

# 트레드밀 프레임의 진동해석

이종선\*, 이진성\*  
 대진대학교 기계설계 공학과  
 jongsun@daejin.ac.kr

## Modal Analysis of Treadmill Frame

Jong-Sun Lee\* · Jin-Sung Lee\*  
 \*Dept of Mechanical Design Engineering, Daejin University

### 요 약

본 논문에서는 모터와 롤러에 의해 발생된 진동이 프레임에 전달되고 또한 롤러가 회전하면서 프레임에 진동을 전달하여 공진을 일으킬수 있으므로 프레임과 롤러의 고유진동수를 해석함으로써 진동발생 요인인 모터의 회전 주파수를 제어하고 진동에 대한 구조적 안전성을 평가하였다.

### 1. 서론

최근 유산소 운동의 중요성이 부각되면서 헬스클럽이나 가정에서 유산소 운동기구에 대한 수요가 급증하고 있다. 대표적인 유산소 운동기구로는 트레드밀(treadmill), 헬스 자전거(health cycle), 스텝퍼(stepper), 일립티컬(elliptical)등을 꼽을 수 있으며, 이 가운데서도 트레드밀은 사용자가 가장 선호하는 제품이고, 가장 많이 보급되어 있다.

트레드밀은 모터와 롤러에 의해서 구동하기 때문에 타운동기구에 비해 진동이 많이 발생한다. 이는 모터에서 발생된 진동이 프레임에 전달되고 또한 롤러가 회전하면서 진동을 증폭시켜 공진을 일으킬수 있으므로 프레임과 롤러의 고유진동수를 해석함으로써 진동발생 요인인 모터의 회전 주파수를 제어하고 진동에 대한 구조적 안전성을 평가한다.

### 2. 유한요소해석

#### 2.1 재료 물성치

본 해석에 사용된 트레드밀의 재질은 일반용 강재로서 물성치는 Table 1과 같다.

Table 1. Material properties

Property	Value
Young's Modulus(MPa)	2×e5
Poisson's Ratio	0.3
Density( $kg/mm^3$ )	7.85×e-6

#### 2.2 프레임의 진동해석

Table 2에서 볼 수 있듯이 트레드밀의 프레임에 대해 진동해석을 수행하여 구조가 갖는 고유진동수를 알 수 있었으며 Fig. 1은 프레임의 메쉬형상으로 145334 개의 절점과 63283개의 요소로 이루어져 있으며 Fig. 2 ~ Fig. 7은 1차에서 6차모드까지의 진동형상을 나타낸다.

Table 2. Result of natural frequency

구분	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
고유진동수(Hz)	5.4183	11.699	35.540	84.030	88.771	105.56

