



일본 「전자기술」 최근호에서는 요즘 업계의 관심사로 떠오르고 있는 “리사이클의 현황과 과제”중 PC와 TV의 2품목을 일본 업체의 사례를 중심으로 을 게재하였는데 본고는 이중 발췌·번역한 것이다. (편집자)

PC 리사이클의 현황과 과제

[일본전기(주)의 예를 중심으로]

컴퓨터 메이커인 일본전기(주)에서는 사용이 종료된 제품의 회수처리시스템 체제를 갖추고 약 30년전부터 리사이클을 시행해 왔다. 이 가운데는 워크스테이션과 프린터, CRT 등이 있고 그후 PC도 포함되었는데 시행초기에는 특별히 환경을 의식하지는 않았으나 컴퓨터라고 하는 자산을 유효활용하기 위해 오버홀 및 재사용과 재자원화를 실시해 왔으며 6년전부터 PC 제품의 제조시 활용하고 있다.

PC의 누적출하대수가 '98년 9월말로 2000만대를 돌파한 일본전기(주)로서는 5~8년후 출하제품의 사용이 종료될 것으로 상정하고, 3년전부터 환경배려형 제품설계를 철저히 하기 위해 전체적인 제품의 라이프사이클에서 제품의 재자원화를 실시함과 동시에 리사이클 기술이 진일보하여 그 개요를 소개키로 한다.

1. 환경친화형 제품기준의 동향

1) 그린 제품의 구입촉진을 위해 그린 구입 네트워크(Green Purchase, Network: GPN) PC편의 환경배려 가이드라인 8개 항목이 '97년 11월말에 제정되었고 '98년 6월부터는 각 메이커의 PC상품의 비교 리스트가 인터넷 홈페이지(<http://www.wnn.or.jp/wnn-eco/gpn>)에

소개되고 있다.

2) 사용종료제품의 회수 및 리사이클의 촉진책으로써 가전리사이클법이 2000년 4월부터 시행될 예정이며, 가전 4개품목의 재생품화를 향상과 용기포장 리사이클법도 2000년 4월부터 전면 실시될 예정이다.

2. 환경친화형 PC의 상품화

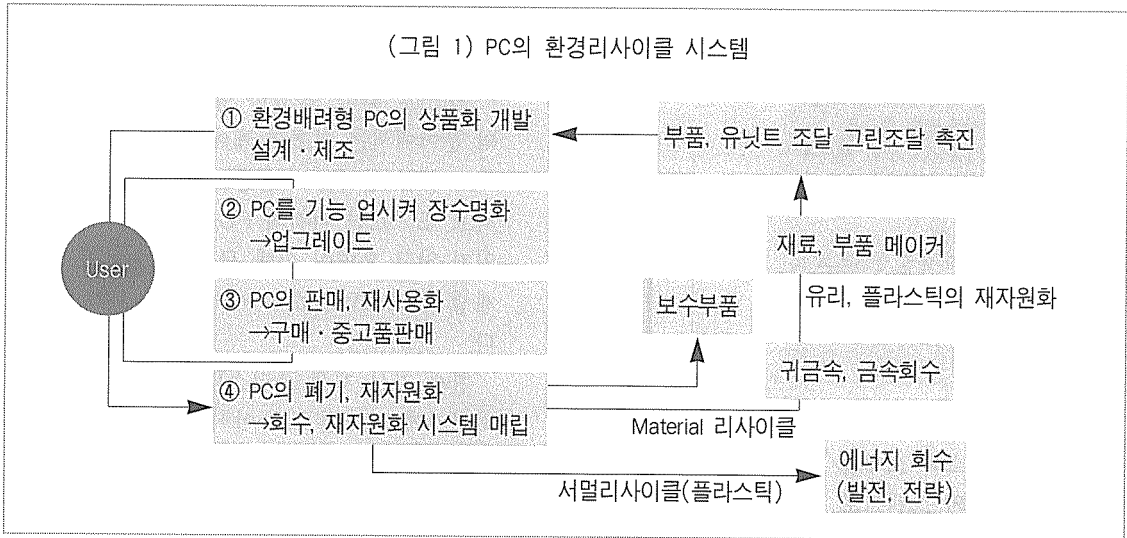
1) PC의 환경 리사이클 시스템

개발·설계단계부터 환경친화형 PC의 상품화를 실시하고 소비자의 요구에 대응해 PC의 기능향상을 도모함으로써 중고 PC를 팔거나 폐기하고 싶은 경우 이에 대응한 PC의 환경 리사이클 시스템을 업체의 책임하에 구축하고 재사용과 리사이클을 촉진해 자원순환형 사회에 대응할 필요가 있다.(그림1)

