문서번호	도로시설처-2901
보존기간	영구
결재일자	2021.03.09.
공개여부	공개
방침번호	

★과장	팀장	도로시설처장	도로관리본부장	
협 조				

「2021년 도로시설처 주요사업(핵심)」

PSC박스거더교 정착구 유지관리 개선

2021. 03.

서울시설공단 도로시설처

「2021년 도로시설처 주요사업(핵심)」

PSC박스거더교 정착구 유지관리 개선

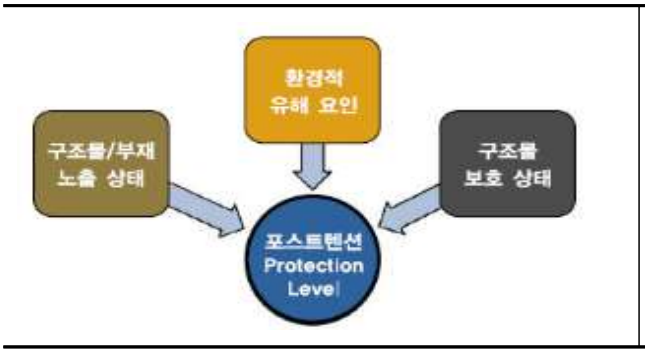
텐던 보호등급이 없는(국내기준 없음) PSC박스거더교의 정착구 보호등급을 확보하여 외부 유해요인으로 인한 부식을 방지하고, 예방적인 구조물 보호 체계를 구축하여 장기적인 유지관리 성능을 확보하고자 함.

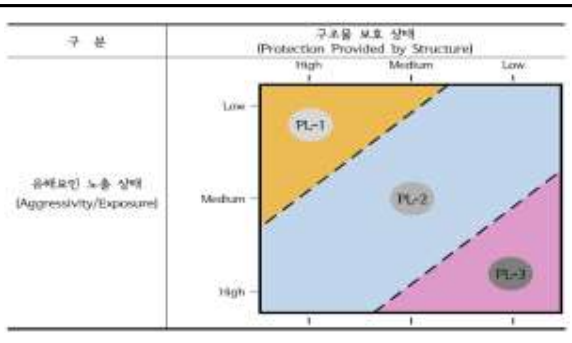
Ⅰ 추 진 배 경

○ 세계적인 PSC교량 텐던 부식으로 인한 문제증가로 해외 PT텐던 관리 기준은 지속적으로 향상

유럽	'85년 Ynys-y-Gwas교 붕괴	'10년 Hammersmith Flyover 부식 확인	• 국제콘크리트연합(fib) : Since 1998 ⇒포스트텐션 시스템 내 구성 기준 연구 선도 • '05년 fib Bulletin33 ⇒보호등급 등 발표
미국	'07년 Varina-Enon교 텐던 파단	'11년 Ringling교 텐던 파단	• 포스트텐션협회(PTI) : Since 1976 ⇒Bulletin 33등을 미국 실정에 부합하도록 개선 ⇒'12년 보호등급 발표 (PTI/ASBI M50.3-12)

○ 유럽 국제콘크리트연합(fib)을 주축으로 노출정도, 환경적 위험도 등급에 따른 PT 시스템의 보호등급(PL)을 지정





⇒ 유럽의 경우, PSC교량 신규 건설시 PT시스템 보호등급 적용 의무화

Ⅱ 국내 보호등급(PL) 현황

☐ 국내 PT시스템 보호등급 기준: 現 기준 없음

○ 국내·외 보호등급 기준 비교

구 분	건설기준	내 용
국 내	콘크리트구조기준(2012)	PT시스템 보호등급 관련 내용 없음 ※ 콘크리트학회에서 보호등급 관련 기준 마련中
유 럽	fib Bulletin 33(2005)	콘크리트구조물의 노출정도, 환경적 위험도 등급에 따른 보호등급 3등급 지정(PL-1/2/3)
미 국	PTI/ASBI Guide M50.3-12	fib Bulletin 33을 실무적으로 개선 4등급 지정 PL-A, B / PL-2 / PL-3

