# 유닛모듈 운반시 작용하중 분석

## Load analysis for transporting unit module

김 균 태* 전 영 훈**
Kim, Kyoon-tai Jun, Young-Hun

**Abstract**

The unit modular method is one in which unit modules are prefabricated at a factory and then constructed at a construction site. That is why an important process, transporting unit module, is added in this method. The purpose of this study is to analyse the load for transporting unit module. The results of the analysis of the driving experimental runs revealed that a maximum load of 15 kN was applied on adapter block type A and a maximum load of 25 kN on adapter block type B. These loads were recorded at the points in the road test when the low-bed trailer was driving through unstable sections of the test such as stopping, restarting, passing over a speed bump or taking a left turn at speed.

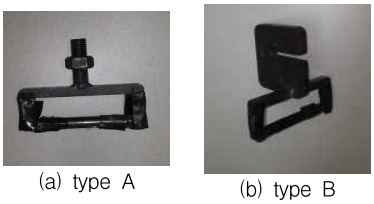
키 워 드 : 유닛모듈러 주택, 유닛모듈, 고정장치, 운반하중
Keywords : unit modular housing, unit module, fixing equipment, transporting load

## 1. 서 론

유닛모듈러(unit modular) 공법이란, 공장에서 생산된 유닛모듈들을 현장으로 운반·조립하여 시공하는 공법(김균태, 이영호 2011)으로, 공장생산된 유닛모듈을 운반하는 공정이 필수적으로 추가된다. 이러한 운반 공정에서는 고정장치가 매우 중요한데, 고정장치가 취약하면 유닛이 안정되게 고정되지 못하여 손상될 수 있다. 따라서 실험을 통해 고정장치에 작용하는 하중데이터를 수집하고, 이를 분석하여 작용하중에 안정적으로 대응 가능한 고정장치를 개발하는 것이 필요하다. 이에 본 연구는 유닛모듈 운반고정장치 개발의 선행연구로, 유닛모듈 운반시 고정장치에 작용하는 하중을 분석하는 데 그 목적이 있다. 다시 말하면, 기 수행된 실험에서 수집된 데이터들을 바탕으로 실험환경 변화에 따른 하중의 변화를 분석하고자 한다.

## 2. 유닛모듈 개발 및 실험 현황

본 연구에서는 유닛모듈 운반고정장치를 아답터블럭이라고 명명하고, 그림 1과 같이 A타입과 B타입을 제작하였다(K.T. Kim, N.C. Park 2014). 아답터블럭은 각각 4개식 제작되어, A타입은 네 귀퉁이에 설치되고, B타입은 귀퉁이 사이의 좌우 면에 각각 2개씩 설치되었다(그림 2 참조). 실험차량은 저상트레일러로 선정하였고, 실험장소는 경기도 소재의 Y사에서부터 F센터까지 약 7.7km 도로로 하였다(그림 3 참조). 대상구간은 가속하기에 충분한 거리의 직선구간이 있으며, 좌·우회전, 과속방지턱, 오르막, 내리막, 횡단보도, 유턴 등이 다수 포함되어 있다는 특징이 있다. 그리고 실험을 위한 준비작업은 Y사의 야드에서 진행하였다. 응력계측을 위해서는 변형률계(strain gage)를 사용하였으며, 한 개의 아답터블럭에 총 4개의 변형률계를 부착하였다. 센서기호의 앞자리는 아답터블럭의 A, B형을 나타내고, 둘째자리는 좌·우측을 표시하며, 셋째자리 숫자는 센서번호이다. 예를 들어 AR1의 경우, 아답터블럭은 A형이고, 우측에 부착되며, 센서번호는 1번이다. 변형률계로부터 데이터 취득 간격은 2초로 한다.



