

제 2 장 자료수집 및 분석

2.1 개요

2.2 관련도면

2.3 자료수집 및 분석

2.4 전차용역 결과 검토

2.5 자료활용

제 2 장 자료수집 및 분석

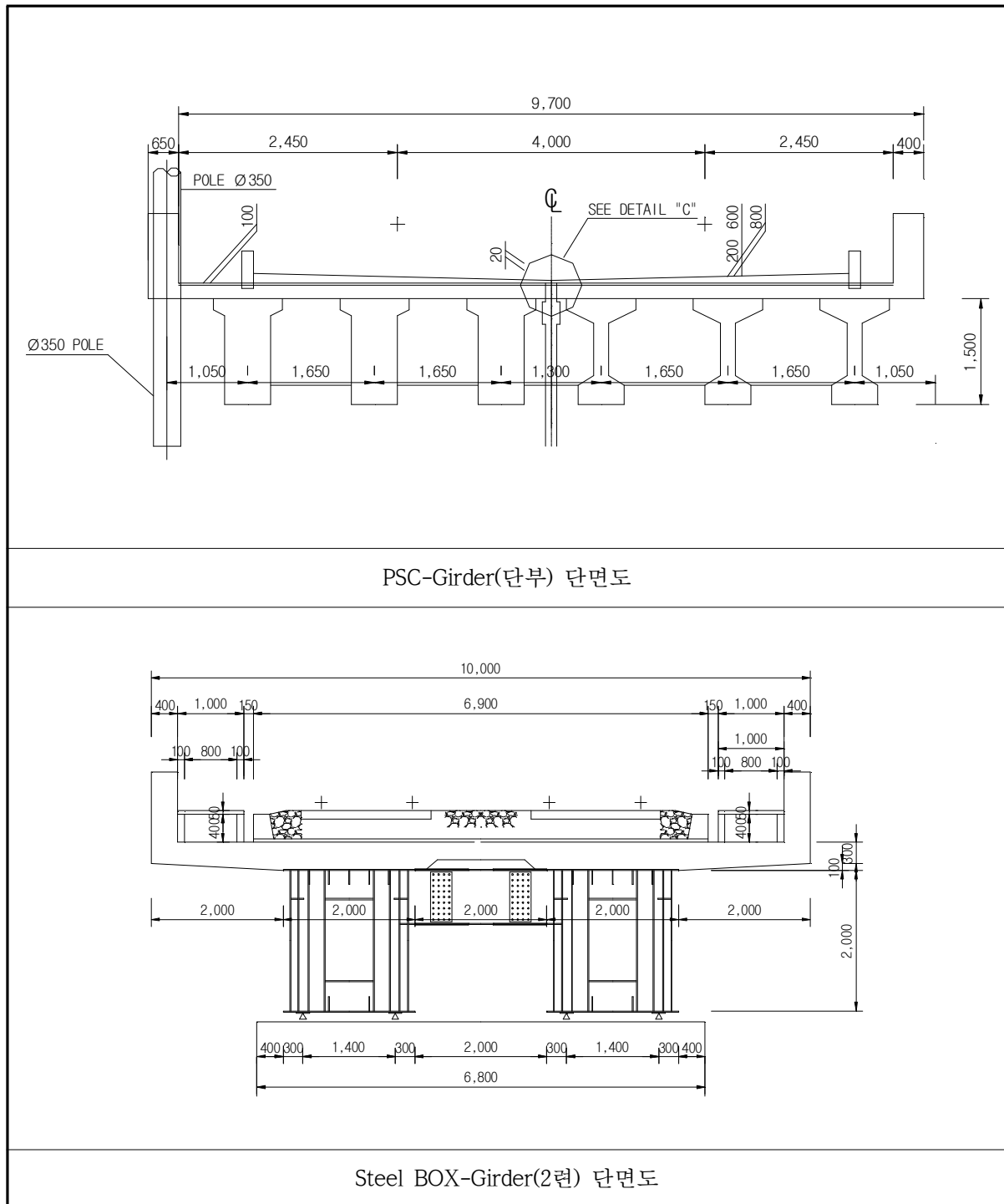
2.1 개요

본 시설물 대한 자료조사는 본 용역 착수 후 현지답사를 통해 구조특성을 파악하고 점검방향과 세부수행 계획을 수립하였으며, 관리주체에 보관된 건설관련 및 유지관련 자료 기타자료, 관련서류 조사, 관계자의 청문 등의 자료를 수집하였으며 수집목록은 다음과 같다.

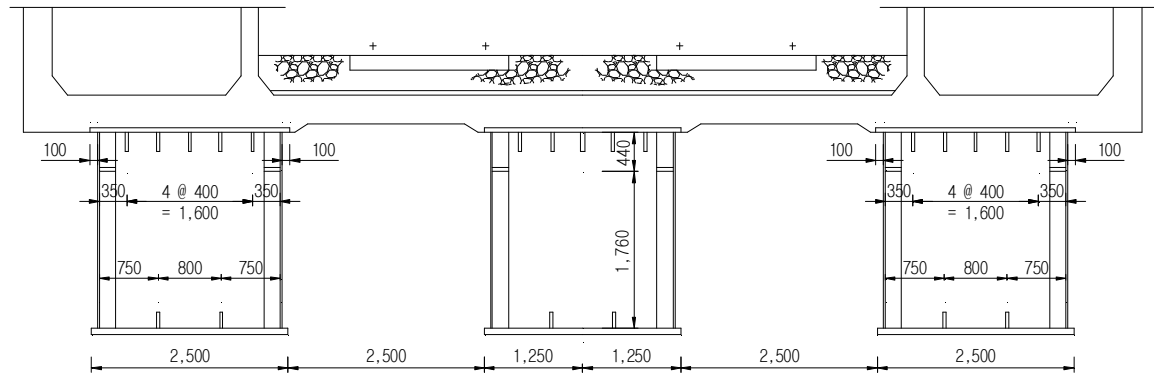
【표 II -6.2.1】 자료수집 목록

구 분	자료수집 대상 자료	보관유무	비고
건설관련 자료	1) 준공보고서 2) 준공도면 3) 시공상세도 4) 구조계산서 5) 수리, 수문계산서 6) 공사 및 특별시방서 7) 감리보고서 8) 품질관리 관련자료 9) 지반조사보고서 10) 건설공사 안전점검 보고서 11) 건설공사 초기점검보고서 12) 주요설계변경 내역 등	○	◦FMS 자료 입수
유지관련 자료	1) 시설물관리대장 2) 기존 점검 자료 3) 기존 안전진단 자료 4) 보수·보강 및 용도변경 자료 5) 계측관리 관련 자료	○	◦시설물관리대장 ◦기존 점검자료(정밀안전진단) (2018년도)
기타 자료	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	- ○ - ○ -	◦자체 점검자료 입수

