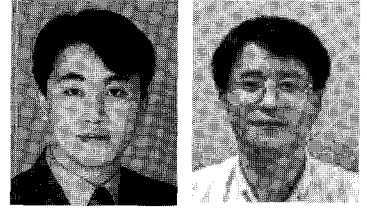


## 상습 결빙구간 도로 안전관리 방안 제언



김영록 | 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 연구원  
정준화 | 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 수석연구원

### 1. 서론

도로에서 상습결빙구간은 일반적으로 일조량이 극히 부족한 구간(음지구간)이거나 일조량이 충분하다 할지라도 지면과 닿아있지 않아서 기온강하로 인해 쉽게 열을 빼앗기는 구간(교량구간, 입체연결로)으로, 결빙이 빈번하게 발생하는 구간으로 정의할 수 있다.

상습결빙구간은 교통사고 발생 가능성 및 치명도 측면에서 일반도로구간보다 상대적으로 높다. 노면이 결빙된 상태에서 운전자가 급제동이나 급격한 핸들조작을 하게 되면 차량이 미끄러지게 되고 그로 인한 사고발생 가능성은 쉽게 예측할 수 있다. 또한 결빙상태는 운전자의 육안으로 쉽게 인지되지 않기 때문에 그 위험성은 더욱 배가된다.

현재 국내의 결빙구간에 대한 안전대책은 교통안전표지(주의표지 115번) 등에 의해 운전자의 주의를 환기시키는 방법(경찰청, 2000), 이외에 추가 임시표지판을 설치하거나 차량방호울타리를 설치하는 방법, 해당 구간에 비상용 토사 등을 비치시키는 방법 등이 적용되고 있다(건설교통부, 2002).

그러나 이는 주로 사고가 빈번하게 발생한 후에

설치되는 경우가 많고 체계적이고 적극적이지 못한 대응방안으로, 국내 동절기 도로관리가 체설작업에 치중되어 결빙구간에 대한 관리가 소홀해진 것도 이러한 상황을 부추기고 있는 원인으로 지적할 수 있다.

최근의 통계에서 보고된 노면상태별 사고발생건수 구성비는 건조(76.8%), 습윤(20.2%), 결빙(1.2%), 적설(1.2%)이었으나, 노면상태별로 발생한 사고에 대한 사망자 비율은 결빙(3.5), 습윤(3.4), 적설(2.8), 건조(2.7)의 순서로 나타나 결빙 도로의 위험도가 높음을 알 수 있다(도로교통안전관리공단, 2004). 또한, 2003년 발생한 전체 사고에 대한 동절기 도로·환경적 요인 중 노면 미끄럼에 의한 사고 비율은 0.5% 정도에 지나지 않는 것으로 보고되고 있어, 치명도는 결빙노면 상태에서 가장 큰 것으로 나타나 이에 대한 안전관리 대책이 필요함을 직접적으로 보여주고 있다.

따라서, 본 연구에서는 위험한 상습결빙구간의 적극적인 안전관리를 위해 문제점과 기술대안을 살펴보고, 적용 가능한 안전관리 기술대안을 체계화하여 이를 등급화하고 도로의 수준을 고려한 안전관리 방안을 제시하였다.

## 2. 상습결빙구간의 문제점 분석과 기술대안

### 2.1 노면결빙 문제점 구조도

상습결빙구간은 교량구간, 읍지구간으로 대별되는데 이 구간에서는 수분의 결빙으로 미끄럼 사고발생 가능성이 높다는 것이다(한국건설기술연구원, 1997).

그림 1은 상습결빙구간에서 수분이 존재하여 발생할 수 있는 문제점 구조도와 이에 따른 대책을 나타낸 것이다.

