

요 약 문

1. 과업의 목적

본 과업은 “보라매고가 외 1개소 정밀점검 용역(숫내교)”으로서 시설물의 구조적·기능적 결함과 손상을 정밀조사하고 측정 평가하여 시설물의 구조적 안전성 및 결함의 원인을 점검하는데 목적이 있으며 이에 대한 신속하고 적절한 조치방안(보수·보강 대상범위 및 방법 등)을 제시함으로써 시설물의 기능과 안전을 유지하고, 재해 및 재난을 사전 예방하여 시설물의 효용 증진과 공공의 안전을 확보하는데 있다.

2. 과업의 범위 및 내용

2.1 과업의 범위

- 1) 자료수집 및 분석.
- 2) 현장조사 및 시험.
- 3) 상태평가.
- 4) 종합평가 및 안전등급 지정.
- 5) 보수·보강방안 및 유지관리 방안 제시.
- 6) 보고서 작성.
- 7) 안전점검 편람 재정비 및 주요결함 일상점검 매뉴얼 작성
- 8) 기타 발주기관이 필요하다고 요구하는 사항

2.2 과업기간

2017. 03. 14 ~ 2017. 11. 08 (착수일로부터 240일간)

2.3 과업수행 일정

공 종	2017년 03월 14일 ~ 2017년 11월 08일																		비 고
	3		4		5		6		7		8		9		10		11		
	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15		
1) 사전조사. · 착수 및 현장답사. · 자료수집 및 검토. · 현장조사 계획수립.	■		■															■ 착수 03.14 ■ 착수보고 04.07	
2) 현장조사 및 시험. · 외관조사. · 비파괴시험. (콘크리트)			■								■								
3) 조사자료 정리 및 분석. · 현장조사/시험 결과 정리 및 분석. · 상태평가 기초자료 검토 분석.							■											■ 중간보고 07. 26	
4) 시설물의 상태평가 · 부재별 상태평가 결과산정. · 시설물 전체의 상태평가 결정.									■										
5) 보수·보강 및 유지관리방안 제시. · 보수보강공법 제시. · 유지관리방안 제시.												■						■ 자문회의	
6) 보고서 작성 · 최종보고서 작성. · 준공.													■					■ 준공 2017.11.08	

2.4 과업의 내용

본 과업은 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2012. 12, 국토교통부/한국시설안전공단)』에 의거 수행하였으며, 과업의 내용에 대한 세부사항은 다음과 같다.

과업의 범위		과업의 내용	비 고
설계도서 및 관련자료 수집·검토		1) 설계자료 검토(준공도면). 2) 기존 점검, 진단 및 유지관리자료 검토. 3) 보수·보강자료 검토.	안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 (2012.12) 적용
현장 조사 및 시험	외관 조사	1) 구조물의 제원 및 시공상태 조사. 2) 상·하부구조 외관 결함 및 손상 등 외관조사. 3) 신축이음, 교량받침 등 기능상태 조사.	
	내구성 조사	1) 콘크리트 · 반발경도시험. · 철근탐사시험. · 탄산화 깊이 측정.	
상태평가		1) 부재별 상태평가 결과 산정 후 부재별 가중치를 고려한 시설물 전체에 대한 상태평가 결과 산정.	
종합평가 및 안전등급 지정		1) 상태평가 결과를 토대로 종합평가, 안전등급 지정.	
보수·보강 공법		1) 보수·보강 물량 및 보수·보강 우선순위 제시. 2) 기능 회복 및 향상을 위한 보수·보강 공법 제시.	
유지관리 방안		1) 효율적인 유지관리를 위한 방안 제시. 2) 중점 유지관리 항목(방안) 제시.	
보고서 작성		1) 보고서 작성 및 제출.	

3. 대상교량의 현황

구분		내용		구분		내용	
시설물명		숫내교		관리주체		서울특별시 안전총괄본부	
준공년도		2010년 5월		관리번호		BR2010-0000730	
위치		서울특별시 강남구 자곡동 일원					
설계하중		DB-24, DL-24 (1등급)		노선명(이정)		새말로	
제원	연장	L=50.0+130.0+50.0 = 230.0m					
	폭	B = 32.5m(6~7차로)					
구조 형식	상부	NIELSEN ARCH + 합성형거더교		기초 형식	교대	말뚝기초 (ϕ 508, 12T, L=8.0m)	
	하부	교대 : 역T형, 교각 : 다주식				교각	
받침장치		NIELSEN ARCH : 스페리컬받침(4개소) 합성형거더교 : 탄성받침(52개소)		신축이음장치		뉴모노셀 조인트(A1,P1,A2) 강평거 조인트(P2)	
교차시설물 (도로, 철도, 하천)		하천(탄천)		통과높이(교고)		H \approx 4.0m (하부 산책로)	
부속시설물		차량방호벽, 방음벽		설계도서유무		설계도면, 구조계산서	
시행자		SH공사		내진설계유무		유	
설계사		(주)건화엔지니어링 (주)청석엔지니어링		시공사		계룡건설(주)	
기타		<p>The diagrams show the bridge's structural layout. The top diagram is a plan view with a total length of 230.350m, divided into three spans of 50.000m, 130.000m, and 50.000m. It shows the Nielsen Arch and composite girder structure. The bottom diagram is an elevation view showing the bridge's profile, including the arch and the composite girder. It indicates a height of approximately 4.0m and shows the bridge's support structure. Labels include '교차시설' (Crossing facility) and '교량폭' (Bridge width).</p>					

