

RWIS 설치를 위한 우선순위 선정 기법에 관한 연구

A Study of Determining Priorities of RWIS Installation

양 총 현 Choong Heon Yang
김 인 수 In Su Kim
전 우 훈 Woo Hoon Jeon

정회원 · 한국건설기술연구원 수석연구원 (E-mail: chyang@kict.re.kr)
한국건설기술연구원 연구원 (E-mail: mriskim@kict.re.kr)
정회원 · 한국건설기술연구원 연구원 (E-mail: cwsoon@kict.re.kr)

ABSTRACT

PURPOSES : This paper presents how to determine priorities of RWIS installation on national highways within the limited budget.

METHODS : Analytical hierarchy process was employed to develop the entire methodology. In addition to this, various data such as vulnerable roadway section for snow removal, RWIS, AWS, AADT, and traffic accident were properly collected and analyzed for the future analysis. Then, GIS analysis was performed to find out the final candidate vulnerable roadway section for snow removal. In the end, expert survey was conducted to estimate weights for evaluation criteria.

RESULTS : Results showed that metropolitan area has the most high priority, and Gangwon area, ChungCheung, and Honam in order.

CONCLUSIONS : The main contribution of this paper is to suggest a logical methodology to prioritize RWIS installation within the limited budget, and thus snow removal operation during the winter season can improve in terms of getting more valuable information.

Keywords

vulnerable roadway section for snow removal, RWIS, AWS, GIS

Main Author : Choong Heon Yang, Senior Researcher
Korea Institute of Construction Technology, 283, Goyangdae-Ro,
Ilsanseo-Gu, Goyang-si, Gyeonggi-Do, 411-712, Korea
Tel : +82.31.910.0184 Fax : +82.31.910.0746
email : chyang@kict.re.kr

International Journal of Highway Engineering
http://www.ksre.or.kr/
ISSN 1738-7159 (Print)
ISSN 2287-3678 (Online)

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

동절기에 도로등급별·구간별로 제설작업수행이 어렵거나 곤란한 구간이 있다. 따라서 각 도로관리기관은 매년 전체 담당 구간에 제설취약구간을 선정하여 운영하고 있다. 일반적으로 제설취약구간은 폭설 시 교통두절이 예상되거나, 지형적·지리적 특성 상 노면결빙이 쉽게 발생할 수 있는 구간을 위주로 지정하도록 되어 있다(국토해양부, 2011). 제설취약구간으로 선정된 구간에는 강설 예보에 따라 미리 제설작업에 투입할 적정 인력

과 장비를 배치하고 제설제를 예비적으로 살포하는 등의 조치를 강구하고 있다.

2000년 이후 발생한 국내 설해피해를 살펴보면, 우선 2004년 3월 충청지역 경부고속도로 262km 부근에서 시간당 최고 9.5cm의 강설이 몰아쳐, 이로 인한 사망자 1명, 부상자 2명 등을 포함하여 수만 명과 차량 1만여 대가 10시간 이상 아무런 대책 없이 고립되었다. 그 당시 강설량은 최저 42cm, 최고 49cm였고, 이러한 추세는 약 15일 동안 지속되었다. 그 다음해인 2005년 12월 호남고속도로에서 발생한 폭설은 강설량이 최저

40cm에서 최고 59cm까지였고 시간당 강설량 8.4cm의 기록을 남겼으며, 이번에도 14시간 넘도록 900여대의 차량이 아무런 조치 없이 고립되었다. 2010년 초반 수도권에 100년만의 폭설이 몰아쳐서 약 3일 동안 서울의 도시 기능이 마비되기도 하였는데, 이는 1969년 이후 관측치 중 가장 많은 양으로 기록되었다.

2010년 말부터 2011년 초까지 전국적으로 대설정보는 총 22회, 대설주의보는 약 83회가 발효되어 전년 대비 30% 이상으로 증가하였다. 이 기간 동안에 지역적·국지적으로 집중적인 폭설이 발생하는 것이 특징이었으며, 2010년에만 대설(10cm 이상)이 총 7회 발생하였다. 특히, 2011년 초에는 경북 포항시(28.7cm), 강원 영동지역(138cm)에 폭설이 내렸으며, 특히 포항시의 경우 전통적으로 눈이 많이 지역이 아닌 관개로 피해가 크게 발생하였다. 포항시 폭설 피해액은 64억 2천만원, 영동지역 폭설 피해액은 228억 원으로 두 피해액만으로 약 290억 원 정도로 추정되고 있다(국토해양부, 2012). 또한 지난 2011년 12월 중순 천안-논산 민자 고속도로에서 발생한 100중 차량 추돌사고는 제설취약구간의 노면결빙과 안개 등 기상상태 악화가 원인으로 분석되었다.

