

(구)남한강교 정밀안전진단 용역

과업수행계획서

2020. 4.



경 기 도 여 주 시

(사) 대한산업안전협회

(주) 명성엔지니어링

목 차

제 1 장 과업의 개요	4
1.1 과업의 목적	4
1.2 대상시설물의 현황	4
1.3 대상시설물의 범위	6
1.4 과업의 내용	7
1.5 과업의 기간	7
1.6 과업의 적용기준	7
제 2 장 과업추진계획	9
2.1 과업수행흐름도	9
2.2 과업수행일정	10
2.3 인력투입계획	11
2.4 장비투입계획	14
2.5 안전관리계획	18
2.6 교통처리계획	24
2.7 보안대책	25
제 3 장 세부 과업수행방법	27
3.1 사전조사 및 현장답사	27
3.2 조사 및 시험·측정	27
3.3 상태평가	33
3.4 시설물 안전성 조사 및 평가	40
3.5 종합평가	49
3.6 안전등급 지정	50
3.7 보수·보강 및 유지관리방안	51
3.8 보고서 작성	54

01

과업의 개요

1.1 과업의 목적

1.2 대상시설물의 현황

1.3 대상시설물의 범위

1.4 과업의 내용

1.5 과업의 기간

1.6 과업의 적용기준

제 1 장 과업의 개요

1.1 과업의 목적

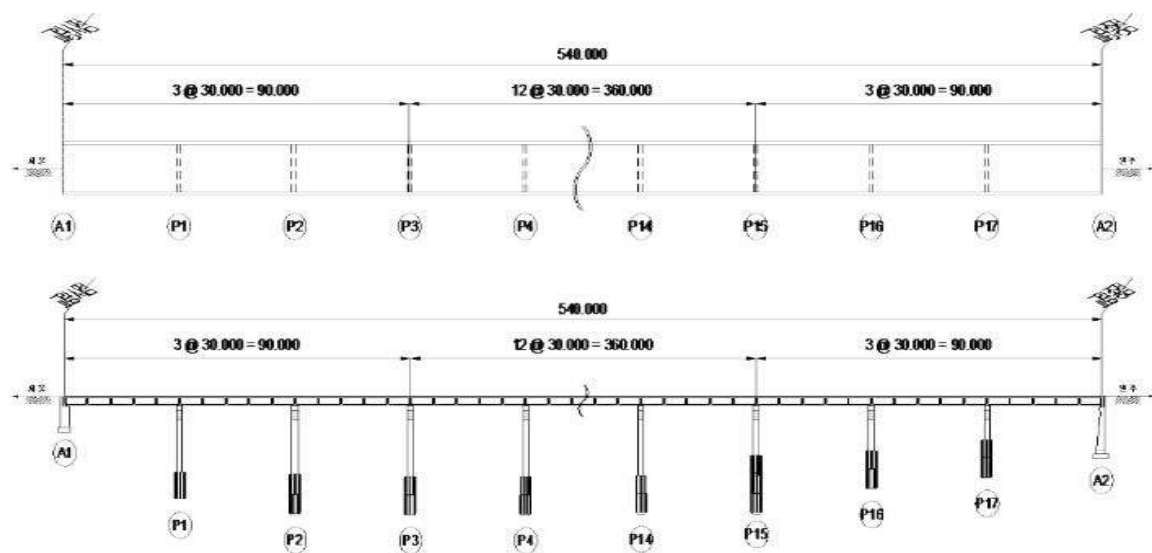
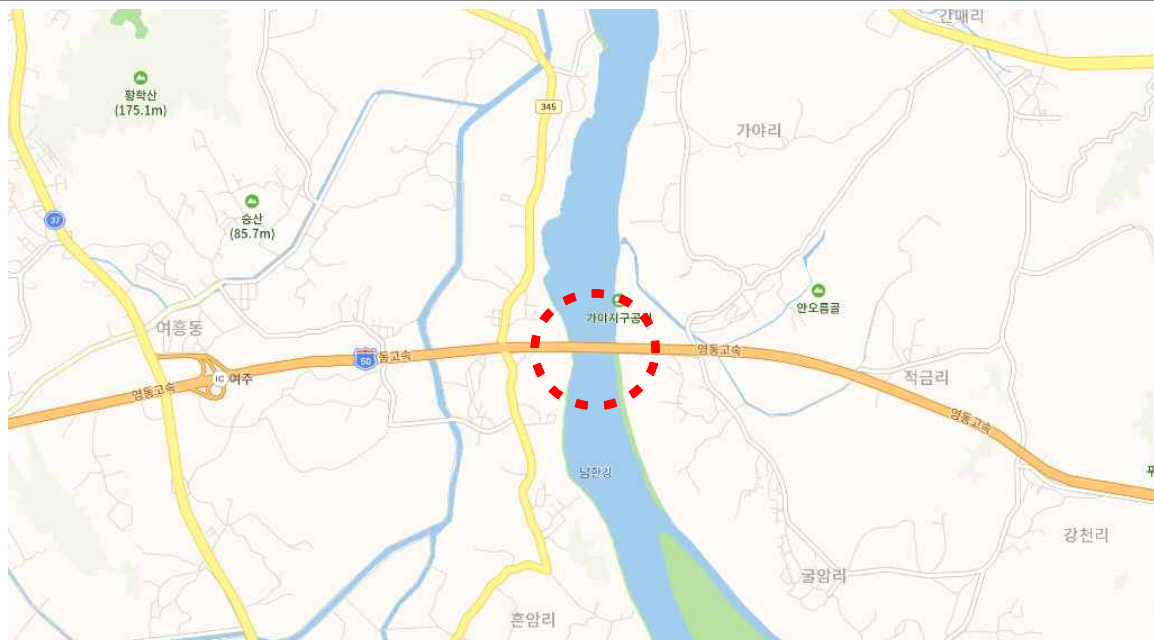
본 과업은 "시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법"(이하 "시설물안전법"이라 한다.)에 따른 정밀안전진단으로서 대상 시설물의 물리적·기능적 결함을 발견하고, 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 하기 위하여 구조적 안전성과 결함의 원인 등을 조사·측정 및 결함상태를 점검하여 재해를 예방하고 시설물의 효용을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.2 대상시설물의 현황

1.2.1 시설물 제원

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		(구)남한강교		시설물번호		BR1971-0000028	
준공년월일		1971년 1월 1일		시설물종별		1종	
시설물위치		경기도 여주시 우만동 99-5					
설계하중		DB-18		노선명(이정)		-	
제원	연장	본 선	L=540.0m(18@30.0)				
	폭	본 선	B=11.75m(왕복 2차로)				
구조 형식	상부	PSCI		기초 형식	교대	직접기초, 파일기초	
	하부	교대 : 반중력식 교각 : T형			교각	우물통 기초	
교량받침		면진받침		신축이음		TF 조인트	
교차시설물		남한강		통과높이		-	
기 타		- 장기간 미사용 시설물 : 1999년 고속도로 확장공사 이후 미사용, - 2014년 개선공사 시행후 개통					

1.2.2 시설물 위치도



측면 전경



하부 전경

1.3 대상시설물의 범위

구 분	시설물명		점검 및 진단 실시범위			금회 실시 범위	비고
			정기 안전 점검	정밀 안전 점검	정밀 안전 진단		
주요 부재	상부구조	바닥판, 거더	○	○	○	○	-
	하부구조	교대 및 교각, 주탑, 기초	○	○	○	○	-
	받침	교량받침	○	○	○	○	-
	케이블	케이블, 정착구, 행어밴드, 새들	○	○	○	-	해당 없음
	기타부재	신축이음, 배수시설, 난간, 연석, 교면포장	○	○	○	○	-
보조 부재	2차부재	가로보 및 세로보	○	-	○	○	-
부속 시설	점검로	출입계단, 출입사다리 등	○	○	○	-	해당 없음

주1) 점검로는 교량구조의 안전성에는 관계없지만 점검자와 유지관리자의 안전을 확보하기 위한 상태파악을 목적으로 한다.

1.4 과업의 내용

- 1) 자료수집 및 분석
- 2) 현장조사 및 시험
- 3) 상태평가, 안전성평가 및 종합평가
- 4) 보수·보강 및 유지관리 방안 제시
- 5) 보고서 작성
- 6) 기타 발주기관이 필요하다고 요구되는 사항

1.5 과업의 기간

2020. 04. 21 ~ 2020. 07. 19(90일간)

1.6 과업의 적용기준

- 1) 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법 (국토교통부, 2020. 02)
- 2) 시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침 (국토교통부, 2019. 09)
- 3) 도로교설계기준 (국토교통부, 2010, 2012)
- 4) 콘크리트 표준시방서 (국토교통부, 2016)
- 5) 콘크리트 구조기준 (국토교통부, 2012)
- 6) 콘크리트 구조물의 균열, 누수 보수·보강 전문 시방서 (건설교통부, 1999. 12)
- 7) 콘크리트 내구성 평가절차 수립 (국토교통부, 1999. 12)
- 8) 콘크리트구조물의 비파괴검사에 의한 진단시험 기준연구 (한국시설안전공단, 1997. 12)
- 9) 도로설계편람 교량편(국토교통부, 2012)
- 10) 관련규정 및 시방서가 개정된 경우와 특별히 규정되지 않은 사항은 “발주기관”과 협의하여 적용한다.

02

과업추진계획

2.1 과업수행흐름도

2.2 과업수행일정

2.3 인력투입계획

2.4 장비투입계획

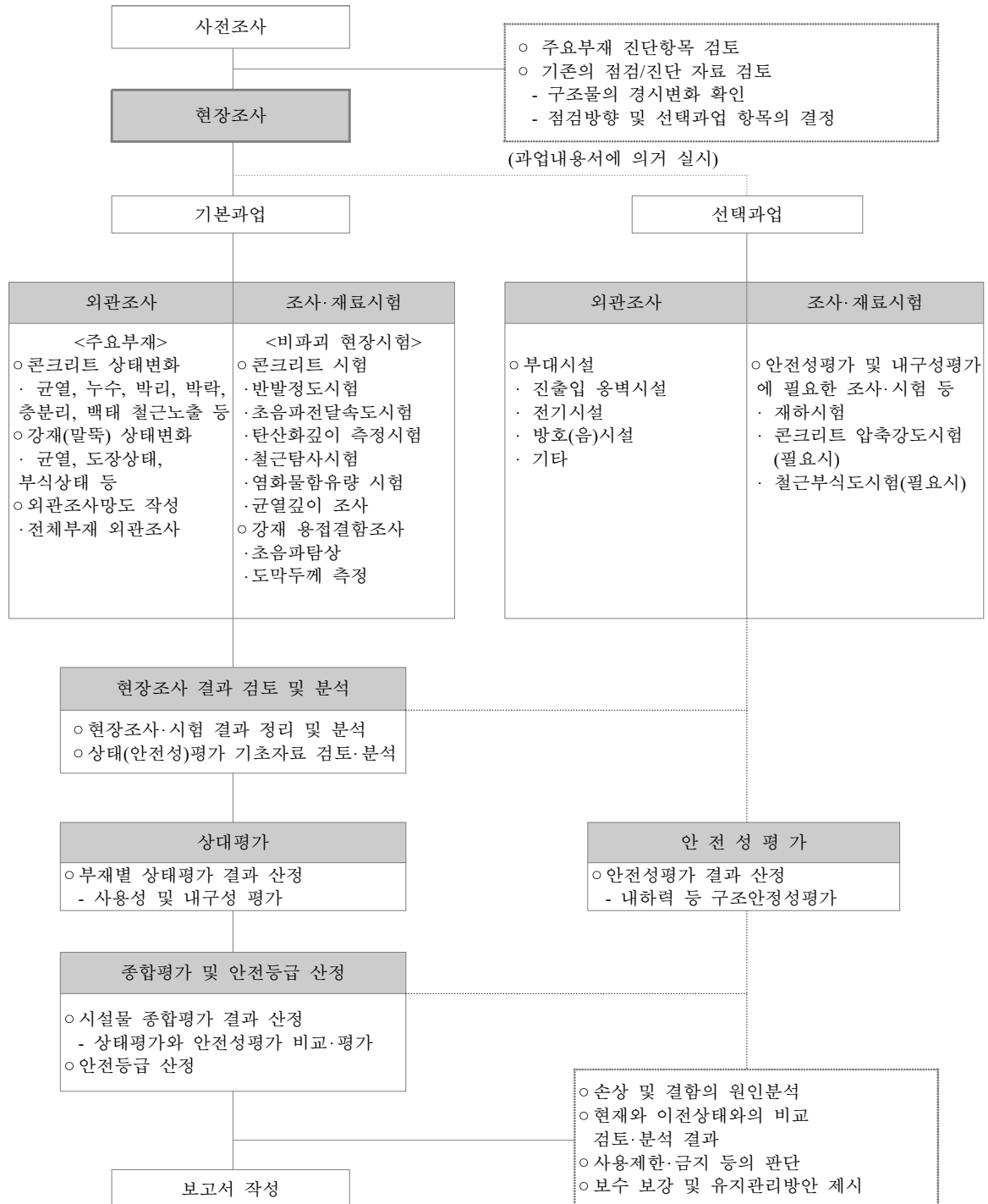
2.5 안전관리계획

2.6 교통처리계획

2.7 보안대책

제 2 장 과업추진계획

2.1 과업수행흐름도

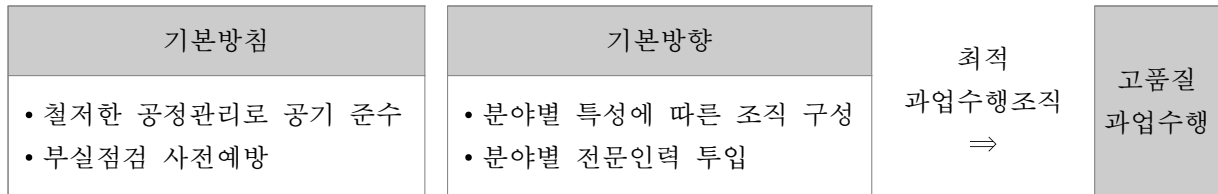


2.2 과업수행일정

주 단위 공 종		4월		5월				6월				7월			비고
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
• 착수 및 현장답사															
세 부 공 정	협장답사, 자료분석														
	과업수행계획서 제출														
• 외관조사 및 장비조사															
세 부 공 정	외관조사 및 장비조사														
	재하시험														
• 측정결과분석															
세 부 공 정	자료정리 및 분석														
	중간보고														
• 상태평가 및 안전성평가															
세 부 공 정	상태평가														
	안전성평가														
• 보수·보강 및 유지관리방안															
세 부 공 정	보수·보강 방안														
	유지관리 방안														
• 최종보고 및 보고서 제출															
세 부 공 정	최종보고														
	성과품수정 및 납품														