동절기 도로에서 발생할 수 있는 결빙은 1차적으로 눈, 비, 안개, 서리 등에 의한 수분이 노면에 잔존하게 되고 기온이 강하하면서 발생할 수 있다. 기온이 결빙점 아래로 떨어지게 되는 경우, 노면에 눈이 있으면 압설로, 수분이 있으면 결빙상태가 되고, 마찰력이 저하되어 미끄럼 사고로 이어지게 된다.

따라서, 결빙구간의 문제에 대한 대책은 노면 마찰력을 높여주는 방법, 운전자의 주의를 향상시키는 방법, 결빙요인을 제거 또는 발생을 억제하는 방법, 2차 사고를 방지할 수 있는 방법으로 구분하여 검토해 볼 수 있다.

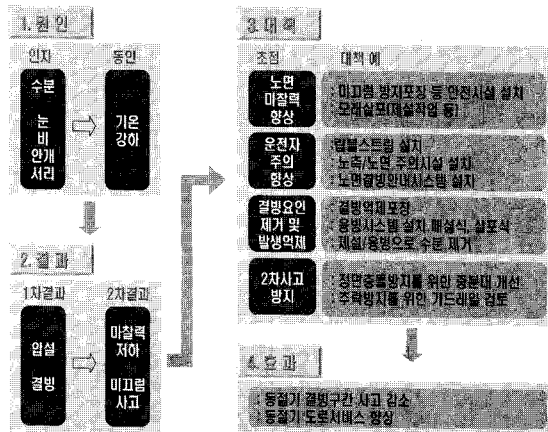


그림 1. 상습결빙구간 문제점 구조도 및 대책

노면 마찰력을 높여주는 방법은 미끄럼 방지포장과 같은 안전시설의 활용과 모래 살포 등의 방법이 있으며, 운전자의 주의를 향상시키는 방법으로는 럼

블스트립과 같이 운전자가 느낄 수 있는 시설을 검토하는 방법과 노면결빙안내시스템과 같은 첨단 시설을 도입하는 방안이 있다. 결빙요인 제거 및 발생 억제 방법으로는 노면의 수분 잔존시간을 최대한 줄여주는 방법과, 결빙을 억제할 수 있는 자동염화물 살포기술이나 노면가열 기술을 활용하는 방안이 있다.

또, 미끄러짐에 의한 2차사고 방지를 위해 중앙분리대를 개선하거나 도로이탈 방지를 위한 가드레일 설치 대안이 있다(FHWA, 1998).

### 2.2 안전관리 기술 대안 설정 및 계통화

#### 가. 안전관리 기술대안 설정

본 절에서는 2.1절에서 살펴 본 상습결빙구간 문제구조에 대한 대책으로 안전관리 기술 대안을 표 1과 같이 설정하였다.

표 1에서 제시된 각각의 안전관리 기술의 내용은 다음과 같다.

#### 1) 도로 및 교통안전표지

운전자에게 정보를 전달하는 기능을 하는 기본적인 안전관리 시설로 각각의 특징(시설 및 유지관리

표 1. 상습결빙구간의 문제점 및 안전관리 기술

문 제 점		안전관리 기술
상습결빙구간 인지	시각적	· 도로 및 교통안전표지, · 도로전광표지 · 시각적 시설 차별화 <sup>주)</sup>
	물리적	· 럼블 스트립
수분 잔존		· 그루빙 시공
결빙 발생		· 자동 염화물 분사장치 · 노면 가열기술
미끄럼 특성		· 미끄럼 방지포장 및 시설
차로이탈, 정면충돌, 2차 추락사고		· 차량방호울타리
현장확인 대응 필요		· 대책반 현장 투입

주)도로전방에 상습결빙구간이 있는 경우, 도로 포장면의 색상이나 중앙분리대의 색상을 타구간과 다르게 하여 운전자에게 주의를 주는 방법

비용 등)과 적용 도로구간의 위험도, 기능 등을 고려하여 도입을 검토해야 한다.

2) 시각/진동을 이용한 정보전달

운전자에게 도로 전방의 상황정보를 전달하는 방법에는 도로 및 교통안전표지 등을 이용하는 것 외에, 운전자가 시각적이고 물리적인 진동을 느낄 수 있도록 하는 방법도 있다.