동절기 동안에 각 도로관리기관의 제설담당자들은 제설작업을 위해 기상청에서 제공하는 정보를 업무에 주로 활용하고 있으며 주요 정보는 동네예보, 주간예보, 기상특보, 기상정보, 레이더영상, 위성영상, 자동기상관측장비(Automatic Weather Station, 이하 AWS)의 관측정보 등이다. 동네예보의 경우 기상청에서 전국을 5Km 간격으로 구분하여 예보 자료를 제공하고 있음에도 불구하고 기상정보가 제공되는 지역은 도심 등의 행정구역 소재지 중심이기 때문에 제설작업의 주요 대상 중의 하나인 고개 등의 동네예보, 초단기예보를 확인하기 위해서는 인근의 행정구역에 대한 예보를 간접적으로 참고하는 수밖에 없는 한계가 있다.

일반적으로 기상청예보는 전국에 설치되어 있는 AWS로부터 각 지점에 대한 포인트 기상정보를 수집하고 이를 광역적으로 분석·재조정하여 최종적으로 전국적인 날씨를 제공하는 개념이다. 따라서 도로관리기관에서 제설작업을 위해 필요로 하는 도로기상정보와는 충분히 다를 수 있다. 이렇게 동절기 도로관리측면에서 기상정보에 대한 정확한 예측은 매우 중요한 의미를 가진다. 이것이 바뀌어 말하면, 도로기상정보체계(Road Weather Information System, 이하 RWIS)가 설치·운영되어야 하는 당위성과도 연관이 있다. 이는 노면

정보를 포함한 도로변 기상정보(대기 온·습도, 풍향, 풍속, 시전거리 등)를 실시간으로 도로관리자에게 전송하여 적절한 대처를 할 수 있도록 하는 것이다. 국내에 RWIS가 도입된 지 수년이 지났지만 기상정보 수집과 활용은 미흡한 실정이다. 그러나 최근 빈번하게 발생하는 폭설과 한파에 대비하여 정확한 도로 기상정보가 중요하게 됨에 따라 RWIS의 활용 필요성에 대한 공감대가 형성되고 있다. 특히 도로기상정보를 활용하여 제설취약구간에 대한 과학적이고 체계적인 관리를 통해 효과적인 제설작업이 요구되고 있다(양충현 외, 2012). 또한 RWIS 설치비용은 상대적으로 고가인 반면, 각 도로관리기관의 예산은 제한적인 문제가 있다. 따라서 본 연구에서는 일반국도에 RWIS 설치를 위한 우선순위 선정 기법을 제안하였다.

2. 문헌고찰

2.1. 제설취약구간 선정 및 관리

해외 선진국 특히, 북유럽의 경우 제설취약구간은 차량을 이용한 도로 기상정보 수집과 분석, 도로관리자의 경험적 판단, 지리정보(GIS)등을 혼합하여 선정하고 있다. 도로 기상정보 수집에 핵심적인 역할을 담당하는 도로기상정보체계에 대한 전 국가적인 구축은 이미 오래 전에 완료가 된 상태이며, 현재는 프루브 차량과 무선통신기술을 활용하여 실시간으로 도로 기상정보를 수집하고 분석하여 매년 제설취약구간을 새로 지정하거나 기존에 지정된 구간을 해제하는 등의 절차를 거치고 있다(Bogen and Gustavasson, 2012).

미국의 미네소타 교통국 매뉴얼에 따르면, 주요 취약지점에 설치된 노면온도센서나 적외선 방식의 노면온도 측정장치를 통해 실제 노면온도에 따라 제설작업을 결정하고 있다. 다시 말하면, 노면온도가 제설취약구간을 선정하는데 매우 중요한 요소로 작용하는 것이다. 예를 들어, 노면온도가 -7°C 이하일 경우는 제설제 살포 효과가 매우 떨어지기 때문에 이때에는 밀어내기와 같은 다른 방식의 제설작업이 권장된다(Minnesota DOT, 2005).