2.3 인력투입계획

2.3.1 과업수행조직

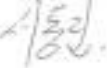


○ 조직도



2.3.2 인력투입 계획

참여업무내용	성명	생년월일	자격종목	서명	비고
사업책임기술자	정현석	1969. 12. 21	토목시공기술사		(사)대한산업안전협회
분야별 책임기술자	인승철	1973. 06. 16	토목기사		(주)명성엔지니어링
	서우균	1968. 07. 03	콘크리트기사		(사)대한산업안전협회
참여기술자	고동석	1965. 07. 07	토목기사		(사)대한산업안전협회
	송기화	1969. 07. 16	토목산업기사		(사)대한산업안전협회
	최웅진	1972. 02. 16	토목구조기술사		(사)대한산업안전협회
	전경식	1976. 11. 11	건설안전기술사		(사)대한산업안전협회
	위성원	1976. 11. 30	콘크리트기사		(사)대한산업안전협회
	이병철	1983. 06. 12	토목시공기술사		(사)대한산업안전협회
	한경구	1980. 05. 07	토목시공기술사		(사)대한산업안전협회
	유인권	1979. 07. 30	토목시공기술사		(사)대한산업안전협회
	강경훈	1984. 06. 08	토목기사		(사)대한산업안전협회
	원준재	1984. 04. 11	토목기사		(사)대한산업안전협회
	이종호	1990. 05. 30	토목기사		(사)대한산업안전협회
	백구현	1991. 03. 28	토목기사		(사)대한산업안전협회
	이용주	1988. 11. 26	토목기사		(사)대한산업안전협회
	김문호	1946. 03. 12	학경력자		(주)명성엔지니어링

참여업무내용	성 명	생 년 월 일	자 격 종 목	서 명	비 고
참여기술자	김정대	1969. 02. 08	학경력자		(주)명성엔지니어링
	장진원	1982. 02. 25	토목기사		(주)명성엔지니어링
	서동진	1982. 12. 05	토목기사		(주)명성엔지니어링
	이상훈	1985. 04. 24	콘크리트기사		(주)명성엔지니어링
	유재희	1985. 08. 16	토목기사		(주)명성엔지니어링
	손기영	1992. 08. 01	학경력자		(주)명성엔지니어링

2.4 장비투입계획

구 분		규 격	용 도	장 비 사 진	검 교 정
접근 장비	고소차	3.5ton, 5.0ton	육상 구간 조사시 고소차를 이용, 근접접근		-
	굴절차	-	남한강 횡단 구간 조사시 굴절차량을 이용, 근접접근		-
균열측정 현미경		1/10mm	균열폭 측정		-
반발경도 측정기		Schmidt hammer	콘크리트 압축강도 추정		-
초음파탐상 측정기		PUNDIT	콘크리트 강도조사 균열 깊이 추정		-
철근배근탐사		Ferrosan FS10	콘크리트 피복 배근간격조사		-
철근탐사측정기		StructureScan Mini FerroScan	철근배근 및 피복두께 측정		-
페놀프탈렌 1% 용액		페놀프탈렌 1% 용액	콘크리트 내부 탄산화 확인		-
재하시험기		SYSTEM 5000	교량 동·정적 변형측정		-
토탈스테이션		FOIF RTS600	구조물의 선형 및 수직변위를 측정		-

구 분	규 격	용 도	장 비 사 진	검 교 정
해머드릴	BHR261Z (36V)	탄산화 깊이 측정 시 콘크리트 면 드릴링		-
그라인더	BGA402RFE (18V)	슈미트해머 보조기구		-
디지털 경사계	Mdm-250	경사도 측정		-
부재 규격 조사	버니어 캘리퍼스 (Vernier Calipers)	부재치수		-
소형 랜턴	-	바닥판 외관조사시 시야의 확보		-
이동식 사다리	LS형	근접조사		-
스타프	STF-5K	측량 보조장비 및 규격측정		-
줄자	K-34	규격 조사		-
디지털 카메라	LS형	현황촬영		-
코어 채취기	-	압축강도, 염화물농도, 탄산화 측정 등		-

※ 상기장비는 현장여건에 따라 변경될 수 있음.

붙임-1 검교정 성적서

교정성적서 CALIBRATION CERTIFICATE																
한국산업기술시험원 경기도 안산시 상록구 해운로 723 TEL: 031-500-0217 FAX: 031-500-0389	성적서 번호: 19-044406-01-2 Certificate No. 페이지 (1) / (총 2) Page of Pages															
1. 의뢰자 (Client) 기관명 (Name): (사)대한산업안전협회 주소 (Address): 서울특별시 구로구 공평로 70, 1층 (구로동)																
2. 측정기 (Calibration Subject) 기기명 (Description): 염화물 측정기 제조회사 및 형식 (Manufacturer and Model Name): KKK / CL-2032 기기번호 (Serial Number): 428060013																
3. 교정일차 (Date of Calibration): 2019년 07월 12일																
4. 교정환경 (Environment) 온도 (Temperature): (20.0 ± 0.3) °C 습도 (Humidity): (52 ± 3) % R.H. 교정장소 (Location): ● 고정표준실 (KTL Lab) □ 이동교정 (Mobile Lab) □ 현장교정 (On Site Calibration)																
5. 측정방법 및 소급성 (Calibration method and/or brief description): 염화물 측정기의 교정결과를 KKK-2032-1에 따라 국가측정표준기관으로부터 소급성이 유지된 표준기를 사용하여 교정하였다.																
교정에 사용한 표준기의 명세 (List of used standards/specifications) <table border="1"> <thead> <tr> <th>기기명</th> <th>제조회사 및 형식</th> <th>기기번호</th> <th>차기교정예정일자</th> <th>교정기관</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sodium chloride</td> <td>KKRS / 104-02-001</td> <td>150212-27</td> <td>2022. 01. 10</td> <td>한국표준과학연구원</td> </tr> <tr> <td>Density meter</td> <td>Anton Paar / DMA5000</td> <td>80120643</td> <td>2020. 09. 11</td> <td>한국산업기술시험원</td> </tr> </tbody> </table>		기기명	제조회사 및 형식	기기번호	차기교정예정일자	교정기관	Sodium chloride	KKRS / 104-02-001	150212-27	2022. 01. 10	한국표준과학연구원	Density meter	Anton Paar / DMA5000	80120643	2020. 09. 11	한국산업기술시험원
기기명	제조회사 및 형식	기기번호	차기교정예정일자	교정기관												
Sodium chloride	KKRS / 104-02-001	150212-27	2022. 01. 10	한국표준과학연구원												
Density meter	Anton Paar / DMA5000	80120643	2020. 09. 11	한국산업기술시험원												
6. 교정결과 (Calibration results): 교정결과 참조 7. 측정불확도 (Measurement uncertainty): 교정결과 참조																
확인 (Affirmation) 성명 (Name): 박준수 직위 (Title): 기술책임자 승인자 (Approved by) 성명 (Name): 이만수 직위 (Title): 기술책임자																
한국인정기구 인정 Accredited by KOLAS, Republic of KOREA 한국산업기술시험원장 Korea Testing Laboratory																
(주)의 명세서는 측정기의 정밀도/정확도에 영향을 미치는 요소(온도, 습도, 습도 등)의 교정 결과에 영향을 미치지 않습니다. (NOTE) If any significant instability or other adverse factor(s) (temperature, humidity, etc.) manifests itself before, during or after calibration, and is likely to affect the validity of the calibration.																
2019년 07월 12일 한국인정기구 인증 Accredited by KOLAS, Republic of KOREA 한국산업기술시험원장 Korea Testing Laboratory																
(주)의 명세서는 측정기의 정밀도/정확도에 영향을 미치는 요소(온도, 습도, 습도 등)의 교정 결과에 영향을 미치지 않습니다. (NOTE) If any significant instability or other adverse factor(s) (temperature, humidity, etc.) manifests itself before, during or after calibration, and is likely to affect the validity of the calibration.																

교정성적서 CALIBRATION CERTIFICATE																
한국산업기술시험원 경기도 안산시 상록구 해운로 723 TEL: 031-500-0217 FAX: 031-500-0389	성적서 번호: 20-010956-01-1 Certificate No. 페이지 (1) / (총 2) Page of Pages															
1. 의뢰자 (Client) 기관명 (Name): (사)대한산업안전협회 주소 (Address): 서울특별시 구로구 공평로 70, 1층 (구로동)																
2. 측정기 (Calibration Subject) 기기명 (Description): 염화물 측정기 제조회사 및 형식 (Manufacturer and Model Name): BLUE BIRD / BO-930 기기번호 (Serial Number): 140388282																
3. 교정일차 (Date of Calibration): 2020년 02월 20일																
4. 교정환경 (Environment) 온도 (Temperature): (20.1 ± 0.2) °C 습도 (Humidity): (50 ± 1) % R.H. 교정장소 (Location): ● 고정표준실 (KTL Lab) □ 이동교정 (Mobile Lab) □ 현장교정 (On Site Calibration)																
5. 측정방법 및 소급성 (Calibration method and/or brief description): 염화물 측정기의 교정결과를 KKK-2032-1에 따라 국가측정표준기관으로부터 소급성이 유지된 표준기를 사용하여 교정하였다.																
교정에 사용한 표준기의 명세 (List of used standards/specifications) <table border="1"> <thead> <tr> <th>기기명</th> <th>제조회사 및 형식</th> <th>기기번호</th> <th>차기교정예정일자</th> <th>교정기관</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gauge blocks</td> <td>Mitutoyo / 0 grade</td> <td>0803555</td> <td>2021. 03. 19</td> <td>한국산업기술시험원</td> </tr> <tr> <td>Thickness specimens</td> <td>Exometer / 02-0900-15 p</td> <td>FK4429</td> <td>2021. 03. 07</td> <td>한국산업기술시험원</td> </tr> </tbody> </table>		기기명	제조회사 및 형식	기기번호	차기교정예정일자	교정기관	Gauge blocks	Mitutoyo / 0 grade	0803555	2021. 03. 19	한국산업기술시험원	Thickness specimens	Exometer / 02-0900-15 p	FK4429	2021. 03. 07	한국산업기술시험원
기기명	제조회사 및 형식	기기번호	차기교정예정일자	교정기관												
Gauge blocks	Mitutoyo / 0 grade	0803555	2021. 03. 19	한국산업기술시험원												
Thickness specimens	Exometer / 02-0900-15 p	FK4429	2021. 03. 07	한국산업기술시험원												
6. 교정결과 (Calibration results): 교정결과 참조 7. 측정불확도 (Measurement uncertainty): 교정결과 참조																
확인 (Affirmation) 성명 (Name): 박준수 직위 (Title): 기술책임자 승인자 (Approved by) 성명 (Name): 이만수 직위 (Title): 기술책임자																
한국인정기구 인정 Accredited by KOLAS, Republic of KOREA 한국산업기술시험원장 Korea Testing Laboratory																
(주)의 명세서는 측정기의 정밀도/정확도에 영향을 미치는 요소(온도, 습도, 습도 등)의 교정 결과에 영향을 미치지 않습니다. (NOTE) If any significant instability or other adverse factor(s) (temperature, humidity, etc.) manifests itself before, during or after calibration, and is likely to affect the validity of the calibration.																
2020년 02월 20일 한국인정기구 인증 Accredited by KOLAS, Republic of KOREA 한국산업기술시험원장 Korea Testing Laboratory																
(주)의 명세서는 측정기의 정밀도/정확도에 영향을 미치는 요소(온도, 습도, 습도 등)의 교정 결과에 영향을 미치지 않습니다. (NOTE) If any significant instability or other adverse factor(s) (temperature, humidity, etc.) manifests itself before, during or after calibration, and is likely to affect the validity of the calibration.																

염화물 측정기

도막두께 측정기

측량기

내공변위계

붙임-2 검교정 성적서

시험 성적서

(주) 대영씨엔티
경기도 군포시 공단로140번안길 10-10 (당정동)
Tel : 031-458-1020, Fax : 031-458-1134

시험서 번호 : 2000682-009
페이지 (1) / (총 2)

1. 의뢰자
기관명 : (사)대한산업안전협회
주소 : 서울특별시 구로구 공평로 70 (구로동)

2. 측정기
기관명 : 콘크리트트레스터
제작회사 및 형식 : SJW / HT225-W
기 기 번 호 : 036506

3. 시험일자 : 2020. 01. 22

4. 시험환경
온도 : (20.5 ± 0.1) °C 습도 : (43 ± 2) % R.H.
시험장소 : ■ 고정표준실 □ 이동시험 □ 현장시험

5. 측정표준의 소급성
시험방법 및 소급성 서술 :
상기 기기는 CONCRETE TEST HAMMER 시험장치서(DYS-TW-1101)를 적용하여 시험되었습니다.
시험에 사용한 표준장비 명세 (검정서 일자 참조)
기기명 제작회사 및 형식 기기번호 재기교정예정일자 교정기관

6. 시험결과: 시험결과 참조

7. 측정불확도: 시험결과 참조

확 인 작성자
성 명 : 이지영

승인자
직 위 : 기술 책임자
성 명 : 양승재

위 내용은 의뢰자가 제공한 시험품의 시험 결과이며, 시험장은 의뢰자가 제공한 것 입니다.
이 성적서는(주)대영씨엔티에서 발행한 성적서임을 증명합니다.

2020. 01. 28

(주) 대영씨엔티 대표이사 (인)

(주) 대영씨엔티의 품질경영체계에 영향을 미치는 요소(인력, 온도, 습도 등)의 급격한 변화가 발생한 경우에는 무효가 됩니다.
(주) 대영씨엔티는 상용 광고 또는 기타 거래의 선전 및 법적 소송을 목적으로 사용 할 수 없습니다.

