

한남1고가 정밀안전진단 용역 요 약 보 고 서

2017. 11



서울특별시 교량안전과

에스큐엔지니어링(주)

한국시설기술단(주)

한남1고가 정밀안전진단 결과표

가. 일반현황					
용역명	한남1고가 외 1개소 안전진단 및 정밀점검 용역	진단기간	2017. 03. 22 ~ 2017. 11. 16 (착수일로부터 240일간)		
관리주체명	서울특별시 교량안전과	대표자	서울특별시		
용역사	에스큐엔지니어링(주)	계약방법	일반경쟁		
시설물 구분	도로	종 류	도로교량	종 별	1종
준공일	1991년 12월 28일	진단금액 (천원)	124,865	안전등급	B
시설물 위치	서울특별시 용산구 한남동	시설물 규모	상행-연장:391.0m, 폭:9.0m 하행-연장:376.0m, 폭:9.0m		
나. 진단 실시결과 현황					
중대결함	- 없음				
진단 주요결과	- 교면포장 : 하행 LMC포장부 균열(cw=0.3mm이상) - 바닥판 : 균열, 철근노출, 물끊기홈 미설치의 물끊기 불량 - 주형 : 내·외부 표면부식, 내부 볼트이음부 및 스캐럽 누수, 국부변형 - 교대·교각 : 균열, 철근노출, 재료분리 - 받침장치 : 볼트 설치불량(탈락, 풀림) - 신축이음장치 : 누수, 후타재 균열 및 파손, 차수판 변형 - 배수시설 : 배수관 막힘, 그레이팅 변형 - 방호벽 및 난간 : 박리, 탄산화 방지도포제 박락				
주요 보수·보강	- 주입보수, 단면보수, 단면보수(방청), 표면보수, 유도배수, 청소 등				
다. 책임기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
사업책임	황종근	2017. 03. 22 ~ 2017. 11. 16		특급기술자	
분야별책임 (조사분야)	김래현	2017. 03. 22 ~ 2017. 11. 16		특급기술자, 기술사	
분야별책임 (분석 및 평가)	이상국	2017. 03. 22 ~ 2017. 11. 16		특급기술자	
참여기술자 (조사분야)	이성종	2017. 03. 22 ~ 2017. 11. 16		특급기술자, 기술사	
참여기술자 (분석 및 평가)	배상수	2017. 03. 22 ~ 2017. 11. 16		특급기술자, 기술사	
라. 참고사항					

한남1고가 정밀안전진단 요약표

책임기술자 종합의견	
<ul style="list-style-type: none"> · 한남1고가는 1991년에 준공된 교량으로, 금회 진단시 전차 용역(2012년도 진단, 2016년도 점검)에 비하여 전반적으로 손상물량이 다소 감소한 상태임. · 한남1고가 대한 현장조사 및 시험을 통한 상태평가를 실시한 결과 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 “B등급(양호)”로 평가 되었다. 따라서 본 교량에서 발생된 손상부에 대해 장기적인 사용성 및 내구성 확보를 위해 본 보고서에 제시한 보수대책 수립 및 효율적인 유지관리가 이루어진다면 큰 문제가 없을 것으로 판단된다. 또한, 신축이음장치 누수가 조사되어 누수부 주변 거더부 부식발생우려 및 이토평적이 조사되어 주기적인 유지관리가 요구됨. · 콘크리트 내구성 조사결과 설계값을 만족하는 것으로 측정되었음. · 교량의 안전성을 확보하고 있으며 안전성평가 결과등급은 A등급으로 평가됨. · 한남1고가의 외관조사(B) 및 구조검토(A)에 의한 종합평가결과 안전등급은 “B”로 평가됨. · 기 발생된 결함은 구조적인 문제가 없는 결함으로 내구성확보를 위한 일부 보수를 실시하면 1등교로서 기능을 확보할 수 있을 것으로 판단됨. 	책임기술자 : 황 종 근

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : B등급
결함발생 부재	상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
상부 구조	바닥판	- 균열(0.3mm이상) - 박락, 재료분리, 철근노출 - 누수흔적, 백태, 표면열화 - 망상균열	- 주입보수 - 단면보수 - 표면처리 - 주의관찰
	거 더	- 도장긁힘, 도장불량, 도장탈락, 부식 등 - 현장이음부 누수	- 재도장 - 유도배수
하부 구조	교 대 교 각	- 미세균열, 균열균 - 철근노출	- 주의관찰 - 단면보수(방청)
교량받침		- 균열 - 받침플레이트 부식	- 주의관찰 - 재도장
기타 부재	신축이음	- 후타재 균열, 마모, 열화 - 누수 - 고무재파손	- 주의관찰 - 유도배수관 설치 - 유도배수관 설치
	교면포장	- 균열, 망상균열 - ASP 소성변형	- 주의관찰 - ASP패칭보수
	배수시설	- 배수구막힘 - 스틸그레이팅 변형, 탈락	- 청소 - 재설치
	방 호 벽	- 박락, 파손, 박리	- 단면보수

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평 가 결과
바닥판	강도설계법	DB-24이상	1.465	A
거더	허용응력법	DB-24이상	1.324	A

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용여부	내용
받침 및 교각	Y	2007년 정밀안전진단시 하행선 P5교각 및 교량 받침부가 내진 성능 미확보로 검토되었으나, 진단 기간 중 서울시에서 내진성능확보를 위해 내진성능평가 및 실시설계용역을 시행하여 2017년 9월 완료하고, 현재 내진보강공사를 시행중임.

라. 현장시험 (비파괴 및 추가시험)

