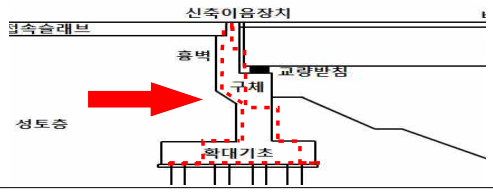
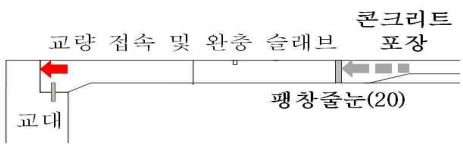
교대 협착 예방 및 관리대책

1 추 진 배 경

□ 포장팽창 및 성토체 변형 등으로 교량 손상이 발생 되고 있어, 이에 대한 예방 및 유지관리대책을 마련하고자 함



성토체 변형



포장 팽창



신축이음 협착



바닥판 손상



교대 손상



받침 손상

2 추 진 경 위

□ **교대 수평변위 발생교량 관리방안 수립** (2012, 구조물처)

o 성토체 변형고려 설계, 교대변위 초기치 관리 등

□ **교대수평변위 원인과 대책방안 연구** (2013, 도교원)

o 교대 수평변위 산정시 성토체 크리프 변형 적용방안 제시 등
(프리로딩에 따른 크리프 계수 제시 : 無 7~12, 有 0.5~2)

□ **성토부 교대 수평변위 최소화 방안 수립** (2014, 설계처)

o 프리로딩을 시행하는 조건으로 크리프 계수(0.5~2) 제시

□ **콘크리트 포장팽창에 따른 교대밀림 예방대책**(2016, 도교원)

o 콘크리트 포장 팽창에 따른 줄눈 추가 설치(50mm)

3 현황 및 문제점

□ 교대 협착 발생 현황 : 380개 교량 (전체 교량의 4%)

구 분	계	발생원인		
		포장팽창	성토체변형	복합작용
교량수(비율)	380	131(34%)	121(32%)	128(34%)
교대수(비율)	579	180(31%)	185(32%)	214(37%)

* 전체교량(9,244)의 4%, 협착이 발생하지 않는 라멘교 등 제외(6,560)시 5.8%

□ 원인분석 및 문제점

o 이상 고온으로 콘크리트포장 팽창

- '11년 이후 여름철(6~8월) 평균기온 0.8℃ 상승, 폭염일수 4.4일 증가

연 도	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	최근평균 ('11~'17)	평년값 ('81~'10)	차이
평균기온(℃)	24.1	24.7	25.4	23.6	23.7	24.8	24.5	24.4	23.6	+0.8
폭염일수(일)	14	15	18	6	10	22	14	14.2	9.8	+4.4

* 자료출처 : 기상청 / 폭염일수 : 일최고기온이 33℃ 이상

o 알칼리 골재반응에 의한 콘크리트 포장 팽창

▶ **알칼리 골재반응(Alkali-Aggregate Reaction)**

시멘트 중의 알칼리 성분과 골재내의 반응성광물이 수분과 접촉하여 팽창

- 2002년 서해안선 최초 발생, 2010년 전구간 조사후 보수방안 수립
- 최근 포장 시공시 플라이애시 배합등 저감방안 적용(2011년 이후)
- 알칼리 골재반응 구간 : 10개 노선, 348km (해당구간 교량 : 186개교)

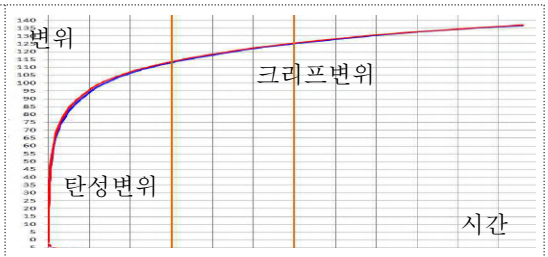
- 포장 팽창으로 콘크리트포장 손상 뿐만 아니라 구조물 손상 유발

* ASTM C 1293시험에서 팽창량이 0.04%/년 이상이면 알칼리골재반응으로 판정
* 400m 콘크리트 포장의 경우 16cm/년(=400m×0.04%/년) 팽창 예상

