

# 천안함, 과학인가 정치인가?



글 : 송태호



## 천안함, 과학인가 정치인가?



글 : 송태호

서울대 기계공학과 졸업,

한국과학기술원 기계공학과 석사,

미국 Purdue University, 기계공학과 박사.

現 한국과학기술원 교수.

\* 본 논문은 '시대정신' 겨울호에 게재된 글입니다.

## I. 들어가는 말

천안함 침몰에 관한 민군합동조사단의 보고서에 대해 수많은 의문을 제기하는 한 권의 책, 『천안함을 묻는다』가 출판되었다<sup>1</sup>. 이 책에서 서재정·이승헌 두 사람은 그들이 제시한 여러 질문 가운데 하나로서 천안함 침몰 인근해역에서 수거된 어뢰 추진체 파편에 쓰인 ‘1 번’이라는 글씨는 폭발 당시의 고열로 타버렸어야 함에도 불구하고 멀쩡히 남아 있는 것으로 보아 사후 조작된 것이라는 의혹을 제기하였고, 한편 필자는 어뢰 폭발시의 버블과 추진부의 열적 반응을 해석한 결과 ‘1 번’ 글씨가 타지 않은 것은 당연한 결과라고 제시하였다<sup>2</sup>. 이어, 서재정·이승헌은 필자의 논거를 참작하여 약간의 수정을 가한 주장을 다시 제기하기에 이른다<sup>3</sup>.

이 글에서 필자는 서재정·이승헌의 논박에 관하여, 필자의 당초의 논문에서 조금 더 논지를 확대하여 그들의 주장의 중대한 오류들을 지적하는 한편, 이러한 그들 주장의 근원적 본질과 이에 대한 대책을 거론하고자 한다.

본 기술을 간결하고 분명하게 하기 위하여 2 장에서는 필자가 이미 기술한 바, 천안함 피폭 당시의 어뢰 폭발 및 그 이후의 물리적 과정을 간략하게 기술하고, 이어서 서재정·이승헌의 논지를 제시하고 그 문제점을 적시할 것이다. 이어 3 장에서는 서재정·이승헌의 주장의 본질에 관하여 고찰할 것이며, 이어 4 장에서 결론을 맺을 것이다.

## II. 전말과 오류

### 1. 폭발, 그 이후

#### 1) 수중 폭발과 버블의 거동

필자가 이전 논문에서 밝힌 바와 같이, 어뢰의 탄두에 장착된 250kg의 TNT가 수중 8 미터에서 폭발할 때, 다음과 같은 일련의 과정을 밟는 것으로 판단된다<sup>4</sup>.

(i) TNT의 폭발이 0.0001 초 이내에 이루어진다. 폭발한 TNT는 체적 150 리터, 온도 섭씨 3,000 도, 압력 20,000 기압의 기체로 변한다.

(ii) 폭발 초기 0.003 초간 충격파 에너지를 물속으로 방출한다.

(iii) 동시에 버블은 주위의 물을 밀어내며 지속적으로 팽창한다. 팽창이 진행될수록 버블의 온도와 압력은 내려간다. (ii), (iii)의 과정에서 함저에 위로 작용하는 압력이 작용하여 이는 함정의 중앙부가 위로 꺾이는 굽힘 응력을 작용시킨다.

(iv) 주위의 물이 빠르게 밀려나면서 운동에너지가 증가한다.

(v) 폭발 0.03 초 후, 버블의 압력이 주위 수압과 같아져도 물의 관성력 때문에 즉시 멈추지 못하고 잠시 더 팽창한다. 잠시 후 버블의 압력은 대기압보다도 낮고 온도도 주위온도보다 낮아진다.

(vi) 0.2 초 시점에 버블은 함저에 닿으면서 중심부를 끌어내리며 (ii), (iii)과 반대방향의 급팽창력을 작용시킨다.

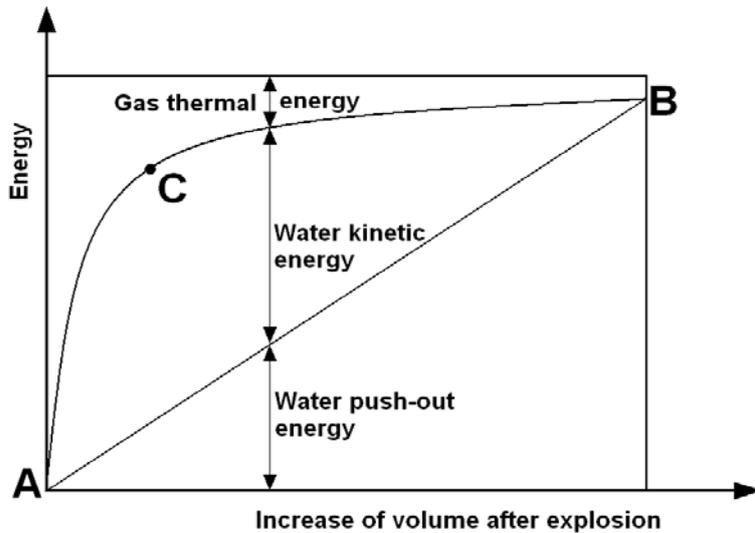
(vii) 0.3 내지 0.4 초 시점에 버블이 수면위로 노출되면서 대기와 물이 진공의 버블로 몰려들고 잠시 후 버블은 사라진다.