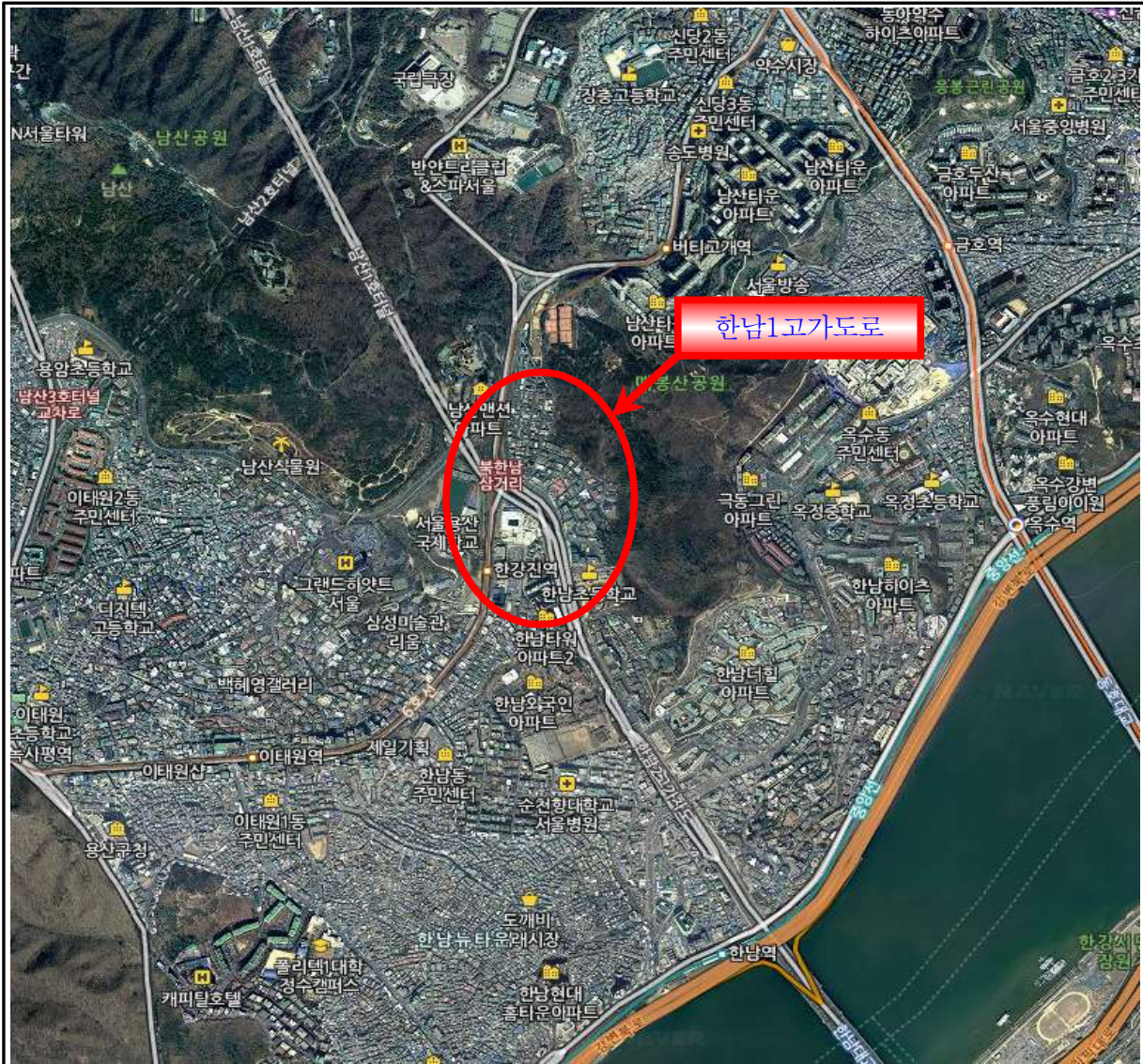
구 분	비파괴시험 결과					결 론		
콘크리트 비파괴 강도조사	구 분		측정강도(MPa)	평균강도(MPa)	설계강도	<ul style="list-style-type: none"> •콘크리트 강도조사 결과는 모두 설계강도를 상회하는 것으로 조사됨 		
	반발 경도법	상부구조	28.0 ~ 35.0	31.1	27.0			
		하부구조	27.3 ~ 34.2	29.9	24.0			
	초음파 강도법	상부구조	25.0 ~ 33.1	29.7	27.0			
		하부구조	24.3 ~ 32.5	29.3	24.0			
철근배근 상태조사	측정위치	철 근	배근간격		피복두께		<ul style="list-style-type: none"> •전체적인 배근상태와 피복두께는 준공도면과 일부 상이한 것으로 조사되었고 이는 시공 과정에서 발생한 오차로 판단됨 	
			측정(mm)	설계(mm)	측정(mm)	설계(mm)		
	상부구조	주철근	90~220	100~200	39~85	40~72		
		배력철근	205~330	200~300	38~75	40~59		
	하부	수직철근	97~210	100~200	42~156	40~120.5		
수평철근		250~345	200~300	46~136	59~100			
탄산화 시험	측 점 위 치	탄산화 깊이 (mm)	측정 최소 피복 (mm)	탄산화 잔여 깊이 (mm)	잔존수명예측 (년)	평가 결과	<ul style="list-style-type: none"> •일부 경간은 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성이 있으며, 이를 제외한 전체 구조물에 대하여 탄산화에 의한 철근부식 영향 및 콘크리트 내구성 저하의 영향은 없는 양호한 상태로 판단됨 	
								상부구조
	하부구조	7~26	47~110	33~94	100년 이상	a		
	강교	상부구조	8~22	37~60	17~47	63~100년 이상		a~b
		하부구조	8~24	38~112	21~102	97~100년 이상		a~b
염화물 함유량 시험	위 치		환산염화물함량(kg/m ³)		판정등급		<ul style="list-style-type: none"> •염화물은 함유되어 있으나 부식 가능성은 없는 것으로 평가됨 	
	라멘	상부구조	0.0928~0.3938		a~b			
		하부구조	0.0928~0.4662		a~b			
	강교	상부구조	0.0792~0.4503		a~b			
하부구조		0.1199~0.3010		a~b				
강재 비파괴	<ul style="list-style-type: none"> •UT 각 30개소 모두 1등급으로 평가됨 							
도막두께 측정시험	<ul style="list-style-type: none"> •상·하행 외부도장 미흡, 내부도장 전개소 만족 							

한 남 1 고 가 교 현 황 표

작성일 : 2017년 11월 일

구 분	내 용	구 분	내 용
시설물명	한남1고가	시설물번호	BR1991-0000123
준공년월일	1991년 12월 18일	관리번호	-
시설물위치	서울특별시 용산구 한남동		
설계하중	DB-24	노선명(이정)	한남로
제원	연 장	• L=767.0m (상행선 : 391.0m, 하행선 : 376.0m)	
	폭	• 상·하행 9.0m	
구조 형식	상부	• R.C Slab+Steel Box Girder	기초 형식
	하부	교대(역T형), 교각(Y형)	
교량받침	<ul style="list-style-type: none"> • Steel Box Girder : 포트받침 • R.C Slab : 탄성받침 	신축이음	<ul style="list-style-type: none"> • 뉴모노셀 조인트 • 레일 조인트 • 핑거 조인트
교차시설물	이태원로	통과높이	4.0m
부착시설내용	• 염수살포기(상행선)		
기 타	<ul style="list-style-type: none"> • 중점유지관리사항 - Steel Box Girder 내부 누수 		

위치도



전 경 사 진



옹벽구간 전경 (상행선)



옹벽구간 전경 (하행선)



라멘구간 전경 (상행선)



라멘구간 전경 (하행선)



전 경 사 진

S.T.B 구간 전경 (상행선)



S.T.B 구간 전경 (하행선)



교면포장 (상행선)



교면포장 (하행선)



주형 내부전경 (상행선)



주형 내부 전경 (하행선)



전 경 사 진

교대 A1 전경 (상행선)



교대 A2 전경 (하행선)



교각 P2 전경 (상행선)



교각 P3 전경 (하행선)



교각 P5 전경 (상행선)



교각 P8 전경 (하행선)



목 차

1. 과업의 목적	1
2. 과업의 범위 및 내용	1
3. 과업수행기간	3
4. 대상구조물 현황	3
5. 자료수집 및 분석	4
6. 현장조사 및 시험	6
7. 상태평가	9
8. 내하력평가 및 안전성평가	10
9. 종합평가 및 안전등급	11
10. 보수·보강 및 유지관리방안	13
11. 종합결론	18

요 약 보 고 서

1 과업의 목적

본 과업은 "시설물의 안전 관리에 관한 특별법"(이하 "시특법"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.

