

조금구의 충격계수에 관한 연구

*Study on the Impact Coefficient
of the Lifting System*

글 / 河大煥

(Ha, Dae Hwan)

토목구조기술사, 공학박사,

창원전문대학 토목환경과 조교수.

E-mail : dhdw@changwon-c.ac.kr

목 차

1. 서론
2. 실험재료, 장비 및 방법
3. 실험결과 및 고찰
4. 결론

Abstract

In recent the weight of structure is heavier and bigger than before. Engineers use many heavy equipments to erect buildings and bridges. The heavy equipment is very useful to lift any weight. But most engineers do not know the impact of the weight when the equipment lifts the weight. In this study one researched into the impact of the weight in the crane work which lifts the weight in the construction site. Also along the number of pulley sheave the

impact of the weight was researched. From the impact field test the impact coefficient of a single pulley sheave crane was 0.65 and the four pulley sheaves crane was 0.13. The result shows that the impact coefficient of a single pulley crane is more than 5 time of the impact coefficient of the four pulley sheaves crane and that engineers must consider the impact effect of the crane work in the construction site.

1. 서론

건설기술력의 발전은 다른 업종의 기술력과 비교하면 급격하게 변하지는 않지만 지속적으로 발전되어 오고 있다.

구조물 설계에 관해서는 설계방법이 점진적으로 발전하고 있고 이것을 시방규정으로 또는 참고자료로 활용하고 있다. 그러나 시공에 사용되는 여러 가지의 장비 및 치구에 관한 자료가 부족하여 기술자의 경험에 의한 시공을 실시하는 경우가 많다.

최근에는 구조물의 대형화와 시공장비의 기계화가 많이 이루어지고 있다. 현재 대형구조물에 많이 사용되는 크레인도 여러 종류가 있고 크레인의 작업 범각도 그리고 범길이에 따른 최대양력(capacity, lifting force)은 제작회사의 지침서에 명확하게 설명되어 있다. 그러나 건설현장에서 사용되는 조금구 즉, 가설해야 하는 구조물을 크레인의 고리(hook)에 연결하는 장치의 적정설계방법이 없어 건설현장에서 기사들은 일반적으로 구조물의 자중만을 고려하여 설계 및 시공을 하고 있다.

이 연구에서는 크레인으로 중량물을 들 때 발생하는 충격을 통계적으로 처리하여 충격에 의한 계수를 찾고자 한다. 충격계수가 얻어지면 조금구 각 재료의 종류 및 단면을 쉽게 결정할 수 있을 것으로 본다.

2. 실험재료, 장비 및 방법

2.1 실험재료 및 장비

건설현장에 있는 강재 구조물과 콘크리트 구조

물을 1tf에서부터 4tf까지 준비하였다. 사용된 구조물의 형상은 일정하지 않고 또 무게도 일정하지 않게 하여 실제 현장에서 일어날 수 있는 조건으로 가깝게 하였다.

장비는 최대양력이 25tf인 HC 크레인으로 하였으며, 크레인연식은 '96년식이다. 이 크레인의 컴퓨터 시스템은 KRUGER로 장착되어 있다. 구조물과 그레인 고리사이에는 샤클과 와이어 로프로 연결하였다.