4. 자료수집 및 분석

4.1 점검 및 진단 이력

점검일자	점검기관	점검결과
2008.11.31 ~ 2008.12.31	(사)대한 산업안전협회 초기점검	1) 본 교량에 대해 외관조사를 실시한 결과 교대 전면벽체에 수직균열이 일부 조사되었으나 전반적인 외관상태는 양호한 것으로 조사되었으며, 건설교통부 세부지침을 기준으로 상태평가를 실시한 결과 양호한 상태인 "A" 등급으로 사용상에는 문제가 없는 상태임 2) 비파괴 장비를 이용한 콘크리트의 압축강도 조사결과 설계기준강도 이상을 유지하고 있는 것으로 측정되었으며 구조물의 중성화는 표면 중성화 상태로 중성화에 대하여 여유도가 충분함 3) 본 교량의 내하력평가를 위해 교량 재하시험을 실시하였으며, 시험결과를 바탕으로 교량의 내하력을 검토한 결과 본교량의 내하력은 설계기준인 DB-24이상인 것으로 검토됨 ■ 상태평가 결과 : A등급
2012.04.04 ~ 2012.12.20	(주)한국구조물 안전연구원 (주)이지 엔지니어링 정밀점검	1) 숫내교의 주요 손상은 연석부 및 자량방호책 지주부 균열, 합성형거더 북부 수직균열(비구조적 균열), Nielsen Arch 구간 강상판 도장 박리/열화, 교대 및 교각부 균열(비구조적 균열), 합성형거더구간의 받침장치 편기 등이며 그 외 조사된 각 부재별 보수불량부, 방음판 탈락부, 신축이음장치 토사퇴적 등의 손상은 내구성 확보차원의 보수가 필요한 상태이다. 그러나 전반적인 교량의 상태는 매우 양호한 것으로 나타났으며 일부 보수 불량부 및 보수 누락부에 대한 보수를 시행한다면 공용성에는 문제가 없음 2) 기 발생된 손상은 교량의 구조적 안전성에 영향을 미치지 않으므로, 유지관리차원에서 보수를 실시하면 교량의 사용성 및 내구성을 확보할 수 있을 것으로 판단됨 3) 다만 합성형 거더구간 받침장치는 편기에 따른 추가 결함은 현재 조사되지 않은 상태이며, 현 상태로 사용성 및 안전성에 위해요인은 없는 것으로 사료되나 편기는 시공상의 오류이므로 편기조정 조치를 고려하여야 할 것으로 판단됨 4) 콘크리트에 대한 내구성 조사 결과, 강도, 탄산화 깊이 등의 콘크리트 상태는 설계기준을 만족하고 있는 것으로 평가됨 ■ 상태평가 결과 : A등급(0.123)

【표 2.2】 기존 점검 결과 이력 (계속)

점검일자	점검기관	점검결과
2013.06.07 ~ 2014.01.17	(주)한국구조물 안전연구원 하자점검	1) 숫내교의 주요 손상은 연석부 및 자량방호책 기초부 균열 및 파손, 합성형거더 복부 수직균열(비구조적 균열), 교대 및 교각부 균열(비구조적 균열), 합성형거더구간의 받침장치 편기 등이며 그 외 조사된 각 부재별 보수불량부, 배수구 누수, 신축이음장치 토사퇴적, Nielsen Arch 구간 강상판 체수 등의 손상은 내구성 확보차원의 보수가 필요한 상태이다. 그러나 전반적인 교량의 상태는 매우 양호한 것으로 나타났으며 일부 보수 불량부 및 보수 누락부에 대한 보수를 시행한다면 공용성에는 문제가 없을 것으로 판단됨 2) 콘크리트에 대한 내구성 조사 결과, 강도, 탄산화 깊이 등의 콘크리트 상태는 설계기준을 만족하고 있는 것으로 평가됨 3) 기 발생한 손상은 교량의 구조적 안전성에 영향을 미치지 않으므로, 유지관리차원에서 보수를 실시하면 교량의 사용성 및 내구성을 확보할 수 있을 것으로 판단됨 5) 다만 숫내교 받침장치는 편기, 용접누락, 나사산 부족에 따른 추가 결함은 현재 조사되지 않은 상태이며, 현 상태로 사용성 및 안전성에 위해요인은 없는 것으로 판단되나 지속적인 주의관찰이 필요하며, 문제 발생시 신속한 대처가 필요할 것으로 사료됨 ■ 상태평가 결과 : A등급(0.139)
2014.05.26 ~ 2014.11.21	(주)삼림엔지니어링 하자점검	1) 포장 균열, 파손 및 배수구 막힘에 의한 체수가 조사되었다. 국부적으로 보차도 경계부부분에 횡배수관이 설치되지 않은 것으로 조사되었으며, 연석부 건조수축에 의한 균열(0.3mm미만), 동결융해 작용에 의한 콘크리트 박리, 파손, 외부 충격에 의한 난간변형 등의 손상이 조사됨. 합성거더에 온도변화 및 건조수축에 의한 균열, 망상균열, 우수접촉에 의한 백태 등의 손상이 조사됨 닐센아치 아치리브 및 보강형, Cross Box, 케이블, 가로보 종방향 보강재 모두 전반적으로 양호한 상태이나 국부적으로 도장박리, 체구가 조사됨 하부구조의 경우 건조수축 및 수화열에 의한 균열 및 망상균열, 누수 및 우수접촉에 의한 균열부 백태, 백태, 시공초기 다짐불량에 의한 재료분리 등의 손상과 시공불량에 의한 배수관 길이부족이 조사됨 2) 콘크리트강도 시험결과 전개소 설계기준강도를 만족하고 있는 것으로 조사되었으며, 탄산화시험결과 전 개소 ‘a’ 인 평가됨 ■ 상태평가 결과 : B등급(0.144)

