

휴대전화의 인위적 손상 형태에 대한 실험적 분석

송재용, 남정우, 사승훈, 김진표

국립과학수사연구소

An Experimental Analysis on Damage patterns of a Mobile Phone Caused by Artificial Manipulation

Song, Jae Yong · Nam, Jung Woo · Sa, Seung Hun · Kim Jin Pyo

National Forensic Service

요 약

본 연구에서는 정확한 화재원인 분석 및 사기범죄 여부 확인을 위하여 극초단파를 직접 휴대전화에 조사하고, 이때 발생하는 휴대전화의 손상형태를 분석하였다. 극초단파 조사를 위하여 전자레인지리를 이용하였으며, 전자레인지의 마그네트론에서 발생하는 2.45 GHz의 극초단파가 휴대전화에 인가될 때 휴대전화의 손상형태를 분석하였다.

실험 결과, 휴대전화에 극초단파를 조사하는 경우, 조사 시간이 길어짐에 따라 심하게 손상되는 경향을 나타내었으며, 특히, 폴더의 힌지 부분 및 안테나 부분과 같이 금속이 설치되는 부분이 심하게 열변형되는 결과를 나타내었다. 휴대전화의 배터리 부분은 외함이 열변형되는 것 이외에 배터리의 손상이나 폭발 등은 발생되지 않는 것으로 평가되었다.

1. 서 론

국내 통계청 자료에 따르면 국내에서 등록되어 사용 중인 휴대전화는 2010년 기준으로 약 5천만대에 이르고 있으며, 국제전기통신연합 ITU의 보고서에 따르면 2008년 전 세계적으로 휴대전화 등록대수는 40억대를 초과할 것으로 전망하였으며, 현재에도 연간 12억대의 휴대전화가 생산되고 있는 추세이다. 이러한 추세를 반영하듯 휴대전화와 관련된 사건사고 또한 꾸준히 증가하고 있는 실정이다.

휴대전화의 외함은 플라스틱 재질로 구성되는 것이 일반적이며, 휴대전화에 극초단파를 조사하는 경우, 외함이 열변형되는 현상을 일으키고, 이러한 열변형 현상은 화재로 인한 변형 형상과 유사한 특성을 나타낸다. 이로 인하여 전자레인지 등의 극초단파에 의해 휴대전화가 소훼되는 경우, 화재에 의한 것으로 오판될 수 있으며, 극단적인 경우, 사기범죄에 악용되기도 한다. 실제로 각 통신사별 과다 경쟁으로 인해 무상 제공된 휴대전화를 전자레인지에 넣고 손상시켜 화재로 인한 것이라는 민원을 제기한 후, 제조물책임법에 근거하여 제조사에 보상을 요구한 범죄행위가 발생되기도 하였다.

따라서 본 연구에서는 정확한 화재원인 분석 및 사기범죄 여부 확인을 위하여 극초단파를 직접 휴대전화에 조사하고, 이때 발생하는 휴대전화의 손상형태를 분석하였다. 극초

단과 조사를 위하여 전자레인지에 이용하였으며, 전자레인지의 마그네트론에서 발생하는 2.45 GHz의 극초단파가 휴대전화에 인가될 때 휴대전화의 손상형태를 분석하였다. 휴대전화에 극초단파의 조사 시간은 30초~60초 사이로 하였으며, 극초단파를 차단한 이후, 휴대전화 전체의 온도변화 및 손상형태를 관찰하였다.

2. 실험대상 및 방법

실험에 사용된 휴대전화는 국내 S사의 폴더 타입으로 외함은 플라스틱으로 구성된 것을 사용하였으며, 그림 1에 휴대전화의 외관 및 내부 구성부품을 나타내었다.



(a) 휴대전화 외관

(b) 휴대전화 분해 모습

(c) 휴대전화 내부기판

그림 1. 실험에 사용된 휴대전화

그림 1에 나타낸 폴더 타입 휴대전화의 폴더 부분은 금속으로 구성되는 폴더 힌지(Folder hinge)를 통해 연결되어 있으며, 내부 상단에 내부기판이 설치되고, 동 내부기판과 하단 부위와 마이크 및 인테나(Itenna) 사이에 배터리가 장착되어 있다.

