

# 유실된 도로에서 자동차의 떨어진 거리 측정

신성윤\* · 백정욱\* · 이양원\*

\*군산대학교 컴퓨터정보공학과

## Distance Measure of Vehicle in Lost on The Road

Seong-Yoon Shin\* · Jeong-Uk Baek\* · Yang-Won Rhee\*

\*Kunsan National University

E-mail : s3397220@kunsan.ac.kr

### 요 약

포물체(projectile)란 지상의 대기 중으로 던진 물체를 말한다. 이 물체는 수직방향으로는 중력의 영향을 받고 공기의 저항을 무시한다면 수평방향으로는 힘을 받지 않기 때문에 포물선운동을 한다. 본 논문에서는 포물체의 운동을 이용하여 도로의 일부가 일정한 깊이로 유실되어 침강이 생긴 곳을 실험 대상을 한다. 여기에서 일정 속도로 달리던 자동차가 함몰된 도로의 가장자리 위를 넘어갔을 때 도로의 가장자리로부터 얼마나 멀리 가서 떨어지는지를 나타내었다.

### ABSTRACT

Projectile is said that objects thrown on the ground of the atmosphere. This objects exercises the parabolic motion because of the fact under the influence of gravity in the direction perpendicular and it does not include the horizontal force neglecting air resistance. In this paper, the experiment target is where subsidence occurred by that some of the road is lost to a certain depth using projectile motion. It says how far away and falling from the edge of the road when you have gone over the edge of depressed road that a car was driving at a constant speed.

### 키워드

포물체(projectile), 포물선 운동(parabolic motion), 중력(gravity), 침강(sinking)

## I. 서 론

지상의 대기 중으로 던진 물체를 말하며, 이 물체는 수직방향으로는 중력의 영향을 받고 공기의 저항을 무시한다면 수평방향으로는 힘을 받지 않기 때문에 포물선운동을 한다. 투수가 던진 야구공, 뿌려진 분수, 뿌려진 불꽃, 화산으로부터의 분출물, 뛰어오르는 돌고래 등은 모두 포물체 운동의 예이다. 우리는 던져진 포물체를 조사하고 개체가 방사기나 대포 통의 손길을 떠난 후 긴 기속을 받을 것이라는 생각을 발견했다[1].

포물체 운동을 다루기 위하여 중력 가속도의 방향과 크기의 어떤 변화도 무시한다는 가정과 공기 저항을 무시하는 가정의 단순한 두 가지 가정을 한다.

포사체란 중력 방향에 대해 비스듬히 쏘아 올려진 물체를 말한다. 즉 포물체와 같은 말이다. 포사체 운동을 다음과 같이 편리하게 설명하고자 한다. x축은 포물체의 처음 속도의 수평 성분의 방향에, y축은 연직 상방향인 좌표계를 선정한다. 이렇게 하면 z축 방향으로는 속도나 가속도의 성분이 없어 단순하게 xy 평면상의 2차원 운동이 된다. 또한 중력에 의한 가속도는  $a_x=0$ 과  $a_y=-g$ 이므로 다음과 같이 된다.

$$v_x = v_{x0} + at \text{에서}$$

$$v_x = v_{x0}$$

$$v_y = v_{y0} - gt$$

$$r = r_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2 \text{에서}$$

$$x = x_0 + v_{x0}t + \frac{1}{2}a_x t^2$$

## II. 포사체 운동

$$y = y_0 + v_{y0}t + \frac{1}{2}gt^2$$

$$x = x_0 + v_{x0}t$$

$$y = y_0 + v_{y0}t - \frac{1}{2}gt^2$$

즉 이 포물체운동은 서로 수직하며 독립적인 두 성분인, 일정한 속도의 수평 운동과 일정한 가속도의 연직 운동으로 분해 될 수 있다.