점검일자	점검기관	점검결과
2015.06.23 ~ 2016.12.21	(주)한국구조물 안전연구원 정밀점검	1) 합성거더구간(S1,S2) 상부구조: 거더복부에 0.1mm~0.2mm의 균열이 발생되었으나, 거더하면 및 바닥판으로의 진전이 되지 않은 상태로 손상부에 대한 보수가 필요한 상태이다. 또한 거더단부(P2)에 신축이음장치의 누수로 인하여 보강Plate의 표면부식 발생되고 있는 것으로 조사되어 신축이음장치의 누수보수 및 녹제거+재도장이 필요한 상태인 것으로 조사되었다. 2) 아치구간 상부구조: 강재변형 및 용접이음, 볼트이음조사결과 결함이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었으며, 케이블 또한 특기사항이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 다만 국부적으로 도장박리·박락이 발생된 것으로 조사되었으며 보강형 BOX내부 조사결과 일부 케이블정착단 및 스플라이스 이음부에서 누수가 발생되어 BOX내부로 우수가 유입되고 있는 것으로 조사되 보수가 필요한 상태인 것으로 조사되었다. 3) 하부구조: 균열폭 0.1mm~0.3mm의 경미한 균열이 조사되었으며 국부적으로 재료분리 및 콘크리트 박리·박락이 발생된 것으로 조사되었다. 4) 받침장치: 받침장치 편기에 대한측정을 실시하였으며, 편기의 증·감이 없는 상태인 것으로 조사되었다. 아치구간의 받침장치인 스페리컬 받침장치의 앵커볼트의 여유장부측으로 인하여 볼트머리 상단에 체수가 되고 있는 것으로 조사되어 보호캡 시공을 제안하였다. 5) 신축이음장치: P1, P2, A2에 배수고무홈통이 설치되어있으나, 고무재의 노후화로 인하여 갈라짐 및 파손이 발생한 상태인 것으로 조사되었다. 특히 P2(No.200)의 신축이음장치의 경우 신축유간이 비교적 넓으며, 이로 인하여 토사의 퇴적량이 많은 것으로 조사되어다. 또한 현재 배수고무홈통의 파손으로 인하여 누수가 발생되고 있으며, 이로 인하여 강재부식, 콘크리트열화에 영향을 미치고 있고 보수가 필요한 것으로 조사되었다. 6) 콘크리트에 대한 내구성 조사 결과, 강도, 탄산화 깊이 등의 콘크리트 상태는 설계기준을 만족하고 있는 것으로 평가됨 ■ 상태평가 결과 : B등급(0.168)

점검일자	점검기관	점검결과
2016.03.28 ~ 2016.12.09	한세이엔씨(주) / (주)한국종합 시설안전 하자점검	<p>1) 금번 하자점검 외관조사 결과, 지난 2015년 정밀점검 당시 조사되었던 손상들이 별도의 보수조치 없이 그대로 조사되었으며, 그 외 사용중 추가로 발생한 추가 및 신규 손상들이 일부 조사된 것으로 나타났다.</p> <p>2) 조사된 주요 손상으로는 콘크리트 거더 균열, 망상균열, 단부 플레이트 부식, 바닥판 균열, 아치 박스 내부 도장박리, 볼트 체결 불량, 스플라이스 이음부 누수, 표면부식, 교면포장 아스콘균열, 소성변형, 난간 연석 균열, 박리, 교대 및 교각 균열, 백태, 체수, 받침 용접누락, 신축이음부 고무재 파손, 토사퇴적, 배수구 막힘 등으로 공용기간 증대에 따라 발생되어진 일반적인 손상들로서 구조적으로 문제가 되는 결함은 발생되지 않은 대체로 양호한 상태로 조사되었다.</p> <p>3) 따라서 손상 발생부에 대해서는 적절한 보수를 실시하고 내구성과 기능성 저하 방지를 위한 조치가 필요할 것으로 판단된다. 신축이음 유간 검토결과 필요유간거리 이상을 확보하고 있으며, 교량받침 연단거리 검토결과도 최소연단거리 이상을 확보하고 있는 것으로 조사되었다.</p> <p>4) 콘크리트에 대한 내구성 조사 결과, 강도, 탄산화 깊이 등의 콘크리트 상태는 설계기준을 만족하고 있는 것으로 평가됨</p> <p>■ 상태평가 결과 : B등급(0.179)</p>

4.2 보수·보강 이력

구분	공사내용	시공사	비고
2012.10.09	<ul style="list-style-type: none"> •[하자보수] - 아스콘균열 보수(50.5m), 들뜸 및 패임보수(11.73m²) - 보도부 지주부 배수불량 절개(26EA) - 표지판 망실(1EA) - 신축이음후타제 균열보수(75.55m) - 신축이음 고무재 이격부 재설치(6.05m) - 합성형거더구간 균열보수(19.8m) - 받침 SolePlate 재도장(35.61m²) - 아치교구간 도장박리부 보수(27.2m²) - P2코핑부 체수발생부 구매조정(4.0m²) 등 	계룡건설(주)	하자보수
2012. 07	<ul style="list-style-type: none"> •A2~P2 구간 중앙부 차선규제봉 설치 44개소 	(주)에스지공영	이상유지
2013. 05	<ul style="list-style-type: none"> •[하자보수] - 방호벽과 차도부 단부 약 폭10cm (S1,S3) - ASP 들뜸 및 이격(A=11.73m²) 보수 - 방음벽지주 주변 S3 배수 불량 보수 - Joint연석 차수관 볼트탈락 보수 - 후타제 균열 및 파손 보수 - S2 강상판 상부 체수로 인한 강상판 도장박리 보수 - 교대 A1,A2 법면보호블럭 침하 보수 - P2 코핑상부 체수 보수 - P2 방음판 탈락 보수 	계룡건설(주)	하자보수
2016.03 ~ 2016.05.31	<ul style="list-style-type: none"> - 조인트 유간청소 - 교량 배수구 청소 - 방음벽 세척 	유일환경건설(주)	일상유지
2016.08.22 ~ 2016.08.31	<ul style="list-style-type: none"> - A2 점검계단설치 - A2 시선유도봉 설치 - A2 호안블럭 설치 	유일환경건설(주)	일상유지
2016.08	<ul style="list-style-type: none"> - 널센아치구간 센서 교체 및 신설 	-	-
2017. 05	<ul style="list-style-type: none"> •[하자보수] - 난간 및 연석 박리 보수(A=57.34m²) - 콘트리트 표면보수 (A=455.07.73m²) - 균열(0.3mm이상) 보수 (L=2.0m) - 단면보수 (A=68.01m²) 	계룡건설(주)	하자보수

