

## 붐 형상 변화에 따른 컨테이너 크레인 구조 안정성의 실험적 해석

이성욱\*, 한동섭(동아대 대학원 기계공학과), 심재준(부산정보대 자동차기계계열),  
한근조(동아대 기계공학과), 김태형(경남정보대 기계자동차산업계열)

### An Experimental Analysis of the Structural Stability Analysis of a Container Crane according to the change of the Boom Shape

S. W. Lee, D. S. Han(Dept. of Mech. Eng., DAU), J. J. Shim (Dept. of Mech. Eng., BIT),  
G. J. Han(Dept. of Mech. Eng., DAU), T. H. Kim(Dept. of Mech. Eng., KIT)

#### ABSTRACT

This study was carried out to analyze the effect of wind load on the structural stability of a container crane according to the change of the boom shape using wind tunnel test and provide a container crane designer with data which can be used in a wind resistance design of a container crane assuming that a wind load 75m/s wind velocity is applied in a container crane. Data acquisition conditions for this experiment were established in accordance with the similarity. The scale of a container crane dimension, wind velocity and time were chosen as 1/200, 1/13.3 and 1/15. And this experiment was implemented in an Eiffel type atmospheric boundary layer wind tunnel with 11.52m<sup>2</sup> cross-section area. Each directional drag and overturning moment coefficients of a container crane according to the change of the boom shape were investigated.

**Key Words** : Container crane(컨테이너 크레인), Wind tunnel test(풍동실험), Structural stability(구조 안정성)  
Drag coefficient(항력계수), Overturning moment coefficient(전도모멘트계수)

#### 1. 서론

컨테이너 크레인은 대형 구조물이므로 태풍과 같이 강한 바람에 매우 큰 영향을 받게 되면 구조물 자체가 안정성을 잃고 전복될 수 있다. 그러므로 컨테이너 크레인의 내풍설계를 위해서는 구조물에 작용하는 풍하중을 풍동실험을 통하여 측정하고 이를 기반으로 구조물의 풍하중 안정성과 구조요소의 허용강도를 검증하여야 한다.

따라서 본 연구에서는 현재 항만에 일반적으로 사용되는 50ton급 컨테이너 크레인과 주변 환경으로 인하여 컨테이너 크레인의 최대 고도가 제한될 경우에 사용되는 관절형 컨테이너 크레인에 작용되는 풍하중을 부산지역 대기경계층으로 모사한 풍동실험을 이용하여 실험적으로 분석함으로써 컨테이너 크레인의 내풍설계에 필요한 자료를 제시하고자 한다.

#### 2. 풍동실험

본 연구는 순간최대 75m/s의 바람이 컨테이너 크레인에 작용할 때를 가정하여 풍동실험을 수행하였다. 평균풍속의 수직분포는 '도로교설계기준'을 따랐으며, 난류강도의 수직분포와 풍속스펙트럼은 '건축물하중기준'에 제시되어 있는 기준을 적용하였다.<sup>1,2</sup>

그리고 컨테이너 크레인은 일반적으로 해안에 설치되므로 도로교설계기준에서 제시한 노풍도 I 과 건축물하중기준의 노풍도 D에 해당하도록 풍동 내부의 경계층을 구성하였다.

실험모형 현재 국내 항만에서 널리 사용되고 있는 권장용량(Lifting capacity) 50ton인 컨테이너 크레인에서 '1'자형 붐을 가지는 일반적인 모델(Model 1) 과 붐이 'ㄱ'자로 꺾어진 관절형 컨테이너 크레인 모델(Model 2)을 상사법칙에 준하여 1/200로 축소 제작하여 붐 형상 변화에 따른 컨테이너 크레인의 각 방향 항력계수와 전도모멘트계수를 측정하였다.<sup>3</sup>

그리고 기계실의 위치에 따른 영향을 분석하기 위해 기계실이 거더와 붐, 레그가 만나는 위치로부터 6m(모형 30mm / Case 3), 13m(모형 65mm / Case 2), 33m(모형 165mm / Case 1) 떨어진 곳에 설치될 수 있도록 하였다.