2 과업의 범위 및 내용

2.1 과업의 범위

- (1) 자료수집 및 분석
- (2) 구조물 현장조사 및 시험
- (3) 상태평가, 안전성 평가 및 종합평가
- (4) 안전성 평가
- (5) 종합 평가
- (6) 보수·보강 공법 제시
- (7) 안전점검 편람 재정비 및 주요결함 일상점검매뉴얼 작성
- (8) 시설물의 효율적인 유지관리 방안 제시
- (9) 보고서 작성
- (10) 발주기관과 과업수행자의 협의하에 필요한 사항

2.2 과업내용

본 과업은 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편), 2017. 01, 국토교통부/한국시설안전공단』을 이용하여 수행하였으며, 과업내용에 대한 세부사항은 다음과 같다.

과업의 범위		과업의 내용	적용 세부지침
설계도서 및 관련자료 수집·검토		1) 설계도서 2) 시설물 관리대장 3) 시공관련자료 4) 안전점검·정밀안전진단 실시결과 자료 5) 보수·보강이력 검토 분석	2017.01
현장 조사 및 시험	외관 조사	1) 교량의 제원 및 시공상태 조사 2) 상하부구조 외관 결함 및 손상 등, 외관조사 3) 신축이음, 받침 등 기능상태 조사 4) 외관조사망도 작성	2017.01
	내구성 조사	◦콘크리트 재료시험 1) 콘크리트 비파괴강도 및 균열 조사(반발경도시험, 초음파전달 속도시험) 2) 철근조사(배근 간격, 피복두께) 3) 탄산화 깊이 측정 4) 염화물 함유량 시험 5) 균열깊이 측정(초음파 전달 속도시험) ◦기타 현장시험(선택과업) 1) 강재비파괴 시험(UT)	2017.01
상태평가		1) 외관조사 결과분석 2) 현장시험 및 재료시험 결과 분석 3) 콘크리트 및 강재 등의 내구성 평가 4) 부재별 및 시설물 전체 상태평가 결과에 대한 소견	2017.01
안전성 평가		1) 조사, 시험, 측정결과의 분석 2) 기존 구조계산서 또는 안전성평가 자료 검토·분석 3) 내하력 및 구조 안전성평가 4) 시설물의 안전성평가 결과에 대한 소견	2017.01
종합평가		1) 시설물의 종합평가 결과에 대한 소견 2) 안전등급 지정	2017.01
보수 및 보강 대책수립		1) 결함 및 손상부위에 대한 원인 분석 및 평가 2) 기능 회복 및 향상을 위한 보수보강 공법제시	2017.01
유지관리 대책수립		1) 유지 관리상 문제점과 대책 작성 2) 효율적인 유지관리를 위한 방안 제시	2017.01
보고서 작성		1) 기술심의회 2) 심의 지적사항을 보완, 반영하여 최종보고서 작성 및 제출	2017.01

3 과업수행기간

2017. 03. 22 ~ 2017. 11. 16(착수일로부터 240일간)

4 대상구조물 현황

구분		내 용		구분		내 용	
시설물명		한남1고가		시설물번호		BR1991-0000123	
준공년월일		1991년 12월 18일		관리번호		-	
시설물위치		서울특별시 용산구 한남동					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		한남로	
제원	연장	• L=767.0m (상행선 : 391.0m, 하행선 : 376.0m)					
	폭	• 상·하행 9.0m					
구조 형식	상부	• R.C Slab+Steel Box Girder		기초 형식	교대	• 직접기초 • 파일기초	
	하부	교대(역T형), 교각(Y형)			교각	• 직접기초 • 파일기초	
교량받침		• Steel Box Girder : 포트받침 • R.C Slab : 탄성받침		신축이음		• 뉴모노셀 조인트 • 레일 조인트 • 핑거 조인트	
교차시설물		이태원로		통과높이		4.0m	
부착시설내용		• 염수살포기(상행선)					
기 타		• 중점유지관리사항 - Steel Box Girder 내부 누수					

5 자료수집 및 분석

5.1 자료수집 현황

구분	자료수집 대상 자료	보관유무	목록
건설관련 자료	1) 준공보고서 2) 준공도면 3) 시공상세도 4) 구조계산서 5) 공사 및 특별시방서 6) 감리보고서 7) 품질관리 관련자료 8) 기타관련자료(지반조사서) 9) 건설공사 안전점검 보고서 10) 건설공사 초기점검보고서 11) 주요설계변경 내역 등 12) 기타	없음 있음 있음 없음 없음 없음 없음 없음 없음 없음 없음 -	◦준공도면 입수 ◦준공도면 입수
유지관련 자료	1) 시설물관리대장 2) 기존 정밀점검 자료 3) 기존 정밀안전진단 자료 4) 보수·보강 및 용도변경 자료 5) 계측관리 관련 자료	있음 있음 있음 있음 있음	◦'05, '09, '11, '14, '16 정밀점검 자료 입수 ◦'96, '03, '07, '12 정밀안전진단 자료 입수 ◦보수·보강 이력사항 검토 ◦'03,'07,'12 정밀안전진단 재하시험 자료이용
기타자료	1) 시설물 인접굴착 자료 2) 관리주체 자체 점검 자료 3) 관리주체 중점관리 구간 자료 4) 관리주체 시설물 관리 기준 5) 관리주체 유지관리 시스템 및 방안 자료 6) 기타	없음 있음 있음 있음 있음 있음	◦유지관리지침서의 중점점검구간에 대한 조사 ◦안전점검편람 ◦'12 받침장치 사진첩 ◦교량 바닥판 상태평가 보고서(2011.9)

