

크롤러 크레인의 붐 길이, 선회각도에 의한 롤러 하중 해석

이득기*, 강정호*,# , 김태현*, 오철규**, 김종민**, 김종명***

*동아대학교 기계공학과, **신한전자기기, ***신한휴벤스

Analysis of Roller Load by Boom Length and Rotation Angle of a Crawler Crane

Deukki Lee*, Jungho Kang*#, Taehyun Kim*, Chulkyu Oh**, Jongmin Kim**, Jongmyeong Kim***

*Department of Mechanical Engineering, Dong-A UNIV., **Shinhan Electronics, ***Shinhan Huvance

(Received 12 October 2020; received in revised form 04 November 2020; accepted 29 December 2020)

ABSTRACT

A crawler crane, which consists of a lattice boom, a driving system, and a movable vehicle, is widely used on construction sites. The crawler crane often traverses rough terrain at these sites; as a result, an overload limiter needs to be installed on the crane to prevent it from overturning and breaking. In this paper, we studied the distributed load change in relation to boom length and the angle of rotation of the roller that comes in direct contact with the grounded track shoe. First, we developed a 3D model of a crawler crane and meshed it for finite elements. Then, we performed finite element analysis to derive the load on the roller. Finally, we graphed and examined the roller distributed load data of the case according to boom length and rotation angle. By detecting the load on the roller of the crawler crane, we can predict the potential for the crane to overturn before it happens.

Key Words : Crawler Crane(크롤러 크레인), Boom Length(붐 길이), Rotation Angle(선회각도), Roller Pin(롤러 핀)
Finite Element Analysis(유한요소해석)

1. 서 론

크레인이란 동력을 사용하여 화물을 운반하는 기계 또는 기계장치를 말하며, 수직으로 권상 권하 운동과, 수평으로 주행, 횡행, 선회 등의 운동을 하며, 이러한 운동이 서로 조합되어 3차원 공간에서 화물을 취급 및 운반하는 것을 목적으로 하는 설비를 말한다. 크레인 중에서도 크롤러 크레인(Crawler Crane)은 본체 하부에 크롤러 트랙을

장착하여 불특정 장소에서 이동이 가능한 크레인을 말한다.^[1]

현재 크롤러 크레인은 화물을 들어 올리는 와이어에 직접 로드셀을 부착하고 권상하중을 검출하여 과하중을 방지하고 있다.^[1,2] 그러나 이러한 측정 방식은 권상하중을 직접 측정하는 방식이기 때문에 전도 모멘트를 검출할 수 없으며, 그로 인한 전복사고에 무방비로 노출되어 있다.^[2]

본 연구는 붐 길이(Boom Length), 선회각도(Rotation Angle) 변화에 의한 크롤러 크레인의 전도를 미연에 감지하기 위하여 지면과 접촉된 크롤러 트랙과 직접 닿게 되는 하부 롤러부에 분포 하

Corresponding Author : kangjh@dau.ac.kr

Tel: +82-51-200-7637

중을 유한요소해석(Finite Element Analysis)하여 검출하고자 한다.

2. 연구 목적과 방법

크롤러 크레인 하단에 위치한 크롤러 트랙은 지면과 맞닿아 있으며, 안쪽에서는 앞쪽의 아이들러 롤러, 뒤쪽의 트레블 롤러, 그 사이 11개의 롤러가 자리 잡고 있다. 트레블 롤러의 동력으로 모든 롤러와 트랙이 회전하며 차체 전체가 이동할 수 있다. 그러나 이동이 용이한 무한궤도의 접지가 불량하여 많은 전복사고가 발생하였고, 이러한 문제를 해결하고자 연구를 수행하였다.

Fig. 1은 크롤러 크레인 하부의 앞쪽 아이들러 롤러부터 뒤쪽 트레블 롤러까지 중간 11개의 롤러 속 롤러 핀(Roller Pin) 번호와 차체의 좌우를 정의한 그림이다. 본 논문에서는 크레인 하부, 크롤러 트랙에 발생하는 접지압 검출을 위해 트랙과 맞닿는 롤러 속 롤러 핀으로부터 측정되는 하중을 해석하여 검출하고, 검출한 하중에 영향을 미치는 인자들(봄 길이, 선회각도)의 변화로 달라지는 하중 경향을 검토할 것이다.

Fig. 2의 좌측은 실제 크롤러 크레인 본래 형상을 3D 모델링한 그림이며, 우측은 크롤러 크레인 3D 모델을 유한요소해석을 위해 간략화 모델링을 수행한 그림이다. 간략화는 주요 파트를 제외한 곳은 수정 및 제거한 후, 파트의 Property를 조정해서 하중을 보강하였으며, 비교적 복잡하고 유한요소모델을 형성하기