2) 환경친화형 PC의 상품화(T-LCA에 의한 제품의 재자원화 실시)

초기 제품의 재자원화는 상품구조의 설계시 소형화·경량화와 포장재의 고품질화 등과 같은 재자원화를 주로 실시해 왔으나, 본격적인 환경친화형 제품의 설계에 대응하기 위해 3년전부터는 전체적인 제품 라이프사이클의 관점에서 실시하고 있다. 구체적으로는 개발·설계시 ①부품 유닛조달단계 ②제품 프로세스

(그림 1) PC의 환경리사이클 시스템



③소비자의 사용단계 ④사용종료제품의 회수 및 리사이클의 4단계를 거치도록 하고 있다. 여기서 T-LCA란 제품 재자원화의 라이프사이클을 고려해 자재조달에서부터 생산·사용·폐기의 4단계를 거치는 방법으로 일본전기(주) PC 개발상의 용어이다.(그림2)

3. 자원순환형 사회에로의 대응

1) 재생플라스틱의 사용

PC의 누적출하대수가 2000만대를 돌파한 일본전기(주)로서는 지구환경을 고려한 자원순환형 사

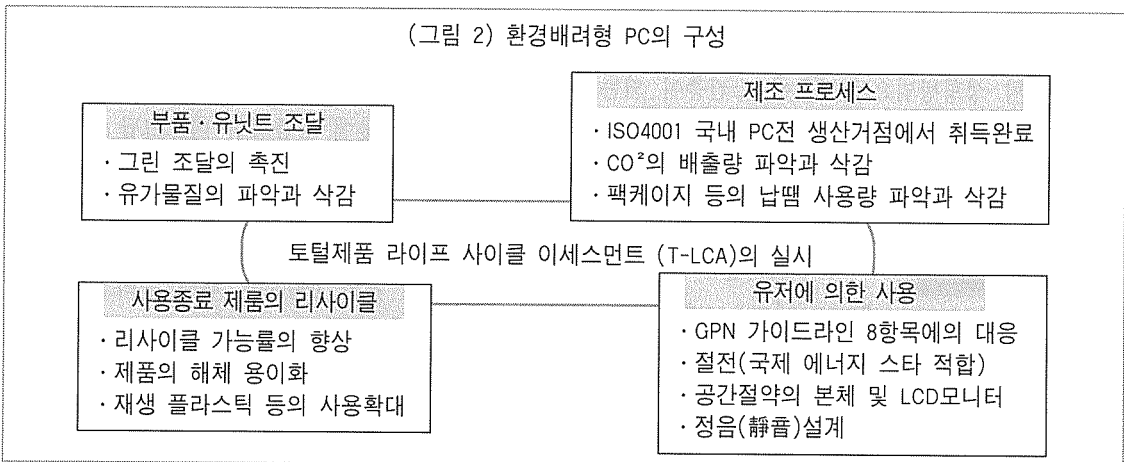
회에 대응하기 위해서도 적극적으로 재생 플라스틱을 사용하지 않을수 없는 상황이 되었다.

① 자사 재생 플라스틱(그림3)

폐기물처리법과 가전리사이클법 등을 고려해 당사는 PC 메이커의 책임하에 자사에서 회수한 사용종료 PC를 분리·해체하여 얼마나 리사이클율을 향상시킬수 있는지를 검토해 왔다.

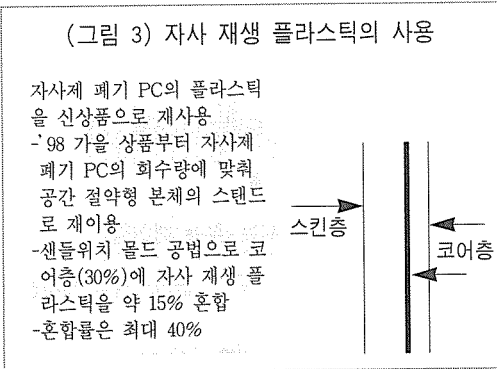
현재 데스크탑 PC 본체에는 전체 중량에 접하는 귀금속·금속 등이 많기 때문에 리사이클률이 이미 88%나 되며, 나머지는 플라스틱이 대부분이므로 이것을 (그림4)의 자사 폐기 플라스틱의

(그림 2) 환경배려형 PC의 구성





(그림 3) 자사 재생 플라스틱의 사용



리사이클 처리 플로어에서 Pellet화하며 재생한 플라스틱 소재를 '98년 가을부터 공간절약형 본체의 스탠드로 샌드위치몰드공법에서 사용하였다.