예를 들어, 도로전방에 상습결빙구간이 있는 경우, 도로포장면의 색상을 달리한다든지, 중앙분리대의 색상을 타 구간과 다르게 하는 방법, 럼블 스트립 설치<sup>1)</sup>(Harwood, 1993) 등의 방법을 적용할 수 있다.

3) 미끄럼 방지 기능을 가진 도로포장

차량의 미끄럼을 방지하기 위하여 미끄럼 방지포장을 활용하는 방법이 있다<sup>2)</sup>. 전면식 미끄럼 방지포장을 할 경우, 포장면 결빙을 방지할 수 있도록 신속한 배수를 위한 시설과 함께 적용하는 것이 그 효과를 극대화 할 수 있다(건설교통부, 2002).

4) 차량방호안전시설(중앙분리대 및 가드레일)

차량의 미끄럼에 의한 사고 및 2차적인 도로이탈 사고를 예방하기 위한 시설로 적합하다. 중앙분리대에 설치되는 시설은 대향차량과의 정면충돌을 적극적으로 방지할 수 있으며, 도로변에 설치되는 시설은 2차적인 차량의 도로이탈 사고를 방지하는 기능을 한다(건설교통부, 2002).

5) 노면결빙안내시스템

실시간으로 도로 및 노면조건 자료를 수집하여 시스템 작동 기준이 되면 자동으로 시스템이 운영되게 되며, 도로표지판과 같은 정보전달 기능은 물론, 경고 기능이 있다. 도로 및 교통안전표지 보다는 상대적으로 운전자의 주의를 쉽게 끌 수 있기 때문이다(FHWA, 2003).

6) 자동 염화물 살포기술/노면 가열기술

- 1) 현재 럼블스트립은 감속유도시설로 분류되어 있으나 물리적 감각을 통한 정보제공 시설로 적용할 경우, 정보제공 및 감속을 유도할 수 있는 효과가 기대된다.
- 2) 현재 상용화 된 미끄럼방지 포장의 수명이 짧아 그 적용을 회피하고 있기 때문에 본 연구에서는 미끄럼 방지 기능을 가진 포장으로 정의한다.

노면결빙안내시스템과 유사하게 일정 작동기준에 의해 자동으로 운영되는 기술이다. 현재 미국 등지에서 활발하게 개발되고 있는 기술이며, 설치사례도 증가하고 있다. 노면 가열기술(Hoppe, 2000)보다는 상대적으로 자동 염화물 살포기술(Kentucky Transportation Center, 2001)이 시공 및 유지관리가 쉬워 선호되고 있다.

7) 신속한 배수를 위한 시설(배수성 포장, 배수로 시공)

결빙을 원천적으로 방지하기 위해서는 노면에 수분이 머무는 시간을 줄이는 것이 가장 효과적인 방법이다. 현재 국내에서도 신속한 배수를 위한 배수성 포장이 개발, 시험시공되고 있는 상황이며, 영동고속도로의 경우 중방향 그루빙 시공에 배수를 용이하게 하기 위하여 일정간격을 두고 진행방향에 대해 사각으로 한 줄씩 그루빙 시공을 한 사례가 있다.

나. 안전관리 기술 계통화

표 2는 상습결빙구간의 문제점에 따라 검토 가능한 안전관리기술(표 1 참조)을 계통화 한 것이다.