5. 현장조사 및 시험

5.1 1공구 외관조사 결과

가. 교면포장

- 외관조사 결과 : 숫내교 교면포장 외관조사 결과, S1, S3 교면포장 소성변형과 포장 망상균열이 전반적으로 조사되었으며, 그 이외에 아스콘 균열, 아스콘 패임 등의 소규모 손상이 조사되었다. 금회 조사된 손상은 대부분 기 정밀점검시 조사된 손상으로 구조적인 손상은 없는 것으로 확인되었다. 그러나 금회 조사된 S1, S3 교면포장 소성변형과 포장 망상균열이 전반적으로 조사되었으므로, 차량의 주행성 저하 및 바닥판의 내구성 저하의 우려가 있으므로 경간별 또는 차선별에 따라서 동적안정도가 높은 개질아스콘 재포장 보수가 필요하다.
- 발생 원인 : 아스콘 균열, 아스콘 망상균열, 아스콘 패임 등의 발생 원인은 아스팔트 공용연수 증가로 인한 노후화, 중차량 반복 통행, 아스콘 재료의 배합 및 시공초기 품질 불량 등의 복합적인 원인에 의한 것으로 판단된다. 소성변형의 경우 신호등 앞에서의 운전자의 급제동, 급출발 등의 교통 환경적인 원인에 의한 것으로 판단된다.
- 대책 :
 - 소성변형, 망상균열(S1, S3) : 차선별, 경간별 재포장+교면방수
 - 아스콘 패임 : 팻칭보수
 - 아스콘 균열, 시공이음부 균열 : 실링보수

나. 난간 및 방음벽

- 외관조사 결과 : 외관조사 결과 연석부 몰탈 균열, 몰탈 박리, 몰탈 박락, 토사퇴적 및 식생 등의 손상이 조사되었다. 금회 조사된 손상중 방음벽 하단부에 토사퇴적은 전반적으로 조사되어 청소가 필요하나 방음벽과 연석이 맞닿고 있으므로 청소가 어려운 것으로 확인되었다.

또한 우기시 외관조사 결과 토사퇴적에 의한 체수가 전반적으로 조사가 되었다. 따라서 체수로 인한 바닥판 하면의 내구성 저하 우려가 있으며 방음벽 철거후 신규 연석을 시공한 후 방음벽 재설치 보수가 필요할 것으로 판단된다.

- 발생 원인 : •연석부 몰탈 균열 : 건조수축, 온도변화
 - 몰탈 박리, 몰탈 박락 : 동절기 염화칼슘 및 동결융해
 - 토사퇴적 및 식생 : 공용기간 증가, 구배불량에 의한 배수기능 저하
- 대책 : •연석 균열 : 주의관찰
 - 몰탈박리, 몰탈 박락 : 단면복구
 - 토사퇴적 및 식생, 체수 : 방음벽 재설치 후 청소

다. 신축이음장치

- 신축이음부 상부 외관조사 결과 건조수축에 의한 후타재 균열, 공용기간 증가 및 구배불량에 의한 유간 이물질 퇴적, 신축이음부 체수, 동절기 염화칼슘에 의한 고무재 열화 및 파손 등이 조사되었다.
- 후타재 균열의 경우 손상이 경미함으로 경제성 및 유지관리 측면을 고려할 때, 보수를 하기 보다는 주의관찰을 실시한 후, 향후 손상의 진행성 유무에 따라서 일괄적인 후타재 단면보수를 실시하는 것이 적절할 것으로 판단되며, 신축이음부 유간 이물질 퇴적은 주기적인 청소, 체수의 경우에는 근접한 배수구로 트렌치(폭:10~15cm)를 설치하여 유도배수가 가능하도록 구배조정을 실시하는 것이 적절할 것으로 판단된다.
- 또한 동절기 염화칼슘에 의한 고무재 열화 등은 코핑 상단으로 교면수가 유입되어 받침장치 부식의 2차손상의 원인이 됨으로 우선적으로 고무재 재설치 보수가 필요하다.

라. 합성형 거더 구간(S1, S3)

- 외관조사 결과 : 외관조사 결과 기 점검시 조사된 균열, 파손, 박락, 재료분리 등의 하자보수를 금회 정밀점검 수행 중 완료하였으며, 보수 상태는 양호한 것으로 조사되었다.
금회 조사된 손상으로는 신축이음부 우수 유입에 의한 거더 하부 플레이트 부식이 조사되었으며 재도장 보수가 필요하다. 하자보수실시로 그 이외의 손상은 없는 것으로 확인되었다.