2.2 방법

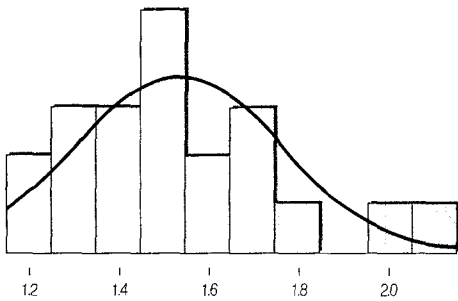
크레인 연결되어 있는 구조물에 의한 와이어 로

〈표 1〉 Single pulley sheave

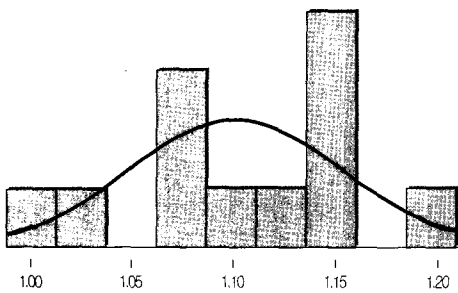
| No. | Weight(tf) | | Ratio | No. | Weight(tf) | | Ratio |
|-----|------------|---------|--------|-----|------------|---------|--------|
| | Minimum | Maximum | | | Minimum | Maximum | |
| 1 | 3.0 | 3.7 | 1.2333 | 12 | 3.0 | 4.0 | 1.3333 |
| 2 | 2.6 | 3.2 | 1.2308 | 13 | 1.4 | 2.4 | 1.7143 |
| 3 | 1.5 | 2.4 | 1.6000 | 14 | 1.8 | 3.1 | 1.7222 |
| 4 | 3.2 | 4.2 | 1.3125 | 15 | 1.8 | 3.3 | 1.8333 |
| 5 | 1.8 | 2.4 | 1.3333 | 16 | 1.9 | 3.9 | 2.0526 |
| 6 | 2.1 | 3.5 | 1.6667 | 17 | 1.7 | 2.7 | 1.5882 |
| 7 | 2.7 | 3.7 | 1.3704 | 18 | 1.7 | 2.5 | 1.4706 |
| 8 | 2.7 | 3.9 | 1.4444 | 19 | 2.6 | 3.9 | 1.5000 |
| 9 | 3.5 | 5.1 | 1.4571 | 20 | 2.8 | 4.2 | 1.5000 |
| 10 | 2.7 | 4.0 | 1.4814 | 21 | 1.2 | 2.4 | 2.0000 |
| 11 | 1.5 | 2.1 | 1.4000 | | | | |

〈표 2〉Four pulley sheaves

| No. | Weight(tf) | | Ratio | No. | Weight(tf) | | Ratio |
|-----|------------|---------|--------|-----|------------|---------|--------|
| | Minimum | Maximum | | | Minimum | Maximum | |
| 1 | 3.2 | 3.8 | 1.1875 | 7 | 3.9 | 4.2 | 1.0769 |
| 2 | 2.7 | 3.1 | 1.1481 | 8 | 3.9 | 4.3 | 1.1026 |
| 3 | 2.7 | 4.1 | 1.5185 | 9 | 3.0 | 3.2 | 1.0667 |
| 4 | 3.5 | 3.9 | 1.1143 | 10 | 4.3 | 4.3 | 1.0000 |
| 5 | 2.7 | 3.1 | 1.1481 | 11 | 6.4 | 6.6 | 1.0313 |
| 6 | 3.8 | 4.1 | 1.0789 | 12 | 4.3 | 4.9 | 1.1395 |



〈그림 1〉 Single pulley sheave



〈그림 2〉 Four pulley sheaves

〈표 2〉Impact coefficient

| No. Pulley sheaves | Mean | Standard deviation | Impact coefficient | Remark |
|--------------------|--------|--------------------|--------------------|--------|
| One | 1.5355 | 0.2289 | 1.6488 | 4.97 |
| Four | 1.1035 | 0.0548 | 1.1306 | 1.00 |

프의 절단이나 매달기가 잘못되어 갑자기 구조물이 낙하되어 받는 충격에 의한 구조물의 중량 변화는 자료에서 제외하고 고속원치 상승에 의한 중량의 변화만을 고려한다.

이때 구조물과의 매듭이 느슨하여 발생하는 충격은 일반적으로 일어날 수 있는 사항이므로 실험에서 제외시키지는 않는다.

일반적으로 활차의 수에 따라 충격의 정도가 다르다는 것은 널리 알려져 있지만 실험시 활차의 수를 바꾸어 활차수에 따른 충격의 변화 정도도 관찰한다.

실험결과에 의한 자료정리는 정규 분포하는 것으로 가정하고 산술평균, 분산, 표준편차, 정규분포, 표준정규분포를 이용한다.

