

썰기각과 초기압착력에 따른 썰기형 레일클램프의 밀림거리에 대한 실험적 접근

*한동섭¹, 한근조², 이성욱³

¹ 동아대학교 BK21 총괄사업단, ²동아대학교 기계공학부, ³동아대학교 대학원 기계공학과

Experimental Analysis on the Sliding Distance of the Wedge Type Rail Clamp with respect to the Initial Clamping Force and the Wedge Angle

*D. S. Han¹, G. J. Han², and S. W. Lee²

¹ Institute of Brain Korea 21, Dong-A Univ., ² Dept. of Mech. Eng., Dong-A Univ., and ² Dept. of Mech. Eng., Graduate School, Dong-A Univ.

Key words : Rail clamp, Wedge angle, Sliding distance, Initial clamping force

1. 서론

레일클램프는 작업 시(operating mode) 컨테이너 크레인 을 정해진 위치에 고정시킬 뿐만 아니라 돌풍으로 인한 컨테이너 크레인의 레일방향 밀림을 방지하는 장치로서 컨테이너 크레인의 사고를 방지하기 위한 매우 중요한 장치이다⁽¹⁾. 이러한 레일클램프의 설계기준은 작업 시 설계풍속기준에 따르며, 최근 태풍 ‘매미’로 인한 붕괴사고 이후 개정된 항만시설장비관리규정⁽²⁾에 따르면 국내에서 설계기준풍속은 작업 시 20m/s에서 40m/s로 상향조정 되었음을 알 수 있다.

썰기형 레일클램프는 썰기작용이 가능하도록 작은 압착력으로 레일을 압착하는 초기압착단계를 거쳐 풍속이 증가함에 따라 썰기작용에 의해서 큰 압착력으로 레일을 압착하게 되는 썰기작용단계를 통해 설계기준풍속에 요구되는 압착력을 발휘하게 된다. 초기압착단계에서는 락커(locker)의 물림각 설정에 의해서 조 패드(jaw pad)의 압착력이 결정되며, 썰기작용단계에서는 썰기각 설정에 의한 썰기작용에 의해서 조 패드의 압착력을 증가시켜 큰 압착력을 발휘하게 된다.

이러한 썰기형 레일클램프를 설계하기 위해 적정 썰기각에 관한 연구⁽³⁾, 락커의 물림각과 초기압착력 사이의 관계⁽⁴⁾ 등 다양한 연구가 수행되었으나 아직 초기압착력과 밀림거리사이의 관계에 대해서는 수행되지 않았다. 썰기형 레일클램프는 썰기작용을 위해서 레일방향으로 밀려야 하지만 그 밀림거리가 클 경우 스토리지 핀(stowage pin)의 구조적 안정성에 영향을 미치므로 밀림 양을 최소화 시켜야 한다. 레일클램프의 밀림거리는 썰기각과 초기압착력에 의해서 결정되므로 본 연구에서는 썰기각과 락커의 물림각이 레일클램프의 밀림거리에 미치는 영향을 실험을 통해 살펴보고자 한다.

2. 시험장치 및 시험방법

2.1 시험장치

썰기각(θ)과 락커의 물림각(ϕ)이 썰기형 레일클램프의 밀림거리에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 50ton 급 컨테이너 크레인용 썰기형 레일클램프를 제작하고, 초기압착력 발휘를 위한 락커의 체결 및 썰기작용을 위한 레일의 이동을 위해 두 개의 유압구동장치를 Fig. 1 과 같이 레일클램프의 양 측면에 각각 설치하였다. 썰기작용 시 레일클램프의 압착력을 측정하기 위하여 유압실린더에 압력계를 설치하였으며, 밀림거리 측정을 위하여 변위 게이지(displacement gauge)를 레일 끝에 설치하였다.

2.2 시험인자 및 시험방법

시험인자로 4, 6, 8°의 세가지 썰기각에서 각각 2.18, 3.05, 3.92°의 세가지 락커의 물림각을 설정하여 총 9 가지 조건을 설정하였다. 락커의 물림각은 연장봉(extension bar)

의 압착길이를 조절하여 락커의 현의 길이로써 설정하였다.

시험방법은 다음과 같다. 먼저 4°의 썰기각을 가진 썰기형 레일클램프에 장착한 후 초기압착력 발휘를 위한 2.18°의 락커의 물림각을 설정하고 락커를 체결시켜 초기압착력을 발휘시킨다. 변위게이지의 초기값을 측정후 썰기작용을 위해 40tonf의 풍하중(F_w)에 해당하는 20kgf/cm²의 압력을 레일을 구동시킬 실린더(Ø180-Ø80)에 작용시켰을 때 변위게이지의 값을 측정한다. 같은 조건에서 실험을 5 회 반복한다. 다시 락커의 물림각을 3.05°와 3.92°로 설정한 후 위와 같은 과정을 반복한다. 물림각에 따른 성능평가를 수행하게 되면 썰기각 6°와 8°로 바꾼 후 위의 과정을 반복한다.



Fig. 1 Experimental apparatus to test a performance of the wedge type rail clamp

3. 시험결과 및 고찰

20m/s 풍속에 해당하는 40tonf의 풍하중을 작용시켰을 때, 썰기각(θ)과 락커의 물림각(ϕ)에 따른 밀림거리 측정값을 낙도법을 이용하여 평균한 결과를 Table 1 에 나타내었다.