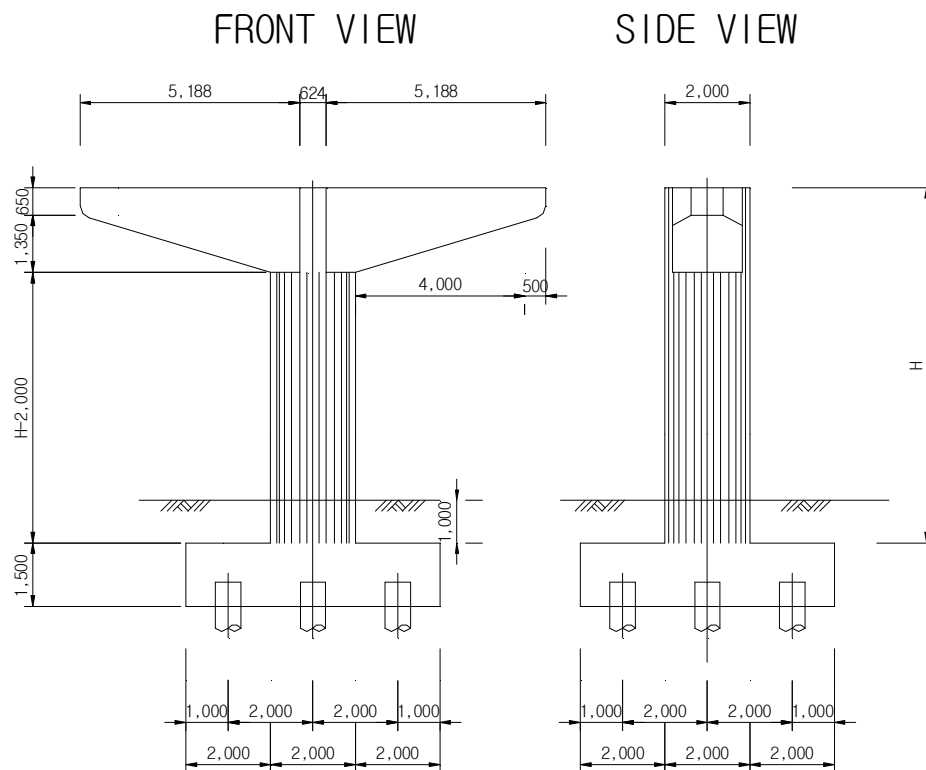
2.2 관련도면



【그림 II -6.2.1】 영등포구청~당산역 단면도

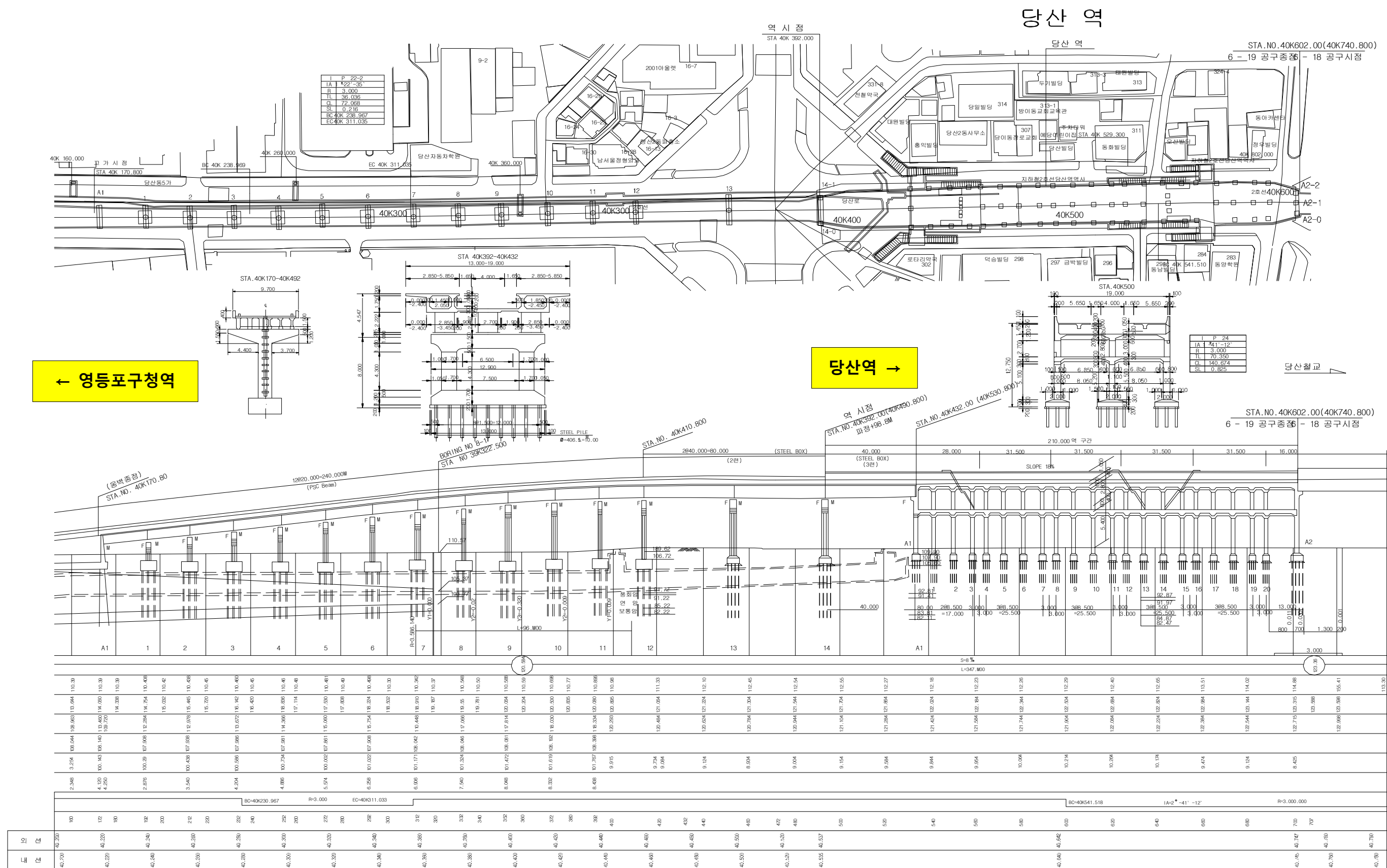


Steel BOX-Girder(3련) 단면도



T형 교각 단면도

【그림 II -6.2.2】 영등포구청~당산역 단면도



2.3 자료수집 및 분석

2.3.1 점검·진단 이력

본 과업시설물에 대한 점검 및 진단 이력은 시설물정보관리종합시스템(FMS)에 수록된 자료와 기진단 자료를 토대로 작성하였으며, 점검현황 및 내용은 다음과 같다.

가. 정기안전점검

본 구간의 정기안전점검의 이력은 다음과 같으며, 2000년 ~ 2019년도까지 서울교통공사에서 자체적으로 수행하였으며, 자료분석 결과는 아래 표와 같이 안전등급은 “양호” 또는 “보통”으로 지정되었다.

【표 II -6.2.2】 영등포구청~당산역 구간 정기안전점검 실시 현황

구분	점검기관명	점검년도	안전등급	주요 점검사항	비고
1	자체수행	2000. 03	양호	-	
2	자체수행	2001. 03	양호	-	
3	자체수행	2001. 06	양호	-	
4	자체수행	2001. 09	양호	-	
5	자체수행	2001. 11	양호	-	
6	자체수행	2002. 03	양호	· 구조적으로 영향을 줄만한 특이개소는 발생되지 않았으며, 대체적으로 안정된 상태임	
7	자체수행	2002. 05	양호	· 점검결과 특이개소는 없으며, 구조물은 안정된 상태임	
8	자체수행	2002. 08	양호	· 점검결과 특이개소는 없으며, 구조물은 안정된 상태임	
9	자체수행	2002. 12	양호	· 점검결과 특이사항 없음	
10	자체수행	2003. 02	보통	· 구조물에 구조적인 결함은 없음	
11	자체수행	2003. 12	보통	· 구조물에 구조적인 결함은 없음	
12	자체수행	2004. 03	보통	· 구조물에 구조적인 결함은 없음	
13	자체수행	2004. 12	보통	· 구조물에 구조적인 결함은 없음	
14	자체수행	2005. 03	보통	· 구조물에 구조적인 결함은 없음	
15	자체수행	2005. 12	보통	· 구조물에 구조적인 결함은 없음	
16	자체수행	2006. 06	보통	· 구조물 육안점검결과 특이사항 없음	
17	자체수행	2006. 12	보통	· 구조물 육안점검결과 특이사항 없음	

【표 II -6.2.3】 영등포구청~당산역 구간 정기안전점검 실시 현황(계속)

구분	점검기관명	점검년도	안전등급	주요 점검사항	비고
18	자체수행	2007. 06	보통	· 구조물 육안점검결과 특이사항 없음	
19	자체수행	2007. 12	보통	· 구조물 점검결과 특이사항 없음	
20	자체수행	2008. 06	보통	· 구조물 육안점검결과 특이사항 없음	
21	자체수행	2008. 12	보통	· 구조물 상태는 전반적으로 양호함	
22	자체수행	2009. 04	보통	· 구조물 상태는 전반적으로 양호함	
23	자체수행	2009. 10	보통	· 구조물 육안점검결과 특이사항 없음	
24	자체수행	2010. 04	보통	· 구조물 육안점검결과 열차 안전운행 저해 요인 등 특이사항 없음	
25	자체수행	2010. 10	보통	· 구조물 육안점검결과 열차안전운행 저해 요인 등 특이사항 없음	
26	자체수행	2011. 06	보통	· 구조물 육안점검결과 열차안전운행 저해 요인 등 특이사항 없음	
27	자체수행	2011. 11	보통	· 지하철 구조물 육안점검결과 열차안 전운행 저해 요인 등 특이사항 없음	
28	자체수행	2012. 06	보통	· 지하철 구조물 육안점검결과 열차안 전운행 저해 요인 등 특이사항 없음	
29	자체수행	2012. 12	보통	· 열차안전운행에 지장을 줄만한 우려 개소 및 긴급조치를 요하는 누수, 균 열, 박락 등의 결함은 발견되지 않음	
30	자체수행	2013. 06	보통	· 열차안전운행에 지장을 줄만한 우려 개소 및 긴급조치를 요하는 균열,박 락,파손 등의 결함은 발견되지 않았음	
31	자체수행	2013. 12	보통	· 교량구조물에 열차안전 운행에 저해 되는 현황과 긴급보수가 필요한 결함 (균열, 재료분리, 박락 등)은 발견되지 않았음	
32	자체수행	2014. 06	보통	· 열차안전운행에 영향을 줄만한 위험 요소와 긴급 보수가 필요한 결함사항 (누수, 균열, 박락 등)의 발견되지 않 았음	

【표 II -6.2.4】 영등포구청~당산역 · 구간 정기안전점검 실시 현황(계속)

구분	점검기관명	점검년도	안전등급	주요 점검사항	비고
33	자체수행	2014. 12	보통	· 구조물 변화여부 및 누수, 균열, 박락, 낙석우려개소, 배수관 등에 대하여 육안점검결과 안전운행에 영향을 줄만한 위험 요소와 긴급 보수가 필요한 결함사항의 발견되지 않았음	
34	자체수행	2015. 06	보통	· 구조물의 외관상태는 대체적으로 양호하고 지하철 안전운행에 지장을 초래하는 결함 및 긴급보수가 필요한 결함은 발견되지 않음	
35	자체수행	2015. 12	보통	· 구조물 변화여부 및 누수, 균열, 박락, 낙석우려개소, 배수관 등에 대하여 육안점검결과 안전운행에 영향을 줄만한 위험 요소와 긴급 보수가 필요한 결함사항이 발견되지 않았음	
36	자체수행	2016. 06	보통	· 구조물 변화여부 및 누수, 균열, 박락, 배수관 등에 대하여 육안점검결과 안전운행에 영향을 줄만한 위험 요소와 긴급 보수가 필요한 결함사항이 발견되지 않았음	
37	자체수행	2016. 11	보통	· 구조물 변화여부 및 누수, 균열, 박락, 배수관 등에 대하여 육안점검결과 안전운행에 영향을 줄만한 위험 요소와 긴급 보수가 필요한 결함사항이 발견되지 않았음	
38	자체수행	2017. 06	보통	· 열차 안전운행에 직접적인 영향을 미치는 결함사항은 발견되지 않았으나 교각 균열 및 중성화방지제 열화 등이 일부 발견되었음	
39	자체수행	2017. 12	양호	· 열차 안전운행에 직접적인 영향을 미치는 결함사항은 발견되지 않았으나 교각 균열 및 중성화방지제 열화 등이 일부 발견되었음	
40	자체수행	2018. 12	보통	· 열차 안전운행에 직접적인 영향을 미치는 결함사항은 발견되지 않았으나 교각 균열 및 중성화방지제 열화와 함께 배수관 탈락 등이 일부 발견되었음	
41	자체수행	2019. 05	양호	· 열차 안전운행에 지장을 초래할 긴급보수 필요개소는 발견되지 않았으나 일부개소에 균열 등이 발견됨	
42	자체수행	2019. 11	양호	· 열차 안전운행에 지장을 초래할 긴급보수 필요개소는 발견되지 않았으나 일부개소에 균열, 도장박리 등이 발견됨	

나. 정밀안전점검

본 구간의 정밀안전점검은 2000 ~ 2016년도까지 서울교통공사에서 자체적으로 수행하였으며, 자료분석 결과는 아래 표와 같이 안전등급은 “B등급”으로 지정되었다.

