

# 능동적 제설작업을 위한 염수분사장치 설치 우선순위 선정

## Prioritization of Anti-Icing Spray System for Active Snow-Removal Works

양충헌 Yang, Choong Heon | 정희원 · 한국건설기술연구원 도로연구소 수석연구원 · 과학기술연합대학교대학원  
교통물류 및 ITS공학과 책임교수 · 교신저자 (E-mail : chyang@kict.re.kr)  
김인수 Kim In Su | 정희원 · 서울특별시 도시교통본부 교통정책과 주무관 (E-mail : mriskim@seoul.go.kr)

### ABSTRACT

**PURPOSES :** This study aims to establish the priority of introducing anti-icing spray system for regions of the National Highways in South Korea. Using this study, a logical plan for instituting such an anti-icing spray system can be established for the National Highways.

**METHODS :** The Analytical Hierarchy Process (AHP) was employed to prioritize the implementation of an anti-icing spray system on Korean highways. For this purpose, an existing scoring table developed by the Ministry of Land, Infrastructure Transport Affairs was slightly modified in order to reflect recent trends in winter maintenance. A survey was conducted to gather the preferences regarding the developed hierarchy of road experts and agencies. Finally, the final score was produced by integrating the scoring results with estimated weights for each evaluation criterion.

**RESULTS :** In general, Honam and the metropolitan areas have relatively high priority while other areas such as Chungcheong, Young Nam, and Gang Won appear to be uniform in importance in terms of establishing an anti-icing spray system. This result may indicate that historical weather data and traffic volumes are significant factors in deciding in winter maintenance policies.

**CONCLUSIONS :** In this study, useful insights are suggested regarding winter maintenance by simultaneously performing rapid snow removal and proactive treatment. Issues of resource allocation may be potential research items in the field transportation engineering.

### Keywords

AHP, Snow Removal, Anti-Icing Spray System, Black Ice

Corresponding Author : Yang, Choong Heon, Senior Researcher  
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, 283,  
Goyangdae-ro, Ilsanseo-gu, Goyang-si, Gyeonggi-do, 10223, Korea  
Tel : +82.31.910.0184 Fax : +82.31.910.0746  
E-mail : chyang@kict.re.kr

International Journal of Highway Engineering

http://www.ksre.or.kr/

ISSN 1738-7159 (print)

ISSN 2287-3678 (Online)

Received Apr. 15, 2015 Revised Jul. 24, 2015 Accepted Jul. 30, 2015

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 배경 및 필요성

동절기 어는 비(Freezing Rain)나 블랙아이스(Black Ice)<sup>1)</sup>는 교통운영·안전측면에서 도로관리자와 이용자 모두에게 위협적인 요소이다. 블랙아이스는 어

는 비에 의해 발생하는 경우가 많은데, 보통 비는 대기 기온이 영상일 때 내리게 된다. 이 때 도로면의 온도가 기온보다 더 낮은 영하 2~3℃까지 낮아지면, 비가 노면에 닿는 순간 얼어버리게 된다. 따라서 표면이 매우 미끄럽고 투명하므로 차량 통행 시 미끄럼에 의한 사고 발생 가능성을 높인다. 특히, 고속도로나 일반국도에서 블랙아이스나 강설 시 미끄럼사고로 인한 사고는 인명피해를 동반한 대형사고로 이어질 수 있어서 이에 대한 사

1) 투명한 얼음이 아스팔트 위를 마치 코팅한 것처럼 덮여 있어 운전자 육안으로 관측하기 어려운 현상

전예보와 사고 예방을 위한 제반 시설의 운영 등 대비책이 반드시 필요하다. 동절기 가장 기온이 낮은 새벽, 아침 출근 시간대에 교량, 도시부 고가도로, 터널 출입부, 안개갓은도로, 음지구간도로는 사전적 대응이 필수적이다. 그러나 현실적으로 이러한 구간에 제설기(예: 제설삽날을 부착하고 살포기를 후면에 장착한 차량)의 적절한 투입은 교통상황에 의존하는 경우가 많고, 적시적소에 제설작업이 이루어지지 못하는 경우가 발생할 수 있다. 이를 보완하기 위해 오래전부터 국내·외적으로 염수분사시설을 도입하여 운영하고 있다.