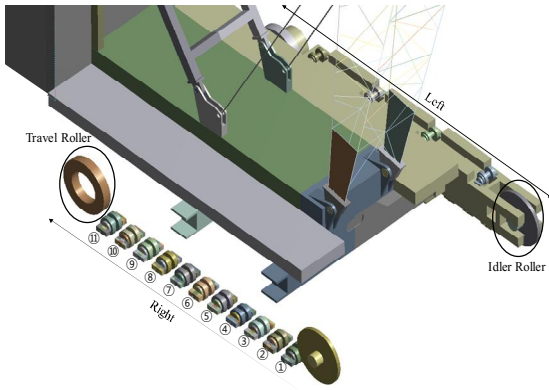


Fig. 1 Crawler crane roller number definition

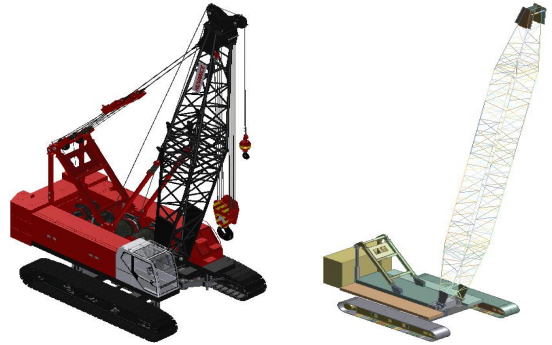


Fig. 2 3D Model of crawler crane and model for finite element analysis

Table 1 Define mesh size for finite element analysis

Part body	Mesh size(mm)
Roller	20
Crawler track	150
Side frame	150
Lower frame	150
Bed	200
A-frame	70
etc.	5

어려운 봄 파트는 Line body로 모델링 수행하였다. 다음은 유한 요소 해석을 위한 각 Part body사이에 적절한 접촉조건을 정의하였다. 봄과 베드는 Line body와 Solid body의 관계이므로 Fixed Joint로 연결하였으며, 베드와 로워 프레임은 No separation, 로워 프레임과 사이드 프레임은 Bonded, 사이드 프레임과 롤러는 Bonded, 롤러와 롤러 핀은 No separation, 롤러와 트랙은 No separation, 트랙과 지면은 Bonded로 접촉조건을 설정하였다.

여기서 봄은 크레인 본체 앞부분에 연결하는 트러스 구조의 부품을 의미하며, 베드는 크레인 상부의 에이 프레임, 카운터웨이트, 봄 등을 장착하는 부분을 의미한다. 에이 프레임은 베드 위의 정중앙에 위치하며, 화물을 인양하는 와이어로프를 고정, 권상, 권하시키는데 중요한 역할을 한다. 카운터웨이트는 봄과 인양물의 하중균형을 유지시키기 위해 베드 뒷부분에 부착하는 부품이다. 로워 프레임은 베드 바로 아랫부

분에 위치하며, 하부를 고정하고 상부가 회전하는 선회운동에 필요한 턴테이블이 올라간 프레임을 의미한다. 사이드 프레임은 로워 프레임 양쪽으로 2개가 장착되며, 트레블 롤러, 아이들러 롤러 등 여러 롤러의 축이 고정되고, 크롤러 트랙이 감싸져 있는 프레임을 뜻한다. Table 1은 유한요소해석을 위해 Mesh size를 정의한 표이다. 전체 Element size를 5mm로 설정하였으며, 과도하게 조밀한 Mesh Size를 일부 설정하여 Mesh quality를 상승시켰다. 롤러 20mm, 크롤러 트랙 150mm, 사이드 프레임 150mm, 로워 프레임 150mm, 베드 200mm, 에이 프레임 70mm으로 설정하였고, Element의 종류는 Tetra element와, Hexa element 두 가지 모두 사용하였다. Fig. 3과 Fig. 4는 Table 1의 표에 정의한 것과 같이 크레인 3D 모델의 본체 하부와 상부 Mesh를 생성 완료한 그림이며, 주요파트의 명칭과 Mesh 조밀도를 확인할 수 있다.

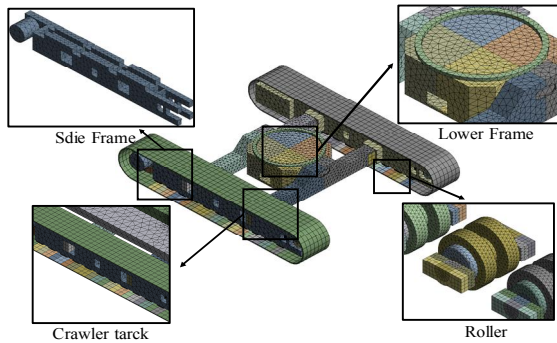


Fig. 3 Mesh generation for finite element analysis: Lower part

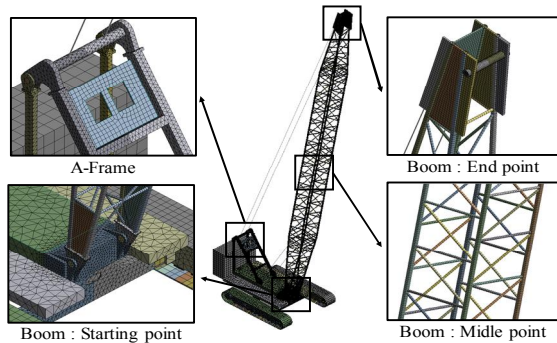


Fig. 4 Mesh generation for finite element analysis: Upper part

Fig. 5는 크롤러 크레인을 붐 길이별로 해석하기 위해 실제 운용에 사용되는 13m, 31m, 58m 길이의 붐을 각각 장착시킨 모델을 생성한 그림이다. 붐과 지면 사이의 각도를 의미하는 러핑각도를 30°로 모델링 하였는데, 이는 크롤러 크레인 운용 시에 붐 끝 지점이 차체와 멀어짐으로써 전도모멘트가 증가하기 때문에, 전복 가능성이 높아 위험한 상태임을 뜻한다.

