

# 과적차량 방지를 위한 유비쿼터스도로에 관한 연구

## A Study On Ubiquitous Road For Prevention Of The Overweight Vehicles.

조 병 완\* · 윤 광 원\*\* · 박 정 훈\*\*\* · 김 현\*\*\*\* · 오 세 영\*\*\*\*\* · 신 병 철\*\*\*\*\*

Jo, Byung-Wan · Yoon, Kwang-won · Park, Jung-Hoon · Kim, Heoun, Oh Sei-Young · Shin, Byung-chul

---

### ABSTRACT

Overloaded Vehicles are one of biggest of hazard in durability decrease of roads and bridges. Thus, regulation was put in force about overloaded vehicles to reserve this problem. However, existing system had many problems. For these reasons, this paper presents solutions of U-intelligent overload vehicles regulation system based on manless and wireless for fixing of problems of existing system and construction of ITS. With this in mind, we studied about composition method of system, applications of USN, design of system controller, WCDMA/ HSDPA, etc in this paper.

**Keywords:** Ubiquitous, USN, Weigh-In-Motion(WIM), Overload, Regulation

---

### 1. 서 론

최근 적재중량초과차량(이하 과적차량)이 증가하는 추세에 있으며, 이에 따라 과적차량으로 인한 도로, 교량 등의 내하력 감소 및 파손, 차량의 주요기능 저하로 인한 대형사고 유발, 주행 성능 저하로 인한 교통 용량의 저하 등의 문제가 사회적으로 대두되고 있으며, 전 세계적으로 이러한 문제의 해결을 위해 정확하고 신속한 처리가 가능한 과적관리시스템의 개발에 몰두하고 있는 실정이다. 기존 과적단속의 경우 고속도로 톨게이트에 고정식 축중기를 설치하여 정지된 차량에 대해 중량을 측정하거나 과적단속요원들이 이동식 축중기를 가지고 다니면서 하중을 측정하는 방식으로 진행되어 왔고, 간혹 저속에서 측정이 가능한 Low Speed WIM Sensor를 설치하여 과적 여부를 판단하여왔으나 기존 방식의 특성상 우회도로 및 주변시설 설치로 인한 경제적 손실, 저속상태 혹은 정지 상태에서의 측정만이 가능함에 따른 교통체증 유발, 현재까지 과적 단속에 투입되었던 공익근무요원이 인구감소와 사회형평성 유지를 위해 추가 투입이 되지 않음에 따른 인건비

---

\* 정회원 · 한양대학교 토목공학과 교수 Email: joycon@hanmail.net

\*\* 학생회원 · 한양대학교 토목공학과 석사과정 Email: ykwabc@nate.com

\*\*\* 학생회원 · 한양대학교 토목공학과 박사과정 Email: goolss@nate.com

\*\*\*\* 학생회원 · 한양대학교 토목공학과 석사과정 Email: military744@nate.com

\*\*\*\*\* 한양대학교 토목공학과 석사과정 Email: ohsei99@hanmail.net

\*\*\*\*\* 한양대학교 토목공학과 석사과정 석사과정 Email: Scf123@nate.com

발생, 단속요원들의 전문성 부족으로 인한 민원발생 및 부정행위 발생가능성 등 기존 과적단속의 문제점에 대한 대책이 요구되고 있다. 이에 따라, 본 논문에서는 기존 과적단속의 문제점을 해결하기 위해 차량의 통행에 지장을 주지 않고, 온도에 영향을 받지 않으며 차량의 하중 측정이 가능한 WIM Sensor에 무선 통신 센서 노드를 적용하여 상호 네트워킹을 가능하게 하여 지능형 센서필드를 구성하는 USN 및 CDMA, HSDPA 등의 무선 통신 기술을 응용한 과적관리시스템의 구축방안 및 활용방안을 제시하고자 한다.

## 2. U-과적차량 무인관리시스템의 구성

국가주요 사회기반 시설중 하나인 도로와 교량은 국가경제발전의 동맥으로서 역학적 안전성을 검증하기 위해 첨단 과학기술의 발전과 함께 유비쿼터스 센서 네트워크(USN)를 이용한 유비쿼터스 지능형 도로와 교량의 개념이 정립되고 있는 실정이다. 본 논문은 전 세계 대부분의 모든 도로와 교량의 주요파손·결합요인 중 하나인 과적차량에 대해 지능적으로 대처하는 유비쿼터스 지능형 과적차량무인 관리시스템에 대한 것으로 구성은 다음과 같다.