(ii)항의 충격파를 제외한 전 과정은 필자의 논문에 자세히 기술되어 있다. 충격파에 대해서는 다음 장에서 보다 자세히 기술할 것이다. 여기에서는 요점만 간단히 언급하자면, 초기에 물속으로 충격파가 음속(물속에서 초속 1.6km) 가량의 속도로 전달될 때에 함저의 철판은 1 평방미터당 질량 1.2 톤의 물체가 초속 25 미터로 충돌한 것과 같은 충격을 받아서, 함저는 소성변형 및 파단을 통하여 약간의 에너지를 흡수하고 일부 에너지는 함내의 구조물을 파괴하며 파급되고 나머지 에너지는 물속으로 반사된다는 것이다. 이때, 대기중 폭발과는 달리 수중 충격파에 따른 열손상은 일어나지 않고 다음과 같이 해석할 수 있다.

첫째, 수중폭발의 열적 거동의 분석에 있어서 충격파가 지나간 후 물의 유동은 앞서 다룬 바와 같이 비압축성으로 취급해도 무방하다. 둘째, 강한 충격파에 실려 나가는 에너지는 폭발에너지의 일부로써 초기의 강한 충격에 의한 기계적 파손은 어느 정도 가능하나 대부분의 에너지는 버블의 열에너지, 바닷물의 운동에너지와 팽창 일에 의하여 점유된다.

여기에서 강조하려는 것은 버블의 고온, 고압의 상태가 극히 짧은 시간 안에 끝나버리며, 바닷물이 밀려나가는 속도도 물속에서의 음속보다 훨씬 작아서 버블이 준평형상태를 유지하며 거의 이상적인 등엔트로피 팽창을 한다는 것이다. 또한 바닷물의 운동은 비록 비선형적이기는 하나 뉴우튼의 운동법칙에 충실히 따라 거동하므로 그 운동방정식에 따르지 않는다고 할 수가 없다.

<그림 1>은 폭발 초기(점 A)에서 가상적인 최대 팽창점(B)까지의 에너지 수급을 보인 것이다. 어느 위치에서나 총 에너지(1.13GJ)는 일정하고, 그 분포된 모드만이 다를 뿐이다.



<그림 1> 에너지 분포의 양태 (충격파 방출 에너지 제외).  
A는 폭발초기, B는 최대팽창점, C는 중간의 시점)

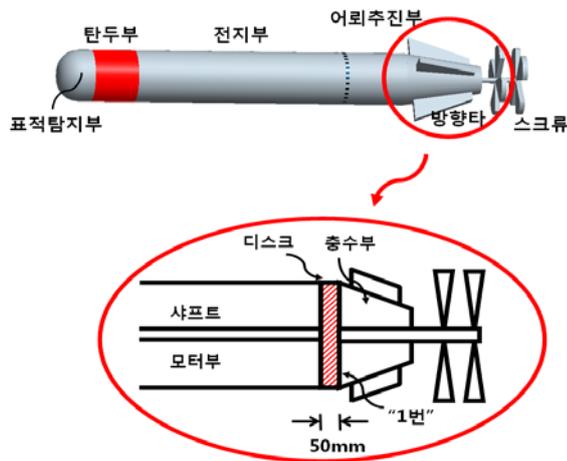
예로써, 바닷물이 적절한 운동에너지를 얻은 0.1 초의 시점(C)에서 생각해 보면, 바닷물의 운동에너지가 TNT 연소에너지(1.07GJ)의 80% 이상(0.90GJ)까지 올라가고 이와 더불어 바닷물의 압력을 밀어내느라 소비한 에너지(push-out energy)도 0.18GJ이 된다. 이 두 에너지의 합은 TNT 연소 에너지보다도 더 크다. 그런데, 에너지 보존법칙을 생각해 보면, 이 에너지가 버블로부터 오는 것 이외에는 방법이 없고, 그렇게 되려면 버블의 에너지가 큰 폭으로 떨어져야 하며, 결국 버블의 온도가 초기온도 3°C보다도 더 내려가는 수 밖에는 없다는 것도 명백하다. 실제 계산은 이때 버블의 반경이 6.2m, 압력이 0.2 기압, 온도는 영하 37 도가 된다<sup>5</sup>.

이렇게 버블이 팽창하면 온도가 매우 낮은 온도로 내려간다는 것이 직관적으로 받아들이기 힘든 바, “어떻게 폭약이 터져서 그렇게 낮은 온도의 가스가 된다는 말이나?” 라는 비판도 있었다. 그런데, 정확히 이 현상을 이용하는 예로써, 제트엔진의 압축기를 지난 공기를 일부 돌려서 상온으로 냉각한 후 단열 팽창시켜 극히 낮은 온도를 얻어서 비행기의 냉동 사이클을 운영하는 실례가 있다. 자연계는 그냥 법칙에 따라 거동할 뿐, 우리가 춥다고 느끼는 인간적인 스케일에 별로 관계치 않는다. 그리고 종종 그 결과가 우리가 느낌으로 예측했던 것과 다르기 때문에 과학은 이처럼 쓸모가 있다.

## 2) 1 번 글씨는 타버리는가

1 번 글씨 부위를 보다 자세히 설명하면 다음과 같다(그림 2 참조). 디스크의 후면은 우유빛의 ‘폴리비닐부티랄’ 이라는 고분자계열의 코팅이 되어 있고, 그 위에 매직펜으로 ‘1 번’ 이라고

쓰여 있다. 코팅과 글씨는 매우 깨끗하게 원형을 유지하고 있고, 어떠한 열손상의 흔적도 보이지 않는다. 또한 샤프트에는 부식을 막기 위해 칠해진 것으로 보이는 검은 색 도장이 손톱만 한 크기로 전체에 걸쳐 산포되어 있고, 이 검은 색 도장이 떨어져 나간 부위는 심하게 부식이 되어 있다. 잔존한 도장상태로 보아, 어뢰추진부가 고온에 노출되었었다면, ‘1 번’이라는 글씨뿐 아니라, 그 아래의 고분자 코팅, 그리고 아마도 샤프트의 검은 색 도장까지 모두 열손상을 당했어야 할 터인데, 그렇지 않은 것으로 보아, 어뢰추진부가 열손상을 입을 정도의 고온노출은 없었을 것으로 추론된다. 다시금 강조하지만, 어뢰 외부의 페인트가 타버렸다는 주장은 육안관찰과도 전혀 다른 것이다.