DYS-TW-01-01/검_Rev.0 (주)대영씨엔티

원본 확인 번호 : 2710-1484-1245-6677

대한공인시험연구원 (주) 34113
Phone 042-898-5555, Fax 042-898-5556
시험보고서 번호 : 1901-01508-001 Page 1 / 5 Pages

시험 성적서

TEST REPORT

의뢰기관, Applicant : (사)대한산업안전협회
주소, Address : 서울시 구로구 구로로 23-1번지 대한산업안전협회 별당 1층
시험대상, Test Item : 콘크리트용 초음파 펄스 속도 측정기
제작회사 및 형식, Manufacturer & Model : CNS Electronics / PUNDIT
기기번호, Serial No : 960355601
발주일자, Date of Receipt : 2019. 12. 03 시험일자, Date of Test : 2019. 12. 19

시험내용, Description of Test

- 시험명, Test Name : 콘크리트용 초음파 펄스 속도 측정기 성능 시험
- 시험장, Test Site : ■ KRSSS 표준실, KRSSS Lab □ 이동시험, Mobile Lab □ 현장, On-site
- 시험환경, Environmental Conditions
온도, Temperature : (25 ± 5) °C 상대습도, Relative Humidity : (50 ± 20) %
- 시험방법, Test Method : T-66-004, 콘크리트용 초음파 펄스 속도 측정기의 성능 시험
- 시험결과, Test Results :
다음 표 "시험결과" 참조
- 측정불확도, Measurement Uncertainty :
미요구

당첨자, Tested by : 김영민

책임자, Approved by : 김영주

2019년 12월 19일
국가측정표준대표기관 National Metrology
한국표준과학연구원

이 성적서를 한국표준과학연구원 승인 없이 수정 또는 무단 복제하여 사용하거나 정보 및 제품 홍보 등에 시험장 관련 자료를 제공할 수 없습니다.
위 사항 공표는 의뢰자가 제공한 시험품에 한하여 유효하며, 시험장은 의뢰자가 제공한 것 입니다.
(This report shall not be modified, partially reproduced or used in an advertisement or product promotion without the written approval of KRSSS.
Otherwise the legal action may be taken against violation. The above results are valid only for the sample provided by the applicant, and the name of the sample is provided by the applicant.)

반발경도 시험기(슈미트 해머)

초음파탐상 측정기(Pundit)

PRODUCER CERTIFICATE

Product: Scanner PS300 (no wifi)
Article No.: 2190214
Serial No.: 345190002
Date of Inspection: 11.12.2019

We hereby certify that the product described has been tested before shipment and on the inspection date complied with the specifications stated in the product's operating instructions¹.

Hilti recommends the tool is sent in for recalibration at regular intervals in order to verify its compliance with the applicable specifications, but at least once a year. The accuracy should also be field tested regularly, particularly prior to critical measurement tasks, and after the product has been subjected to harsh conditions².

Hilti Corporation
BU Measuring Systems

Thomas Hillbrand
Head of BU Measuring

Christian Schallert
Head of Quality BU Measuring

¹ The test method used has been derived from accepted values of natural physical constants, or has been derived by the ratio type of self-calibrating techniques. Unless otherwise specified, the product was tested under standard ambient (MIL-STD-883C). Please note that the relevant test centers are certified to ISO 9001 but not ISO/IEC 17025.
² Factors in particular extreme temperature fluctuations, humidity, shock, drop, etc., can affect the tool's accuracy. Hilti's operating instructions for the relevant product contain further information and must be consulted prior to use.

We hereby certify that we have tested above products in accordance with the SENKO's standard inspection procedures and that the quality is in full conformity with the specifications and the standards.

Calibration and Test Certificate

Calibration date : 2019.06.17
Certificate date : 2019.06.17

Specification	
Product Name	Serial No.
SPLICT	SH09Z5401

Product Name	Serial No.	Sensor	Range
SPLICT	SH09Z5401	CH4	0 ~ 100 %LEL
		O2	0 ~ 30 %vol
		CO	0 ~ 500 ppm
		H2S	0 ~ 100 ppm

Calibration			
Gas	Concentration	Reading	Response Time(T90)
CH4	50 %LEL	5.2 %LEL	≤ 30 seconds
O2	27.0 %vol	18.7 %vol	
CO	100 ppm	162 ppm	
H2S	25 ppm	24 ppm	

Factory Alarm Settings			
Low Alarm	High Alarm	STEL	TWA
CH4 20 %LEL	40 %LEL	-	-
O2 19 %vol	23 %vol	-	-
CO 30 ppm	60 ppm	200 ppm	30 ppm
H2S 10 ppm	20 ppm	15 ppm	10 ppm

Performance Test

Start up	Pass
Self-Diagnosis	Pass
Zero Calibration	Pass
Span Calibration	Pass
Temperature Test	Pass
Alarm Test	Pass

Calibrated by

Approved by

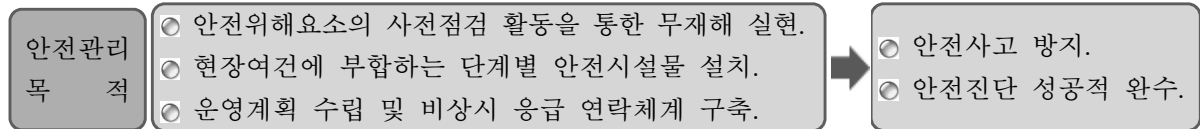
SENKO Co., Ltd. 15 Road, Oesaminro, Osan-si, Gyeonggi-do, 447-230, South Korea.
Phone: 82-31-492-0445 Fax: 82-31-492-0446 Home: www.senko.co.kr

철근배근탐지기(페로스캔)

산소 및 가스농도 측정기

2.5 안전관리계획

2.5.1 목 적



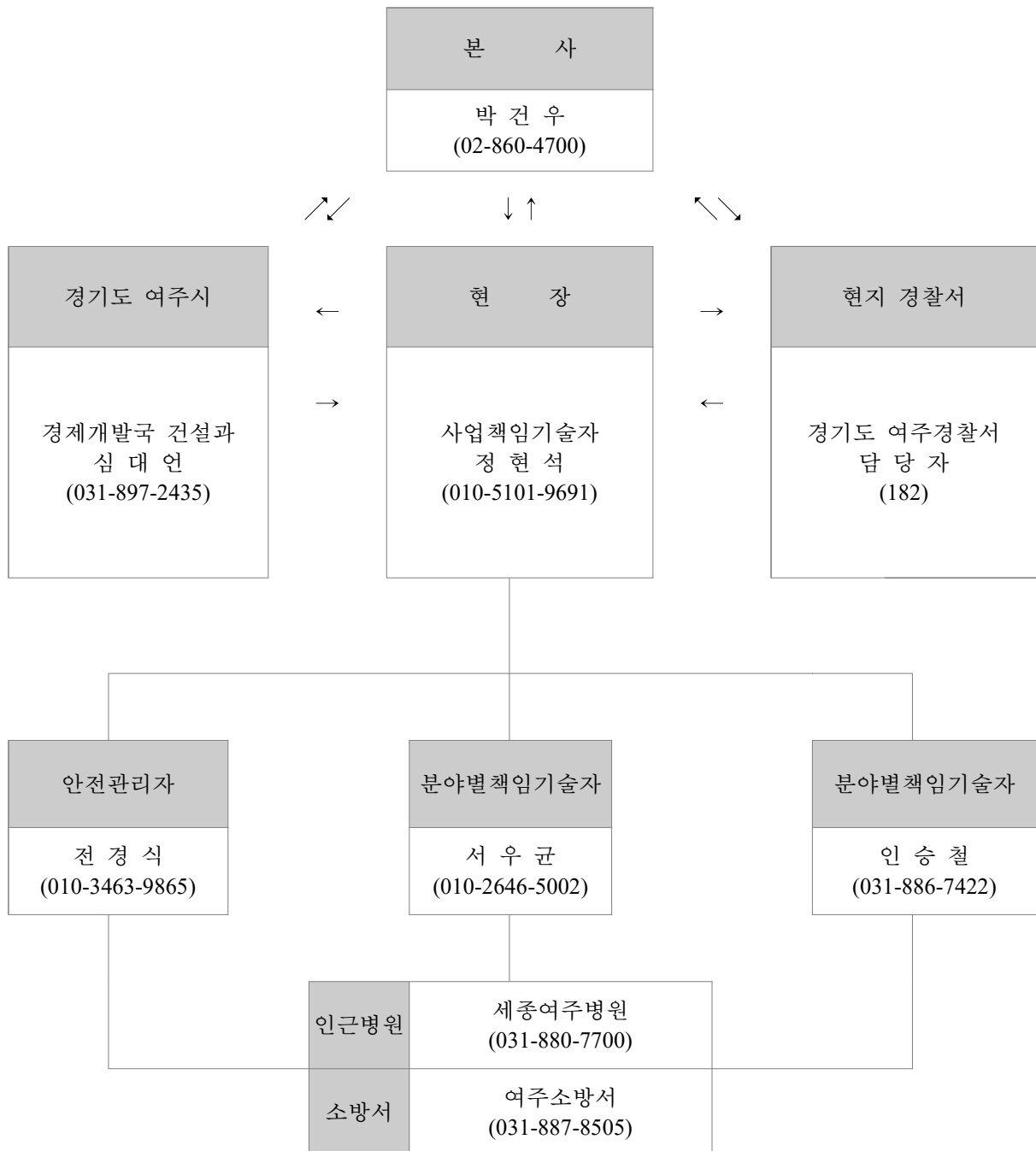
2.5.2 단계별 안전관리 계획

구 분	주요 내용	상세 안전관리계획
1단계 계획단계	● 안전관리대책 수립. ● 교통처리대책 수립. ● 유관기관 업무협의.	● 안전관리 책임자 선임. ● 안전교육계획 및 교통처리계획 수립. ● 관할경찰서 신고 및 허가 확인. ● 교통통제 사전통보 및 홍보.
2단계 준비단계	● 유관기관 통보. ● 안전관리자 배치. ● 작업 전 현장 안전교육.	● 점검자 안전교육 실시. ● 작업내용 변경시 교육 실시. ● 교통통제구간 안전표지판 설치.
3단계 조사단계	● 현장주변 안전관리. ● 작업자의 안전관리. ● 개별행동 금지.	● 교통신호수 형광조끼, 안전모, 신호봉 등 지급. ● 고소작업시 안전벨트 및 안전고리 착용. ● 밀폐공간 작업시 환기상태확인 및 마스크 착용.
4단계 마무리단계	● 안전유무 확인. ● 주변환경 정리.	● 사용장비 정리. ● 시건장치 확인.

2.5.3 안전관리조직

본 과업을 수행함에 있어 참여기술자를 중심으로 안전관리조직을 구성하고, 안전관리자를 선임함으로써 현장 과업수행 중의 안전사고를 미연에 방지할 수 있도록 조치

○ 안전관리조직 및 비상연락망



2.5.4 조사자의 안전확보

- 현장조사를 실시하는 사람은 안전모, 작업복, 작업화와 필요한 경우 안면보호장비 등을 포함한 개인용 보호장구를 항상 착용하여야 하며, 측정장비 및 기기를 항상 최적의 상태로 정비하여야 한다.
- 밀폐된 공간에서의 작업이 필요할 경우에는 유해물질, 가스 및 산소결핍 등에 대한 조사와 대책을 사전에 마련하고 「밀폐공간 작업 안전이행 확인서」 검토 후 「밀폐공간 안전보건 일지」를 작성하여 안전관리자에게 이행여부를 확인받아야 한다.

○ 안전장비

	
가스 및 산소농도측정기	산소호흡기

밀폐공간작업 안전작업 이행사항	밀폐공간 안전보건 작업일지																										
【밀폐공간작업 안전작업 이행사항】 1. 밀폐공간작업을 발주한 건설업체 사업주 또는 작업을 수행하는 하도급업체 사업주와 해당 작업근로자는 상기 질식재해예방장비를 보유하고 밀폐공간작업 예방교육을 수료한 근로자로 하여금 작업을 수행할 것으로 확인합니다. 2. 밀폐공간작업 수행 시에는 다음의『밀폐공간 질식재해예방 3대 안전 수칙』을 준수할 것을 확인합니다. ① 작업 전·작업 중 산소 및 유해가스 농도 측정 ② 작업 전·작업 중 환기 실시 ③ 밀폐공간 구조작업 시 보호장비 착용 3. 밀폐공간작업 관리감독자는 밀폐공간작업 이전에 산소농도 측정, 환기 등을 통해 안전상태를 확인하고 작업허가서를 발급한 이후에만 근로자를 밀폐공간작업에 투입한다. 4. 아울러 밀폐공간작업 수행 시에는 위 1, 2항 외에 별첨『밀폐공간작업 질식재해예방』에 의한 안전작업 이행을 준수할 것을 확인합니다. 2017. . . 원도급자 ○○사 사업주 _____(서명) 하도급자(밀폐공간작업 수행업체) 근로자 대표(밀폐공간작업 수행근로자) ○○사 사업주 _____(서명) ○○사 대표성명 _____(서명)	밀폐공간 안전보건 작업일지 1. 작업수행기간 : 월 일 시 ~ 월 일 시 2. 작업장소 : ☐ 우수면홀 ☐ 상수관로 ☐ 노후변실 ☐ 배수자 ☐ 집수조 ☐ 오수면홀 ☐ 오수관로 ☐ 침사지 ☐ 기타 () 3. 작업내용(간략히) : 4. 작업인원 : 총 명 작업책임자명 : (서명) 작업자명 : (서명), (서명), (서명) 작업감시자(관리감독자) : (서명) 상기 작성된 내용에 따라 작업을 실시할 계획임 5. 안전조치 점검사항 <table border="1"> <thead> <tr> <th>항목</th><th>점검사항(√ 표시)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>작업자에 대한 질식재해예방 교육</td><td>☐ 미실시 ☐ 실시</td></tr> <tr> <td>안전장비 구비 여부</td><td> ☐ 산소농도측정기 ☐ 유해가스(4-gas) 농도측정기 ☐ 환기팬 ☐ 공기호흡기(송기마스크) ☐ 무전기 ☐ 휴대용연탄 ☐ 구조용로프 ☐ 기타() </td></tr> <tr> <td>산소(O₂)농도 측정결과</td><td>☐ 18%미만() ☐ 18~21%()</td></tr> <tr> <td>활화수소(H₂S) 농도 측정결과</td><td>☐ 10ppm이상() ☐ 10ppm미만()</td></tr> <tr> <td>일산화탄소(CO) 농도 측정결과 또는 양수작업 시 확인</td><td>☐ 30ppm이상() ☐ 30ppm미만()</td></tr> <tr> <td>작업 전 환기실시 시간 (작업 중에는 지속적으로 환기)</td><td>☐ 미실시 ☐ 30분 미만 ☐ 30분 이상</td></tr> <tr> <td>재해자 구조방법 숙지여부</td><td>☐ 교육 미이수 ☐ 교육이수</td></tr> </tbody> </table> ※ 점검항목에서 “공복 상태에서 이월작업”에 해당하는 사항이 1개 이상 체크(√) 되는 경우 이를 모두 적성상태로 개선조치 한 후 작업을 실시하여야 함 6. 특별조치 필요사항 : 협소공간으로 진입이 곤란한 경우 CCTV 투입 <table border="1"> <thead> <tr> <th>작성자</th><th>부서</th><th>직책</th><th>성명</th><th>(서명)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>담당공무원</td><td>부서</td><td>직책</td><td>성명</td><td>(서명)</td></tr> </tbody> </table>	항목	점검사항(√ 표시)	작업자에 대한 질식재해예방 교육	☐ 미실시 ☐ 실시	안전장비 구비 여부	☐ 산소농도측정기 ☐ 유해가스(4-gas) 농도측정기 ☐ 환기팬 ☐ 공기호흡기(송기마스크) ☐ 무전기 ☐ 휴대용연탄 ☐ 구조용로프 ☐ 기타()	산소(O ₂)농도 측정결과	☐ 18%미만() ☐ 18~21%()	활화수소(H ₂ S) 농도 측정결과	☐ 10ppm이상() ☐ 10ppm미만()	일산화탄소(CO) 농도 측정결과 또는 양수작업 시 확인	☐ 30ppm이상() ☐ 30ppm미만()	작업 전 환기실시 시간 (작업 중에는 지속적으로 환기)	☐ 미실시 ☐ 30분 미만 ☐ 30분 이상	재해자 구조방법 숙지여부	☐ 교육 미이수 ☐ 교육이수	작성자	부서	직책	성명	(서명)	담당공무원	부서	직책	성명	(서명)
항목	점검사항(√ 표시)																										
작업자에 대한 질식재해예방 교육	☐ 미실시 ☐ 실시																										
안전장비 구비 여부	☐ 산소농도측정기 ☐ 유해가스(4-gas) 농도측정기 ☐ 환기팬 ☐ 공기호흡기(송기마스크) ☐ 무전기 ☐ 휴대용연탄 ☐ 구조용로프 ☐ 기타()																										
산소(O ₂)농도 측정결과	☐ 18%미만() ☐ 18~21%()																										
활화수소(H ₂ S) 농도 측정결과	☐ 10ppm이상() ☐ 10ppm미만()																										
일산화탄소(CO) 농도 측정결과 또는 양수작업 시 확인	☐ 30ppm이상() ☐ 30ppm미만()																										
작업 전 환기실시 시간 (작업 중에는 지속적으로 환기)	☐ 미실시 ☐ 30분 미만 ☐ 30분 이상																										
재해자 구조방법 숙지여부	☐ 교육 미이수 ☐ 교육이수																										
작성자	부서	직책	성명	(서명)																							
담당공무원	부서	직책	성명	(서명)																							

