

2-11 저 토피고 BOX 설치구간 동결에 따른 포장용기 방지 방안

방 침

설계처-3370

(‘06. 12. 19)

1. 검토배경

’05. 12 서해안고속도로 구간의 폭설 및 한파(寒波)로 低 토피부 BOX 설치 구간에 동결로 인한 포장용기 및 균열이 발생.

2. 피해발생현황

가. 피해보고지역

- 발생구간 : 호남지역본부 부안·함평·전주시사 관내 서해안고속도로구간

○ 피해현황

구 분	피해개소/구간	파 손 형 태	토피고(m)	비 고
계	21개소/34km	포장용기 및 균열발생	0.9 ~ 2.25	
부안지사	13개소/19km	◦포장용기(0.8 ~ 5.0cm) ◦포장용기(3.0 ~ 4.46cm) 및 균열	0.9 ~ 2.25	암거구간
함평지사	7개소/15km	포장용기(0.5 ~ 2.0cm)	1.0 ~ 1.40	
전주시사	1개소/정읍TG	포장용기(6.0cm) 및 균열	0.9	

※ 피해발생 위치 대부분 직선구간임 : 곡선부 1개소

나. 유사피해 발생조사구간

구 분	피해개소	파손형태	발생시기	토피고(m)	비 고
계	7개소	포장용기 및 균열		0.6 ~ 1.30	
충청본부	4개소(논산보령지사)	포 장 용 기 (0 . 5 ~ 2.5cm) 및 균열	’06. 1	0.8 ~ 1.30	암거구간
경기본부	1개소(시흥지사)	포장용기(2.5cm)	’06. 3	1.11	
경남본부	2개소(산청지사)	포장용기 및 균열	’05. 12	0.6 ~ 0.7	

※ 각 지역본부 조사결과 자료.