표 2. 동절기 교량구간의 안전관리 체계 및 분류

구분	기술 항목	세부 내용	분류 기호
시스템 <sup>1)</sup>	정보 제공	· 다양한 정보제공 기술 (VMS를 이용한 안내 및 경고)	A11
	안전 대책	· 자동화 시스템 이용(살포, 가열, 속도제한) · 대책반 현장 투입(관리청 내부 연락망 이용)	A21 A22
개별 시설	정보 제공	· 전방 상습결빙구간 정보 제공(도로표지판)	B11
		· 시각적·물리적 시설을 이용한 전방 상습결빙구간 정보 제공 (럼블스트립, 색상포장, 중분대 색상적용, 경고등, 차선 차별화 적용)	B12
	안전 대책	· 노면 수분의 신속한 배수 (배수성 포장, 배수로) · 마찰력 향상 대책 (미끄럼방지포장, 그루빙) · 2차사고 방지(차량방호울타리)	B21 B22 B23

주) 센서 등을 통해 자료수집이 필요하며, 이동식과 고정식 시스템을 검토해 볼 수 있다.

크게 자동화 또는 통신망을 이용하는 경우를 시스템 측면으로 구분하고, 이외의 경우는 개별시설 측면으로 구분하였다. 또한 기능별로 운전자에게 주행 도로 전방의 정보를 제공하는 기능과 안전을 확보할 수 있도록 직접적으로 대처하는 기능으로 구분하였으며, 분류를 용이하게 하기 위하여 기호로 표시하였다. 시스템 측면의 안전관리 대책은 주로 자료 수집, 분석, 상황판단, 정보제공 및 대책 등의 과정을 거치게 된다.

### 3. 안전관리기술 적용 절차 및 기준 정립

#### 3.1 안전관리 기술 적용 절차

동절기 교량구간의 안전관리를 위해 그림 2와 같이 안전관리 적용절차를 정립하였다.

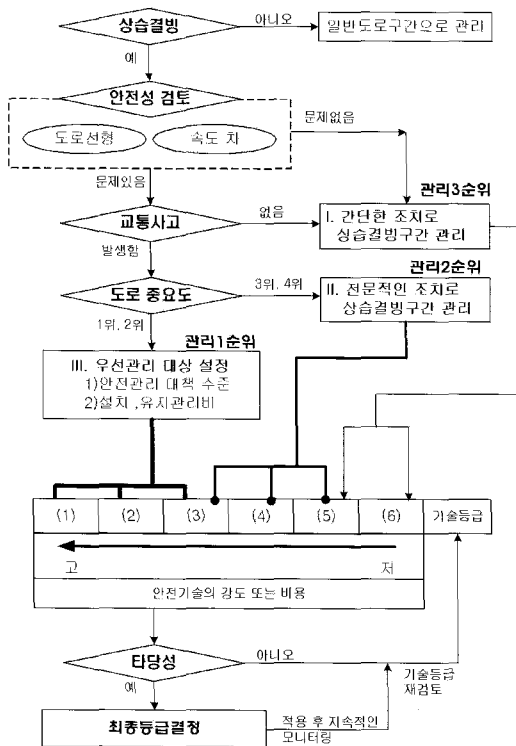


그림 2. 안전관리 기준 정립 및 적용절차

먼저, 해당 도로의 상습결빙 발생 여부를 검토한 뒤, 안전성을 검토하여 교통사고 유무 및 해당 도로의 기능적 중요도를 고려하여 단계별로 세 가지 관리 순위를 제시하였다.

관리 순위별로 적용할 수 있는 기술 등급은 개념만 나타낸 것으로 안전기술의 강도 또는 비용측면을 기준으로 분류될 수 있으며 각 관리 순위는 기술 등급 3개씩을 포함하고 있다.

상습결빙구간이기는 하지만 안전성에 문제가 없는 경우와 교통사고가 발생하지 않았던 구간은 관리 3 순위로, 안전성에 문제가 있으면서 교통사고가 발생했던 구간은 도로의 기능적 중요도 검토를 거쳐 관리 수준을 결정하게 된다.

기술 등급은 그림 3과 같이 여섯 가지로 구분하여 설정하였으며, 한 단계씩 올라갈수록 하위등급의 기술을 모두 포함하여 적용하면 된다.