<그림 2> 어뢰 개념도 및 1번 글씨 부분 설명도

이 부분이 타지 않았다는 것은 필자의 논문에서 상세히 밝힌 바, 다음의 두 가지 이론적 배경으로부터 명백하다. 첫째는 앞서 언급한 바와 같이 버블이 단열 팽창하면서 버블의 고온상태가 0.1 초도 지속되지 않고, 둘째는 1번 글씨가 쓰인 디스크의 두께가 50mm로서 이 짧은 시간에는 전면의 온도가 글씨가 쓰인 후면까지 미처 전달될 수가 없다는 것이다. 이중 두 번째의 논거가 더욱 강력한 것으로 이것은 마치 석고보드 윗면에 뜨거운 불길이 잠시 스쳐 지나갈 때 아랫면에서는 아무런 열기를 느낄 수 없는 것과 같다. 이 때문에 디스크 후면이 바닷물에 닿아있건, 단열이 되어 있건, 초기 온도인 3°C에서 미동도 않게 된다. 더욱이 어뢰 추진부의 다른 부분에 대해서도 온도계산을 해보면, 그 어느 부위도 20°C를 넘어가는 일은 발생하지 않아서, 어디라도 열손상을 입을 가능성은 전혀 없다<sup>6</sup>.

이 글에서는 위의 두 근거에 덧붙여, 백 보 천 보 양보하여 서재정·이승헌의 주장과 같이 글씨가 쓰인 디스크의 앞·뒷면이 모두 1,000 도의 화염에 직접 노출된 경우라고 하여도 처음 몇 초 동안 글씨 부위에서 올라가는 온도는 겨우 몇 도에 불과함을 보이고자 한다. 즉, 이 경우 가스의 열전도계수(  $h$  )는 아무리 과장을 해도 30W/m<sup>2</sup>K를 넘지 않으며 이때 철의 열전도계수(  $k$  )는 약 50W/m-K이므로 두께(  $L$  )가 0.05m인 철판에 대해 그

비오수(  $Bi = hL/k$  )는 0.03 으로서 1 보다 훨씬 작다. 따라서 어느 순간에나 두께 방향으로 온도 구배가 거의 없는 상태를 유지하며 가열된다<sup>7</sup>. 따라서 이 경우의 온도 상승은 철의 밀도(  $\rho$  )와 비열(  $c$  )을 각각 8,000kg/m<sup>3</sup>, 450J/kg-K라고 취할 때<sup>8</sup>,

$$T(^{\circ}C) = 1,000(1 - e^{-\frac{2h}{\rho c L}t}) \quad (1)$$

로 되어 1 초가 지나면 겨우 0.3 도가 상승한다. 따라서 몇 초도 안 되는 짧은 시간 동안에는 글씨가 타버릴 온도까지 올라갈 수가 없다는 것이 명백하다. 즉, 앞서의 보다 현실적인 모사의 경우뿐 아니라, 서재정.이승헌의 주장과 같이 디스크 후면도 고온의 가스에 휩싸이는 비현실적인 경우에도 글씨가 타버릴 수가 없다는 것은 너무나 명백하다.

필자의 초기 논문에 대하여 서재정.이승헌은 강하게 반발하였으나, 그 과정은 과학적으로 전혀 설득력이 없다고 보인다. 그들이 『창작과 비평』에 기고한 글을 통하여 제시한 바, 필자의 연구결과 및 합조단의 보고서에 대한 반박은 오류투성으로 판단되는 바, 다음 장에서 상술하고자 한다.