Table 1 Sliding distance of the rail clamp with respect to the wedge angle and the clamping angle of a locker when the wind load is 40tonf

θ [°]	ϕ [°]		
	2.18	3.05	3.92
4	2.15mm	1.23mm	0.94mm
6	1.81mm	1.01mm	0.84mm
8	1.12mm	0.66mm	0.57mm

3.1 썰기각에 따른 밀림거리

각각의 락커의 물림각에서 썰기각에 따른 레일클램프의 밀림거리를 Fig. 2 에 나타내었다. Fig. 2 를 살펴보면 썰기각이 증가함에 따라 밀림거리는 각 조건에서 모두 감소하는 것으로 나타났으며 감소 폭은 점점 커지는 것을 알 수 있었다. 또한 초기압착력이 클수록 감소폭은 줄어드는 것을

알 수 있었다.

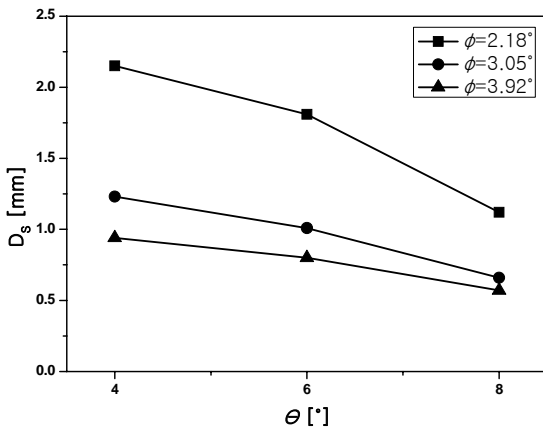


Fig. 2 Sliding distance with respect to the wedge angle at each clamping angle of a locker

3.2 라커의 물림각에 따른 밀림거리

각각의 췌기각에서 라커의 물림각에 따른 레일클램프의 밀림거리를 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 3을 살펴보면 각각의 췌기각에서 라커의 물림각이 증가할수록 밀림거리는 감소하였으며, 그 감소폭은 점점 줄어드는 것을 알 수 있었다.

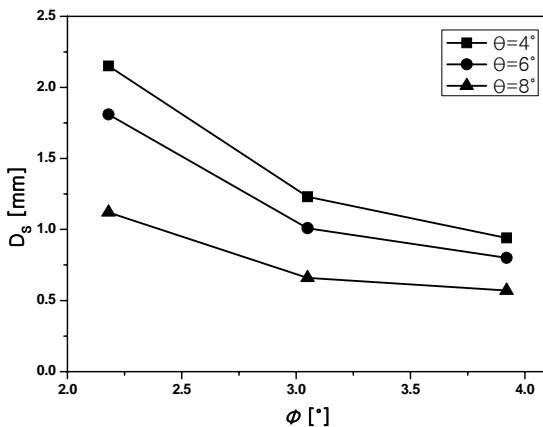


Fig. 3 Sliding distance with respect to the clamping angle of a locker at each wedge angle

3.3 췌기각 및 물림각과 밀림거리사이의 관계식

Fig. 3을 살펴보면 라커의 물림각에 따라 밀림거리는 감소하다가 수렴하는 형태를 보이므로 지수함수로 밀림거리를 피팅하였으며, 그 결과를 Table 2에 각각 나타내었다.

Table 2 Relationship between the sliding distance and the clamping angle of a locker

phi [°]	Ds = A0 + A1Exp(-phi / A2)		
	A0	A1	A2
2.18	0.80651	24.2433	0.75358
3.05	0.72525	30.9630	0.65047
3.92	0.54811	34.0937	0.53328

Table 2에서 계수 A0, A1, A2는 모두 췌기각(theta)에 관한

함수이므로 이것을 다시 2 차함수로 피팅하여 정리하면 Table 3과 같이 나타낼 수 있다.

Table 3 Relationship between the sliding distance and the clamping angle of a locker

Coefficients	Ai = B0 + B1theta + B2theta^2 (i = 0,1,2)		
	B0	B1	B2
A0	0.68139	0.07922	-0.01198
A1	0.0369	7.8461	-0.44863
A2	0.91756	-0.03396	-0.00176

이 결과를 이용하여 췌기각과 라커의 물림각에 따른 레일클램프의 밀림거리를 예측할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 결론

초기압착력과 밀림거리 사이의 관계를 살펴보기 위하여 50ton 급 컨테이너 크레인용 췌기형 레일클램프를 제작하고 성능평가를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 췌기각이 증가함에 따라 밀림거리는 각 조건에서 모두 감소하는 것으로 나타났으며 감소 폭은 점점 커지는 것을 알 수 있었다.
2. 각각의 췌기각에서 라커의 물림각이 증가할수록 밀림거리는 감소하였으며 그 감소폭은 점점 줄어드는 것을 알 수 있었다.
3. 췌기각과 라커의 물림각에 따른 레일클램프의 밀림거리를 예측할 수 있는 관계 식을 유도하였다.

후기

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.

참고문헌

1. Kim, J. R., "Wind Resistance Design Learning from Typhoon Maemi," J. of WEIK, 7(2), 150-156, 2003.
2. Ministry Of Maritime Affairs & Fisheries, "Management Regulation for Facilities and Equipments in Port," 2004.
3. Han, G. J., Lee, H., Shim, J. J., Han, D. S., Ahn, C. W., and Jeon, Y. H., "Study on the Wedge Angle of Wedge Type Rail Clamp for Container Crane," J. of KSPE, 21(9), 119-126, 2004.
4. Han, G. J., Ahn, C. W., Kim, T. H., Shim, J. J., Han, D. S., Lee, H., and Jeon, Y. H., "Study for Weight of Wedge Type Rail Clamp according to Initial Clamping Force," Proceedings of the KSPE Spring Annual Meeting, 1517-1520, 2003.