

2019년 공동구
정밀안전점검 용역

제3장

현장조사 및 시험

- 3.1 개요
- 3.2 현장조사
- 3.3 재료시험 및 측정결과 분석

제 3 장 현장조사 및 시험

3.1 개 요

본 상계공동구는 노원구 상계동 일대에 위치한 개착식 Box형 철근콘크리트 구조물로 본선 구조물(전력구)과 작업구, 환기구 및 맨홀 등의 부대시설물로 구성되어 있으며, 1989년 준공후 30년간 공용되고 있다.

본 과업은 대상 시설물의 물리적, 기능적 결함을 발견하고 안전성을 판단함을 목적으로 본선 및 부대시설 구조물 전체에 대하여 정밀 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였고, 사전 현장답사를 통해 주변여건을 파악고 작업동선 파악, 현장관계자 청문 등을 통한 중점사항 확인 및 기존 유지관리 관련자료 검토를 통하여 주요 손상을 파악한 후 점검방향 및 접근계획 등을 수립하여 현장조사를 실시하였다. 현장조사는 현장관리사무소에 작업인원 신고 및 신원확인을 통하여 현장 출입을 실시하였으며, 도보를 통하여 전체 부재에 대한 근접 육안조사를 실시하였다.

현장조사 및 시험은 과업지시서와 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(공동구편, 2019, 국토교통부)”에 준하여 실시하였으며, 세부지침상의 평가기준에 근거하여 구조물에 발생한 손상별로 등급을 구분하여 판정하였다.

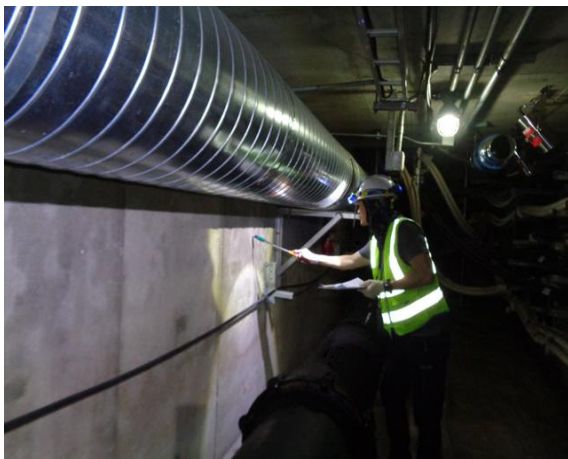
본문에서는 공동구 관리처의 구분기준에 따라 각 지선별로 구분하여 현장조사 결과를 수록하였으며, 비파괴 조사자료 및 손상망도 등은 향후 구조물의 유지관리시 기초자료로 활용할 수 있도록 부록에 수록하였다.

3.1.1 현장조사 방법

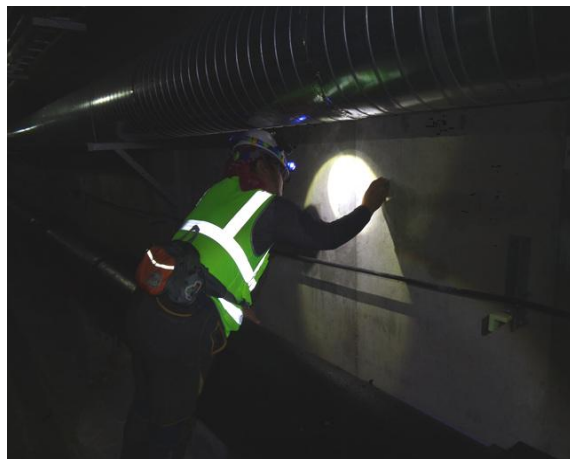
대상시설물 현황				
구 분	위 치	규모	설치연장	점검연장
상계공동구	노원구 상계동 일대	1련 2.65×2.3×1.1km	1.1km	1.1km

구 분	조사기간	조사내용	조사방법	비고
사전답사 및 기초자료 조사	2019.07.05	작업여건 및 구조형상 파악 기초자료 검토 및 점검방향 수립	도보, 사진촬영	-
현장조사	2019.07.08~07.09	현장조사 및 시험 (부재별 근접육안조사 및 시험)	근접조사, 사진촬영	-

구 분	현장조사 방향 수립
사 전 답 사	• 작업동선 파악, 현장관계자 청문, 기초자료 수집 • 현장답사를 통한 개략적인 현황 및 주요 결함 파악
기초자료 검토	• 공동구 내 주요손상 파악 • 기 점검자료 검토 • 기존 보수이력 검토 • 관련 도면 등 설계도서 검토



근접 육안조사 전경



근접 육안조사 전경

3.2 현장조사

3.2.1 노해로

가. 구조물 현황

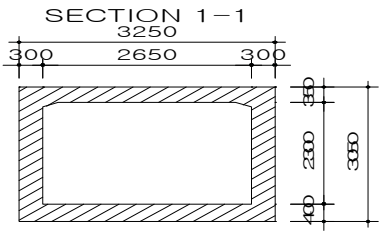
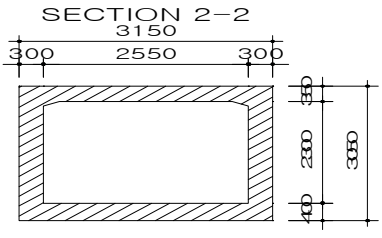
1) 측점분할

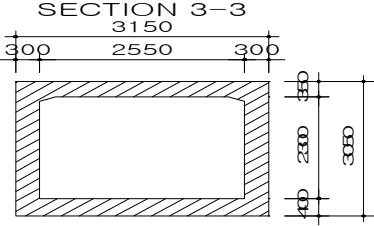
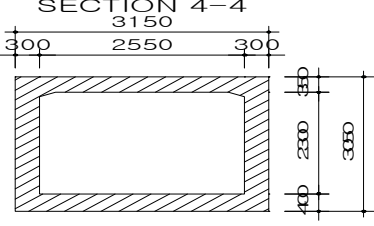
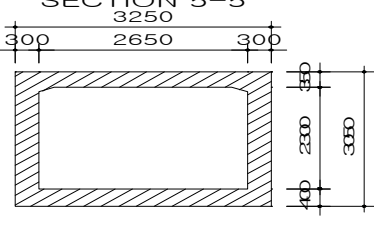
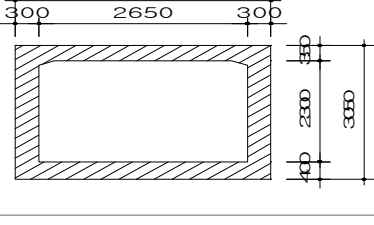
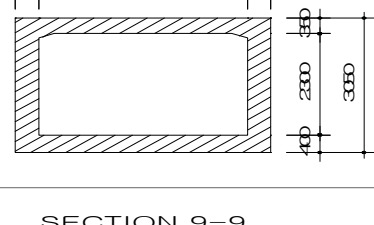
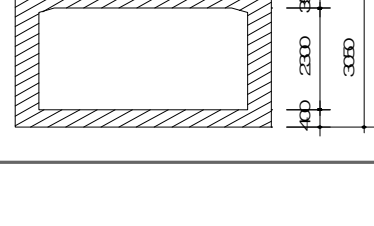
현장조사시 측점분할은 손상망도와 동일하게 20m를 1개 Span으로 구분하였으며, 측점 분할 결과는 다음과 같다.