염수분사시설은 강설로 인한 도로적설 또는 노면결빙 상태를 감지하여 자동 또는 수동으로 적정량의 염수를 도로에 분사하는데 사용되는 대표적인 설비이다. 분사 방식에 따라 자동분사방식과 원격조정분사방식으로 구분되며, 현재 고속도로에는 485개(2014년 기준)의 시설이 운영되고 있다. 염수분사시설은 주로 낮과 밤의 기온변화가 크고 습도가 높은 지점, 예를 들어 터널 입·출입부, 교량, 음지구간 등에 대해 선제적인 제설작업을 수행하여 전체적인 제설작업의 효과를 극대화하는데 사용된다. 또한, 예기치 못한 강설 시, 교통 지·정체로 인

해 제설작업 차량이 제설작업 현장에 신속하게 접근하기 어려운 경우에 효과적인 것으로 알려져 있다.

일반적인 제설작업의 절차는 우선 도로관리기관마다 동절기 시작 전에 그 동안의 이력자료와 기상예측정보를 바탕으로 제설장비, 제설자재, 인력 배치에 대한 사전 계획을 수립한다. 동절기 대책기간 동안에 실제 강설이 발생하면 제설삽날 및 제설제 살포기 등을 활용한 기계적 제설을 수행한다. 그러나 앞서 언급하였듯이, 이러한 방법은 어느 비에 따른 블랙아이스에 대처하기에는 아주 효과적인 방법이라고 단정하기 어렵다. 최근 들어 사전살포의 중요성이 강조되고 있다. 세계적인 추세를 살펴봐도 동절기 설해에 대처하기 위해 강설 시 제설작업이라는 소극적인(Passive) 대응을 넘어 보다 적극적인(Active)이고 사전예방적인(Proactive)인 방향으로 정책·기술개발 등이 진행되고 있다. 고속도로나 일반국도 등 주요 국가 간선망 중 지형적 특성과 도로기하구조 특성 등을 고려해서 보다 선제적인 방법으로 제설작업을 수행함으로써 전체적인 제설비용절감은 물론 최대 효과를 거둘 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 일반국도를 대상으로 염수분사장치 설치 시 고려해야 할 다양한 기준을 우선적으로 검토하고, 이를 바탕으로 도로관리자 및 도로전문가의 설문조사에 근거하여 설치 우선순위를 제시한다.

## 2. 문헌 고찰

### 2.1. 염화를 사전 살포 효과

미국에서는 염수분사장치를 이용한 사전 살포 프로그램에 대한 매뉴얼도 개발되었다(FHWA, 1996). 이 매뉴얼에는 고속도로에 성공적인 적용을 위한 정보를 제공하고 있으며, 도로관리자들을 대상으로 체계적이고 효율적인 실행 방안에 대한 내용이 포함되어 있다.

실제로 2000년대 초반부터 제설자재 사전살포와 관련된 구체적인 효과평가와 사례연구가 진행되고 있다.

Table 1. Idaho DOT Winter Maintenance Performance Measures (Annual Averages)

	1992 to 1997 (Without anti-icing)	1997 to 2000 (With anti-icing)	Percent reduction
Abrasive quantities	1,929 cubic yards	323 cubic yards	83%
Labor hours	650	248	62%
Num. of crashes	16.2	2.7	83%

