Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 14, No. 10 pp. 5115-5122, 2013

http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.10.5115

u-IT기반 계측정보를 이용한 급경사지붕괴 예측 시스템 개발

천동진[1], 박영직[2], 이승호[3], 김정섭[4], 정도영[4*]
[1]삼척시청, [2](주)서광이에스, [3](주)국제, [4]강원대학교

The Development of Landslide Predictive System using Measurement Information based on u-IT

Dong-Jin Cheon[1], Young-Jik Park[2], Seung-Ho Lee[3], Jeong-Seop Kim[4] and Do-Young Jung[4*]
[1]Samcheok City Hall, [2]Seokwang Engineering Service Co. Ltd,
[3]Kukje Co. Ltd, [4]Kangwon National University

요 약 본 논문은 급경사지(산사태 및 사면붕괴, 축대 등)붕괴 등으로 인하여 많은 생명과 재산피해 방지를 목적으로 붕괴 위험성을 감지하고 신속히 대응을 할 수 있도록 하기 위하여 u-IT기반의 급경사지 붕괴예측 감시용 실시간 모니터링 시스템을 개발하였다. 급경사지붕괴 감시에 중요한 계측기로서 강우량 계측기, 간극수압 계측기, 지표변위 계측기, 지중경사 계측기, 함수비계측기, 영상분석 계측기 등을 선정하고 테스트베드에 적용하였다. 각 계측기의 신뢰성 검증에 필요한 동작기능 및 성능확인은 현장에 설치된 계측기 별로 실험을 통하여 확인하였다. 본 연구에서 개발한 급경사지붕괴 감지를 위한 USN기반의 실시간 급경사지 모니터링 시스템을 급경사지 붕괴감지뿐만 아니라 도로변 절개사면과 암반사면 등에 상시계측을 통하여 붕괴위험 예측에도 적용할 수 있으므로 인명피해와 재산피해를 최소할 수 있을 것으로 판단되며, 이 시스템은 본 연구의 시범적용 결과를 바탕으로 급경사지 전역에 확산될 계획에 있다.

Abstract This paper has studied about the development and application of landslide collapse prediction real-time monitoring system based on USN to detect and measure the collapse of landslide. The rainfall measuring sensor, gap water pressure sensor, indicator displacement measuring sensor, index inclination sensor, water content sensor and image analysis sensor are selected and these are applied on the test bed. Each sensor's operation and performance for reliability verification is tested by the instrument which is installed in the field. As the result, u-IT based real-time landslide monitoring system which is developed by this research for landslide collapse detection could minimize life and property damages because it makes advance evacuation with collapse risk pre-estimate through real-time monitoring on roadside cut and bedrock slopes. This system is based on the results of this study demonstrate the effect escarpment plan are spread throughout.

Key Words : Landslide Collapse, Real-Time Monitoring, Sensor, u-IT

1. 서론

최근 다양한 환경변화에 따른 강우 유형이 변화되고 있다. 짧은 시간동안 특정한 지역에 집중강우로 절토사면과 연약지반 붕괴사고가 빈번하게 발생되고 있는 가운데, 2011년 여름에 서울 서초구 우면산 산사태와 춘천시 신북읍 펜션단지 산사태가 발생하였다. 이와 같이 환경변화에 따른 산사태 및 지반붕괴와 같은 재해가 점차 증가되고 있고 피해규모도 증가하고 있다.

최근 피해형태를 살펴보면 자연재해로 인한 인명피해는 감소되고 있으나 산사태, 절개지, 급경사지 붕괴에 따른 인명 피해가 최근 10년간 일반자연재해인명피해 총

*Corresponding Author : Do-Young Jung(Kangwon National Univ.)
Tel: +82-33-570-6383 email: dyjung@kangwon.ac.kr
Received July 19, 2013 Revised October 9, 2013 Accepted October 10, 2013