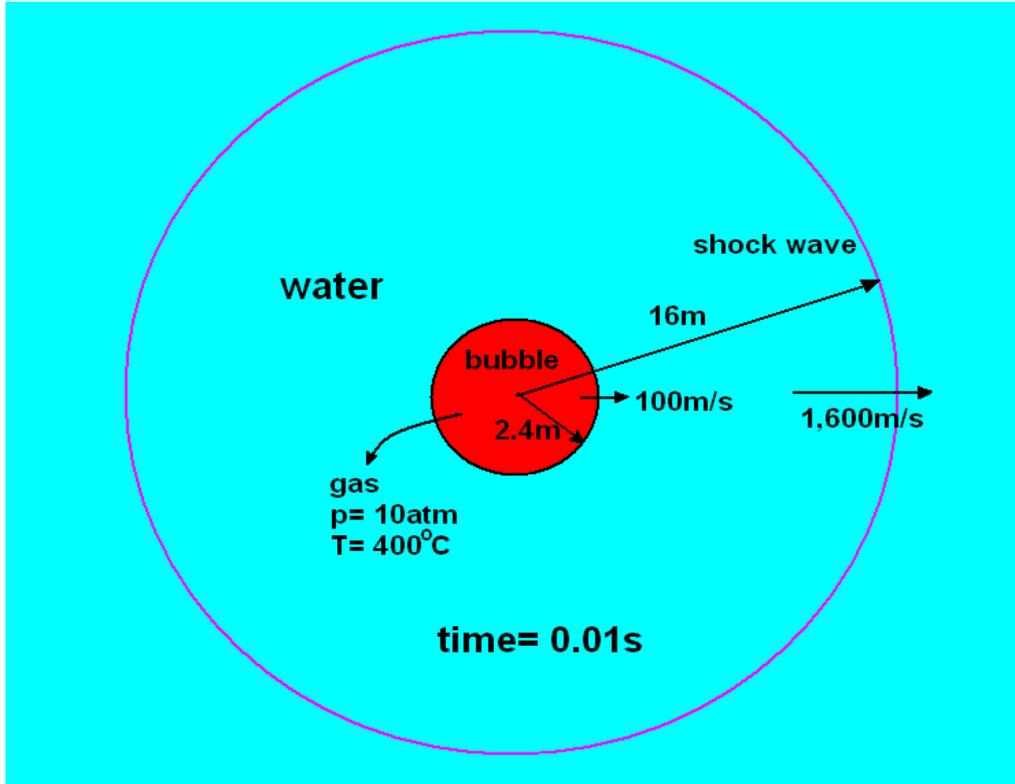
## 2. 결정적 의문, 결정적 오류

서재정.이승헌 두 사람은 1. ‘외부 폭발’에 대한 의문에서 파편과 부품이 나타나지 않은 점, 버블 효과, 충격파에 대한 의문을 제시했고, 2. ‘1 번 어뢰’와 천안함의 인과관계에서 어뢰 방향타의 알루미늄 흡착물에 대한 진실성을 부인하고 있으며, 3. 어뢰 추진체가 북한산이라는 논지에 대하여 ‘1 번’ 잉크의 성분과 그것이 타버리지 않은 점에 대해 의문을 제시하고 있다. 이미 3 번의 논지에 대해서는 앞서 필자의 논문을 통하여 ‘1 번’ 글씨가 타지 않을 것으로 명백히 밝혔으며<sup>9</sup>, 2 번의 논지에서는 X선 회절은 필자의 전공범위를 벗어나므로 다루지 않기로 한다. 이 절에서는 1 장과 3 장에 나타난 그들 주장의 결정적 오류들을 추가적으로 지적하고자 한다.

### 1) 버블과 충격파는 별개

여기에서는 충격파의 거동과 관련하여 서재정.이승헌 두 사람이 그들 글의 3 장에서 주장한 바 대기 중 폭발시의 충격파의 거동과 수중 폭발 시 거동을 동일시하면서 일으킨 오류를 지적하고자 한다. 그들은, 대기 중 폭발 시 충격파가 주위의 공기 속으로 전파되어 나가면서 중심부의 고온과 고압의 상태가 상당히 멀리까지 전파되어 파괴와 열손상을 일으키는 것과 같이 수중 폭발 시에도 그렇게 된다고 가상함으로써 버블이 달는 곳마다 엄청난 온도의 화염에 노출된다고 하였다. 그러나 앞서 기술한 바와 같이 수중폭발시의 충격파는 버블보다 훨씬 앞서서 물속으로 초속 1.6km, 즉 수중음속 정도의 속도로 퍼져나가 버리며, 버블은 이보다 훨씬 느린 속도로 팽창하며 바닷물을 밀어내느라 상당히 많은 에너지를 소비하여 그 온도도 급격히 내려간다. 이

과정에서 분명한 것은 충격파와 버블은 전혀 다른 별개의 것이라는 것이다. 즉, 충격파는 물속으로 빠르게 퍼져 나가는 파동이며, 버블은 이보다 훨씬 뒤에서 팽창하는 가스 덩어리로서, 충격파의 위치와 버블면의 위치가 전혀 같지 않다는 것이다 (그림 3 참조). 또한 대기 중 폭발 시에는 충격파의 안쪽으로 외부 공기가 편입되지만, 수중 폭발의 경우에는 물이 편입될 뿐이며 그 온도도 높지가 않다는 것이다. 버블과 충격파 내부를 혼동하면 중대한 오류가 일어난다.



<그림 3> 폭발 0.01 초 후 버블과 충격파의 움직임

앞서 폭발과정 (ii)의 충격파가 달는 과정에서 선체에 가해지는 힘을 생각해보면 다음과 같다. 버블의 반경에 비해 선체가 상당히 떨어져 있는 초기에는 큰 압력이 존재하고 이때에는 압력이 거리에 거의 반비례하는 것을 알 수 있다. 또한 1/10,000 초가 지날 때마다 압력의 크기도 절반 정도로 감소하는데, 이로부터 폭발초기에 반경 0.3 미터에서는 압력이 20,000 기압이지만 이보다 6 미터 떨어진 함저에는 1,000 기압이 극히 짧은 시간(1 만분의 1 초) 동안 작용한다. 또한, 충격파가 전체 시간 동안 함저 단위면적마다 작용하는 충격량(impulse)  $\int p dt$  를 계산하여 보면, 약 0.3 atm(기압)-s(초)가 된다. 이때에 방출되는 에너지 누적분은 다음의 식으로부터 구할 수 있다<sup>10</sup>.

$$A.E. = \int \frac{P^2}{\rho c} 4\pi r^2 dt \quad (P \text{ 는 압력, } \rho \text{ 는 밀도, } c \text{ 는 음속, } r \text{ 은 반경, } t \text{ 는 시간}) \quad (2)$$

이 식에서 알 수 있듯이, 물속에서 충격파가 진행하는 경우, 물의 높은 비중과 음속 때문에 충격파로 방출되는 에너지는 공기 중에 비해서 현저히 낮다. 이 문제의 경우처럼 초기압이 20,000 기압이 되는 경우, 위 에너지량은 약 0.3GJ 로서 250kg 폭약에너지의 30 퍼센트 정도의 값이다. 특히 함저에 닿는 에너지 밀도는 약 0.4MJ/m<sup>2</sup> 가 되는데, 이 에너지 밀도 및 앞서의 충격량은 함저 1 제곱미터마다 1.2 톤의 물체가 초속 25 미터로 상향으로 충돌하는 것과 같다.