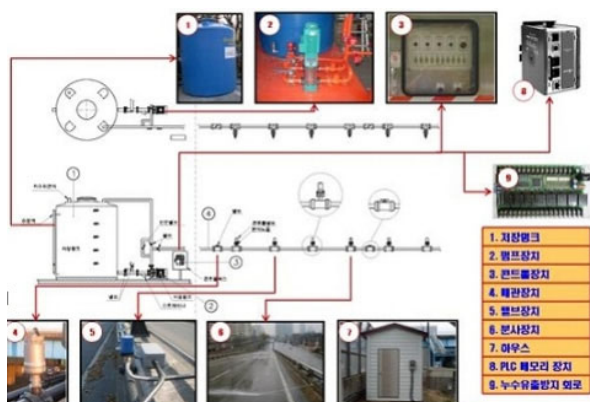


Fig. 1 Conceptual Flow and Operational Example in arterial between Jeong-An IC and Sejong City

Idaho 교통국에서는 1996년부터 US Route 12 노선 약 47km 구간에서 사전살포 프로그램을 운영하여 실질적인 효과평가를 위해 시행 전 5년, 시행 후 3년간의 연간 제설제 사용량, 작업시간, 동절기 교통사고건수를 비교하였다(FHWA, 2003).

비교 결과 생산성은 향상되고 전체적인 제설작업 비용은 절감되어 결과적으로 사전살포 프로그램은 효과가 있다고 판단하였다.

뉴욕교통국에서는 “Just-in-Time Icing”이라는 이름으로 제설제 사전 살포 프로그램이 시행되었다. 이 프로그램 운영을 통해 신속한 제설대응은 물론 제설담당자들의 근무시간을 30% 이상 감소시켰다(NCHRP, 2001). Table 2는 FHWA Winter Maintenance Clearinghouse 문서에 제시된 사전 살포 프로그램에 따른 비용 절감 효과를 나타낸다.

Table 2. Cost Savings Resulting from Anti-icing

Agency	Cost savings
Colorado DOT	Sand use has decreased 55 percent. All costs considered, winter operations now cost \$2,500 per lane mile versus \$5.
Kansas DOT	Saved \$12,700 in labor and materials at one location in the first eight responses using an anti-icing strategy.
Oregon DOT	Reduced costs for snow and ice control from \$96 per lane mile to \$24 per lane mile in freezing rain events.
Washington DOT	Save \$7,000 in labor and chemicals for three test locations.
ICBC (Insurance Corporation of British Columbia)	1. Accident claims reduced 8% on snow days in Kamloops, BC: estimated savings to ICBC \$350,000-\$750,000 in Kamloops. 2. Potential annual savings of up to \$6 million with reduced windshield damage.

## 2.2. 우선순위 선정에 대한 방법

본 연구에서는 최종적인 우선순위 선정에 대해 계층분석법(A analytical Hierarchy Process)을 사용하였다. 이 방법은 1970년대 초 Tomas L. Saaty 교수가 제안한 방법으로, 특정 문제의 의사결정을 위해 계층적 구조(hierarchical structure)를 구성하는 핵심적인 요소들 간의 쌍대비교(pairwise comparison)를 통해 이 방법을 이용하는 사람들의 지식·경험을 수학적 이론으로 반영한 방법론이다. 국내·외 연구에서는 계층분석법을 활용한 연구가 많으며, 특히 도로교통분야에서도 응

용이 활발히 진행되고 있다(Oh and Hong, 2007). 대중교통분야에 적용된 사례로는 시내버스 준공영제 시행에 따른 교통사고 저감 대책 방안에 대한 연구가 있다. 여기서는 계층분석법을 적용하여 최적의 교통사고 저감대책들에 대한 우선순위를 결정하였다(Choi et al., 2011). 동절기 도로관리 분야에서도 도로기상정보시스템(Road Weather Information System) 운영에 필요한 환경센서 설치 우선순위 선정에 활용된 바 있다 (Yang et al., 2012). 또한, 도로장비의 효율성 평가를 위한 연구에서도 계층분석법을 활용하였다(Yang & Kim, 2012). 계층분석법은 정량적·정성적 평가가 동시에 수행될 수 있도록 구성된 방법으로서 척도가 동일하며, 최종 추정된 가중치에 있어서 일관성 검증(Consistency)을 실시하여 결과에 대한 신뢰도를 높인다.