반면에, 우리나라는 노면온도보다는 대기온도에 따라 제설작업의 방식이 결정되며, 제설취약구간 선정에도 영향을 미치게 된다. 국토해양부에서 발간한 도로제설업무수행요령(2011)에 보면 제설취약구간에 대한 지정을 다음과 같이 명시하고 있다.

- 도로의 지형, 기온 등으로 인해 폭설 시 또는 많은

적설 등으로 교통 두절이 예상되는 구간

- 지역 간 단절이 우려되는 구간 또는 도로관리청으로부터 원거리에 위치하여 신속한 제설이 어려운 노선 등

한국도로공사의 고속도로 재난관리매뉴얼(2010)에는 제설취약구간에 대한 선정 기준을 다음과 같이 제시한다.

- 과거 교통통제 기록이 있거나 지형이 험하여 강설시 통제가 예상되는 구간
- 장시간 응달지역으로 도로결빙이 우려되는 구간
- 급경사 구간이며 (중단 3% 이상 등) 연장이 길어 강설시 오르막주행이 곤란한 구간
- 교통량이 많은 중요한 노선이나 도로관리청으로부터 원거리에 위치하고, 지역 간 주요 연결 노선
- 위 사항 이외에도 현장자체 판단 후 취약지점 선정

소방방재청(겨울철 자연재난 대책, 2012)에 따르면, 기존 제설취약구간에 고가도로 및 램프로까지 확대·지정하여 강설 1시간 전에 장비 사전배치 및 제설제 사전살포 등 제설 책임 담당제로 운영하여 2000년 이후 8년 만에 인명·재산피해가 없었다고 보고하고 있다.

이와 같이 우리나라의 제설취약구간 선정은 거의 전적으로 도로관리자의 경험과 지형적·지리적 특성에 따라 이루어지고 있고, RWIS 설치의 경우 고갯길, 교량, 응달지역 등 차량의 등판능력이나, 태양의 복사열을 잘 받아들이지 못하는 구간을 위주로 선정하고 있다.

2.2. RWIS

미국은 RWIS를 도입하면서 동절기 도로관리를 효과적으로 하기 위해 동절기 도로 관리 의사결정 지원 시스템(Winter road Maintenance Decision Support System; MDSS)을 개발하였다(FHWA, 2006).

영국의 경우 Highway Agency's Weather Information System(HAWIS)를 운영하여 중앙 시스템을 통해 모든 기상정보를 수신·저장은 물론 알맞게 표시할 수 있게 하여, 이 정보를 활용하는 모든 사용자들에게 정확한 정보를 제공해준다(한국도로공사, 2010).

일본은 국토교통성(Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism) 산하 도로 관리국에서 도로 정보시스템을 구축하여 인터넷을 통해 각 지방 정비국이 관리하는 도로 정보를 제공하고 있다(한국도로공사, 2010).

반면, 국내에서는 RWIS가 아직 초기 상태에 머물러

있다. 한국도로공사, 지방국토관리청, 기상청 등 도로관리기관 및 기상관련 기관에서 도로기상정보 및 기상자료 수집을 위한 기상관측장비를 설치·운영하고 있다. 일반국도의 경우 국토해양부 소속 지방국토관리청에서 첨단교통운영체계 (Intelligent Transportation System)의 일환으로 RWIS를 구축하고 있다.

3. 본론

3.1. 연구 방법

국내 일반국도의 제설취약구간을 대상으로 RWIS 설치를 위한 우선순위를 결정하기 위한 방법론은 다음 Fig. 1과 같이 정의하였다. ① 국토관리사무소별 제설취약구간 자료 및 RWIS, AWS, 교통사고 자료 등을 수집 ② 수집한 자료에 대한 GIS 분석 ③ 제설취약성 분석 수행을 통해 기존 제설취약구간 내 RWIS 설치를 위한 대상 선정 ④ 제설취약구간 선정요소에 대한 가중치를 산정 ⑤ 각 요소에 대한 가중치를 반영해 최종적으로 대상 제설취약구간의 RWIS 설치 우선순위 도출한다.