2.5.5 보호구

- 현장조사는 적절한 보호구(고용노동부장관 검정합격품)을 사용하고 적합한 안전시설을 설치하여 사용한다.
- 보호구 지급계획
 - 지급대상자 : 현장투입 점검자 전원
 - 개인별 보호구 지급현황 : 안전모, 안전화
 - 기타 협력업체 투입시 개인별로 안전화, 안전모 지급예정

2.5.6 안전교육

- 안전교육은 매일 작업 착수 전에 안전교육을 시행한다.
- 현장조사 대상 시설물의 특성과 현장조사 난이도, 위험도를 고려하여 안전수칙 등을 제정하고 이에 따라 안전교육을 실시하도록 한다.
- 안전교육계획
 - 작업안전교육 : 현장점검 작업시 매일 안전관리자 실시
 - 특별점검 : 현장점검 작업시 주요 공정별 수시로 실시

○ 안전교육 및 활동내용

점 검 항 목		중 점 사 항
1	작업시작 전에 안전교육은 실시하는가?	-
2	안전모임은 갖고 있는가?	-
3	지적확인 항목은 정해져 있는가?	-
4	작업구간의 위험노출상태는 없는가?	-
5	회의기록은 유지하고 있는가?	-
6	협의사항은 잘 지켜지는가?	-
7	작업자의 복장은 좋은가?	-
8	안전모의 착용은 좋은가?	-
9	안전대의 착용 및 사용은 좋은가?	-
10	보호구는 적절한가?	-
11	밀폐공간의 안전작업은 적절한가?	-
12	정리정돈은 좋은가?	-
13	통로는 안전하게 확보되었는가?	-
14	작업 후 청소 또는 주변정리를 실시하는가?	-
15	제3자 재해방지 조치는 좋은가?	-

2.5.7 작업안전수칙

■ 작업 전 · 후 안전수칙

- 작업은 반드시 감독관의 지시에 따라 착수 및 종료하여야 한다.
- 매일 작업착수 전에 안전교육을 시행한다.
- 작업 중에 시설물에 관련된 작업을 할 경우에는 사전에 감독과 협의하여 시행하여야 한다.
- 작업시작 전, 후에 현장감독에게 보고, 현장감독이 부재중일 때에는 사전에 지시된 기관에 보고하여야 한다.
- 작업완료 후 작업공구 및 재료 등이 작업장에 남지 않도록 한다.

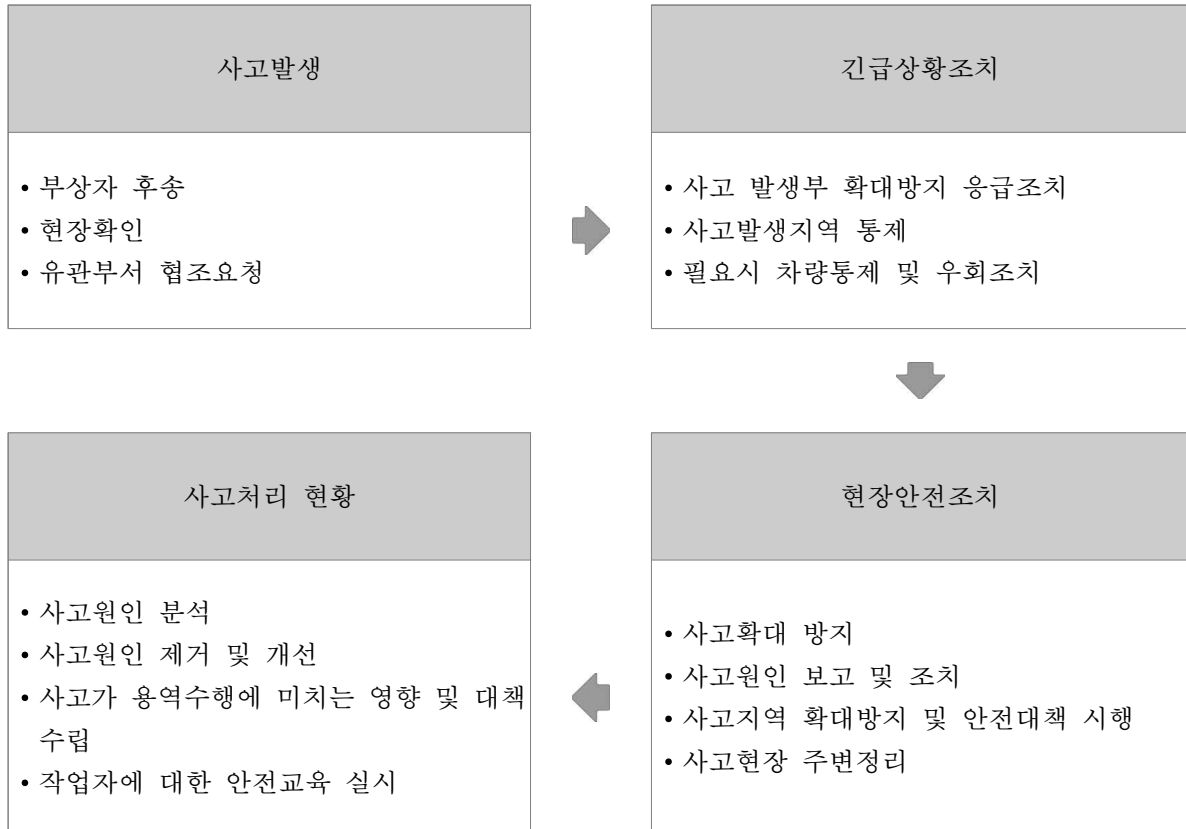
■ 작업 중 안전수칙

- 점검 중에 시설물, 기타 부착물에 피해를 주어서는 안 된다.
- 위험한 작업은 책임기술자가 입회하도록 하며, 특별교육을 실시한다.
- 다음의 각 사항의 작업에는 반드시 보호구를 착용한다.
 - ① 높이 2m이상 고소작업으로 추락위험의 작업에서는 안전벨트를 착용한다.
 - ② 낙하물에 의한 위험이 있는 장소에서는 안전모 및 안전화를 착용한다.
 - ③ 분진 등이 현저하게 발생하는 장소에서는 분진 방지 마스크를 착용한다.
 - ④ 유해가스 등에 의한 질식 등의 위험이 있는 장소에서는 방독 마스크 또는 방독면을 착용한다.
 - ⑤ 산소 결핍 등의 위험이 있는 장소에서는 송기 또는 산소마스크를 착용한다.
 - ⑥ 현저한 소음이 발생하는 작업 장소에서는 귀마개를 착용한다.
 - ⑦ 그라인더 등 비산물에 의한 위험 작업은 보안경 또는 보안면을 착용한다.
 - ⑧ 기타 위험 요소가 있는 장소의 작업에는 적절한 보호용구를 사용한다.
- 복개구조물 등 산소결핍이 예상 장소는 작업 전에 반드시 산소 농도 및 유해가스를 측정하여 안전하게 작업한다.
- 전기를 사용할 경우에는 감전사고 예방 조치를 취한다.
- 작업완료 후 작업공구 및 재료 등이 작업장에 남지 않도록 제거하며 지장이 없는 장소에 옮겨야 한다.
- 각종 측정장비 사용 시 주의사항 숙지와 무리한 사용 조작을 하지 않는다.

2.5.8 안전사고의 처리

안전관리자는 안전사고 발생 시 응급조치를 취하고 신속하게 인근 병원으로 후송하며, 관련법의 규정에 따라 처리한다.

- 경찰서에는 사망사고인 경우에만 신고
- 중대사고는 노동부 산업안전과에 24시간 이내에 신고



2.6 교통처리계획

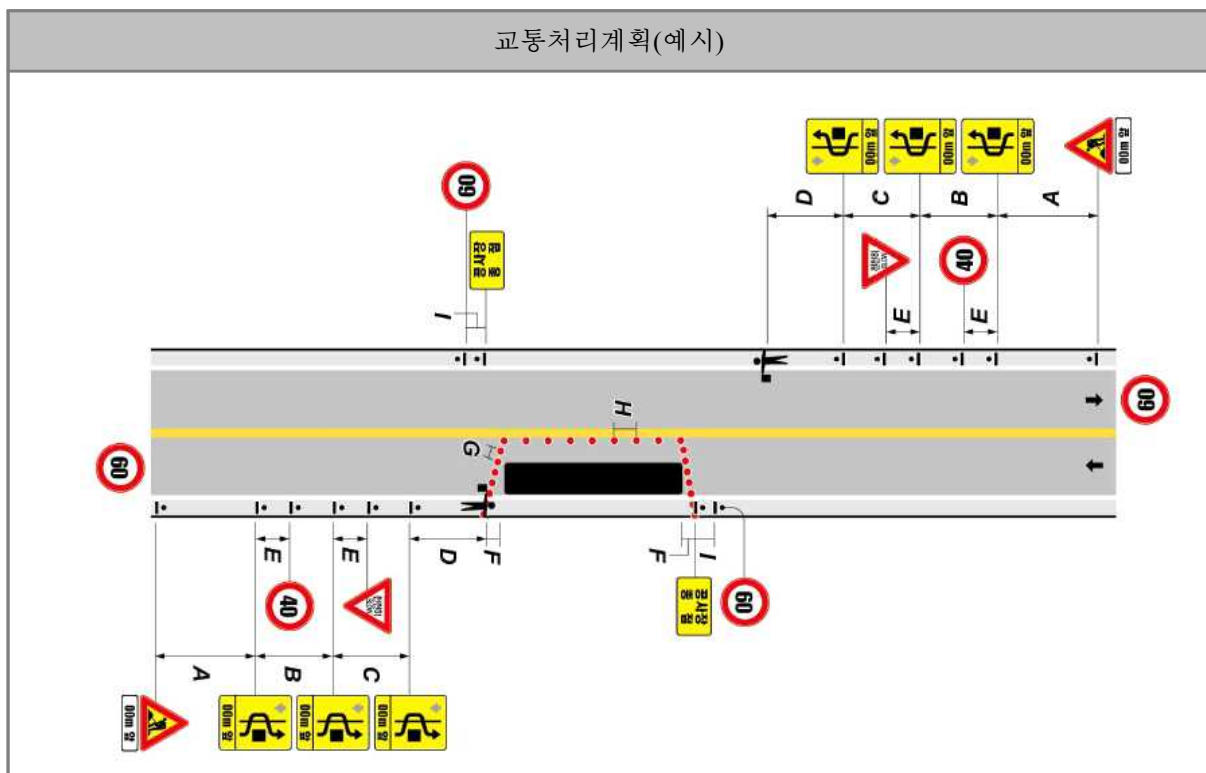
2.6.1 교통처리계획

- 과업수행을 위한 교통통제 필요시 발주기관, 관할구청 및 경찰서 등 관련기관과 협의 후 교통처리
- 통제관련 일정, 방법, 안전관리 등의 세부내용을 교통처리계획서에 명시하여 안전사고에 만전을 기하도록 함.

2.6.2 교통처리시 유의사항

- 점검 현장에 공사 안내간판을 전, 후에 설치하고, 교통안전표지판 및 라바콘 등의 안전시설을 충분히 설치하여 교통안전사고 예방
- 교통 신호수, 정리원을 배치하여 교통소통과 보행자 통행에 지장이 없도록 실시
- 관계기관 사정에 의하여 작업중지 지시가 있을 경우 이에 적극 협조
- 점검 및 작업은 계획된 작업구간 내에서만 시행
- 라바콘 및 입간판 등 안전시설물을 견고히 설치

○ 교통처리계획



2.7 보안대책

2.7.1 목적

본 용역을 수행함에 따라 대외 비밀누설 및 유출을 사전에 방지하고자 아래와 같이 보안대책을 수립하여 과업을 수행하고자 함.