샌드위치몰드공법이란 (그림3)과 같이 skin층(전체의 70%)에는 15%의 재생재를 혼합하고, 코어층(전체의 30%)에는 100%의 재생재를 혼합하는 공법이다.

재생재를 혼합한 경우는 현재의 기술에서는 혼합율 약 20%가 한계로 그 이상 비율이 높아지면 이물질이 삽입되거나 변색되어 품질상의 문제가 발생하므로 자원순환형사회에 대응하기 위해서는 재생재를 가능한 많이 사용한 재생 플라스틱을 사용할 필요가 있다.

일본전기(株)는 샌드위치몰드공법으로 전체 혼합율을 약 40%로 만들었는바, 이 공법의 특징은 내부의 코어층은 100%의 폐기 플라스틱을, 외부의 스킨층은 재생 재의 혼합으로 포장한 것과 같은 샌드위치 구조의 특수 플라스틱 성형방법으로, 처음에 스킨층이 되는 재료를 사출하고 몇초의 시간차를 붙혀 코어층

이 되는 재료를 사출한다.

이 공법은 플라스틱 성형품의 내부두께가 2~3mm로 얇아, 복잡한 형상을 갖는 OA기기의 분야에서는 최초의 케이스이다.

그러나, 현재는 사용종료된 PC의 회수량이 적고 또 '92년 이전의 PC는 재료표시가 되어 있지 않고 오염이 심해 모든 폐기 플라스틱을 재생 플라스틱으로써 재사용하는 것은 어렵다.

현재 자사 재생 플라스틱의 재사용은 '98년 하반기에 약 1톤으로 아직 전체 사용량과 비교하면 대단히 적은 편이다.

샌드위치몰드공법에 사용한 재료는 CRT 모니터 및 PC 본체의 프론트 마스크로 대부분이 PS수지의 난연성 폴리스틸렌이며, 이 PS수지는 '93~'96년까지 매년 1100~1400톤의 양이 출하되고 있어, 이 PC의 사용기간을 5~8년으로 보면 21세기에는 회수량이 많아질 것으로 전망된다.

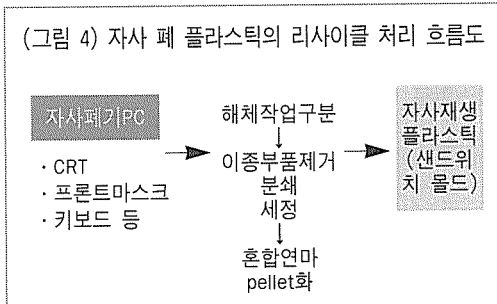
② 시판 재생플라스틱

재생 플라스틱은 자사에서 회수한 폐기 PC의 플라스틱을 재이용하는 것을 원칙으로 하고 있으나, 현재 사용종료 PC의 회수량이 적고 그 회수량이 안정되지 못함에 따라 일본전기(株)에서는 경합회사보다 앞서 '98년 1월에 상품화한 데스크탑 PC의 부품인 PCI 스페이더부터 시판 재생플라스틱의 사용을 개시해 순차적으로 확대해 왔다.

'98년 가을에 상품화한 데스크탑 PC(LCD 모니터 포함)에서는 플라스틱 총사용량의 70%를 재생 플라스틱으로 교체하였으며, 특히 플라스틱 PC의 주력상품인 공간 절약형기에서는 거의 100%의 재생 플라스틱을 사용하고 있다.