## 2.3. 염수분사장치 설치 시 고려할 기준

염수분사시설의 기본적인 설치대상은 제설취약구간, 터널 입·출입부, 교량구간, 도로선형상 음지구간, 미끄럼 교통사고 발생 다발지역 등으로 선정되고 있다. 염수분사시설을 설치할 때에는 편도 2차로 이하의 경우 갓길분사형이 권장되며, 편도 3차로 이상의 경우는 갓길분사형으로 하도 차로폭을 고려하여 중분대 병행 설치를 고려하도록 되어 있다.



Fig. 2 Roadside Spray Type and Median Spray Type

염수분사시설이 설치된 지점에는 반드시 안내표지를 설치하여 운전자들에게 예고되지 않은 염수분사로 인한



Fig. 3 Traffic Sign for Anti-icing Spray Roadway Section

혼란 및 교통사고를 예방토록 되어 있다.

염수분사시설 설치위치는 담당자의 경험적 판단에 의거하되, 전체설비 설치를 위한 공간 확보가 중요한 것으로 알려져 있다. 일반적으로 염수분사시설 설치를 위해 다음과 같은 조건을 권장하고 있다(Korea Expressway Corporation, 2012).

- 제설취약구간 (오르막·내리막 등의 급경사 및 급커브 구간, 기온변화가 큰 응달 구간, 선정된 대상 구간 내의 터널·교량 입출구부 지점)
- 살포능력은 작동 후 10분 이내 강설량에 따라 40~100ml/m<sup>2</sup>로 함
- 노즐간격은 40±15m(중단경사 고려 간격조정)으로 하나, 현장여건을 고려할 것
- 펌프형식은 고압식과 저압식이 있으며, 고압식은 노즐분사가 10m 이상되도록 압력을 가할 수 있는 방식으로 펌프 1개소의 압력으로 500m 이내 배관된 노즐에서 10m 이상 분사 가능한 능력을 보유할 필요가 있는 반면, 저압식은 갓길 또는 중분대사용으로 중·횡단경사가 높은 구간으로 자연유하가 가능한 곳에 적합함
- 분사각은 상향 2° 이하(횡단경사 고려 각도 조정)로 하며, 상향구배 분사 시 최대 200m 커버할 수 있도록 함

염수분사시설은 연중 제설상황반 및 도로보수원을 활용하여 현장관리체계를 유지하고 유·무선 원격조정을 통한 효과적 운영이 가능토록 하는 것이 좋으며, 특히 염수분사시설의 점검 및 유지·보수는 매우 중요하다. 노즐 막힘 방지를 위해 주기적인 살포 및 청소와 설해 대책기간 종료 후 염수탱크·배관·노즐 등의 염수제거는 반드시 하도록 되어 있다.

### 3. 본론

#### 3.1. 우선순위 선정 기준

염수분사시설 설치가 필요한 모든 구간에 동시에 설치하는 것은 예산상의 제약이 대두될 수 있기 때문에 설치우선순위에 따른 구체적인 계획 수립이 중요할 수 있다. 이를 위해서 원격조정 염수분사설비를 운영할 경우 담당자는 기온·강설 여부 등 기상정보를 지속적으로 모니터링해야 한다. 본 연구에서는 일반국도 내 염수분사시설의 설치 필요구간을 선정하고, 우선순위를 산정하기 위해 국토지방관리청·국토관리사무소로부터 우선적으로 염수분사설비 설치 필요 지점에 대한 기초정보를 수집하였다. Table 3은 국토지방관리청과 국토관리사무소 담당자들을 대상으로 한 설문조사 자료를 나타낸다. 국토교통부에서는 염수분사시설 설치를 위해 Table 4와 같이 자체 기준을 가지고 가점을 부여하는 방식으로 산정하고 있다.