2.7.2 방침

- 직원 보안교육 실시
- 대외 비밀누설 방지
- 용역 종료 후 불필요한 도면 및 관계서류의 폐기 및 확인

2.7.3 시행방법

- 직원 보안교육
 - 현장대리인이 적 직원의 보안에 관한 교육 및 철저 이행 촉구
 - 대외 비밀누설 방지
 - 각종 도서의 유출을 방지하기 위하여 캐비닛, 도면함 등의 시건장치 보안 후 열쇠는 담당 부서장이 보관
 - 관계인 외 도서열람 및 사본 불허
 - 보안각서의 작성 및 제출
 - 사업책임기술자를 포함한 모든 참여기술자는 다음의 내용이 포함된 보안각서를 작성하에 제출
 - ① 본 용역을 시행함에 있어 이에 관련된 업무가 국가 중요 사업임을 인정하고 이를 성실히 수행할 것을 서약
 - ② 본 과업수행 상 대내외적으로 취득한 모든 사항을 재직 중은 물론 퇴직 후에도 승인 없이는 이를 누설하지 않을 것을 서약
- 관련 보안각서는 착수계에 첨부하여 제출하였음.

세부 과업수행방법

3.1 사전조사 및 현장답사

3.2 조사 및 시험·측정

3.3 상태평가

3.4 시설물 안전성 조사 및 평가

3.5 종합평가

3.6 안전등급 지정

3.7 보수·보강 및 유지관리방안

3.8 보고서 작성

제 3 장 세부 과업수행방법

3.1 사전조사 및 현장답사

3.1.1 목적

정밀안전진단 계획, 방법, 안전대책 등의 수립을 목적으로 함.

3.1.2 내용

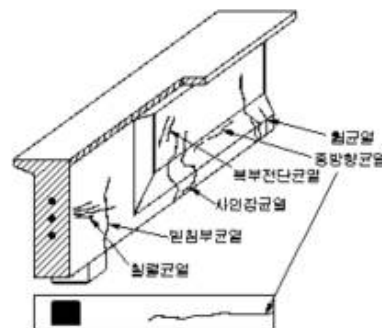
- 시설물의 이력사항과 현황조사
- 시설물 관련 설계도서 및 도면, 구조계산서, 보수·보강이력, 점검 및 진단이력, 시설물관리대장 및 기타관련자료 수집, 분석
- 현장조사에 필요한 장비, 차량, 투입인력, 안전관리 등 사전계획 수립
- 검토 결과에 대해 반영, 협의된 내용을 사전검토보고서에 반영
- 진단 계획을 포함한 과업수행계획서를 작성하여 제출

3.2 조사 및 시험·측정

- 현장조사 및 시험·측정의 범위 및 위치, 수량 등은 시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침(2019. 09) 교량편에 의거하여 실시한다.
- 구조부재별 점검사항
 - 상부구조
 - 콘크리트 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등.
 - 강 재 : 균열, 도장상태, 부식상태 등.



(a) 콘크리트 바닥판



(b) 철근콘크리트 거더

3.2.1 주요 점검항목

1) 상부구조

점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	• 박리, 박락, 층분리, 파손, 철근노출, 백태(유리석회)
▷받침부	• 부스러짐 • 복부 사인장 균열
▷중앙부	• 횡방향 균열

2) 하부구조

점 검 부 위	손 상 종 류
▷공통	• 교대 회전(기울음), 침하(연직이동) • 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
▷두부(Coping)	• 두부 물고임 • 받침부 균열 및 파손 • 두부와 홍벽 경계부 균열 • 거더와 홍벽 신축유간 부족
▷벽체	• 수직균열 및 침하 • 구체와 날개벽 분리 • 구체부 배수구 막힘 • 수면접촉부 침식
▷날개벽(옹벽 포함)	• 날개벽 이동, 전도 • 석축이 있는 경우 사면붕괴

3) 신축이음

점 검 부 위		손 상 종 류
▷본체	- 공통	• 충격음, 본체유동 및 파손 • 누수 • 유간부족 및 유간과다 • 유간 오물퇴적
	- 고무재	• 고무판 마모, 강판노출 및 부식
	- 강재	• 강재 연결부 이완 및 파손
▷후타재		• 단차(본체, 교면포장, 접속슬래브) • 균열 및 파손

4) 교량받침

점 검 부 위		손 상 종 류
▷본체	- 공통	• 가동받침의 신축유간 부족 • 가동받침 전·후방의 가동장애 요소 • 받침과 주형의 밀착상태 • 수직보강재와 받침 편기상태 • 받침 물고임 및 부식
	- 강재받침	• 가동면 부식 • 부속물 파손(부상방지장치 및 이동제한장치)
	- 고무받침	• 고무재 부풀음 및 갈라짐 • 고무판의 과도한 변형
▷받침대		• 앵커볼트 파손, 절단 • 콘크리트 파손, 하부공동 및 침하 • 교각두부 균열

- 재료시험의 실시여부는 정밀안전진단의 범위 및 내용 등을 고려하여 과업지시서의 내용에 따르며, 필요시 발주처와의 협의에 의해 수행한다. 금번 정밀안전진단에 대한 재료시험 세부수량은 3.2.3절에 수록되어 있으며, 시험결과에 대한 비교평가를 실시하기 위하여 기존 점검과 일정부분 동일한 위치에서 시험을 실시한다.

3.2.2 외관조사

- 1) 외관조사시 조사범위, 조사항목, 조사방법 등은 국토교통부 "시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침"(이하 "세부지침"이라 한다)에 의거하여 시행한다.
- 2) 부재별 결함 조사(변형, 균열, 파손 등)와 결함원인 파악을 위한 정밀외관조사를 수행하며, 결함의 근본적인 원인을 조사·분석한다. 특히, 바닥판 결함의 경우 노면수 체수, 방수층 결함 여부 등 다각적인 결함원인 분석을 한다.
- 3) 포장은 일반적으로 내·외부적, 환경적 원인 등으로 결함이 발생하고 바닥판과 거더의 결함으로 진행되므로 신축이음 전후, 구조물 경계부, 곡선부, 중차량 통행차로, 배수구 주변 등 상세점검을 실시한다. 또한 노면 물고임 및 바닥판 누수는 구조물 열화의 주요원인으로 가급적 비온 직후 점검을 통한 물고임 및 포트홀 점검을 통한 관련 현황(물고임, 포트홀 및 바닥판 누수) 작성 및 조사·분석을 한다.
- 4) 과업수행자는 외관조사시 다음 주요 결함사항에 대해서는 집중 조사 및 분석을 실시하여 발주기관에 서면으로 별도 보고한다.
 - ① "시설물안전법" 시행령 제18조의 중대한 결함
 - ② 새로이 발생한 신규결함 부위
 - ③ 기존 보수 부위의 재결함 부위
 - ④ 구조적 결함 발생부위
 - ⑤ 균열 및 열화부 등의 정확한 규모(깊이 포함)
- 5) 잠재적인 위해요인 조사
시설물의 직접적인 결함 외에 향후 시설물에 위해를 가할 수 있는 각종 지장(침가) 시설물과 교량 하부공간 점유현황 등을 조사하며, 시설물 유지관리를 위한 점검통로 등 점검시설의 상태·안전성을 조사하고 그 결과에 따른 적절한 대책을 제시한다.
- 6) 외관 조사결과는 조사항목별로 정리하되 주요 조사내용에 대해 현장사진을 함께 수록하여 이해하기 쉽도록 한다.
- 7) 외관조사 시 손상 내용에 대해 표기에 대해서는 발주처(용역 감독)와 사전협의를 하고 다음 사항을 대해서는 아래와 같이 표기 한다.
 - ① "세부지침"의 상태평가 기준이 "c"이하의 균열에 대해서는 향후 점검 및 보수를 위하여 백묵으로 표시하여야 하며, 진행성 판단을 위하여 점검일자 및 시·종점부를 표기한다.
 - ② 망상균열인 경우 균열을 개별 단위로 표시하지 말고 균열 군(群) 단위로 표기한다.

- ③ 슬래브 등 콘크리트 조사시 0.3mm이상 균열 중 진행성이거나 구조적인 균열일 경우 위치 및 깊이 측정은 발주처와 협의하여 측정한다.
- ④ 각종(이정·방향·안내) 표지주에 대한 점검을 실시하고, 전년도 점검결과와 비교하여 결함사항의 정비여부, 결함사항 준치, 결함의 진행정도 등에 대하여 조사 및 표기한다.

8) 중점 점검사항

바닥판 - 하면 구조물 열화(백태, 들뜸 및 철근노출)



<백태 및 열화>



<콘크리트 들뜸>



<철근노출>

현안사항>

- 바닥판 하면은 부분적으로 콘크리트 들뜸, 철근노출 손상이 발생된 것으로 확인되었으며, 이는 피복두께 부족으로 인하여 발생된 것으로 판단됨.
- 균열 폭 0.3mm미만의 망상균열은 시공초기 건조수축 및 온도변화에 따라 발생된 것으로 판단되며, 부분적으로 백태를 동반하고 있는 상태임.

금회 진단계획>

- 현장 조사를 통한 손상 증대 및 구조물 열화 촉진 등 현 상태의 정확한 파악과 함께 내구성 확보 방안에 대하여 검토할 예정임.

PSC I 거더 - cw0.3mm 미만 균열 / 철근노출 / 재료분리



<가로보 재료분리>



<거더 철근노출>



<가로보 철근노출>

구 분	손상명	손상물량	개소	비고
거더 및 가로보	박락, 재료분리, 파손	15.99m ²	37	
	파손, 재료분리, 철근노출	3.03m ²	29	
	백태	101.49m ²	28	
	균열(0.3mm 미만)	31.7m	55	
	균열부 백태	0.5m ²	1	

<현안사항>

- 상부구조에서 조사된 균열(cw0.3mm미만)은 대부분 기존 점검에서부터 누적되어온 것으로, 뚜렷한 진전 형태는 확인되지 않았음.
- 철근노출 손상의 경우 대체로 피복두께 부족 등에 의한 손상으로 판단되며, 철근부식에 따른 콘크리트 단면손상 등의 2차적 문제는 미미한 수준임.

<금회 진단계획>

- 기 확인된 균열에 대하여 진전여부를 파악하며, cw0.3mm이상 균열부에 대해서는 균열 심도 확인과 함께 내측 철근 부식조건에 대한 검토를 실시할 예정임.
- 철근노출 손상에 대해서는 동절기 재설제 포설 등의 영향을 검토하여 향후 내구성/건전성 확보를 위한 보수방안을 제시하며, 이후 보수효과에 대한 관찰이 이루어질 수 있도록 유지관리계획을 수립할 예정임.

3.2.3 현장 재료시험

- 1) 현장 재료시험은 "세부지침"에 의거하여 실시한다.
- 2) 현장 재료시험의 결과는 그 분야에 경험이 있는 자에 의해 해석되고 평가하며 이전에 같은 시험이 실시된 경우에는 시험결과를 비교하여 차이점을 분석 평가한다.
- 3) 모든 현장 재료시험의 결과는 비파괴시험자와 책임기술자의 확인이 포함된 시험보고서 형태로 보고서에 수록하며, 하도급에 의하여 수행한 전문기술의 시험결과는 시험기관의 정식 공문으로 제출한다.



○ 정밀안전진단 기본과업 재료시험 수량

구 분	교 량		비 고
	상부구조	하부구조	
반발경도시험	○ 철근콘크리트 : 2개소/50m ○ 강합성교 : 1개소/50m	○ 1개소/연장50m ○ 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상)	· 동일부위 시험
초음파 전달속도시험	○ 철근콘크리트 : 2개소/50m ○ 강합성교 : 1개소/50m	○ 1개소/연장50m ○ 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상)	
철근탐사시험	○ 철근콘크리트 : 2개소/50m ○ 강합성교 : 1개소/50m	○ 1개소/연장50m ○ 교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상)	
탄산화 깊이 측정	○ 5경간 이내 : 4~6개소¹⁾ ○ 5경간 이상 : 6~9개소²⁾		
염화물함유량시험	○ 3개소 이상 ³⁾		· 간만대 또는 비말대 포함
균열깊이 조사	○ 부재의 중요도를 고려 ○ 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정		· Cw=0.3mm 이상 균열
강재용접부 초음파탐상시험	○ 플레이트거더교 : 1개소/경간별 거더 ○ 박스거더교 : 2개소/경간별 거더		· 맞대기용접부

○ 금회 재료시험 실시 수량

구 분	(구)남한강교		비 고
	기준수량	금회수량	
반발경도시험	상부구조 : 22개소 하부구조 : 11개소	상부구조 : 22개소 이상 하부구조 : 11개소 이상	
초음파 전달속도시험	상부구조 : 22개소 하부구조 : 11개소	상부구조 : 22개소 이상 하부구조 : 11개소 이상	
철근탐사시험	상부구조 : 22개소 하부구조 : 11개소	상부구조 : 22개소 이상 하부구조 : 11개소 이상	
탄산화 깊이 측정	6 ~ 9개소	9개소 이상	상부구조에서 최소 3개 이상 실시
염화물 함유량시험	3개소	3개소 이상	상부구조에서 최소 1개 이상 실시
균열깊이 조사	책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	3개소 이상	Cw=0.3mm 이상 균열
강재용접부 초음파탐상시험	해당 없음	해당 없음	강교만 해당
수중조사	최초 진단시 실시	-	선택과업

주1) 철근콘크리트 상부구조에서의 최소 2개소 이상 실시

주2) 철근콘크리트 상부구조에서의 최소 3개소 이상 실시

주3) 염화물 함유량 시험시 시료(코어) 채취위치는 철근콘크리트 상부구조에서 최소 1개소 이상 실시하고, 염해에 취약한 해상교량과 하천교량 중 염해의 영향이 있을 것으로 판단되는 하천과 바다가 만나는 합류부 부근 교량의 경우에는 교량 하부 수중부(간만대 또는 비탈대)를 대상으로 1곳 이상의 시료를 채취하여 염화물 침투 및 염해여부 확인

3.2.4 수중조사(필요시)

1) 수중구조물 조사자료 분석 평가

여주시에서 제공하는 해당 교량의 수중구조물 조사자료를 검토·분석하여 교량의 안전성 및 상태 평가에 반영할 예정이다.

