub>의 감소(병커C유보다 적다)를 초래하게 된다. 또 타이어 칩의 금속성분 이외에는 완전히 연소하여 석탄 소비량이 감소하고, 석탄재가 감소한다. 그러나 시멘트킬른용으로 이용할 때에 비하여 석탄재의 처리문제는 더욱 큰 문제이다.



(그림 5) 타이어·석탄 혼합소각, 발전공정도



석탄과 타이어 칩을 140톤/일 사용하면, 약 10톤/일의 석탄재가 발생한다. 찌꺼기 비율은 8%이다. 앞으로 매립지의 부족 등 비용이 증가할 것으로 예상되어 연소효과 상승, 페타이어 혼합소각 비율 상승을 통하여 찌꺼기를 줄이는 데 힘쓰지 않으면 안될 것이다. 이 페타이어의 에너지 이용에 대해서는 시장에서 통타이어를 받아들여야 하기 때문에 산업폐기물법상의 중간처리업 허가를 받아야 할 필요가 있다.

## 6. 결 론

이제까지 페타이어의 열이용에 대해서 설명하였는데 일본자동차타이어협회, 시멘트협회 및 그의 업계의 협력을 받아 페타이어 발생량의 39%까지 열이용하게 된 것에 대해서는 충분한 평가를 받아야 할 것으로 생각된다.

일본 경제는 거품(bubble)경제 붕괴와 함께 불황을 맞게 되어 기업들이 원가절감을 하여야 하며, 이 원가절감의 가장 핵심이 되는 것은 에너지 비용의 절감이다.

이 에너지절약의 자원으로서 페타이어 미이용분 및 많이 쌓여있는 페타이어의 활용이 과제로 대두되고 있다. 그러므로 연소효율의 향상, 운송, 수집, 값싸고 간단한 보일러의 개발 등 기술개발이 필요하며, 또한 경제성을 고려한 메이커, 수요자, 행정부간의 협조가 필요하다. 물론 생산자로서 타이어업계는 그 사회적 책임을 완수하기 위하여 협조하고,

페타이어 처리기술 개발 및 향상, 쌓여 있는 페타이어 처리에 힘써야 될 것이다.

## 〈참고문헌〉

- 1) (社)日本自動車タイヤ協會編：用濟タイヤの知識
- 2) 東ソー(株)南陽事業所(本社東京都港区赤坂)
- 3) OHIO AIR QUALITY DEVELOPMENT AUTHORITY刊：Air Emissions associated with the Combustion of scrap tires for energy recovery, Malcolm Pirrie Inc. Columbus Ohio 43329 May 1991
- 4) 小名浜精練(株)(本社福島県いわき市)
- 5) クリーンジャパンセンター(東京虎の門)刊：クリーンジャパン40技術レポート
- 6) 定検技術サービス(株)(本社福井県敦賀市)
- 7) 北條(株)(本社静岡県志太郡岡部町)
- 8) ブリヂストン・日本セメント特許公報平1-32175
- 9) 月刊廃棄物 1984年 2月號
- 10) 三菱タリーニアス廢タイヤ燃焼ボイラー(三菱重工(株)長崎造船所本社東京都千代田區)
- 11) Modern Tire Dealer(米) 1986年 12月號
- 12) Gummi Hereifung(西瀆) 1987年 5月號
- 13) EUROPEAN RUBBER JOURNAL(Scrap Tyre Report), 1991年 1月號
- 14) 東洋ゴム工業(株)仙台工場(本社大阪府西區)
- 15) 月刊タイヤ, 1992年 4,5月號

자료：東洋ゴム工業(株) タイヤ技術生産企劃部長  
石澤 登(日本ゴム協會誌, 1993年 3月號)

번역：李宗烈/協會 環境對策課

**품질 좋고 값도 싼 우리나라 타이어를  
세계가 알아줍니다.**