마. Nielsen Arch구간(S2)

- 아치구간 및 보강형 종방향 거더 박스 외관조사 결과, 표면처리 불량에 의한 도장 박리, 박락, 경미한 표면부식, 점검등 불량, 스플라이스 이음부 실링미처리 및 실링 노후화에 의한 스플라이스 이음부 누수, 보강형 강박스 하단부 체수 등이 국부적으로 조사되었다.

그 이외에 종횡방향 리브 변형여부 및 상·하부 플랜지 및 복부의 변형상태에 대한 육안조사결과 강제변형이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

- 닐센아치 외부 및 케이블에 대한 외관조사결과 국부적으로 도장박리, 박락, 표면부식 등의 손상이 발견되었으나, 해당 손상에 대한 재도장 및 녹 제거를 실시하면 구조물의 내구성 및 사용성에 문제가 없을 것으로 판단되며, 아치부재와 보강형을 연결하는 케이블 정착단의 조사 결과 정착단 Rubber Boots 이음부 이격 등으로 인한 우수유입이 국부적으로 조사되었다. 정착단 Rubber Boots 상단 재체결시 고무 가스켓 설치 및 실리콘 실링 등이 필요한 것으로 판단된다.
- 강바닥판 외관조사 결과 변형, 좌굴 등의 구조적인 손상은 없는 것으로 확인되었으나, 강바닥판 상면에 구배불량 및 배수구가 미설치 되어 체수가 다수 조사되었다. 또한 기 점검시 조사된 강바닥판 볼트탈락 손상은 금회 정밀점검 수행중 볼트 재체결 보수를 실시하였으며, 체결 및 고정상태는 양호한 것으로 확인되었다.
- 대책 :
 - 도장박리, 박락, 표면부식 : 재도장
 - 볼트 결함 : 볼트 재체결
 - 스플라이스 누수 : 실링처리
 - 스플라이스 누수, 정착단 누수, 체수 : 고무 가스켓+실링보수
 - 강 바닥판 상면 체수 : 신규 배수공 시공
 - 배수홀 천공 불량 : 주의 관찰

바. 하부구조

- 외관조사 결과 : 외관조사 결과 기 점검시 조사된 폭 0.3mm이하 균열, 균열부 백태, 망상균열, 박리, 박락, 시공이음부 파손, 철근노출 등의 하자보수를 금회 정밀점검 수행 중 실시하였으며, 금회 보수 상태는 양호한 것으로 조사되었다.

금회 조사된 손상으로는 신축이음부 우수 유입에 의한 코핑부 누수흔적, 코핑 상단 체수, 법면보호 블럭 상단 무근 콘크리트 균열 등이 조사되었다.

- 대책 :
 - 누수흔적 : 표면처리(신축하부 유도배수 병행)
 - 체수 : 신축이음부 유도배수 설치 // • 무근 콘크리트 균열 : 주의관찰

사. 받침장치

- 탄성받침 편기 : 2015년, 2016년과 금회 받침 편기량을 비교 검토한 결과 0.0cm~0.3cm (평균 0.06cm)의 차이가 조사되었다. 따라서 2015년 이후부터 금회 정밀점검까지 편기 변화량은 측정 오차를 감안할 때 거의 없는 것으로 판단된다.
- 받침장치 외관조사 결과, 받침장치 부풀음, 갈라짐, 과도한 변형, 앵커볼트 파단 등의 받침장치 기능성, 내구성을 저하시키는 특기 손상은 없는 것으로 조사되었으나, Sole Plate의 용접누락, 받침장치 나사산 부족 등 기 점검시 조사된 경미한 손상이 확인되었다.
- 대 책 : •용접누락 : 재용접
 •받침장치 나사산 부족 : 주의관찰

아. 배수시설

- 외관조사 결과 : 공용연수 증가로 인한 배수구 막힘 및 배수관 연결부 누수 시공초기 설계 오류에 의한 횡배수관 미설치, 배수관 길이 부족 등이 조사되었다.
금회 조사된 손상은 시설물의 일반적인 손상으로 손상유형별 보수를 실시한다면 기능성 및 내구성 저하 등의 문제는 없을 것으로 판단된다.
- 발 생 원 인 : •배수구 막힘 및 이물질 퇴적, 연결부 누수 : 공용기간 증가
 •배수관 길이부족, 횡배수관 미설치 : 설계오류
- 대 책 : •배수구 막힘 및 이물질 퇴적 : 청소
 •배수관 연결부 누수 : 청소 후 실링보수
 •횡배수관 미설치 : 횡배수관 신규 설치
 •배수관 길이부족 : 배수관 길이 연장

5.3 내구성 조사 결과

가. 반발경도 시험

1) 금회 반발경도 시험 결과

시험위치	기준경도 (Ro)	측정결과			설계 기준 강도	
		재료학회/ 과학기술부	건축학회/ 권영웅외	평균		
바닥판 하 면	S1(G8~G9)	46.9	26.6	28.3	27.5	27.0
	S1(G12~G13)	44.8	24.9	27.3	26.1	27.0
	S3(G7~G8)	47.4	27.0	28.6	27.8	27.0
	바닥판 하 면 구간 < 최소값 : 26.1, 최대값 : 27.8, 평균 : 27.1>					
교대 교각	A1 전면	45.6	25.5	27.7	26.6	24.0
	P1 배면	43.0	23.4	26.5	24.9	24.0
	P2 전면	42.8	23.3	26.4	24.8	24.0
	P2 배면	41.8	22.5	25.9	24.2	24.0
	A2 전면	43.1	23.5	26.5	25.0	24.0
	교대, 교각 구간 < 최소값 : 24.2, 최대값 : 26.6, 평균 : 25.1>					
거더	S1 G1	56.0	47.2	57.7	52.5	40.0
	S3 G10	48.3	39.8	46.4	43.1	40.0
	거더 구간 < 최소값 : 43.1, 최대값 : 52.5, 평균 : 47.8>					
평가	•반발경도에 의한 총 10개소의 콘크리트 강도를 측정된 결과, 1개소를 제외한 전개소에서 설계기준 강도<바닥판 하 면(27.0MPa), 교대, 교각(24MPa), 거더(40.0MPa)>를 상회하고 있는 것으로 확인되어, 콘크리트 강도 저하의 우려는 없는 것으로 판단된다.					