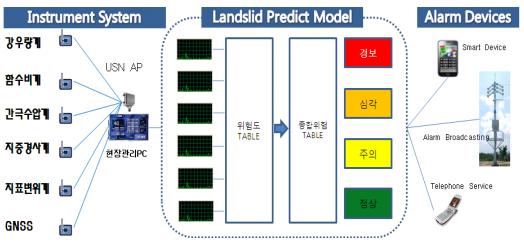
680명 중 급경사지로 인한 피해는 223명(32%)으로 증가되었다. 이에 관련업무 국가기관은 급경사지 등의 사면관리안전 대책방안으로 2008년에 급경사지 예방에 관한 법률을 마련하여 급경사지 상시계측에 대한 법적관리사항을 규정하고 있다[1]. 그러나 급경사지 상시계측모니터링을 통하여 피해예방을 위한 급경사지 붕괴예측에 필요한 각 계측기별 안전도관리기준 예측모델이 마련되어있지 않아 실시간 위험도 감시를 할 수 있는 기술적 방안이 불확실 하다[2,3].

또한, 국가에서 관리하고 있는 정비대상 위험지역 급경사지는 1,605개소가 있으나 아직 법적으로 규정하고 있는 상시계측시스템에 대해 동작특성 및 기능의 가이드라인 없는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 급경사지 붕괴위험에 노출되어 있는 거주자들의 안전대피 경보체계를 구축하기 위하여 최근 계측방법으로 효율적인 u-IT기술을 적용하여 붕괴예측시스템모델을 개발하였다[4-9]. 개발한 예측 시스템 모델은 가상조건을 통하여 그의 타당성을 검증하였고, 테스트베드 구축을 위하여 u-IT기반의 현장계측기들을 설치하고 상시계측모니터링 시스템을 구축하였다. 예측모델은 각 계측기별로 관리기준 즉, 붕괴예측 관리기준 단계별 동작성능에 대한 타당성을 실험을 통하여 검증하였다.

2. 급경사지 붕괴예측 시스템 구축

본 연구에서 급경사지 붕괴예측 시스템은 u-IT 기반으로 하는 테스트베드 계측기설비구축과 상시모니터링시스템, 경보체계로 구성하였다.



[Fig. 1] Configuration of Monitoring System for Landslide Collapse

시스템 전체구성은 Fig. 1과 같이 급경사지 테스트베드 계측기 부분과 붕괴예측 S/W, 경보상태표출, 알람매체 등으로 구성하였다. 계측기는 강우량, 함수비, 간극수압, 지중경사도, 지표변위를 계측하도록 구축하였다. 계측기 규격은 급경사지 계측기 성능검사규격을 사용하였다[12].

2.1 위험도 관리기준 테이블

급경사지 붕괴예측 모델은 강우량, 함수비, 간극수압, 지중경사, 지표변위 등을 관리기준 모델로 구성하였다. 관리기준 모델은 최근 10년간 붕괴유형의 사례를 바탕으로 관리기준의 모델적용한로 급사급경사지 상시계측관리센서 및 계측장비 설치·운영 가이드를 기준으로 하였다[12].

[Table 1] Standards of Hazard for Rainfall

Hazard	Management standards(Including all Items)
Normal	No rain
Caution	(1) Rainfall/12 Hours Last : 80mm (National Weather Service rainfall warning :NWS-R.W.) (2) Rainfall/Hours : 10mm or more (3) Rainfall/10minutes : 30mm or more
Seriousness	(1) Rainfall/12 Hours Last : 150mm(NWS-R.W.) (2) Rainfall/48 Hours Last : 200mm or more (3) Rainfall/Hour : 20mm or more (4) Rainfall/10 minute : 40mm or more
Alarm	(1) Rainfall/1Day : 200mm or more (2) Rainfall/48 Hours Last : 300mm more (3) Rainfall/Hours : 30mm or more (4) C. Rainfall/3Hours : 100mm or more (5) Rainfall/10Minutes : 50mm or more

강우량 위험도 관리기준 모델은 Table 1과 같이 강우량 계측정보의 조건에 따라 정상, 주의, 심각, 경보 단계를 두어 상황에 따라 위험도를 분류하였다.