일본전기(株)에서는 현재 데스크탑 PC에서 연간 약 600톤의 플라스틱을 사용하고 있으므로 재생 플라스틱의 혼합율을 약 10%로

(그림 4) 자사 폐 플라스틱의 리사이클 처리 흐름도

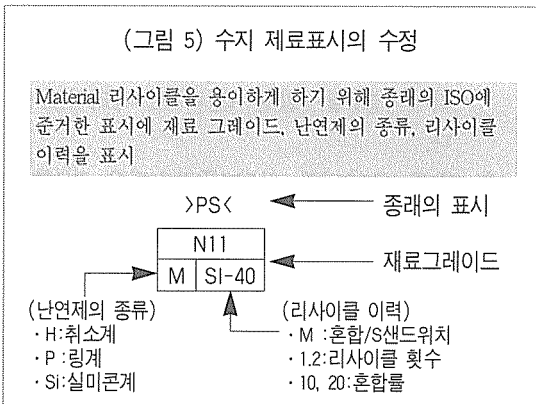


계산해도 연간 약 60톤의 폐기 플라스틱을 사용하고있는 것이 된다.

이처럼 시판 재생플라스틱을 적극적으로 사용하는 것은 폐기 플라스틱의 매립이나 소각처리의 감소에 조금이라도 기여해 자원순환형 사회의 조성이라고 하는 환경적 의의가 크다고 자부하고 있다.

따라서 자사에서 회수한 폐기 PC의 플라스틱을 윤택하게 확보할 수 있을 때까지는 시판 재생플라스틱을 적극적으로 사용해갈 방침이다.

③ 재생플라스틱의 재료표시



'92년부터 세계에 통용되는 ISO 준거 재료표시를 채용해 사용종료 PC의 회수시에 리사이클을 행하기 쉽도록 도모해 왔는데, material 리사이클 검토시 시판 및 자사의 재생 플라스틱을 사용하면서 현재의 재료표시를 (그림 5)와 같이 수정하였다.

PC본체의 플라스틱에 대해서는 종래의 표시에 재료 그레이드, 난연계의 종류, 리사이클의 이력 등을 표시하고 이를 '98년 가을상품부터 적용했으며, 금후는 리사이클 회수, 재생플라스틱의 혼합을 등으로 나누어 장래에는 더욱 리사이클이 용이하도록 할 예정이다.

2) 리사이클 하기 쉬운 신(新)난연성 플라스틱인 에코포리카의 사용

종래의 난연성 플라스틱은 난연제로써 취소(臭素)나링 등이 포함되어져 있어 처리방법에 따라서는 소각시에 다이옥신의 발생이나 링화합물에 의한 지하수 오염 등의 환경적인 우려가 있었다.

이와 같은 배경이 있어 일본전기(株)에서는 차세대 난연성 플라스틱으로써 에코포리카를 개발하였는데 이 에코포리카는 탈취소, 탈링으로 생체에도 사용되고 있는 실리콘을 난연제로 하고 있어 환경부하가 적은 재료이다.

또 도금이나 도장 등의 2차 처리를 하지 않으면 수회의 리사이클에서 난연 그레이드나 재료강도 등이 떨어지지 않는 재료이기 때문에 '98년 봄상품부터 LCD 모니터의 본체와 노트북 PC의 배터리 케이스에 에코포리카를 사용하였다.

PC 모니터는 CRT로부터 LCD로의 이행이 급속히 진행되고 있어 토탈 플라스틱의 사용량도 삭감할 수 있을 것으로 예상됨에 따라 에코포리카의 사용을 LCD 모니터 본체로 특화해 갈 방침이다.

현재는 자원순환형 사회에 대응한 재생 플라스틱과 환경조화성이 뛰어난 에코포리카를 균형있게 PC상품에 적용하여 에코포리카를 전면적으로 신상품에 사용하고 있는데, 그 이유는 출하대수가 2000만대를 돌파한 일본전기(株)로써는 출하 PC가 21세기에 사용종료가 되었을때 메이커의 책임하에 자사 재생 플라스틱을 신상품에 재이용하는 것도 중요하기 때문이다.

'98년 가을상품의 데스크탑 PC에서는 자사의 사용종료 PC의 회수량이 아직 적으므로 공간절약형 본체의 스탠드 부분에는 자사 재생 플라스틱을 사용하고 (그림6)과 같이 시판 재생 플라스틱은 공간절약형 본체의 프론트 마스크에 사용하였다.

또 LCD모니터에서는 외장부분에 시판 재생플라스틱을, 스탠드에 에코포리카를 사용하고, 노트북기에서는 배터리 케이스에 에코포리카를 사용하였다.