충격파에 의해 물은 잠깐 동안 압축이 되는데 이는 상당한 물리적 파괴력을 가지고 있다. 즉, 위에 보인 충격량은 함저 철판을 마치 자동차가 충돌할 때처럼 철판을 위로 우그러뜨리거나 찢어내며, 함내의 다른 구조물을 차례로 변형시킬 수도 있다. 더불어 (iii)의 단계에서 바닷물이 위로 치솟으며 작용하는 동압(dynamic pressure)은 1 내지 2 기압으로서 후술할 (vi) 단계에서의 힘보다는 약간 작지만 그래도 상당한 파괴력을 가지고 있다.

(vi)의 단계에서는 함저에 대기압보다 압력이 낮은 버블이 존재하여 결과적으로 배를 위에서 아래로 내리누르는 힘이 작용하는데, 여기에 배의 자중이 더해져서 유효한 압력차는 약 2 기압이 되고<sup>11</sup>, 작용시간은 0.2 초 가량이 된다. 따라서 충격파 및 수력학적 수압에 의한 초기 작용력과 (vi) 단계에서 작용하는 후기 작용력이 비슷한 정도의 파괴력을 가지고 있음을 알 수 있다. 이

단계의 힘은 함체에 매우 큰 굽힘 응력을 작용시키는데, 굽힘( $M_b$ )의 크기가 대략 1,000 톤중(약  $10^7$  N)\*10m으로 되고, 함체를 두 장의 철판(각각 두께 15 밀리미터, 높이 8 미터)으로 보면, 다음의 식

$$\sigma = \frac{6M_b}{bh^2} \quad (b \text{ 는 두 장의 철판의 폭의 합, } h \text{ 는 높이})^{12} \quad (3)$$

에서, 최대 0.3GPa 의 인장응력이 발생하여 파괴응력(0.5GPa, 5,000 기압)과 비슷한 수준이 된다. 즉, 이렇게 파괴가 일어날 가능성이 높다는 것을 알 수 있다.

이러한 현상을 제대로 이해하지 못한 채로 서재정.이승헌 두 사람은 버블 경계면이 충격파의 경계면인 것처럼 착오를 일으키면서 버블에서는 높은 압력이지만, 버블경계를 건너면 물속에서 즉시 1.8 기압으로 떨어진다고 잘못 기술하고 있다. 그러나 물의 거동을 수력학적으로 살펴볼 때, 버블 경계면을 건너면서 압력이 불연속적이라면 물리적으로 다음과 같은 모순을 일으키게 된다. 즉, 압력의 불연속점의 좌우에 극히 얇은 제어체적을 취할 때 그 안의 물의 가속도가 무한대로 발산해버리게 된다. 따라서 이러한 모순을 피하려면 압력은 버블과 물 사이에서 연속적인 값으로 다루어야 하는데, 그렇게 되려면 버블면이 충격파 위치라고 보면 안 된다. 서재정.이승헌은

이것을 잘못 다루는 바람에 버블의 내부가 마치 대기 중 폭발 시처럼 고온 고압을 유지한다고 하였다. 다시 말하지만, 버블과 충격파는 전혀 별개의 것이다.

### 2) 고온이라야 흡착이 된다?

서재정.이승현은 버블이 어뢰 후미까지 반경 6m 이상으로 커졌을 때에라도 버블의 온도가 매우 높아야만 한다는 주장에 매우 집착을 하고 있다. 그들은 그 근거로 알루미늄의 흡착이 고온이라야 한다는 주장을 하고 있으나, 사실 알루미늄의 흡착은 반데르발스 힘에 의한 것으로 저온에서도 흡착이 잘 되는 것으로 알려져 있다. 버블에 실려서, 혹은 버블 근처의 물에 실려서 약간의 속도로 어뢰 방향타에 부딪혔다면 흡착이 될 수 있다. 그런데, 굳이 고온 흡착만을 고집하면서, 버블이 어뢰 후미까지 성장한 다음에도 초기 고온을 유지하는 것처럼 주장하고 있다. 그러나 앞서 필자의 논문에서 보인 것처럼 버블은 이 시점에서 엄청나게 냉각되어 있어야 한다. 심지어 상온보다도 더 낮은 온도까지 내려가야만 한다. 이렇게 낮은 온도에 다다라야 한다는 것은 에너지 보존법칙과 뉴턴의 운동법칙 때문이다. 이 두 가지 법칙은 임의로 수정할 수 없는 최상위법칙이다. 아무리 흡착을 두고 고온이 존재했었다는 증거라고 주장하고 싶어도, 이 두 가지 법칙을 부정할 수야 없는 일이 아닌가.

### 3) 입자가 작으면 멀리 간다?

서재정.이승현은 어뢰의 파편과 부품이 발견되지 않은 점을 거론하며 수 페이지에 걸쳐 ‘어뢰 폭발 시 추진체가 30 미터 이상 밀려났다면 그보다 가벼운 파편들은 훨씬 멀리까지 밀려났을 것’ 이고, ‘따라서 수많은 파편이 함저에 박혔어야 한다’ 며 그 근거로 ‘물체의 이동거리는 그 질량에 반비례’ 하기 때문이라고 한다. 그러나 이것은 완전히 정반대로 잘못된 기술로서 사실은 가벼운 물체는 이동거리가 더 짧다. 왜냐하면, 물체가 물속(비중  $\rho$ )에서 속도  $v$  로 움직일 때에 그 저항력은 물체의 크기(  $L$  )의 제곱에 비례하지만, 물체의 질량  $M$  은  $L$  의 3 승에 비례하기 때문에 감속도는 작은 물체가 더 크게 된다. 다시 말해, 감속도  $a$  는,

$$Ma = -C_D L^2 \frac{\rho v^2}{2} \quad (C_D \text{ 는 저항계수로서 } L \text{ 에 거의 무관}) \quad (4)$$

로서,  $a$  는 크기  $L$  에 반비례하여 작은 물체가 더 급격히 감속된다. 이 식의 구체적 실례로써 큰 돌과 작은 돌을 동시에 물속에 떨어뜨려 보라. 작은 돌이 물의 저항을 상대적으로 더 많이 받아서 천천히 떨어지는 것을 확인할 수 있다. 또한, 물방울이 큰 소낙비는 물방울이 작은 이슬비보다 큰 속도로 떨어진다. 즉, 작은 입자는 큰 입자보다 주위 유체를 거스리며 움직이기가 어렵다.