Fig. 6에서는 크레인을 선회각도별로 해석하기 위해 대표적으로 붐 길이 31m 케이스를 0°, 22.5°, 45°, 67.5°, 90°의 선회각도별 케이스로 나누는 것을 볼 수 있으며, 선회는 정면 작업자(탑승자) 기준에서 우회전을 기준으로 해석 수행하였다.

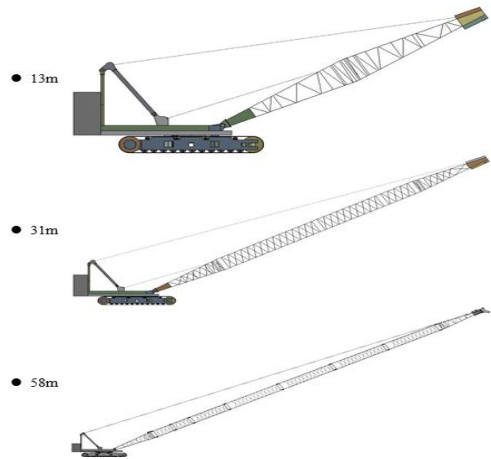


Fig. 5 Crawler crane 3D model by Boom Length

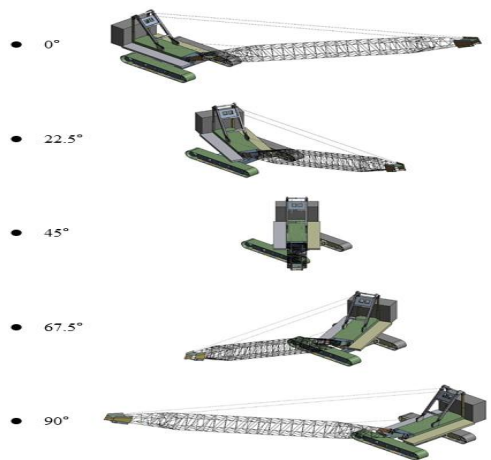


Fig. 6 Crawler crane 3D model by Rotation Angle

3. 결 과

크롤러 크레인의 유한요소해석을 boom 길이별, 선회각도별로 수행한 결과, 롤러 핀 중앙에 부하되는 하중을 ton 단위로 검출할 수 있었다.

Fig 7 그림은 크롤러 크레인 하부 롤러 속에 위치한 롤러 핀의 위치를 나타내는 그림이다. 해석을 수행하고 롤러 속 22개의 롤러 핀에 부하되는 하중을 계산하여 분포를 검토하였다.

먼저, 크롤러 크레인의 boom 길이가 고정된 상태에서 선회각도의 변화가 롤러 핀 부하 하중에 어떤 변화를 일으키는지에 대해 검토하였다.

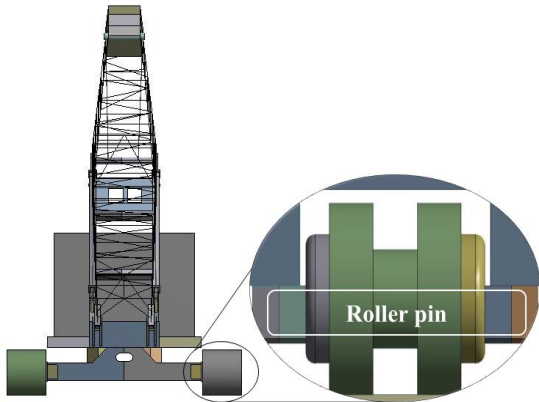


Fig. 7 Position of Roller pin

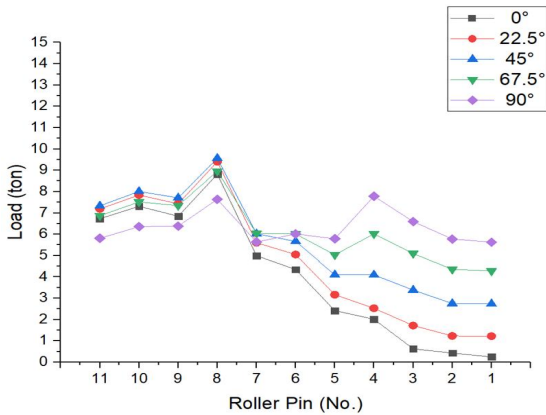


Fig. 8 The Crane of Boom length 13m analysis results : Roller distribution load by Rotation Angle

Fig 8의 그래프는 boom 길이 13m의 경우에서 선회각도 0°, 22.5°, 45°, 67.5°, 90°에 대하여 해석한 롤러의 하중을 번호별로 표기하였으며, 좌측 1~11번 롤러의 하중 값만 도식화하였다. 선회각도 0°의 경우 8번 롤러에서 8.82ton으로 가장 큰 하중이 나타났으며, 대체로 자체 뒤쪽에 위치한 롤러에 큰 하중이 분포되었다. 또한 선회각도 90°까지 증가함에 따라 자체 뒤쪽에 위치한 카운터웨이트가 좌측 롤러 쪽으로 이동하기 때문에 앞쪽 롤러의 하중 분포가 점차 증가하는 그래프를 볼 수 있다.