Table 3. Survey Format to Gather Basic Information

OO Regional office	
Route number, Specific location	
Vulnerable roadway section for snow (Yes, No)	
Starting point, Ending point	
Vertical grade (%)	
Expected length	
Number of lanes	
Preferred type	
Number of snowfall days (average 3-year)	
The entry into force of a special weather report number	
Traffic accident (average 3-year)	
Traffic volume (AADT)	
Civil complaint (sum of 3-year)	

염수분사설비 설치는 우선적으로 국토관리사무소나 제설창고 등에서 원거리에 있고 신속한 제설작업이나

Table 4. Evaluation Criteria (MLTM, 2015)

Division	Scoring classification			
	4	3	2	1
Number of snowfall days	over 20 days	19~15 days	14~10 days	Less than 9 days
The entry into force of a special weather report number	over 11 days	10~9 days	8~5 days	Less than 4 days
Traffic accident (average 3-year)	over 10 cases	9~5 cases	4~3 cases	Less than 2 cases
Traffic volume (AADT)	over 20,000	20,000~10,000	10,000~5,000	Less than 5,000
Civil complaint (sum of 3-year)	over 4 cases	3 cases	2 cases	Less than 1 case
Vertical grade (%)	over 6%	65%	5~3%	Less than 3%
Vulnerable roadway section for snow (Yes, No)	-	-	-	If considered

결빙예방이 어려운 곳을 선정하도록 하였다. 제설장비나 인력이 상시 대기하면서 신속하게 제설 및 결빙예방작업이 용이한 구간 및 향후 5년 이내 선형개량 등 공사 예정 구간은 제외하도록 하였다. 기본적으로 국토관리사무소·지방국토관리청에서 판단하여 우선순위를 작성토록 하였다. 지점명 및 시·중점란에는 설치하고자 하는 지점을 쉽게 알 수 있도록 대표적인 지형물 이름으로 작성토록 하였다. 연장란에는 염수분사시설 설치가 필요한 연장으로 하고, 차로수는 편도 차로수를 적시토록 하였다. 설치방안은 설치지점의 특성 등을 고려하여 염수분사 노즐 설치위치를 중분대(상,하), 갓길(상,하), 갓길(상), 갓길(하) 등으로 표시하도록 하였다. 소요예산은 조달단가 및 설치연장 등을 고려하여 제반 설치비용을 적시하고, “강설일수 및 대설특보 발효일수”는 ‘11~12시즌, ‘12~13시즌, ‘13~14시즌 평균으로 작성토록 하였다. “교통사고” 및 “민원건수”는 설치하고자 하는 지점에 적설이나 결빙으로 인한 교통사고 및 민원 발생 건수(2012~2014년 합계)를 기록하도록 하였다. “교통량”은 해당 구간의 2014년도 연평균일교통량을 적시하고, “중단경사”는 설치하고자 하는 지점(구간)의 오르막 또는 내리막 구배를 기록하도록 하였다. 마지막으로 “제설취약구간 여부”는 설치하고자 하는 지점이 현재 매뉴

얼 등에 따라 제설취약구간으로 지정되어 있는지 여부를 기록하도록 하였다. 이렇게 하여 수집된 기초자료를 바탕으로 대상구간에 대한 항목별 가중치를 근거로 평가하고, 최종적으로 점수가 높을수록 높은 우선순위를 부여하고, 도로전문가 및 실무자의 주관적 판단을 가중치로 하여 최종 우선순위를 산정하였다.

### 3.2. AHP를 이용한 가중치 산정

최종 취합된 설치필요구간은 총 37개 구간으로 이는 염수분사시설 설치를 위한 잠정적인 후보군에 속한다고

본 설문은 AHP (Analytic Hierarchy Process) 기법을 활용하여 2015년 도로관리통합시스템 (HMS) 운영 업무대행 중 자동염수분사시설 설치 지점 선정을 위한 것입니다. 평가 항목은 도로와 기상과 관련된 속성 항목들을 나타낸 것이며, 각 평가 항목간 중요도를 전문가의 관점에서 판단하여 주시면 감사하겠습니다. 응답의 일관성이 낮은 경우 설문을 다시 하게 되오니 신중하게 응답해 주십시오.