(a) type A (b) type B

그림 1. 아답터 블럭

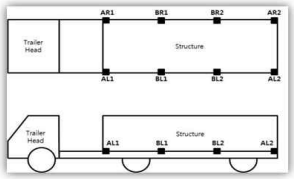



그림 2. 아답터 블럭 고정 위치

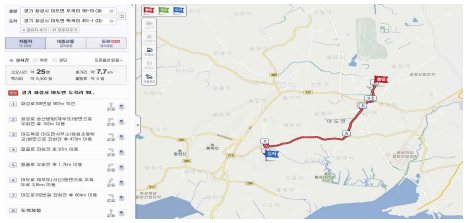


그림 3. 아답터 블럭 실험 경로

* 한국건설기술연구원 연구위원, 교신저자(ktkim@kict.re.kr), 공학박사
** 한국건설기술연구원 연구원

## 3. 실험데이터 수집 및 분석

아답터블럭의 변형률은 주행 시작부터 주행 종료 시까지 시간에 따라 데이터로거(data logger)로 자동 수집하였다. 실험을 진행하면서 운행 속도에 변화를 주었는데, 예를 들어서 과속방지턱을 통과하는 속도는 10~20km/h이었고, 회전구간을 통과하는 속도는 10~30km/h이었다. 주행실험 과정에서, 저상트레일러에 탑승한 연구진이 주행실험 중 좌·우회전, 과속방지턱, 오르막, 내리막 등을 지날 때의 위치, 시간, 도로상황을 지도에 표시하였다. 그리고 실험 종료 후, 변형률계의 데이터로거에 표시된 시간과 지도에 표시한 시간을 매칭하여 도로의 조건과 응력의 변화를 분석하였다. 표 1은 연구진이 기록한 도로상황과 데이터로거의 데이터값을 매치시킨 결과의 일부를 발췌한 것이다. 주행실험을 분석한 결과, 아답터블록 A형에 최대 하중 15 kN, 아답터블록 B형에 최대 하중 25 kN이 작용하는 것으로 나타났다. 이와 같은 최대 하중은 저상트레일러가 정지 및 재출발, 과속방지턱 통과, 좌회전 등의 불안정한 구간을 다소 빠른 속도로 주행할 때 작용한 것으로 분석되었다.

표 1. 도로상황과 4CH로 수집된 데이터(발췌)(test 1, Type A, AR1)(K.T. Kim, N.C. Park 2014)

| 아답터블럭주행테스트1차(Y공장->F센터,주행테스트거리:7.7km) | | | | | AR1-T1 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 시간 (시:분:초) | 주행 상태 | 주행속도 (km/h) | 도로 상태 | 차량 위치 | CH000 | CH001 | CH002 | CH003 | average | strain | force (kN) |
| | | | | | AR1-1 | AR1-2 | AR1-3 | AR1-4 | | | |
| 16:24:00 | 출발 | 10 | | Y공장 정문 | -9.45 | -6.3 | -5.25 | 6.3 | -3.675 | -3.7E-06 | -0.0904 |
| 16:26:43 | 좌회전 | 10 | | | -34.65 | -37.8 | -37.8 | -38.85 | -37.275 | -3.7E-05 | -0.9170 |
| 16:27:38 | 직진 | 20 | | | -37.8 | -38.85 | -22.05 | -19.95 | -29.6625 | -3E-05 | -0.7297 |
| 16:28:59 | 감속 | 10 | 과속방지턱 | | -5.25 | -16.8 | -19.95 | -17.85 | -14.9625 | -1.5E-05 | -0.3681 |
| 16:29:16 | 감속 | 10 | 과속방지턱 | | -13.65 | -12.6 | -32.55 | -32.55 | -22.8375 | -2.3E-05 | -0.5618 |
| 16:30:07 | 감속 | 10 | 과속방지턱 | | -30.45 | -30.45 | -28.35 | -29.4 | -29.6625 | -3E-05 | -0.7297 |
| 16:30:34 | 감속 | 15 | 과속방지턱 | | -26.25 | -21 | -22.05 | -16.8 | -21.525 | -2.2E-05 | -0.5295 |
| 16:31:36 | 우회전 | 15 | | M교차로 J방면 우회전 | -5.25 | -4.2 | -17.85 | -19.95 | -11.8125 | -1.2E-05 | -0.2906 |

## 4. 결 론

최근에 유닛모듈러 공법이 주목을 받으면서, 다양한 건축물에 이 공법이 적용되고 있다. 그러나 유닛모듈러 공법에 필수적으로 추가되는 '유닛모듈 운반' 공정에 대한 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 유닛모듈 운반고정장치에 작용하는 하중을 수집·분석하는 연구를 진행하였다. 분석 결과, 아답터블록 A형에는 최대 하중 15 kN, 아답터블록 B형에 최대 하중 25 kN이 작용하였는데, 이는 저상트레일러가 정지 및 재출발, 과속방지턱 통과, 좌회전 등의 불안정한 구간을 다소 빠른 속도로 주행할 때인 것으로 분석되었다. 향후, 수집된 데이터를 보다 정밀하게 분석하여, 유닛모듈 운반고정장치 개발의 기초자료로 활용할 예정이다.

## 감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원 주요사업 '탈현장 초고속 주택 시공기술 개발' 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

## 참 고 문 헌

1. 김균태, 이영호, 생애주기비용 분석을 통한 유닛모듈러 공법의 경제성 평가, 대한건축학회논문집 구조계, 제27권 제12호, pp.207~214, 2011
2. K.T. Kim, N.C. Park, Experimental Evaluation of Fixing Equip-ment for Improving the Efficiency of Modu-lar Unit Systems, Journal of Building Construction and Planing Research, Vio.2, pp.244~254, 2014.12
3. 박수열, 김균태, 한재구 외벽청소로봇의 가이드레일 시공기준체계 구축에 관한 연구, 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집, 제13권 제1호(통권제24호), pp.292~294, 2013.5