

Dual Fork형 지게차의 안정성에 관한 연구

† 김 환성 · Tran Xuan Thoung*

† 한국해양대학교 물류시스템공학과 교수, *한국해양대학교 동북아해운항만물류연구센터

요 약 : 지게차사고의 대부분은 지게차의 좁은 바퀴간격에 비하여 무게중심이 상대적으로 많이 이동함으로써 전도사고가 일어나며, 이는 작업장에서 직접적으로 중대사고로 연결된다. 이러한 중력이동은 화물의 작업높이와 밀접한 관계가 있으며, 이로써 안정성에 직결되고 있다. 안정성 범위는 무게중심이 화물의 승강높이 범위에 넘어서 너무 무겁다든지, 혹은 너무 틸팅된 각도에 안정성 범위가 결정되고 있으므로, 본 연구에서는 각 작업시의 안정성 범위에 대하여 시뮬레이션 및 분석을 행하고자 한다.

핵심용어 : 이중 포크형 지게차, 안정성, 틸팅

한국해양대학교 추계학술대회 2012년 10월 25일 - 27일

Service standard

Dual Fork형 지게차의 안정성에 관한 연구

일시 : 2012. 10. 25(목) - 27(토)


한국해양대학교
김 환성, Tran Xuan Thoung
E-mail : kimhs@hhu.ac.kr

1. 연구 배경 및 목표

연구 배경

- 물류센터의 물동량 증가 및 이로 인한 지게차에 의한 사고 증가
 - 사고 발생으로 인한 인적 물적 손실
 - 부분 작업 불가능으로 인한 전체 작업 시간 지연
 - 구조 해석에 의한 부분 기능의 안정성에 의존
 - 동적 해석에 의한 단순 기능에 대한 안전성 검토
 - 무인화 장비에 대한 안정성 강화 필요

→ 동적 작업상태를 고려한 지게차의 안정성 평가 필요



한국해양대학교 추계학술대회 3 '12.10.25(목)-27(토)

목 차

1. 연구 배경 및 목표
 - 연구배경, 필요성 및 연구목적
2. 연구내용
 - 연구내용, 연구방법
3. 연구결과 및 고찰
 - 주된 연구결과 및 고찰
4. 결론

한국해양대학교 추계학술대회 2 '12.10.25(목)-27(토)

1. 연구 배경 및 목표


연구 필요성 및 목표

연구 필요성

- 지게차의 안정성 평가기준 확립으로 인한 작업시의 안정성 확보
 1. 작업상태 조건을 고려한 안정성 시뮬레이션 필요
 2. 유인 또는 무인 작업에 대한 안정성 평가 기준 확보 필요
 3. 이용이 편리한 간이 안정성 모델 개발 필요
 4. 실시간 적용을 통한 안정성 여유 체크 필요

연구 목표

- 무인지게차 개발에 따른 자동 안정성 평가를 위한 간이안정성 모델 개발
 - 동적 시뮬레이션 기법
 - 간이 안정성 모델



한국해양대학교 추계학술대회 4 '12.10.25(목)-27(토)

† 교신저자 (충신회원) kimhs@hhu.ac.kr

2. 연구내용

포크레인 하물주막 5

보행자 추돌사고 11

지게차 전도사고 11

기타 2

미국 포크리프트의 사고유형

지게차 전도사고 225

보행자 추돌사고 204

지게차 압착사고 163

기타 337

포크레인 하물주막 92

지게차 전도사고 (22% 점유)

↓

지게차의 안정성

- 하물중량
- 주행속도
- 회전높이

참고: 2008SC, 1999

참고: 2008SH 2000-1124, 1999

한국해양대학교 연구실습발표대회 6 '12.10.25(목)-27(토)

2. 연구내용

지게차 모델

지게차 모델

한국해양대학교 연구실습발표대회 8 '12.10.25(목)-27(토)

2. 연구내용

안정성이란?

한국해양대학교 연구실습발표대회 6 '12.10.25(목)-27(토)

2. 연구내용

지게차 모델

안정성 검토

안정성 = 안전계수(α) × $\frac{30}{\text{필요배 및 밀트과도}}$

한국해양대학교 연구실습발표대회 9 '12.10.25(목)-27(토)

2. 연구내용

지게차 모델

SimMechanics 기능

한국해양대학교 연구실습발표대회 7 '12.10.25(목)-27(토)