① 여주시 제공자료

- 외관조사도(수중구조물 손상전개도) - 수중기초 하상종단도
- 수중촬영 동영상

② 자료 분석결과 추가조사가 필요한 경우 여주시의 승인을 받아 수중 조사를 실시하여야 하며 이때 추가 수중조사는 외부전문 조사팀을 이용 안전진단 책임기술자 입회하에 추가조사를 시행하여야 한다.

2) 과업수행자는 추가 수중조사가 필요한 것으로 발주기관과 협의된 경우 다음 사항에 따라 수중조사를 실시하여야 한다.

① 수중조사 착수 전에 세부 조사 계획서를 발주기관에 제출하여 승인을 득한 후 착수하여야 한다.

② 수중에 위치한 교각의 기초에 대한 외관상태 조사 및 균열, 세굴, 침하 및 기타 결함상태를 조사하여야 한다.

③ 수중촬영시 브러쉬 및 고압세척 등을 사용하여 우물통 표면에 부착되어 있는 이끼, 수초 등을 제거한 후 촬영하여 동영상(사진)만으로도 현재의 실상파악이 가능하도록 하여야 하고, 해당 교각번호와 손상부의 위치를 알 수 있도록 촬영(동영상, 사진)하여 편집 제출하여야 한다.

④ 수중조사결과, 구조물의 손상 또는 하상세굴의 상태가 구조물의 안전에 영향을 미치고 있다고 판단될 경우 이에 대한 내용을 충분히 검토 제시하여야 한다.

⑤ 조사, 진단결과 보고서는 하상세굴 상태조사와 구조물의 손상 조사부위를 포함하고 촬영한 동영상 파일을 함께 제출하여야 한다.

3.3 상태평가

3.3.1 개요

시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침(세부지침)의 기준에 의거 전체 시설물에 대해 외관조사망도를 작성하여 상태등급을 부여하며, 시설물의 전반적인 상태 및 환경여건에 따라 책임기술자가 조정할 수 있다.

3.3.2 상태평가 기준

- 1) 부재별 상태평가 기준은 교량의 거더와 가로보를 분리하고, 콘크리트의 탄산화와 염화물에 대한 평가항목을 포함하여 세분화하였으며, 아래의 표와 같이 부재별 상태평가 기준을 부재의 중요도를 감안하여 차등화 함으로써 가능한 한 전체 상태평가 기준과 부합하도록 조정한다.
- 2) 교량의 안전에 직접적인 영향을 미치는 바닥판, 거더, 하부구조 및 받침은 평가기준을 a~e로 범위를 적용하고, 내구성에 영향을 미치는 신축이음, 배수시설, 교면포장과 2차부재인 가로보와 세로보는 a~d로 범위를 조정한다.

【부재별 상태평가 적용 범위】

부재의 분류		차등 적용범위
상부구조	바닥판, 거더, 케이블	a, b, c, d, e
	2차부재(가로보 및 세로보)	a, b, c, d
하부구조	교대 및 교각, 기초, 주탑	a, b, c, d, e
받 침	교량받침	a, b, c, d, e
기타부재	신축이음, 난간 및 연석, 배수시설, 교면포장	a, b, c, d
콘크리트 부재	탄산화, 염화물	a, b, c, d

- 3) 부재별 상태평가는 전체 수량에 대한 손상수량의 비율에 의해 평가하는 정량적인 평가와 시설물의 상태에 대한 점검자의 주관적인 의견에 의한 정성적 평가를 동시에 수행하며 정성적 평가 시 점검자에 의한 편차를 줄이기 위해 손상수량 및 손상현황에 대한 정도를 정확히 파악하여야 한다.

3.3.3 구조형식에 따른 부재별 가중치

【구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치】

구분	결함도 평가항목		슬래브 교량	거더교량						라멘교			
				일반거더교			바닥판·거더 일체형		아치, 트러스		거더 없음	거더있음 (복개구조물)	
				일반	2차부재 없음	바닥판 없음	강 바닥판	PSC 박스	콘크리트 바닥판	강 바닥판			
상부	바닥판		34	18	18	-	20	23	15	34	20	21	
	주형		-	20	25	37	18	20	23	-	21	23	
	2차부재		-	5	-	11	5	-	5	-	5	-	
하부	교대/교각		20	13	13	18	13		13	34	22	24	
	기초		7	7	7	7	7		7	7	7	7	
받침	교량받침		10	9	9	14	9		9	3	3	3	
기타	신축이음		10	9	9	-	9		9	3	3	3	
	교면포장		7	7	7	-	7		7	7	7	7	
	배수시설		3	3	3	-	3		3	3	3	3	
	난간/연석		2	2	2	6	2		2	2	2	2	
콘크리트	탄산 화	상부	2(4)	2(4)		-	-	2(4)	2(4)	-	4(7)		
		하부	2(3)	2(3)		4(7)	4(7)	2(3)	2(3)	4(7)			
	염화 물	상부	2(0)	2(0)		-	-	2(0)	2(0)	-	3(0)		
		하부	1(0)	1(0)		3(0)	3(0)	1(0)	1(0)	3(0)			

※ () : 정밀안전점검 시 적용 가중치

<해설>

- ① 하부구조물이 무근콘크리트로 시공된 경우, 하부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치를 상부구조물의 탄산화 및 염화물항목의 가중치에 포함시킨다.
- ② 하부구조물은 무근콘크리트, 상부구조물은 강재로 시공된 경우, 상부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치는 상부구조물의 상태평가 항목(바닥판, 거더)의 가중치에 균등배분하고 하부구조물의 탄산화 및 염화물항목에 할당된 가중치는 하부구조물(교대/교각)의 가중치에 포함시킨다.
- ③ 기둥, 거더 및 슬래브로 구성된 복개구조물은 거더가 있는 라멘교에 준해서 평가하며, 박스형 복개구조물은 터널시설물의 상태평가 기준에 따라 평가한다.
- ④ 교량받침이 없는 라멘교의 경우, 교량받침에 할당된 가중치를 바닥판, 거더, 교대/교각의 가중치에 균등하게 배분한다.
- ⑤ 기타시설물(신축이음, 교면포장, 배수시설, 난간/연석)이 없는 경우, 기타시설물에 할당된 가중치는 바닥판 가중치에 포함시킨다.
- ⑥ 기초에 대한 평가가 수행되지 않았을 경우, 기초에 할당된 가중치는 교대/교각의 가중치에 포함시킨다.

3.3.4 경간(지점)별 부재 상태평가 산정

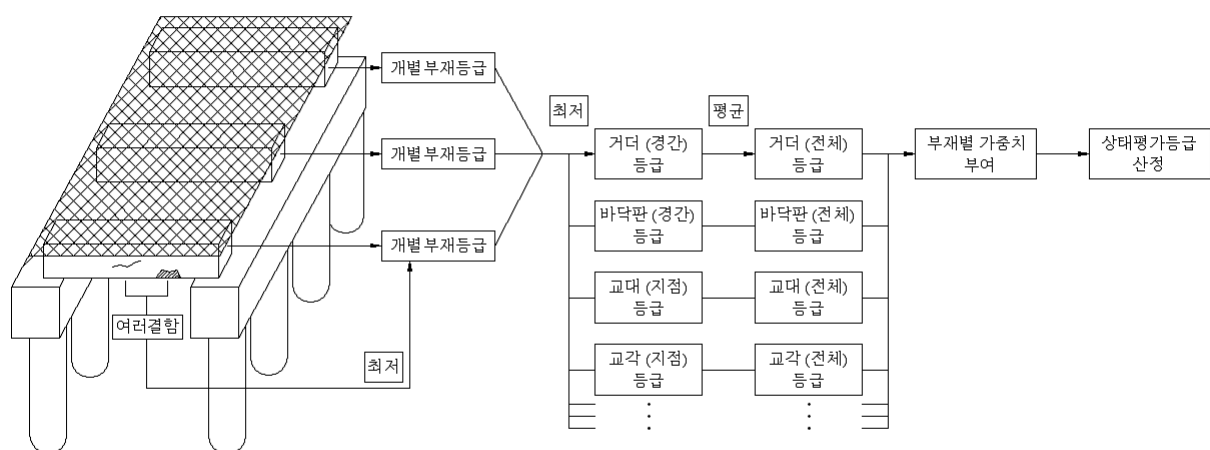
- 1) 개별부재에서 발견된 결함 및 손상에 대하여 평가한 후 각 상태평가 결과 중 최저값을 개별부재 상태평가를 산정한다.
- 2) 한 경간 내에서 여러 부재가 있을 경우는 각 부재의 상태평가 기준 중 최저값을 경간(지점) 상태평가 결과로 산정한다.
- 3) 복개구조물은 바닥판의 신축이음부를 경계로 경간을 구분하는 것으로 한다.

3.3.5 전체 시설물의 상태평가 결과 결정

구조형식이 같은 부재에 대해 부재별로 평균하여 부재 상태평가를 결정한 후 구조형식에 따른 부재별 가중치를 적용하여 환산 결함도 점수를 구한다. 환산 결함도 점수는 시설물 전체의 상태평가 결과를 산정하기 위한 기준값이며, <표>의 결함도 점수 범위에 따른 기준을 적용하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 구한다.

【결함도 점수 범위에 따른 기준】

기준	A	B	C	D	E
결함도 범위	$0 \leq x < 0.13$	$0.13 \leq x < 0.26$	$0.26 \leq x < 0.49$	$0.49 \leq x < 0.79$	$0.79 \leq x$



< 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법 예 >

3.3.6 기존점검 상태평가 결과 이력 및 분석

구 분	2015년 정밀안전진단		2017년 정밀안전점검		2019년 정밀안전점검		비 고
	결함도 점수	평가결과	결함도 점수	평가결과	결함도 점수	평가결과	
(구)남한강교	0.307	C	0.298	C	0.229	B	-



< (구)남한강교 상태평가 결함도점수 이력 >

- (구)남한강교는 2015년 정밀안전진단 부터 “B~C등급”을 유지하고 있으며 기 시행된 점검 및 진단 분석결과, 2016년 상·하부구조의 대대적인 보수(S16~S18의 거더 및 바닥판, 가로보 전면보수, A2 벽체손상 전면보수, P13~P1코핑부 손상 보수)가 이루어져 2017년도부터 결함도 점수가 감소되는 추세인 것을 확인할 수 있었다. 이후 이와 같은 유지관리 활동으로 안전등급이 “C” ⇨ “B” 로 2019년 정밀안전점검 시 향상된 것으로 나타났다.
- 금회 진단시에서는 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침(2019.9)” 기준에 의한 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치를 적용하여 결함도 점수를 산정하여 본 교량을 평가하고자 한다.

3.4 시설물 안전성 조사 및 평가

3.4.1 재하시험 등

1) 재하시험은 "세부지침"에 의거하며, 한국시설안전공단에서 마련한 “재하시험 시험 경간 선정 가이드라인”을 참조하여 실시하여야 한다. 다만, 다음 사항에 대해서는 관련 규정과 대상시설물의 제반여건을 고려하여 발주기관과 과업수행자가 협의하여 결정 한다.

- ① 재하시험의 실시 여부
- ② 추가 시험항목의 필요성
- ③ 재하시험 조사수량
- ④ 측정지점 선정과 측정방법
- ⑤ 교통처리 및 안전관리대책

2) 재하시험 대상경간

과업수행자는 현장조사와 재료시험 결과, 기존 점검 및 진단결과 등을 분석하여 가장 취약한 부위를 선정한 후 발주기관의 승인을 득한 후 결정하여야 하며, 대상 시설물의 정적 및 동적거동을 측정하여야 한다.

3) 재하차량 위치선정

과업수행자는 사전에 구조해석에 의해 검토된 최대구조응답 발생지점을 선정하여 현장시험에 적용하여야 한다

4) 내하력 평가 후 통과차량 통제기준을 작성하여 제출하여야 한다.

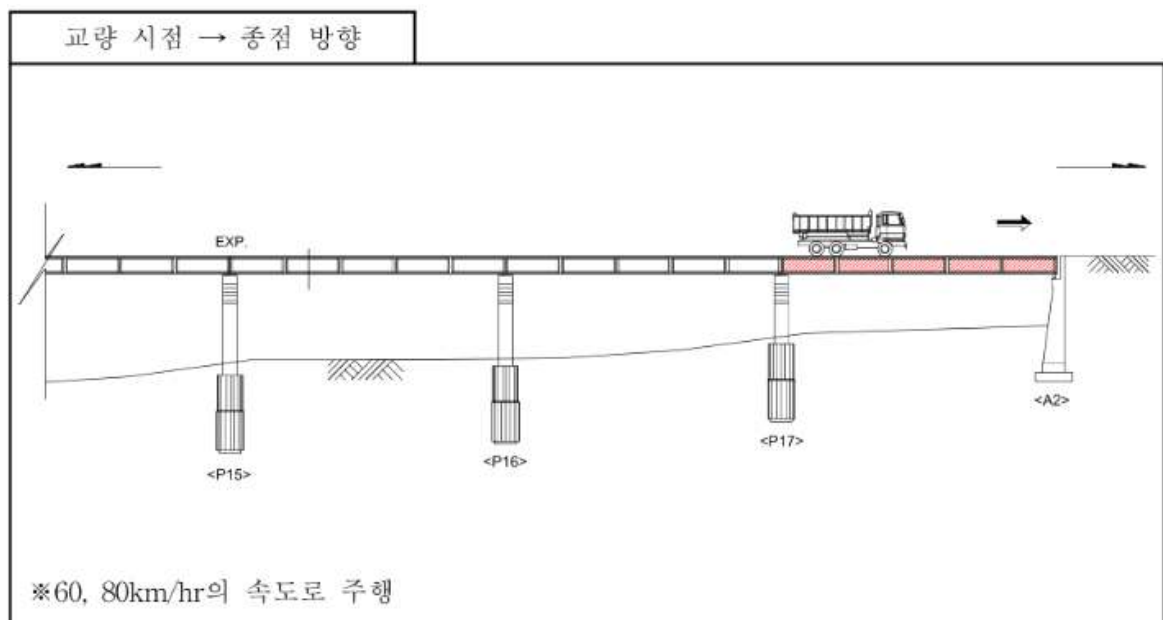
5) 재하시험 대상경간

가) 2015년 정밀안전진단 재하시험 구간 : S18(정보멘트부)

시설물명	시험 경간	경간선정 사유
(구)남한강교	S18	· 바닥판의 손상빈도가 높은 지점 고려. · 전회 정밀안전진단 시 동일한 위치(경간) 시험. · 내하성능 변동 특성 분석.