【표 II -6.2.5】 영등포구청~당산역 구간 정밀안전점검 실시 현황

구분	점검기관명	점검년도	안전등급	주요 점검사항	비고
1	자체수행	2000. 12	B등급	· 구조물에 구조적인 결함은 없음	
2	자체수행	2002. 12	B등급	· 구조적으로 영향을 줄 특이개소 없으며, 구조물 안정성에는 문제 없음.	
3	자체수행	2003. 12	B등급	· 구조물에 구조적인 결함은 없음	
4	자체수행	2004. 12	B등급	· 구조물에 구조적인 결함은 없음	
5	자체수행	2005. 12	B등급	· 구조물에 구조적인 결함은 없음	
6	자체수행	2006. 12	B등급	· 구조물에 구조적인 결함은 없음	
7	자체수행	2008. 12	B등급	· 구조물 육안점검결과 특이사항 없음	
8	자체수행	2009. 12	B등급	· 구조물 일부구간에 균열, 백태, 누수, 철근노출, 재료분리, 교량받침 부식 등의 지적사항이 조사되었으나, 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태 등급인 B등급 으로 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태임.	
9	자체수행	2010. 12	B등급	· 점검결과 긴급보수 필요 개소 및 주형의 변형 및 박리, 박락 우려개소 등 열차안전 운행 저해요인은 발견되지 않았음 · 기지적 결함개소 등은 지속적인 점검을 통하여 변화여부를 관찰한 후 진전개소에 대하여는 보수 우선순위에 따라 연차적으로 예산사업에 반영조치가 필요함	
10	자체수행	2011. 12	A등급	· 외관 조사결과 신규 발생은 없으며, 발생한 주요 변상은 균열로 백태, 누수 등은 조사되지 않았음 · 비파괴 조사결과 압축강도는 전반적으로 양호하며, 탄산화 시험 결과 탄산화 깊이가 철근 피복두께를 초과하는 개소는 없는 것으로 조사됨	

【표 II -6.2.6】 영등포구청~당산역 구간 정밀안전점검 실시 현황(계속)

구분	점검기관명	점검년도	안전등급	주요 점검사항	비고
11	자체수행	2013. 12	B등급	- 본 구간은 2012년 정밀안전진단을 실시하였으며, 현장조사 및 상태평가 결과 일부의 보수가 필요한 B등급으로 평가되었음 - 점검결과 긴급 보수, 보강을 요하는 중대한 결함은 조사되지 않았으며, 향후 지속적으로 관찰예정임	
12	자체수행	2014. 12	B등급	- 본구간은 현장조사 및 상태평가 결과 일부의 보수가 필요한 B등급으로 평가되었음 - 점검결과 긴급 보수, 보강을 요하는 중대한 결함은 조사되지 않았으며, 향후 지속적으로 관찰예정임	
13	자체수행	2016. 9	B등급	본 구간은 '12년 정밀안전진단을 실시하였으며, '17년 정밀안전진단 대상구간으로 현장조사 및 상태평가결과 일부의 보수가 필요한 B등급으로 평가되었고, 점검결과 긴급 보수, 보강을 요하는 중대한 결함은 조사되지 않았으며, 향후 지속적으로 관찰예정임	

다. 정밀안전진단

본 구간의 정밀안전진단은 1997, 2002, 2007, 2012, 2018년도에 실시되었으며, 안전등급은 “B등급”으로 지정되었다.

【표 II -6.2.7】 영등포구청~당산역 구간 정밀안전진단 실시 현황

구분	용역명	수행기관6	안전등급	진단년도	비 고
1	-	(재)한국재난연구원	B등급	1997. 08	
2	고가구조물 정밀안전진단 용역	(재)한국건설품질연구원	B등급	2002. 07	
3	서울메트로 2~4호선 고가구조물 정밀안전진단 용역	(재)한국건설품질연구원 에스큐엔지니어링(주)	B등급	2007. 12	
4	서울메트로 2~4호선 고가구조물 정밀안전진단 용역	(재)한국건설품질연구원 (주)동우기술단	B등급	2013. 04	
5	서울메트로 2~4호선 고가구조물 정밀안전진단 용역	(주)시설안전연구원 에스큐엔지니어링(주) (주)정신이앤시 반석안전(주)	B등급	2018. 03	

2.3.2 보수·보강 이력

본 대상구조물(1984년 준공)은 35년 이상 공용되고 있는 구조물로 지속적인 보수가 이루어지고 있으며, 2000년 8월부터 실시한 보수이력은 대부분 균열, 누수에 대한 주입보수, 단면복구 보수공사, 교량받침 교체, 기타(세굴방지공법, 낙하물방지책 설치 등)로 확인되었다.

【표 II -6.2.8】 영등포구청~당산역 구간 보수·보강 이력

구분	공사명	시공사	공사기간	내역	비고
1	미등록	혜준건설, 서연건설	2000. 08. 06 ~ 2001. 07. 30	• 0.3mm이상 : 주입공법 • 0.3mm미만 : 면정리 • 교량받침 교체	
2	미등록	(주)에스오에스건설	2001. 07. 23 ~ 2001. 07. 18	• 0.3mm이상 : 주입공법 • 0.3mm미만 : 면정리 • 교량받침 교체	
3	미등록	(주)중앙크리텍	2002. 08. 01 ~ 2003. 07. 26	• 균열보수공법(표면처리, 주입, 충전 등) • 용접보수공법(가우징, 재용융, 접합 등) • 교체	
4	지하철 2, 3, 4호선 고가보수 및 성능개선공사	(주)엘리트개발	2003. 07. 28 ~ 2004. 07. 13	• 균열보수공법(표면처리, 주입, 충전 등)	
5	2호선 고가보수 및 성능개선공사	시경산업(주)	2004. 08. 02 ~ 2005. 07. 27	• 균열보수공법(표면처리, 주입, 충전 등)	
7	지하철 2호선 강형교 도장공사	지주건설(주)	2005. 06. 27 ~ 2005. 12. 13	• 강재 재도장(분분, 전면 등)	
8	지하철 2, 3, 4호선 고가보수공사	원화건설(주)	2005. 09. 08 ~ 2006. 08. 24	• 표면처리 : 1.00㎡ • 균열보수공법(표면처리, 주입, 충전) : 8.0m • 교체 : 9ea	

【표 II -6.2.9】 영등포구청~당산역 구간 보수·보강 이력

구분	공사명	시공사	공사기간	내역	‘비고
9	서울메트로 2,3,4호선 고가보수 및 성능개선공사	-	2006. 08. 24 ~ 2007. 08. 18	• 섬유접착공법(탄소, 유리, 아라미드 등) : 22.00㎡ • 미관보호공 보수 : 1,139.00㎡	
10	서울메트로 2,3,4호선 고가보수 및 중성화방지공사	(주)다온	2007. 10. 25 ~ 2008. 10. 16	• 표면처리	
11	2008년 서울메트로 2,3,4호선 고가보수 및 성능개선공사	용희건설(주)	2008. 10. 10 ~ 2009. 10. 04	• 균열보수공법(표면처리, 주입, 충전 등)	
12	09년 지하철 고가 보수	매일종합건설(주)	2009. 04. 06 ~ 2010. 04. 15	• 교체 : 78개소 • 균열보수공법(표면처리, 주입, 충전 등)	
13	서울메트로2호선 고가보수공사	오래건설	2010. 05. 31 ~ 2011. 05. 28	• 균열보수공법(표면처리, 주입, 충전 등)	
14	2호선 고가 및 철교 유지보수공사	(주)제일특수건설	2011. 06. 24 ~ 2011. 12. 27	• 균열보수공법(표면처리, 주입, 충전 등)	
15	서울메트로 2~4호선 고가 및 철교 구조물 보수공사	(주)엘씨엠이엔지	2014. 08. 11 ~ 2015. 02. 06	• 주입보수 : 24m • 채도장(부분, 전면 등) : 53.00㎡ • 비둘기 방조망 : 38.00㎡ • 강판접착공법 : 17.00㎡ • 차량 높이 제한 표지판 : 1ea	
16	서울메트로 2~4호선 고가 및 철교구조물 지보수공사	대한공영(주)	2015. 07. 22 ~ 2016. 08. 22	• 표면처리공법 : 6.00㎡ • 첨가판에 의한 고장력 볼트체결법 : 14ea • 수평배수관 : 20.0m • 교통안전도색 : 49.00㎡	

2.4 전차용역 결과 검토

영등포구청~당산역 구간은 2000년 이후 정기안전점검 42회, 정밀안전점검 13회, 정밀안전진단 5회 등 총 60회 점검 및 진단을 실시한 것으로 확인되었다.