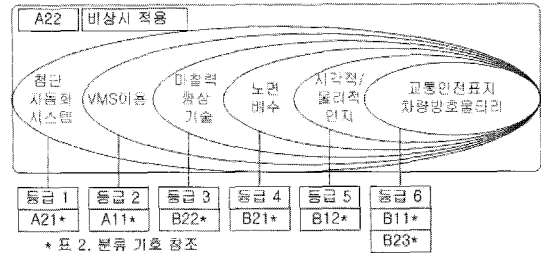


그림 3. 안전기술의 등급분류

현재 기술 등급 6의 교통안전표지와 차량 방호울타리는 이미 적용되고 있는 안전관리 기술이며 대부분 현장에 적용되고 있다.

A22는 대책반을 현장에 직접 투입하는 것으로 비상 상황 등이 발생하는 경우에 적용하는 기술등급으로 분류하였다.

#### 3.2 안전관리 기술 적용기준 정립

##### 가. 상습결빙구간 판단

국내의 경우 도로관리청은 상습결빙구간을 분류함에 있어 명확한 기준을 갖고 있지는 않다. 대체로 업

무 담당 부서(주로 사고처리 담당 경찰, 도로관리청 담당자 등)의 판단 등으로 상습결빙구간이 지정되고 있다. 따라서 현재까지는 상습결빙구간으로 지정·관리되고 있는 구간을 참고하는 것이 가장 현실적이라고 판단된다.

나. 안전성 검토

1) 안전관리 기술 적용구간

결빙에 대한 가능성을 감안하여 상습결빙구간이 곡선의 형태를 보이거나, 직선이더라도 진입부가 곡선의 기하구조를 가지는 도로구간을 대상으로 안전관리 기준을 적용한다(그림 4 참조).

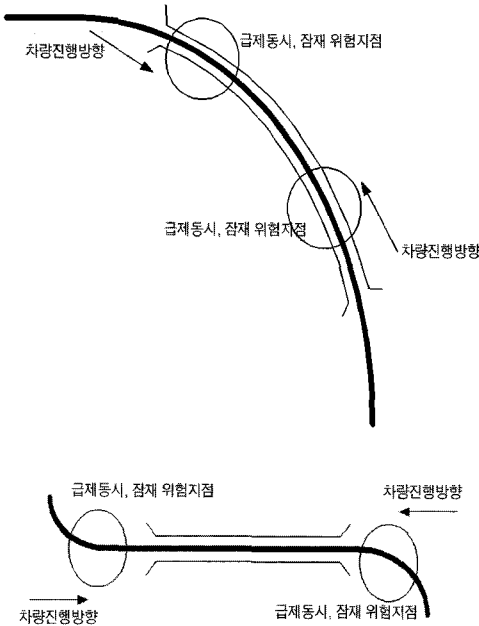


그림 4. 안전관리대상 상습결빙구간 기하구조

2) 속도 차

도로의 안전성을 평가할 수 있는 기준으로는 연속되는 두 구간의 속도 차, 해당 구간의 시거, 에너지 차이, 연속되는 두 구간의 곡선반경 변화 비 등이 있으나, 본 연구에서는 현장 적용성 등을 고려하여 연속되는 두 구간 - 상습결빙구간과 일반구간의 속도 차를 안전성 검토 과정의 두 번째 기준으로 설정하였다.

표 3은 안전관리 기술 적용을 위한 속도차 기준을 정하기 위해 조사된 대상지점 현황이다. 조사는 노면이 얼지 않은 10월 낮 동안에 수행하였는데, 대상구간의 속도 특성이 폭설시를 제외하면 동절기에도 크게 다르지 않을 것이라는 판단에서이다.

표 3. 교통류 현장조사 대상지점

국도 번호	구간	교량명	교량 (연장/폭)	교량선형 (전+교량+후)	교량 아래
3	전곡~동두천간	초성교	307/20	직선+곡선+곡선	하천
37	파주~연천간	통일고가교	180.2/19.5	직선+곡선+직선	도로
37	파주~연천간	울곡3교	100.2/21	직선+곡선+직선	도로

주) 세 구간의 차로수는 4차로, 제한속도는 80km/h임.