따라서 그들이 주장하는 바와 같이 작은 입자가 더 빠른 속도로 이동하여 함정에 박혀 있어야 한다면 3,000m 는 이동했을 거라는 주장은 완전한 오류이다. 오히려 그 반대로, 작은 물체일수록 급격히 감속되어 유동에 휩쓸리기 때문에 고속으로 함정에 박힐 수도 없고 더 쉽게 해류에 휩쓸린다. 이것을 잘못 짚고, 어떻게, 작은 부품이 발견되지 않았으니 명백한 의문이라고 하는가.

#### 4) 철판은 5,000psi 에 견디는가?

서재정. 이승현 두 사람은 한 절을 폭발 시 함저에 닿는 폭발압력에 의한 파괴가능성에 대해 할애하면서 ‘강철로 만든 균함이 5,000psi(약 340 기압)의 압력에 파괴되는가?’ 고 버블효과에 대한 의문을 던지고 있다. 그런데, 이 질문은 질문으로서 이미 불합리하다. 왜, 그런가?

‘쇠가 온도 2,000 도에 견디는가?’ 라는 질문은 합리적인 질문이다. 이에 대한 대답은 ‘아니다, 쇠는 1,000 도가 넘으면 녹기 시작한다.’ 라는 것이다. 그러나 ‘쇠가 5,000psi 라는 압력에 견디는가?’ 라는 질문은 그렇지 않다. 만약 그 ‘쇠’ 가 두께 1 밀리미터 직경 10 밀리미터인 파이프 형상으로 만들어져 있다면 가상적으로 파이프를 절단한 자유물체도 (free body diagram, 그림 4 참조)로부터, 내압  $P$  를 견디는 인장응력(  $\sigma$  )이 단면상에 발생하고 이 때에 수직방향 힘의 평형으로부터,

$$\sigma = \frac{Dp}{2t} \quad (D \text{ 는 파이프 직경, } t \text{ 는 두께}) \quad (5)$$

의 관계식을 얻는다. 이로부터 작용하는 인장력(  $\sigma$  )이 25,000psi(1,700 기압)이 되고, 이는 쇠의 인장강도(약 5,000 기압) 이내에 들어서 잘 견딘다. 그러나 두께가 10 밀리미터, 직경이 1 미터라면 5,000psi 에서 파괴가 된다. 힘의 평형 때문에 (3)식과 (5)식처럼 재료의 파괴 한계가 형상과 치수에 따라 다르고, 이러한 이유로 ‘쇠가 5,000psi 라는 압력에 견디는가?’ 라는 질문은 우문이다.

이것을 서재정. 이승현은, ‘가정에서 쓰는 에스프레소 머신도 15 기압의 압력에 견디는데, 균함이 그 2-3 배의 압력을 견디지 못하고 절반으로 절단되었다는 것은 상상하기 어렵다’ 고 말하고 있다. 고체역학은 상당히 어렵고 복잡한 문제로서 그렇게 간단히 말해버릴 사항은 아니다. 전술한 바 (3)식으로 계산한 바처럼, 균함도 1, 2 기압의 하향력이 넓은 범위에 걸쳐 작용하면 국부적으로 파단에 이르는 치명적인 응력이 발생한다. 또한 이보다 더 초기의 단계에서 작용하는 상향의 굽힘 모멘트도 상당한 파괴력을 보일 수가 있다. 선박의 파단 가능성에 관하여 그들이 수 페이지에 걸쳐 의문을 던진 주제는 그들 자신의 무지에 기인한 우매한 질문이 되어버렸다.

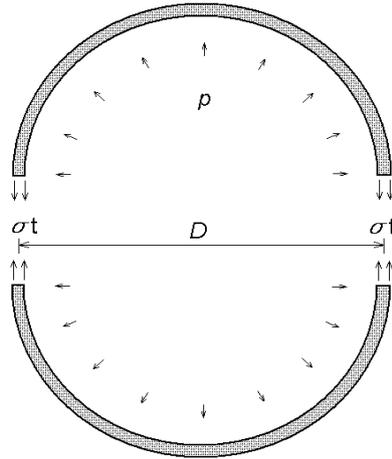


그림 4. 내압이 걸린 파이프를 개념적으로 상하대칭 절단했을 때의 힘의 평형도

### III. 과학인가, 정치인가?

#### 1. 과학의 조건, 사실과 설명과 예측

서재정·이승헌의 주장은 과학의 옷을 입고 있는 것처럼 보인다. 그들이 쓰는 용어와 주장의 근거가 정량적 수치를 달고 있다. 그런데, 그것은 그렇게 보이는 것일 뿐, 과학이 과학이기 위한 필요충분조건을 갖추지 못한 사이비 과학으로서 사술에 불과한 모양이 되어 버렸다. 이렇게 주장하는 근거는 다음과 같은 것이다.

과학은 우선 진실로 일어난 사실에 근거해야 한다. 즉, 어뢰의 실물에서는 표면이 타버린 흔적이 없는데도 타버렸다고 주장을 하니, 과연 실물을 확인한 것인지 모르겠고, 한 걸음 더 나아가 사실은 어쩔더라도 내 주장만 하면 된다는 억지를 쓰는 것이 아닌가 의심이 된다. 과학은 일단 사실에 입각하여야 하며, 사실로 나타난 현상에 대해 다음의 두 가지 기능을 하고 있어야 한다.

