

유닛모듈 운반하중에 관한 확률분포 모델 추정

Estimation of the Probability Distribution Model on the Load of Transport of the Unit Module

박 남 천* 김 군 태** 김 석***
 Park, Nam cheon Kim, kyoon Tai Kim, Seok

Abstract

Recently It has been required the research for the load of transport of the unit module to secure the safety of the transport locking device. So the purpose of this study is to analyze the probability distribution of the load of transport of unit modular when transporting unit modular by vehicle

키 워 드 : 유닛모듈러주택, 운반하중, 확률분포,
 Keywords : Unit Modular Housing, Load of the Transport, Probability Distribution

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

유닛 모듈러 공법은 기존 RC공법과 달리 사전에 전체공사의 약 60-80%를 공장 제작 하고 차량으로 운반 후 현장에서 조립에 의한 시공을 한다. 하지만 유닛모듈의 내·외장 마감재, 창호, 기계, 전기, 설비 등을 사전에 공장제작 후 현장으로 운반하는 과정, 현장 조립을 위한 양중과정 등에서 하자 및 파손의 발생빈도가 높아지고 있다.(한국건설기술연구원 2013) 따라서 운반 및 양중과정에서 내·외장 마감재 변형을 최소화 하기 위해서는 유닛모듈의 작용하중이 균일하게 분포되도록 하여야 한다. 이에 본 연구는 차량 운반 시 유닛모듈 운반 하중의 분포를 검증하기 위해서 가장 적합한 확률분포를 도출하고자 한다.

2. 유닛모듈 운반하중 분석

유닛모듈 운반하중 분석은 선행연구(한국건설기술연구원 2012)에서 수행한 유닛모듈 운반실험을 대상으로 하였다. 운반실험은 유닛모듈을 차량에 적재한 후 유닛모듈 하단에 작용하는 하중을 계측하기 위하여 좌측면 4개, 우측면 4개의 계측센서를 설치하고 2초 간격으로 각 계측부위에 작용하는 하중을 약 2,000건 측정하여 전체 8개 계측부위에 약 16,000건의 데이터가 측정되었다. 데이터 분석은 차량운반 시 유닛모듈의 하중분포를 파악하기 위해서 통계적 분석기법을 적용한 분산 분석을 활용하여 평균값이 유사한 계측부위를 그룹화 하였다. 분산분석 결과 하중 분포는 표 1과 같이 Front(AR1, AL1), Middle1(BR1, BL1), Middle2(BR2, BL2), Rear(AR2, AL2)의 4개 그룹으로 구분하였다.

표1. 유닛모듈 운반하중 계측 및 하중 평균값에 따른 그룹화

	구분	계측센서	수량(개)	계측건수	하중 평균값	그룹명
우측면	Front	AR1	1	2,000 건	2.86 kN	A
	Middle1	BR1	1	2,000 건	2.33 kN	B1
	Middle2	BR2	1	2,000 건	2.39 kN	B2
	Rear	AR2	1	2,000 건	2.11 kN	C
좌측면	Front	AL1	1	2,000 건	2.86 kN	A
	Middle1	BL1	1	2,000 건	2.33 kN	B1
	Middle2	BL2	1	2,000 건	2.39 kN	B2
	Rear	AL2	1	2,000 건	2.11 kN	C

3. 유닛모듈 운반하중의 확률 분포

유닛모듈 운반 하중은 표1과 같이 A, B1, B2, C 4개 그룹에서 평균값의 차이가 나타났으며, 4개 그룹 중에서 어느 그룹 간 평균값에서

* 한국건설기술연구원 건설관리·경제연구실, 전임연구원
 ** 한국건설기술연구원 건설관리·경제연구실, 연구위원, 공학박사
 *** 한국건설기술연구원 건설관리·경제연구실, 수석연구원, 공학박사 교신저자(kimseok@kict.re.kr)

유의적인 차이가 존재하는지 그림1과 같이 Games-Howell에 의한 사후검증(post hoc test)을 실시하였다. 사후검증은 표1과 같이 Front(AR1, AL1), Middle1(BR1, BL1), Middle2(BR2, BL2), Rear(AR2, AL2)의 4개 그룹을 Games-Howell 쌍별 비교를 하였으며, 그림1과 같이 Middle1(BR1, BL1)과 Middle2(BR2, BL2)의 95% 신뢰구간이 -0.053과 0.17로 평균의 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 즉, Middle1과 Middle2에 작용하는 하중의 평균차이가 0에 가까운 값을 나타내기 때문에 거의 유사하다고 할 수 있다. 따라서 그림1의 분석 결과를 종합하여 유닛모듈의 하중분포를 Front(AR1, AL1), Middle(BR1, BL1, BR2, BL2), Rear(AR2, AL2) 3개 그룹으로 그룹화 하여 구분하였다.