3) 매뉴얼에 재생지 사용

'97년 가을상품부터 매뉴얼에 에코마크를 취득한 재생지를 사용하였는데, 당시의 에코마크 취득기준은 고지(古紙)배합률 35%이었으므로 표지에 고지배합률 40%를, 본지에 고지배합률 70%를 사용하였다.

현재의 신기준은 고지배합률 50% 이상이며, 또 다른 기준은 백색도 70%이하, 도공량 양면으로 제곱미터당 30g이하 등이 규정되어 있어 현재 신(新)에코마크기준에 준하여 고지배합률을 표지에 50%, 본지에 100% 사용하고 있다.

4) 포장재 완충재에 고지(古紙), 골판지 사용

'93년 봄에, 종래의 완충재를 발포 플라스틱재부터 골판지와 발포 플라스틱의 복합완충재인 하이브리드재로 변경하였다. 또, '93년 가을부터는 모든 포장재, 완충재를 고지의 골판지로 변경하여 현재는 고지배합률 100%를 사용하고 있다.

또한, CRT는 중량이 많이 나가기 때문에 포장재는 고지의 골판지를 사용하고 완충재로 발포 플라스틱을 사용하고 있다.

4. PC 리사이클의 현황

1) 데스크탑 PC

① PC본체의 해체(그림6)는 드라이버를 사용해 손으로 해체하는 것이 기본으로 해체시간은 우선 외장 커버를 벗기는 것부터 마더보드, HDD, CD-ROM, 전원 등의 해체까지 약 6분이 소요된다.

외장커버와 본체의 베이스인 샤시는 철이므로 철강메이커로, 케이블은 비철금속메이커에 양도하여 철이나 동을 회수하고

있다.

마더보드(프린트기판)는 배터리(리튬전지 등)를 떼어내고 파쇄기에 걸어 감용화한 다음 금속제련광산에서 귀금속(금, 은, 동) 및 연, 석 등을 회수하고 있으며, HDD, CD-ROM, 전원 등은 슈레더(shredder)에 걸고 철은 자석으로 분별해 철강메이커로, 나머지 동, 알루미늄 등은 비철금속메이커로 양도해 금속을 회수하고 있다. 또 프론트 마스크, 키보드 등의 플라스틱은 '93년 이후 재료표시를 행하고 있는 것은 공간절약형 PC본체의 스탠드에 머테리얼 리사이클로써 재이용하고 있으며, 이전의 재료표시가 되어 있지 않은 것은 일본전기(주)의 관련회사에서 써멀 리사이클(열→발전→전력)로 처리하고 있다.