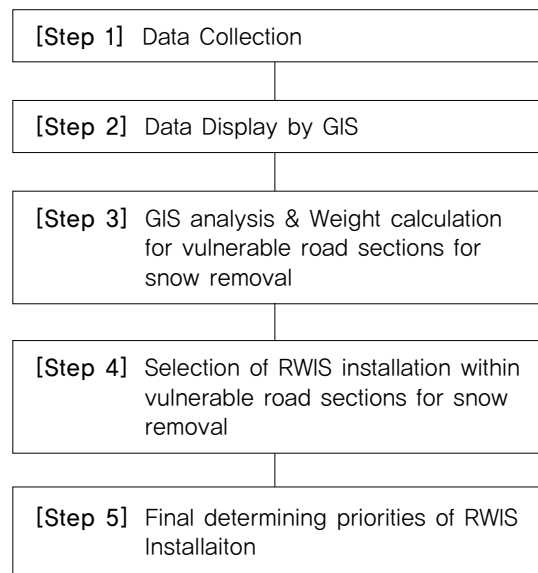


Fig. 1 Methodology

3.2. 자료수집

RWIS 설치 구간 선정을 위해 필요한 관련 자료를 다음과 같이 수집하였다.

- 각 국토관리사무소별로 지정한 제설취약구간 개수 및 위치정보
- 기상정보수집에 매우 유용한 AWS의 전국적인 설치 개수 및 위치정보

- 현재 일반국도에 설치되어 있는 RWIS의 개수 및 위치정보
- 2007년부터 2010년까지 전국 일반국도에서 발생한 동절기 교통사고 발생건수 및 위치정보
- 일반국도에 대한 연평균일교통량 (AADT) 정보
- 일반국도 상의 CCTV 위치정보
- AWS와 제설취약구간의 고도차이 정보

일반국도에 지정된 제설취약구간은 총 113개소로 수도권 18개소, 강원권 24개소, 충청권 22개소, 호남권 29개소, 영남권 20개소이다

기상청에서 관리·운영하는 AWS의 경우, 전국에 제주도를 포함해 총 558개소가 있으며, 지역별 AWS 설치현황은 Table 1과 같다.

Table 1. Total Number of AWS Installation by Area

Areas	# of AWS
Seoul Metropolitan	102
ChungCheong	72
GangWon	84
HoNam	132
YoungNam	144

동절기 노면결빙·눈길·미끄럼으로 인한 교통사고의 경우, 도로교통공단에서 제공하고 있는 일반국도 대상 교통사고 관련자료 2007년부터 2010년까지 총 4년 치를 조사·분석하였다. 이를 위해 교통사고분석시스템 (TAAS)을 통해 사고 자료를 추출하였다. 분석결과, 교통사고 총 발생건수는 67건으로 분석되었다.

RWIS는 대전지방국토관리청을 제외한 전국 4개 지방국토관리청에 총 35개소가 설치·운영되고 있으며 청별 설치현황은 다음 Table 2와 같다.

Table 2. Total Number of RIWS Installation by Area

OFFICE	# of RWIS
Seoul	11
Wonju	20
Iksan	2
Busan	2

AADT의 경우 연평균일일교통량 자료로서, 교통량정보제공 시스템(<http://www.road.re.kr>)을 통해 2010년 자료를 수집하였고, CCTV는 일반국도에 설치되어 있는 현황을 조사하였다. 이와 같이 수집된 자료의 대부분은 GIS 분석을 위해 사용되므로 위도·경도·고도 등의 위치정보가 필요하였다. 따라서 이들의 정확한 위치 정보를 수집하기 위해 Fig. 2와 같이 구글지도를 활용하였다.

본은 GIS 분석을 위해 사용되므로 위도·경도·고도 등의 위치정보가 필요하였다. 따라서 이들의 정확한 위치 정보를 수집하기 위해 Fig. 2와 같이 구글지도를 활용하였다.

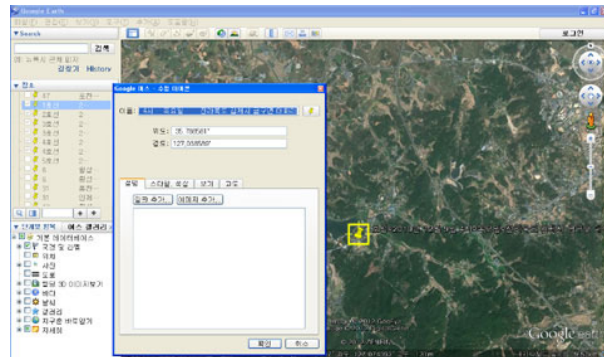


Fig. 2 Accurate Location-Information Collection Using Google Maps

또한 AWS와 제설취약구간 사이의 고도차 정보를 구하기 위해 Fig. 3과 같이 구글지도를 이용하여 제설취약구간의 고도를 추출하였고, AWS의 경우 기상청에서 위·경도 자료와 함께 고도정보를 제공하므로, 최종적으로 두 값의 차이를 통해 고도차를 산출하였다.