정기안전점검 및 정밀안전점검은 모두 자체 수행된 점검으로 특별한 손상이 발생되지 않은 것으로 분석되었고, 정밀안전진단은 총 5회 실시하였으며, 자료수집을 통해 수집된 보고서를 검토하여 주요 결함에 대해서는 금회 점검시 중점적으로 조사를 실시하였다.

2.4.1 고가구조물 정밀안전진단 용역- (재)한국건설품질연구원(2002. 07)

【표 II -6.2.10】 2002년 정밀안전진단 결과 요약

구 분	정밀안전진단(2002년 07월)
용역명	고가구조물 정밀안전진단 용역
진단기관	(재)한국건설품질연구원
외관조사	· 신축이음 : 관측불가 · 배수시설 : 대체로 양호함 · 방음벽 - 피복두께부족으로 인한 균열, 철근노출, 들뜸 다수 발생 - 부분적인 파손 및 탈락발생 · 바닥판상면 - 대체로 양호함 - S13 자갈막이 균열(W=0.2mm) 및 S15 파손(L=1.5m) 일부 발생 · 바닥판하면 - PSC Beam구간 : 누수흔적, 백태 다수 발생, 재료분리, 철근노출, 박락 국부적 발생 - S/T Box Girder 구간 : S13, S15에 횡균열(W=0.1 ~ 0.2mm) 및 백태, 망상균열 발생 · 콘크리트주형(PSC Beam) - 누수흔적, 백태 다수 발생 - 재료분리, 철근노출, 파손 일부 발생(S1, S4, S6, S9, S10) - 주형복부 일부 중 · 횡균열(S2, S9, S12, W=0.1mm) 및 종균열, 백태(S10) 발생 - 지점부(S12,외선G1 ~ G2) 철판보강부위 들뜸 · 강재주형(S/T Box Girder) - 용접불량(S14) 및 용접누락, 용접부균열 다수 발생 (특히 S15경간 Box내부 SP1(하부) 종리브 2개소 용접누락으로 유동현상) - 리벳체결불량, 노치(S13) 및 부재절단, 비용접부용접, 모따기 누락 발생 - 일부 부식(S13, S14) 및 오물(Cross Beam) 다수 발생 · 가로보 : 국부적인 재료분리, 철근노출 발생(S1, S9, S11)

【표 II -6.2.11】 2002년 정밀안전진단 결과 요약(계속)

구 분	정밀안전진단(2002년 07월)
외관조사	- 교량받침 - 교량받침 부식 및 받침보호모르타르 들뜸, 파손 다수 발생 - 부상방지판 누락(P8, 1개소), 볼트길이부족(P12, 1개소), 너트이완(P13, P14) 발생 - 연단거리는 대체로 양호하며 B등급은 2기로 조사됨 - 교대 및 교각 - 균열(W=0.1 ~ 0.3mm) 및 백태 발생(특히 P1 ~ P3, P5의 코핑부 측면, 하면 : W=0.1 ~ 0.8mm) - 철근노출, 공동, 들뜸, 파손 일부 발생 - P12에 자갈쌓임 발생
내구성조사	- 콘크리트 강도조사 - 반발경도법, 초음파법, 조합법 및 코어에 의해 압축강도를 측정한 결과, 각 구간별로 측정된 압축강도가 설계기준강도(바닥판하면 : 240kg/cm², 주 형 : 350kg/cm², 가로보 : 240kg/cm², 교대 및 교각 : 210kg/cm²)를 상회하여 콘크리트의 압축강도는 전반적으로 양호한 것으로 나타남 - 코어의 탄성과속도, 공극율, 배합비 및 콘크리트 투기성 시험결과 콘크리트의 품질상태는 대체로 양호한 것으로 나타남 - 철근탐사시험 - 본 구조물의 철근배근상태를 조사하여 도면과 비교, 분석하여 볼 때 대체로 균일하게 나타남 - 철근부식도 측정 - 바닥판하면, 교대 및 교각에 대한 철근부식도 측정결과, 철근의 부식확률이 90%이상 없거나 불확실한 상태로 나타남 - 균열깊이측정 - 바닥판하면, 교각에 발생된 균열에 대해 균열깊이측정결과 피복두께보다 깊게 나타난 균열 들이 나타났다. 이로 인한 구조물내 철근부식을 가속화시켜 구조물의 내구성 및 내하력저하, 수밀성, 기능저하, 미관 등에 영향을 미치므로 균열에 대하여 적절한 보수가 필요함 - 중성화시험 - 바닥판하면, 주형 및 교각에서 실시한 중성화시험 결과 대체로 중성화 진전 깊이가 철근의 피복두께 이하로 조사되어 양호한 상태이다. 그러나 구로공단 ~ 대림구간 S35 캔틸레버부 2개소는 피복두께가 부족하여 국부적으로 중성화가 철근까지 진전되었으므로 중성화방지 대책이 필요함 - 염화물 함유량시험 - 본 구조물의 염화물함유량시험결과 전체적으로 0.6kg/m³이하로 나타나 구조물내의 염해에 의한 손상가능성은 낮은 것으로 나타남 - 볼트축력측정 - 볼트축력 측정은 볼트군당 4%에 대해 실시하였으며 그 중 18.6%에 해당하는 볼트가 미조임상태에 있으며 과조임상태는 확인되지 않았다. 볼트미조임 원인은 시공 당시 볼트 조임 미흡 및 공용기간중 전동차 통행에 의한 반복하중이 볼트의 풀림을 배가 시켰을 것으로 판단된다. 따라서 볼트군 전체에 대하여 지속관찰하되 유지관리시 이완이 확인되면 적절한 대책이 필요한 것으로 판단됨

【표 II -6.2.12】 2002년 정밀안전진단 결과 요약(계속)

구 분	정밀안전진단(2002년 07월)
내구성조사	• 초음파탐상 - 초음파탐상 시험결과 대부분이 시공중 발생된 용접결함으로서 이에 따른 2차 손상이 발생되지 않은 상태임. 용입부족 등의 결함의 발생 요인은 제작당시 용접 흠의 형상이 좁거나 용접봉이 지나치게 굵은 경우, 용접 속도가 지나치게 빠른 경우 또는 용접공의 숙련부족 등 복합적인 원인들에 의하여 발생함. 용입부족에 대한 보수 방법은 용접 결함부를 가우징 후 재용접하는 방안이 확실하나 현실적으로 이와같은 보수 공사는 곤란한 상태이고, 인장을 받는 하부 플랜지의 맞대기 이음부에서 진행성 손상이 발견되지 않았으므로 향후 지속적인 점검을 실시하는 것이 바람직하다고 판단됨 • 자분탐상시험 - 외관조사에 의해 균열이 발견되지 않은 부분에서 균열발생이 예상되는 종리브 맞대기이음부와 하부플랜지의 필렛용접부에 대하여 자분탐상시험결과, 영등포구청 ~ 당산역구간의 SBI(13,i,3,LF)위치에서 종리브 맞대기이음부 1개소에서 용접부균열이 조사되었고 이로 인한 2차손상이 발생되지 않은 상태임 • 초음파두께측정 - 강 Box 내부의 단면변화부와 인장부의 하부플랜지, 좌·우측 복부판에 대하여 초음파두께측정결과, 모두 설계도면과 일치하고 있어 부식 등의 피해는 발견되지 않은 상태임 • 도막두께측정 - 도막두께 측정결과 도로교 표준시방서의 공장 도장 두께 기준인 하한 판정값 200μm를 기준으로 할 때 측정치가 평균 328.8μm 정도로 도장상태는 양호한 것으로 조사됨
구조검토	• PSC Beam 교 - 바닥판에 고정하중 및 P18의 설계활하중이 작용할때 설계강도(ϕMn)가 소요 휨강도(Mu)보다 크게 산출되어 구조적으로 안전한 것으로 평가됨 - 준공도면상의 Jacking Force를 작용시켜 각 강선별로 유효프리스트레스를 산정한 결과 Jacking Force를 기준으로 할 때 유효율은 63%이며, 산정된 유효프리스트레스를 이용하여 고정하중 및 설계활하중이 작용하는 경우 내측거더와 외측거더의 상·하단과 PC강선에 발생하는 응력이 각각의 허용응력이내에서 발생되어 안전성 및 내구성을 확보하고 있는 것으로 평가됨 - 설계단면력과 단면의 설계강도를 비교한 결과 파괴안전율이 최소 휨강도는 1.28, 전단강도는 1.9로 계산되어 구조적으로 안전한 것으로 평가됨 • Steel Box Beam 교 - 바닥판에 고정하중 및 P18의 설계활하중이 작용할 때 콘크리트 및 철근에 발생하는 응력이 허용응력이내에서 발생되었고, 설계강도(ϕMn)가 소요휨강도(Mu)보다 크게 산출되어 구조적으로 안전한 것으로 평가됨 - 기 진단(1997.8)보고서에서 고정하중계산시 방음벽을 콘크리트로 계산하여 지간중양부 인장응력(1945kg/cm²)이 허용응력(1900kg/cm²)을 초과하였으나 금번 현장조사결과 알루미늄방음벽으로 되어 있어 이를 고려한 구조검토결과 콘크리트 및 강재 상·하단에 발생하는 응력이 허용응력이내로 구조적으로 안전한 것으로 계산됨