휴대전화의 인위적인 손상을 만들기 위하여 극초단파를 인가하는 실험을 수행하였으며, 극초단파 발생에는 그림 2에 나타낸 바와 같이 전자레인지(LG M-M209BP, 700 W)를 사용하였다. 실험에 사용된 전자레نج이는 700 W 정격으로 내부에 설치된 마그네트론에서 2.45 GHz의 극초단파가 발생하는 구성이다. 실험에 사용한 휴대전화의 전원은 꺼짐 상태인 경우와 꺼짐 상태인 경우의 2가지 모두를 고려하여 극초단파를 인가하고, 전원의 꺼짐 여부에 대한 평가도 수행하였다.



(a) 실험장치의 개략도

(b) 실험 모습

(c) 정상제품 3-D Xay 이미지

그림 2. 실험장치의 개략도 및 정상제품에 대한 3-D Xay 이미지

전자레인지에 휴대전화를 넣고, 30초에서 60초 사이의 시간동안 극초단파를 인위적으로 조사하였다. 극초단파 조사 이후, 열화상 카메라(NEC TH 9100)를 이용하여 휴대전화 외부의 온도분포를 측정하였으며, X-ray를 이용한 비파괴 검사 및 분해 검사를 통하여 휴대

전화의 손상 형태를 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

전자레인지에 이용하여 휴대전화에 극초단파를 인가한 결과, 휴대전화는 플라스틱 외함을 중심으로 손상되는 경향을 보였으며, 극초단파의 인가시간에 따라 휴대전화는 더욱 심하게 손상되는 형태를 나타내었다. 그림 3은 50초 동안 극초단파를 인가하였을 때 휴대전화 외부의 손상 형태를 나타낸 것으로 폴더 힌지(Folder hinge)와 인테나(Intenna) 설치 부분이 다른 부위에 비해 상대적으로 심하게 소훼된 형태를 나타내는데, 이러한 현상은 동 부위에 금속 구조물이 내장되어 있기 때문으로 판단된다. 전자레인지에서 발생하는 극초단파를 음식물 등에 조사하는 형태의 유전자열 방식을 적용하는 구성으로 금속 부분 등이 존재하는 경우, 동 부분에 전자파가 집중되면서 발열이 발생하는 특징을 나타낸다. 이러한 특징을 고려할 경우, 실험에 사용한 휴대전화는 금속 물질이 내장되어 있는 폴더 힌지 및 인테나 설치 부분에 극초단파가 집중될 수 있으며, 이러한 전자파 집중에 의해 폴더 힌지 및 인테나 부분이 상대적으로 심하게 소훼된 것으로 볼 수 있다.

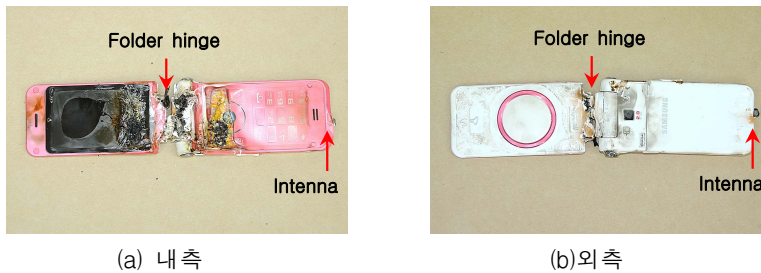


그림 3. 휴대전화 외부의 손상형태

극초단파를 휴대전화에 조사하는 경우, 휴대전화 외부의 온도분포는 그림 4에 나타난 바와 같이 폴더 힌지 부분이 가장 높은 온도분포를 보이며, 인테나 설치 부분에서도 다른 부분에 비해 상대적으로 높은 온도분포를 나타내는 것으로 평가되었다.