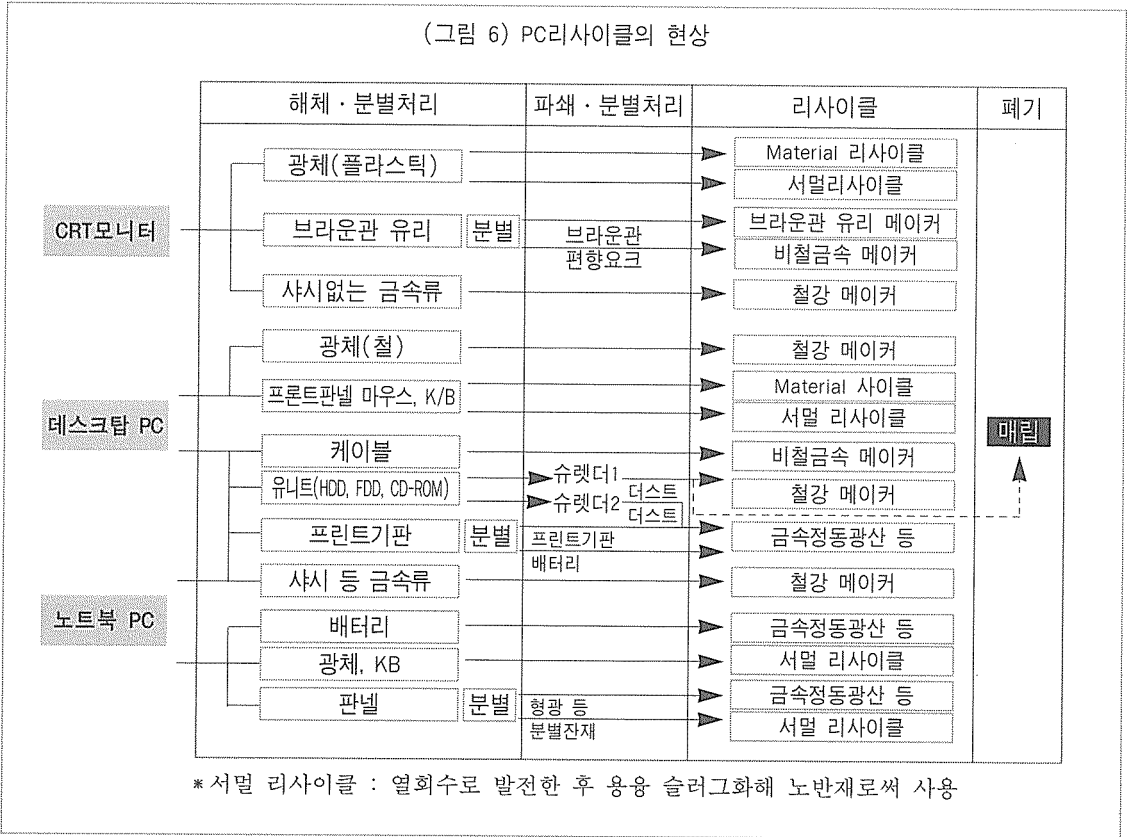
② CRT 모니터의 외장 플라스틱은 PC본체의 프론트 마스크와 마찬가지로 머테리얼 리사이클 또는 써멀 리사이클을 행하는데, 브라운관 유리는 유리부분과 편향 요크를 분리해 유리는 일본전기(주)의 관련회사인 일본전기초자(주)로 보내져 브라운관 유리로 재활용되고 있으며, 편향요크는 비철금속메이커로 양도되어 동 등을 회수하고 있다. 나머지 샤시 등은 슈레더에 걸어 철 또는 비철 금속메이커에서 금속을 회수하고 있다.

2) 노트북 PC(LCD 모니터 포함)

노트북 PC의 해체도 드라이버를 사용해 수작업으로 해체하고 있다. 해체시간은 마더보드, HDD, CD-ROM, 액정판넬까지 해체하는데 약 10분정도 소요되는데, 우선, 배터리를 떼어내고 금속제련광산으로 보내져 리튬전지를 회수한다.

노트북 PC의 외장 및 키보드는 플라스틱으로 되어 있고, 특히 외장은 도장과 도금(전자

(그림 6) PC리사이클의 현상



파대책)이 되어 있는데 기술적으로 이것을 박리(剝離)하는 것은 가능해도 코스트면에서 채산이 맞지 않으므로 머테리얼 리사이클을 행하지 않고 써멀 리사이클로 처리하고 있다.

액정 판넬은 판넬 전체를 고정하고 있는 알루미늄의 프레임을 떼어낸 후, 형광등을 제거하고 이것을 금속제련광산회사에 보내 수은을 회수하고 있다.

또 판넬은 플라스틱과 유리로 되어 있기 때문에 서멀 리사이클을 행하고 있으며 그 외의 케이블이나 마더보드, HDD 등은 앞서 서술한 PC 본체와 동일하게 처리하고 있다.

5. 앞으로의 과제

1) PC 모니터인 CRT는 '93~'96년까지는 CRT 1대당 약 3kg의 PS수지를 사용하고 있

었으나, 머테리얼 리사이클을 행하는 샌드위치몰드공법을 확립한 '96년 이후는ABS 수지로 조금씩 교체하고 있으므로, PS수지를 사용한 제품의 회수가 피크에 달한 시점에서는 ABS수지의 리사이클 기술과 용도를 확립할 필요가 있다.

2) PC본체에 실장되어 있는 HDD, CD-ROM, FDD, 전원 등은 금속회 코스트 퍼포먼스가 좋아졌으므로 그대로의 성능으로 재사용하는 경우는 거의 없고, 수리시의 보수부품 정도로 활용하고 있는 정도이다. 대부분은 슈레터에 걸려져 금속을 회수한 후 쓰레기로써 관리형의 매립을 행하고 있으나, 이를 최소화하기 위해서는 앞으로 용도에 따라 중고시장을 통한 제품의 재사용으로 장기적인 사용을 도모할 필요가 있다.