< 유럽 fib Bulletin33 보호등급 정의>

PL-1	덕트는 지속적으로 부식으로부터 보호할 수 있는 재료로 충진
PL-2	PL-1에 추가로, 텐던 구성 요소의 전 구간에 대해 영구적인 기밀성을 확보
PL-3	PL-2에 추가로, 텐던 상태 수시 모니터링 및 조사기능을 확보

※ 유럽 보호등급은 신설교량에 대한 고려사항으로 유지관리 단계에서 의무 기준은 아님

☐ 자동차전용도로 PSC박스거더교 현황

○ 시공당시 정착구 보호 기준이 미흡하여 일반 몰탈 단순 마감 처리

- 두모교 FSM구간의 경우 외기에 노출되어 부식이 진행되고 있는 상태

  정착구 방청 후 단면복구 보수 필요가 요구[1])

○ 정착구를 통한 우수 유입으로 PS강재 부식 위험 높음

- 해외에서는 정착구를 PS강재 부식을 유발하는 유해요인의 침입위치로 지정

⇒ 환경적 유해요인과 구조물 보호상태를 종합하여 고려할 때 수밀성이 확보되는 PL-2등급 수준 정착구 개선 필요

1) 두모교 정밀안전진단보고서(2019)

Ⅲ 추 진 계 획

☐ 추진목표

○ “PT텐던 유지관리 선진화”를 위한 해외 보호등급에 준하는 정착구 관리수준 확보

○ 수밀성이 확보되는 보호등급(PL-2)에 준하는 정착구 개선

기 존	개 선
• 보호캡 없음(PL-0) • 정착구 부식 방지 없음	• 영구 보호캡 설치(PL-2에 준함) • 정착구 주변 표면보호제 도포

☐ 추진계획

정착구 조사 ('21. 1. ~ 3.)	→	국내·외 문헌 조사 ('21. 3. ~ 5.)	→	정착구 보호 상세계획 수립 ('21. 3. ~ 5.)	→	보호등급 적용 ('21. 5. ~ 11.)
PSC박스교량 내부텐던 정착구 마감상태 전수조사		정착구 보호 관련 국내·외 문헌 조사		구체적인 정착구 보호방법 확정		영구 보호캡 시공 표면보호제 도포

< 정착구 보호등급 >

구 분	유럽 fib Bulletin 33	미국 PTI/ASBI M50.3-12
PL-1	임시 보호캡	임시 보호캡
PL-2	영구 보호캡 정착구 부식 방지 대책	영구 보호캡 정착구 및 주변 표면보호제 도포
PL-3	전기 절연형 정착구 구성품 플라스틱 영구 보호캡	전기 절연형 정착구 구성품 플라스틱 영구 보호캡

Ⅳ 기대효과 및 향후계획

☐ 기대 효과

○ 정착구를 통한 텐던 부식 유해요인 차단 ⇒ 예방적 유지관리 수준 향상

- 유지관리 단계에서 적용가능한 정착구 보호등급(PL-2)확보

○ 필요시 개폐가 가능한 영구 보호캡 적용으로 유지관리 효율성 향상

- 정착구 부식 상태조사 등 유지관리 효율성 증대

☐ 향후 계획

○ 설계단계부터 PSC교량 보호등급 적용 방안 개선 건의

- PT시스템 보호등급 기준 마련(한국콘크리트학회 등)

- 서울시 PSC교량 보호등급 적용관련 의견 개진

Ⅴ 추 진 일 정

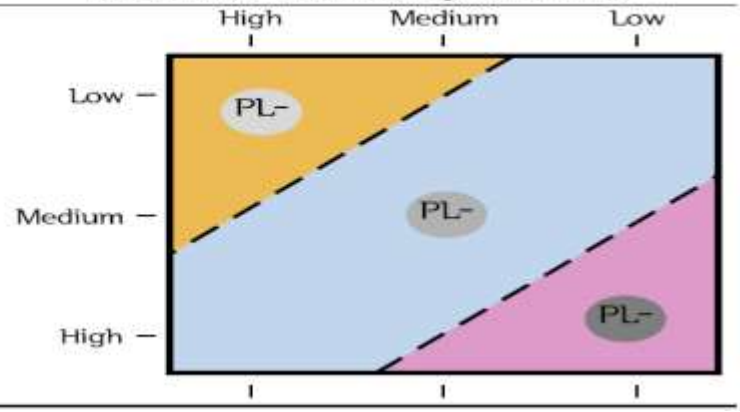
구 분	추 진 과 업	수 행 일 정			
		1분기	2분기	3분기	4분기
PSC 구조물팀	PSC박스교량 정착구 보호상태 실태조사	━			
	정착구 보호 설치사례 국내외 문헌조사		━		
	정착구 보호 상세계획 수립 및 시공		━	━	━
	시공결과 평가 및 분석				━

끝.