3. 원인분석

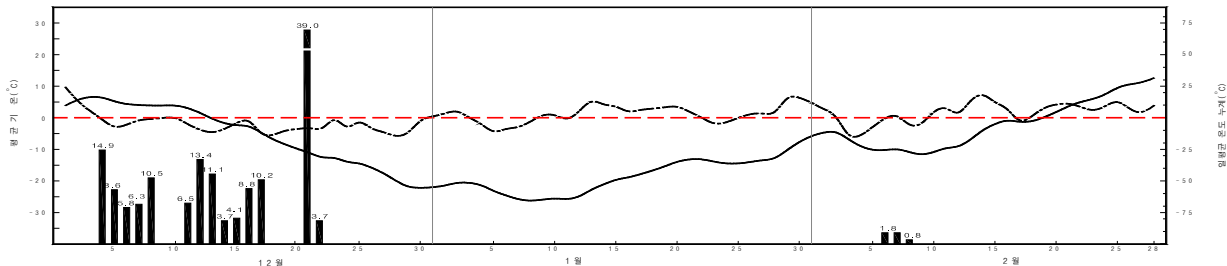
가. 기후조건 검토

1) 동결기간 및 동결지수

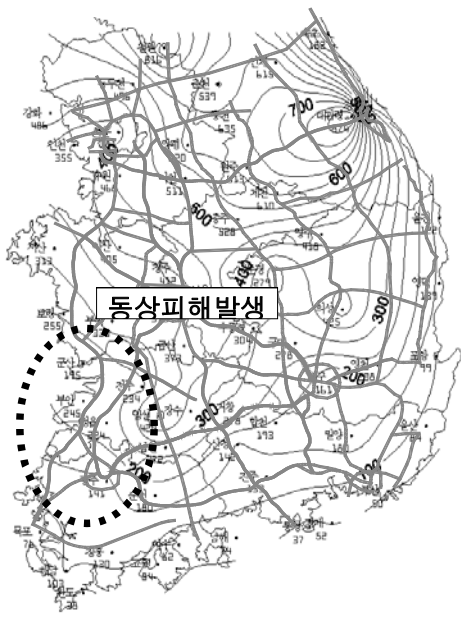
피해가 발생한 시기의 기후여건이 일반적인 경우에 비하여 큰 차이가 없음

2) 적설량

피해지역 인근(군산, 부안, 광주)측후소 자료분석결과 적설량(수분공급)이 많았던 것으로 분석됨

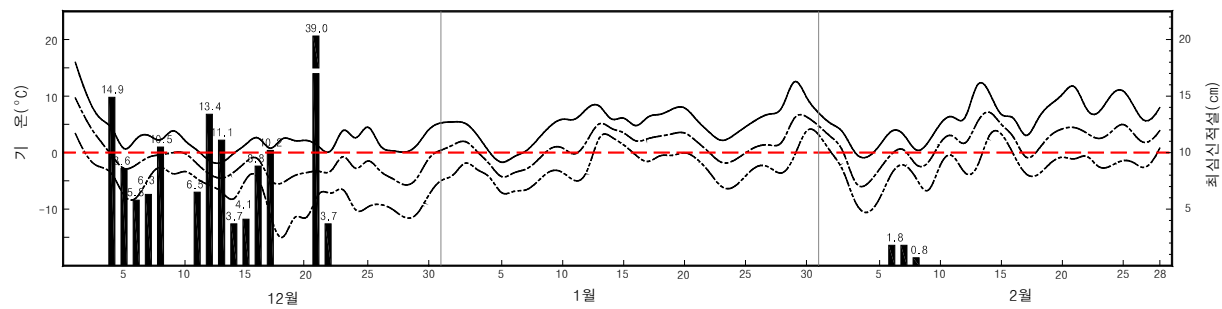


【 피해구간의 인접 측후소 자료조사 결과 】



구분	피해발생시기 (’05.12 ~ ’06.2)		지역별동결지수선도 (30년 관측자료)	
	동결 지수	동결 기간(일)	동결 지수	동결 기간(일)
군산	110	36	194.9	61
부안	81	35	244.7	61
광주	42	28	141.4	55

※동결지수 : 대기온도 강도와 지속기간의 누가
영향(시간곡선상의 최고점과 최저점 차이)



※ 막대그래프 : 적설량(cm) 부안지역(’05.12 ~ ’06.2) 자료

나. 토질조건 검토

- 1) 피해구간의 노상토는 40% 이상의 점토를 함유, 0.5cm/hr 이하의 투수속도를 가진 토양으로 분석.

☞ 성토재에 의한 하부층 배수능력 저하 및 체류수 동결도 포장동결 원인중 하나로 작용했을 것으로 추정됨.

1차로	통 로
2차로	암 거
갓 길	

시료채취위치

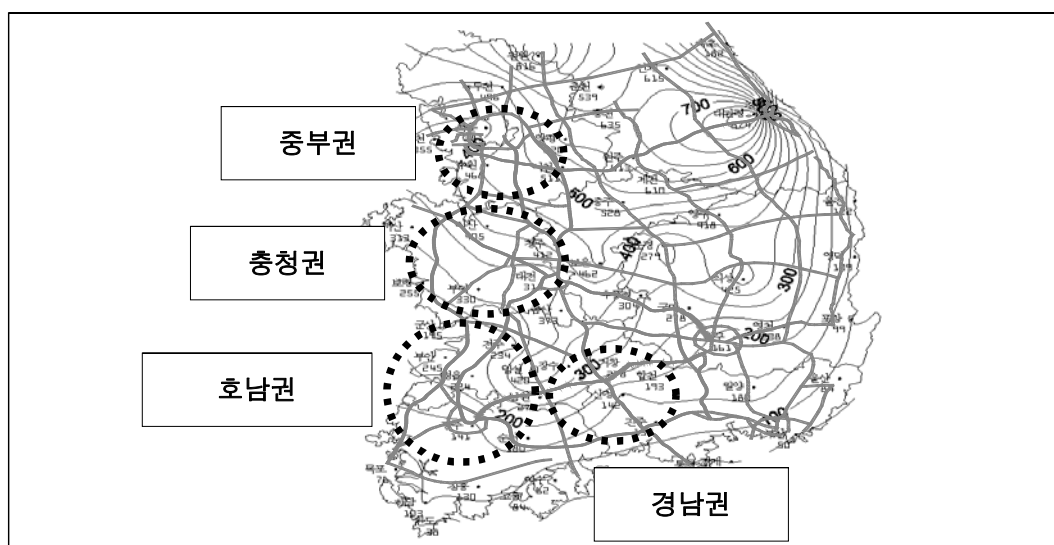


※ ’06. 9. 7 도로교통기술원 · 설계처 현장조사 시행

- 2) 성토재료도 동결에 영향은 미치나, 유사한 도로조건(토피고)을 가진 구간에서는 동결발생 가능성이 동일하여 근본적인 대책수립 필요.