※ 담당자 한국건설기술연구원 도로연구실 김인수 연구원  
( ☎ (031) 910-0064, FAX (031) 910-0746, E-mail: [mriskim@kict.re.kr](mailto:mriskim@kict.re.kr))

AHP(Analytic Hierarchy Process: 계층화 분석법)는

평가에서 고려되는 평가항목들을 계층화한 다음, 평가항목간 상대적 중요도를 측정하여 종합적으로 판단하는 의사결정 기법입니다.

Fig. 4 AHP Survey

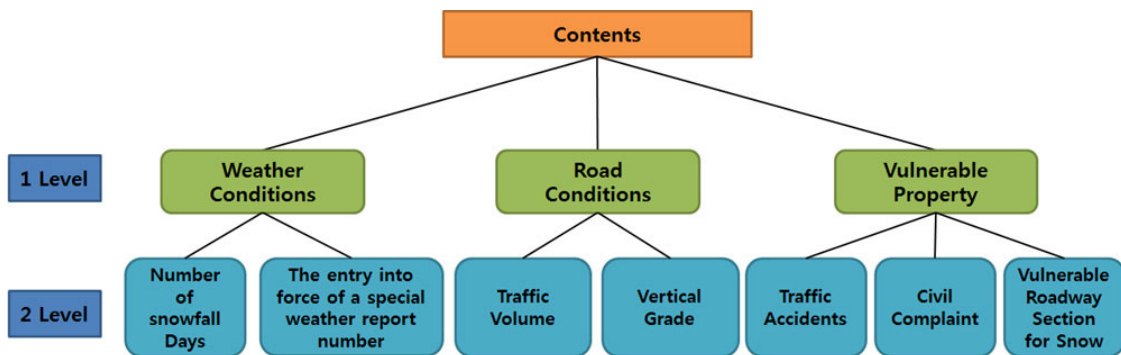


Fig. 5 AHP Hierarchy

Table 5. Survet Example of “A” Regional Office

Office	Route	Expected length	Number of lanes	Preferred type	Number of snowfall days	The entry into force of a special weather report number	Traffic accident	Traffic volume	Civil complaint	Vertical grade (%)	Vulnerable roadway section for snow (Yes, No)
A	a	400m	2	Shoulder (up&down)	22	5	2	21,275	3	5	Yes
	b	400m	2	Shoulder (up&down)	22	5	2	16,844	2	5	Yes
	c	400m	2	Shoulder (up&down)	22	5	2	10,136	3	5	Yes
	d	400m	2	Shoulder (up&down)	22	5	2	2,683	1	5	Yes



볼 수 있다. Table 5는 취합한 설치필요구간의 취합 예시를 나타낸 것이다. 이에 대한 예산상의 제약을 해결하고 비용의 효과적인 설치를 위해 염수분사설비 설치의 우선순위 산정을 위한 가중치를 계산하고자 하였다. Fig. 4와 같이 설문조사를 수행하였으며, 각각의 요인은 Fig. 5와 같이 평가요소에 대한 계층화를 수행한 후 쌍대비교를 반영하고자 하였다.

설문조사 결과 Table 5와 같이 각 계층에 따른 AHP 결과를 나타내었다. 1계층에서는 제설취약성이 가장 높은 가중치가 도출되고 2계층에서는 교통량, 제설취약구간, 강설일수가 높은 가중치로 도출되었다. 또한 일관성 지수 및 일관성 비율 값은 0.1 이하면 일관성이 있다고 판단하는데, 각 계층의 값들이 0.1보다 작으므로 일관성이 있다고 할 수 있다.