o 설계시 성토체의 크리프 변위 적용 미흡

▶ **크리프 :** 추가적인 하중의 증감 없이 장기간에 걸쳐 변위(변형)가 증가되는 현상

▶ **크리프계수**
= 크리프 변위량/탄성 변위량

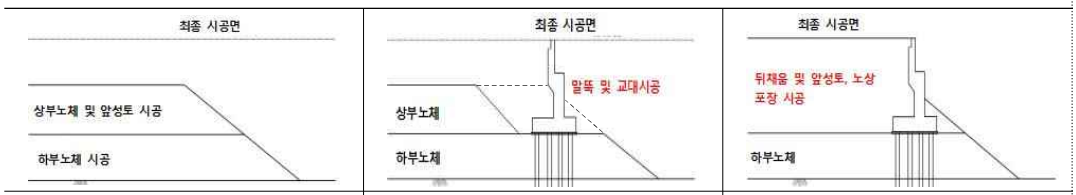


- 성토체 **크리프 변위가 탄성변위의 7~12배** 발생(2013, 연구보고서)

성토고	탄성변위(mm)	크리프변위(mm,1년)	크리프 계수
15m	6.6	43.56	6.6
25m	10.54	81.11	7.7
35m	11.15	136.73	12.3

- 성토체변위 최소화를 위해 프리로딩을 설계에 적용(2014, 설계처) 하였으나, 설계도서에 **구체적으로 기술되어 있지 않아** 건설중 설계 도서 이해 부족, 현장여건 등으로 **프리로딩을 미실시할 경우 성토체 과다변형**

▶ **프리로딩 설계 적용 내용**
- (기존) 교대하부 성토→교대시공→배면 성토 및 뒷채움
- (개선) 노체까지 성토(3개월프리로딩)→터파기 및 교대시공→뒷채움



노체 성토(프리로딩)	터파기 및 교대시공	뒷채움, 포장시공

o 교대 협착 진행여부 이력관리 미흡으로 효율적 대응 애로

- 공용중인 교대 협착으로 바닥판·거더 절단사례, 공간협소로 유지관리곤란
- 점검시 유간을 측정하여 기록 관리를 하고 있으나, 측정값이 최소·최대 신축량이라고 할 수는 없음 (매일 유간조사는 현실적으로 불가능)
- 연도별 최소·최대 신축량 변동값이 협착 분석의 중요 자료이나 확인 곤란

4 개 선 방 안

□ 공용중 교대 협착 예방 및 모니터링 강화

o 포장팽창에 의한 협착 교량 **흑서기 이전 팽창줄눈 설치**(50mm)

- 2018년 상반기 설치 대상 : 138개교(14억원, 사업계획반영)

※ 2017년 설치 완료 : 121개교(도로보수비 활용)

o 교대협착 발생여부 **정기적 모니터링** 실시

- 정밀점검 및 진단시 협착여부 조사 및 유간 측정값 기록관리
- 협착이 예상되는 경우 팽창줄눈 설치(50mm)
- 협착으로 교대, 바닥판, 거더 등 손상 발생시 적정 보강안 검토후 신속보강

□ 건설중 교량-포장연결부 팽창줄눈 폭원확대(20 → 50mm)



□ 성토체변위 예방을 위한 크리프계수 설계적용방법 구체화

o 성토체 프리로딩 공법 **설계서에 구체적으로 명시**

- 교대 성토부 프리로딩 시공순서도 추가 및 내용 상세기재
- 신축이음, 거더, 받침 유간 산정시 크리프변위를 포함하여 계산

o 현장여건상 불가피하게 프리로딩 공법 미적용시 크리프 변위량을 고려한 대책공법 필히 검토후 적용

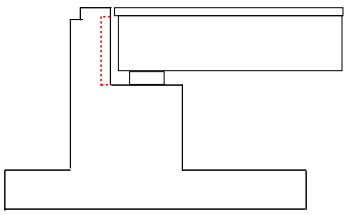
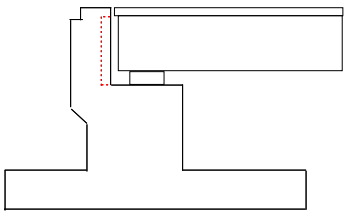
※ 공법 예시 : EPS, 앵커보강 또는 크리프 변위량을 고려한 유간확보 등