확률적으로 95% 이하로 일어날 수 있는, 즉 $P(0 \leq Z \leq 0.95)$ 인 최대 값을 충격계수로 가정한다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 실험결과

크레인에 의한 중량구조물의 실험결과를 활차의 수에 따라 정리한 결과는 다음과 같다. 여기서 최대중량은 구조물을 고속원치로 상승시킬 때 컴퓨터에 나타나는 최대중량이고 최소중량을 원치와 붐을 정지 구조물을 안정 시켰을 때의 중량 값으로 한다. 실험은 바람이 불지 않고 진동이 없을 때에만 실시 하였다.

활차가 1개인 경우 산술평균값 m 은 1.5355, 표준편차 σ 는 0.2289이다.

활차가 4개인 경우 산술평균값 m 은 1.1035, 표준편차 σ 는 0.0548이다. 분포도를 그림으로 나타내면 〈그림1〉과 〈그림2〉와 같다.

3.2 고찰

〈표 1〉에서 활차가 1개인 경우 최대중량과 최소중량비의 최대 값은 2.0526이다.

이것은 크레인으로 중량물을 들 때 자기 자신의 무게보다 1.0526배 더 무겁게 크레인에 힘이 전달 되는 것을 알 수 있다. 반면 활차가 4개인 경우는 최대중량과 최소중량비의 최대값이 1.5185이므로 중량물을 들 때 자중의 0.5185배에 해당하는 무게가 크레인에 전달되는 것을 알 수 있다. 이러한 이유는 원치의 속도가 활차에 의하여 감소되기 때문인 것으로 추측된다. 여기서 활차가 1개인 경우는 활차가 4개인 경우에 비하여 조금구를 설계할 때 실중량에 비하여 과다하게 설계하여야 한다는 것을 알 수 있다.

활차수가 1개인 경우 최대중량과 최소중량의 비에 대한 산술평균값은 1.5355 이고 활차수가 4개인 경우 최대중량과 최소중량의 비에 대한 산술평균값이 1.1035임을 비교하면 활차수는 크레인의 작업양력을 줄이는 역할뿐 만 아니라 중량물에 의한 충격을 감소시키는 역할도 하고 있음을 알 수 있다.

분산 및 표준편차를 고려하여 볼 때 활차가 4개인 경우가 활차가 1개인 경우보다 최대중량과 최소중량의 비가 아주 조밀하게 분포되어 있음을 알 수 있다.

표준 정규 분포도에서 95%이하가 발생할 확률에 대한 최대중량과 최소중량의 비는 활차가 1개인 경우는 1.6488이고 활차가 4개인 경우는 1.1306이다.

이것은 조금구를 설계할 때 활차가 1개인 경우는 구조물 자중의 64.88%배를 추가적으로 고려하여야 한다는 의미이고 활차가 1개인 경우는 구조물 자중의 13.06%배를 추가적으로 고려하여야 한다는 것이다.

그래서 가능하면 무거운 구조물을 들어서 작업할 때는 활차수를 많게 하는 것이 바람직하다고 볼 수 있고 그 충격계수(i)는 활차가 1개인 경우는 0.65, 활차가 4개인 경우는 0.13으로 가정할 수 있다.

4. 결론

크레인으로 구조물 들어 올려 크레인의 계기에 나타나는 최대하중과 최소하중의 비를 활차수에 따라 비교 검토한 결과 결론은 다음과 같다.

- 1) 크레인으로 작업할 때 구조물을 들어올리는 순간 최대하중이 발생한다.
- 2) 활차수에 따른 충격계수는 활차가 1개인 경우는 약 0.65, 활차가 4개인 경우는 약 0.13이다.
- 3) 활차가 4개인데 비하여 충격감소비는 약 5.0배이다. 그래서 가능한 활차수를 증가시키는 것이 충격을 줄일 수 있다.
- 4) 조금구 설계시 활차수에 따른 충격계수를 사용하면 효율적인 조금구 설계가 가능하다.

(원고 접수일 2001. 4. 18)

참고문헌

1. 강주상, 수리물리학, (1994)
2. 오흥국 외 6명 공저, 정역학, (1992)
3. Erwin Kreyzig, Advanced Engineering Mathematics, (1981)
4. 이레테크 미니탐사업부, MINTAB 실무완성(2000)