다. 피해지역 분석

- 1) 피해발생구간 현황도



- 2) 포장동결 피해는 강원도, 경상북도, 전라도 일부지역을 제외한 전지역에서 발생

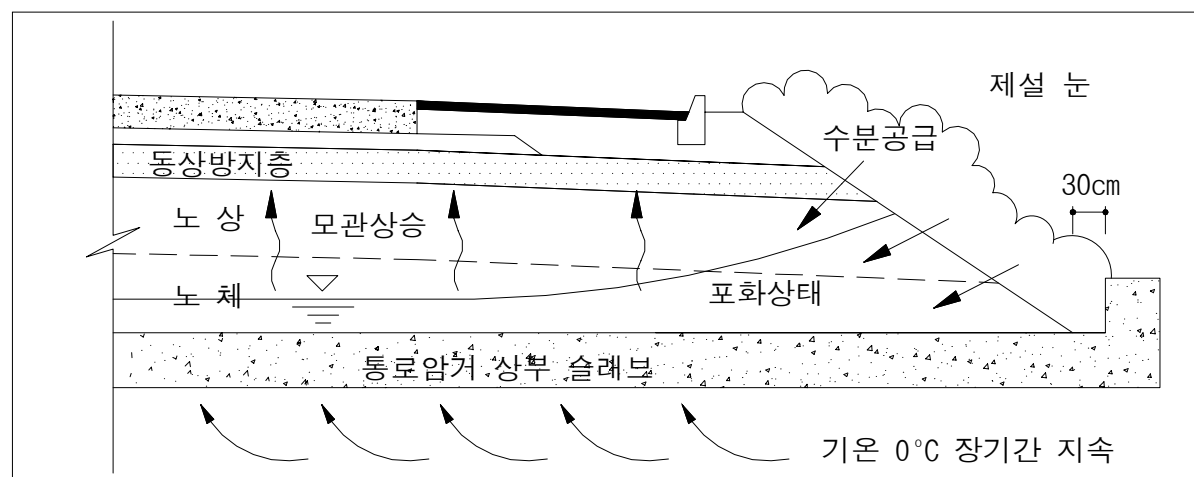
※ 동결피해는 대부분 동결지수가 약 150 이상 지역으로 분석됨

- 3) 피해발생구간은 주간에 영상기온으로 수분침투가 용이하고, 야간의 포장체 내부온도 저하로 인한 것으로 사료됨

- 4) 경북중 대구남측은 적은 적설량과 높은 대기온도로, 대구북측과 강원도는 지속적인 동결로 인한 수분유입 차단으로 발생치 않은 것으로 판단됨.

라. 분석결과 【 추진 방향 】

- 1) 동상은 0℃이하 기온의 장기간 지속, 충분한 수분유입 및 동결피해에 취약한 토질조건과 같은 요소가 동시 만족시에 발생
※'05. 12 서해안에 많은 수분공급(폭설)과 지속적인 한파가 있었음
- 2) 또한 전국적인 조사결과에서와 같이 주·야간 기온이 영상·영하를 반복하는 대부분 지역에서 동상피해 발생
- 3) 수분의 주공급원으로는 사면에 적설된 눈으로 판단되며, 동결피해는 토피고가 낮은(0.9~2.25m) 암거상부 배수불량과 낮은 기온으로 인해 생성된 Ice Lenses 부피팽창으로 분석됨
: 물은 얼음으로 고체화하면서 약 9%의 부피팽창 유발