#### 3. 실험결과 및 고찰

X방향 항력계수의 경우 모든 경우에서 Fig. 1과 같이 풍하중이 컨테이너 크레인의 붐 정면으로 작용되는 0°에서는 음(-)의 값을 보이나 점차 증가하여 컨테이너 크레인의 측면인 레일방향 +Y방향으로 작

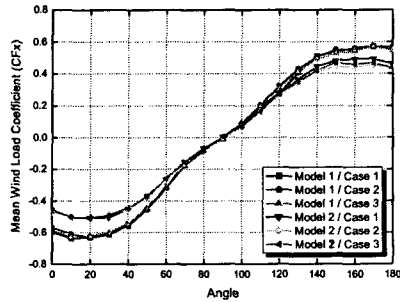


Fig. 1 X-directional drag coefficient according to incidence angle of wind load

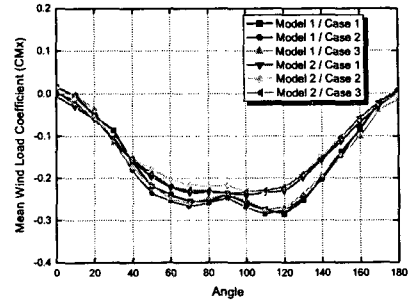


Fig. 3 X-directional overturning moment coefficient according to incidence angle of wind load

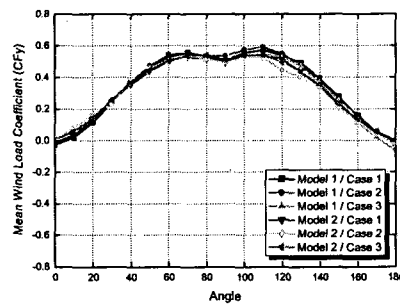


Fig. 1 Y-directional drag coefficient according to incidence angle of wind load

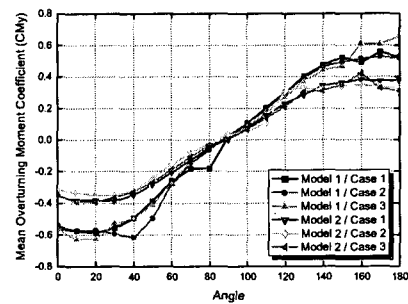


Fig. 4 Y-directional overturning moment coefficient according to incidence angle of wind load

용하는 90°에서 0의 값을 가지며, 후방에서 풍하중이 입사되는 180°에서는 양(+)의 값을 가지게 되었다. 그리고 X방향 항력계수의 경우 이론상으로는 0°와 180°에서 최대값을 나타내어야 하나 실험결과 20°부근과 170°부근에서 최대값을 나타내었다.

그리고 '1'자형 붐을 갖는 Model 1과 관절형 붐을 갖는 Model 2의 경우 풍향이 0°와 180°일 경우 Model 1에 비해 Model 2의 항력계수가 약 20% 가량 낮게 발생하였다. 이는 Model 2의 붐이 관절형으로 꺾여 있기 때문에 컨테이너 크레인에 작용되는 풍하중이 낮아진 것으로 판단된다.

Fig. 3은 Y방향 풍하중에 의해 컨테이너 크레인이 전도되려고 하는 X방향의 전도모멘트계수를 나타낸 것으로 풍하중이 Y방향으로 컨테이너 크레인에 작용되었으므로 전도모멘트계수는 음(-)의 값을 나타내고 있다. 풍향 변화에 따른 X방향의 전도모멘트계수는 Fig. 2와 거의 유사한 형태를 나타내었으며, 120° 부근에서 최대값이 발생되었다.

그러나 Fig. 2의 Y방향의 항력계수는 모형에 따른 편차가 크지 않았으나 Fig. 3의 전도모멘트계수에서는 기준높이 H의 제곱에 반비례하게 되므로 110° ~ 160° 구간에서 그 편차가 16 ~ 31% 가량 더 크게 발생되는 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 4는 풍향별 Y방향의 전도모멘트를 나타내는 것으로 X방향으로 작용되는 풍하중에 의한 전도 성향이므로 Fig. 1과 거의 유사한 형태를 나타내었다. 이 결과에서도 마찬가지로 0°와 180° 부근에서 X방

향의 평균풍력계수에 비해 30 ~ 40% 가량 그 결과가 더 크게 발생되는 것을 확인할 수 있었다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 풍하중이 권상용량 50ton급 컨테이너 크레인의 안정성에 미치는 영향을 풍력실험을 통하여 분석함으로써 컨테이너 크레인의 내풍설계 시 필요한 자료인 풍향에 따른 각 방향의 항력계수와 전도모멘트계수를 제시하여 국내 컨테이너 크레인 제작업체에서 동일한 모델 설계 시 이를 적용할 수 있도록 하였다.

#### 후기

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.

#### 참고문헌

1. Ministry of Construction & Transportation of the Korean Government, "Design Criteria of a Road Bridge," 2000.
2. Ministry of Construction & Transportation of the Korean Government, "Load Criteria of Building Structures," 2000.
3. Hanjin Heavy Industries & Construction Co. Ltd., "Structural & Mechanical Calculation for 50ton Container Crane for Pusan Port," 2000.