5.2 점검 및 진단이력

구분	점검일	안전 등급	손상내용	수행기관
정밀점검	2016	B(상행) B(하행)	<ul style="list-style-type: none"> 교면포장 : 하행 LMC포장부 균열(cw=0.3mm이상) 신축이음 : 후타재 균열, 후타재파손/박락, 이물질퇴적, 누수 등 교대·교각 : 균열(cw=0.3mm미만), 망상균열, 표면박리 등 받침장치 : 부식, 받침물탈균열, 받침콘크리트 파손 및 들뜸 등 	(주)한국구조물 안전연구원
정밀점검	2014	C(상행) B(하행)	<ul style="list-style-type: none"> 교면포장: 하행선 LMC교면포장 균열 바닥판: 균열, 철근노출, 백태 거더: 강박스거더 내·외부 부식, 볼트이음부 누수, 국부변형 받침장치: 부식, 볼트설치불량, 유간부족 신축이음장치: 누수, 후타재균열 방호벽/난간: 철근노출, 박락, 차수판변형 	(주)한국재난 연구원 미승씨앤에스 검사(주)
정밀안전 진단	2012	C(상행) B(하행)	<ul style="list-style-type: none"> 교면포장: 상행선 아스콘포장 망상균열 바닥판: 균열, 철근노출, 물끊기홈 불량 거더: 내·외부 표면부식, 볼트이음부 누수, 국부변형 교대/교각: 균열, 철근노출, 재료분리 받침장치: 부식, 볼트설치불량, 유간부족 신축이음장치: 상행선 누수, 하행선 비교적 양호 방호벽/난간: 철근노출, 박락, 차수판 변형 	(주)한국국토 안전연구원
정밀점검	2011	B	<ul style="list-style-type: none"> 교면포장: 아스콘 포장균열, 소성변형 바닥판: 균열, 누수/백태, 박락, 물끊기홈 불량 거더: 강재부식, 볼트부식, 도장탈락 받침장치: 볼트설치불량, 부반력장치 설치불량 방호벽: 균열 및 철근노출 	(주)자오건설
정밀점검	2009	B	<ul style="list-style-type: none"> 교면포장: 아스콘 포장균열, 소성변형 바닥판: 균열, 누수/백태, 단면손상 거더: 표면부식, 굽힘, 도장박리, 국부변형 교대/교각: 균열, 백태 받침장치: 볼트설치불량, 받침물탈균열 	(주)한국시설 안전연구원
정밀안전 진단	2007	B	<ul style="list-style-type: none"> 교량 상부의 방수기능 저하로 인하여 바닥판하면에 망상균열 및 백태 일부 증가 주형은 도장변색, 오염 등이 전체적으로 심화되어 미관제고와 장기적인 내구성 확보 측면에서 전체 재도장을 실시 	(주)한국시설 안전연구원
정밀점검	2005	B	<ul style="list-style-type: none"> 시공초기 균열, 누수, 백태, 박락 및 철근노출 강재 주형에 표면부식, 도장박리, 이음부 누수 하행선 A1 신축이음단차 발생 	(주)한국국토 안전연구원

구 분		2016년 점검결과	2017년 금회진단결과
상부구조	바닥판	<ul style="list-style-type: none"> 바닥판하면 단부에 발생한 균열 및 백태, 박락 및 철근노출 손상은 보수부 재손상으로 재손상의 원인은 신축이음부 누수로 판단되므로 신축이음부 누수에 대한 보수와 병행하여 보수가 이루어져야 될 것으로 판단됨. 철근노출 손상은 부식진전에 따른 콘크리트 박락으로 형하공간 안전사고의 우려가 있으므로 방청 및 단면보수가 필요할 것으로 판단됨. 	<ul style="list-style-type: none"> STB구간은 14년도 점검 후 주요손상(균열 cw:0.3mm이상, 단면손상)에 대하여 전반적으로 보수를 실시하여 대체적으로 양호한 상태로 조사됨. 교대측(A1)에 상부 우수유입에 의한 균열과 박리 등의 손상이 국부적으로 발생한 상태이다.
	거더	<ul style="list-style-type: none"> 공용년수 증가에 따른 표면부식, 도장박리, 볼트부식 및 볼트설치불량, 형하공간(도로부) 통행차량에 의한 하부플랜지 굽힘 등이 조사되었음. 하행 거더내부 S5 SP3에서 미량의 누수가 발생하는 것으로 확인됨. 하행 LMC포장부의 내구성 및 방수성능 확보를 위한 보수실시 후 누수발생여부확인 필요. 	<ul style="list-style-type: none"> 도장보수가 이루어진 구간은 보수이후 상태는 양호한 것으로 조사되었으나 공용년수 증가에 따른 표면부식, 도장박리, 볼트부식 및 볼트설치불량, 형하공간(도로부(이태원로)상행 S10, 하행S9) 통행차량에 의한 하부플랜지 굽힘 등이 조사됨. 2007년 진단시 조사된 누수는 현재 진행중에 있으며, 자료검토 및 내시경조사 결과 해당 부위의 LMC포장 균열과의 상관관계는 없는 것으로 판단되나, 진단기간 중 우기 후 누수량이 증가한 것으로 조사되었으므로 유출수는 내부 결로현상이 아닌 우수로 인한 것으로 판단됨. 우수의 경로는 S5~S8에 위치한 바닥판의 균열이나 신축이음 누수에서 발생한 우수가 거더상단으로 유입된 가능성이 있는 것으로 판단됨.
하부구조	교대교각	<ul style="list-style-type: none"> 균열, 신축이음부 통한 우수유입에 의한 누수 흔적, 백태, 보수부 층분리, 재료분리, 이물질 퇴적 등이 조사되었음. 전반적으로 양호한 상태를 나타내고 있으나, 일부 개소에서 균열(cw=0.3mm이상), 재료분리, 신축이음부를 통한 우수유입에 따른 누수흔적, 표면박리, 백태, 피복부족으로 인한 철근노출 등이 조사됨. 	<ul style="list-style-type: none"> A1 상단에 균열(cw:0.3mm이상)이 횡방향으로 발생하였으며, 이는 균열이 진전되어 박락으로 발전될 것으로 보임. 전반적으로 양호한 상태이며, 기 진단 및 점검 이후 받침장치 연단거리 부족으로 인해 연단거리 확보차원에서 단면을 증대한 것으로 조사됨.
	교량받침	<ul style="list-style-type: none"> 공용년수 증가 및 신축이음부를 통한 우수유입에 의한 받침장치 부식, 받침물탈균열 및 들뜸, 받침장치 위치불량(편기설치), 볼트설치 불량 등이 조사됨. 상태평가 기준“c” 손상에 대해 과업기간 중 보수를 실시하였고, 보수상태는 전반적으로 양호한 것으로 확인됨. 온도변화(4월,9월)에 따른 신축거동 상태 검토결과 전반적으로 양호한 상태로 평가됨. 	<ul style="list-style-type: none"> 상,하행 받침장치에 대한 점검결과, 공용년수 증가 및 신축이음부를 통한 우수유입에 의한 받침장치 부식, 받침물탈균열 및 들뜸, 받침장치 위치불량(편기설치), 볼트설치 불량 등이 조사됨. 받침장치 총 50개소 중 36개소는 양호하였으며, 신축이음부에 인접한 14개소는 경미한 부식이 있는 것으로 확인됨. 이는 신축이음부 누수로 인한 유입수와 공용년수 증가에 따른 열화손상으로 신축이음부 누수에 대한 유도배수와 병행하여 받침장치 보수가 필요하다고 판단됨. 온도변화에 따른 신축거동 상태 검토결과 전반적으로 양호한 상태로 평가됨.

