

61ton 컨테이너 크레인의 전산유동해석을 통한 풍하중 분석

† 이수홍* · 이성욱* · 한동섭** · 김태형*** · 한근조****

*동아대학교 대학원, **동아대학교 BK21총괄사업단, ***경남정보대학 자동차산업계열, ****동아대학교 기계공학과

Wind Load Analysis of 61ton-class Container Crane using the Computation Fluid Dynamics

† *Su-Hong Lee** · *Seong-Wook Lee** · *Dong-Seop Han*** · *Tae-Hyung Kim**** · *Geun-Jo Han*****

*Graduate school of Dong-A University, Pusan 604-714, Korea

**institute of BK21, Dong-A University, Pusan 604-714, Korea

***Subdivision of Mechanical & Automotive Industry Kyungnam college of Information & Technlogy, Busan 617-701, Korea

****Dibision of Mechanical Engineering, Dong-A University, Busan 604-714

요약 : 컨테이너 크레인은 강풍으로부터 보호를 받기 위한 차폐물이 없는 곳에 존재하기 때문에 이상 기후 조건에 취약성이 있는 구조물이다. 본 연구에서는 풍향변화에 따라 컨테이너 크레인에 작용되는 풍하중을 분석하기 위하여 수행되었다. 사용된 모델은 61톤 급 컨테이너 크레인으 로 현재 항만시설에 많이 사용되는 모델이다. 유동장은 원통으로 모델링하였으며, 직경 500m, 높이 200m로 설정하였다. 본 연구에서는 건축물 하중기준의 풍하중 설계기준에 따라 풍하중을 적용하였으며 풍향에 따른 영향을 분석하기 위해서 유동장을 10°간격으로 분할하였다. 이를 바탕으로 CFX-10을 사용하여 전산유동해석을 수행하고 이를 통하여 얻어진 결과와 풍력실험 결과를 비교 연구함으로써, 컨테이너 크레인의 구조설 계에 필요한 풍하중을 분석하였다.

핵심용어 : 컨테이너 크레인, 전산유동해석, 풍압력, 풍하중, 풍동실험

ABSTRACT : Container cranes are vulnerable structure to difficult weather conditions because there is no shielding facility to protect them from high wind. This study carried out to analyze the wind load have an effect on container crane according to a wind direction variation. The container crane for this research is a model of a 61-ton class that used broadly in the current ports. The dimension of an external fluid field set up 500m × 200m. In this study, Mean wind load conformed to the 'Design Criteria of Wind Load' in 'Load Criteria of Building Structures' and an external fluid field divided in interval of 10 degrees to analyze effect according to a wind direction. From there, we carried out to the computation fluid dynamic analysis using a CFX-10. Therefore as consequence of computation fluid dynamic analysis and wind velocity experiment make a comparative study, we analyzed a wind load for construction design of container crane.

KEY WORDS : Container Crane, Computation Fluid Dynamics, Wind Pressure, Wind Load, Wind Tunnel Test

1. 서 론

본 연구에서는 건축물 및 교량의 내풍 설계에 적용되는 건축물 하중기준에 의거, 75m/s의 풍속에서의 풍하중이 컨테이너 크레인에 적용하여 전산 유동 해석을 통해서 설계 풍속이 컨테이너 크레인에 작용하였을 때, 발생하는 풍하중을 산출하여 그

결과를 풍동실험 결과와 비교하여 신뢰성을 점검하고자 한다.

2. 전산유동해석

2.1 전산유동해석

본 연구에서 적용되어지는 풍하중의 산출식은 식(1)과 같이 건설교통부 제정 '도로교설계기준'에 의해 산출하였으며, 적용되어지는 순간최대풍속은 75m/s로 수행하였다.

† 교신저자 : 학생회원, blackzone82@naver.com 011)9315-5388

$$P = C_f \cdot C_A \cdot G_f \cdot q_z \cdot A \quad (1)$$

$$q_z = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_z^2$$

$$v_z = v_0 \cdot K_{zr} \cdot K_{zt} \cdot I_w$$

2.2 크레인 구조와 모델링

본 연구에서 사용된 컨테이너 크레인은 권상용량이 61ton이며, 전체 자중이 1177.5ton, 아웃리치(Out reach)가 63m, 레일스팬(rail span, 해측과 육측 레그간의 거리)이 30.5m, 지상에서 붐(Boom) 및 거더(Girder)까지의 높이가 46m, 계류시 지상에서 붐 끝단까지의 높이가 약 120m에 달하는 대형 구조물이다. 실제 컨테이너 크레인과 유사하게 모델링하였으며, 요소망 생성을 고려하여 바람에 대하여 미세한 영향을 미칠 것으로 고려되는 구조물은 생략하였다.

2.3 유동장 모델링

본 연구에서는 컨테이너 크레인의 각 부재에 대해서 가장 충분한 영향을 적용 시킬 수 있도록 유동장을 원통형으로 모델링하였다. 유동장을 컨테이너 크레인보다 크게 함으로서 경계면 간섭이 없도록 하였으며 컨테이너 크레인 각 부재의 크기에 맞게 요소의 크기를 설정하여 컨테이너 크레인 부재의 정확도를 향상시켰다. 또한 원통의 외부 벽면의 속도를 컨테이너 크레인을 기준으로 회전될 수 있도록 적용, 풍향변화에 따른 유동해석 격자망이 동일하게 됨으로서 격자의 형상 및 수의 차이로 인한 오차를 줄여 결과의 신뢰성을 향상시켰다.

3. 해석결과 및 고찰

본 연구에서는 컨테이너 크레인이 계류 시에 풍향에 따른 풍압분포를 통하여 풍하중을 산출할 수 있었다.