[Table 2] Standards of Hazard for Surface & Underground Movement

Hazard	Management standards(Including all Items) ※ Displacement of Surface and Ground : DSG	
Normal	DSG	(1) When DSG occur Less than(~) 1mm (2) Case cumulative DSG 5mm/15days (3) Case cumulative DSG 5mm/30days
	GNSS (GPS)	(1) When coordination was expressed in the resolution
Caution	DSG	(1) Case DSG 1mm~ / 24Hour(H) (2) Case C-DSG 5mm/Day(D) during 5Days (3) Case cumulative DSG of 5mm~ /15Days
	GNSS (GPS)	(1) Case cumulative DSG 15mm-50mm / 5Days in the same direction (2) Case cumulative DSG of 20mm-50mm /15Days in the same direction

Seriousness	DSG	(1) Case DSG 5-50mm /~24Hours (2) Case DSG 5mm~/ Everyday (3) Case Cumulative DSG 50mm~/15Days
	GNSS (GPS)	(1) Case DSG 10mm~/Everyday ※ Comparison Before Day in the Same Direction(CBDSD) (2) Case DSG 50mm~/~15D(CBDSD)
Alarm	DSG	(1) Case DSG 10mm~/~1Hours (2) Case DSG 15mm~/~2Hours (3) Case DSG 30mm~/~6Hours (4) Case DSG 50mm~/~24Hours (5) Case DSG 100mm~/~30Days
	GNSS (GPS)	(1) Case DSG 10mm~/~1H(CBHSD) ※ Comparison before Hours in the same direction(CBHSD) (2) Case DSG 15mm~/~2H(CBHSD) (3) Case DSG 30mm~/~6H(CBHSD) (4) Case DSG 50mm~/~24H(CBHSD) (5) Case DSG 100mm~/~30D(CBDSD)

Table 2는 지표변위와 지중변위에 대한 위험도 관리기준이다. 이것은 지표변위와 지중변위 정도에 따라 위험도를 정상, 주의, 심각, 경보단계로 구분하여 분류하였다. 지표변위 및 지중변위의 위험도를 나타내는 주요 관리기준은 지표와 지중의 시간별 누적 변위정도를 기준으로 하여 설정하였으며, 계측정보는 지표변위 계측기와 지중변위 계측기로부터 측정된 누적 값을 사용하였다.

간극수압 위험도 관리기준은 Table 3과 같이하고 간극수압의 지속성과 소멸 시간에 따라 위험도를 정상, 주의, 심각, 경보 단계로 구분하였다. 간극수압은 붕괴위험 예측에 매우 중요한 요소이다.

함수비 위험도 관리기준은 Table 4와 같이 지반의 토향에 따라 함수비로 구분하여 위험도를 정상, 주의, 심각, 경보로 구성하였다. 함수비 정도는 토층의 응력을 결정하는 요소로 지반밀림이나 붕괴예측에 매우 중요한 요소가 된다. 따라서 위험도 붕괴예측에 필수조건이다.

[Table 3] Standards of Hazard for Piezometer

Hazard	Management standards(Including all Items)
Normal	(1) Case Increasing of Pore Water Pressure Water(PWP) Zero (2) Case just return to first state after Increasing of PW
Caution	(1) Case of continuously increase of PWP
Seriousness	(1) Case 70% of height from surface of PWP
Alarm	(1) Case 90% of height from surface of PWP

[Table 4] Standards of Hazard for Soil Moisture

Hazard	Management standards(Including all Items)
Normal	(1) Case ~10% of Soil Moisture in Sandy Soil & Cohesive soil
Caution	(1) Case ~20% of Soil Moisture in Sandy Soil & Cohesive Soil
Seriousness	(1) Case ~27% of Soil Moisture in Sandy Soil or Case ~30% of Soil Moisture in Cohesive Soil
Alarm	(1) Case ~34% of Soil Moisture in Sandy Soil or Case ~40% of Soil Moisture in Cohesive Soil