구 분	2016년 기점검결과	2017년 금회진단결과
기 타 부 재	<ul style="list-style-type: none"> 공용년수 증가에 따른 열화 손상인 표면부식, 후타재균열 및 마모, 유간부 토사퇴적, 신축이음부 누수 등이 조사됨. 신축이음부 누수로 인한 유입수는 교대 흥벽 및 교각 상면, 받침장치까지 영향을 주어 콘크리트 열화 및 받침장치 부식 등을 유발하므로 보수가 필요한 상태임. 온도변화(4월, 9월)에 따른 신축거동 상태 검토결과 전반적으로 양호한 상태로 평가됨. 	<ul style="list-style-type: none"> 신축이음장치 본체에 발생된 토사퇴적은 공용기간 중 발생하는 손상으로 토사퇴적이 심화될 경우 신축기능이 저하될 우려가 있으므로 주기적인 유지관리를 통한 청소를 실시하는 것이 바람직함. 신축이음 후타재는 중차량 및 반복하중에 의한 균열 및 파손이 발생한 것으로 조사되었으며, 후타재에 발생된 균열은 비교적 경미하지만 내구성 확보를 위해 표면처리 등의 보수를 실시하고 국부적인 파손은 단면보수 실시를 요함. 상행P8에 위치한 신축이음부 누수로 인해 하부구조(받침, 강재) 등의 부식이 진행되고 있는 것으로 조사됨. 온도변화에 따른 신축거동 상태 검토결과 전반적으로 양호한 상태로 평가됨.
	<ul style="list-style-type: none"> 상행 LMC포장부는 일부구간에 국부적인 균열이 확인됨. 하행 LMC포장부에 중횡방향 균열(cw=0.3mm이상)이 확인됨. 포장부 방수성능저하 여부확인을 위한 포장균열부 코어채취결과 균열깊이는 포장두께(t=50mm) 이내로 확인됨. 우수침투 및 동결융해, 제설염화물로 인한 콘크리트 내구성 및 방수성능 저하가능성이 있으므로 보수가 필요한 것으로 판단됨. 	<ul style="list-style-type: none"> 상·하행 교면포장은 전반적으로 균열손상이 발생되어 있었으며, 특히 하행선 A1~P6구간에 균열이 집중적으로 발생된 것으로 조사됨. 금회 진단시 조사된 균열수량 및 개소는 2016년도 정밀점검과 동일하게 조사되어 균열의 진행성 및 신규손상은 없는 것으로 판단됨. 포장부 방수성능저하 여부확인을 위한 포장 균열부 코어채취결과 균열깊이는 포장두께(t=50mm) 이내로 확인됨. 우수침투 및 동결융해, 제설염화물로 인한 콘크리트 내구성 및 방수성능 저하가능성이 있으므로 보수가 필요한 것으로 판단됨.
	<ul style="list-style-type: none"> 배수구막힘 및 이물질퇴적은 배수기능의 저하로 교면의 체수로 인한 안전사고 및 교면포장부 열화의 원인이 됨으로 주기적인 청소 및 유지관찰이 필요함. 	<ul style="list-style-type: none"> 배수구막힘 및 이물질퇴적은 배수기능의 저하로 교면의 체수로 인한 안전사고 및 교면포장부 열화의 원인이 됨으로 주기적인 청소 및 유지관리가 필요한 것으로 판단됨.
	<ul style="list-style-type: none"> 균열(cw=0.3mm이상), 층분리, 박락 및 철근노출, 파손, 보수부 재손상 등 전반적인 콘크리트 열화가 조사됨. 과업수행 중 보수공사(06.22.~12.18.)가 계획되어 보수가 진행 중에 있으며, 보수공사완료 후 보수부에 대한 건전성 확인 및 지속적인 유지관찰이 필요할 것으로 판단됨. 	<ul style="list-style-type: none"> 보수부의 국부적인 박리와 탄산화도포제 박리가 조사되었으며 그 외 전반적으로 양호한 상태로 조사됨.

6.2 콘크리트 및 강재 비파괴조사

구분	비파괴시험 결과					결론		
콘크리트 비파괴 강도조사	구분		측정강도(MPa)	평균강도(MPa)	설계강도	•콘크리트 강도조사 결과는 모두 설계강도를 상회하는 것으로 조사됨		
	반발 경도법	상부구조	28.0 ~ 35.0	31.1	27.0			
		하부구조	27.3 ~ 34.2	29.9	24.0			
	초음파 강도법	상부구조	25.0 ~ 33.1	29.7	27.0			
		하부구조	24.3 ~ 32.5	29.3	24.0			
철근배근 상태조사	측정위치	철근	배근간격		피복두께		•전체적인 배근상태와 피복두께는 준공도면과 일부 상이한 것으로 조사되었고 이는 시공 과정에서 발생한 오차로 판단됨	
			측정(mm)	설계(mm)	측정(mm)	설계(mm)		
	상부구조	주철근	90~220	100~200	39~85	40~72		
		배력철근	205~330	200~300	38~75	40~59		
	하부	수직철근	97~210	100~200	42~156	40~120.5		
수평철근		250~345	200~300	46~136	59~100			
탄산화 시험	측점위치	탄산화 깊이 (mm)	측정 최소 피복 (mm)	탄산화 잔여 깊이 (mm)	잔존수명예측 (년)	평가 결과	•일부 경간은 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성이 있으며, 이를 제외한 전체 구조물에 대하여 탄산화에 의한 철근부식 영향 및 콘크리트 내구성 저하의 영향은 없는 양호한 상태로 판단됨	
								라멘
	하부구조	7~26	47~110	33~94	100년 이상	a		
	강교	상부구조	8~22	37~60	17~47	63~100년 이상		a~b
		하부구조	8~24	38~112	21~102	97~100년 이상		a~b
염화물 함유량 시험	위치		환산염화물함량(kg/m ³)		판정등급		•염화물은 함유되어 있으나 부식 가능성은 없는 것으로 평가됨	
	라멘	상부구조	0.0928~0.3938		a~b			
		하부구조	0.0928~0.4662		a~b			
	강교	상부구조	0.0792~0.4503		a~b			
하부구조		0.1199~0.3010		a~b				
강재 비파괴	•UT 각 30개소 모두 1등급으로 평가됨							
도막두께 측정시험	•상·하행 외부도장 미흡, 내부도장 전개소 만족							

7

상태평가

7.1 시설물 전체 상태평가 결과

구조형식 (상행선)	환산 결함도 점수	상태평가 결과	연장(m)	차선	길이 × 차선	연장비	환산 결함도점수 × 연장비
R.C Slab교	0.189	B	64	2	128	0.164	0.031
STB	0.218	B	327	2	654	0.836	0.182
평가지수						0.213	
상태평가 결과						B	

구조형식 (하행선)	환산 결함도 점수	상태평가 결과	연장(m)	차선	길이 × 차선	연장비	환산 결함도점수 × 연장비
R.C Slab교	0.209	B	64	2	128	0.170	0.036
STB	0.237	B	312	2	624	0.830	0.196
평가지수						0.232	
상태평가 결과						B	

구조형식	환산 결함도 점수	상태평가 결과	연장(m)	차선	길이 × 차선	연장비	환산 결함도점수 × 연장비
본교	상행선	0.213	391	2	782	0.510	0.109
	하행선	0.232	376	2	752	0.490	0.114
평가지수						0.222	
상태평가 결과						B	

7.2 결과 분석

한남1고가에 대한 상태평가 결과, “보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태”인 “B”(양호)로 평가되었음.