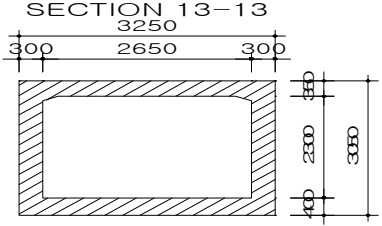
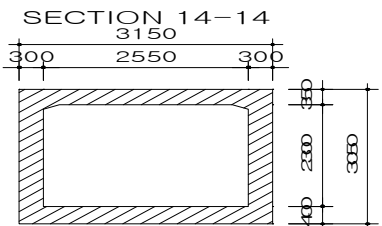
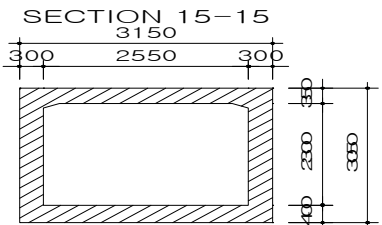
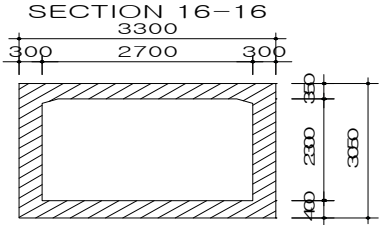
No.	Start	End	Type	No.	Start	End	Type	No.	Start	End	Type
1	0	20	1-1	19	360	380	5-5	37	720	740	15-15
2	20	40		20	380	400		38	740	760	
3	40	60	2-2	21	400	420	6-6	39	760	780	
4	60	80	3-3	22	420	440	7-7	40	780	800	
5	80	100		23	440	460	9-9	41	800	820	16-16
6	100	120		24	460	480		42	820	840	
7	120	140		25	480	500		43	840	860	
8	140	160		26	500	520		44	860	880	
9	160	180		27	520	540	13-13	45	880	900	
10	180	200	4-4	28	540	560		46	900	920	
11	200	220		29	560	580		47	920	940	
12	220	240		30	580	600	14-14	48	940	960	
13	240	260		31	600	620		49	960	980	
14	260	280		32	620	640		50	980	1000	
15	280	300		33	640	660		51	1000	1020	
16	300	320		34	660	680		52	1020	1040	
17	320	340		35	680	700					
18	340	360		36	700	720					

2) Type 구분

현장조사 결과에 따른 각 Span별 Type은 다음과 같다.

Span.No	Sta	Type
NO. 1~2 (Type 1-1)	Sta.0~40m, L=40m	
NO. 3 (Type 2-2)	Sta.40~60m, L=20m	

Span.No	Sta	Type
NO.4~10 (Type 3-3)	Sta.60~200m, L=140m	SECTION 3-3 
NO.11~18 (Type 4-4)	Sta.200~360m, L=160m	SECTION 4-4 
NO.19~20 (Type 5-5)	Sta.360~400m, L=40m	SECTION 5-5 
NO.21 (Type 6-6)	Sta.400~420m, L=20m	SECTION 6-6 
NO.22 (Type 7-7)	Sta.420~440m, L=20m	SECTION 7-7 
NO.23~26 (Type 9-9)	Sta.440~520m, L=80m	SECTION 9-9 

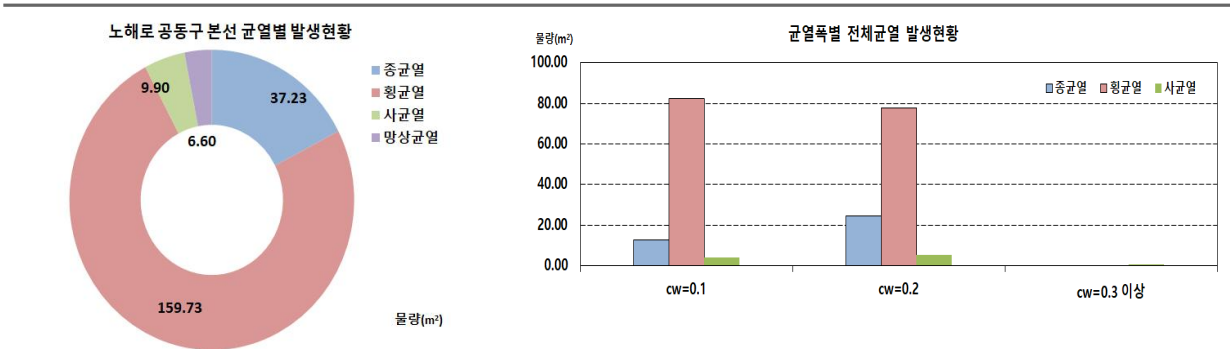
Span.No	Sta	Type
NO.27~30 (Type 13-13)	Sta.520~600m, L=80m	
NO.31~36 (Type 14-14)	Sta.600~720m, L=120m	
NO.37~42 (Type 15-15)	Sta.720~840m, L=120m	
NO.43~52 (Type 16-16)	Sta.840~1040m, L=200m	

나. 본선구간 외관조사 결과

노해로 공동구 본선 구간의 외관조사 결과를 균열, 누수 및 백태, 단면손상, 기타손상으로 분류하여 손상현황, 원인 및 대책으로 제시하였다.

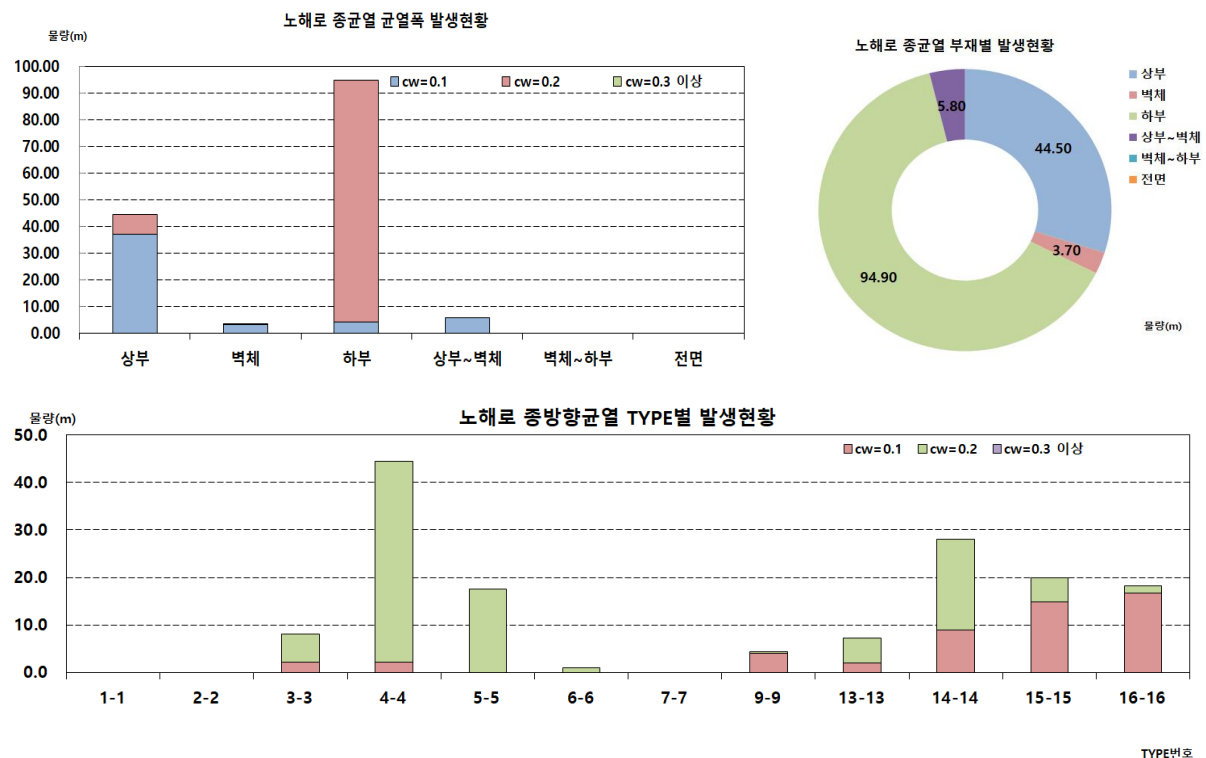
1) 균열

가) 발생현황



[그림 3.2.1] 구조형식별 균형 발생 현황

노해로 공동구 본선 구간 균열의 대표유형은 횡방향 균열이며, 대부분 cw=0.3mm 미만의 균열로 발생한 것으로 확인되었다.