【표 II -6.2.13】 2002년 정밀안전진단 결과 요약(계속)

구 분	정밀안전진단(2002년 07월)
내하력평가	• PSC Beam 교 - 바닥판의 기본내하력을 산정한 결과 계수정규내하율이 1.3으로 설계하중인 P18 이상의 내하력을 가지고 있는 것으로 계산됨 - 거더의 기본내하력을 산정한 결과 사용하중정규내하율이 1.78로 설계하중인 P18 이상의 내하력을 가지고 있는 것으로 계산됨 • Steel Box Beam 교 - 바닥판의 기본내하력을 산정한 결과 계수정규내하율이 1.1로 설계하중인 P18의 내하력을 가지고 있는 것으로 계산됨 - 거더의 기본내하력을 산정한 결과 사용하중정규내하율이 1.01로 설계하중인 P18 이상의 내하력을 가지고 있는 것으로 계산됨
내진성 평가	• 교량받침에 대한 내진성을 평가한 결과 받침본체는 모두 지진력에 대해 불안한 것으로 평가됨. • 받침지지길이에 대한 내진성을 평가한 결과 모두 교축방향 받침지지길이는 최소받침지지길이 이상을 확보하고 있음 • 교각에 대한 내진성을 평가한 결과 전단(취성과괴)에 대해서는 만족하나 연속교인Steel Box(교각보강된 구간은 제외)와 Plate Girder형교의 연속교구간에 있는 교각은 휨에 대한 저항이 부족하게 나타남 • 우물통 기초는 양호한 지반에 지지되어 있어 기초의 액상화 가능성은 적으며 안정성평가 결과 내진에 대해 안전측으로 평가됨 • 따라서 향후 고정단 받침 및 교각은 지진발생시 파손에 대한 우려가 있으므로 향후 내진에 대한 지침이 수립되면 장기계획을 마련하여 내진보강을 시행해야 할 것으로 판단됨
결 론	• 본 고가구조물은 정밀점검 및 정밀안전진단을 실시한 결과 구조적 손상은 없는 상태이며 일부 구간에서 발생된 균열, 백태, 재료분리, 철근노출, 부식 등의 손상 및 결함은 장기간 공용과 환경적 요인 등에 의해 발생한 것으로 판단되므로 열화방지대책으로 신축이음보수 등이 요구됨 • 또한 구조검토 및 내하력평가결과 설계하중 P18이상으로서 본 구조물은 현 하중하에서 안전한 것으로 나타났으나 내진성능에 대해서는 소요안전율이 확보되지 않은 상태이므로 향후 내진에 대한 지침이 확립되면 내진성능확보를 위한 장기계획수립이 요구됨 • 정밀안전진단결과를 종합평가하면 시설물의 전체등급은 “B” 등급으로 평가되며 현재 실시하고 있는 유지관리수준으로 관리한다면 구조물의 안전성, 내구성 및 사용성을 확보할 수 있을 것으로 판단됨

2.4.2 서울메트로 2~4호선 고가구조물 정밀안전진단 용역 - (재)한국건설 품질연구원, 에스큐엔지니어링(2007. 12)

【표 II -6.2.14】 2007년 정밀안전진단 결과 요약

구 분	정밀안전진단(2007년 12월)
용역명	서울메트로 2~4호선 고가구조물 정밀안전진단용역
진단기관	(재)한국건설품질연구원 / 에스큐엔지니어링(주)
외관조사	• 방음벽 - 방음벽은 연석부에 건조수축 균열, 철근노출, 파손 등이 조사됨 - 일부 조사된 균열 및 철근노출, 파손 등은 내구성 차원에서 적절한 보수가 필요함 • 바닥판 상면 - 바닥판 상면은 전체적으로 양호한 상태로 조사됨 • 배수시설 - 배수시설은 전체적으로 양호한 상태임 • 바닥판 하면 - 바닥판 하면은 건조수축에 의한 0.3mm 미만의 균열이 일부 조사되었으며 철근노출, 파손, 기타손상이 조사됨 - 일부 조사된 균열 및 철근노출, 파손 등은 내구성 차원에서 적절한 보수가 필요함 • PSC Beam - PSC Beam 조사결과 0.3mm 미만의 균열과 철근노출, 재료분리, 파손 등이 조사됨 - 일부 조사된 균열 및 재료분리, 철근노출, 파손은 내구성 차원에서 적절한 보수가 필요함 • Steel BOX 거더 - 강재거더는 용접부손상, 볼트 및 너트, 기타 손상이 조사됨 - 구조물의 안전성을 저해할 만한 손상은 조사되지 않았으며, 조사된 손상에 대해서는 지속적인 유지관리가 요구됨 • 가로보 - 가로보는 전체적으로 양호한 상태이며 일부 강재 가로보에서 리벳체결불량, 스켈럽 불량 등이 조사됨 - 이로 인한 2차적인 손상은 없으므로 전체적으로 지속적인 관리가 바람직한 것으로 판단됨 • 교량받침 - 교량받침은 전체적으로 양호한 상태임 • 신축이음부 - 신축이음부는 전체적으로 양호한 상태임 (유간거리 측정결과 유간거리를 확보한 상태임) • 교대 및 교각 - 교대 및 교각은 균열, 철근노출, 파손 등이 조사됨 - 일부 조사된 균열 및 철근노출, 파손 등에 대해서는 적절한 보수가 필요함

【표 II -6.2.15】 2007년 정밀안전진단 결과 요약(계속)

구 분	정밀안전진단(2007년 12월)
내구성조사	• 콘크리트 강도시험 - 각 부위별로 콘크리트 강도를 조사한 결과 22.7 ~ 40.2MPa로 측정되었으며, 이에 대한 콘크리트 강도의 적정성을 평가(측정강도/설계강도 > 0.9 이상이면 건전)한 결과 모두 강도비가 1.01 ~ 1.23로 측정되어 콘크리트 비파괴 강도는 대체적으로 건전한 것으로 평가됨 - 코어 압축강도 시험결과 A1(교대), S1(바닥판하면)은 양호한 것으로 조사됨 • 염화물함유량 - 염화물함유량 시험결과 교대 및 바닥판하면에서 각각 0.075 ~ 0.106kg/m³로 측정됨 - 시험 개소에서 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편)”의 염화물 상태평가기준의 A등급에 해당되는 것으로 평가됨 - 염화물 함유량 시험을 실시한 결과 시방서 규정의 허용치인 0.3kg/m³ 이하로서 염화물에 의한 철근 부식 등의 내구성 문제는 없는 것으로 평가됨 • 탄성과속도 - 탄성과속도 시험결과 탄성과속도는 바닥판하면(S1) 4.57km/sec, 교대(A1) 3.94km/sec로 측정되었으며, 평가기준 A, B등급(정기적인 관찰)에 해당하는 것으로 평가됨 • 철근배근탐사 - 본 구조물의 철근배근상태를 조사하여 설계치와 비교, 분석하여 볼때 전체적으로 양호한 것으로 판단되나 일부 피복두께가 다소 부족하게 나타나 철근 노출 및 박락 등에 대한 지속적인 관리가 필요함 • 탄산화시험 - 대상 시설물에 대한 탄산화 깊이 측정결과 측정 최소 피복두께 보다 적은 것으로 측정되어 탄산화로 인한 철근부식은 발생되지 않을 것으로 판단됨 • 균열깊이측정 - 균열깊이 측정결과 균열깊이가 철근에 도달하지 않은 것으로 판단됨 • 초음파탐상 시험 - 내선 및 외선 하부 플랜지 맞대기용접 이음부 총 10개소에서 초음파탐상 시험을 실시한 결과 KS B 0896에 의한 판정등급 기준에 의거 모두 무결함 1급으로 판정됨 • 자분탐상시험 - 내선 내측 웹플랜지 필렛용접부에서 3개소를 중심으로 자분탐상시험을 실시하였으며 KS D 0213의거 판정한 결과 모두 무결함으로 판정됨 • 강재두께측정 - 본 구조물의 강재부위에 대한 측정두께는 12.5 ~ 13.0mm(평균치 12.7mm)로서 추정설계치(12.0mm)와 비교할 때 대체로 일정하게 나타나 두께감소가 없는 양호한 상태로 평가됨 • 도막두께 측정 - 본 구조물의 강재부위에 대한 외부도장 상태는 기준치(200μm)와 비교분석한 결과 측정치가 285 ~ 303μm(평균 : 294μm) 정도로 대체로 기준치 이상으로 평가됨

【표 II-6.2.16】 2007년 정밀안전진단 결과 요약

구 분	정밀안전진단(2007년 12월)		
상태평가	상태평가 점수	상태평가 결과	
	0.161	B	
종합평가	상태평가 결과	안전성평가 결과	종합평가결과
	0.161 / B	안전율 : 1.0이상 / A	B
종합결론	- 본 과업대상 시설물인 2호선 고가구조물중 강남구간의 대표등급은 B등급으로 대체로 양호한 상태이며 주요손상인 배수시설 일부불량, 바닥판 및 교각 등의 미세균열, 철근노출, 강재거더의 용접불량, 볼트누락 및 체결불량, 교량받침의 부식, 받침모르터 파손, 너트이완 및 누락, 편기 등이 조사되었다. 이에 대한 주요원인은 구조물의 장기공용 및 시공, 환경적인 요인 등이라 판단됨 - 특히, 교량받침의 부식 등에 대하여는 적절한 보수가 요구됨. - 또한 구조검토 및 내하력 평가결과 설계하중(EL-18) 이상의 단면력 및 공용 내하력을 확보하고 있는 것으로 나타났으나 내진성능 확보를 장기 계획수립이 요구됨. 따라서, 금번 진단에서 조사된 손상에 대하여 현장여건에 적합한 보수·보강을 실시하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 시설물의 안전성과 사용성 확보를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.		