[Table 5] Standards of Synthesis Hazard

Hazard	Comprehensive management standards (Including all items)
Normal	(1) All Sensors is Normal
Caution	(1) Case Caution Level of Rainfall and Surface (2) Case Caution Level of Rainfall, Piezometer, Soil Moisture
Seriousness	(1) Case Seriousness Level of Surface Displacement and Rainfall (2) Case Seriousness Level of Rainfall, Piezometer, Soil Moisture (3) Case Caution Level of Rainfall and Seriousness Level of Surface Displacement (4) Case Seriousness Level of Surface Displacement, Piezometer, Soil Moisture
Alarm	(1) Case Alarm level of all kind of Sensor. (2) Case Alarm level of Surface Displacement After perching rain

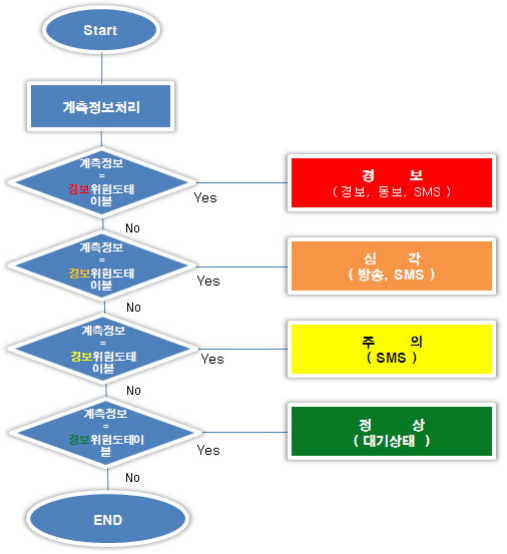
본 연구에서는 4종류의 계측 값을 이용하여 사례기반의 붕괴예측 기준모델을 설정한 후, 알고리즘을 개발하고 프로그램을 작성하였다. 한 종류만으로 붕괴예측을 결정하기엔 어려움이 있고 신뢰성이 보장되지 않으므로 여러 종류의 계측 값을 기준으로 판단하도록 Table 5와 같이 종합예측 위험도 관리기준모델을 제시하였다.

종합 위험도 관리기준은 강우량, 지표변위 및 지중변위, 간극수압, 함수비의 위험도 결과에 따라 붕괴 위험도를 예측을 할 수 있다.

2.2 급경사지 붕괴예측 모델

급경사지 붕괴예측모델은 사례기반의 강우량, 지표 및

지중변위, 함수비, 간극수압 값으로 위험도 테이블을 정하고 예측모델을 개발하였다. 예측모델 알고리즘은 Fig. 2와 같이 위험판단부분과 정상, 주의, 심각, 경보 4단의 위험도 표출부분, 계측정보 처리부분으로 구성 처리한다.



[Fig. 2] Flowchart of Collapse Prediction Algorithm

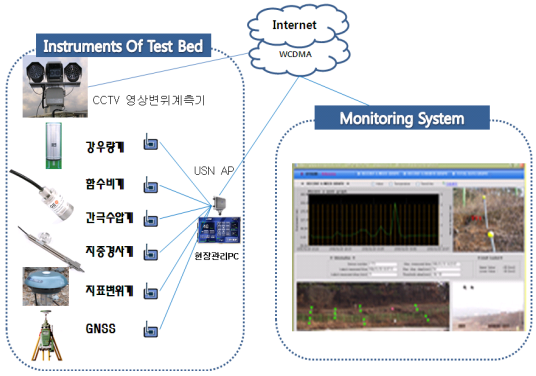
붕괴예측 및 판단은 계측된 데이터와 위험도 관리기준 테이블을 비교분석하여 위험도 상태를 표출 및 위험도 알람 출력신호로 처리하도록 하였다.

붕괴예측표출 및 위험도 출력신호는 위험도 각 단계별 동작 처리기준을 정하였다. 주의 단계는 급경사지 지역 업무담당자나 관리자에게 주의 정보를 전달하여 사전준비를 할 수 있도록 SMS 문자를 전송하게 하였다. 심각단계에서는 지역주민의 대피를 할 수 있도록 준비단계를 알려주도록 현장 경보방송과 관리자에게 SMS 상태를 알려주도록 하였다. 경보단계에서는 지역주민의 사전대피가 이루어지도록 동보처리(음성전화), 대피 경보방송, SMS 문자발송 등에 이벤트 처리가 되도록 하였다.