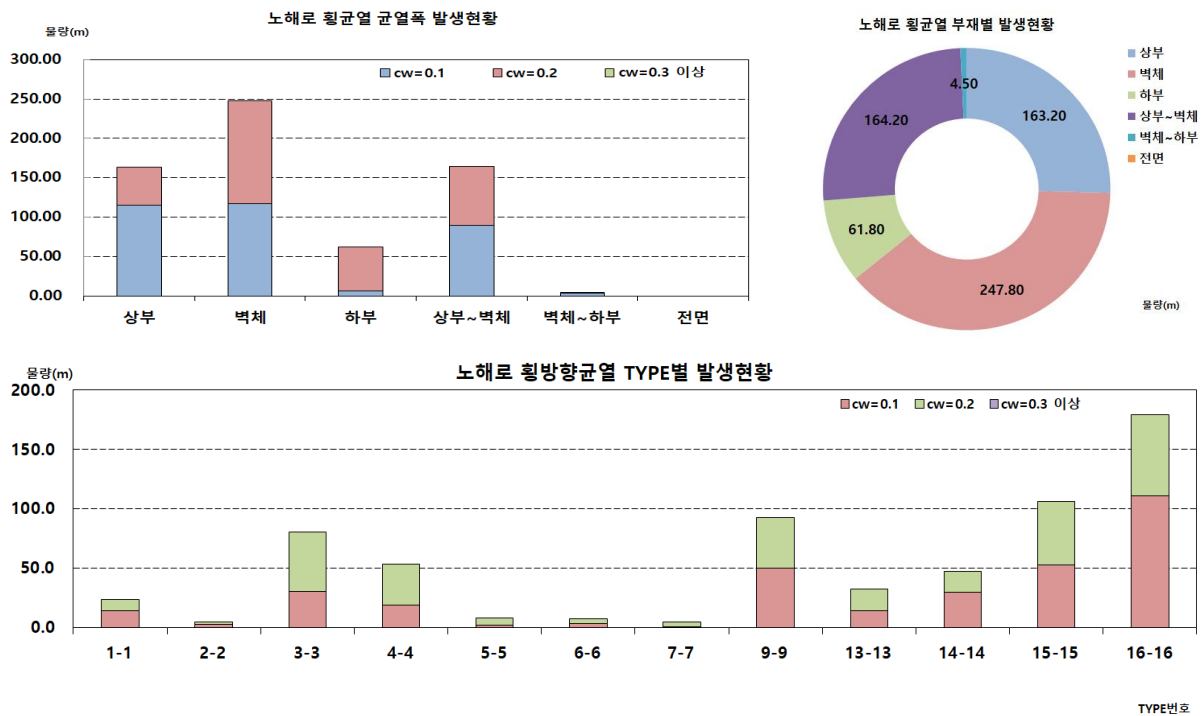
[그림 3.2.2] 중균열 발생현황

[표 3.2.1] 종균열 손상물량

TYPE	형 식	부재명	균열 폭(mm)				손상물량	비 고
			cw0.1	cw0.2	cw0.3	cw0.4 이상	길이(m)	
3-3	BOX	상부	0.60	-	-	-	0.60	
		바닥	1.50	6.00	-	-	7.50	
4-4	BOX	상부	-	1.00	-	-	1.00	
		바닥	0.50	43.00	-	-	43.50	
5-5	BOX	바닥	-	17.50	-	-	17.50	
6-6	BOX	상부	-	1.00	-	-	1.00	
9-9	BOX	상부	0.70	-	-	-	0.70	
		벽체	3.30	0.40	-	-	3.70	
13-13	BOX	상부	2.00	-	-	-	2.00	
		바닥	-	5.20	-	-	5.20	
14-14	BOX	상부	9.00	-	-	-	9.00	
		바닥	-	19.00	-	-	19.00	
15-15	BOX	상부	9.00	5.20	-	-	14.20	
		벽체	5.80	-	-	-	5.80	
16-16	BOX	상부	16.00	-	-	-	16.00	
		바닥	0.70	1.50	-	-	2.20	
합계		상부	37.30	7.20	-	-	44.50	
		벽체	9.10	0.40	-	-	9.50	
		바닥	2.70	92.20	-	-	94.90	
		총계	49.1	99.80	-	-	148.90	

※ 상부(상부, 현처), 바닥(바닥, 하부현처)

종방향 균열은 주로 대단면 BOX 상부슬래브 및 바닥슬래브에서 조사되었다. 종방향 균열의 손상 위치 및 현황을 분석한 결과 상부슬래브의 중앙부(응력 취약부), 전차선 설치를 위한 앵커볼트 삽입부, 시공 이음부에서 균열이 발생한 것으로 확인되었다. 해당 구간의 종방향 균열은 기 점검(`07년 정밀점검, `11년 정밀점검, `13년 정밀점검)에서 지속적으로 확인된 손상으로 균열의 진전 및 추가 발생된 균열은 없는 것으로 확인되었다. 이에 $cw=0.3\text{mm}$ 미만의 균열에 대해서는 보수보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 다만 손상규모 5.0m이상의 균열의 경우 중점유지관리 대상으로 선정하여 추후 점검을 통한 유지관리 실시후 진행성이 발생되지 않을 경우 보수시기를 결정, 보수계획을 수립하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.



[그림 3.2.3] 횡균열 발생현황

[표 3.2.2] 횡균열 손상물량

TYPE	형 식	부재명	균열 폭(mm)				손상물량 길이(m)	비 고
			cw0.1	cw0.2	cw0.3	cw0.4 이상		
1-1	BOX	상부	7.60	4.00	-	-	11.60	
		벽체	6.60	5.20	-	-	11.80	
2-2	BOX	벽체	0.40	-	-	-	0.40	
		바닥	3.50	0.80	-	-	4.30	
3-3	BOX	상부	11.00	4.70	-	-	15.70	
		벽체	18.10	22.30	-	-	40.40	
		바닥	0.90	23.20	-	-	24.10	
4-4	BOX	상부	2.20	9.30	-	-	11.50	
		벽체	16.80	25.10	-	-	41.90	
5-5	BOX	상부	0.30	2.30	-	-	2.60	
		벽체	1.50	3.70	-	-	5.20	
6-6	BOX	상부	-	0.70	-	-	0.70	
		벽체	3.00	3.50	-	-	6.50	
7-7	BOX	벽체	0.80	2.50	-	-	3.30	
		바닥	-	1.20	-	-	1.20	
9-9	BOX	상부	18.30	1.30	-	-	19.60	
		벽체	31.80	32.50	-	-	64.30	
		바닥	-	8.60	-	-	8.60	

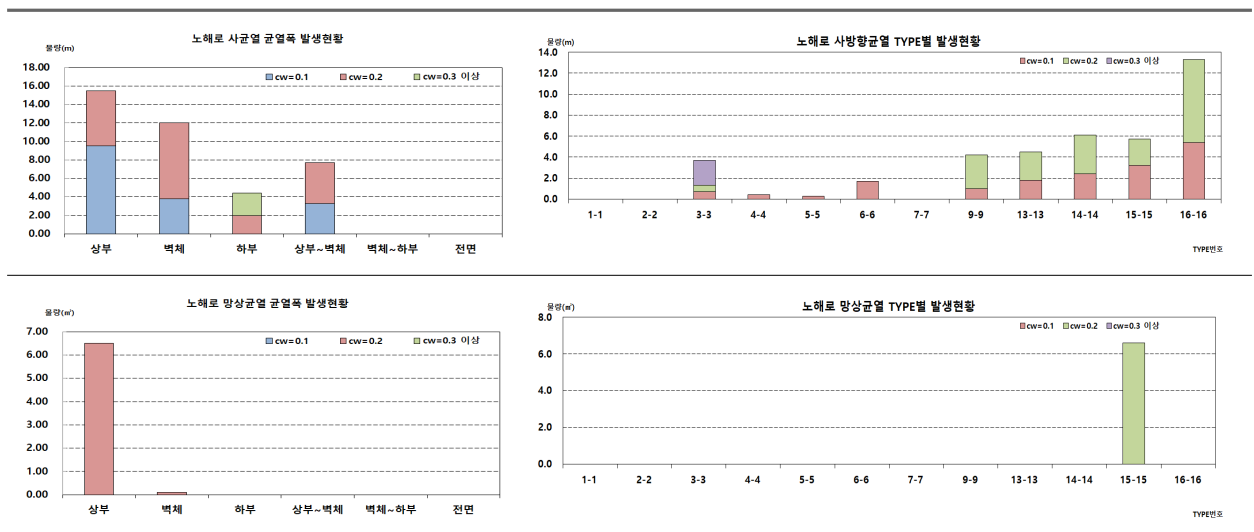
※ 상부(상부, 현처), 바닥(바닥, 하부현처)