- 4) 또한 토피고가 낮은 암거구간에서는 일반 토공부와 같이 지열에 의한 동결 지연과 방지를 기대할 수 없음

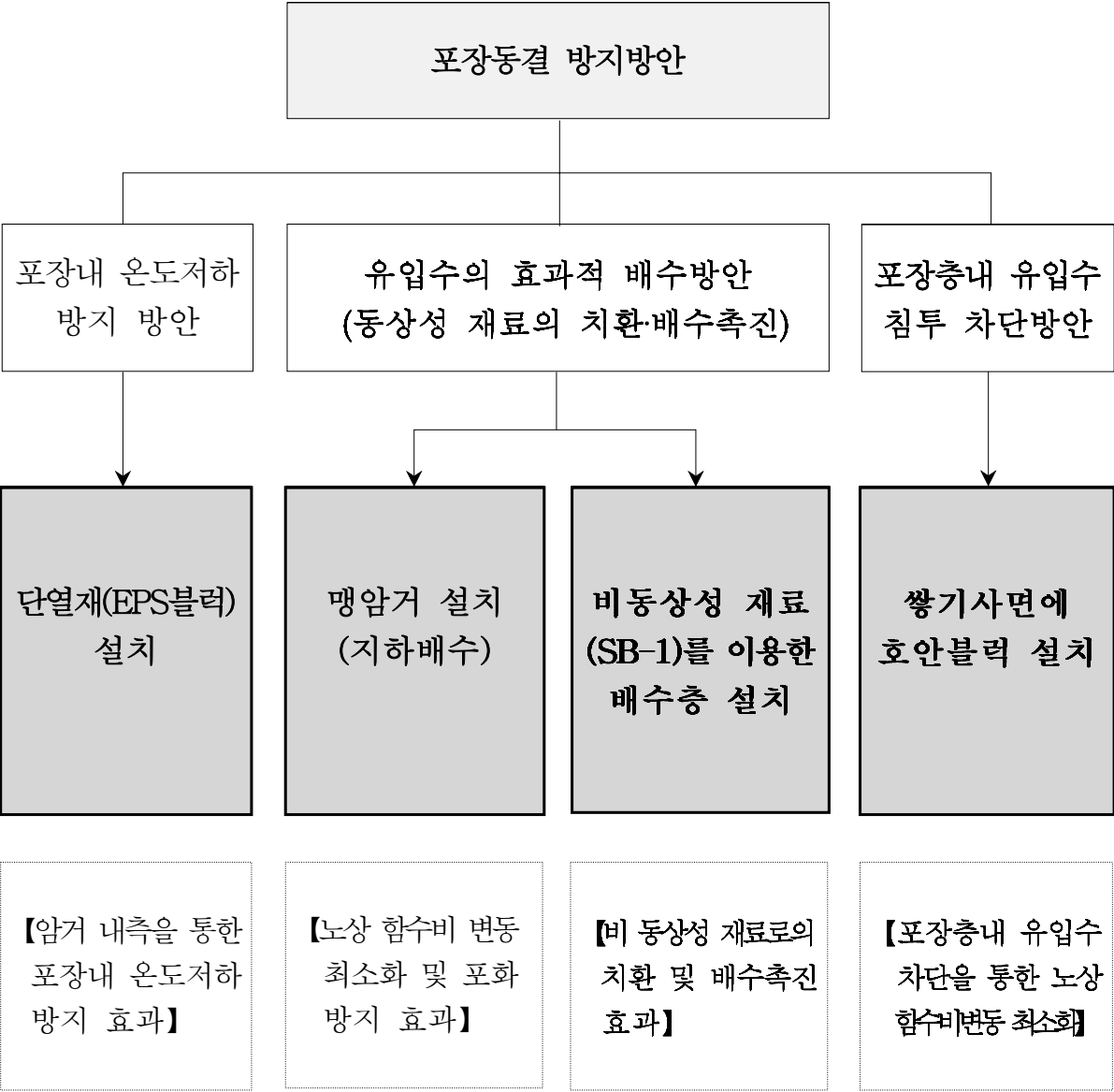
4. 문제점

- 가. 외부로부터 포장체로의 수분유입은 불가피하게 발생
- 나. 저토피 암거구간은 상부 슬래브에서 포장부로의 외기온도 영향으로, 유입수에 의한 동상(frost heaving) 발생가능성 상존