위의 선회각도 증가로 인해 변화하는 롤러 하중값을 검토한 결과, 13m 경우에는 좌측 1~4번 롤러 하중이 증가하는 것으로 보아 우측에 부하되던 하중이 좌측으로 이동한 것으로 확인된다. 즉, 선회각도가 90°로 회전하는 동안 하부기준으로 좌측, 상부 기준으로는 뒤쪽으로 하중이 이동한 것이다. 크레인 전복 사고는 대부분 자체 앞쪽으로 발생하기 때문에, 민감도가 높은 1~4번 롤러의 분포 하중 변화가 크레인 전복 위험 척도로 사용 가능성을 확인하였다.

Fig 9의 그래프는 boom 길이 31m의 경우에서 선회각도 0°, 22.5°, 45°, 67.5°, 90°에 대하여 해석한 롤러의 하중을 번호별로 표기하였으며, 좌측 1~11번 롤러의 하중 값만 도식화하였다. 선회각도 0°의 경우 8번 롤러에 7.49ton으로 가장 큰 하중이 나타났으며, 13m의 경우와 비슷하게 자체 뒤쪽에 위치한 롤러에 비교적 큰 하중이 분포되었으나, 31m boom의 무게가 13mboom의 무게보다 무겁기에 앞쪽 롤러에도 하중이 어느 정도 분포 되어 뒤쪽 롤러의

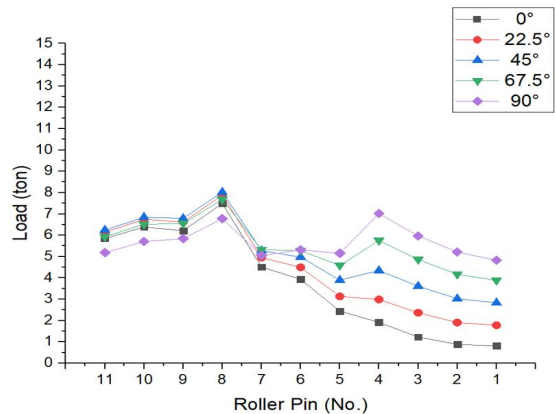


Fig. 9 The Crane of Boom length 31m analysis results : Roller distribution load by Rotation Angle

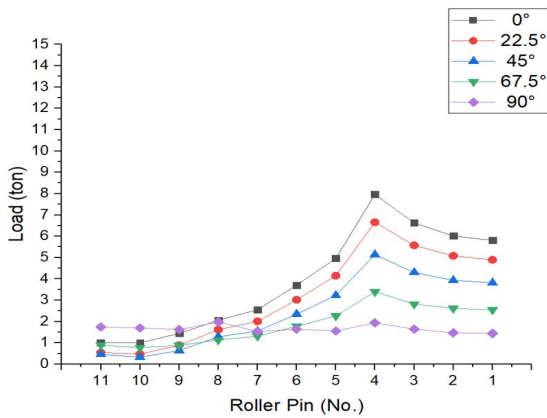


Fig. 10 The Crane of Boom length 58m analysis results : Roller distribution load by Rotation Angle

분포 하중이 비교적 작은 것을 볼 수 있다. 선회각도가 증가함에 따라 자체 뒤쪽에 위치한 카운터웨이트가 좌측 롤러 쪽으로 이동하기 때문에 앞쪽 롤러의 하중분포가 점차 증가하는 그래프를 볼 수 있다.

위의 선회각도 증가로 인해 변화하는 롤러 하중값을 검토한 결과, 31m 경우에도 13m 경우와 유사한 경향을 보인다. 좌측 1~4번 롤러 하중이 증가하는 것으로 보아 우측에 부하되던 하중이 좌측으로 이동한 것으로 확인된다. 13m 경우와 같이 선회 시에 1~4번 롤러가 민감하게 변화하기 때문에, 전복 위험 척도로 사용 가능함을 확인하였다.

Fig 10의 그래프는 붐 길이 58m의 경우에서 선회각도 0°, 22.5°, 45°, 67.5°, 90°에 대하여 해석한 롤러의 하중을 번호별로 표기하였으며, 좌측 1~11번 롤러의 하중 값만 도식화하였다. 선회각도 0°의 경우 4번 롤러에서 7.97ton으로 가장 큰 하중이 나타났으며, 13m, 31m의 경우와 다르게 자체 앞쪽에 위치한 롤러에 비교적 큰 하중이 분포되었다. 이는 58m 붐의 무게로 인해 자체 뒤쪽에 있던 무게 중심이 이동한 것을 나타낸다.