2.3 u-IT 기반 급경사지 모니터링 시스템

급경사지 모니터링 및 붕괴예측을 위한 현장 테스트베드 구축은 Fig. 3과 같다.

구성은 현장 위험도판단 계측정보 수집부분과 계측된 정보전송을 위한 USN (Ubiquitous Sensor Network)을 구축하였고, CCTV 영상전송은 인터넷 전용선로를 사용하여 고속 실시간 관제가 되도록 하였다. USN을 구성하는 센서노드 규격은 Table 6과 같으며 장거리 및 실외 현장에 적합하며 국제규격 인증제품으로서 신뢰성이 보장된다. 토폴로지는 Point-To-Multiple Point로 구성하였다. 전송거리는 최대 16Km이며 주파수는 2.4KHz의 공용주파수를 사용하였다.



[Fig. 3] Configuration of Monitoring System Based on u-IT

[Table 6] Specification of Sensor Node(USN)

Part	Specification
Power Output	2mW(1Channel/16Channel)
Protocol	Zigbee 2.4GHz
Distance	Indoor(180m), Outdoor(16Km)
Topology	Point-to-Multi Point
Frequence	2.4GHz
Manufacturer	X-Stream

현장의 USN에서 수집된 정보를 관제컴퓨터에서 계측값 표출과 위험도 알고리즘 처리를 위해 Labview 개발도구를 사용하여 모니터링 및 위험도 처리 S/W를 개발하였다. 주요 기능은 표출기능과 위험도판단, 경보신호 전달기능이다.

2.4 붕괴예측 및 상시계측 S/W

상시계측 모니터링 및 붕괴예측 프로그램의 결과는 Fig. 4와 같다. 붕괴예측 및 상시계측 S/W의 구성은 영상변위계측기를 포함한 총 7종의 계측정보를 실시간으로 중앙관제센터에서 모니터링을 할 수 있도록 현재정보를 표출하도록 구현하였다.

[Fig. 4] Screen of Collapse Prediction and Normal Measuring

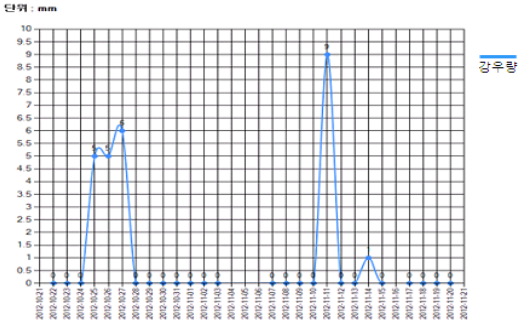
모니터링 정보신호를 종합 위험도 관리기준에 따라 위험도를 표출하고 관리자와 지역주민에게 위험상태를 전달할 수 있도록 S/W를 개발하였다. 모니터링 대상은 강우량, 지표변위, 함수비, 간극수압, 영상지표변위, 지중경사도이다. 측정된 계측 Data는 시간별, 일자별, 년도별 변위정도를 분석 할 수 있도록 DB화하였다.

3. 실험 고찰

본 연구의 타당성 검증을 위하여 각 계측기별 정보수집 상태표출과 위험도 붕괴예측 동작성능을 실험으로 확인하였다.

(1) 강우량

강우량은 Fig. 5와 같이 실시간 상시계측정보를 관제센터에서 모니터링이 되도록 하였다. 실험 그래프는 실제 측정된 일자별 강우량 정보를 표출되고 있는 것을 보여주고 있다. Sample Data는 2012년도의 1개월간 계측정보를 나타내고 있다.