[표 3.2.2] 횡균열 손상물량(계속)

TYPE	형 식	부재명	균열 폭(mm)				손상물량	비 고
			cw0.1	cw0.2	cw0.3	cw0.4 이상	길이(m)	
13-13	BOX	상부	0.80	1.00	-	-	1.80	
		벽체	13.60	14.70	-	-	28.30	
		바닥	-	2.50	-	-	2.50	
14-14	BOX	상부	8.00	1.30	-	-	9.30	
		벽체	21.60	16.40	-	-	38.00	
15-15	BOX	상부	14.20	12.60	-	-	26.80	
		벽체	38.30	37.40	-	-	75.70	
		바닥	-	3.50	-	-	3.50	
16-16	BOX	상부	50.40	10.00	-	-	60.40	
		벽체	59.10	44.30	-	-	103.40	
		바닥	1.20	14.30	-	-	15.50	
합계		상부	112.80	47.20	-	-	160.00	
		벽체	211.60	207.60	-	-	419.20	
		바닥	5.60	54.10	-	-	59.70	
		총계	330.00	308.90	-	-	638.90	

※ 상부(상부, 현처), 바닥(바닥, 하부현처)

횡방향 균열은 전 구간의 천장 및 벽체, 현처부에서 균열폭 0.1~0.2mm로 다양하게 분포되어 조사되었다. 손상의 발생위치 및 형태를 분석한 결과, 시공초기 건조수축 및 공용 중 온도변화에 따른 콘크리트 신축작용 등의 재료적 특성에 의해 발생한 비구조적 균열로 분석된다. 해당 구간의 횡방향 균열은 기 점검에서 지속적으로 확인된 손상으로 금번 조사 시 일부구간 균열의 추가 발생이 확인되었으며, 손상 정도는 경미한 것으로 판단된다. 발생된 cw=0.3mm미만의 균열에 대해서는 보수보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.



[그림 3.2.4] 사균열 및 망상균열 발생현황

[표 3.2.3] 사균열 손상물량

TYPE	형 식	부재명	균열 폭(mm)				손상물량 길이(m)	비 고
			cw0.1	cw0.2	cw0.3	cw0.4 이상		
3-3	BOX	상부	0.40	-	-	-	0.40	
		벽체	0.30	0.60	-	-	0.90	
		바닥	-	-	2.40	-	2.40	
4-4	BOX	상부	0.40	-	-	-	0.40	
5-5	BOX	상부	0.30	-	-	-	0.30	
6-6	BOX	상부	1.70	-	-	-	1.70	
9-9	BOX	상부	-	0.40	-	-	0.40	
		벽체	1.00	0.80	-	-	1.80	
		바닥	-	2.00	-	-	2.00	
13-13	BOX	상부	-	2.70	-	-	2.70	
		벽체	1.80	-	-	-	1.80	
14-14	BOX	상부	1.10	-	-	-	1.10	
		벽체	1.30	3.70	-	-	5.00	
15-15	BOX	벽체	3.20	2.50	-	-	5.70	
16-16	BOX	상부	4.60	2.90	-	-	7.50	
		벽체	0.50	5.00	-	-	5.50	
합계		상부	8.50	6.00	-	-	14.50	
		벽체	8.10	12.60	-	-	20.70	
		바닥	-	2.00	2.40	-	4.40	
		총계	16.60	20.60	2.40	-	39.60	

※ 상부(상부, 현처), 바닥(바닥, 하부현처)

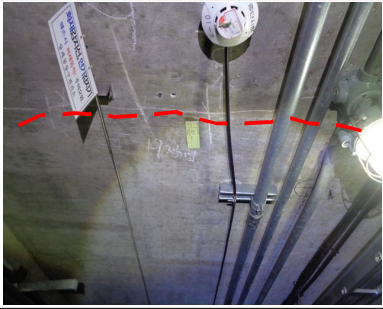
[표 3.2.4] 망상균열 손상물량

TYPE	형 식	부재명	균열 폭(mm)				손상물량 (m ²)	비 고
			cw0.1	cw0.2	cw0.3	cw0.4 이상		
15-15	BOX	상부		6.50	-	-	6.50	
		벽체	-	0.10	-	-	0.10	
합계		상부	-	6.50	-	-	6.50	
		벽체	-	0.10	-	-	0.10	
		바닥	-	-	-	-	-	
		총계	-	6.60	-	-	6.60	

※ 상부(상부, 현처), 바닥(바닥, 하부현처)

사방향 균열은 일부 구간 시공이음부 및 현처부, 간격재 삼입부 등에서 국부적으로 조사되었다. 발생한 균열은 폭 0.1mm~0.3mm로 다양하게 분포되어 있으며, 이에 cw=0.3mm미만의 균열은 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 또한, cw=0.3mm이상의 균열의 경우 주입보수를 실시하는 것이 타당하나, 해당 균열의 발생부재가 바닥슬래브이므로 cw=0.3mm미만의 균열과 마찬가지로 보수보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

망상균열은 일부 상부슬래브 및 벽체에서 국부적으로 조사되었다. 발생원인은 시공초기 수화열 및 다짐불량으로 인한 손상으로 분석되며, 균열폭이 0.3mm미만임을 감안하여 보수보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 손상 진전 유무에 따라 보수를 실시하는 것이 적절하다고 판단된다.

		
OK015 상부슬래브 횡균열(0.2mm/1.5m)	OK246 우벽체 횡균열(0.2mm/1.8m)	OK645 상부슬래브 사균열(0.1mm/0.8m)
		
OK730 상부슬래브 사균열(0.1mm/1.2m)	OK772 상부슬래브 망상균열(2.5m×2.6m, cw=0.2)	OK865 상부슬래브 종균열(0.1mm/0.7m)

[사진 3.2.1] 균열 손상사진

나) 기 점검결과 비교 · 분석

기 점검 결과에 따른 $cw=0.3\text{mm}$ 내 · 외 균열에 대한 보수는 이루어지지 않았으며, 일부 $cw=0.3\text{mm}$ 미만의 균열에 대한 보수가 이루어진 것으로 확인되었다. 균열 보수부 상태는 외관상 재균열이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 또한 일부 구간 공용기간 증가, 기 점검시 누락 등에 의한 $cw=0.3\text{mm}$ 미만의 추가 균열이 발생된 것으로 확인되었으며, 기존 보수부의 경우 공용기간 증가 등에 의한 재균열이 일부구간 조사되었다.

OK048 바닥 종균열(보수완료)	OK638 좌벽체 횡균열(추가 손상)	OK958 우벽체 횡균열(추가 손상)
		
11 점검	19 점검	19 점검

[사진 3.2.2] 균열 기 점검 비교현황

다) 특이사항 검토

- 일부구간 본선 벽체~상부슬래브, 바닥슬래브에서 손상규모 5m이상의 종방향 균열이 조사됨

① 현황 및 대책

본선 구간 외관조사시 $cw=0.3\text{mm}$ 미만의 종방향 균열이 다수 확인되었다. 대부분의 종방향 균열이 균열 폭 $0.1\sim0.2\text{mm}$ 의 경미한 정도로 조사되었으며, 손상규모 또한 $1\sim2\text{m}$ 내외의 불연속적이고 단속적인 비구조적 균열로 조사되었으나, 일부 구간의 경우 발생한 균열이 단속적이나 손상규모가 5m 이상으로 조사되어 지속적인 추적관리가 필요한 것으로 판단된다. 추적관리 대상 구간에 대해서는 향후 정밀안전점검시 손상의 정도 및 규모의 변화 여부를 지속적으로 관찰하여 진행성 여부를 관찰하고 진행성이 발생되지 않을 경우 보수시기를 결정, 보수계획을 수립하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

• 종방향균열 추적관리 대상구간 현황

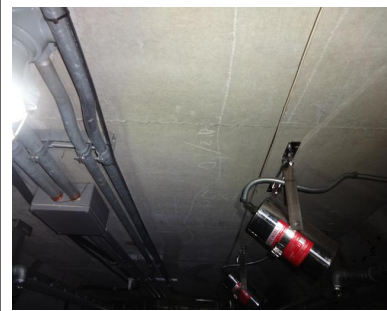
종방향 균열 추적관리 대상구간 현황 (5개소)											
Sta (m)	균열폭 (mm)	손상규모 (m)	손상유형 (적출년도)	Sta (m)	균열폭 (mm)	손상규모 (m)	손상유형 (적출년도)	Sta (m)	균열폭 (mm)	손상규모 (m)	손상유형 (적출년도)
260~280	0.2	9.0	중균열('13)	320~340	0.2	8.0	중균열('07)	760~780	0.1	5.8	중균열('07)
300~320	0.2	5.0	중균열('13)	660~680	0.2	5.5	중균열('13)				