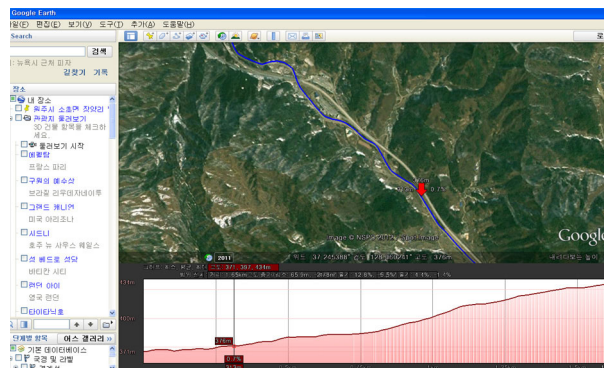


Fig. 3 Screen for Altitude Estimation

3.3. GIS 자료표출

수집한 자료들의 위·경도 정보를 이용한 GIS 분석을 위해서 ArcGIS 프로그램을 활용하였다. 수집된 자료는 모두 주소형태로 되어 있어, GIS 분석에 활용하려면 주소자료를 지점 또는 구간자료로 변환하는 작업이 필요하다. GIS 분석을 위해 표출될 항목들은 다음 Table 3과 같이 정리하였다. 수집한 자료 중 제설취약구간의 시·종점은 지점 자료이기 때문에, 분석을 위해 구간자료로 변환시켰다. 변환된 각 국토관리사무소의 제설취약구간 지점 자료를 이용하여, 다음 Fig. 4와 같이 ArcGIS 상에 구간 자료를 표기하였다.

Table 3. Data Display by ArcGIS

Contents	Working
Position info. of vulnerable roadway section for snow removal	Section data
Data for AADT	Section data
Data for AWS location	Section data
Data for RWIS location	
Location that traffic accident had been happened during winter	
Data for CCTV location	

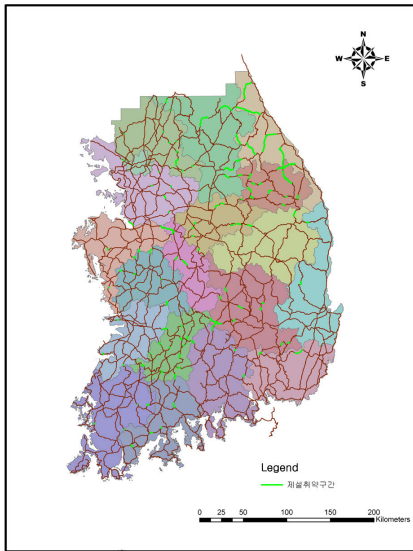


Fig. 4 GIS Map for Vulnerable Roadway Section for Snow Removal

3.4. GIS 분석 및 제설취약구간 선정요소에 대한 가중치 산정

앞서 도출한 GIS 표출자료를 통해 먼저 AWS위치와 인근 일반국도 상의 제설취약구간의 상관관계에 대한 분석을 수행하였다. 이는 '제설작업과 기상정보의 상관관계를 통한 제설취약성분석(양충현 외, 2012)'을 참조하였으며, 이를 활용하여 AWS 위치와 인접국도의 제설취약구간 사이의 고도차가 10m 이내 인 경우, AWS의 기상정보는 제설작업에 유효하다고 가정하였다. 따라서 AWS 설치 위치와 제설취약구간의 고도 차이가 10m 이내인 경우는 RWIS를 대체하여 AWS 기상정보를 사용할 수 있으므로 설치 고려 대상에서 배제하였다. 따라서 이와 같은 구간은 총 113개 중 13 구간으로 분석되었다.

또한 이미 제설취약구간 내에 RWIS가 설치되어 있는 구간 또한 중복설치문제를 피하기 위해 본 분석절차를 통해 배제하였다. 제설취약구간 중 RWIS가 설치되어

있는 지점을 나타내기 위해 ArcGIS를 이용하여 RWIS 위치에 인접한 제설취약구간을 탐색하였다. 이러한 분석을 통해 현재 총 12 제설취약구간에 RWIS가 있는 것으로 분석되었다. 따라서 고도차가 10m 이내이거나, RWIS와 인접하여 있는 제설취약구간을 GIS 지도에 표출하면 Fig. 5와 같다.