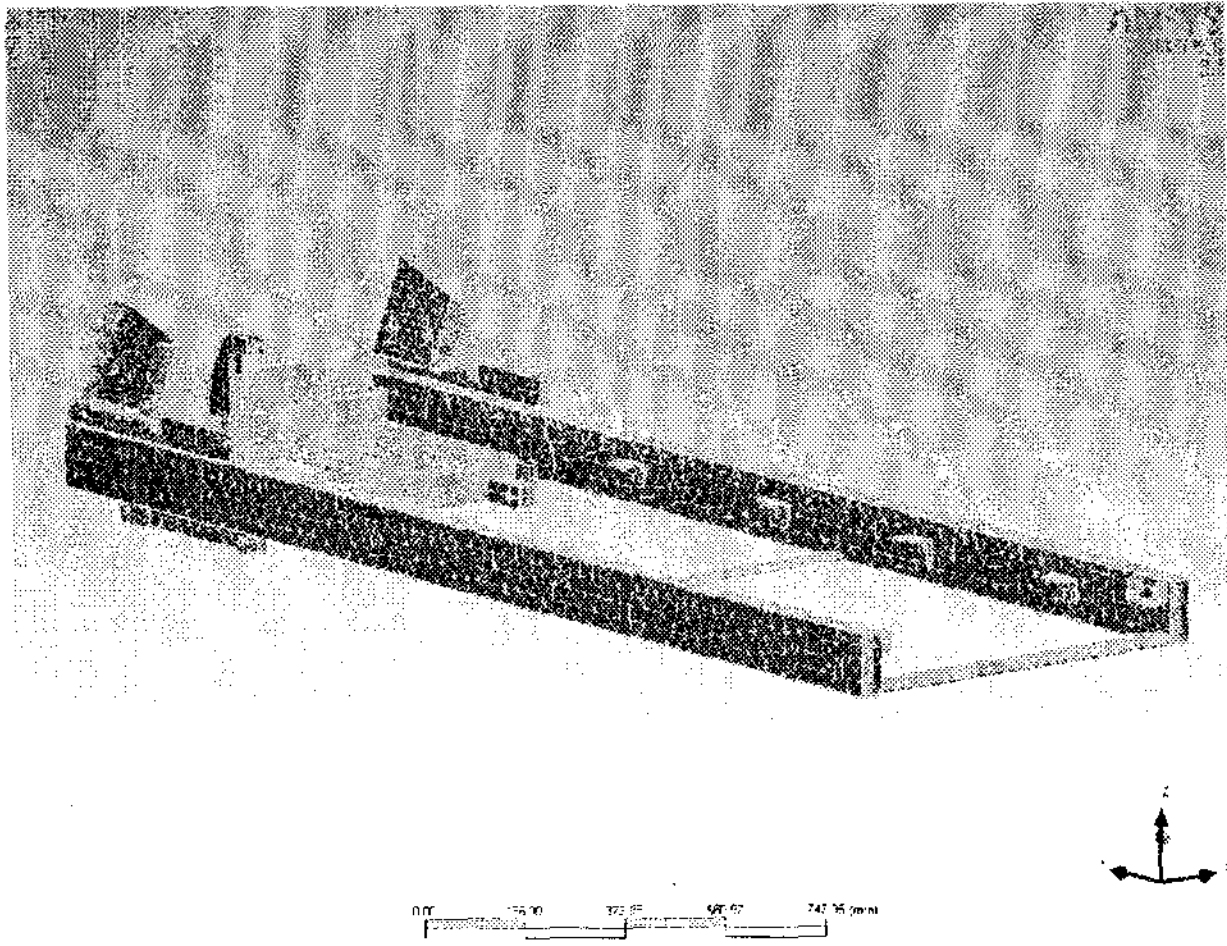


Fig 1. 트레드밀의 Mesh 형상

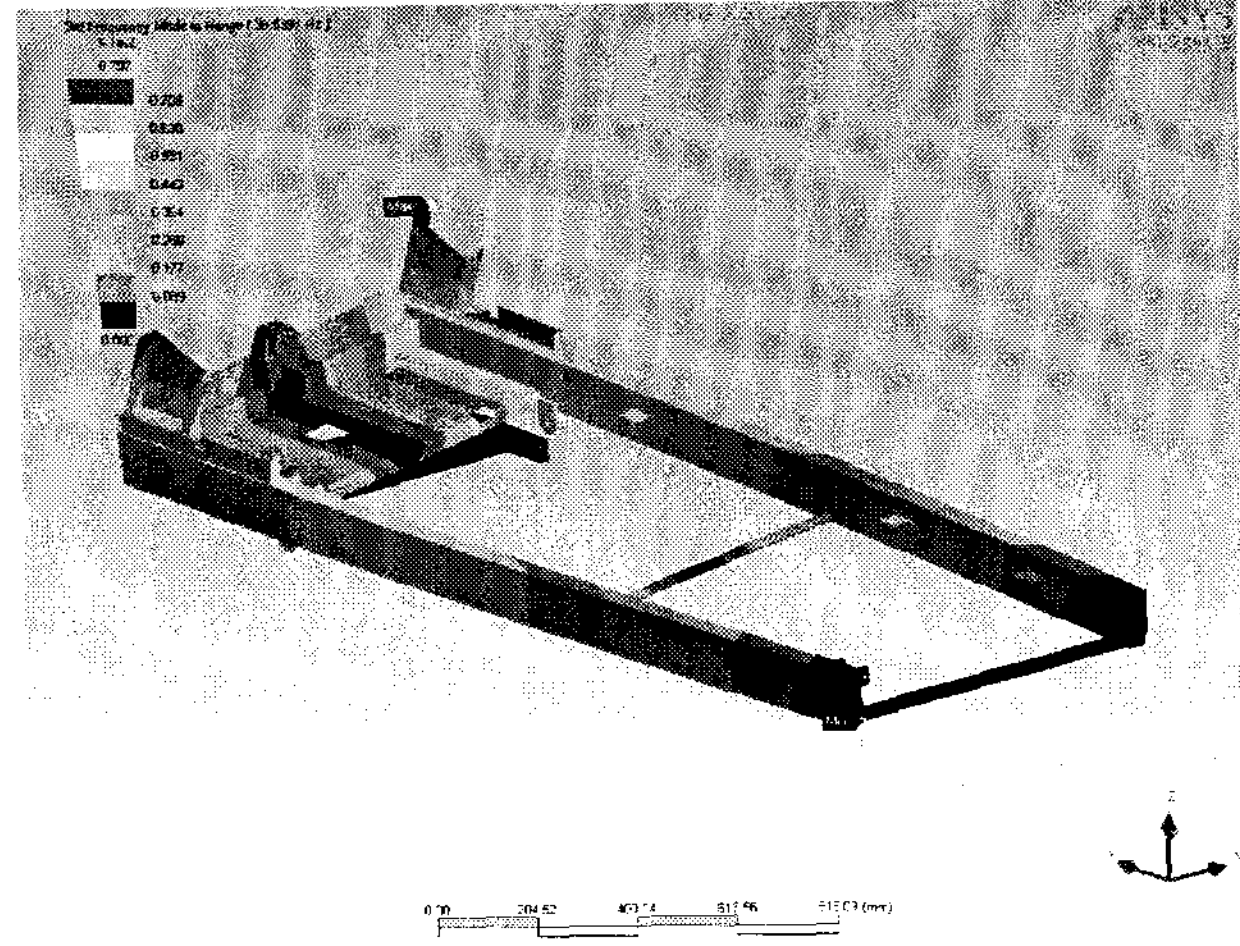


Fig 4. 3차모드의 진동형상

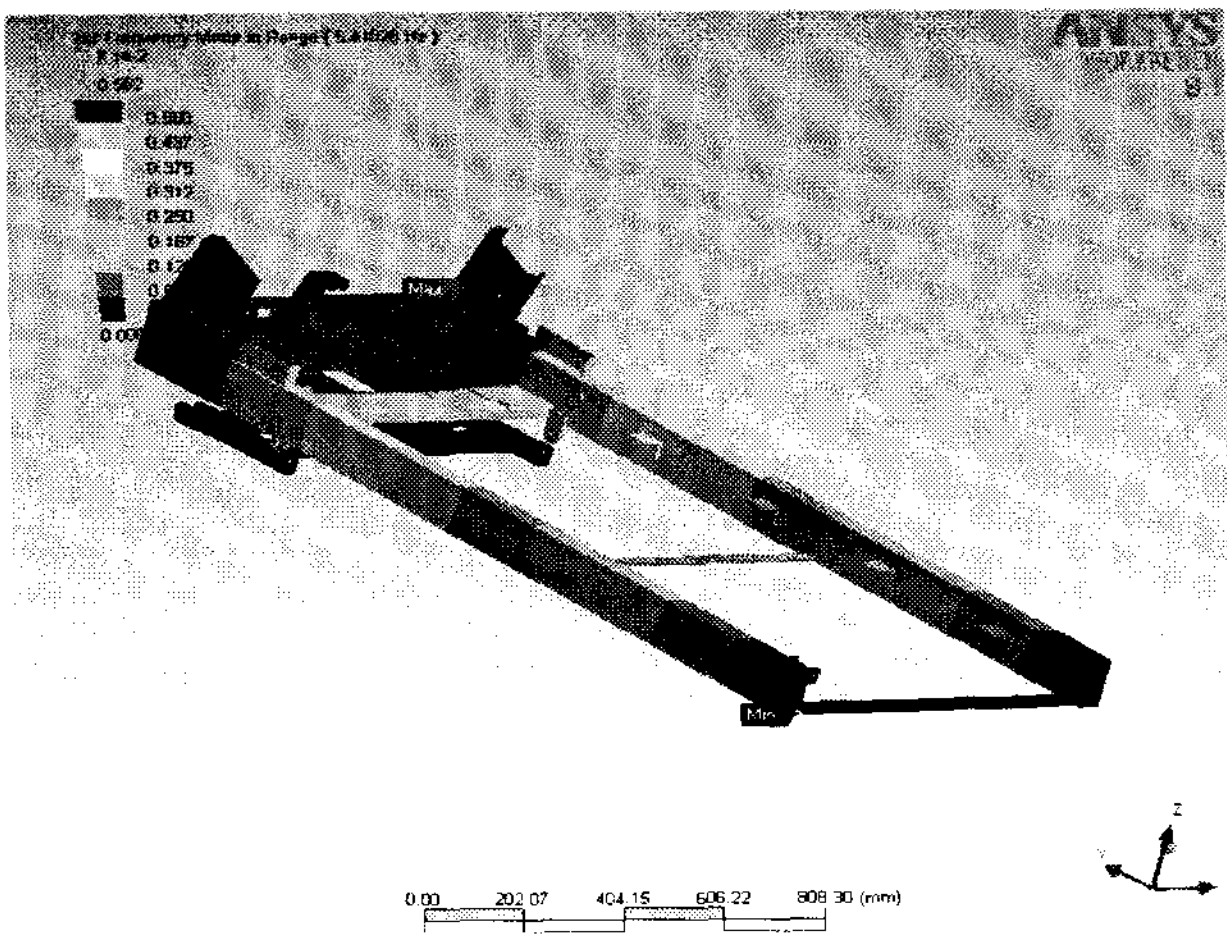


Fig 2. 1차모드의 진동형상

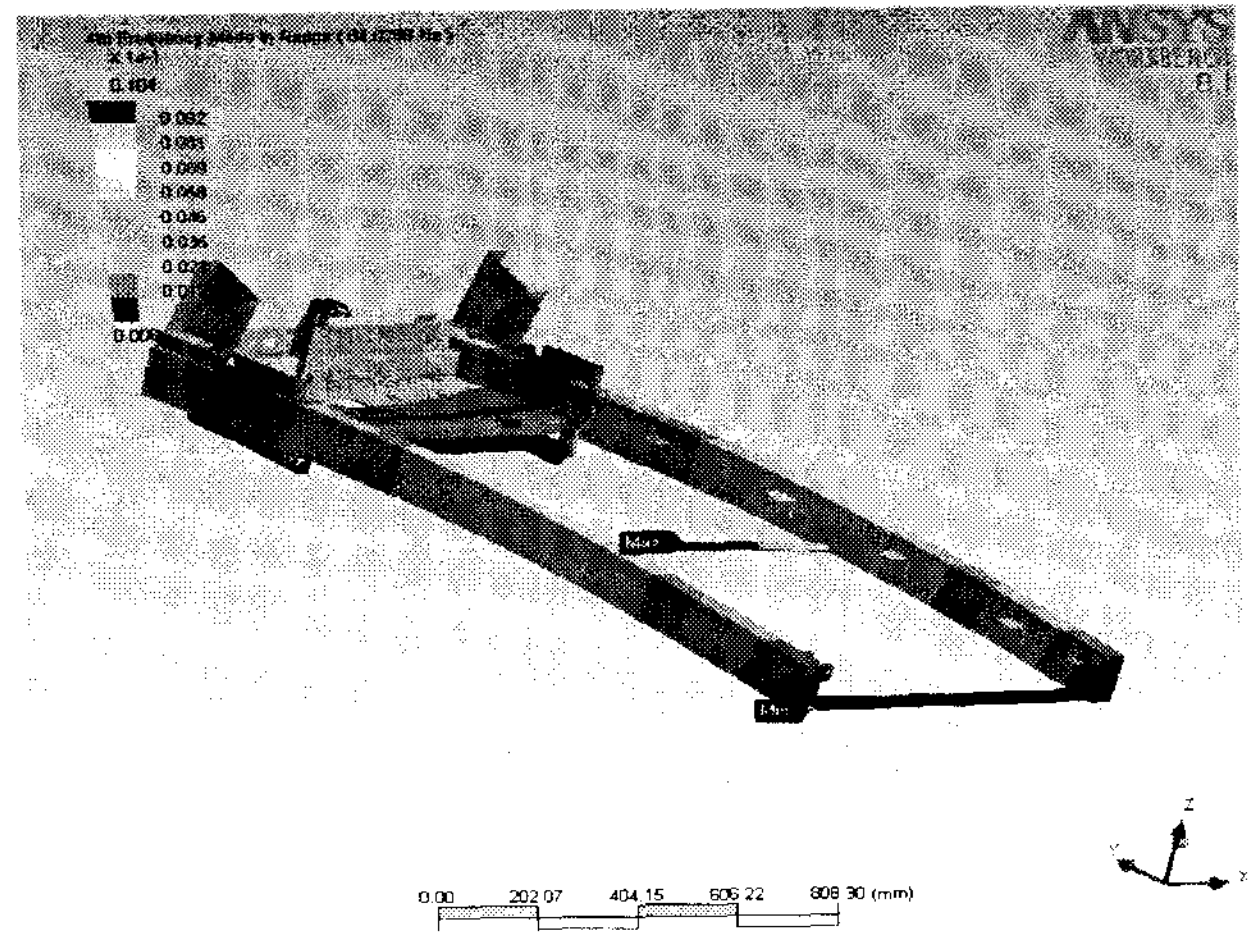


Fig 5. 4차모드의 진동형상