### 3.3. 대상 염수분사장치 설치 구간의 우선순위 선정

앞에서 도출한 각 항목들의 가중치를 가지고, Table 6과 같이 수집된 염수분사설비 속성값에 반영하도록 한다. 수집된 염수분사설비 설치 대상구간들의 평균 속성값은 강설일수 21.5일, 특별발효일수 8.4일, 교통사고 7.4건, 교통량 14,068대/일, 민원건수 13.8건, 중단경사 4.3%로 나타났다. 제설취약구간 여부에 관한 경우 유·무를 파악한 것으로 약 38%가 제설취약구간에 해당되었다.

이들의 현황치는 크기 및 단위가 다르므로, 객관적 비교를 용이하기 위해 각 분석의 정규화(표준정규분포화)를 수행하도록 한다. 이는 평균값과 표준편차를 활용하여 정규화를 수행한 것을 의미하며, 측정치들이 평균값보다 높은 경우는 ‘+’의 값이, 이보다 낮은 경우에는

‘-’의 값이 나타난다. 계산된 염수분사설비 속성값의 정규화를 수행한 후 다음 Eq. (1)과 같이 항목별 가중치를 반영하여 도출된 값은 각 항목별 결과 값의 합에 따라 순위를 산정할 수 있으며 Table 7과 같다. 또한 산출된 순위 옆에는 국토교통부의 기존 가점부여방식(MLTM)에 따른 순위도 제시하였다.

우선순위 도출결과 수도권 내 염수분사설비 설치지점이 대체적으로 호남권과 수도권이 우선적으로 배치된 것을 알 수 있고, 충청권, 강원권, 영남권은 고르게 분포되어 있는 것을 알 수 있다. 이는 호남권과 수도권 염수분사설비 구간이 제설취약구간에 해당하는 경우가 많기 때문인 것으로 판단된다. 한편, 결과가 국토교통부의 가점부여방식과 많이 다른 것을 알 수 있는데, 이는 우선순위 산정방법에 있어서 가점부여방식과 계층분석법에 의한 방식이라는 차이가 있고, 가점 방식은 동일 순위가 많이 나타나지만 계층분석법은 좀 더 상세하게 도출할 수 있다는 차별성을 가지고 있다.

$$Anti - Icing Equipment Factor (i) = \sum_{j=1}^n (Z_{ij} \times \omega_i) \quad (1)$$

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

$i$  : Evaluation Contents

$j$  : Ani-Icing Equipment Section

$Z$  : Normalization

$\omega$  : AHP Weight

$X$  : Observed Value

$\sigma$  : Standard Deviation

Table 6. Estimated Weights

Level	Division	Weights	Consistent index	Consistency ratio
1	Vulnerable property	0.669	0.0035	0.006
	Weather condition	0.243		
	Road condition	0.088		
2	Number of snowfall days	0.208	0.051	0.0085
	The entry into force of a special weather report number	0.004		
	Traffic accident (average 3-year)	0.039		
	Traffic volume (AADT)	0.433		
	Civil complaint (sum of 3-year)	0.104		
	Vertical grade (%)	0.004		
	Vulnerable roadway section for snow (Yes, No)	0.208		

Table 7. Final Results

Area	Link	Rank	MLTM	Area	Link	Rank	MLTM
Honam	26	1	1	Metro	42	20	28
Metro	17	2	31	Chung	32	21	9
Metro	43	3	31	Metro	3	22	28
Metro	6	4	21	Gangwon	7	23	9
Metro	6	4	21	Chung	36	24	9
Honam	17	6	9	Honam	1	25	1
Honam	23	7	1	Chung	38	26	21
Youngnam	20	8	17	Honam	17	27	17
Honam	26	9	5	Chung	38	28	25
Honam	19	10	5	Honam	2	29	5
Honam	21	11	9	Chung	38	30	25
Honam	15	12	1	Honam	19	31	9
Honam	30	13	21	Honam	30	32	17
Honam	27	14	9	Metro	3	33	37
Honam	2	15	9	Chung	38	34	31
Honam	2	16	17	Honam	24	35	31
Metro	39	17	28	Honam	30	36	25
Metro	39	18	31	Gangwon	46	37	36
Chung	32	19	5				