Sta.760~780m Type ② 균열 0.1/5.8



Sta.860~880m Type ① 균열 0.1/0.7

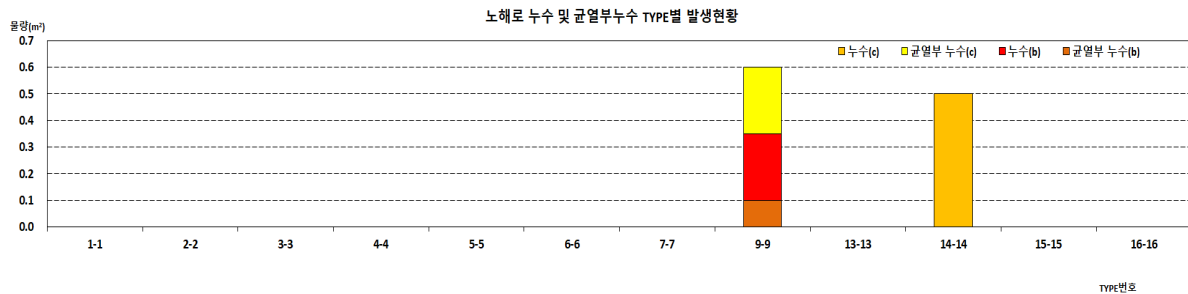


Sta.920~940m Type ① 균열 0.1/2.0

[사진 3.2.3] 종방향균열 손상사진

2) 누수 및 백태

가) 발생현황

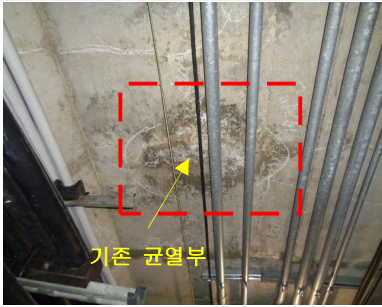
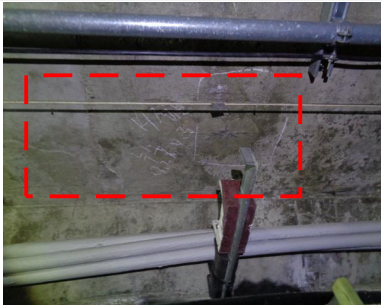


[그림 3.2.5] 누수 및 백태 발생현황

[표 3.2.5] 누수 및 백태 손상물량

TYPE	형 식	손상명	등 급		손상물량		비 고
			b등급	c등급	길이(m)	면적(m²)	
9-9	BOX	누수(선상)	0.25	-	-	0.25	균열부누수 및 누수(선상)은 길이 단위이나 면적으로 환산함
		균열부누수	0.10	0.25	-	0.35	
14-14	BOX	유도배수관덮개틈누수	-	0.50	-	0.50	
합 계			0.35	0.75	-	1.10	

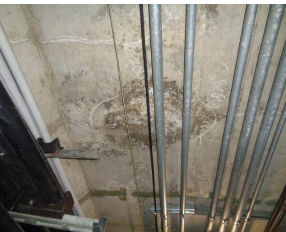
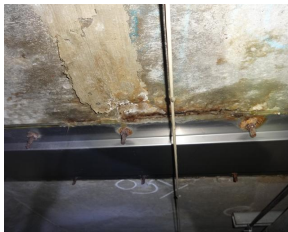
금회 점검시 조사된 누수 및 균열부누수의 경우 대상 구조물의 외벽체 하단부를 중심으로 기존 균열부와 수밀성이 저하된 구체 일부구간을 통해 누수가 발생된 것으로 확인되었다. 발생한 누수는 대부분 기존 손상부를 통하여 스며나오는 경미한 수준(손상등급=b)으로 조사되었으며, 공용년수 증가에 따른 시공이음부 또는 거푸집 연결부(폼타이 설치부)의 수밀성이 저하되어 발생한 것으로 판단된다. 금회 점검결과 기존 손상이력이 확인되지 않는 신규손상은 유도배수관의 배수동판과 콘크리트 밀착부의 실링재 열화(접착력 저하)가 주된 요인으로 분석되었다. 누수는 전반적인 손상의 규모가 크지는 않으나 장기 방치 시 인접 콘크리트 열화 및 철근 부식으로 진전되어 손상이 확대 될 가능성이 높으므로 손상의 정도에 따른 누수보수가 필요한 것으로 판단된다.

		
OK468 상부슬래브 균열부누수(b)(0.25m×0.4m)	OK478 상부슬래브 균열부누수(c)(0.25m×1.0m)	OK651 상부슬래브 유도배수관덮개틈누수(0.25m×2.5m)

[사진 3.2.4] 누수/균열부누수 손상사진

나) 기 점검결과 비교 · 분석

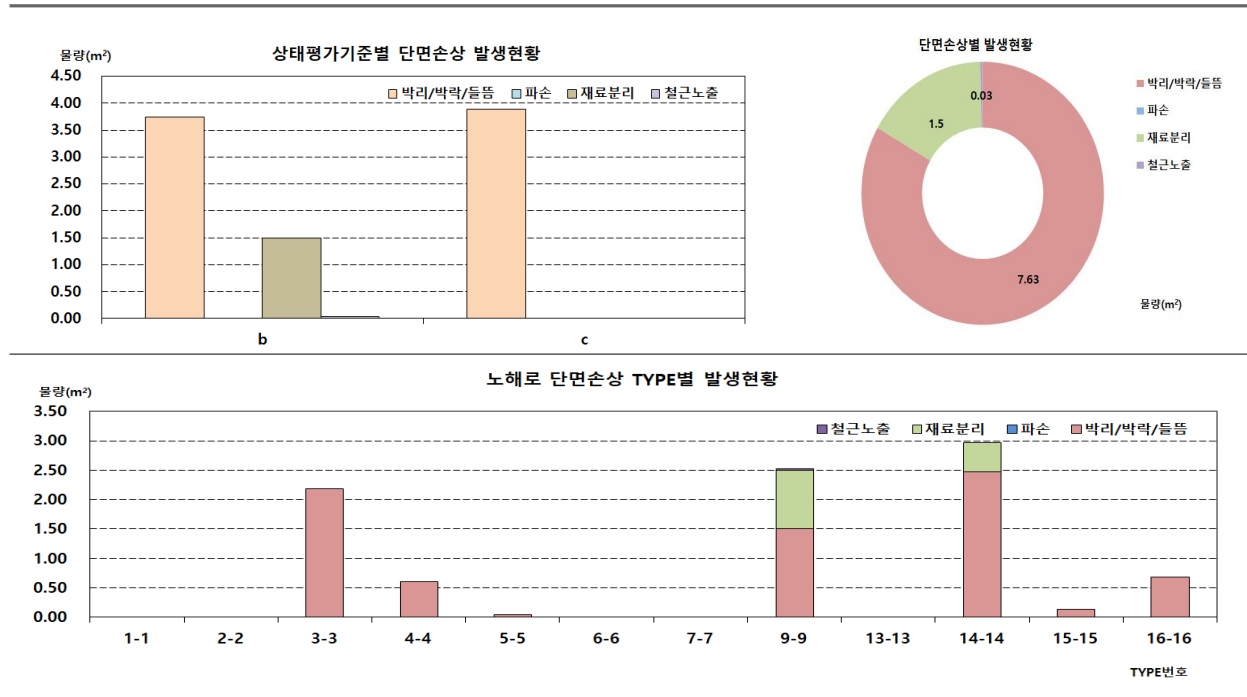
기 점검 결과에 따른 누수(b)의 경우 보수는 실시되지 않은 것으로 조사되었으며, 손상의 진전 또한 미미한 것으로 확인되었다. 금회 점검시 기존 손상이력이 확인되지 않은 신규손상은 대부분 기존 균열부와 시공이음부, 유도배수관의 배수동판과 콘크리트 밀착부의 실링재 열화등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 누수보수가 요망된다.