이 대상 구간의 교통특성을 조사하여 지점별로 평균속도와 표준편차를 비교한 결과를 보면, 대체적으로 80~100km/h의 속도범위 내에서 교량 진입 전 지점과 비교하여 상대적으로 교량구간이나 교량 진출부 지점의 속도가 5~8km/h 낮게 나타났고, 교량 진출부 또는 교량 진출 후 지점에서 속도를 회복하는 것으로 나타났다(그림 5 참조).

속도 표준편차는 통일고가교가 가장 높아 교통류가 불안정하다는 것을 알 수 있으며, 초성교와 울곡

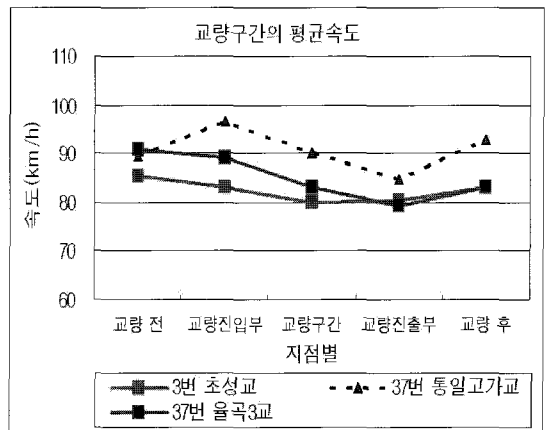


그림 5. 교량구간의 평균속도

표 4. 지점별 평균속도와 표준편차 비교

구 분	교량전	교량			교량후	
		교량 진입부	교량 구간	교량 진출부		
초성교	속도 (km/시)	85.3	82.8	79.9	80.2	83.1
	표준 편차	13.2	12.1	12.0	12.7	12.8
통일 고가교	속도 (km/시)	89.5	96.6	90.2	84.5	92.6
	표준 편차	12.2	12.8	14.0	12.4	11.4
울곡3교	속도 (km/시)	90.9	89.2	82.9	79.4	83.0
	표준 편차	12.4	11.4	10.5	11.9	12.3

3교는 교량구간에서의 표준편차가 가장 낮아 안정화되어 있음을 알 수 있다(표 4 참조). 앞의 경우는 시거제한 등으로 운전애 장애를 받은 결과를, 뒤의 경우는 그러한 장애요인이 적어 운전자가 쉽게 적응할 수 있는 형태로 구성되어 있기 때문으로 풀이된다.

전체적으로 교량구간은 일반구간에 비해 상대적으로 낮은 속도를 보이는 것으로 나타났으며, 속도 표준편차도 교량구간이 높아 일반구간보다 불안정한 교통류 특성을 보이는 것으로 분석된다. 다만, 교량구간의 기하구조가 양호한 조건을 가지게 되면 속도 표준편차는 오히려 낮은 값을 보이며 교통류가 안정화된다. 이는 일반구간에서 진입한 고속의 차량이 교량구간의 기하구조에 영향을 받아 교통류가 균질화되기 때문인 것으로 풀이된다.

결과적으로 비동절기에 조사된 일반구간과 교량구간의 속도 차이는 약 7km/h로 나타났으며 이는 교량구간의 도로조건에 의한 영향으로 보여진다. 따라서, 동절기의 교량노면 조건을 고려하여 속도차 10km/h를 안전성 판단 기준으로 제시한다.

다. 교통사고 발생빈도

기하구조상의 안전에 문제가 있다고 판단된 구간

은 교통사고 발생 이력을 검토해야 한다. 현재 교통사고 발생빈도와 관련된 기준은 표 5와 같이 '교통사고 잦은 곳 개선사업'에서 이용하고 있는 '교통사고 잦은 곳 선정기준'이 있다.