별첨1 PT텐던 시스템 보호등급(Protection Level)

○ fib와 PTI/ASBI의 가이드라인을 활용 서울시 대상교량 주요 부재의 환경적 유해요인 및 구조물 보호상태 검토표

- 보호등급(PL) 평가 개요

구 분	대상 교량의 구조물 보호 상태 (Protection Provided by Structure)
유해요인 노출 상태 (Aggressivity/Exposure)	

- 환경적 유해요인

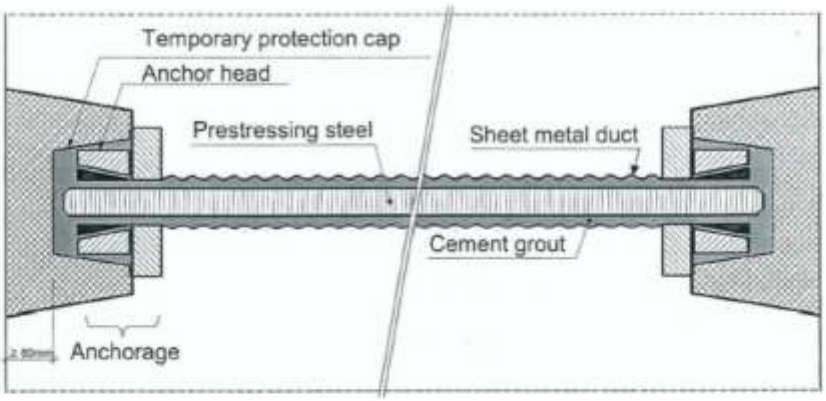
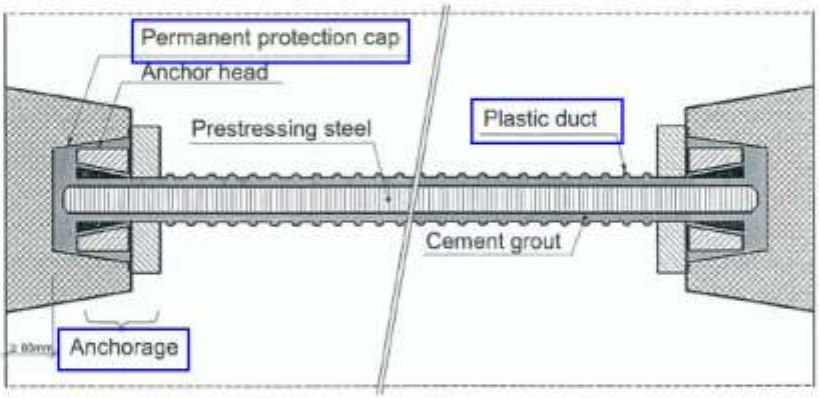
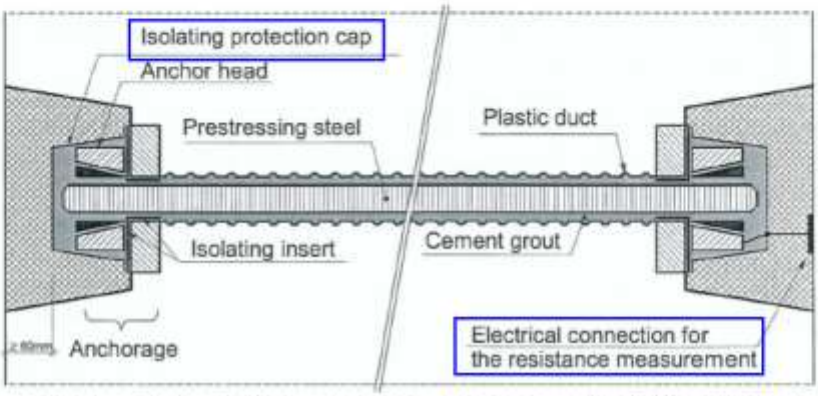
구 분	노출등급	환경적 유해요인 노출 조건				외부긴장재 적용	내부긴장재 적용
탄산화 노출위험	Low	XC1	건조		건물의 내부와 같이 건조한 상태	• 내측경간 외부긴장재 (습도가 낮은 경우)	• Multi-Cell 내부 수직텐던
	Medium -Low	XC3	보통 습도		비에 노출 안됨(중공 내부표면 또는 표면방수된 경우)	• 내측경간 외부긴장재 (습도가 비교적 높음)	• 우수에 노출없는 상/하부 수평텐던
	Medium	XC4	주기적 습윤/건조		비에 노출되는 외부 콘크리트 표면	• 외측경간 외부긴장재 (신축이음부에 텐던 정착)	• 일반 Web의 수직텐던 • 상부슬래브 횡방향텐던
우수/동결/제빙화학제	Medium	XF1	제빙화학제 없음	부분 포화	비와 동결에 노출된 수직 콘크리트의 표면	• 신축이음부를 통한 누수가 없는-외측경간 외부긴장재	• 일반 Web의 수직텐던
	High	XF2	제빙화학제 있음		동결과 공기 중의 제빙화학제에 노출된 수직 표면	• 신축이음부를 통한 누수가 발생-외측경간 외부긴장재	• 배수기능 없는 Web 수직텐던
	Medium	XF3	제빙화학제 없음	완전 포화	비와 동결에 노출된 수평 콘크리트	-	• 우수에 노출된 일반적인 슬래브 수평텐던, 횡방향텐던
	High	XF4	제빙화학제 있음		제빙화학제에 노출된 교량 바닥판	-	• 방수기능이 없는 상부슬래브/바닥판의 텐던