위의 선회각도 증가로 인해 변화하는 롤러 하중값을 검토한 결과, 58m의 경우에는 13m, 31m의 경우와는 상이한 경향을 보이는데, 이는 붐의 자중 증가에 따른 전도모멘트의 증가가 그 요인이며, 이에 따라 앞의 두 경우와 비교하여 58m의 선회각도 증가에 따른 하중이 자체 앞부분에 위치한 롤러로 집중되는 것을 확인할 수 있다. 또한, 선회가 0~90°로 진행됨에 따라 롤러의

하중이 감소하는 것은 하부 기준으로 우측, 상부 기준으로 앞쪽으로 하중이 이동한 것이다. 선회각도 90°의 경우에는 하중의 변화가 거의 없는데, 이는 차체가 오른쪽으로 선회하여 58m 붐 자중에 의한 전도 모멘트로 인해 왼쪽 롤러의 하중이 오른쪽 롤러로 집중된 것을 의미한다. 앞쪽으로 전복하는 크롤러 크레인의 특성을 고려했을 때, 현재 조건에서 하중을 드는 권상운동은 전도에 위험한 상태임을 확인하였다. 58m의 경우도 선회각도 변화에 따른 롤러부의 부하 하중은 1~4번의 롤러들이 가장 민감한 변화를 보여주고 있다. 따라서 크롤러 크레인 선회 시에 롤러 핀 1~4번에 부하되는 하중 변화를 전복가능성의 척도로 사용 할 수 있음을 확인하였다.

다음은 크롤러 크레인의 선회각도가 고정된 상태에서 붐 길이의 변화가 롤러 핀 부하 하중에 어떤 변화를 일으키는지에 대해 검토하였다.

Fig 11의 그래프는 선회각도 0°의 경우에서 붐 길이 13m, 31m, 58m에 대하여 해석한 롤러의 하중을 번호별로 표기하였으며, 좌측 1~11번 롤러의 하중 값만 도식화하였다. 붐 길이 13m의 경우 8번 롤러에서 8.82ton으로 가장 큰 하중이 나타났으며, 대체로 자체 뒤쪽에 위치한 롤러에 하중이 집중된 것을 확인할 수 있다. 31m의 경우에도 8번 롤러에서 7.49ton으로 가장 큰 하중이 나타났으며, 13m의 경우와 경향이 거의 유사하지만, 13m의 경우 보다는 붐의 무게가 더 크기 때문에 하중이 뒤쪽에만 집중되지 않고 앞쪽에도 분포 된 것을 볼 수 있다. 58m의 경우에는 4번 롤러에서 7.79ton으로 가장 큰 하중이 나타났으며, 13m, 31m의 경우와 다르게 붐의 무게로 인해 무게 중심이 앞쪽으로 이동하여 앞쪽 롤러에 하중이 집중되는 것을 볼 수 있다.

위의 붐 길이 변화에 따른 롤러 핀 부하 하중을 검토한 결과, 선회각도 0°의 경우에서 붐이 13m에서 31m로 증가할 때 5번 핀을 기준으로 뒤쪽 핀의 하중은 전체적으로 감소하고, 앞쪽 핀의 하중은 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 붐 길이 증가로 차체 앞쪽의 자중 증가에도 이유가 있지만, 단순히 자중 증가가 아닌 전도모멘트 증가가 큰 영향을 끼치는 것으로 보인다. 또한 31m에서 58m로 증가할 때는 그래프의 좌우가 반전 되는 경향을 보이는데, 마찬가지로 전도모멘트의 증가가 큰 영향을 미치는 것으로 보인다. 이와 같이 11개의 롤러부의 분포 하중 변화를 이용하여 전도모멘트 증가를 감지할 수

있다.

Fig. 12의 그래프는 선회각도 22.5°의 경우에서 붐 길이가 13m, 31m, 58m에 대하여 해석한 롤러의 하중을 번호별로 표기하였으며, 좌측 1~11번 롤러의 하중 값만 도식화하였다. 붐 길이가 13m의 경우 8번 롤러에서 9.40ton으로 가장 큰 하중이 나타났으며, 대체로 자체 뒤쪽에 위치한 롤러에 하중이 집중된 것을 확인할 수 있다. 31m의 경우에도 8번 롤러에서 7.88ton으로 가장 큰 하중이 나타났으며, 13m의 경우와 경향이 거의 유사하지만, 13m의 경우 보다는 붐의 무게가 더 크기 때문에

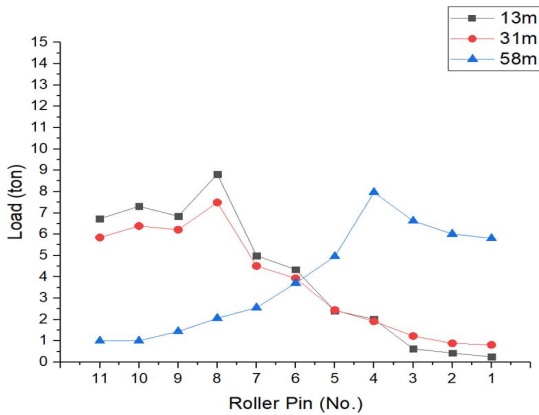


Fig. 11 The Crane of Rotation Angle 0° analysis results : Roller distribution load by Boom Length