표 5. 사고 잦은곳 선정 기준

구 분	연간 인피사고 건수
시·도 지역	특별시 : 10건 이상 광역시 : 7건 이상 일반시 : 5건 이상
시·도의 지역	3건 이상

이 기준은 도로구간 및 교차로에서 발생한 인명피해 사고 건수를 누적하여 정하고 있다.

그러나, 본 연구는 상습결빙구간의 결빙문제를 대상으로 하고 있기 때문에 이와 관련된 교통사고를 기준으로 할 경우 관련 교통사고의 치명도와 노출빈도를 고려하여 시도 외 지역은 1건 이상, 시도 지역은 2~3건 이상을 기준으로 적용하는 것이 적절하다고 판단된다.

라. 도로의 기능적 중요도

안전문제와 관련하여 도로의 중요도를 결정하는 것은 쉽지 않다. 도로의 교통량 등도 함께 고려되어야 하지만 상대적으로 교통량이 적어도 위험한 구간에는 안전관리 대책이 반드시 필요할 수 있기 때문이다.

본 연구에서는 강원의(2001)가 제시한 연구결과(표 6 참조)를 바탕으로, 도로의 기능적 중요도를 정

표 6. 일반국도 기능별 설계기준(안)

구 분		주간선 도로 I	주간선 도로 II	보조간선 도로
설계속도 (km/h)	평 지	80	80	70
	산 지	60	60	50
목표 통행속도 <sup>1)</sup> (km/h)	평 지	80	70	60
	산 지	60	50	50

주) 서비스수준 B 이상에서 평균 주행속도의 목표치

하였는데, 그 구간은 해당 도로의 실제 통행속도 조사결과를 이용하는 방법이다.

표 6의 목표 통행속도를 기본 속도로 설정하여 표 7과 같이 도로의 기능적 중요도를 1위부터 4위까지 설정하였다.

표 7. 도로의 기능적 중요도

구 분		주간선도로Ⅰ	주간선도로Ⅱ	보조간선도로
통행 속도 (km/h)	평 지	1위	2위	3위
		80 이상	70~79	60~69
	산 지	3위	4위	4위
		60~69	50~59	50~59

마. 타당성 검토

앞서 설정한 안전관리 기술 적용절차에 따라 관리 순위가 결정되면, 각 관리순위 내에 적용 가능한 몇 가지 기술등급에 대하여 타당성을 검토하는 과정을 거쳐 최종적으로 적용할 기술등급을 결정하면 된다.

예를 들어, 관리 2순위에 해당하는 상습결빙구간에 적용 가능한 기술등급은 3, 4, 5등급이며 해당 도로의 주변 지형여건이나 안전기술의 강도, 기존 설치된 안전시설 현황, 예산 등에 대한 종합적인 검토를 거쳐 최종적으로 적용할 등급을 결정하면 된다.

3.3 안전관리 기술 등급 적용방법

그림 2와 그림 3을 살펴보면, 관리 1순위에서 선택할 수 있는 기술등급은 1, 2, 3등급, 관리 2순위에서 선택할 수 있는 기술등급은 3, 4, 5등급, 관리 3순위에서 선택할 수 있는 등급은 5, 6등급으로 되어 있다. 전술한 바와 같이, 해당 도로의 주변 지형여건과 안전시설 설치현황, 안전기술의 강도, 예산 등의 범위 내에서 적절한 기술등급을 설정하여 적용하면 문제가 없으나, 실제로는 제시된 2~3개의 기술등급 중, 어떤 것을 선택해야 하는 지는 여전히 쉽지 않은 문제이다.

따라서, 본 연구에서는 각 관리순위에서 결정할 수 있는 등급의 최하위 기술등급을 먼저 선정하는 것을 권고한다. 최하위 기술등급을 적용한 후, 지속적인 모니터링으로 경제성(비용/효과 분석) 등을 감안하여 상황에 따라 기술등급을 상향 조정하면 된다.