OK468 상부슬래브 균열부누수(추가손상)	OK478 상부슬래브 균열부누수(추가손상)	OK651 상부슬래브 유도배수관덮개틈누수(추가손상)	
			
19점검	19점검	19점검	19점검

[사진 3.2.5] 누수 및 균열부누수 기 점검 비교현황

3) 단면손상(박락 및 들뜸)

가) 발생현황



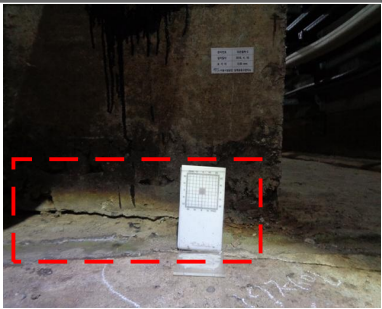
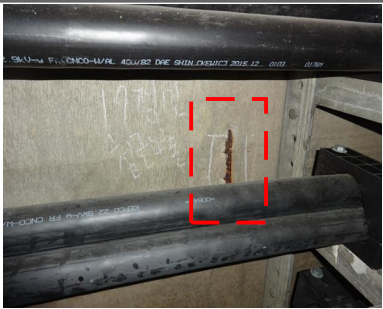
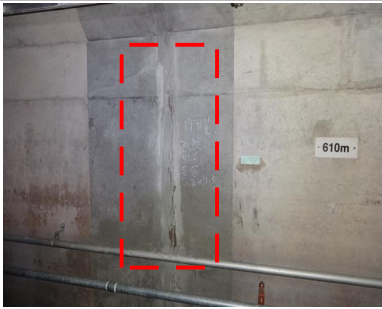
[그림 3.2.6] 단면손상 발생현황

[표 3.2.6] 재질열화 손상물량

TYPE	형식	박리/박락/들뜸		파손		재료분리		철근노출		손상 물량 (m³)	비고
		b등급	c등급	b등급	c등급	b등급	c등급	b등급	c등급		
3-3	BOX	0.87	1.32	-	-	-	-	-	-	2.19	
4-4	BOX	0.60	-	-	-	-	-	-	-	0.60	
5-5	BOX	0.05	-	-	-	-	-	-	-	0.50	
9-9	BOX	1.40	0.10	-	-	1.00	-	0.03	-	2.53	
13-13	BOX	-	-	-	-	0.50	-	-	-	0.50	
14-14	BOX	-	2.47	-	-	-	-	-	-	2.47	
15-15	BOX	0.13	-	-	-	-	-	-	-	0.13	
16-16	BOX	0.69	-	-	-	-	-	-	-	0.69	

단면손상은 박리, 박락, 들뜸, 재료분리, 철근노출 등이 조사되었으며, 일부 보수부의 경우 보수시 마감미흡 및 기존 콘크리트와 보수재간 수축량 차이 등에 의한 보수부 들뜸, 박락 등의 손상이 확인되었다.

소규모의 재료분리(다점불량)는 단기적인 보수보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 손상 진전에 따라 단면보수를 실시하는 것이 적절하다고 판단된다. 특히, 박락 및 철근노출은 철근부식이 진전되어 발생한 손상으로 손상 확대를 방지하기 위한 우선적인 방청 및 단면보수가 필요하다. 또한 신축이음부 보수부들뜸의 경우 콘크리트의 수축 및 신장에 의해 발생한 손상으로 재손상 방지를 위한 실란트설치 등의 조치가 요망된다.

		
OK066 상부슬래브 박락(0.1m×0.2m)	OK497 바닥슬래브 들뜸(0.2m×0.5m)	OK506 좌벽체 철근노출(0.1m×0.3m)
		
OK611 좌벽체 조인트 보수부들뜸(0.2m×7.5m)	OK666 우벽체 신축이음부보수부들뜸(L=4.9m)	OK666 좌벽체 신축이음부보수부들뜸(L=4.8m)

[사진 3.2.6] 재질열화 손상사진

나) 기 점검결과 비교·분석

기 점검 시 조사된 Sta.0k460 좌벽체 파손의 경우 보수가 완료된 것으로 조사되었으며, 현재 보수부의 상태는 양호한 것으로 확인되었다. 금회 점검시 기존 손상이력이 확인되지 않은 신규손상은 콘크리트의 신축거동, 우수유입에 의한 철근부식 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 일부 보수부 들뜸등의 재손상의 경우 보수시 마감미흡, 기존 콘크리트와 보수재간 수축량 차이 등에 의한 손상으로 판단된다. 미 보수된 기존손상 및 금회 점검시 조사된 신규손상의 경우 손상의 진전 방지를 위한 단면보수, 방청 등의 조치가 요망된다. 특히, 신축이음부 보수부들뜸의 경우 콘크리트의 신축거동에 의한 손상으로 재손상 방지를 위한 실란트설치 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.

OK460 좌벽체 파손(보수완료)	OK506 좌벽체 철근노출(추가손상)	OK666 우벽체 신축이음부 들뜸
		
11 점검	19 점검	19 점검

[사진 3.2.7] 재질열화 기 점검 비교현황

4) 배수콘크리트

- 바닥 슬래브 상부에 시공된 배수콘크리트는 배수로 시공을 위해 시공된 무근 콘크리트로 공용중 건조수축 및 온도신축에 의한 비구조적 균열이 지속적으로 발생할 수 있는 것으로 판단됨
- 발생한 균열은 비구조적이며 대상 부재가 배수로 형성을 위한 기능 부재임을 고려할 때 별도의 보수조치는 불필요한 것으로 판단됨
- 단, 배수콘크리트 박락 및 들뜸 등의 단면손상은 기능성 확보와 유지관리 차원에서 보수가 필요한 것으로 판단됨
- 배수로는 일부 구간에서 시공오차에 의한 체수 및 구배불량이 조사되어 일부 개선이 필요한 것으로 조사됨. 해당 구간에 대해서는 계절변화에 따른 체수량 측정 및 종합 측량 등을 통한 종합적 배수체계 검토가 필요한 것으로 판단됨

배수로 체수 및 구배불량 구간				
구분	Sta.	손상내용	발생원인	관리수준
전력구	Sta.0m~20m	체수, 구배불량	외부수 유입	측량 등을 통한 종합적 배수체계 검토 필요
	Sta.340m~360m	체수	외부수 유입	
	Sta.360m~380m	체수	외부수 유입	
	Sta.580m~600m	체수	외부수 유입	
	Sta.620m~640m	체수	외부수 유입	
	Sta.700m~720m	체수	외부수 유입	
	Sta.760m~780m	체수	시공오차	
	Sta.900m~920m	체수	외부수 유입	



전력구 배수로 체수
(STA. 580m~600m)



전력구 배수로 체수
(STA. 620m~640m)



전력구 배수로 체수
(STA. 700m~720m)

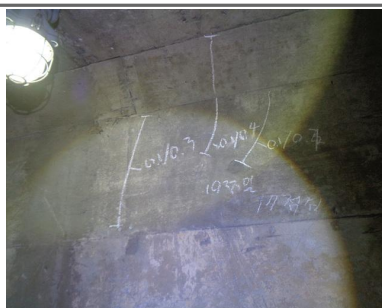
다. 부대시설 (환기구 및 작업구, 맨홀)

상계공동구 노해로 구간의 환기구는 5개소, 작업구는 4개소, 맨홀 10개소로서 현장조사 결과는 다음과 같다.