2) 기 점검과의 반발경도 비교 · 분석

구 분	2015년 점검	2016년 점검	2017년 점검	설계기준
바닥판 하 면	25.5~28.6 MPa	25.3~28.4 MPa	26.1~27.8 MPa	27.0
거더	50.1~63.9 MPa	40.5~56.3 MPa	43.1~52.5 MPa	40.0
교대, 교각	21.7~29.0 MPa	20.3~30.4 MPa	24.2~26.6 MPa	24.0
평가	•기 점검과 금회 정밀점검 반발경도 결과를 비교 · 분석한 결과, 콘크리트강도는 대체로 유사하며, 전반적으로 설계기준 강도를 상회하는 것으로 확인되었으나, 시험위치 및 콘크리트 연마 상태, 조사자의 측정 위치에 따라서 일부 차이가 있는 것으로 확인되었다.			

나. 탄산화 시험

1) 금회 탄산화 시험 결과

시험위치		탄산화깊이 (mm)	피복두께 (mm)	잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	잔존수명 예측(년)	상태평가 결과
바닥판 하 면	S1 (G8~G9)	4.5	50	45.5	1.70	100년이상	a
	S3 (G7~G8)	2.5	50	47.5	0.94	100년이상	a
거 더	S1 G1	2.0	50	48.0	0.76	100년이상	a
	S3 G10	4.0	50	46.0	0.83	100년이상	a
교대, 교각	P1 배면	4.8	100	95.2	1.81	100년이상	a
	P2 배면	2.2	100	97.8	0.83	100년이상	a
	A2 전면	4.5	100	95.5	1.70	100년이상	a
분석 결과		<ul style="list-style-type: none"> 금회 총7개소 탄산화 시험을 측정 한 결과, 전개소에서 잔여피복 두께가 30mm 이상을 모두 상회하고 있는 것으로 조사되었다. 					

2) 기 점검과의 탄산화 시험 비교·분석

구 분	탄산화깊이(mm)					
	2015년 점검	상태평가 결과	2016년 점검	상태평가 결과	2017년 점검	상태평가 결과
바닥판 하면	2.5	a: 1개소 b: 0개소	3.1~4.5	a: 2개소 b: 0개소	2.5~4.5	a: 2개소 b: 0개소
거더	0.0	a: 1개소 b: 0개소	1.5~3.8	a: 2개소 b: 0개소	2.0~4.0	a: 2개소 b: 0개소
교대, 교각	0~3.5	a: 2개소 b: 0개소	2.7~4.7	a: 3개소 b: 0개소	2.2~4.8	a: 3개소 b: 0개소
평 가	<ul style="list-style-type: none"> 기 점검과 탄산화 깊이 결과를 비교·분석한 결과, 전반적으로 탄산화에 의한 잔여피복두께는 30mm 이상을 확보하고 있는 것으로 확인되어 철근부식의 우려는 없는 것으로 평가되었다. 					

6. 상태평가

6.1 전체 교량의 상태평가 결과

구분		환산결함도 점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도 점수×연장비
S1	합성형 거더	0.162	b	50.0	0.217	0.035
S3	합성형 거더	0.177	b	50.0	0.217	0.038
S1	널센 아치	0.170	b	130.0	0.565	0.096
합계(Σ)				230.0	1.000	0.170
						0.170
						B

6.2 기 점검 결과와의 비교·분석

구분	2015년 정밀점검	2016년 하자점검	2017년 정밀점검	비고
상태평가 결과	B(0.168)	B(0.179)	B(0.170)	
총 평	<ul style="list-style-type: none"> 금회 정밀점검 결과, 본 교량의 상태평가 결과는 “B” 로 산정되었다. 전차 점검과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수는 일상유지 보수 및 하자보수 등 유지관리 계획에 따라 보수를 실시하여 상태평가 결함도 점수는 다소 감소한 것으로 분석되었다. 			

7. 종합평가

7.1 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
숫내교	0.170	B	-		B
종합평가	<ul style="list-style-type: none"> 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한 “B” 로 평가됨. 안전성 평가를 제외한 상태평가 결과를 통한 종합평가 결과는 “B” 로 평가됨. 				