예를 들어, 관리 1순위에 해당하는 구간으로 판정 되면 최초 기술등급 3을 적용한 후, 사고발생 빈도가 잦거나 많아지게 되면 등급을 1단계 높여서 적용하고 그 이후에도 사고가 지속적으로 발생한다면 다시 1단계를 높여 적용하는 식이다.

4. 결론 및 제언

본 연구를 통해 국내 상습결빙구간에 대한 안전관리 대책 수립절차를 그림 2에, 그에 따른 적용 기술 등급 및 종류를 그림 3에 각각 제시하였다.

연구결과를 정리하면 다음과 같다.

- 상습결빙구간과 상습결빙구간 진입 전의 도로선형 조건이 관리대상 구간인지를 판단하고, 두 구간의 속도차이로 위험성을 판단한다.
  - 교통사고 발생 기록을 조사한 후, 도로의 기능에 따라 관리순위를 결정한다. 설정된 관리순위에 제시된 적용 가능한 기술등급 중에 타당성 있는 기술을 상습결빙구간에 적용하면 된다.
  - 최종적으로 해당 구간의 주변 지형여건, 적용할 안전기술의 강도나 기존 설치된 안전시설 현황, 예산 등에 대한 종합적인 검토를 거쳐 적정 기술 등급을 설정하여 안전관리 기술을 적용하면 된다.
  - 안전관리 기술이 적용된 후에도 지속적인 모니터링을 통해 경제성(비용/효과분석) 등을 감안, 적용할 안전관리 기술을 재조정하면 된다.
- 향후, 진행되어야 할 연구는 다음과 같다.

- 동절기 도로의 기능적 중요도 결정기준 : 강설 및 결빙으로 인한 경제적 활동 제약 측면
- 첨단 교통체계와 연계 가능한 효과적인 안전기술 개발

최근 도로의 결빙구간에서 발생하는 사고에 대해 국가(도로관리청)의 배상책임을 20%까지 인정한 사례가 있었던 만큼, 국가에서는 책임 있고 적극적인 상습결빙구간 안전관리대책을 수립·시행해야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 건설핵심기술연구개발사업의 연구비지원(과제번호 A03-03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 강원의(2001), 일반국도의 수행기능 분석에 의한 적정 설계기준 연구, 대한교통학회지 제19권 제1호.
2. 건설교통부(2002), 도로안전시설 설치 및 관리지침.
3. 경찰청(2000), 교통안전시설 실무편람.

4. 도로교통안전관리공단(2004), 교통사고 통계분석.
5. 동아일보(2005년 2월 14일자).
6. 한국건설기술연구원(1997), 번역서, 신 개정판 -노면의 미끄럼 : 도로·활주로·상면.
7. Edward J. Hoppe(2000), Evaluation of Virginia's First Heated Bridge - Final Report, Virginia, Transportation Research Council.
8. FHWA(1998), Improving Highway Safety at Bridges on Local Roads and Streets.
9. FHWA(2003), Best Practices for Road Weather Management, version 2. (<http://www.itsdocs.fhwa.dot.gov>)
10. D. W. Harwood(1993), Use of Rumble Strips to Enhance Safety.
11. Kentucky Transportation Center(2001), Evaluation of Automated Bridge Deck Anti-Icing System, University of Kentucky.

**학회지 광고접수 안내**

본 학회지에 게재할 광고를 모집합니다. 우리 학회지는 계간으로 매회 1,800부를 발간하여 회원과 건설관련 기관에 배포하고 있습니다. 회사 영업신장과 이미지 제고를 원하시는 업체는 우리 학회지를 이용하시기 바랍니다.

광고료 : 표2·표3·표4(300만원)  
간 지(200만원)

※ 상기금액은 연간(4회)광고료임.

사단법인 **한국도로학회**

전화 (02) 3272-1992 전송 (02)3272-1994