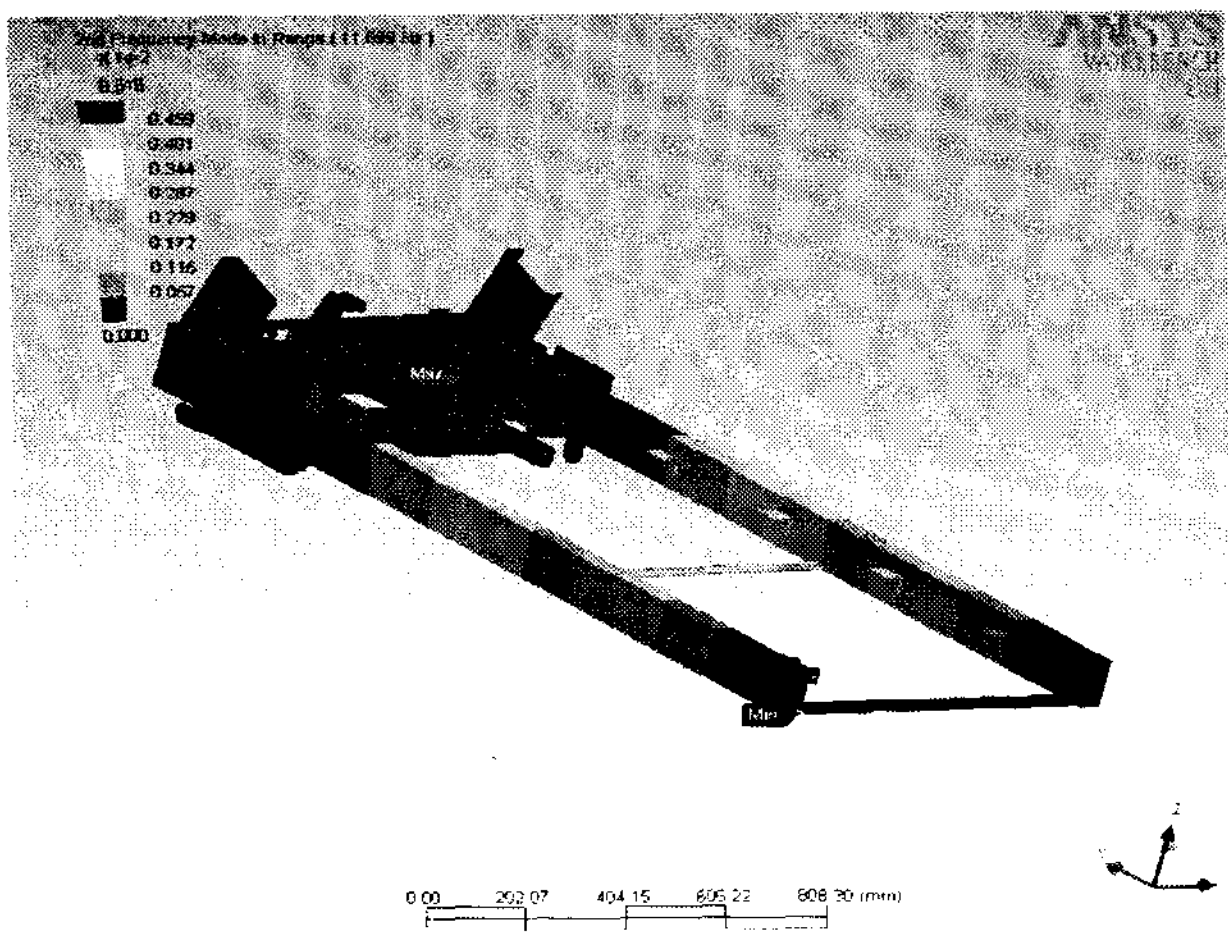


Fig 3. 2차모드의 진동형상

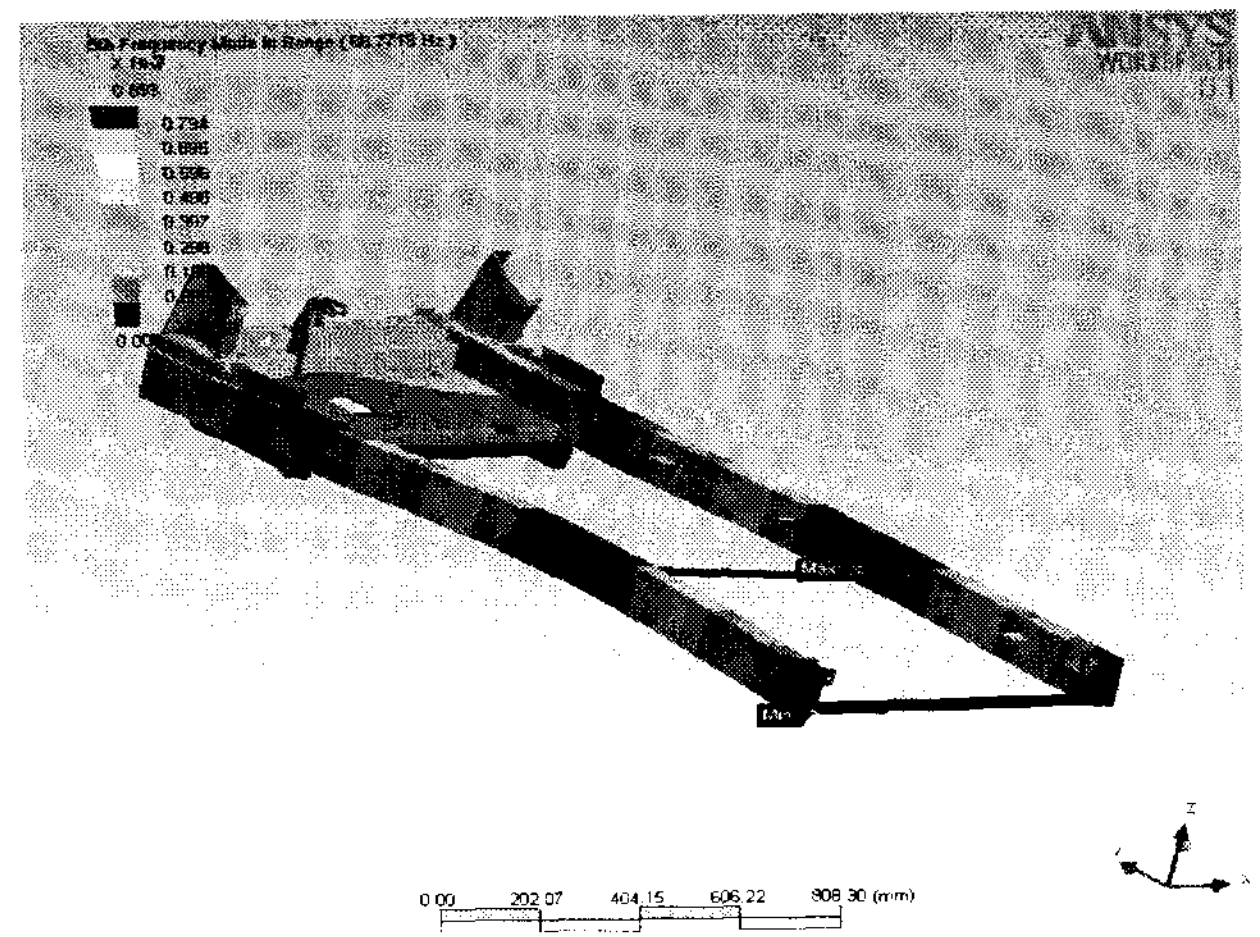


Fig 6. 5차모드의 진동형상

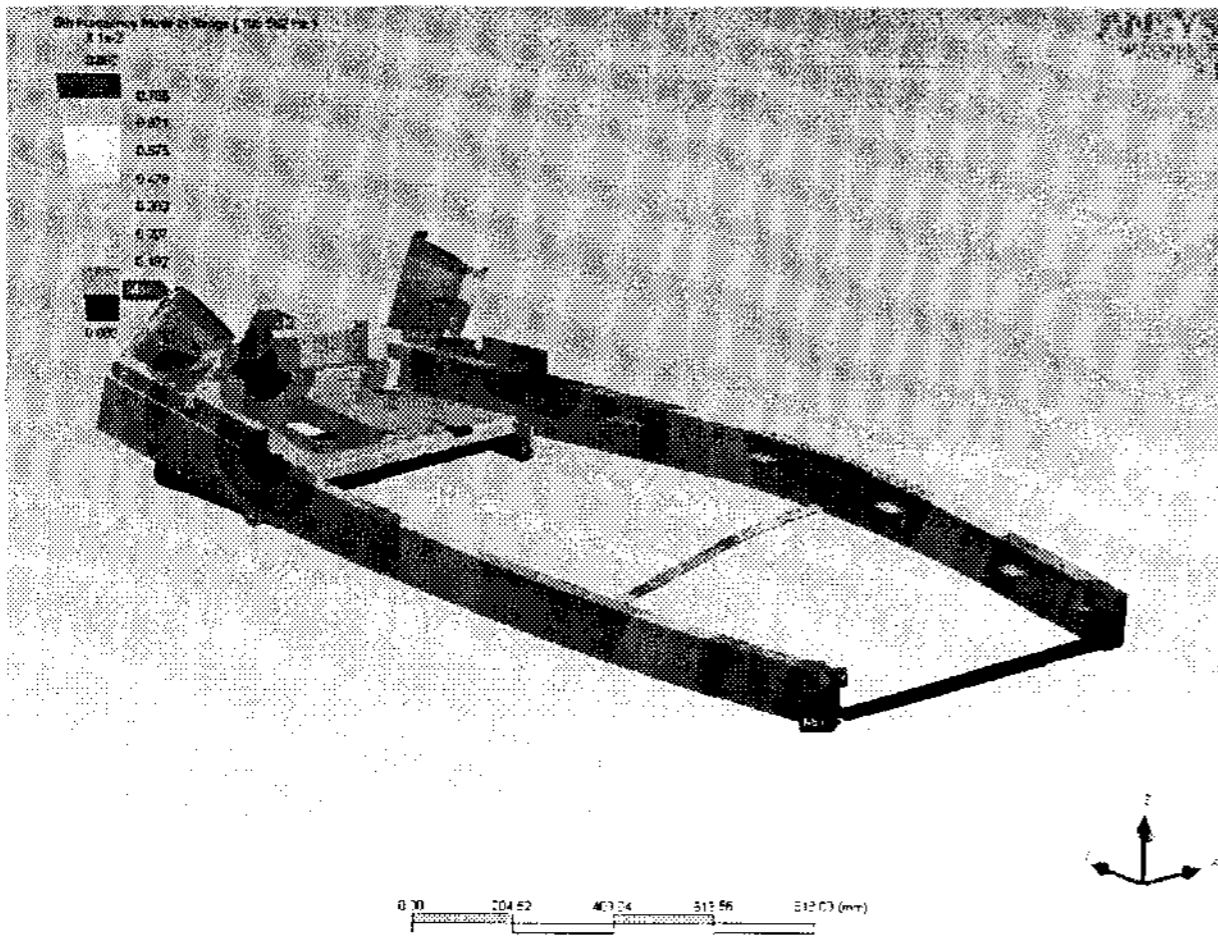


Fig 7. 6차모드의 진동형상

### 3. 결론

유산소 운동기구인 트레드밀에 대하여 