5. 방지대책 검토

포장내 온도저하 방지, 유입수 차단, 동상성재료 치환 등의 동상방지 방안에 대한 세부검토를 통해 효율적이며 경제적인 동상방지대책을 수립

가. 검토방안



나. 방지대책

1) 대책안 검토

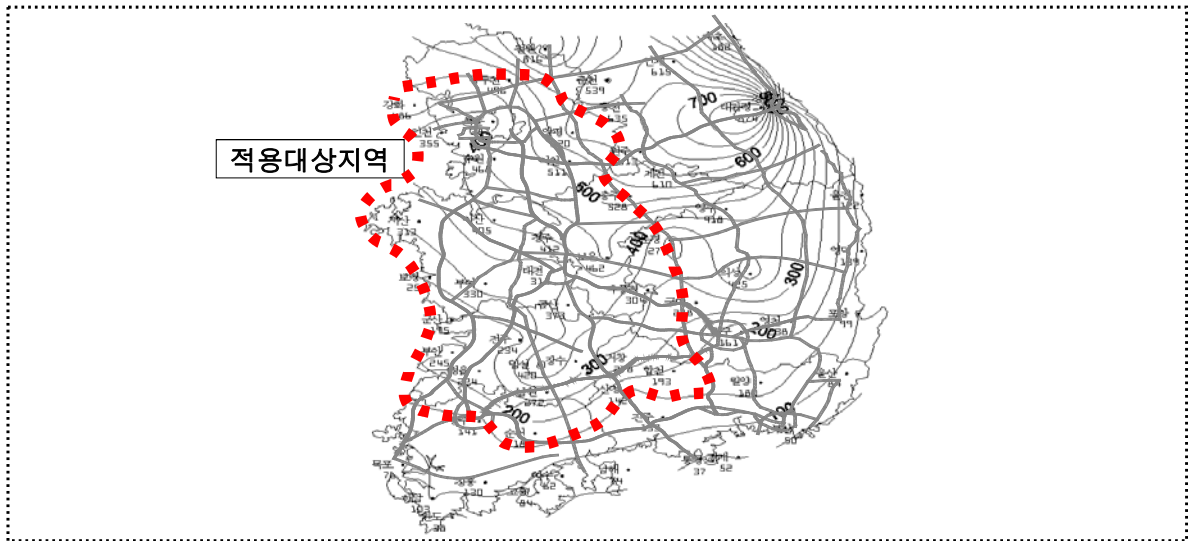
※ 토피고 2.0m 기준(4차로 기준)

구 분		유입수의 효과적 배수방안(동상성 재료의 치환)		포장내 온도저하 방지 방안	포장층내 유입수 침투 차단방안	비고
		맹암거 설치(40cm×80cm)	혼합골재(SB-1) 포설	단열재(EPS블럭)설치 : T=20cm	식생호안블럭 설치	
개 요		포장층내 침투한 유입수의 맹암거를 통한 신속한 배수	비동상재료를 이용한 유입수의 신속한 배수	보온재인 EPS블럭을 사용하여 슬래브 상단으로의 낮은기온 전달 차단	법면에 식생호안블럭을 설치하여 유입수를 차단	
개 념 도						
장·단점		○맹암거 시공으로 동상피해 방지 가능 ○경제성 유리 ○시공성 다소 불리	○시공성 양호 ○경제성 다소 불리	○경량으로 시공성 양호 ○EPS경계부 다짐시 시공성 불리 ○국내 적용실적이 없음 ○경제성 불리	○시공성 양호 ○식재 뿌리가 원지반과 블록간 맞물림 효과 작용 ○법면처리만으로도 동상억제 효과는 적으며, 보조적인 공법으로는 적용가능 ○경제성 다소 불리	
경 제 성		공사비 저렴	공사비 다소고가	공사비 고가	공사비 다소고가	
		200,000원 / 개소당	1,200,000원 / 개소당	4,800,000원 / 개소당	1,900,00원 / 개소당	
적용 사례	국내	용수가 많은 절성경계부	일반적인 시공공법(재료)	-	호안블럭(수로부 적용)	
	국외	-	-	일본 북해도	-	
검토의견		동상방지를 위한 방안으로 공법, 재료별로 검토한 결과 신속한 지하배수로 포장 하부 물의 포화를 방지하여 동상을 예방할 수 있는 맹암거 설치방안이 경제성, 효율성 측면 등에서 적용성이 유리할 것으로 판단됨 ※ 성토사면은 현재 적용하는 “종자분사파종공법”의 철저한 시공관리를 통한 유입수 최소화 병행 : 종자 2.5kg/m², 피복제 12kg/m², 침식방지안정제 6kg/m² 등 사용(사면의 피복 및 식생, 활착으로 유입수 최소화 가능)				

2) 세부 적용방안

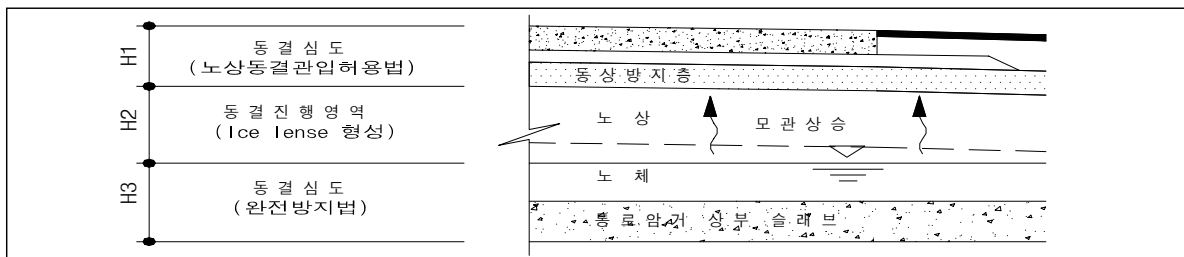
□ 적용지역

- 서울·경기권, 경상권·충청권·전라권 일부지역(중부내륙을 기준으로 서측 및 동결지수 150이상)으로 아래 노선도 참조
 - ※ 중부내륙 동측은 동결경향이 강원권과 유사하여 제외
- 대상지역은 동상발생 가능성 사전확인 : 토피고 검토