7.2 안전등급 지정

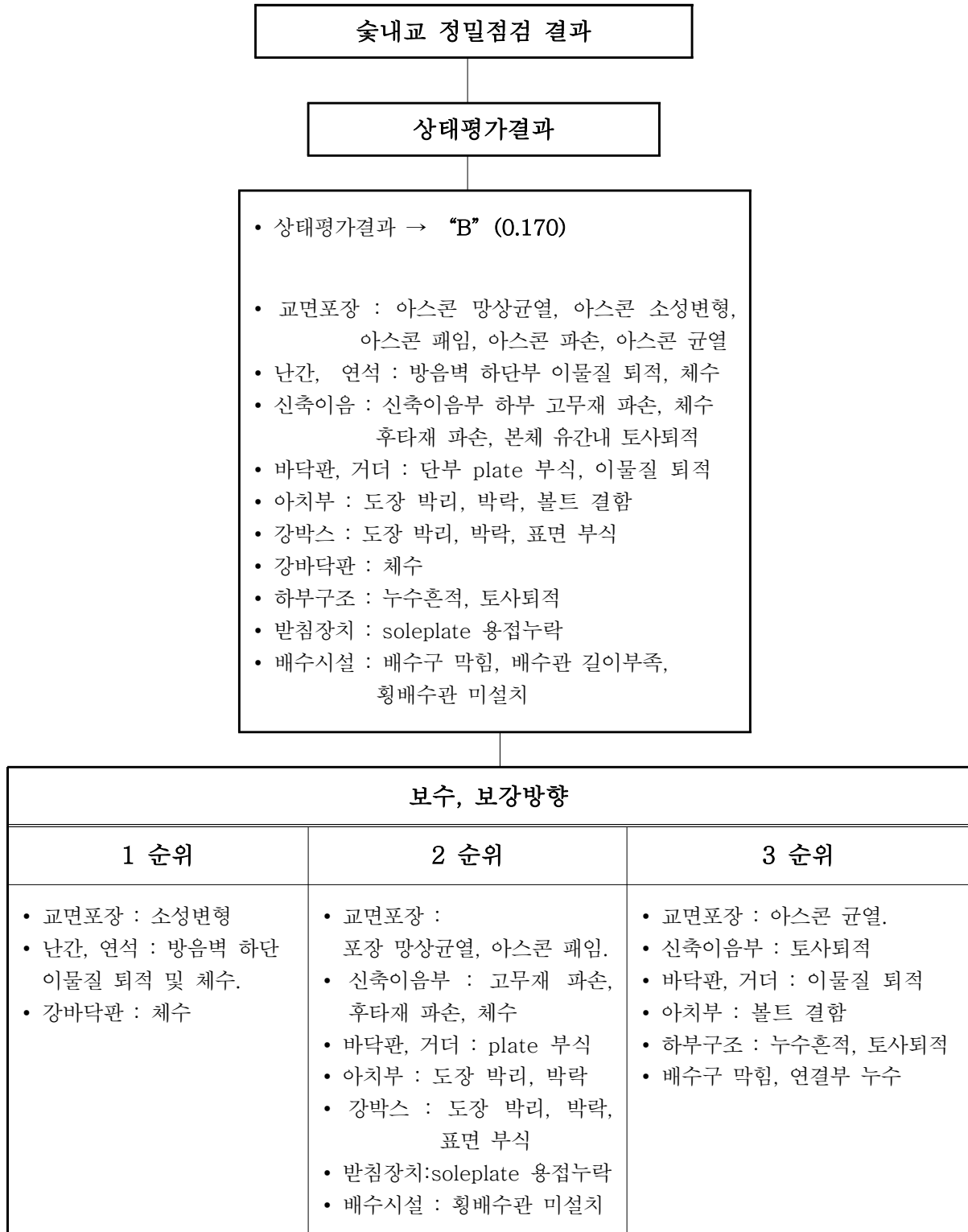
본 교량에 대한 상태평가 및 안전성평가 결과 시설물의 상태는 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』로 안전등급은 B등급으로 평가되었다.

7.3 기 점검 결과 비교

구 간	2015년 정밀점검		2016년 하자점검		2017년 정밀점검		비 고
	상태평가	안전등급	상태평가	안전등급	상태평가	안전등급	
	안전성평가		안전성평가		안전성평가		
숫내교	B(0.168)	B	B(0.179)	B	B(0.170)	B	
	-		-		-		
분석결과	<ul style="list-style-type: none"> 기 점검 결과와 금회 점검 시 안전등급을 비교한 결과, 『B등급』으로 평가됨. 결함도 점수가 하향평가 된 이유. <ul style="list-style-type: none"> - 바닥판 , 거더, 교대, 교각에서 조사된 손상에 대한 단면보수, 주입보수, 표면 보수 등을 실시하여 결함도 점수가 다소 감소함. 						

8. 보수 · 보강 및 유지관리방안

8.1 보수 · 보강 추진방향



8.2 보수 · 보강방안 및 개략공사비

가. 숫내교

【표】 손상 내용별 보수 · 보강 개략공사비-숫내교 -1

부재	손상유형	보수보강 방안	단위	손상 물량	보수 물량	단가 (천원)	개략공사 비(천원)	우선 순위
포장	아스콘 균열	실링보수	m	197.50	246.88	20	4,938	3순위
	소성변형	전면 재포장	a	531.80	6.65	7,500	49,856	1순위
	아스콘 망상균열	전면 재포장	a	750.00	9.38	7,500	70,313	2순위
	아스콘 패임	팻칭보수	m ²	2.96	3.70	40	148	2순위
난간	연석부 식생	청소	m ²	20.00	25.00	10	250	3순위
	토사 퇴적	청소	m ²	155.80	194.75	10	1,948	3순위
	연석 콘크리트 신규 설치	재설치	m ²	27.60	33.12	150	4,968	1순위
	방음벽 철거	재설치	m	460.00	552.00	13	7,176	1순위
	방음벽 재설치	재설치	m	460.00	552.00	27	14,904	1순위
신축 이음부	토사퇴적	청소	m ²	10.20	12.75	10	128	3순위
	후타재파손	단면복구	m ²	1.00	1.25	234	293	2순위
	조인트 누수	고무재 재설치	m	2.00	2.50	250	625	2순위
	신축이음부 체수	트렌치 설치	m ²	7.00	1식	1식	3,000	2순위
	하부 고무재 파손	고무재 재설치	m	85.00	106.25	250	26,563	2순위
배수 시설	배수구 막힘, 이물질 퇴적	청소	EA	17.00	17.00	20	340	3순위
	배수관 막힘 및 연결부 누수	청소 및 실링보수	EA	15.00	15.00	30	450	3순위
	횡배수관 미설치	횡배수관 신규설치	EA	11.00	11.00	150	1,650	2순위
	배수관 길이부족	배수관 길이 연장	EA	5.00	20.00	100	2,000	3순위
거더	단부Plate부식	재도장	m ²	6.87	8.59	78	670	2순위
	이물질퇴적	청소	m ²	0.09	0.11	20	2	3순위
아치부	도장박리	재도장	m ²	0.25	0.31	78	24	2순위
	볼트탈락	볼트 재체결	EA	3.00	3.00	38	114	3순위
	볼트풀림	볼트 재체결	EA	1.00	1.00	38	38	3순위
	점검등 불량	점검 등 교체	EA	1.00	1.00	20	20	3순위
	자재적치	청소	EA	1.00	1.00	20	20	3순위