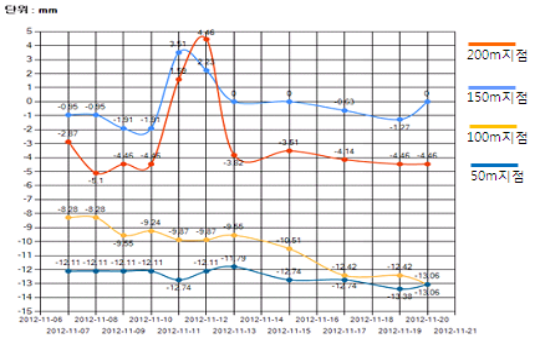
[Fig. 5] Measured Graph of Rainfall

따라서, 강우량 계측 및 표출 기능이 잘 동작 되고 있는 것으로 확인된다. 강우량의 계측값에 따라 붕괴예측 위험도는 Fig. 6과 같이 예측 기준모델을 통해 위험도상태에 대해 실시간으로 잘 반영되고 있다.

[Fig. 6] Hazard Output of Rainfall Gauge Data

(2) 지표변위

Fig. 7은 급경사지 지표변위를 기간별로 지표변위에 대한 계측 및 표출 결과를 그래프로 잘 나타내고 있다.



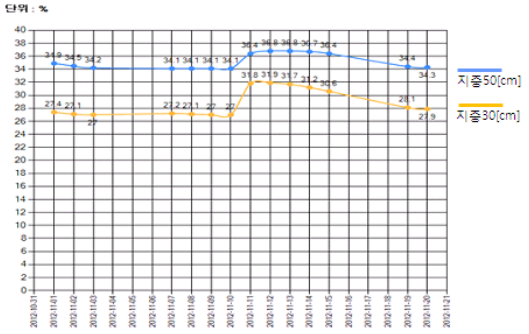
[Fig. 7] Measured Graph of Tilt Tension Wire

Fig. 8은 지표변위에 대한 위험도 붕괴예측모델에 대한 실시간 표출상태를 보이고 있다. 그리고 알고리즘 기준 즉, 관리기준에 따라 4단계의 동작반응을 잘 보여주고 있다.

[Fig. 8] Hazard Output of Tilt Tension Wire Data

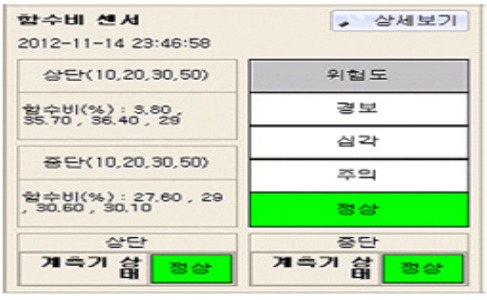
(3) 함수비

Fig. 9는 급경사지 토양의 물이 포함된 비율을 기간별 그래프로 표출하고 있다. 실험결과 함수비율에 따라 실시간 계측을 확인 할 수 있다.



[Fig. 9] Measured Graph of Soil Moisture

Fig. 10은 함수비에 따른 위험도 예측모델의 실시간 동작처리에 대해 4단계 동작상태를 잘 표출하고 있다. 설치위치는 기준점에서 100m떨어진 장소에 지중 50cm와 30cm에 매설하여 설치하였다.

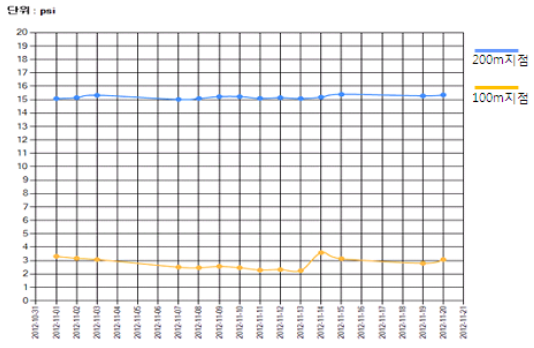


[Fig. 10] Hazard Output of Soil Moisture Data

(4) 간극수압

간극수압에 대한 실험은 Fig. 11과 같이 기간별 실시간 지층수압 계측결과 그래프이다. 그래프는 일자별 간극수압의 변위상태를 잘 나타내고 있다. 설치위치는 기준점에서 100m와 200m 지점에 지중에 매설하여 설치하였다.