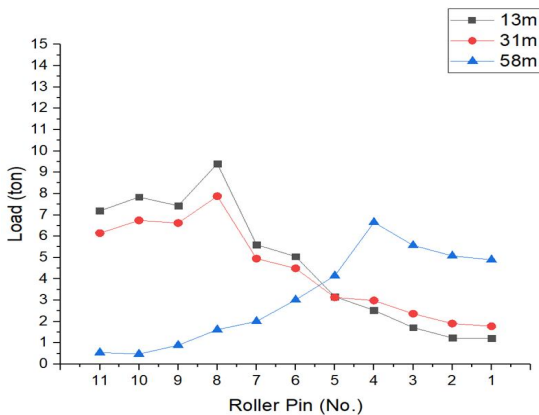


Fig. 12 The Crane of Rotation Angle 22.5° analysis results : Roller distribution load by Boom Length

하중이 뒤쪽에만 집중되지 않고 앞쪽 롤러에도 분포된 것을 볼 수 있다. 58m의 경우에는 4번 롤러에서 6.66ton으로 가장 큰 하중이 나타났으며, 13m, 31m의 경우와 다르게 무게 중심이 앞쪽에 위치하여 앞쪽 롤러에 하중이 대체로 분포하는 것을 볼 수 있고, 붐이 선회각에 따라 좌측의 하중이 우측으로 이동하여 선회각도 0°의 경우보다 그래프 수치가 비교적 감소한 것을 볼 수 있다.

위의 붐 길이가 변화에 따른 롤러 핀 부하 하중을 검토한 결과, 선회각도 22.5°의 경우에서도 0°의 경우와 유사하게 붐이 13m에서 31m로 증가할 때 5번 핀을 기준으로 뒤쪽 핀의 하중은 전체적으로 감소하고, 앞쪽 핀의 하중은 증가하는 것을 볼 수 있다. 또한, 31m에서 58m로 증가할 때는 그래프의 표현된 좌측 롤러부의 하중이 오른쪽으로 이동하여 하중이 비교적 낮게 분포되었지만, 하중이 앞쪽으로 집중된 것을 볼 수 있으며, 전도모멘트의 증가가 롤러부의 하중 변화로 나타난 것을 확인할 하였다.

Fig 13의 그래프는 선회각도 45°의 경우에서 붐 길이가 13m, 31m, 58m에 대하여 해석한 롤러의 하중을 번호별로 표기하였으며, 좌측 1~11번 롤러의 하중 값만 도식화 하였다. 붐 길이가 13m의 경우 8번 롤러에서 9.56ton으로 가장 큰 하중이 나타났으며, 대체로 자체 뒤쪽에 위치한 롤러에 큰 하중이 분포되었다. 31m의 경우에도 8번 롤러에서 8.02ton으로 가장 큰 하중이 나타났으며, 13m의 경우와 경향이 거의 유사하지만, 13m의 경우 보다는

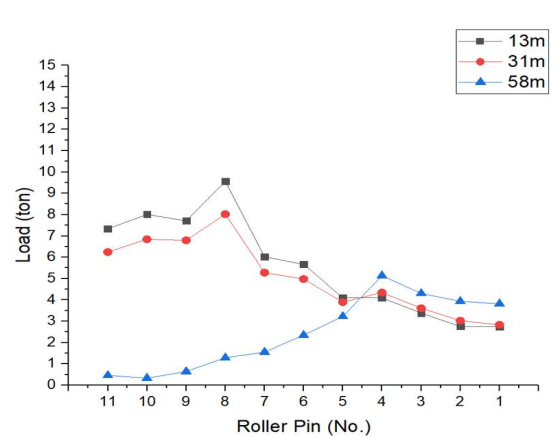


Fig. 13 The Crane of Rotation Angle 45° analysis results : Roller distribution load by Boom Length

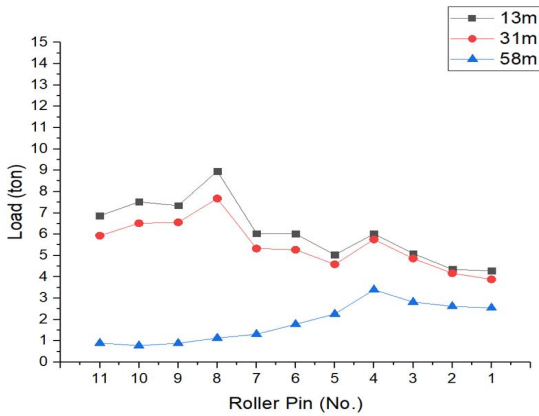


Fig. 14 The Crane of Rotation Angle 67.5° analysis results : Roller distribution load by Boom Length

붐의 무게가 더 크기 때문에 하중이 뒤쪽에만 집중되지 않고 앞쪽 롤러에도 분포 된 것을 볼 수 있다. 58m의 경우에는 4번 롤러에서 5.13ton으로 가장 큰 하중이 나타났으며, 13m, 31m의 경우와 다르게 무게 중심이 앞쪽에 위치하여 앞쪽 롤러에 하중이 대체로 분포하는 것을 볼 수 있고, 붐이 선회함에 따라 좌측의 하중이 우측으로 이동하여 선회각도 22.5°의 경우보다 그래프 수치가 비교적 감소한 것을 볼 수 있다.