☞ 적용지역 이외구간에 대해서는 별도검토를 통해 적용가능

□ 동상영향 토피고 산정

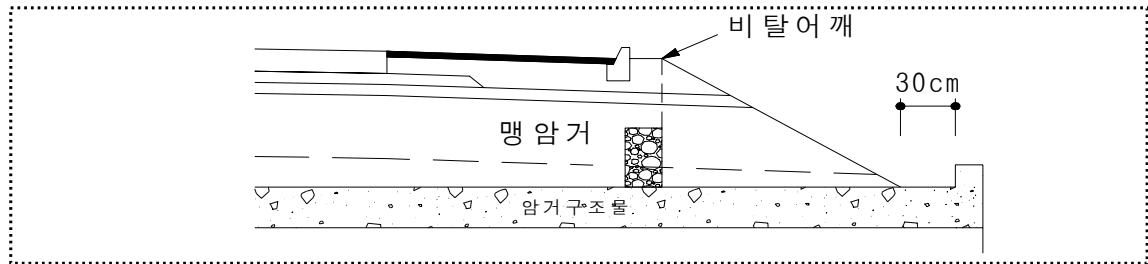


【 $H1 + H2(1.5m) + H3$ - 압거 슬래브 상부두께 】

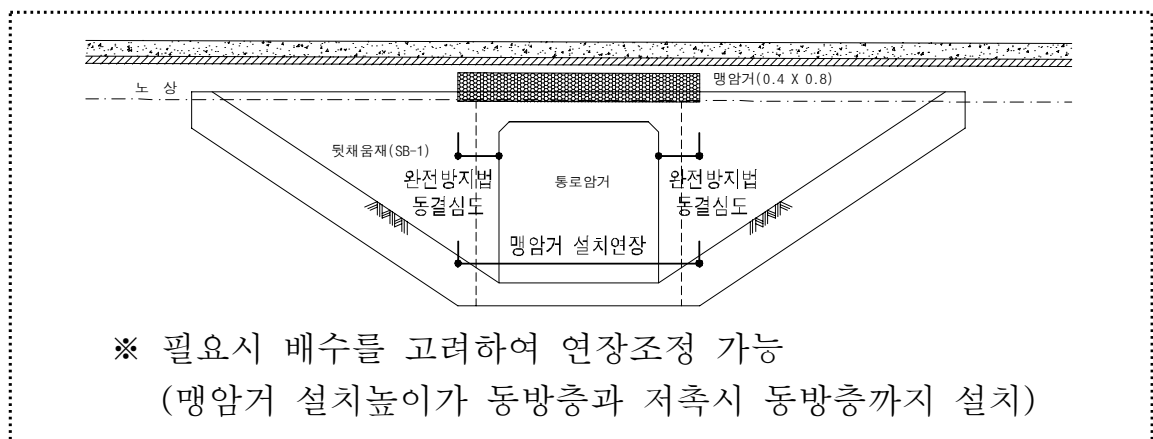
- H1 : 노상동결관입 허용범에 의한 동결심도
- H2 : 동결진행 영역으로 모관수에 의해 빙정(Ice lenses)이 형성될 수 있는 깊이(1.5m)
 - ※ 노상 대부분은 모래질 흙 : 모관상승고 1.5m
- H3 : 압거 내측으로의 동결영향 깊이(완전방지법에 의한 동결심도)

□ 맨암거 세부적용사항

- 설치규격 : 맨암거 규격 및 위치에 따른 암거상부 불포화 함수특성을 고려한 2차원 침투류 해석결과, 포화특성과 경제성을 고려시 40×80cm (부직포 포함)가 적정할 것으로 분석됨
- 설치위치 : 비탈어깨 하단부에서 내측으로



- 설치연장 : 구조물 내측연장 + (2 × 완전방지법에 의한 동결심도)



6. 적용방안

- 설계완료후 미발주 및 설계중 노선 : 본 방침 적용
- 공사 및 공용중인 노선 : 주관부서에서 적용여부 판단