성토높이	프리로딩 미실시할 경우 크리프계수
10m 이상 15m미만	7
15m 이상 25m미만	8
25m 이상	12

* 근거 : 교대수평변위 원인과 대책방안 연구 (2013, 도교원)

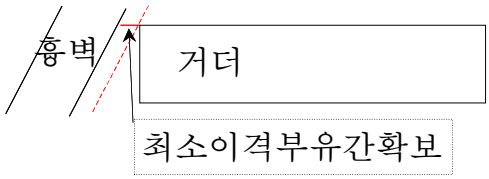
□ 거더 협착 예방을 위한 추가 유간 확보방안 검토

o 교대 변형으로 인한 거더 협착예방 및 유지관리 공간확보를 위해 흉벽 변단면(Block Out) 적용방안 검토

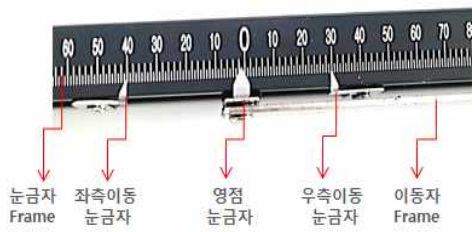
	
흉벽 적정두께 확보시	흉벽 적정두께 부족시

o 사각(Skew)이 있는 교대 흉벽과 거더간의 최소이격부의 유간확보

- 교대 시공전 적정유간 확보여부 검토, 유간 부족시 흉벽 위치 조정

	
최소 이격부 유간부족	흉벽 벽체 위치 조정 검토

□ 간편 신축량 측정장치 설치하여 교대 수평변위 모니터링

	
설치 사례	신축량 측정장치 설명

o 설치 대상 : 건설 및 공용중인 교량

o 설치 위치 : 교대별 좌우 최외측 거더에 1개소씩 총 2개소 설치

o 설치 효과 : 교대 수평변위 효율적 이력관리 및 정확한 원인분석가능

측정 신축량을 활용하여 **최적의 신축이음 규격결정 가능**

5 적용방안

□ 설계 및 건설중

o 교량 인접부 포장 팽창줄눈 폭원 확대(20mm → 50mm)

o 성토체 프리로딩 공법 설계도서에 구체적으로 명시

o 프리로딩 공법 미적용시 크리프변위량을 고려한 대책공법 제시

o 거더 협착 예방을 위한 추가 유간 확보방안 검토

o 간편 신축량 측정장치 설치 및 모니터링을 통해 최적 신축이음 규격 결정

□ 공용중

o 협착 교대 혹서기 이전 팽창줄눈 설치(50mm)

o 간편 신축량 측정장치 설치(협착 진행중인 교량 우선 설치)

o 교대 협착 모니터링 강화(점검・진단시 유간 측정, 이력관리)

o 협착 예상 또는 구조물 손상시 적정 보강안 검토 및 사후조치

참고 간편 신축량 측정장치 사용방법

구 분	측정 게이지 상태	사용방법
설치단계	 지시바 “0” 세팅	- 설치시 신축이음장치, 바닥판, 거더 유간 측정 * 신축이음장치 유간 : ⓐ / 바닥판 유간 : ⓑ / 거더 유간 : ⓒ ※ 게이지 하단에 유간 측정값 부착
최대 수축 (겨울)단계	 수축량에 따라 좌측 지시바 “20mm(㉮)” 이동됨	【동절기 수축량】 - 신축이음장치 : ⓐ+㉮ - 바닥판 : ⓑ+㉮ - 거더 : ⓒ+㉮
최대 팽창 (여름)단계	 팽창량에 따라 우측 지시바 “20mm(㉯)” 이동됨	【하절기 팽창량】 - 신축이음장치 : ⓐ+㉯ - 바닥판 : ⓑ+㉯ - 거더 : ⓒ+㉯
설치 후 1년 경과	 최대 팽창, 수축량값을 년 중 동시 확인가능	※ 교대 좌우측에 설치된 게이지의 측정값을 평균 ※ 1년 경과시점에 측정값 기록후 초기치 재설정 - 초기치가 “0”세팅이 안될 경우 해당지시값을 기재하여 0점 보정 ※ 2년 이상 모니터링후 유간결정