### 2.1 시스템의 구성

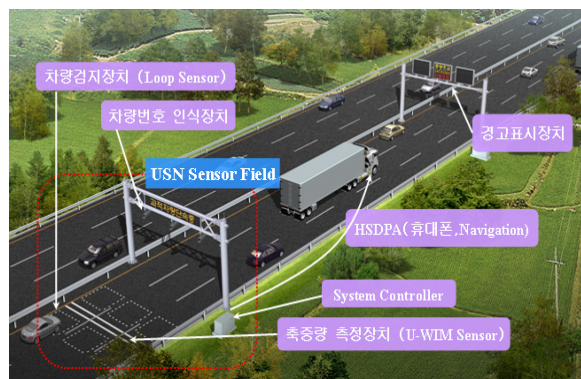


그림 2.1 U-과적차량 무인관리시스템

[그림 2.1]에서 보는 바와 같이 본 시스템은 일반도로 등에 설치되어 고속주행 중에 차량흐름에 영향을 주지 않고 과적여부를 신속하게 판단하여 과적차량, 관리사무소, 관련기관 등에 즉시 정보를 전송하도록 구성되어 있다. 전체 시스템은 USN Sensor Field, System Controller, External Network로 구성되며 USN Sensor Field는 차량의 속도를 측정하고 개별 차량의 통과를 확인하기 위해 설치되는 Loop Sensor와 차량의 축하중 계측을 위한 U-WIM Sensor, 과적차량 번호인식을 위한 차량번호 인식장치로 구성된다. 또한, 시스템 제어부는 USN에서 측정된 정보를 취합하는 Sink Node와 정보를 외부로 보내는 Gateway, External Network와의 프로그램 동기화를 위해 설치되는 Middleware, External Network와의 통신을 위해 설치되는 HSDPA/WCDMA Modem으로 구성되며 자료를 External Network로 전송하여 실시간 확인이 가능하게 하고, External Network 중 과적 관리 사무소에서는 관할 기관에 단속대상차량의 정보를 전송하여 단속대상차량에 대한 처리여부를 결정하고 처벌집행여부를 결정한다.

## 3. 실내 및 현장 성능 실험

### 3.1 실내실험

#### 3.1.1 실내 성능 실험

U-과적차량 방지를 위해서는 우선 센서의 정확성 및 데이터의 무선화가 구축되어야 할 것이다. 이를 위하여 다음과 같은 실험을 실시하였다.

##### (1) Bending Plate 실내 성능 실험

Bending Plate Type Sensor는 하중에 의해 발생하는 변형률을 측정하고 이를 전기적 신호로 변환하여 출력하는 방식의 센서이다. 기본적으로 Strain Gauge와 같은 방식을 가지고 있는 센서여서 [그림 3.1]과 같이 실내 성능 실험 방식으로 정적 하중 재하 실험을 선택하여 진행하였다.



그림 3.1 Bending Plate Sensor 실내실험

하중을 재하 시키기 위해 20Ton까지 하중재하가 가능한 Calibration Machine(UTM)을 사용하였다. 센서에 가해지는 Strain을 발생시키기 위해 바닥으로부터 약 10Cm 가량의 공간이 생기도록 센서를 설치하고 하중을 재하 시키고, Calibration Machine에서 가한 하중과 센서가 측정한 하중을 비교하여 센서의 성능을 실험하였다. 실험 결과 2Ton의 중량에서는 평균 1.9867로 0.67%의 최대 오차를 나타내었고, 4Ton 재하 시에는 평균 3.9867로 오차 0.33%, 6Ton 재하 시에는 평균 5.9933으로 오차 0.11%를 나타내었다. 또한, 8Ton과 10Ton 재하 시에도 오차율은 0.17%와 0.33%를 나타냈다. 3회 실험 실시 결과의 경우도 인디케이터의 측정 중량이 모두 일치하는 것으로 나타났으며, 오차율은 0.11~0.67%로 1% 미만을 나타냈다. 상기와 같은 이유로 본 실험에서 적용할 센서로는 Bending Plate Type Sensor를 선정하였다.