구분	상태평가 결과				
	'11년 정밀점검	12년 안전진단	14년 정밀점검	'16년 정밀점검	'17년 안전진단
상행선	0.237 / B	0.277 / C	0.299 / C	0.250 / B	0.213 / B
하행선	0.237 / B	0.277 / C	0.299 / C	0.250 / B	0.232 / B

8 내하력평가 및 안전성평가

8.1 안전성 검토 결과

8.1.1 강거더

부재위치	바닥판 RE-BAR ¹⁾		STEEL				안전율			안전성 평가
	작용응력 (MPa)	허용응력 (MPa)	작용응력 (MPa)		허용응력 (MPa)		바닥판 RE-BAR	STEEL		
	상연	상연	상연	하연	상연	하연	상연	상연	하연	
측경간 중양부	2.162	10.800	90.866	-97.049	247.000	190.000	4.994	2.718	1.958	a
내측경간 중양부	-1.075	2.174	95.824	-115.877	247.000	190.000	2.023	2.578	1.640	a
측경간 중간지점부	-87.461	160.000	-158.106	194.051	190.000	214.015	1.829	1.202	1.103	a
내측경간 중간지점부	-72.321	160.000	-123.754	156.837	190.000	214.015	2.212	1.535	1.365	a

1) 정모멘트부는 바닥판 검토 결과이며, 부모멘트부는 RE-BAR 검토 결과임

8.1.2 바닥판

위 치	부재	ΦM_n (kN·m)	M_u (kN·m)	안전율	안전성 평가
4경간 연속교	캔틸레버부	355.578	242.637	1.465	a
	중양부	221.723	167.427	1.324	a

8.2 내하력 검토 결과

구 분	설계활하중 (Pr)	내하율 (RF)	응답 보정계수 (Ks)	(RF)×(Ks)	공용 내하력	비 고
외측경간 중양부 (정모멘트부)	DB-24	3.585	1.337	4.793	DB-24 이상	허용 응력 설계법
내측경간 중양부 (정모멘트부)	DB-24	3.037	1.333	4.048	DB-24 이상	

9 종합평가 및 안전등급

9.1 안전등급 기준

안전등급	시설물의 상태	비고
A (우수)	·문제점이 없는 최상의 상태	
B (양호)	·보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 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 보수보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	·주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

9.2 상태평가 결과 요약

구조형식	환산 결함도 점수	상태평가 결과	연장(m)	차선	길이 × 차선	연장비	환산 결함도점수 × 연장비	
본교	상행선	0.213	B	391	2	782	0.510	0.109
	하행선	0.232	B	376	2	752	0.490	0.114
평가지수						0.222		
상태평가 결과						B		

9.3 안전성평가 결과 요약

안전성평가 수행 부재		해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
상부 구조	바닥판	강도설계법	<ul style="list-style-type: none"> • 단면 휨 검토 양호 • 설계내하력 확보(DB24 이상) 	1.0이상	A
	S.T.B	허용응력법	<ul style="list-style-type: none"> • 단면 응력 검토 양호 • 설계내하력 확보(DB24 이상) 	1.0이상	

9.4 종합평가(안전등급) 결과

구 분	상태평가		안전성평가	
	평가지수	평가기준	안전율	평가기준
평가결과	0.222	B	1.0이상	A
안전등급 지정	<p>▶ 안전등급은 양호한 상태인 B등급으로 평가됨.</p> <pre> graph TD A[상태평가 B] --- B[안전등급 B] C[안전성평가 A] --- B </pre>			

10 보수·보강 및 유지관리방안

10.1 결합별 보수·보강방안 및 개략공사비

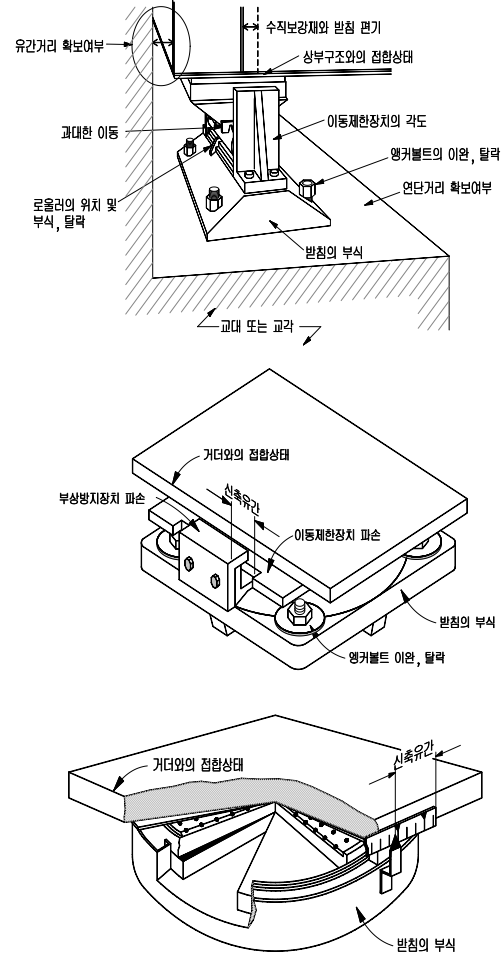
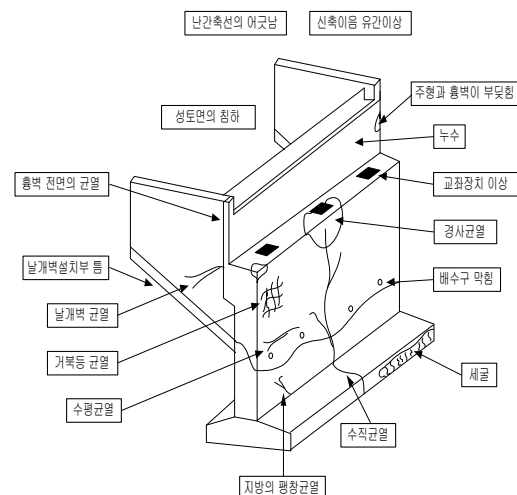
구 분	손상내용		단위	손상 물량	보수 물량	단가 (천원)	공사비 (천원)	우선 순위
옹벽구간	박리		m ²	0.06	0.08	77	6	3
	배수구 막힘		EA	4	4	10	40	3
교면포장	균열	0.3mm미만	m	251.40	81.71	20	1,634	3
		0.3mm이상	m	737.50	958.75	20	19,175	2
배수시설	배수구 막힘/이물질퇴적		EA	10	9	16	144	2
	스틸그레이팅 변형/탈락		EA	1	1	10	10	2
	배수관 연별볼트 풀림		EA	4	4	10	40	2
방호벽 및 난간	박락, 파손, 박리		m ²	1.76	2.29	77	176	2
신축이음장치	후타재 파손, 박락		m ²	5.50	7.15	155	1,108	2
	토사퇴적		m ²	10.22	13.29	16	213	2
	차수관 변형, 볼트탈락 등		EA	7	7	400	2,800	3
	누수(배수고무재파손) (상부배수방식 적용)		식	8	8	1,000	8,000	1
바닥판하면	균열	0.3mm이상	m	5.90	7.67	70	537	1
		0.3mm미만	m	18.04	5.86	57	334	3
	균열/백태	0.3mm이상	m	3.76	4.89	70	342	1
		누수흔적		m ²	48.29	62.78	30	1,883
	물끊기흙 설치불량		m	4.70	6.11	20	122	2
	박락, 재료분리, 철근노출		m ²	11.60	15.08	77	1,161	1
	백태		m ²	12.45	16.19	30	486	3
	표면열화		m ²	24.76	32.19	30	966	3
거더내부	표면부식		m ²	4.27	5.55	41	228	3
	용접부 부식		m ²	0.36	0.47	41	19	3
	도장박리		m ²	4.05	5.27	41	216	3
	볼트표면 부식		EA	2	2	41	82	3
	볼트체결불량, 탈락, 너트누락		EA	7	7	10	70	1
	누수흔적, 부식		m ²	0.29	0.38	41	15	2
	점검등 불량		EA	2	2	15	30	3
	볼트이음관 누수(유공관)		EA	1	1	2,000	2,000	2