2.4.3 서울메트로 2~4호선 고가구조물 정밀안전진단 용역 - (재)한국건설 품질연구원, (주)동우기술단(2013. 04)

【표 II -6.2.17】 2013년 정밀안전진단 결과 요약

구 분	정밀안전진단(2013년 04월)
용역명	서울메트로 2~4호선 고가구조물 정밀안전진단용역
진단기관	(재)한국건설품질연구원 / (주)동우기술단
외관조사	• 방음벽 - 방음벽 기초 콘크리트에 균열, 백태, 철근노출, 파손이 조사되었으며, 0.3mm 이상 균열은 주입보수, 철근노출 및 파손에 대해서는 면정리를 실시하고 장기적으로는 강제방음벽으로 교체가 요구됨 • 바닥판 상면 - 자갈막이 콘크리트에 국부적인 Con' c 파손, 및 박락이 조사되었으며, 측면 배수로에 채수가 조사됨 - 바닥판 상부의 채수는 하부구조에 누수로 이어져 콘크리트의 열화를 가중시킬 수 있으므로 배수로 정비가 요구됨 • 배수시설 - 종방향 배수관 누수 정비 필요함. • 바닥판하면 - 바닥판 하면은 전주기초 시공에 따른 철근노출 및 종방향 배수관 주변 누수 흔적이 조사됨 - 일부 조사된 철근노출 등에 대해서는 내구성 차원 단면 보수가 필요하며, 종방향 배수관 주변 누수에 대하여는 배수관 정비가 요구됨 • PSC 거더 - 대체로 양호한 상태이나 국부적으로 균열, 재료분리, 철근노출, 탄산화방지 보수부 박리가 조사됨 - PSC-Beam 하면에 균열이 없어 구조적으로 문제가 될 만한 손상은 조사되지 않아 내구성증진 차원의 단면 보수가 요구됨 • Steel BOX 거더 - 기 진단에서 조사가 누락된 리벳이음 누락2개소가 조사되었다. 거더 내부에서 조사된 결함은 당장의 구조적인 문제를 야기할 만한 손상은 조사되지 않았지만 리벳누락은 볼트로 재체결하고, 우수유입에 따른 부식방지를 위해 연결부 틈새 실링, 신축이음부 방수 등을 통하여 부재 열화를 방지해야 함 • 가로보 - 가로보는 전체적으로 양호한 상태이며 일부 강제 가로보에서 리벳체결불량, 스켈립 불량 등이 조사됨 - 이로 인한 2차적인 손상은 없으므로 전체적으로 지속적인 관리가 바람직한 것으로 판단됨

【표 II -6.2.18】 2013년 정밀안전진단 결과 요약(계속)

구 분	정밀안전진단(2013년 04월)			
외관조사	- 교량받침 - P2~P4에 교량받침 편기가 조사, 부식과 교량받침 볼트 체결 불량(너트이완)이 조사됨 - 편기된 교량받침의 가동은 정상적이므로 주의관찰하고, 도장박리 및 부식은 보수하고, 고정단의 선받침은 볼트길이가부족, 볼트·너트 탈락 및 볼트 이완·풀림 등의 결함이 다수 조사되어 유지관리하다가 교체하는 것이 바람직함 - 신축이음부 - 신축이음부 장치 차수기능 상실 교체가 요망됨 - 유간거리 측정결과 유간거리를 확보한 상태임 - 교각 및 교대 - 재료분리, 철근노출, 파손 등에 대해서는 내구성 확보 차원의 보수가 필요하며, 전주기초 이설 메공부는 그라우팅 후 방수처리가 필요함 - 교각 확대 콜드조인트에 누수 및 백태 손상이 발생하였는데 코핑상부에 방수처리가 필요함 - 교대2에 발생된 재료분리, 균열 및 백태 등은 내구성 증진 차원에서 보수가 요구됨			
내구성조사	비파괴 강도 조사			
	구 분	반발경도	초음파법	설계강도
	바닥판	24.4 (22.8~27.1)	30.5 (25.6~33.9)	24.0
	거더	34.4 (32.1~36.8)	38.8 (34.1~41.6)	35.0
	가로보	25.5 (23.3~27.0)	28.1 (24.9~32.2)	24.0
	교대,교각	22.4 (21.2~24.0)	28.3 (24.8~32.6)	21.0
	역사하부	25.6 (23.4~28.1)	25.6 (23.4~28.1)	24.0

【표 II -6.2.19】 2013년 정밀안전진단 결과 요약(계속)

구 분		정밀안전진단(2013년 04월)												
내구성조사							· 철근탐사시험							
							구 분		배근간격(mm)		피복두께(mm)			
									설계값	측정값	설계값	측정값		
							바닥판		주철근	150	120~150	42~58	43~63	
									배력철근	200	180~230			
							거더		수직철근	200~400	190~380	42~58	36~80	
									수평철근	250	190~230			
							가로보		수직철근	200	180~210	37.5~67.5	36~75	
									수평철근	250	220~250			
							교각		수직철근	110~200	80~200	64~84	75~130	
									수평철근	300	260~290			
							역사하부	바닥판	수직철근	150~200	110~190	42~58	40~50	
									수평철근	150~200	120~210			
								거더	수직철근	150	110~130	55.5~84.5	38~48	
									수평철근	300	280~290			
								교각	수직철근	150	120~140	76~84	39~53	
									수평철근	250	130~240			
								· 탄산화깊이시험						
								구 분		탄산화깊이(mm)		상태평가		비 고
							바닥판		7.9~11.6		a			
							거더		4.6~12.2		a			
							가로보		4.6~10.2		a			
							교대,교각		9.4~11.6		a			
							역사하부		6.8~12.6		a			
							· 균열깊이측정							
							측 정 위 치			균열폭 (mm)	전 달 거 리 (mm)	최 소 피복두께 (mm)	균 열 깊 이 (mm)	
							영등포구청 ~ 당산역		PP(8,1)	0.2	100	54	36	
									PP(9,3)	0.3	100	54	72	
							· 염화물함유량시험							
							구 분		염화물함유량(kg/m ³)			상태평가 결과		
							영등포구청- 당산역		P8	0.289		a		
									P9	0.281		a		
									P10	0.296		a		

【표 II -6.2.20】 2013년 정밀안전진단 결과 요약(계속)

구 분	정밀안전진단(2013년 04월)						
내구성조사	· 초음파탐상시험						
	구 분	시험개소	결함개소	결함종류	결함폭 (mm)	등 급	
	내 선	4	4	용입부족	1~6	4류	
	외 선	4	4	용입부족	1~6	4류	
	중앙선	2	2	용입부족	1~6	4류	
	· 자분탐상시험						
	경 간		부 위	결 과	비 고		
	내선	S13	G1	하부 필렛용접부	합 격	균열없음	
		S14	G1	하부 필렛용접부	합 격	균열없음	
		S15	G1	하부 필렛용접부	합 격	균열없음	
	· 도막두께측정						
	구 분	도막두께(μm)		시방서 기준		결 과	
	거더내부	178.6 ~ 196.4		175μm		O.K	
	거더외부	309.2 ~ 316.4		215μm		O.K	
재하시험	· 응답비						
	단면구분	재하위치	구분	G1		G2	
				DT1	DT2	DT3	DT4
	A-A단면	S13(1/2L)	실측치(a)	-4.985	-3.989	-3.233	-4.256
			계산치(b)	-5.834	-4.591	-4.591	-5.834
			응답비(b/a)	1.170	1.151	1.420	1.371
	· 충격계수 및 고유진동수						
	구 분	내 용					
	충격계수	·실측충격계수는 0.048 < 계산충격계수 0.313 : 활하중 충격계수는 양호한 상태로 평가					
	고유진동수	·실측치 3.418~4.321Hz, 이론치 3.704Hz : 해석 모델 적정(교량의 현재 상태를 적절히 모사)					

【표 II -6.2.21】 2013년 정밀안전진단 결과 요약(계속)