##### 3.1.2 온도 저항성 실험

본 연구에서 사용할 Bending Plate Type Sensor에 대한 적용성 검토와 신뢰도 확보를 위하여 하중 변수 이외에 온도 변수를 추가하여 계절별 온도 변화에 대한 저항성 실험을 실시하였다. [그림 3.1]의 시험기를 사용하여 -10℃, -5℃, 0℃, 10℃, 20℃, 30℃, 50℃의 7단계로 온도를 변화시켜 실험하였으며, 하중은 총 5단계로 나누어 2Ton부터 10Ton까지 단계별로 2Ton씩 증가시키면서 재하하였다. 실험실의 습도는 37%였으며, 온도별로 3회 측정을 실시하여 실험의 정확도를 확보하였다. [그림3.2]는 각각 Burning&Cold Test Chamber의 내부와 하중 재하 장면을 나타낸 사진이다.

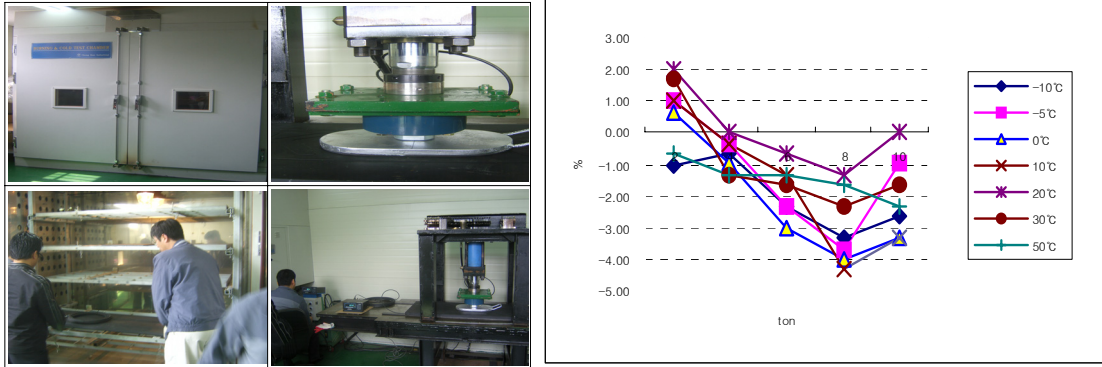


그림 3.2 온도 저항성 실험그림

3.3 온도별 측정데이터

온도별 측정데이터를 도표로 나타낸 [그림.3.3]을 보면, Bending Plate Type Sensor의 온도 저항성 실험을 실시한 결과, 상온에서 센서를 사용할 경우 계절 변화나 기후 변화에 따른 온도 변화에 대한 저항성은 충분한 것으로 판단된다.

### 3.1.3 센서 무선화 실험

본 연구에서 사용할 Bending Plate Type Sensor에 무선 센서 노드를 적용하여 센서를 무선화하기 위하여 현장실험을 실시하기 전에 센서 노드와 Bending Plate Sensor의 호환 가능성을 간단한 실내 테스트를 통하여 실험해보았다. [그림 3.4]과 같이 Bending Plate에 무선 센서노드를 연결한다. 상기와 같이 센서를 무선화시킨 후 연구원이 Bending Plate Sensor 위에 올라가 하중을 주었고 데이터로거의 무선 데이터 취득을 시도해 보았다.