위의 붐 길이 변화에 따른 롤러 핀 부하 하중을 검토한 결과, 선회각도 45°의 경우에도 붐이 13m에서 31m로 증가할 때 5번 핀을 기준으로 뒤쪽 핀의 하중은 전체적으로 감소하고, 앞쪽 핀의 하중은 증가하는 것을 확인하였다. 또한, 31m에서 58m로 증가할 때는 좌측 롤러부의 하중이 우측으로 이동하여 하중이 0°, 22.5°의 경우와 비교하여 낮게 분포되었지만, 하중은 앞쪽으로 집중되었고, 전도모멘트 증가를 롤러부의 하중 변화로 나타났다.

Fig. 14의 그래프는 선회각도 67.5°의 경우에서 붐 길이 13m, 31m, 58m에 대하여 해석한 롤러 핀의 하중을 번호별로 표기하였으며, 좌측 1~11번 롤러 핀의 하중 값만 도식화하였다. 붐 길이 13m의 경우 8번 롤러 핀에서 8.96ton으로 가장 큰 하중이 나타났으며, 대체로 자체 뒤쪽에 위치한 롤러 핀에 큰 하중이 분포되었다. 31m의 경우에도 8번 롤러 핀에서 7.68ton으로 가장 큰 하중이 나타났으며, 13m의 경우와 경향이 거의 유사하지만, 13m의 경우 보다는 붐의 무게가 더 크기 때문에 하중이 뒤쪽에만 집중되지 않고 앞쪽 롤러 핀에도 분포 된 것을

볼 수 있다. 58m의 경우에는 4번 롤러 핀에서 3.4ton으로 가장 큰 하중이 나타났으며, 13m, 31m의 경우와 다르게 무게 중심이 앞쪽에 위치하여 앞쪽 롤러 핀에 하중이 대체로 분포하는 것을 볼 수 있고, 붐이 선회함에 따라 좌측의 하중이 우측으로 이동하여 선회각도 45°의 경우보다 그래프 수치가 현저히 감소한 것을 볼 수 있다.

위의 붐 길이 변화에 따른 롤러 핀 부하 하중을 검토한 결과, 선회각도 67.5°의 경우에서는 붐 13m, 31m, 58m로 증가할 때, 롤러 핀에 부하 되는 하중이 전체적으로 감소하는 경향을 보인다. 이는 차체가 우측으로 선회함에 따라 전도모멘트에 의해 좌측 핀에 부하하던 하중이 우측으로 이동함으로써 보이는 경향이다. 특히 58m의 경우 13m, 31m와 비교하여 부하 하중이 과도하게 감소한 것으로 보아 하중이 우측으로 집중되어 있을 것으로 예상된다. 선회각도 45°와 비교하여 각도가 증가할수록 롤러부에 분포되는 하중이 한쪽으로 집중 되는 것을 확인하였으며, 전도모멘트 증가를 롤러부의 하중 변화로 검출할 수 있음을 확인하였다.

Fig 15의 그래프는 선회각도 90°의 경우에서 붐 길이 13m, 31m, 58m에 대하여 해석한 롤러 핀의 하중을 번호별로 표기하였으며, 좌측 1~11번 롤러 핀의 하중 값만 도식화하였다. 붐 길이 13m의 경우 4번 롤러 핀에서 7.79ton으로 가장 큰 하중이 나타났으며, 차체에 전체적으로 고르게 하중이 분포되었다. 31m의 경우에도 4번 롤러 핀에서 7.02ton으로 가장 큰 하중이 나타났으며, 13m의 경우와 경향이 거의 유사하지만, 13m의 경우

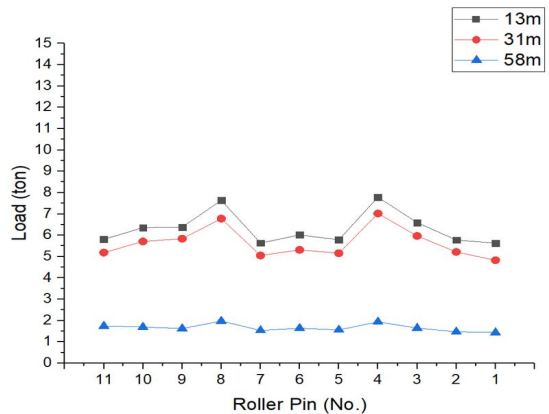


Fig. 15 The Crane of Rotation Angle 90° analysis results : Roller distribution load by Boom Length

보다는 붐의 무게가 더 크기 때문에 하중이 뒤쪽에만 집중되지 않고 앞쪽 롤러 핀에도 분포 된 것을 볼 수 있다. 58m의 경우에는 8번 롤러 핀에서 1.98ton으로 가장 큰 하중이 나타났으며, 13m, 31m의 경우와 다르게 무게 중심이 앞쪽에 위치하여 앞쪽 롤러 핀에 하중이 대체로 분포하는 것을 볼 수 있고, 붐이 선회함에 따라 좌측의 하중이 우측으로 이동하여 선회각도 67.5°의 경우보다 그래프 수치가 비교적 감소한 것을 볼 수 있다.