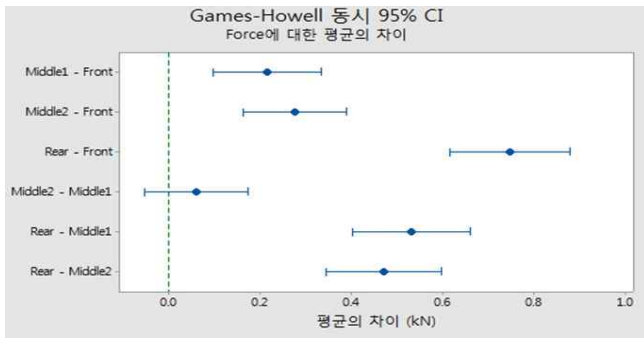


그림1. 유닛모듈 계측부위별 운반하중 평균의 차이

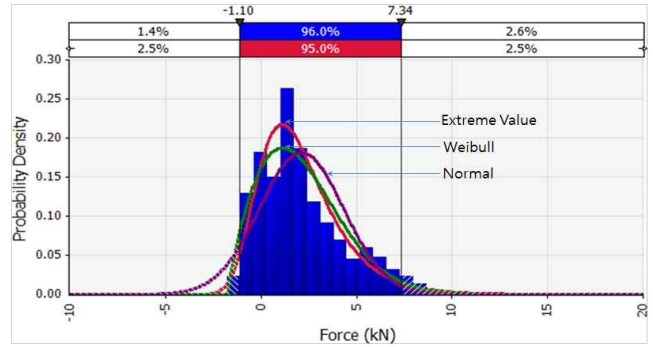


그림2. 유닛모듈 운반하중 분포 적합도(Front)

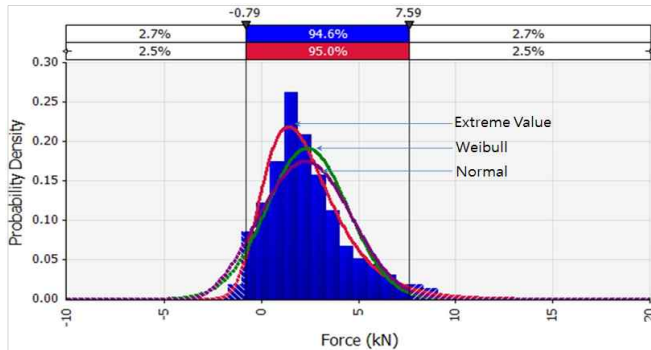


그림3. 유닛모듈 운반하중 분포 적합도(Middle)

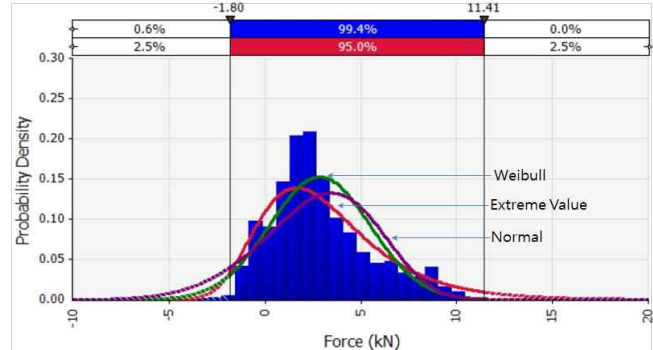


그림4. 유닛모듈 운반하중 분포 적합도(Rear)

본 연구에서는 현장실험을 통해 취득한 하중데이터를 이용하여 운반 시 유닛모듈 고정장치에 전달되는 하중이 어떤 분포로 작용하는지 파악하기 위하여 운반하중분포 적합도를 측정하였다. 분포 적합도 측정은 특정 분포를 얼마나 잘 따르는지 파악하기 위한 것이며 그림 2,3,4와 같이 Front, Middle, Rear 3개 그룹을 각각 극단값 분포(Extreme Value Distribution), 와이불 분포(Weibull Distribution), 정규 분포(Normal Distribution)를 활용하여 적합도 검정통계량 측정하였다. 측정 결과 유닛모듈 운반하중 분포는 운반하중 분포를 나타내는 막대그래프와 극단값 분포(Extreme Value Distribution)곡선이 가장 적합한 분포를 따르고 있는 것으로 도출되었다.

4. 결 론

본 연구는 유닛모듈을 차량운반 시 작용하는 하중분포를 분석하고 유닛모듈 운반하중에 가장 적합한 확률분포를 도출하였다. 확률분포는 Front, Middle, Rear 3개 그룹에 작용하는 운반하중을 극단값 분포, 와이불 분포, 정규 분포에 관한 적합도 검정통계량 측정 결과 극단값 분포에서 높은 적합도를 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 2014년 국토교통부 주거환경 연구사업(과제번호 13-AUPP-C068788-01)과 한국건설기술연구원 주요사업 ‘탈현장 초고속주택 시공기술 개발(4차년도)’의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 한국건설기술연구원, 탈현장 초고속 주택 시공기술 개발, pp.93~98, 2012
2. 한국건설기술연구원, 탈현장 초고속 주택 시공기술 개발, pp.22~27, 2013