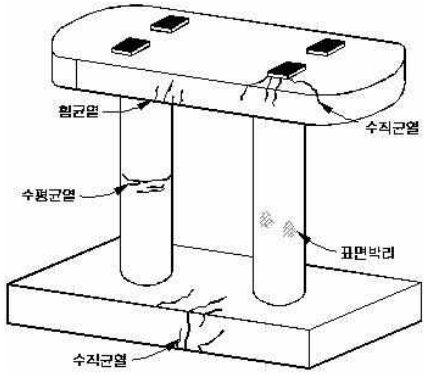
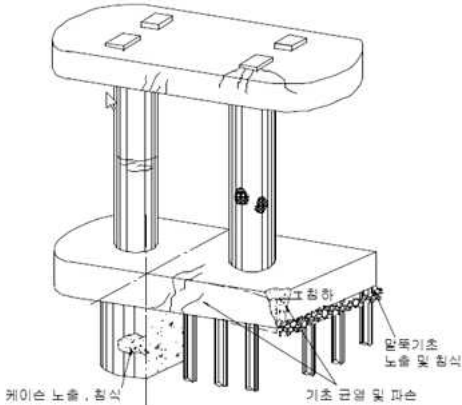
구 분	손상내용		단위	손상 물량	보수 물량	단가 (천원)	공사비 (천원)	우선 순위
거더외부	표면부식		m ²	95.44	124.07	41	5,087	3
	용접부 부식		m ²	10.12	13.16	41	539	3
	도장박리		m ²	3.48	4.52	41	185	3
	볼트부식		m ²	7.50	9.75	41	400	3
	볼트 체결볼량 및 누락		EA	56	56	10	560	1
	굽힘		m ²	37.02	48.13	30	1,444	3
	통과높이제한시설		식	2	2	7,500	15,000	3
받침장치	받침장치/플레이트 부식		EA	16	14	30	420	3
	무수축물탈 들뜸/파손		m ²	0.16	0.21	89	19	2
	볼트설치 불량/탈락/풀림		EA	96	81	41	3,321	1
교대 및 교각	균열	0.3mm이상	m	5.30	6.89	70	482	1
	누수 및 백태, 누수흔적		m ²	68.02	88.43	30	2,653	2
	들뜸		m ²	7.01	9.11	77	702	3
	토사퇴적, 폐기물적치		m ²	4.45	5.79	10	58	3
	박리, 박락		m ²	0.04	0.05	77	4	3
	백태		m ²	1.81	2.35	30	71	3
	철근노출 및 파손		m ²	0.50	0.65	171	111	1
	재료분리, 파손		m ²	0.22	0.29	77	22	3
1순위 순공사비 계							14,584	
2순위 순공사비 계							27,558	
3순위 순공사비 계							30,773	
부대공(가설비 등)							4,000	
순공사비(천원)							76,915	
제경비(순공사비의 50%)							38,458	
총공사비(천원)							115,373	

- ※ 1) 보수시 시공성 및 효율성을 고려하여 보수물량은 손상물량에 30% 할증을 적용함
2) 균열(0.2mm이하)의 표면보수는 균열폭에 0.25m로 산정한다.(보수물량=연장×0.25m×할증(0.3)=00m²)
3) 개략공사비는 현장여건에 따라 증·감될 수 있음.
4) 부대공은 접근장비, 교통통제 등의 비용이며, 현장 여건에 따라 변동될 수 있음.
5) 보수단가는 시설물 유지보수공사 설계지침을 참조하여 평균단가 이상을 적용함.
6) 시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 제 16조에 의거하여, 2,3순위에 대한 보수·보강완료기간은 3년이내로 함.

10.2 중점유지관리방안

구 분	점 검 내 용
<p>바닥판</p>	<ul style="list-style-type: none"> •중, 횡방향 균열과 망상균열 발생 여부 •누수 및 백태 발생 여부 •캔틸레버 손상여부 <p>(a) 지중부 콘크리트 박리 (b) 시각 슬래브의 중앙부 균열 (c) 슬래브의 횡방향, 사인장균열</p> <p>(a) 횡방향 균열 (b) 대각방향 균열 (c) 중앙방향 균열 및 단부 파손</p>
<p>콘크리트 거더 및 2차 부재</p>	<ul style="list-style-type: none"> •신축에 의한 교대 흥벽과의 밀착여부(하절기) •받침부 부스러짐 및 사인장균열 여부 •중앙부 횡방향균열 여부 •주거더 처짐 여부 <p>< 콘크리트 거더에 발생하는 균열의 유형과 위치 ></p>

구 분	점 검 내 용
배수시설	<ul style="list-style-type: none"> •배수구 및 배수관 오물퇴적 발생 여부 •배수구 덮개 파손 발생 여부
받 침 부	<ul style="list-style-type: none"> •거동상태, 부식발생 여부 •받침모르타르 균열 및 파손여부 •신축 여유량 부족 여부 •교대, 교각의 연단부 파괴(파손) 여부 
교 대	<ul style="list-style-type: none"> •교대 균열 발생부에 대한 보수 후 재균열 발생(철근부식에 따른 팽창균열 발생 등)의 여부 •기초지반의 변화상태 •변위(경사, 침하 등)여부 •신축이음부 누수로 인한 백태 

구 분	점 검 내 용
교 각	<ul style="list-style-type: none"> •교각 균열 발생부에 대한 보수 후 재균열 발생(철근부식에 따른 팽창균열 발생 등)의 여부 •신축이음부 누수로 인한 백태 
기 초	<ul style="list-style-type: none"> •공통 <ul style="list-style-type: none"> - 기초지반의 변화상태 - 변위(경사, 침하 등)여부 •직접기초 : 콘크리트 균열 및 파손 •말뚝기초 : 말뚝 노출 및 침식 

11 종합결론

한남1고가는 서울특별시 용산구 한남동에 위치하고 상행선 391.0m, 하행선 376.0m의 1종 시설물로서 1991년에 준공 후 26년간 공용중인 교량이다. 본 교량의 경간구성은 상·하행선 4경간 연속 RC 라멘 구간(S1~S4, L=64.0m), 상행선 S.T.B 구간(L=307.0m) 및 하행선 S.T.B 구간(L=292.5m)의 형식으로 구성 되어있다.