【표】 손상 내용별 보수·보강 개략공사비-숫내교-2

부재	손상유형	보수보강 방안	단위	손상 물량	보수 물량	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
강박스 내부	이음부 누수	실링처리	EA	5.00	5.00	20	100	2순위
	도장 박리	재도장	m ²	1.79	2.24	78	175	2순위
	도장 박락	재도장	m ²	0.14	0.18	78	14	2순위
	표면 부식	재도장	m ²	0.34	0.43	78	33	2순위
	점검등 불량	점검 등 교체	EA	1.00	1.00	20	20	3순위
	정착단 누수	고무재+실링보수	EA	8.00	8.00	100	800	2순위
강바닥판	체수, 이물질퇴적	신규 배수공 설치	m ²	172.80	20.00	300	6,000	1순위
가로보	표면 부식	재도장	m ²	0.06	0.08	78	6	2순위
교각	누수흔적	표면처리	m ²	21.90	27.38	44	1,205	3순위
	토사퇴적	청소	m ²	45.00	56.25	20	1,125	3순위
받침 장치	Soleplate 용접누락	재용접	EA	1.00	1.25	50	63	2순위
구 분		1순위		2순위		3순위		
순공사비		82,904		104,474		12,596		
부대공 (순공사비 10%)		8,290		10,447		1,260		
제경비 (순 공사비 50%)		41,452		52,237		6,298		
합 계		132,647		167,159		20,154		
1공구 개략공사비		319,960 (천원)						

9. 종합결론

9.1 개요

- 과업 대상 시설물인 숫내교는 서울시 강남구 자곡동에서 송파구 장지동 일원에 위치하고 있으며, 총연장 230.0m, 교폭 32.5m로 준공된 교량이다. 상부구조는 NIELSEN ARCH + 합성형 거더형식으로 하부구조는 역T형(교대) 및 다주식 교각으로 시공된 구조물이다.

9.2 외관조사 결과

구 분	점 검 내 용
포장부	- 공용기간 증가 및 중차량 통행에 의한 포장 망상균열(S1), 차량의 급제동, 급출발 등에 의한 손성변형(S3) 등이 주요 손상으로 조사되었으며, 그 이외에 아스콘 균열, 아스콘 패임, 체수 등이 조사되었다.
난간 및 연석	- 연석의 경우 건조수축 및 온도변화에 의한 균열, 동절기 염화칼슘에 의한 몰탈 박리, 박락, 방음벽 하단 이물질 퇴적 및 체수 등이 조사되었다.
바닥판 및 거더	- 2015년 정밀점검시 조사된 균열, 파손, 박락, 재료분리 손상에 대한 하자보수를 2017년 5월에 실시하였으며, 하자 보수부에는 재손상이 없는 양호한 상태인 것으로 확인되었다. 금회 손상으로는 신축이음 우수 유입에 의한 단부 plate 부식이 조사되었다.
아치부	- 공용기간 증가 및 시공초기 도장전처리인 바탕처리 불량에 의한 도장박리, 박락, 정착 단 누수, 체수 등이 손상이 조사되었다.
받침장치	- 전반적으로 손상이 없는 양호한 상태이나, 금회 외관조사 결과 Soleplate 용접누락, 나사산 부족 등의 확인되었다.
교대 및 교각	- 교대 및 교각 외관조사 결과 기 점검시 조사된 균열, 균열부 백태, 망상균열, 박리, 박락, 시공이음부 파손, 철근노출 등의 하자보수를 금회 정밀점검 수행 중 실시하였으며, 금회 보수 상태는 양호한 것으로 조사되었다. 금회 조사된 손상으로는 누수흔적, 체수, 법면 보호 블록 상단 무근 콘크리트 균열 등이 확인되었다.
총평	- 금회 외관조사 결과 기초 침하, 외력에 의한 강거더 좌굴 및 변형, 철근콘크리트 부재의 심각한 열화 및 손상 등의 중대 결함은 없는 것으로 확인되었으며, 금회 조사된 손상은 대부분 교량 시설물의 공용기간 증가로 인해 발생하는 일반적인 손상으로 확인되어 보수를 실시한다면 사용성, 내구성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

9.3 종합결론

- 금회 조사된 손상에 대한 손상의 유형, 크기, 진행성 유·무 등을 확인한 결과 구조적인 손상은 없는 것으로 분석되었다.
- 반발경도 시험결과 대부분 설계기준강도를 상회하는 것으로 분석되었다.
(바닥판 하면 27.0MPa, 거더 40.0MPa, 하부구조 24.0MPa)
- 탄산화 시험결과 탄산화 잔여 깊이는 대부분 30mm 이상(상태평가 a)을 상회하고 있는 것으로 분석되었다.
- 기초자료 분석, 외관조사, 내구성조사, 상태평가 등을 종합하여 안전등급을 분석한 결과 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 "B등급"으로 안전등급이 확인되었다.