나) 2015년 정밀안전진단 재하시험 구간 : S18

시험경간	·본선 S18
실시기간 선정사유	·교통량이 가장 적은 기간 및 시간대 선정. ⇒ 평일 중 교통량이 가장 적은 시간대를 선정함.
시험자	·책임기술자 : 김동열. ·시험원 : 분야별 책임기술자 전재석 외 2인.
구간 선정시 고려사항	·전회 정밀안전진단 시 동일한 구간. ·게이지 설치 가능한 현장여건 고려. ·구조적 손상 및 바닥판 등의 주요손상 구간.



다) 금회 정밀안전진단 재하시험 구간 선정

금회 정밀안전진단 재하시험 구간은

- (1) 2019년 정밀안전진단 시 실시한 재하시험 결과 값과 비교·검토
- (2) 센서부착 및 장비설치 등의 현장여건
- (3) 교통통제 및 시험차량의 주행조건
- (4) 본 교량의 경간은 모두 동일하므로 2015년 정밀안전진단에서 실시한 S18 위치에
서 내하성능 비교평가를 고려하여 실시하고자 한다.

※ 단, 재하시험 구간 선정은 현장여건에 대한 책임기술자의 판단과 발주처와 협의결과 등을 고려하여 진행하고자 함.

6) 기존 진단에 따른 재하시험 결과의 분석

구 분			2015년	평가 결과
개 요	시험경간		S18	
	시험차량		총중량 : 24.03 ton	·차량 총하중은 24.03 ton으로 총 4축 차량으로 각 축중량은 6.0075 ton으로 축 하중은 동일함.
	센서 부착현황		처 짐 계 : 5EA 변형률계 : 6EA 가속도계 : 1EA	
정 적 재하 시험	횡방향 거동, 중첩성		양호	·하중에 의한 횡방향 거동 및 중첩성은 양호하게 나타나 특이한 구조 거동은 없는 것으로 판단됨.
	최대 변형률 ($\mu\epsilon$)	외측경간	34.873	
		내측경간	23.010	
동 적 주 행 시험	실측 충격 계수	외측경간	0.171	·이론충격계수 이내로 나타나 이동 하중에 대한 영향은 양호한 것으로 판단됨. - 이론충격계수 : 0.216
		내측경간	0.182	
	고유진동수 (Hz)		4.822	·금회 실측 고유진동수와 해석 고유진동수의 수직방향 1차 모드와 유사하게 평가됨. ·실제 강성이 구조해석상의 계산 강성보다 양호한 상태로 평가됨. - 해석 고유진동수(4차 모드) : 4.439Hz

3.4.2 안전성 평가기준

구조물의 안전성평가는 주요 구조부재의 정밀육안검사, 비파괴 현장시험 및 재료시험의 결과를 토대로 종합적으로 이루어져야 한다. 현재 도로교와 철도교는 강교의 경우 허용응력설계법, 콘크리트교는 강도설계법으로 설계되고 있다. 안전성검토는 대상 교량의 설계개념을 따라 일관성이 유지되도록 평가하는 것을 원칙으로 하고, 최근 도입되고 있는 신뢰성이론에 의한 평가방법은 충분한 통계자료가 뒷받침되어야 하므로 참고자료로 활용한다.

또한 교량의 안전성평가는 내하력평가 개념으로 규정되어 왔으나 내하력은 활하중여유도로서 하중비에 따라 내하력의 변동폭이 크게 변하므로 교량의 안전성을 일관되게 평가하는 기준으로 적절하지 못하다. 따라서 안전성평가는 교량의 안전율 개념을 도입하여 평가하였다. 그러나 안전율이 0.9에서 1 사이에 있어 재하시험에 의한 공용내하력평가를 실시한 경우 공용내하력 산정결과에 따라 안전성평가등급을 산정한다.

3.4.3 안전성 평가

1) 상부구조의 고려사항

상부구조의 안전성 평가시 다음 사항을 충분히 고려하여 엄밀한 판정이 되도록 한다.

- 콘크리트 및 강재 등 재료의 실제강도
- 균열, 박리, 박락, 층분리
- 강재, 철근, 프리스트레싱 텐던의 부식
- 구조부재의 실제단면적과 철근의 위치
- 처짐
- 볼트, 리벳, 용접 등 연결부위의 상태
- 신축 이음부와 받침부의 구속력

강교의 경우, 교량에 발생하는 결함 및 손상의 대부분이 용접부 및 절취부 등의 불연속면에 작용하는 응력집중에 의한 국부적인 누가손상 및 피로파손에 기인하므로 피로응력에 대한 평가를 필요로 하는 경우가 있다.

2) 하부구조의 고려사항

교량의 안전성에 영향을 주는 모든 하부구조 부재의 불안정한 흔적에 대하여 특별히 관리하여야 하며 하부구조의 평가는 정확한 공학적 판단 하에 실시한다. 하부 구조물의 적정

성 여부는 준공도면, 시공도면, 구조 계산, 점검 결과 및 기타 적절한 자료를 토대로 한다.

교각 및 교대를 포함한 하부구조는 상부구조를 지지할 수 있는 최소한의 안전성 확보 유무가 점검되어야 하며, 우물통과 교각기초 사이의 거동, 기초가 암반에 근입된 상태, 교대의 부등침하, 전방이동 등을 고려한다.

3) 여유도가 없는 구조물 (Nonredundant Structure)

구조물에는 부분적인 부재의 파괴가 교량 전체의 붕괴를 야기시킬 것으로 예상되는 주요구조부재가 존재한다. 이러한 구조물의 안전성평가 시에는 이들 여유도가 없는 부재에 특별히 유의한다.

【구조물의 안전성 평가기준】

등급	안전성평가 기준	비 고
A	$SF > 1.0$	◦ 허용응력설계법 $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+1}}$ ◦ 강도설계법 $SF(\text{안전율}) = \frac{\text{설계강도}}{\text{소요강도}} = \frac{\phi M_n}{M_u}$
B	$0.9 \leq SF < 1$ 이나, 공용내하력이 설계하중보다 크게 평가된 경우	
C	$0.9 \leq SF < 1$	
D	$0.75 \leq SF < 0.9$	
E	$SF < 0.75$	

※ 안전성평가등급은 통합시설물까지는 소문자(a, b, c, d, e)로 표기하고 전체시설물에 대해서만 대문자(A, B, C, D, E)로 표기함.

4) 기존 평가결과 및 평가계획

가) 기존 정밀안전진단 안전성평가 결과

2015년 정밀안전진단 안전성평가는 상부구조에서 외관조사결과 바닥판의 손상 빈도가 비교적 많은 S16~S18에 대하여 실시하였고, 이와 같은 선정 부재에 대한 안전성 평가결과를 요약하면 다음과 같다.

구 분	2015년 정밀안전진단	비 고
설계기준	1) 도로교 설계기준(2010) 2) 콘크리트 구조기준(2012) 3) 도로교설계편람(2008)	-
검토구간	3@30.0=90.0m(S16~S18)	-
적용 물성치	1) 탄성계수 - 강재 : 200,000MPa - 콘크리트 : PSC I 거더 = 30,234MPa, 바닥판 = 26,986MPa 2) PS 강선 : $f_{pu} = 1,550\text{MPa}$, $f_{py}=1,350\text{MPa}$	-
사용 Program 및 해석방법	1) 사용 Program - Midas Civil, Frame Element로 모델링 2) 해석방법(비합성/합성 검토) : 강도설계 및 허용응력설계법 병용	-
안전성 평가 비교	1) 안전율 - 거 더 • 외측거더(G1, G5) : 발생응력 < 허용응력 ∴ 만족 • 내측거더(G2, G4) : 발생응력 < 허용응력 ∴ 만족 • 내측거더(G3) : 발생응력 < 허용응력 ∴ 만족 - 바닥판 : F.S = 1.498(중앙부)	-

전차 진단결과를 비교·확인한 결과 모두 소요 단면력을 확보하고 있으며, 안전성 평가결과는 ‘A’로 확인되었다.

나) 안전성평가 계획

금회 진단시에 외관조사 및 비파괴조사 결과와 현황조사 결과를 종합적으로 분석하여 안전성 검토대상을 선정하여 콘크리트 바닥판 및 PSC I 거더는 강도설계법, PSC I 거더는 허용응력 설계법으로 안전성 검토를 수행하고자 한다.

3.4.4 내하력평가

1) 허용응력법에 의한 공용내하력 평가

가) 내하율의 평가

허용응력법에 의한 교량부재의 내하율 산정시에 하중조합으로는 $D+L(1.0+i)$ 를 사용하므로 하중계수는 각각 1.0이 된다.

사용재료의 허용응력은 강재의 경우 사용재료에 따른 항복응력을 사용하여 도로교 표준시방서와 철도건설공사 표준시방서 규정에 의거 부재종류에 따라 결정한다.

고정하중과 활하중에 의한 응력은 대상 부재단면에 있어서 철근 및 강재부식, 콘크리트의 중성화, 염해, 동해 등에 의한 강도저하와 단면손실 등을 고려하여 계산한다. 이때 고정하중은 현재 교량에 작용하고 있는 모든 고정하중을 가능한 한 정확히 고려한다. 활하중은 현행 도로교 설계기준의 설계활하중을 사용한다.

허용응력법에 의한 내하율은 강 부재의 내하력 산정 시 적용하는 것이 바람직하다.

허용응력법에 의한 교량부재의 내하율은 다음 식으로 계산한다.

$$\circ \text{ 내하율(RF)} = \frac{f_a - f_d}{f_l (1+i)}$$

여기서, f_a = 허용응력

f_d = 고정하중에 의한 응력

f_l = 설계 활하중(도로교의 경우 DB 또는 DL하중)에 의한 응력

i = 충격계수는 도로교 설계기준에서 제시한 설계 충격계수를 적용한다.

나) 공용내하력의 산정

허용응력법에 의한 교량부재의 공용내하력은 다음 식으로 계산한다.

$$\circ \text{ 공용내하력(P)} = K_s \times \text{RF} \times P_r$$

$$\text{여기서, } K_s = \text{응답 보정계수} = \frac{\delta_{\text{계산}}}{\delta_{\text{실측}}} \cdot \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}}$$

$$\text{또는 } \text{응답 보정계수} = \frac{\varepsilon_{\text{계산}}}{\varepsilon_{\text{실측}}} \cdot \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}}$$

f_a = 허용응력

f_d = 고정하중에 의한 응력

f_t = 설계 활하중(도로교의 경우 DB 또는 DL하중)에 의한 응력

$i_{\text{계산}}$ = 도로교의 경우 도로교설계기준에 의한 충격계수

$i_{\text{실측}}$ = 동적재하시험으로부터 평가된 최대 충격계수

P_r = 설계 활하중(도로교의 경우 DB 또는 DL하중)

$\delta_{\text{계산}}(\delta_{\text{실측}})$ = 이론적인 처짐량 (실측 처짐량)

$\epsilon_{\text{계산}}(\epsilon_{\text{실측}})$ = 이론적인 변형률 (실측 변형률)

2) 강도설계법에 의한 공용내하력 평가

가) 내하율의 평가

강도설계법에 의한 교량부재의 내하율 산정 시 하중조합으로는 1.3D+2.15L(1.0+i)를 사용하므로 하중계수는 각각 1.3, 2.15 가된다.

단면강도는 단면의 현재 상태, 즉 재료강도와 단면손실 등을 고려하여 도로교 표준시방서와 철도건설공사 표준시방서의 공칭강도와 강도감소 계수에 따라 계산한다.

교량 설계시의 부재강도 감소계수는 부재강도의 산정에 있어서 재료강도에 대한 불확실성, 설계와 시공단면의 오차 등을 고려하는 계수이나 내하력 평가 시에는 그러한 불확실성은 상당히 감소하므로 오히려 공용 중에 부재단면의 손상정도에 따라 결정한다.

그러나 부재단면의 손상정도를 정량적으로 평가하기가 어려우므로 공칭강도의 산정 시는 교량의 현재상태에 따른 단면감소와 코어 강도에 따른 재료강도를 고려하고 강도감소 계수는 설계시의 값을 그대로 사용한다.

고정하중과 활하중에 의한 단면력은 현재 작용하고 있는 고정하중과 현행 도로교 표준시방서의 설계 활하중(DB 또는 DL하중) 및 철도건설공사 표준시방서의 설계활하중(LS하중)을 사용하여 구조해석을 통하여 구한다.

강도설계법에 의한 내하율은 콘크리트 부재의 내하력 산정에 적용하는 것이 바람직하다.

$$\text{○ 내하율(RF)} = \frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_f M_1 (1+i)}$$

여기서, ϕM_n =극한 저항모멘트(강구조물 $\phi = 1$, RC·PC구조물의 휨부재

$$\phi = 0.85)$$

M_d = 실측 고정하중모멘트

M_l = 설계 활하중(도로교의 경우 DB 또는 DL하중)에 의한 모멘트

γ_l = 활하중 계수 = 2.15

γ_d = 고정하중 계수 = 1.30

i = 도로교설계기준에서 제시한 설계 충격계수를 적용한다.