구 분	정밀안전진단(2013년 04월)																																														
상태평가	구분	구조형식	환산 결합도 점수	상태평 가 결 과	연장	연장 비	환산결합도점 수 x 연장비																																								
	영등포구 청~ 당산역	PSC- 거더	0.158	b	240.0	0.453	0.072																																								
		STB	0.159	b	120.0	0.226	0.036																																								
		당산역(라멘)	0.124	a	170.0	0.321	0.040																																								
							0.147																																								
							B																																								
· 결합도 범위 : 0.13 ≤ 결합지수=0.147 < 0.26 · 상태평가 결과 : “B” · 영등포구청~당산역에 대한 상태평가 결과 결합지수가 다소 높은 0.147으로 나타났으며, “B” 상태로 평가되었음																																															
안전성평가	· 거더 <table><tr><td colspan="2" rowspan="2">구 분</td><td colspan="2">계산응력(MPa)</td><td colspan="2">허용응력(MPa)</td><td rowspan="2">강재최 소 안전율</td><td rowspan="2">안전 성 평 가</td></tr><tr><td>fsu</td><td>fsl</td><td>fsua</td><td>fsla</td></tr><tr><td>중앙부</td><td>합성전+합성 후+활하중</td><td>-143.934</td><td>155.146</td><td>190.000</td><td>190.000</td><td>1.225</td><td>a</td></tr></table> ※ fsu : 강재상단응력, fsl : 강재하단응력 (+) : 압축, (-) : 인장 · 바닥판 <table><tr><td>구 분</td><td>ϕMn(kN·m)</td><td>Mu(kN·m)</td><td>안전율</td><td>안전성평가</td></tr><tr><td>바닥판</td><td>77.57</td><td>74.93</td><td>1.035</td><td>a</td></tr></table> · 공용내하력 검토결과 <table><tr><td>구 분</td><td>응력보정계수</td><td>RF</td><td>공용내하력</td><td>비 고</td></tr><tr><td>G1, G2</td><td>1.442</td><td>1.687</td><td>EL-18 이상</td><td></td></tr></table> - 구조검토를 수행한 결과, 상부 거더 및 바닥판과 하부 기둥부는 안전율 1.0이상으로 평가 되었음							구 분		계산응력(MPa)		허용응력(MPa)		강재최 소 안전율	안전 성 평 가	fsu	fsl	fsua	fsla	중앙부	합성전+합성 후+활하중	-143.934	155.146	190.000	190.000	1.225	a	구 분	ϕMn(kN·m)	Mu(kN·m)	안전율	안전성평가	바닥판	77.57	74.93	1.035	a	구 분	응력보정계수	RF	공용내하력	비 고	G1, G2	1.442	1.687	EL-18 이상	
	구 분		계산응력(MPa)		허용응력(MPa)		강재최 소 안전율			안전 성 평 가																																					
			fsu	fsl	fsua	fsla																																									
	중앙부	합성전+합성 후+활하중	-143.934	155.146	190.000	190.000	1.225	a																																							
	구 분	ϕMn(kN·m)	Mu(kN·m)	안전율	안전성평가																																										
	바닥판	77.57	74.93	1.035	a																																										
구 분	응력보정계수	RF	공용내하력	비 고																																											
G1, G2	1.442	1.687	EL-18 이상																																												
종합평가	<table><tr><td rowspan="2">구 간</td><td colspan="3">상태평가 등급</td><td colspan="3">안전성평가 등급</td><td rowspan="2">안전 등급</td></tr><tr><td>금회진단 결합지수</td><td>금회진단 등 급</td><td>‘07년진 단 등 급</td><td>안전율</td><td>금회진단 등 급</td><td>‘07년진 단 등 급</td></tr><tr><td colspan="2">영등포구청 ~ 당산역</td><td>0.147</td><td>b</td><td>b</td><td>1.0 이상</td><td>a</td><td>a</td><td>B</td></tr></table>							구 간	상태평가 등급			안전성평가 등급			안전 등급	금회진단 결합지수	금회진단 등 급	‘07년진 단 등 급	안전율	금회진단 등 급	‘07년진 단 등 급	영등포구청 ~ 당산역		0.147	b	b	1.0 이상	a	a	B																	
	구 간	상태평가 등급			안전성평가 등급				안전 등급																																						
		금회진단 결합지수	금회진단 등 급	‘07년진 단 등 급	안전율	금회진단 등 급	‘07년진 단 등 급																																								
영등포구청 ~ 당산역		0.147	b	b	1.0 이상	a	a	B																																							
평가 결과	· 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태등급은 b등급, 안전성평가는 a등급으로 종합평가결과 과업구간 전체가 “B등급” 으로 평가되어, 구조물의 안전등급은 “B등급” 으로 지정하였다.																																														

【표 II -6.2.22】 2013년 정밀안전진단 결과 요약(계속)

구 분		정밀안전진단(2013년 04월)									
보수·보강 대책 및 개략공사비	구분	손상내용	보수·보강	수량			단가	공사비	우선 순위	비고	
	손상	보수	단위	개소							
	바닥판 하면	망상균열	면처리	12	14.40	m ²	1	19,950	287,280	1	
		보수재 박리	면처리	0.12	0.14	m ²	1	19,950	2,873	1	
	외 선	거푸집 미제거	거푸집 제거	1	1	개소	1	4,830	4,830	2	
		도장박리	재도장	4.5	5.40	m ²	2	15,750	85,050	1	
		배수관 누수	재설치	0.2	0.24	m	1	204,750	49,140	1	
		벤드고리탈락	재설치	1	1.20	m	1	204,750	245,700	1	
		보수재 박리	표면처리	2.62	3.14	m ²	5	19,950	62,723	1	
		부식	재도장	0.45	0.54	m ²	1	15,750	8,505	1	
		재료분리	단면복구 (t=30mm)	2.33	2.80	m ²	3	193,234	540,282	1	
		실링미처리	실링처리	6	6	개소	6	8,400	50,400	2	
		철근노출	단면복구 (t=30mm, 철근방청)	0.01	0.01	m ²	2	234,150	2,810	1	
		조류배설물퇴적	청소	9.73	11.68	m ²	5	21,000	245,196	1	
	내 선	도장박리	재도장	22.6	27.12	m ²	6	15,750	427,140	1	
		배수관 누수	재설치	0.2	0.24	m	1	204,750	49,140	1	
		철근노출	단면복구 (t=30mm, 철근방청)	0.02	0.02	m ²	2	40,950	983	1	
		보수재 박리	재도장	4.49	5.39	m ²	7	15,750	84,861	1	
		부식	재도장	0.44	0.53	m ²	4	15,750	8,316	1	
		도장박리	재도장	11	13.20	m ²	3	15,750	207,900	1	
	중 앙	조류배설물퇴적	청소	3.4	4.08	m ²	2	21,000	85,680	1	
	가로보	거푸집 미제거	거푸집 제거	1	1	개소	1	4,830	4,830	2	
	교대	부식	재도장	2	2	개소	2	40,950	81,900	1	
	교각	균열 (Cw=0.3mm이상)	주입보수	8	9.60	m	3	101,850	977,760	1	
		균열부 백태	주입보수	2	2.40	m	1	101,850	244,440	1	
		너트이완	너트조임	8	8	개소	8	1,785	14,280	1	
		받침물탈파손	단면복구 (t=30mm)	1	1	개소	1	203,700	203,700	1	
		보수재 들뜸	단면복구 (t=30mm)	0.14	0.17	m ²	1	203,700	34,222	1	
		보수재 박락	단면복구 (t=30mm)	2	2.40	m ²	1	203,700	488,880	1	
		보수재 박리	표면처리	5.51	6.61	m ²	9	19,950	131,909	1	
		부식	재도장	28	28	개소	28	40,950	1,146,600	1	
		전주기초 보수재 박리	표면처리	0.04	0.05	m ²	1	19,950	958	1	
		전주기초 빔물받이설치	빔물받이설치	16	16	개소	16	50,000	800,000	1	
		전주기초 폐공부	단면복구	8	8	m ²	40	500,000	4,000,000	1	
		상부물탈방수	물탈방수	14	14	개소	14	600,000	8,400,000	2	
	단기 (장기 년차 보수 제외)	순공사비							20,052,108		
		부대공	순공사비 x 30%						6,015,632		
제경비		(순공사비+부대공) x 50%						13,033,870			
총공사비								39,101,610			

【표 II -6.2.23】 2013년 정밀안전진단 결과 요약(계속)

구 분	정밀안전진단(2013년 04월)
종합결론	- 바닥판하면에 국부적으로 망상균열, 다수의 철근노출과 재료분리와 전반적으로 배수관이 밀실 되지 않아 누수흔적이 조사되어 배수관 정비 및 보수가 필요함 - PSC 거더 외관은 탄산화 방지가 되어 있어 대체로 양호하나 국부적으로 균열, 재료분리 및 철근노출, 보수부 박리가 조사되어 내구성증진 차원의 단면 보수가 요구됨 - Steel Boxe Girder의 상태는 기 진단결과(용접불량, 볼트누락 등)를 고려한 외관조사 결과 손상의 진전은 없었으나 기 진단에서 누락된 리벳이음볼트 2개소가 조사되었으며, 신축이음부 및 연결부 틈새를 통한 누수로 부식이 발생되어 리벳누락은 볼트로 대체결하고, 우수유입에 따른 부식방지를 위해 연결부 틈새 실링, 신축이음부 방수 등을 통하여 부재 열화를 방지해야함 - 본 구간은 전구간이 단순교로 건설되어 지점부에 신축이음이 설치되어 있으며, 전반적으로 누수가 되고 있으므로 장기적인 측면에서 신축이음교체를 실시해야 함 - 교량받침은 탄성받침과 강재받침으로 구성되어 있으며, P2~P4 구간에 교량받침 편기가 조사되었으나 가동상태는 정상적이며, 받침부식과 도장박리는 도장보수가 필요하다. 교량받침 볼트체결 불량(너트이완, 풀림, 볼트길이부족) 중 2차적인 손상 및 구조적인 문제를 유발할 수 있으므로 장기적인 유지관리 측면에서 교체하는 것이 바람직함 - 교각 코핑부 및 기둥부에 수직/망상균열이 조사되었으며, 발생한 균열은 건조수축과 축력에 의해 발생한 균열로 0.3mm이상의 균열과 A2 교대(영등포구청역) 하면은 기 발생한 재료분리 및 전면에서 조사된 균열, 백태에 대하여 내구성확보 차원에서 보수가 요구됨 - 전주 기초 이설자리 메공부 및 5개소의 전주 기초에 콘크리트 균열이 발생하여 우수가 유입되고 있으며 그라우팅한 후 방수처리가 필요함 - 교각 확대 콜드조인트부에도 누수 및 백태 손상이 발생하여 코핑상부에 방수처리가 필요함 - 배수관 내부 자갈퇴적 여부를 파악하기 위해 점검망치를 이용하여 조사하였으며 자갈퇴적은 조사되지 않았으나 종배수관이 바닥판하면에 밀착되지 않아 누수가 발생되고 있으므로 정비가 필요함