본 과업은 1991년도(준공) 이후 최근 실시한 2012년 정밀안전진단으로부터 5년이 경과된 구조물에 대하여 실시하는 정밀안전진단 용역으로써 외관조사 및 내구성 조사, 구조해석 결과를 토대로 종합적으로 평가해 볼 때, 구조물의 안전성에는 문제가 없는 것으로 평가 되었으며, 발생한 손상은 공용중의 안전성은 확보되나 시설물의 사용성 및 내구성 확보를 위한 보수가 필요하다.

정밀안전진단 결과, 부재별 주요사항을 요약하면 다음과 같다.

1) 바닥판

바닥판에 대한 외관조사 결과, cw:0.2mm이하 균열손상이 대부분으로서 전반적으로 양호한 상태이다. 손상정도를 고려하여 일반적인 유지보수가 필요한 상태이다.

2) 거 더

Box내부는 외관조사결과, 현장이음부(Splice)에서 발생한 누수, 주변 오염 및 국부적 부식 등이 주요 손상으로 조사되었다. 거더내부 상단에서 발생한 누수는 진행중이므로 유도배수, 거더내부 현장이음부 Web하단에 발생하는 누수는 실링재처리를 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

거더외부는 도장박리 및 볼트부식이 국부적으로 조사되었으나 전반적으로 양호한 상태이나 장기적인 관점에서 거더의 내구성을 저하하는 부식이 발생하는 것을 방지하기 위하여 국부적 재도장을 하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3) 교대/교각

교대에 대한 외관조사 결과 신축이음 누수로 인한 오염이 발생되었으나 신축이음 하부에 유도배수관을 교체하여 전반적으로 양호한 상태이며, 추후 하부의 누수여부와 신축이음 장치의 손상진행여부를 고려하여 적절한 시기에 교체 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 교각에 대한 외관조사 결과 코핑부 상단 및 기둥부에 수직균열 및 망상균열이 조사되었다. 이는 콘크리트의 재료특성인 건조수축 및 온도구속 등에 의한 비구조적인 손상

으로 판단되며, 지속적인 주의관찰로 손상의 진전여부 확인이 필요할 것으로 판단된다.

4) 교량받침

‘14년 정밀점검 시 상행 받침장치 P4 sh1 상단플레이트와 슬플레이트의 고정볼트 체결 불량부에 대해서는 용접보수가 이루어진 것으로 확인되었고, 추가적으로 용접부 균열 및 이상징후는 없는 것으로 조사되었다. 금회 외관조사에서도 구조적 문제로 인한 특이 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

금회 진단 기간 중 받침장치에 대한 내진성능평가 및 실시설계용역(‘17.6.13~ 9.22)이 이루어졌으며, 용역 결과에 따라 내진보강공사(진단키 설치 17개소 등)가 시행중이다.

5) 기타부재

본 교량의 신축이음장치에 대한 외관조사 결과, 공용기간 증가에 따른 신축이음 하부 누수, 본체 토사퇴적, 부식, 후타재 균열 등이 조사되었다.

바닥판 상면에 위치하여 차량에서 발생하는 진동을 흡수·분산시키고, 외부의 불리한 환경조건에 대해서 바닥판을 보호하는 역할을 하는 교면포장은 LMC 포장으로 시공되었으며, 외관조사 결과 다수의 균열결함이 발생한 상태로 조사되었다. 특히 0.3mm이상의 균열은 주입보수를 실시하는 것이 바람직 하나 기 점검과 비교하였을 때 추가 손상은 발생되지 않았으며, 공용중 교량이라는 점에서 주입보수의 어려움이 있으므로 주의 관찰하여 추가손상 또는 균열의 진행이 파악되면 상세조사 후 보수를 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

난간에 대한 외관조사 결과, 전반적인 균열보수 및 면보수를 실시하여 양호한 상태이나, 금번조사시 보수면 위에 재균열과 건조수축 등에 의한 콘크리트 균열 등이 추가로 조사되었다. 발생한 손상은 난간의 기능성 측면에서 문제될 부분이 없으므로 보수보다는 유지관리가 바람직할 것으로 판단된다.

6) 재료시험

콘크리트의 품질상태와 내구성을 평가하기 위하여 비파괴시험, 탄산화깊이시험 및 염화물 함유량시험을 실시하였으며, 그 결과 압축강도는 설계기준을 만족하고 배근상태도 설계도와 부분적인 차이는 있으나 전반적인 양호한 것으로 조사되었다. 탄산화 깊이 및 염화물 함유량을 통한 내구성 조사결과, 허용기준치를 만족하는 것으로 콘크리트의 내구수명을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

7) 상태평가

상태평가 결과, 기 실시된 정밀점검(2016년)과 금회 진단결과가 동일한 “B”로 평가되었고 유지보수 후 신규손상이 적어 결함지수는 상향된 것으로 분석되었다. 이는 금회 상세 조사에서 단면손상에 대한 보수로 인한 것으로 판단된다.

8) 내하력평가

내하력평가 결과는 안전율 1.0 (『SF>1.0』) 이상의 “A”이며, 설계활하중인 DB-24 이상의 내하력을 확보하고 있는 것으로 평가되었으며, 상부구조의 안전성 검토 결과는 최대부재력 및 응력이 허용 내에 있어 안전성에 문제가 없는 것으로 평가되었다.

9) 종합평가

본 교량에서 실시된 각종 조사결과와 구조해석 및 내하력 평가 결과, 상태평가결과 『B』, 안전성평가 결과 『A』로 평가되어 한남1교의 종합평가(안전등급) 결과는 보다 낮은 결과인 『B』로 평가되었으며, 구조물의 상태는 양호한 것으로 판단된다.

따라서, 금회 진단결과를 종합할 때, 조사된 결함에 대하여 제안한 공법대로 보수를 실시하고 보수부 및 중점유지관리가 필요한 부위에 대한 지속적인 점검 및 유지관찰을 통해 안전성과 내구성을 확보하여 1등교로서의 성능을 유지할 수 있도록 관리하여야 한다.