나) 공용내하력의 산정

강도설계법에 의한 교량부재의 공용내하력은 다음 식으로 계산한다.

$$\circ \text{공용내하력}(P) = K_s \times RF \times P_r$$

$$\text{여기서, } K_s = \text{응답보정계수} = \frac{\delta_{\text{계산}}}{\delta_{\text{실측}}} \cdot \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}}$$

$$\text{또는 응답보정계수} = \frac{\varepsilon_{\text{계산}}}{\varepsilon_{\text{실측}}} \cdot \frac{1+i_{\text{계산}}}{1+i_{\text{실측}}}$$

$$P_r = \text{설계활하중(도로교의 경우 DB 또는 DL하중)}$$

3) 기존 평가결과 및 평가계획

가) 2015년 정밀안전진단 결과

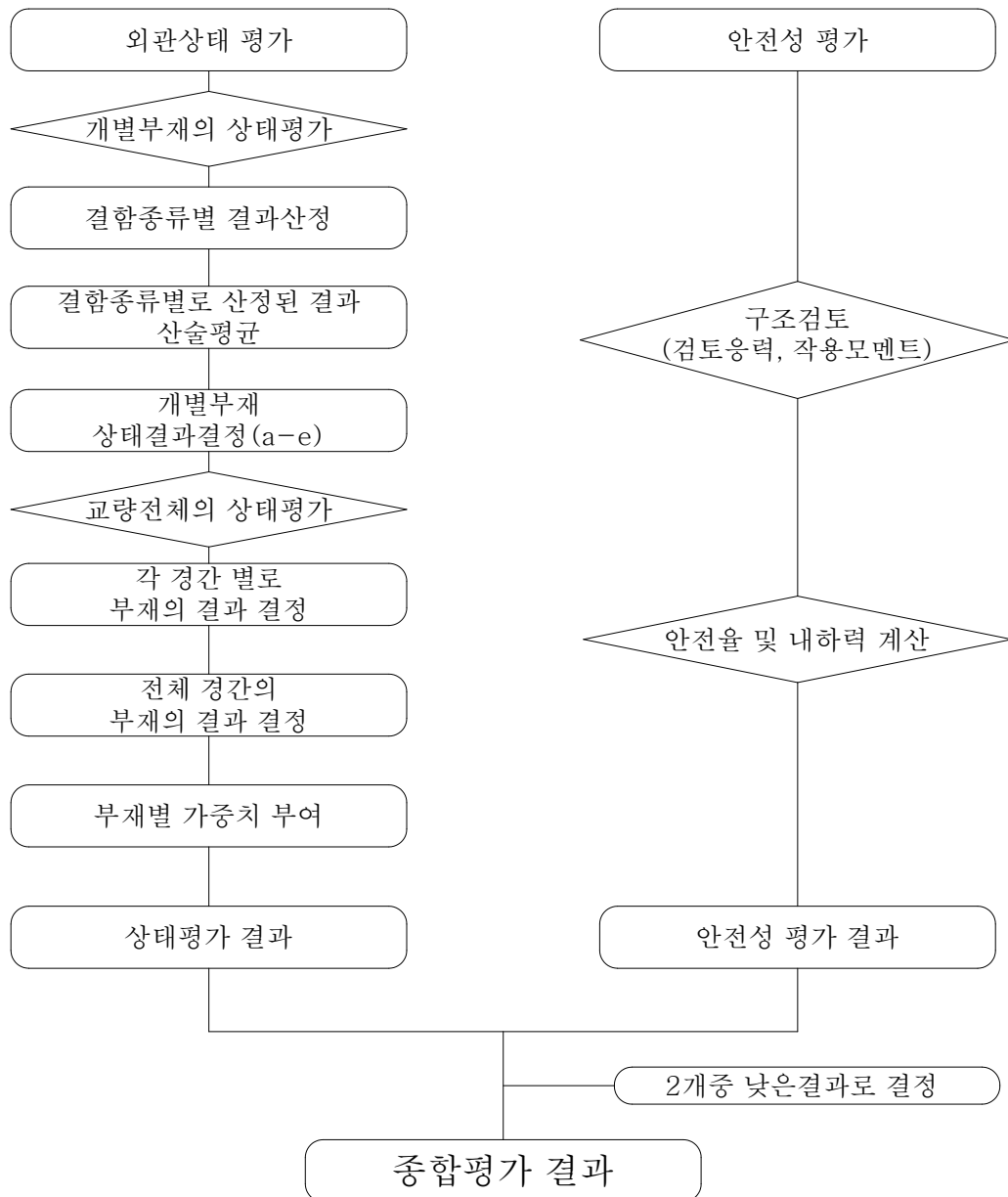
본선 PSC I 거더와 바닥판에 대한 내하력평가 결과, 모두 공용내하율이 1.0 이상으로 DB/DL-18하중을 만족하는 것으로 평가되었다. 금회 진단에서는 2015년 정밀안전진단과 동일한 위치(S18)에서 내하력 평가를 실시하여 공용내하율의 변동 여부를 파악할 예정이다.

구 분	2015년 정밀안전진단	비 고
설계기준	1) 도로교 설계기준(2010) 2) 콘크리트 구조기준(2012) 3) 도로교설계편람(2008)	-
검토구간	3@30.0=90.0m(S16~S18)	-
적용 물성치	1) 탄성계수 - 강재 : 200,000MPa - 콘크리트 : PSC I 거더 = 30,234MPa, 바닥판 = 26,986MPa 2) PS 강선 : $f_{pu} = 1,550\text{MPa}$, $f_{py}=1,350\text{MPa}$	-
사용 Program 및 해석방법	1) 사용 Program - Midas Civil, Frame Element로 모델링 2) 해석방법(비합성/합성 검토) : 강도설계 및 허용응력설계법 병용	-
내하율 비교	1) 공용내하율 - 거 더(기본내하율) : 1.084 - 바닥판(기본내하율) : 1.529	DB/DL-18 이상

3.5 종합평가

외관조사에 따른 상태평가 결과와 안전성 검토에 근거한 안전성평가 결과 중 낮은 결과를 시설물의 종합평가 결과로 결정한다.

○ 종합평가 결과 = MIN (상태평가결과 , 안전성평가결과)



< 종합평가 결과의 산정흐름도 >

3.6 안전등급 지정

정밀안전점검 및 정밀안전진단을 실시하는 사람은 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 평가하여 「법」 제10조의2 및 「영」 제11조의5에 따라서 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.

정밀안전점검 및 정밀안전진단을 실시한 책임기술자는 당해 시설물에 대한 종합적으로 평가한 결과로부터 안전등급을 지정한다.

다만 정밀안전점검 및 정밀안전진단 실시결과 기존의 안전등급보다 상향하여 조정할 경우에는 해당 시설물에 대한 보수·보강 조치 등 그 사유가 분명하여야 한다.

【안전등급】

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며, 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

3.7 보수·보강 및 유지관리방안

3.7.1 보수·보강 일반

시설물의 결함부위에 대한 발생원인(유발인자)을 조사·확인하여 제시하고, 보수·보강공법 우선순위 및 장·단기 대책을 수립하고 보수·보강방안에 대한 시공개요 도면을 작성 제출하며, 특수공법에 의한 보수·보강이 필요할 경우 시방 또는 특기사항을 명시하고 예정 공사비를 산출·제시한다.

3.7.2 보수·보강공법

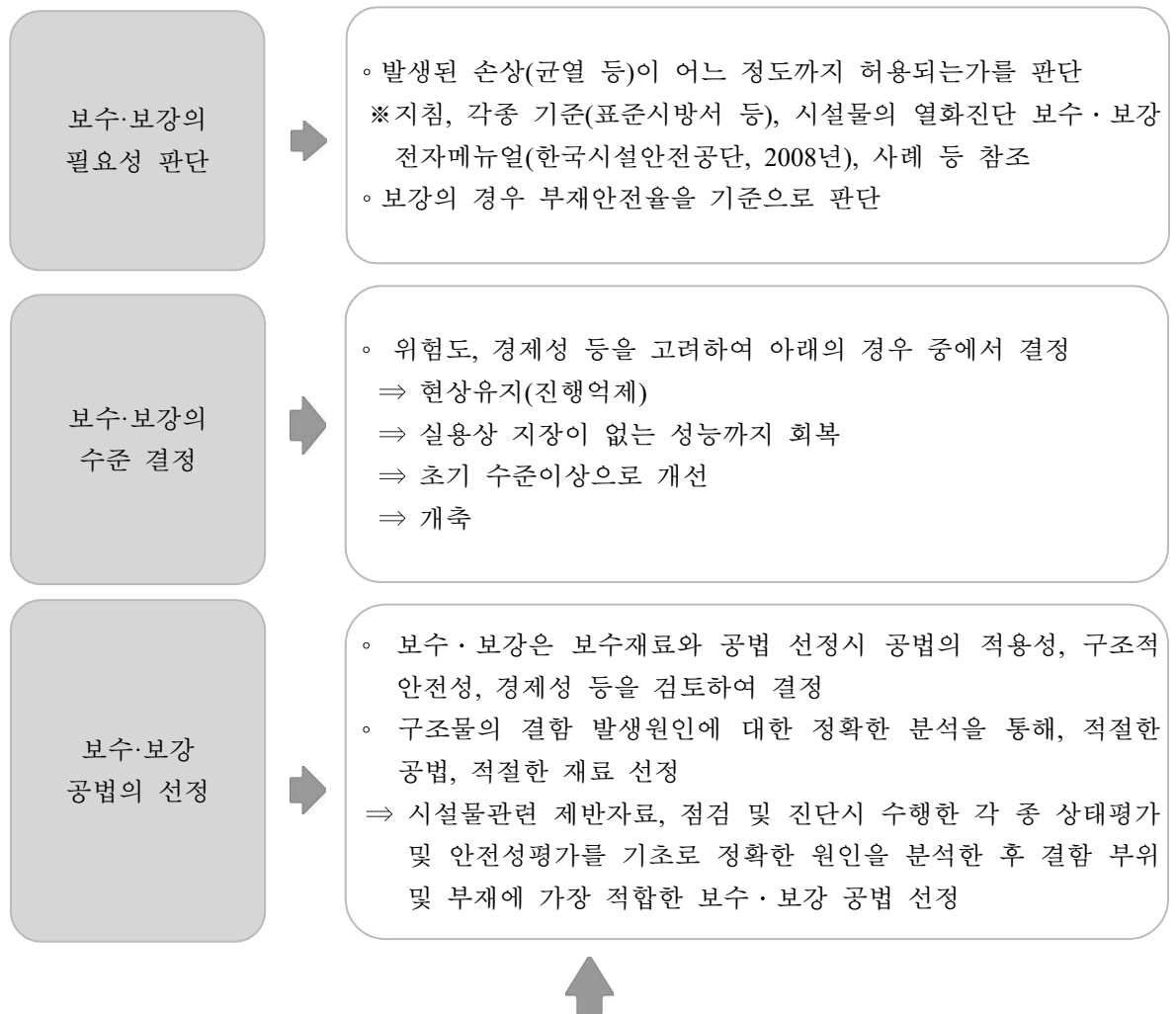
- 1) 보수·보강공법의 채택은 구조해석결과, 실용사례 등을 비교·분석하여 적정성이 확보되어야 하고 보수·보강에 대한 문제점 및 유의사항을 제시한다.
- 2) 보수·보강공법은 전면 교통통제가 불가능한 실정임을 감안하여 시설물의 공용 중에 적용할 수 있는 방안을 제시한다.

3.7.3 보수·보강 시기, 우선순위 및 예산

- 1) 과업수행자는 보수·보강 시기, 우선순위, 대책 및 그에 따른 소요예산을 제시한다.
- 2) 보수·보강 시기, 우선순위 및 대책은 도로상 작업 여건을 감안하여 교통불편을 최소화할 수 있는 방안으로 각 보수·보강 부분별로 작성한다.
- 3) 단기(부분) 보수·보강 대책인 경우 전면 보수·보강시까지 구조물의 기능을 유지하기 위하여 필요한 사항(보수·보강 범위, 공법, 자재 등)을 제시한다.

3.7.4 보수·보강 세부사항

- 1) “시설물안전법”에서 정한 중대한 결함, “시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침”에서 주요 부위의 중대한 결함, 발주기관에서 지시한 내용에 대해서는 사진 촬영하고 도면에 위치, 방향 표시하여 제출한다.
- 2) 재결함이 발생하지 않도록 결함의 근본원인에 대한 보수방법 및 대책을 제시한다.
- 3) 보수·보강방법에 대한 사후평가 및 유지관리 방안을 제시한다.



보수·보강공법 선정시 고려사항	
공 법	◦ 국내외 최신 기술과 시공실적을 고려하여 각 손상별로 적용 가능한 공법 검토
안 전 성	◦ 보수·보강실시 후 공용하중에 대한 안전성확보 여부 검토
시 공 성	◦ 현장작업 여건과 교통불편을 최소화할 수 있는 공법 검토
경 제 성	◦ 적용 가능한 공법중 내구성, 안전성을 고려하여 가장 경제적인공법 선정
유지관리 차원	◦ 공학적인 측면에서 보수·보강공법을 검토하고 시설물의 효율적인 유지관리에 문제가 없는 공법 선정

3.7.5 효율적인 유지관리방안

시설물의 기능을 유지할 수 있도록 시설물별 특성에 맞는 효율적인 유지관리방안을 구체적으로 제시한다.

- 결함 및 손상의 종류, 원인, 점검요령, 조치대책 등에 관한 실무적이고 필수적인 내용을 해당시설물의 그림 및 사진 등을 위주로 구성

1) 유지관리 기본개념

구분		기본개념
점검 및 검사		• 정기점검 및 이상 발견 시 점검을 주체로 하며, 이에 수반되는 관리업무 포함
평가		• 점검결과에 따라 유지 상태를 평가하여 보수의 필요성 등을 판단
유지 보수	유지	• 시설물의 물리적 노후도의 진행 및 기능저하를 허용한계 이내로 하기 위한 행위
	보수/보강	• 물리적, 기능적으로 노후화된 시설물을 부분적으로 수리하여 원래의 기능과 구조로 회복시키는 행위
	재해 복구	• 이상 외력에 의해 파손된 시설물을 부분적으로 복구하여 원래의 기능과 구조로 회복시키는 행위

2) 예방적 유지관리 지침

- 대상시설물에 해당하는 예방적 유지관리체계를 위한 지침을 제시하는 것으로 관련데이터의 축척이 되도록 다음과 같은 내용을 포함
 - 시설물의 전체의 외관조사망도 첨부
 - 시설물의 구조부재별, 부대시설별 점검 부위 및 점검항목 등의 절차 기술
 - 시설물의 유지관리에 필요한 사항 기술

3.8 보고서 작성

- 정밀안전진단 보고서 작성
- 보고서 작성과 관련한 각종 부록, 데이터 작성
- 과업지시서에 의거한 시설물별 외관조사망도 작성
- 사진첩
- 기타 발주처가 요구하는 자료(보고요약철 및 현황 도면 등)
- 기타 보고서 작성 및 성과품 제출은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침 (2019.09)』 과 과업지시서를 기본으로 발주기관과 협의

구 분	제출 물량
종합보고서(정밀안전진단 보고서)	3부
외관조사망도(A3 or A4)	3부
사진첩	3부
성과품 CD	3부
기타 발주처가 요구하는 자료	1식