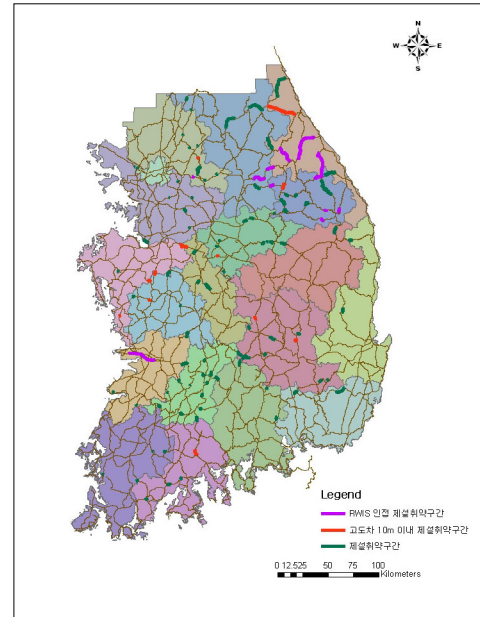


Fig. 5 GIS Map that Satisfies the Above Two Conditions

현재까지 GIS 분석을 통해 도출된 구간들을 제외하 나머지 구간은 총 88개 구간으로 이는 RWIS가 설치에 필요한 제설취약구간 후보군(candidate)에 속한다고 볼 수 있다. 따라서 비용-효과적인 설치를 위해 RWIS 설치의 우선순위를 선정하기 위해 고려요인에 대한 가중치를 계산하였다. 필수 고려 요인은 전문가 설문을 통해 선정되었으며, 각각의 선정요인은 다음과 같다.

- 제설취약구간 내 CCTV 설치 유무 : CCTV는 교통소통정보 확인이 주목적이며, 정확한 기상상태를 파악하기 어려움(특히, 밤 시간에는 확인이 어려움)
- 동절기 교통사고 발생건수 : 동절기 미끄럼 사고 발생의 빈도는 그 구간의 기상상태와 연관이 있기 때문에 도로기상정보의 수집이 필수적임
- 연평균일일교통량 : 이용자가 많은 구간에 도로 기상정보 수집 및 제공은 필수적임

표출된 GIS 지도에 대해 전문가 집단의 설문조사를 통해 각 가중치를 산출하도록 한다. 3가지 평가요소 (제설취약구간 내 CCTV설치 유무, 동절기 교통사고 발생

건수, AADT 자료)에 대한 가중치를 산정하기 위해, 10 명의 도로제설 및 기상업무 관련 전문 담당자를 대상으로 Fig. 6과 같이 AHP 분석을 수행하였다.

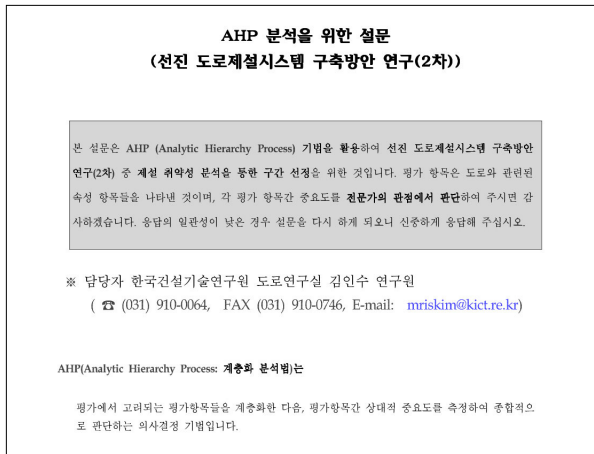


Fig. 6 AHP Survey

Fig. 7과 같이 각 평가요소에 대한 계층화를 수행한 후, 쌍대비교를 반영한 설문조사를 수행하였다.

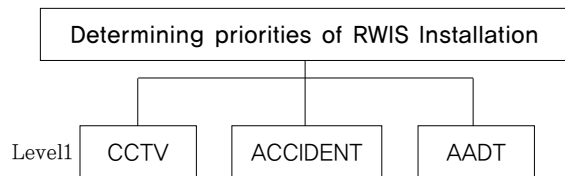


Fig. 7 AHP Hierarhcy

설문조사 결과 AADT가 64%로 가장 중요한 속성 값으로 나타났다. 각 항목들의 쌍대비교행렬 결과는 다음 Table 4와 같이 산출되었다.