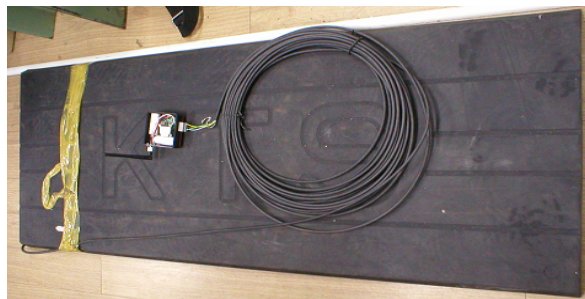


그림 3.4 Bending Plate 무선화 실험

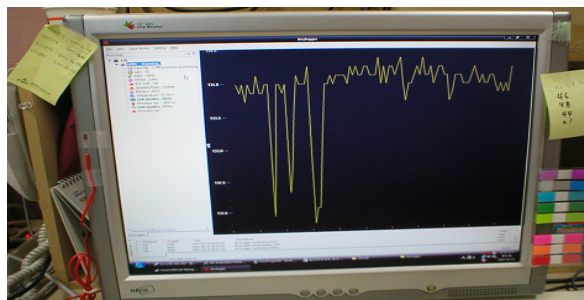


그림 3.5 무선화 실험 결과

센서의 데이터를 취득한 결과, Calibration Machine이 아닌 사람의 체중을 통한 하중 재하여서 신호의 세기가 작았지만 무선 센서 노드의 적용 가능성에는 문제가 없는 것을 확인할 수 있었다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 U-중차량 과적관리시스템의 구축을 위한 기초단계로서의 실내실험을 수행하였다. 실험에 사용할 센서노드와 수신기, Basic Program 등의 기초 구성 요소를 선정하였고, 본 연구의 목적인 고속 주행 중에서의 차량 하중 측정을 위해 WIM Sensor중 가장 적합하다고 판단되는 Bending Plate Sensor를 최종적으로 선정하였다.

선정한 Bending Plate Sensor에 대하여 하중을 변수로 하여 실내 실험을 진행한 결과, 본 연구에 사용하기 위하여 충분한 정확도를 확보한 것으로 판단되었으며, 계절별 온도변화 및 기후변화에 대한 저항성을 확보하기 위해 온도 저항성 실험을 실시하여 온도 변수에 대한 신뢰성을 확보하였다. 상기와 같은 실내 실험을 통해 Bending Plate Sensor의 성능을 확인하고 본 연구에 적용할 센서로 채택하였다.

또한 Bending Plate Sensor와의 호환성 여부를 검증하기 위하여 간단한 실내 실험을 실시한 결과, 무선으로 측정 데이터를 전송받는 데에는 문제가 없는 것으로 판단되었다. 본 연구에서 제안하는 U-중차량 무인과적관리시스템은 USN의 구성과 Internal/External Network의 완전 무인, 무선화 시스템을 통한 사용자 중심의 시스템을 구축하는 것이 최종 목적이므로 향후 WCDMA/HSDPA를 이용한 External Network의 구성과 실제 과적 단속 적용을 위하여 Test Bed를 통한 실험이 실시되어야 할 것이다. 또한 설치의 편의성 증진과 비용 절감을 위하여 기존 도로에 매설하는 방식이 아닌 USN Sensor Node를 진동 등의 방식을 통하여 직접적으로 통신하는 Sensor의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

#### 감사의 글

본 연구는 한국건설교통기술평가원 건설핵심 기술연구개발 사업의 지원으로 이루어진 것으로, 본 연구를 가능케 한 한국건설교통기술평가원과 (주)동일기술공사에 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

Mark Weiser, "The computer for the twenty-first century", Scientific American, September 1991, pp.94~100

한국전산원, "유비쿼터스 환경구축에 대한 국내외 동향분석", 2004.6

김은영, 이철원, "중차량 통행지표 분석 및 과적단속 업무시 활용방안", 2006, pp.75~83, 서울시연구학회

김호중, "WIM Data 활용방안에 관한 연구", 2003, 명지대학교

심태무, "Bridge Weigh-In-Motion System을 이용한 중차량의 통행특성에 관한 연구", 1998, 경희대학교

(주)승화이엔씨, "중차량 통행노선 및 시스템 개발", 2004

A. Emin Aktan 등, "Monitoring and Safety Evaluation of Existing Concrete Structures", 2002, State-of-the-Art Report

Andrew P. Nichols, "Quality Control Procedures for Weigh-In-Motion Data", 2004, Purdue Univ.

조병완 등, "U-중차량 무인과적단속시스템 구축방안에 대한 연구", 2007, 한국전산구조공학회 논문집 3호, pp.387~392

김정미, 정필운, "u-City로 바라보는 미래도시의 모습과 전망", 한국전산원 u-전략팀

정창덕, “유비쿼터스 IT 창조경영”, 2004, MJ미디어, pp.15

오정연, “국내 유비쿼터스 현황 분석”, 한국전산원, 2005

한국도로공사 도로교통기술원, “도로 운행제한 차량 단속체계 개선방안 연구”, 2005, 한국도로공사