Fig. 1에서는 풍하중이 컨테이너 크레인의 붐 정면(0°)에서는 음의 값을 보이거나 점차 증가하여 컨테이너 크레인의 측면인 레일방향(90°)에서 0의 값을 가지며, 후방(180°)에서는 양의 값을 가지게 되었다. 그리고 X방향 경우 이론상으로는 0°와 180°에서 최대값을 나타내어야 하지만 실험 및 해석결과 20°에서 각각 -372ton, -307ton으로 최대값이 발생하였다.

Fig. 2는 컨테이너 크레인이 전도되려고 하는 X방향의 전도력에 영향을 미치는 Y방향의 풍하중을 그래프로 나타낸 것으로 풍향계수에 따른 속도를 벡터값으로 입력을 하였기에 실제 컨테이너 크레인의 붐 정면(0°)과 후면(180°)에서는 0과 근사한 값을 가지며, Y방향의 경우 이론상으로는 90°에서 최대값을 나타내어야 하지만 실험 및 해석결과 110°부근에서 각각 548ton, 385ton으로 최대값이 발생하였다.

두 결과는 비슷한 경향의 결과를 얻어낼 수 있었지만 약간의 차이가 발생하는 것은 실험 모델과 미세한 부분을 간략화 한

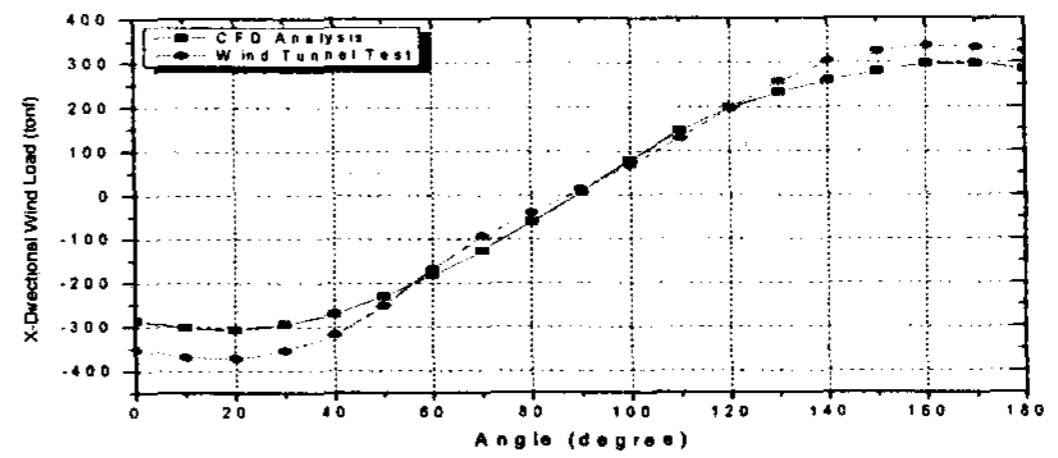


Fig. 1 X-directional wind load of container crane

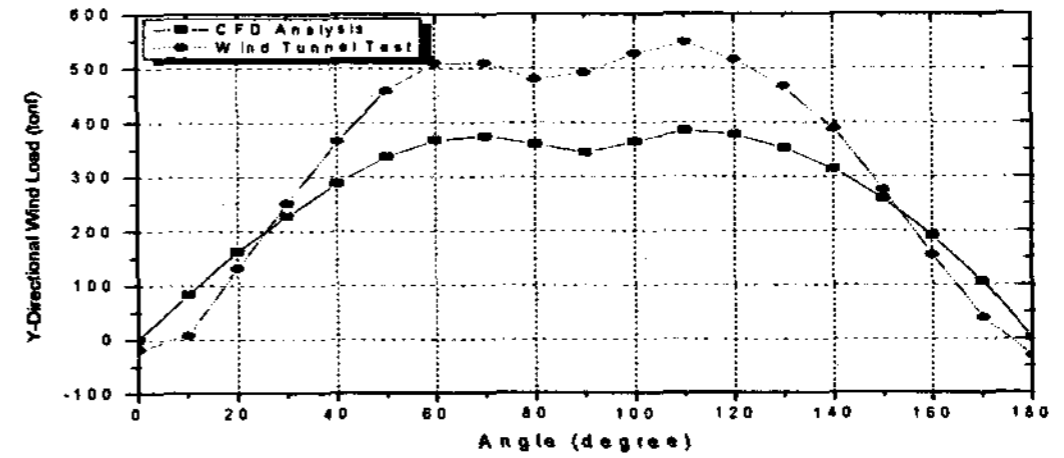


Fig. 2 Y-directional wind load of container crane

전산유동해석 모델의 형상 차이와 입사각에 따른 속도벡터에 의한 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 컨테이너 크레인의 안정성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 풍력실험과 전산유동해석을 동시에 수행하였으며, 두 가지 방법을 비교 분석하여 실 모델에 적용시킬 수 있는 신뢰성을 추구하기 위해 실시되었다. 향후 본 연구를 통해서 얻어진 풍향에 따른 압력을 바탕으로 풍하중의 주요 원인 중 하나인 풍향계수를 산출할 수 있을 것으로 판단되어지며, 풍압력을 구조 해석 분야에 접목함으로써 컨테이너 크레인의 구조 안정성 평가에 있어서 기존의 유한요소법과 비교, 분석할 수 있을 것으로 기대대어진다.

후 기

이 논문은 2006학년도 동아대학교 학술연구비(공모과제)에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

- [1] 김경한, 이영진, 이진우, 이권순(2000), "고효율 갠트리 크레인 설계 및 성능 분석", 한국항만학회지, 제14권, pp. 395-406.
- [2] 한진중공업(2000), 부산항 감만부두 확장구역 61ton 컨테이너 크레인 구조 및 기계부문 계산서.