Table 4. Pair-Wise Matrix

	AADT	Accident	CCTV
AADT	1	3	7
Accident	1/3	1	3
CCTV	1/7	1/3	1

분석과정을 통해 산출된 AHP 분석 결과는 Table 5와 같이 AADT, 동절기 교통사고, CCTV 순으로 중요한 것으로 나타났다.

Table 5. AHP Analysis

Contents	Results
AADT	0.669
ACCIDENT	0.243
CCTV	0.088

또한 일관성 지수 및 일관성 비율 값을 도출하였으며, 이는 0.1 이하면 일관성이 있다고 판단한다. 다음 Table 6과 같이 각 계층의 값들이 0.1보다 작으므로 일관성이 있다고 할 수 있다.

Table 6. Consistency Analysis

Contents	Results
CI	0,0035
CR	0,006

3.5. 대상 제설취약구간의 RWIS 설치 구간 선정

앞에서 도출한 각 항목들의 가중치를 가지고, Table 7과 같이 선정된 제설취약구간의 속성 값에 반영하도록 한다. CCTV의 경우는 제설취약구간의 인근 CCTV 개수(대), AADT의 경우는 연평균일 교통량(대/일), 동절기 교통사고의 경우 사고 건수(건)을 나타낸다. 각각 구간별 분포값은 CCTV는 0~3대, AADT는 862~74,920(대/일), 교통사고는 0~1건으로 나타났다.

Table 7. Example of Properties by Vulnerable Roadway Section by Snow Removal

Office	Section	CCTV	AADT	ACCIDENT
A OFFICE	a	0	2,736	0
	b	1	2,128	0
	c	0	2,736	0
	d	0	7,637	0
	e	0	13,178	1
	f	0	13,178	0
	g	0	2,425	1
	h	0	3,698	0
	i	0	2,364	0
	j	0	1,420	0
.
.
.
.
.

앞에서 도출한 CCTV설치여부, AADT, 동절기 교통사고의 현황치는 크기 및 단위가 다르므로, 객관적 비교를 용이하게 하기 위해 각 분석의 정규화(표준정규분포화)를 수행하였다. 이는 평균값과 표준편차를 활용하여 정규화를 수행한 것으로, 관찰 값들이 평균값보다 높은 경우는 ‘+’의 값이 나타나고, 평균값보다 낮은 경우에는 ‘-’의 값이 나타나는 것을 의미한다.

계산된 제설취약구간 현황의 정규화 값에 다음 Eq. (1)과 같이 항목별 가중치를 반영하여 도출된 값은 각 항목별 결과 값의 합에 따라 순위를 산정할 수 있으며 Table 8과 같다.

$$RWIS\ Factor = \sum_{i=1}^n (Z_{ij} \times \omega_i)$$

$$Here, Z_{ij} = \left(\frac{X_j - \mu_i}{\sigma_i} \right) \quad (1)$$

- i : Evaluation Contents
- j : Vulnerable Roadway Section for Snow Removal
- Z : Normalization, ω : AHP Weight
- X : Observed Value
- σ : Standard Deviation

Table 8. Final Results

Area	line	rank	Area	line	rank	Area	line	rank
Metro	48	1	Metro	47	31	Young	31	61
Metro	48		Honam	2	32	Young	20	62
Honam	22	3	Honam	2	33	Young	20	63
Metro	43	4	Honam	19	34	Gangwon	42	64
Metro	6	5	Young	5	35	Gangwon	42	65
Metro	3	6	Gangwon	38	36	Honam	24	66
Chung	36	7	Chung	45	37	Honam	19	67
Chung	38	8	Young	4	38	Gangwon	31	68
Chung	36	9	Gangwon	46	39	Honam	30	69
Metro	38	10	Young	24	40	Honam	26	70
Metro	42	11	Chung	36	41	Honam	1	71
Gangwon	38	12	Honam	27	42	Gangwon	35	72
Metro	1	13	Metro	37	43	Young	3	73
Metro	46	14	Honam	30	44	Young	3	
Chung	1	15	Young	31	45	Honam	30	75
Metro	38	16	Chung	5	46	Chung	36	76
Honam	17	17	Gangwon	42	47	Chung	36	77
Honam	17		Young	33	48	Chung	36	78
Metro	17	19	Chung	17	49	Chung	36	
Honam	19	20	Honam	17		Young	30	80
Gangwon	31	21	Young	30	51	Young	36	81
Chung	38	22	Honam	19	52	Chung	25	82
Chung	23	23	Young	20	53	Gangwon	31	83
Metro	6	24	Honam	23	54	Honam	26	84
Honam	1	25	Honam	15	55	Young	26	
Honam	26	26	Gangwon	42	56	Honam	30	86
Gangwon	31	27	Gangwon	24	57	Young	30	
Metro	43	28	Metro	47	58	Honam	21	88
Young	4	29	Young	20	59			
Chung	21	30	Honam	23	60			