2.4.4 서울메트로 2호선 신림~신대방역 등 7개구간 고가구조물 정밀안전진단 용역 - (주)시설안전연구원 / 에스큐엔지니어링(주) / (주)정신이앤시 / 반석안전(주) (2018. 03)

【표 II-6.2.24】 2018년 정밀안전진단 결과 요약

구 분	정밀안전진단(2018년 03월)		
용역명	서울메트로 2호선 신림~신대방역 등7개구간 고가구조물 정밀안전진단 용역		
진단기관	(주)한국시설안전연구원, 반석안전(주), 에스큐엔지니어링(주), (주)정신이앤시		
외관조사	· 바닥판 : 균열(폭 0.1~0.3mm), 파손, 재료분리, 철근노출, 보수재 박리, 표면오염 등 · 거더 : 균열(폭 0.3mm 미만), 백태, 파손, 재료분리, 철근노출, 정착부 몰탈탈락, 보수재 박리, 부식, 도장박리, 용접불량, 리벳누락, 실링 미처리, 조류배설물 퇴적 등 · 가로보 : 재료분리, 철근노출, 보수재 박리, 거푸집 미제거, 도장박리, 리벳 체결불량 등 · 하부구조 : 균열(폭 0.1~0.3mm), 파손, 철근노출, 보수재 박리, 강판보강부 너트 탈락 및 들뜸 등 · 교량받침 : 부식, 도장박리, 편기 등 · 신축이음 : 차수판 파손, 차수판 미설치, 신축유간 부족 · 배수시설 : 배수관 지지대 탈락등 · 방음벽 : 균열(폭 0.1~0.3mm), 백태, 파손, 재료분리, 철근노출, 보수재 박리, 흡음판 변형 등 · 당산역하부 : 균열(폭 0.1~0.3mm), 누수 및 백태, 파손, 철근노출, 마감 불량, 표면오염 등		
내구성조사	시험명	시험결과	책임기술자 의견
	콘크리트 강도시험	· 바닥판 및 거더 시험결과 설계기준강도의 101.8%~145.5%로 나타나 설계기준강도를 상회하고 있음 · 교대 및 교각 시험결과 설계기준 강도의 106.6%~125.7%로 나타나 설계기준강도를 상회하고 있음 · 당산역하부 시험결과 설계기준 강도의 118.3%~140.9%로 나타나 설계기준강도를 상회하고 있음	양호
	철근탐사 시험	· 설계도면을 비교·검토한 결과 배근간격은 유사한 상태이며, 피복두께의 경우 일부 편차가 있는 것으로 조사되었으나, 콘크리트 구조기준 피복두께를 상회하는 것으로 조사됨	양호
	탄산화 깊이 측정	· 철근까지의 잔여깊이가 30.5~88.7mm로 상태평가 기준 “a” (30mm 이상)로 평가됨	부식발생 우려 없음
	염화물함유량시험	· 환산 염화물함유량이 0.124~1.013kg/m ³ 으로 상태평가 기준 “b” (1.2kg/m ³ 이하) 이상으로 평가됨	부식발생 가능성적음

【표 II -6.2.25】 2018년 정밀안전진단 결과 요약(계속)

구 분	정밀안전진단(2018년 03월)		
내구성조사	시 험 명	시험결과	책임기술 자 의견
	균열깊이 측정	· 균열깊이가 30.2~57.6mm로 측정되었으며, 전 개소에서 균열깊이가 실측 피복복두께의 50% 이상 진행된 것으로 평가되어 철근부식 및 내구성저하 우려가 있으므로 주입보수가 필요할 것으로 판단됨	보수 필요
	강제 초음파탐 상 시험	· 1류등급 5개소, 4류등급 9개소로 용입부족 결함에 의한 일부 불합격 구간이 발생하였으나 시공당시 발생한 초기 결함으로 추가적인 결함은 없음	주의관찰
	강제 도막두께 측정	· 강박스거더 외부 도막두께가 383~522 μ m로 측정되어 시방서 기준두께(215 μ m)를 상회하고 있음 · 강박스거더 내부 도막두께가 184~217 μ m로 측정되어 시방서 기준두께(175 μ m)를 상회하고 있음	양호
상태평가	상태평가 점수		상태평가 결과
	0.203		B
종합평가	상태평가 결과	안전성 평가 결과	종합평가 결과
	0.203 / B	안전율 : 1.0이상 / A	B
종합결론	외관조사 결과 콘크리트 및 강재에서 비구조적인 손상이 발생하였으나, 구조물의 안전성에는 큰 영향을 미치는 손상은 아니며, 재료시험 결과 콘크리트 강도가 확보되어 있고, 탄산화 진행정도도 구조물에 큰 영향을 미치지 않는 등 공용중 손상에 의한 내구성 저하는 거의 없는 것으로 평가되어 내구성 저하로 인한 문제는 나타나지 않을 것으로 예상된다. 따라서 본 구조물은 전체적인 상태는 특별한 문제점이 없는 건전한 상태로 시설물의 사용성 제한 등의 조치는 필요하지 않으며, 조사된 결함에 대해서 본 보고서에 제안된 공법으로 보수를 실시하고, 보수부 및 중점유지관리가 필요한 부위에 대하여 주기적인 점검 및 유지관리를 실시한다면 구조물의 안전성과 사용성은 확보될 것으로 판단된다.		

2.5 자료활용

가. 수집자료 활용 항목 및 목적

【표 II -6.2.26】 기초자료수집 분석결과

수 집 자 료	항 목	목 적
건설지	외관조사, 안전성평가, 보수·보강방안	· 손상 원인 분석 · 시공자료 분석 · 적절한 보수·보강공법 선정
복원도면, 공구별 준공도	외관조사, 안전성평가, 보수·보강방안	· 외관조사망도 보완 · 구조해석, 모델링 자료 · 적절한 보수·보강공법 선정
구조계산서	안전성평가	· 구조해석 자료 활용 · 최초설계적용 자료 분석
지질주상도, 지적도	외관조사, 안전성평가	· 손상 원인 분석 · 적절한 보수·보강공법 선정
보수·보강 이력	외관조사, 안전성평가, 보수·보강방안	· 보수부 상태조사 비교분석 · 보수공법 적정성 검토 · 재손상에 따른 재보수방안 검토 · 적절한 보수·보강공법 선정
내진성능개선공사 자료	외관조사, 안전성평가, 보수·보강방안	· 구조해석, 모델링 자료 · 적절한 보수·보강공법 선정
기 점검 및 진단 보고서	외관조사, 내구성평가, 안전성평가, 보수·보강방안	· 조사 및 시험결과에 따른 비교분석을 통한 내구성 검토 · 구조물의 안전성 확보 여부 · 기 손상에 대한 보수상태 확인 · 적절한 보수·보강공법 선정

나. 기초자료수집 분석결과

본 구간에 대한 기초자료를 분석한 결과는 다음 표와 같다.

【표 II -6.2.27】 기초자료수집 분석결과

구 분	분 석 결 과
정밀점검 및 정밀안전진단 결과	· 전차용역 자료를 통해 검토된 종합평가등급은 “B등급”으로 확인되었음. · 현장조사 결과, 안전성에 영향을 끼칠 수 있는 결함 및 손상이 없는 전반적으로 건전한 상태로 분석되었다. 다만, 건조수축 등에 의한 비구조적 균열(0.3mm 이상) 및 누수, 백태, 박리, 철근노출, 볼트손상, 강재거더 용접부 손상, 볼트 및 너트 손상, 도장파손, 가로보 리벳체결불량, 스켈립불량, 교량받침 편기, 볼트길이부족, 볼트·너트 탈락, 조류배설물 퇴적 등에 대해서는 보수가 필요함 · 콘크리트 압축강도 시험결과 대부분 설계기준강도를 상회하는 것으로 나타났으며, 철근배근 간격은 설계도면과 비교할 때 일부 간격이 좁거나 넓은 것으로 조사되었다. 탄산화시험, 철근부식도 시험, 균열깊이 측정, 염화물함유량 시험, 볼트축력, 초음파탐상, 자분탐상, 초음파두께, 도막두께 등 내구성조사 결과도 전반적으로 양호한 것으로 분석됨 · 바닥판에 고정하중 및 EL-18의 설계활하중이 작용할때 설계강도(ϕM_n)가 소요휨강도(M_u)보다 크게 산출되어 구조적으로 안전한 것으로 평가되었고, Steel BOX 거더 안전율 산정 결과, 안전율은 1.035로 설계하중(EL-18) 이상의 내하력을 가지고 있는 것으로 검토됨
보수·보강 결과	· 보수이력을 확인한 결과, 하자보수기간 중의 손상은 보수가 실시되었으며, 전차용역 이후까지 보수를 실시한 것으로 확인되었음
내진설계 유무 결과	· 건설시 내진설계가 반영되지 않은 것으로 확인되었음 · 2010년 서울지하철 2~4호선 고가·교량 내진성능 상세평가 및 보강방안 수립 용역을 실시하여 내진성 미확보구간에 대하여 받침교체, 전단키, 코핑확대, 연성보강 등이 실시된 상태임
용도, 구조, 하중변경	· 방음벽 교체공사가 완료되어 설계당시에 비해 구조검토 시 하중에 변동이 있음. 기존 콘크리트 방음벽 및 자갈도상에 비해 하중감소, 방음벽 높이증가로 인한 풍하중 증가