진동해석을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었으며, 이 해석 결과를 설계에 반영함으로써 트레드밀의 구조적 안전성을 확보 하였다.

- (1) 진동해석을 수행한 결과 트레드밀의 굽힘 및 비틀림 진동모드는 안전영역에 있음을 알 수 있었다.
- (2) 구동롤러와 종동롤러의 진동해석을 수행한 결과 같은 영역의 고유진동수값이 없으므로 회전시 프레임에 의해 두 롤러간에 발생할수 있는 공진에 대한 안정성을 확인할 수 있었다.
- (3) 프레임의 고유진동 결과값을 참고로 하여 모터의 주파수에 대한 속도 제어시 공진을 피할수 있다.
- (4) 롤러의 면에 작용하는 힘은 벨트의 텐션에 의한 것으로서 가혹조건으로 300kg의 분포하중을 적용하였으며 결과값이 허용응력이내이므로 구조적 안전성을 확보하였다.

### 참고문헌

- (1) ANSYS User's Manual Revision 5.3, Swanson Analysis System, Inc., 1996.
- (2) T. R. Chandrupatla and A. D. Belegundu, "Introduction to Finite Elements in Engineering". Prentice Hall, 1991.
- (3) William Weaver, Jr. and R. Johnston, "Finite Elements for Structural Analysis". PRENTICE

HALL, INC., 1993

- (4) James Shackelford and William Alexander, "Material Science & Engineering Hand Book", CRC Press, 1994.
- (5) Winter, D. a., "Biomechanics of Human Movement", John Wiley & Sons, 1979.
- (6) 이종선, 김세환, "런닝머신 프레임의 구조해석", 산학기술성공학회논문지, Vol. 2, No. 1 pp. 31~35. 2001.
- (7) 이종선, "트레드밀 롤러의 구조/진동해석", 한국공작기계학회논문집, Vol. 14, No. 2, pp. 62~68. 2005.
- (8) Lee, J. S., and Kim, J. H., "Structural and Modal Analysis of Treadmill Roller," *proceeding of the KAIS Fall Conference*, pp. 66~69. 2004.