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

#### 4. 결론 및 시사점

본 연구에서는 동절기 신속한 제설작업과 사전예방적인 조치에 효율적인 염수분사장치 설치에 관한 우선순위를 산출하였다. 이러한 우선순위가 필요한 이유는 염수분사장치 설치에는 기본적으로 비용이 도로구간 100m당 30~50백만 원 정도 소요되기 때문이며 유지·관리 비용도 해당·연간 백만 원 이상 소요되는 것으로 알려져 있다.

우선순위 도출을 위해 국내 일반국도를 대상으로 염수분사장치 설치 시 고려해야 할 다양한 기준을 우선적으로 검토하였고, 기존 기준표를 근거로 최근 도로제설작업 우선순위에 영향을 미치는 요소들을 추가하였다. 여기에, 도로관리자 및 도로전문가의 평가항목별 선호도를 반영하기 위해 설문지를 작성하였고, AHP 방법에 근거하여 설문조사 결과를 바탕으로 평가항목별 가중치를 산정하였다. 최종적인 우선순위 도출은 가중치와 기준에 따른 점수표를 반영하여 가점부여방식을 보완하였

다. 그 결과 제설취약구간을 가지고 있는 구간들의 가중치가 부여되어 우선적으로 도출할 수 있었으며, 가점부여방식에 비해 보다 상세히 순위를 도출할 수 있었다. 이러한 연구 결과를 바탕으로, 도로관리에 필수적인 장비, 시설에 대한 설치 우선순위를 선정하여 궁극적으로 효율적인 예산 배분은 물론, 효과적인 관리·운영이 가능할 것으로 판단된다.

#### REFERENCE

Canadian Highway Research Program, 2000. Anti-Icing and RWIS Technology in Canada, Technical Brief #20.

Choi, Jaewon, Jung, H., Jang, S., 2011. Development of Decision Making Model of Measures on the Decrease of Traffic Accident Following Implementation of Intra-city Bus by using AHP, Journal of the Korean Society of Civil Engineers, Vol. 31. 679-687.

FHWA, 1996. Manual of Practice for an Effective Anti-Icing Program: A Guide for Highway Winter Maintenance Personnel.

FHWA, 2003. Best Practices for Road Weather Management.

FHWA, Anti-Icing Saves Time and Money, FHWA Publication No.: FHWA-SA-96-045 (CS024).

FHWA, A Preemptive Strike on Ice, FHWA Publication No.: FHWA-SA-96-045 (CS010).

FHWA, Beating Winter Storms to the Punch with an Advance Warning System, FHWA Publication No.: FHWA-SA-96-045 (CS015).

FHWA, Saving Money and the Environment, FHWA Publication No.: FHWA-SA-96-045 (CS092).

Korea Expressway Corporation, 2009. Operational Strategies for Anti-Icing Spray System at Vulnerable Road Section for Snow.

Korea Expressway Corporation, 2012. Improvement of Operational Strategies for Anti-Icing Spray System.

NCHRP, 2001. Benefit/Cost Study of RWIS and Anti-icing Technologies.

Oh, Sangyoung, Hong, H., 2007. Combination of Research Methods for Factor Analysis, Journal of the Korea Contents Association, Vol. 7. 202-210.

Yang, Choongheon, Kim, I., Jeon, W., 2012. A Study of Determining Priorities of RWIS Installation, International Journal of Highway Engineering, Vol. 14. 175-182.

Yang, Choongheon, Kim, I., 2012. Evaluation for Operational Efficiency of Road Management Equipment using Analytical Hierarchy Process, Vol. 14. 157-164.