*Metro = Metropolitan, Chung = Chungcheong Area
 Young = Youngnam Area, Honam = Honam Area
 Gangwon = Gangwon Area

4. 결론

우선순위 도출결과 수도권 내 제설취약구간의 순위가 높은 경우가 많고, 강원권, 충청권, 영남권, 호남권 순으로 나타나는 것을 알 수 있었다. 이는 요소에 따른 가중치에 따라 순위가 나타난 것이며, 가장 높은 가중치가 나타난 AADT의 경우 수도권의 AADT가 가장 크게 나타나게 되어 이것이 반영된 수도권의 순위가 높아진 것으로 판단된다. 또한 동절기 교통사고도 수도권이 가장 많이 발생되어 이 또한 수도권 순위에 영향을 미친 것으로 판단된다. 또한 강원권의 RWIS설치 우선순위가 중간 정도로 나타난 것은 이미 강원권 주요 제설취약구간에 RWIS가 기 설치되어 있어 이 구간들은 제설취약성 분석을 통한 제설취약구간 선정과정에서 이미 제외되었으므로, 상대적으로 순위가 낮아진 것으로 나타났다. 한편, 위의 표에서 순위가 동률을 이루는 구간이 나타나는 데 이는 제설취약구간이 서로 인접해 있으므로 각 구간별 속하는 속성 값이 동일하게 나타나기 때문인 것으로 판단된다.

본 연구에서는 RWIS 설치를 위한 우선순위 선정기법에 대한 연구를 수행하였다. 이 연구결과를 바탕으로 향후 일반국도 상의 RWIS 설치를 위한 우선순위를 마련하였다. 또한, 본 연구는 기상청의 동태예보, AWS 정보에 의존하는 제설작업의 경우 기상청 예보와 실제 도로 기상과의 차이를 전혀 고려하지 않았던 현재 상황을 개선하여 AWS와의 상호보완이 가능하면서 비용을 최소화하는 RWIS의 설치 방법론을 마련하였다는 것에 의의가 있다.

향후 실제 제설취약구간에 RWIS를 설치하여 제설작업을 수행할 시 비용·편익이 얼마나 발생하는지 효과검증을 위한 연구가 필요할 것으로 판단된다. 그리고 제설취약구간에 RWIS 설치를 위한 고려사항으로 음지비율, 강우주기, 적설량 등의 기후와 관련된 변수를 활용하는 연구가 필요하다. 또한 기 RWIS 설치 시 구간 내 고도가 가장 높은 지점이나 터널 앞·뒤 교량, 급커브·급경사 등의 제설취약지점에 RWIS가 설치되고 있는데 이에 대한 최적위치 선정에 대한 분석이 요구된다.

References

Bogren, J., T, Gustavsson: Intelligent transportation systems and support system for winter road maintenance, *Transportation research circular(E-C162)*, 65-71, 2012

FWHA, *Road Weather Information System Environmental Sensor Station Siting Guidelines*, 2006

Minnesota DOT, *Minnesota Snow and Ice Control-Field Handbook*

- for Snowplow Operators*, 2005
- National Emergency Management Agency, *A Guideline for Natural Disaster in Winter*, 2012
- The Korea Expressway Corporation, *Study on Establishing Highway Road Weather Information System*, 2010
- The Korea Expressway Corporation, *Freeway Disaster Management Manual*, 2010
- The Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, *A Guideline for Roadway Snow Removal in South Korea*, 2011
- The Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, *Winter snow road measures*, 2011
- The Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, *Snow Study road system for advanced*, 2012
- Yang et al., *Analysis of Snow Removal Vulnerability through Relationship between Snow Removal Works and Weather Forecasts*, 2012
- www.road.re.kr
- (접수일 : 2012. 10. 10 / 심사일 : 2012. 10. 17 / 심사완료일 : 2012. 11. 27)