첫째의 것은 어떤 현상을 설명할 수 있어야 한다. 바위가 높은 곳에서 떨어졌다고 하자. 이것을 설명하려면, 바위를 아래로 끌어당기는 만유인력의 법칙을 말해야 한다. 이것을 만약에 ‘지나가는 대지의 신이 밀어서 그렇게 되었다’고 해도 설명은 할 수 있을 것이다. 그렇지만

이렇게 말해서는 과학이 아니다. 그것은 두 번째의 요구조건으로서 어떤 바위가 떨어질 지 여부를 예측할 수 있는 기능을 갖고 있어야 하기 때문이다. 즉, 어떤 바위가 떨어질 지를 ‘대지의 신이 언제 밀어버릴 지를 알 수 없다’고 말하면, 그것은 이미 과학이 아니다.

이보다는 어떤 바위를 보니까, 그 아래 받침부분이 매우 약하거나 경사가 저 있어서 이대로 가다가는 장마철에 사태가 날 것이라고 예측을 할 수 있어야 한다는 것이다. 두 번째의 조건, 즉 예측기능은 그렇게 되지 않으면 안 된다는 필연성을 갖고 있어서, 첫 번째의 조건인 설명기능보다도 엄격하고 만족시키기가 어렵다.

서재정. 이승헌은 그들의 논문에서 ‘가정용 에스프레소 머신도 15 기압의 압력에 견디는데, 군함이 그 2-3 배의 압력(총격파)에 견디지 못한다는 것은 있을 수 없는 일’로 주장하며 어뢰 폭발에도 군함이 파괴되지 않는다고 하다가 바로 그 다음 절에서는 돌연 말을 바꾸어 ‘5psi(0.3 기압)의 압력에 집이 처참하게 무너졌으니, 5,000psi는 배를 만신창이로 만들었을 텐데 깨끗하니 총격파는 없었다’고 주장함으로써 어뢰고 기뢰고 폭발자체가 없었던 것처럼 말한다. 이때에 즉시 떠오르는 질문은 ‘대체, 당신들이 말하는 바는 무엇이냐?’는 것이다. 즉 어뢰 폭발이 있었다는 것인지, 없었다는 것인지, 어뢰 폭발에 의해 배가 파괴가 된다는 것인지, 안 된다는 것인지, 배는 무엇 때문에 침몰하였는지에 대해서 당신들의 주장이 무엇이냐는 것이다. 그들은 그들의 설명논리를 갖고 있지도 않고, 예측논리는 더더욱 갖고 있지 않다. 과학은 반드시 설명과 예측기능을 갖고 있어야 하므로, 그들의 주장이 과학이기 위해서는 그들이 비판하는 논지에 대해 ‘A도 아니고, A가 아닌 것도 아니라’는 식의 무조건적인 흠집내기는 과학이 아니라는 것이다. 즉, A가 아니라면 B임을 보여야 하는 것이다<sup>13</sup>.

이처럼 서재정. 이승헌의 주장은 사실을 왜곡하고 있으며, 천안함 어뢰 폭발 시에 어떤 일이 어떻게 일어날 것인지를 예측하지도 못하고 있다. 따라서 과학으로서의 필요충분조건을 만족시키고 있지 않다. 그들의 주장은 남들의 보고서를 믿을 수 없다는 부정으로만 가득할 뿐, 그것이 아니라면 다른 무엇이라는 것인지, 그들의 예측치가 없다. 그러니까, 과학적 이슈에 대한 의문제기이기는 하되, 논지도 태도도 과학적인 것이 아니다. 그들의 논의는 논술의 구성 자체가 낙제점 수준인데다, 의문이니 뭐니 하는 과학적 논거가 결정적 오류로 가득 차 있는 것이다.

## 2. 과학의 포맷, 리뷰와 토론

왜 그들의 의문제기는 이렇게 오류가 많을까? 일부러 과학적 오류를 일으키면서 논의를 하려는 사람은 없을 것이다. 이 글에서 밝힌 바, 그들의 수많은 오류는 주로 기계공학 분야의 것들로서, 아마도 그들이 이러한 분야에 대해 전혀 문외한이라는 사실에 기인한 것으로 보인다. 그럼에도 불구하고 지적 만용을 부린 탓에 잘못된 주장을 허다하게 한 것으로 생각된다. 그런데 이외에 더욱 중요한 원인은 그들이 이러한 의문을 제시하는 방법 자체가, 과학적 논의의 일반적 포맷을 무시하고 행해졌기 때문이다. 그 절차란 무엇인가 하면, 다름아닌 리뷰와 토론이다. 보통 학술적 논문은 발표하기 전에 서면심사를 받거나 발표장에서 구두심사를 받는다. 이러한 절차를 밟는 이유는 그 논문에 있을 수 있는 중대한 결함을 해당 전문가 그룹에서 걸러내기 위한 것이다. 이미 수없이 이러한 포맷에 따라 논문을 발표하여 왔을 사람들이 그 절차를 무시한 것은 대단히 의아하다. 그들은 그들의 변칙적이고 서투른 주장의 귀결로서 그 오류가 폭로되었을 때의 망신도 불사하는 것인가? 그것이 아니라면, 이에 개의치 않는 어떤 의도가 있었기 때문인가?