- 구조물 보호상태

구 분	보호상태	유해요인 침입에 대한 보호상태	외부긴장재	내부긴장재
방수/보호피막	Medium	제빙화학제 고려 적정한 교면방수와 교면포장이 적용		• 상부슬래브의 수평텐던, 횡방향텐던
배수시스템	Medium	노면 배수, 물끈기 등 외부배수와 내부 침입수 배제시설 적용		• 하부슬래브의 수평텐던 및 Web 수직텐던
신축이음부 누수	High	신축이음 유도배수시설 설치, 텐던정착부가 외부에 노출 안됨		• Multi-Cell의 내부수직텐던
	Medium	정착부/블록아웃이 외부에 설치 (외측경간 정착부 등)	• 외측경간의 외부긴장재	• 외측경간의 내부긴장재
세그멘트조인트 (프리캐스트 공법)	High	에폭시접합, Key 등이 적용되고 세그멘트교량 전용 덕트구성품 등 사용		• 최근 신설된 PSM교량 (해외선진 구성품 사용)
	Medium	에폭시접합, Key 등은 적용, 세그멘트교량 전용 덕트구성품 등 미사용	• 내/외측 경간 외부긴장재	• 기존 PSM-FCM 텐던 (기존 세그멘트 구성품)
• 콘크리트 품질(강도 및 재료), 콘크리트 피복(Cover), 균열대책, 시공이음부 보강 등은 Medium 이상 확보 가정				

별첨2 보호등급별 PT텐던 시스템 주요구성(신설교량 기준)

○ 유럽 fib Bulletin 33 (2005)

유럽 fib Bulletin 33 "Durability of post-tensioning tendons"	
PL - 1	• *일반형 : Typical tendon system  • 구성품 : PS강재 + 시멘트 그라우트 + 강재 주름 덕트 + 기본형 정착구 구성품 + 임시 보호캡
PL - 2	• *기밀형 : Fully encapsulated tendon system  • 구성품 : PS강재 + 시멘트 그라우트 + 플라스틱 주름 덕트 + 기밀형 정착구 구성 + 영구 보호캡
PL - 3	• *전기절연형 : Electrically isolated tendon system  • 구성품 : PS강재 + 시멘트 그라우트 + 플라스틱 주름 덕트 + 전기절연형 정착구 구성 + 절연형 보호캡 + 수시 Monitoring을 위한 장치