3. 연구결과 및 고찰

시뮬레이션 조건

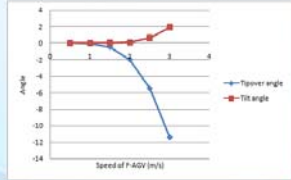
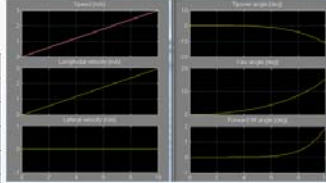
유형	주행속도 [m/s]	승강위치 [m]	포크회전 [deg]	포크승리이드 [m]	승강속도 [m/s]
시나리오 1	변동 (0-3)	고정 (최소)	고정 (0)	고정 (항목)	고정 (0.1)
시나리오 2	고정	-	고정 (0)	고정 (항목)	변동 (0-1)
시나리오 3	고정	고정 (0-5)	변동 (0-90)	고정 (항목)	고정 (0.1)
시나리오 4	고정	고정 (0-5)	고정 (0)	변동 (0-1.2)	고정 (0.1)

한국해양대학교 연구실습발표대회 10 '12.10.25(목)-27(토)

3. 연구결과 및 고찰

시나리오 1 결과

Speed (m/s)	Maximum angle(deg)		안정성	
	Tip-over	Tilt	Tip-over	Tilt
0.5	0.023	0	1,304	0
1	-0.033	0	909	0
1.5	-0.5	0.019	60	1,578
2	-2	0.049	15	612
2.5	-5.5	0.614	5.45	48
3	-11.4		2.63	15



주행속도 변화에 대하여 크게 변화하였으며, 초기의 포크의 위치가 우측에 놓여 있는 관계로 속도에 증가에 대하여 Tip-over각이 변하고 있으며, Tilt각은 속도증가에 따라 왼쪽이 틀리는 현상이 발생하고 있음

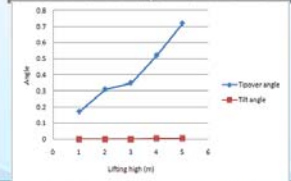
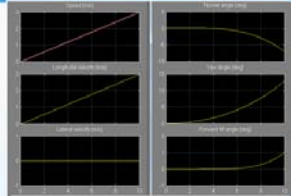
4. 결론

- Solidwork 를 이용한 무인지게차 3D 모델 개발
- 3D 안정성 시뮬레이션 환경 구축
- 무인지게차 안정성 시나리오 개발
- 안정성 DB 구축 및 간이 안정성 알고리즘 도출
- 추후 연구내용
 - 화물의 하중 및 운반 갯수에 따른 안정성

3. 연구결과 및 고찰

시나리오 3 결과

Forklift high(m)	Maximum angle		안정성	
	Tip-over	Tilt	Tip-over	Tilt
1	0.17	0	176	∞
2	0.31	0.001	95	30,000
3	0.35	0.001	85	30,000
4	0.52	0.002	57	15,000
5	0.72	0.003	41	10,000



포크의 승강높이에 따라서 3-Way 포크의 회전시의 안정성에 대한 영향으로서, 각도에 조금은 영향을 미치나, 안정성측면에는 크게 나타나지 않음

감사합니다

후기

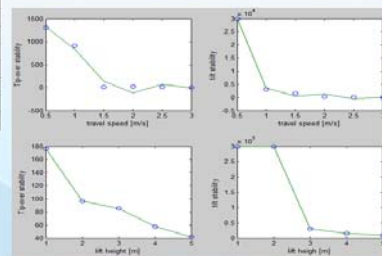
본 연구는 국토해양부 교통체계효율화연구개발 사업의 연구비지원 (11교통체계-물류02) 에 의해 수행되었습니다.

3. 연구결과 및 고찰

시뮬레이션 결과

주행속도	승강위치	포크회전	전도 각도	
			Tip-over	Tilt
0.5	0	0	0.023	0
1.0	0	0	-0.033	0
1.5	0	0	-0.5	0.019
2.0	0	0	-2	0.149
2.5	0	0	-5.5	0.614
3.0	0	0	-11.4	1.915
0	1.0	1	0.17	0
0	2.0	1	0.31	0.001
0	3.0	1	0.35	0.001
0	4.0	1	0.52	0.002
0	5.0	1	0.72	0.003

안정성계수	입력변수	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
Tip-over	a_1	0.0013	-0.0109	0.0278	-0.0303	0.0107	
Tilt	a_1	0.0081	-0.0682	0.1899	-0.2430	0.1107	
Tip-over	a_2	0.0000	-0.0001	0.0003	-0.0008	0.0005	
Tilt	a_2	-0.0321	0.4083	-1.7829	2.9717	-1.2650	



$$\text{안정성계수} = a_0 + a_1v_1 + a_2v_2^2 + \dots + a_nv_n^n$$