Fig. 12는 급경사지 함수비 계측정보에 따라 위험도 예측알고리즘을 통하여 실시간 위험도를 잘 표출되고 있다. 실험대상으로 지정한 급경사지 테스트베드 계측위치는 간극수압 상태가 경보단계를 보이고 있으나 종합예측 관리기준에 미치지 않으므로 전체적인 상태는 안전한 것으로 판단된다.

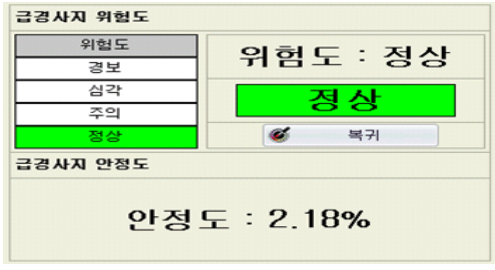


[Fig. 11] Measured Graph of Piezometer

[Fig. 12] Hazard Output of Piezometer Data

(5) 종합위험도

종합위험도 실험결과는 Fig. 13과 같이 각 계측별 위험도 관리기준에 근거한 예측모델 테이블의 조건에 따라 급경사지 붕괴위험에 대한 출력을 보이고 있다. 테스트베드 장소에서 실시간 종합분석 위험도 예측상태는 안전한 것으로 판단된다.



[Fig. 13] Test Output Screen for Synthesis Hazard

본 실험은 각 계측기별 테스트베드에서 직접 측정한 값과 모니터링 화면에 표출 값이 일치하였고 위험도 조건을 가상으로 주었을 때, 위험도 실시간상태가 잘 반영됨을 확인하였다.

4. 결 론

본 연구에서는 급경사지의 상시계측 및 붕괴예측을 위하여 각 계측기별 위험도 관리기준을 설정하고, 붕괴예측 모델 알고리즘 프로그램을 개발하였다. 실제로 붕괴가능 지역을 대상으로 테스트베드를 구성하고 실험을 통하여 그의 타당성을 검증하고 확인하였다.

(1) 급경사지 붕괴예측을 위한 각 계측기별 위험도 관리기준을 근거로 붕괴예측모델을 설정하고 테스트베드 상태에서 제안한 예측모델 알고리즘처리가 실시간 반영이 잘 되었으며 표출 동작 또한 잘 수행되었음을 확인하였다.

(2) 붕괴가능지역에 무선기반 u-IT 기반기술의 계측정보 수집에 있어서 Data 송·수신에 효율성과 우수성이 확인 되었다. 특히, 정보 송·수신 속도와 오류 Data 발생에 문제가 없었다.

(3) 계측자료는 실시간 계측정보에 대한 오랜 기간 동안 자료 누적 DB화로 시간적 변위정보와 위험도 변위 분석으로 붕괴예측에 매우 효율성이 있을 것으로 판단되었다.

따라서 본 연구에서 제시한 급경사지 붕괴예측 시스템은 붕괴예측모델 기능의 신뢰성과 위험도 판단기준에 적합한 것으로 판단된다. 또한 u-IT기반 상시계측인프라 구축에 있어서 가장 효율성이 있으며, 향후 급경사지 상시계측 표준시스템으로 정착될 것으로 판단된다.

References

[1] Jurisdiction of the Disaster Mitigation Division of the National Emergency Management Agency, "Law, Enforcement ordinance & regulations for disaster prevention of Steep Slope-Land", Ministry of Government Legislation, 2013.

[2] D. K. Park, "A Study on the Applicability of an Early Warning System using Rainfall Data in Korea", National Institute for Disaster Prevention, Separate Volume, 2008.

[3] G. B. Park, Y.S. Ju, D.G. Park, "Development of model for prediction of land sliding at steep slopes", Journal of the Korean Data & Information science Society, pp.691-699, 2011.

[4] D.G.Park, "A Study on the Early Warning System Warning System For Damage Mitigation of Geotechnical Disasters", National Institute for Disaster Prevention, Separate Volume, 2007.

[5] W.P. Hong, Y.S.Song ,"Development of a Computer Program to Analyze Stability of Slopes Reinforced by the Earth Retention System", The Journal of Engineering Geology, Vol.16, No.1, pp.45-58, 2006.