### 3. 정치로서의 목적과 방법론

그들의 주장은 과학적 학술논문이기는커녕 과학적 비판으로서도 낙제점에 가까운 오류를 구구절절이 포함하고 있음에도 불구하고, 그들이 지향하는 바는 매우 일관되며 뚜렷한 방향감각에서 조금도 벗어나지 않는다. 그것은, 어떻게 해서든지 천안함 폭침이 북한의 소행이라는 결론을 저지하려는 의도인 것이다. 사실상 그들의 주장은 무늬만 과학일 뿐, 과학으로서의 기능도 갖추지 못했고, 변칙적인 경로로 표출된 유사과학으로서 그 내용은 기만적 정치행위에 불과하다. 즉, 이 같은 엉터리 과학도 정치적 선동을 위해서는 얼마든지 활용할 수 있다는 불세비즘의 한 행태라고 밖에 할 수 없다. 그들은 구태여 필요치 않은 일본 기자회견 등을 자청하면서 센세이션을 최대화하였고, 이러한 점은 궁극적으로 그들이 지향하는 목적이 결코 학문적인 것이 아님을 드러내고 있다. 그뿐 아니라 그들은 북한과 러시아에 북한의 면책논리를 훌륭히 제공하였다.

도대체 어떻게 해서, 그들 주장이 이렇게 심각한 오류가 있음에도 불구하고 우리 사회에 이토록 큰 엄청난 영향을 끼칠 수 있었을까? 분명한 것은, 그들의 주장이 미국 대학의 정치학과 교수와 물리학과 교수의 말이라는 사실만으로도 일반 국민들에게는 상당한 신뢰감을 심어주었으며, 그들은 이러한 유리한 입지를 바탕으로 상당히 큰 파장을 일으켰다는 것이다. 역설적이지만, 그들의 힘은 우리의 약점, 즉 열등의식에서 나오는 것이며, 이런 점에서 그들은 상당히 효율적으로 그들의 입지를 잘 활용했다고 볼 수 있다.

이러한 부작용을 막는 것은 우리 자신의 열등의식을 벗는 것이 가장 근본적인 것이다. 그러나 그것이 쉽게 되지 않을 일이라면, 오류와 선동에 대한 우리 자신의 면역체계를 가동하는 것이 대책이 될 수 있다. 다행히도, 우리에게서 서재정·이승현류의 주장이 옳은지 그른지를 판단할 수 있는 과학계의 브레인이 충분히 있다. 이들을 활용하여 엉터리 주장을 걸러내는 것이다. 그러한 작업이 반복이 되면, 우리가 가진 열등의식이라는 약정도 차차 극복될 것으로 본다.

### IV. 맺는 말

이 글은 필자의 기존 논문에 덧붙여, 천안함 폭침 당시의 물리적 상황을 보다 현실적으로 파악하고, 필자의 논문 및 합조단의 조사결과에 대한 서재정·이승현의 논지를 재반박한 것이다. 여기에서 필자는, 수중 폭발 시 버블의 온도가 급격히 떨어지면서 팽창하는바, 어떻게 함정을 파괴될 수 있는지를 보였으며, 동시에 버블의 온도가 떨어져야만 물리적 모순이 발생하지 않음도 기술하였다. 또한, 서재정·이승현이 제기한 의문들의 원천적 오류를 지적함으로써, 그러한 의문들이 그들의 무지에 의한 것임을 보였다.

이러한 논의로부터 그들의 주장이 전혀 과학적이지도 않고, 오류투성이며, 이는 결국, 선동을 위한 정치적 불세비즘에 불과함을 갈파하였고, 이러한 과학의 오용을 불식시킬 수 있는 방법은 전문가 그룹을 활용하는 데 있다고 주장하였다.

본 논의를 통하여 필자는, 과학은 사실을 정확히 아는 데에만 활용되어야 하고, 정치적 목적의식을 동반한 유사과학적 주장은 대단히 반학문적이며 위험한 행위임을 천명하고자 한다.

---

<sup>1</sup> 강태호 엮음, 『천안함을 묻는다』, 창비, 2010.

<sup>2</sup> 송태호, “천안함 어뢰 ‘1 번’ 글씨부위 온도계산”, 2010,  
[http://htl.kaist.ac.kr/bbs/board.php?bo\\_table=bbs04](http://htl.kaist.ac.kr/bbs/board.php?bo_table=bbs04)  
(검색일:2010.10.18.)

<sup>3</sup> 서재정.이승헌, “결정적 증거, 결정적 의문”, 『창작과 비평』, 가을호, 2010, pp.294-317.

<sup>4</sup> 송태호(2010), Ibid.

<sup>5</sup> 여기의 수치들은 충격파에 실려 수중으로 발산되어 버린 에너지는 무시한 값들이다.

<sup>6</sup> 충격파에 의한 에너지 방출은 필자의 1 번 글씨의 계산시에 무시되었던 값으로서 이 영향을 포함하면 버블과 어뢰 후미의 온도는 약간 더 내려가게 된다.

<sup>7</sup> F.P. Incropera et al. (2007), Fundamentals of heat and mass transfer, 6 판, John Wiley, p.258.

<sup>8</sup> 이 식은 양면 가열되는 경우의 식이다.

<sup>9</sup> 잉크의 성분이 북한산인가 여부는 펜의 생산지가 북한이 아닐 수도 있으므로 논란을 피하기로 한다.

<sup>10</sup> L.E. Kinsler and A.E. Frey(1962), Fundamentals of Acoustics, 2 판, John Wiley, p.162.

<sup>11</sup> 배의 공명현상이 부가되면 이보다 더 큰 힘이 가해진다.

<sup>12</sup> S.H. Crandall et al.(1978), An introduction to the mechanics of solids, 2 판, McGraw-Hill, p.425.

<sup>13</sup> 근자에 그들은 말을 바꾸어 기뢰에 의한 침몰이라고 추가하여 주장한 바가 있다. 인터넷 신문, 데일리안, 2010년 10월 11일자, “천안함 의혹제기 교수들, 국내 와서 토론하자” 참조.  
[http://dailynk.dailian.co.kr/news/news\\_view.htm?kind=rank\\_code&keys=2&id=222165](http://dailynk.dailian.co.kr/news/news_view.htm?kind=rank_code&keys=2&id=222165).  
(검색일 :2010.10.18)