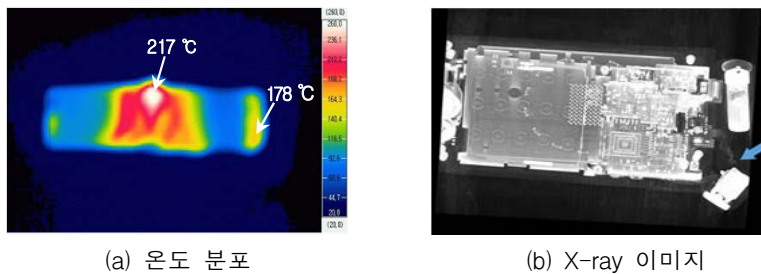


그림 4. 휴대전화 외부의 손상형태

휴대전화에 극초단파를 인가한 후, 열화상 카메라를 이용하여 전체적인 온도분포를 측정하였으며, 폴더 힌지 부분의 온도는 극초단파 조사 시간에 따라 상승하는 경향을 나타

내고, 최대 260 ℃까지 상승하는 것으로 측정되었으며, 인테나 부분의 온도는 폴더 힌지 부분에 비해 상대적으로 낮게 측정되는데, 최대 상승 온도는 60초 동안 극초단파를 인가하는 경우, 185 ℃ 범위까지 상승하는 것으로 측정되었다. 이러한 경향은 폴더 힌지 부분 및 인테나 부분에는 금속 구조물이 내장되어 있어 극초단파가 집중되고, 이로 인해 동 부위의 온도가 상대적으로 높게 상승하는 경향을 나타내는 것으로 판단된다.

극초단파를 인가하여 인위적으로 손상시킨 휴대전화 내부의 손상 형태를 그림 5에 나타내었다. 그림 5 (a)는 배터리가 장착되는 부분으로 배터리 자체는 손상되지 않은 특징을 나타내며, 인테나와 인접한 부분 일부만이 열변형된 형상이 관찰된다. 동 부위의 손상 형태는 인테나 상단의 외함이 일부 열변형되는 과정에 종속하여 발생된 것으로 추정되며, 배터리 자체의 결함 등은 발생되지 않은 것으로 판단된다. 이러한 특징을 고려할 경우, 휴대전화에 극초단파를 인가하더라도 배터리 부분은 손상되지 않는 것으로 볼 수 있다. 그림 5 (b)는 휴대전화 내부기관 부분의 손상 형태를 나타낸 것으로 폴더 힌지와 인접한 상단 부분이 일부 소회된 것 이외에 손상이나 파손 형상은 관찰되지 않으며, 극초단파 인가 이후, 내부기관의 결함 등을 유발하였다고 판단할 만한 특이 흔적은 식별되지 않았다. 그림 5 (c)는 인테나가 설치된 하단부 부분으로 인테나 설치 부분을 따라 열변형된 형상이며, 동 부위는 극초단파가 집중될 수 있는 인테나의 영향으로 다른 부위에 비해 상대적으로 심하게 소회된 것으로 추정된다.



(a) 배터리 장착부위

(b) 휴대전화 내부기관

(c) 인테나가 설치된 내부

그림 5. 휴대전화 내부의 손상형태 분석

4. 결 론

본 연구에서는 정확한 사고원인 조사 및 범죄예방을 목적으로 인위적인 휴대전화 손상 형태에 대하여 실험적 연구를 수행하였다. 전자레인지에 이용하여 인위적으로 휴대전화를 손상시키는 경우, 휴대전화의 전원 투입 여부와 무관하게 폴더 힌지 및 인테나와 같이 금속이 설치되는 부분이 상대적으로 심하게 소회되는 특징을 나타내었다. 또한 배터리, 내부기관 등 휴대전화 내부 구성부품은 소회되지 않는 특성을 나타내었으며, 휴대전화 결함에 의한 화재 양상과는 다른 특징이 있음을 확인하였다.

극초단파 인가에 따른 휴대전화의 온도 분포는 최대 260 ℃까지 측정되며, 손상 형태에 대한 분석결과와 유사하게 폴더 힌지 및 인테나 설치 부분에서 상대적으로 높은 온도 상승을 나타내었다. 이러한 현상은 금속 부분에 극초단파가 집중되는 특징 때문으로 판단되며, 높은 온도 상승에 기인하여 동 부위가 상대적으로 심하게 소회되는 것으로 판단된다.