위의 붐 길이 변화에 따른 롤러 핀 부하 하중을 검토한 결과, 선회각도 90°의 경우에서는 붐 13m, 31m, 58m로 증가할 때, 67.5°의 경우보다 명확하게 롤러 핀에 부하되는 하중이 전체적으로 감소하는 경향을 보인다. 이는 차체가 우측으로 선회함에 따라 전도모멘트에 의해 좌측 핀에 부하하던 하중이 우측으로 이동함으로써 보이는 경향이다. 특히 58m의 경우 13m, 31m와 비교하여

부하 하중이 과도하게 감소한 것으로 보아 하중이 우측으로 집중되어 있을 것으로 예상된다. 선회각도 67.5°와 비교하여 각도가 증가할수록 롤러부에 분포되는 하중이 한쪽으로 집중 되는 것을 확인하였으며, 전도모멘트 증가를 롤러부의 하중 변화로 검출할 수 있음을 확인하였다.

이에 본 연구는 크롤러 크레인의 선회각도, 붐 길이에 따른 롤러 하중을 해석 및 검토하였으며, 차후에 기존의 크레인 모델을 사용하여 인양물의 하중인 권장하중에 대한 추가 해석을 진행한다면, 롤러 하중에 따른 크롤러 크레인의 전복위험도를 보다 정확히 예측 할 수 있을 것이다.

4. 결 론

본 연구는 크롤러 크레인의 전복사고를 예방하기 위한 연구로써 유한요소해석을 통해 롤러 핀에 부하되는 하중을 검토하는데 목적이 있다. 크레인의 유한요소해석을 통해 검출된 하중의 경향을 검토한 결과로 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 크롤러 크레인 유한요소해석한 결과, 크레인 자중, 선회각도 변화, 붐 길이 변화에 의한 지면과 지면에 닿는 하부 롤러부의 부하 하중의 검출이 가능하였다.

2. 크롤러 크레인 선회 시에 롤러 핀의 부하 하중 경향을 검토하여 하중 변화 민감도가 높은 롤러 핀을 검출하여 크롤러 크레인 전도 가능성의 척도로 사용할 수 있었다.

3. 크롤러 크레인의 붐 길이 변화에 따른 롤러 핀의 부하 하중 경향을 검토한 결과, 혐지에서 운용 되는 크롤러 크레인의 붐 길이가 증가할 수록 전도 모멘트가 증가하는 것을 하부 롤러에 부하되는 부하 하중으로 검출 가능하였다.

4. 크롤러 크레인의 하부 롤러에 부하되는 부하 하중을 실시간으로 검출하고, 모니터링하면 크롤러 크레인의 전복 및 전도 위험성을 사전에 감지하여 예방할 수 있다.

후 기

“본 연구는 산업통상자원부에서 시행한 시스템산업거점기관지원사업의 90톤 급 크롤러 크레인 용 지능형 통합제어 시스템 개발 과제로 수행하였습니다.”

REFERENCES

1. Jang, H.-P., Han, D.-S., “Compensation of Relation Formula between Luffing Wire Tension and Overturning Moment in a Crawler Crane Considering the Deflection of Boom”, Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 10, No. 4, pp. 44-49, 2011.
2. Han, D. S., Ha, J. M, and Han, G. J., "Creative Design of Large-Angle Pin Type Load Cell for the Overload Limiter of a Movable Crane", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 9, No. 1, pp. 35-41, 2010.
3. Han, D. S., Ha, J. M., and Han, G. J., "Development of Many-Angular Pin Type Load Cell for a Overload Limiter of a Movable Crane", Key Engineering Materials, Vol. 413-414, pp. 291-298, 2009.
4. Kim, J. J., Kim, J. W., Jeon, S. J., Park, K. H., “Load

Calculation to Develop an Overload Protection for Hydraulic Crane”, Korean Society for Precision Engineering, pp. 350-350, 2014.

5. Lee, M. J., Han, D. S., Han, G. J., “Evaluation of Structural Stability of JIB Crane for a Feed Vessel According to the Luffing Angle”, The Korean Society for Power System Engineering, Vol. 12 No. 6 pp. 24-28, 2008.
6. Lee, S. W., Han, D. S., Shim, J. J., Han, G. J., Kim, T. H., "An Experimental Analysis of the Structural Stability Analysis of a Container Crane according to the change of the Boom Shape", Korean Society for Precision Engineering, Vol. 2006, No. 5, pp. 371-372, 2006.