1) 환기구 점검결과

- 본선과 인접한 수평구 벽체부를 중심으로 조사된 균열은 대부분 폭 0.1~0.2mm의 수직균열로 콘크리트의 재료특성인 건조수축 및 환기구 사용조건에 따른 온도신축 등에 의한 비구조적 균열로 판단됨
- 콘크리트 박락은 스틸그레이팅 하면의 소규모 단면손실로써 작업간 충격 등에 의한 손상으로 기능성 확보와 유지관리 차원에서 단면보수를 제안함

구분	주요손상	발생원인	관리방안
#1	89m - 벽체 균열(cw=0.1~0.2mm)	- 건조수축, 온도변화	- 유지관리
#2	390m - 벽체, 슬래브균열(cw=0.1~0.2mm) - 체수	- 건조수축, 온도변화 - 외부유입	- 유지관리 - 유지관리
#3	640m - 벽체 균열(cw=0.1~0.2mm) - 체수	- 건조수축, 온도변화 - 외부유입	- 유지관리 - 유지관리
#4	830m - 벽체 균열(cw=0.1~0.2mm) - 박락	- 건조수축, 온도변화 - 작업간 충격	- 유지관리 - 단면보수
#5	1,030m - 벽체 균열(cw=0.1mm) - 체수	- 건조수축, 온도변화 - 외부유입	- 유지관리 - 유지관리



#1 수직균열(cw=0.1mm)



#2 수직균열(cw=0.1mm)



#3 수직균열(cw=0.1mm)



#4 수직균열(cw=0.2mm)



#4 박락



#5 수직균열(cw=0.1mm)

• 환기구 스틸그레이팅 점검결과

- 스틸그레이팅은 전 구간 콘크리트 걸침턱에 의해 지지되는 것으로 조사되었으며, 스틸그레이팅 하단에 붕괴방지용 보강재가 시공되어 있는 것으로 조사됨
- #4 구간의 콘크리트 걸침턱에서 조사된 콘크리트 박락은 시공초기 작업간 충격 및 경년열화, 우수유입 등에 의한 소규모 단면손상으로 기능성 확보와 유지관리 차원에서 단면보수를 제안함



#1 시건장치 상태양호



#3 연결볼트 상태양호



#4 콘크리트 걸침턱 박락

구분	덮개종류	덮개상태	진입형식	지지구조 형식	지지구조 상태	전경사진
환기구	#1 스틸그레이팅 (1.11m×1.63m)	양호	수직사다리 (h=2.9m)	콘크리트 걸침턱 (L=140mm)	양호	
	#2 스틸그레이팅 (1.11m×1.63m)	양호	강재계단 (h=2.56m)	콘크리트 걸침턱 (L=140mm)	양호	
	#3 스틸그레이팅 (1.11m×1.63m)	양호	수직사다리 (h=4.2m)	콘크리트 걸침턱 (L=140mm)	양호	
	#4 스틸그레이팅 (1.11m×1.63m)	양호	수직사다리 (h=3.0m)	콘크리트 걸침턱 (L=140mm)	국부적 박락	
	#5 스틸그레이팅 (1.11m×1.63m)	양호	수직사다리 (h=3.0m)	콘크리트 걸침턱 (L=140mm)	양호	

주) 세부내용 부록 참조

2) 작업구 점검결과

- 작업구에서 조사된 균열은 폭 0.1~0.2mm의 경미한 수준으로 콘크리트의 재료특성인 건조수축 및 온도신축에 의한 비구조적 균열로 판단되어 유지관리를 제안함.
- #1 구간에서 조사된 보수부 들뜸은 모재와 보수재간 수축량 차이 및 보수 작업시 단면처리 미흡 등에 의한 손상으로 내구성 확보를 위한 재보수를 제안함
- 또한 작업구 #3에 발생한 철근노출은 피복부족에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 단면보수(방청)이 필요한 상태임.
- 금회 점검결과 확인된 작업구내 결함은 전체 국부적인 소규모 손상으로 내구성 저하의 가능성은 낮은 것으로 판단되나, 재료분리 및 기존 보수부 들뜸 등에 대하여는 장기 방치시 추가손상 가능성이 있으므로 유지관리 차원에서 보수를 제안함

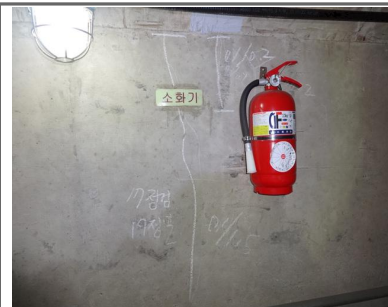
구분	주요손상	발생원인	관리방안
#1	190m - 벽체 균열(0.1~0.2mm) - 누수((선상) - 재료분리, 보수부 들뜸	- 건조수축, 온도변화 - 균열부를 통한 우수유입 - 시공불량	- 유지관리 - 주입보수 - 단면보수
#2	540m - 벽체 균열(0.1mm) - 체수	- 건조수축, 온도변화 - 외부유입	- 유지관리 - 유지관리
#3	741m - 철근노출	- 피복부족	- 단면보수(방청)
#4	920m - 벽체 균열(0.2mm) - 거푸집 미제거	- 건조수축, 온도변화 - 시공부주의	- 유지관리 - 유지관리



#1 사균열(cw=0.2mm)



#1 보수부 들뜸



#2 수직균열(cw=0.1mm)



#3 철근노출



#4 거푸집 미제거



#2 수직균열(cw=0.2mm)

• 작업구 스틸그레이팅 점검결과

- 스틸그레이팅은 전 구간 콘크리트 걸침턱에 의해 지지되는 구조로써 스틸그레이팅 하단에 붕괴방지용 보강재가 시공되어 있으며, 전반적인 상태는 양호함



#2 외부 상태양호



#3 스틸그레이팅 상태양호

구분		덮개종류	덮개상태	진입형식	지지구조 형식	지지구조 상태	전경사진
작업구	#1	스틸그레이팅 (1.11m×1.63m)	양호	강재계단 (h=2.2m)	콘크리트 걸침턱 (L=140m)	양호	
	#2	스틸그레이팅 (1.11m×1.63m)	양호	강재계단 (h=3.3m)	콘크리트 걸침턱 (L=140m)	양호	
	#3	현장사무소 진출입로 (상부 개구부 폐쇄)					
	#4	스틸그레이팅 (1.11m×1.63m)	양호	강재계단 (h=2.4m)	콘크리트 걸침턱 (L=140m)	양호	

주) 세부내용 부록 참조

3) 맨홀

- 맨홀에서 조사된 균열은 폭 0.3mm미만의 경미한 수준으로 대부분 기존 손상이력이 확인된 기존손상으로 콘크리트의 재료특성인 건조수축 및 온도신축에 의한 손상으로 판단되어 유지관리를 제안함.
- 또한 외부 우수유입에 따른 누수흔적이 조사되었으며, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리 등의 조치가 요망됨.
- 그 밖에 외부 충격, 우수유입 등에 의한 파손, 박리 등의 손상이 조사되었으며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수를 제안함.

구분		주요손상	발생원인	관리방안
#2	193m	- 누수흔적	- 외부 우수유입	- 표면처리
#3	355~359m	- 균열(0.1mm)	- 건조수축	- 유지관리
#4	357m	- 파손	- 작업간 충격	- 단면보수
#5	422~426m	- 균열(0.1~0.2mm)	- 건조수축	- 유지관리
#7	511m	- 배부름	- 시공부주의	- 유지관리
#8	583m	- 박리	- 균열부 우수유입	- 단면보수
#10	1037m	- 누수흔적	- 외부 우수유입	- 표면처리



#1 전경



#7 배부름

4) 점검사다리

환기구 진입시 일부 구간의 경우 수직사다리로 시공되어 있으며, 기능상의 별다른 문제는 없으나 점검간 점검자의 안전사고 위험성을 내포하고 있어 안전사고 예방을 위하여 경사계단 등으로의 일부 개선이 필요한 것으로 판단된다.