### III. 유실된 도로

커다란 홍수로 인해 도로의 일부가 유실되어 각각 깊이가 1m, 2m, 3m의 침강이 생겼다. 침강의 형태는 그림 1과 같다. 차의 속도가 30m/s, 40m/s, 50m/s, 60m/s, 그리고 70m/s 일 때의 이 자동차가 함몰된 가장자리 위로 지나가게 되었다. 이때 이 자동차는 유실된 도로의 가장자리로부터 얼마나 멀리 가서 떨어질까 하는 것이다. 이는 자동차가 도로 끝을 지나 이동한 수평 거리가 얼마나 도냐 하는 것이다. 이는 자동차가 공중에 떠있는 시간을 알고 있다면 자동차가 얼마나 멀리 떨어졌는지 쉽게 계산하여 알 수 있다.

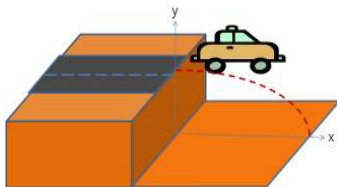


그림 1. 유실된 도로

### IV. 실험

우리는 연직 운동을 분석하여 이 시간을 구할 수 있다. 자동차는 수평 운동을 하면서 자동차가 주행하던 길을 벗어났으므로  $v_{y0}=0$ 이다. 좌표계의 원점을 유실된 도로의 밑바닥에 두면  $y_0$ 는 각각 1m, 2m, 그리고 3m가 된다. 우선  $y=0$ 일 때 시간을 구하려면  $y=0$ 으로 두어  $t$ 에 관해 풀면 다음과 같다.

$$t = \sqrt{\frac{2y_0}{g}}$$

이고 이는 유실된 도로의 밑바닥까지의 1m, 2m, 그리고 3m를 연직으로 낙하하는데 걸린 시간이다. 이 시간 동안 자동차는 30m/s, 40m/s, 50m/s, 60m/s, 그리고 70m/s로 수평 운동하여 간 거리는 다음과 같다.

$$x = v_{x0}t$$

다음 표 1은 자동차의 속도가 30m/s, 40m/s, 50m/s, 60m/s, 그리고 70m/s로 달리다가 깊이가 각각 1m, 2m 그리고 3m인 유실된 도로에 추락

했을 경우에 자동차가 유실된 도로의 가장자리에서 얼마나 멀리 날아가서 떨어질까 하는 거리를 나타내었다. 자유 낙하 할 때의 시간  $t$ 와 수평 운동한 거리  $x$ 를 나타낸 것이다.

여기에서  $g$ 는 중력 가속도를 나타내며 올라오거나, 내려오거나 또는 옆으로 운동하느냐에 무관하게 아래쪽으로 향한다. 또한 이는 상수  $9.8m/s^2$ 로서 물체의 속도는 매초  $9.8m/s$ 의 율로 변한다는 것을 알 수 있다.

표 1. 자동차의 수평 운동 거리

깊이	속력	t	수평거리
1	30	0.451754	13.55262
1	40	0.451754	18.07016
1	50	0.451754	22.5877
1	60	0.451754	27.10524
1	70	0.451754	31.62278
2	30	0.638877	19.1663
2	40	0.638877	25.55506
2	50	0.638877	31.94383
2	60	0.638877	38.33259
2	70	0.638877	44.72136
3	30	0.782461	23.47382
3	40	0.782461	31.29843
3	50	0.782461	39.12304
3	60	0.782461	46.94765
3	70	0.782461	54.77226

### V. 결론

지표면에서 지면과 일정한 각도를 이루어 던져진 물체는 지면에 수직인 방향으로만 일정한 크기를 가지는 중력의 영향을 받는다. 수평 방향으로로는 등속도 운동을 하며 수직 방향으로로는 등가속도 직선 운동을 하게 된다. 이렇게 모든 지점에서 힘의 크기와 방향이 같은 공간에서 물체가 힘의 방향과 일정 각도를 이루어 던져질 때 이 물체는 결과적으로 포물선을 그리게 되며 이때 물체가 그리는 궤적을 포물체 운동이라고 칭한다.

우리는 일정한 깊이의 침강이 생긴 유실된 도로에서 일정 속도로 달리는 자동차의 자동차가 함몰된 가장자리 위를 지나 얼마나 멀리 가서 떨어졌는지를 실험을 통해 알아보았다.

### 참고문헌

[1] Heiko Hecht, Marco Bertamini, "Understanding Projectile Acceleration," Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance 2000, Vol. 26, No. 2, 730-746