[6] D.J.Cheon, D.Y.Jung, D.K. Kwak, "A Stduy on the Implementation of Zigbee Sensor Node for Building USN using only Transmission of Fire Sensing Data", J.of Korean Institute of fire Sci.&Eng, Vol. 23, No. 6,pp.75-81, 2009.

[7] J. U. Han, "Development of the standard Model for Ubiquitous Disaster Prevention City", National Institute for Disaster Prevention, Separate Volume, 2008.

[8] D. J. Cheon, Y. G. Park, J. S. Kim, S.H. Lee, D.G. Kwak. D.Y.Jung. "A Study on the Safe Monitering & Control Network Platform Using Ubiquitous Sensor Network", Proceedings of the KIFSE Fall Conference, pp.111-116, 2008.

[9] D. J. Cheon, J. S. Kim, S.H.Lee, D.K. Kwak, D.Y.Jung, "A Study on the Development of Predictive Algorithm of Landslide Collapse", Proceedings of the KAIS Spring Conference, pp. 118-121, 2013.

[10] Jurisdiction of the Disaster Mitigation Division of the National Emergency Management Agency, " Management Standards of Steep Slope-Land for Instruments", Ministry of Government Legislation, 2012.

[11] J. H. Ryu, I. H. Lim, E. J. Hwang, " A Study on the Causes of Steep Slope Failure induced Heavy Rainfall", Journal of the Korean Society of Societal Security, Vol.4 no.1, pp.67-74, 2011.

[12] J. G. Yun, J. U. Kim, S. H. Lee,"Usually Steep Slope Measurement Sensors and instrumentation Equipment Installation, Operation Management Guidelines", National Emergency Management Agency, Samcheok City Hall, 2012.

천 동 진(Dong-Jin Cheon) **[정회원]**

- 1998년 2월 : 삼척대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
- 2001년 2월 : 삼척대학교 제어계측공학과 졸업 (공학석사)
- 2011년 2월 : 강원대학교 방재전문대학원 졸업(공학박사)
- 1996년 5월 ~ 현재 : 삼척시청 재직

<관심분야>
방재설비, u-IT기술, 제어계측

박 영 직(Young-Jik Park) **[정회원]**

- 1984년 2월 : 서울산업대 전기공학과 졸업 (공학사)
- 2007년 2월 : 강원대학교 방재전문대학원 졸업 (공학석사)
- 2010년 2월 : 동대학원 졸업 (공학박사)
- 1997년 4월 ~ 현재 : (주)서광이에스 대표이사

<관심분야>
전기설비, 정보통신, 소방설비

이 승 호(Seoung-Ho Lee) **[종신회원]**

- 1998년 2월 : 삼척대학교 전기공학과 졸업 (공학사)
- 2002년 2월 : 삼척대학교 산업대학원 졸업 (공학석사)
- 2011년 2월 : 강원대학교 방재전문대학원 졸업 (공학박사)
- 2010년 3월 ~ 2012년 2월 : 강원대 소방방재학부 겸임교수
- 1997년 10월 ~ 현재 : (주)국제 대표이사

<관심분야>
산업재해, 재해예방

김 정 섭(Jeong-Seop Kim) **[정회원]**

- 2006년 2월 : 삼척대학교 화학공학과 졸업 (공학사)
- 2008년 2월 : 강원대학교 방재전문대학원 졸업 (공학석사)
- 2013년 2월 : 동대학원 졸업 (공학박사)
- 1992년 3월 ~ 현재 : (주)중앙소방ENG 대표이사

<관심분야>
소방설비, 방재설비, 정보통신

정 도 영(Do-Young Jung) **[정회원]**

- 1981년 2월 : 영남대학교 전기공학과 졸업
- 1984년 2월 : 서울대학교 대학원 전기공학과 졸업 (공학석사)
- 1989년 2월 : 영남대학교 전기공학과 졸업 (공학박사)
- 1996년 12월 ~ 1997년 12월 : 오하이오 주립대학 방문교수
- 2006년 3월~ 현재 : 강원대학교 방재전문대학원 교수

<관심분야>
방재설비, 전기설비, 산업재해