라. 기타

1) 상수관 기초 콘크리트

- 상수관 기초 콘크리트에 대한 현장조사 결과 시공불량 1개소 외 전반적으로 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사됨
- 상수도관 기초 콘크리트 시공불량의 경우 시공미흡(불량)에 의한 것으로써 손상정도가 경미하여 유지관리 후 손상의 진전시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직할 것으로 판단됨

구 분		개소	물량	단위	비고
기타	시공불량	1	1	EA	-



상수관 기초콘크리트 시공불량

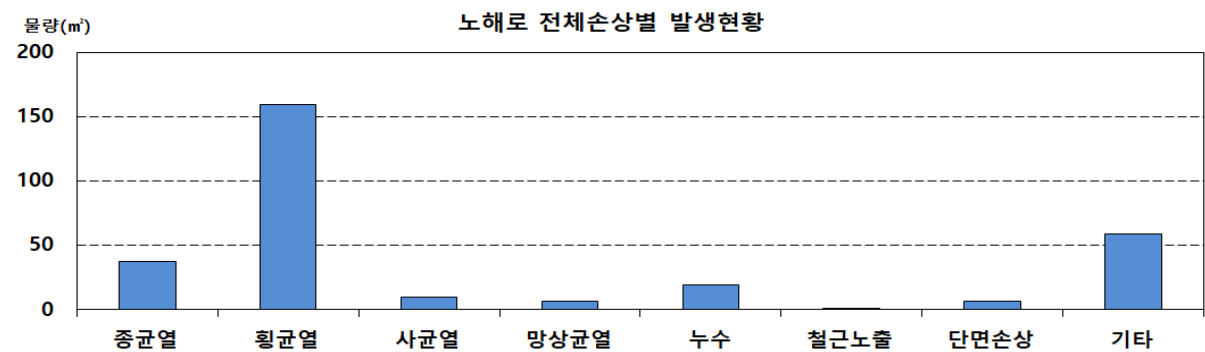
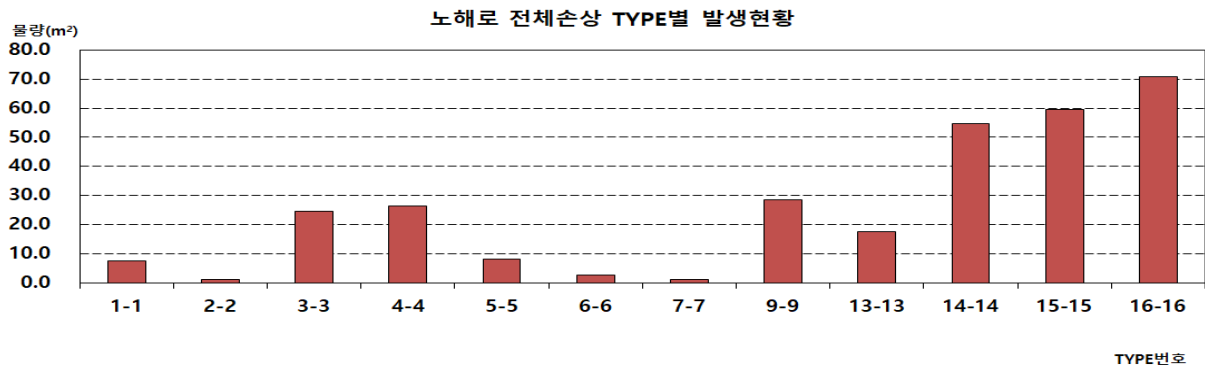
-

마. 현장조사 결과

구 분	내 용 (노해로)
본선구간	• 종방향 균열은 주로 대단면 BOX 상부슬래브 및 바닥슬래브에서 조사되었다. 종방향 균열의 손상 위치 및 현황을 분석한 결과 상부슬래브의 중앙부(응력 취약부), 전차선 설치를 위한 앵커볼트 삽입부, 시공 이음부에서 균열이 발생한 것으로 확인되었다. 해당 구간의 종방향 균열은 기 점검(`07년 정밀점검, `11년 정밀점검, `13년 정밀점검)에서 지속적으로 확인된 손상으로 균열의 진전 및 추가 발생된 균열은 없는 것으로 확인되었다. 이에 $cw=0.3\text{mm}$미만의 균열에 대해서는 보수보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 다만 손상규모 5.0m이상의 균열의 경우 중점유지관리 대상으로 선정하여 추후 점검을 통한 유지관리 실시후 진행성이 발생되지 않을 경우 보수시기를 결정, 보수계획을 수립하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. • 횡방향 균열은 전 구간의 천장 및 벽체, 현처부에서 균열폭 0.1~0.2mm로 다양하게 분포되어 조사되었다. 손상의 발생위치 및 형태를 분석한 결과, 시공초기 건조수축 및 공용 중 온도변화에 따른 콘크리트 신축작용 등의 재료적 특성에 의해 발생한 비구조적 균열로 분석된다. 해당 구간의 횡방향 균열은 기 점검에서 지속적인으로 확인된 손상으로 금번 조사시 일부 구간 균열의 추가 발생이 확인되었으며, 손상 정도는 경미한 것으로 판단된다. 발생한 $cw=0.3\text{mm}$미만의 균열에 대해서는 보수보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. • 사방향 균열은 일부 구간 시공이음부 및 현처부, 간격재 삽입부 등에서 국부적으로 조사되었다. 발생한 균열은 폭 0.1mm~0.3mm로 다양하게 분포되어 있으며, 이에 $cw=0.3\text{mm}$미만의 균열은 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 또한, $cw=0.3\text{mm}$이상의 균열의 경우 주입보수를 실시하는 것이 타당하나, 해당 균열의 발생부재가 바닥슬래브이므로 $cw=0.3\text{mm}$미만의 균열과 마찬가지로 보수보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 망상균열은 일부 상부슬래브 및 벽체에서 국부적으로 조사되었다. 발생원인은 시공초기 수화열 및 다짐불량으로 인한 손상으로 분석되며, 균열폭이 0.3mm미만임을 감안하여 보수보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 손상 진전 유무에 따라 보수를 실시하는 것이 적절하다고 판단된다. • 본선 구간 외관조사시 $cw=0.3\text{mm}$미만의 종방향 균열이 다수 확인되었다. 대부분의 종방향 균열이 균열 폭 0.1~0.2mm의 경미한 정도로 조사되었으며, 손상규모 또한 1~2m 내외의 불연속적이고 단속적인 비구조적 균열로 조사되었으나, 일부 구간의 경우 발생한 균열이 단속적이거나 손상규모가 5m 이상으로 조사되어 지속적인 추적관리가 필요한 것으로 판단된다. 추적관리 대상 구간에 대해서는 향후 정밀안전점검시 손상의 정도 및 규모의 변화 여부를 지속적으로 관찰하여 진행성 여부를 관찰하고 진행성이 발생되지 않을 경우 보수시기를 결정, 보수계획을 수립하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

구 분	내 용 (의사당로A)
본선구간	- 금회 점검시 조사된 누수 및 균열부누수의 경우 대상 구조물의 외벽체 하단부를 중심으로 기존 균열부와 수밀성이 저하된 구체 일부구간을 통해 누수가 발생된 것으로 확인되었다. 발생한 누수는 대부분 기존 손상부를 통하여 스며나오는 경미한 수준(손상등급=b)으로 조사되었으며, 공용년수 증가에 따른 시공이음부 또는 거푸집 연결부(폼타이 설치부)의 수밀성이 저하되어 발생한 것으로 판단된다. 금회 점검결과 기존 손상이력이 확인되지 않는 신규손상은 유도배수관의 배수동판과 콘크리트 밀착부의 실링재 열화(접착력 저하)가 주된 요인으로 분석되었다. 누수는 전반적인 손상의 규모가 크지는 않으나 장기 방치 시 인접 콘크리트 열화 및 철근 부식으로 진전되어 손상이 확대 될 가능성이 높으므로 손상의 정도에 따른 누수보수가 필요한 것으로 판단된다. - 단면손상은 박리, 박락, 들뜸, 재료분리, 철근노출 등이 조사되었으며, 일부 보수부의 경우 보수시 마감미흡 및 기존 콘크리트와 보수재간 수축량 차이 등에 의한 보수부 들뜸, 박락 등의 손상이 확인되었다. 소규모의 재료분리(다짐불량)는 단기적인 보수보다는 주기적인 점검을 통한 유지관리 후 손상 진전에 따라 단면보수를 실시하는 것이 적절하다고 판단된다. 특히, 박락 및 철근노출은 철근부식이 진전되어 발생한 손상으로 손상 확대를 방지하기 위한 우선적인 방청 및 단면보수가 필요하다. 또한 신축이음부 보수부들뜸의 경우 콘크리트의 수축 및 신장에 의해 발생한 손상으로 재손상 방지를 위한 실란트설치 등의 조치가 요망된다.
부대시설 (작업구 및 환기구)	환기구 점검결과 - 본선과 인접한 수평구 벽체부를 중심으로 조사된 균열은 대부분 폭 0.1~0.2mm의 수직균열로 콘크리트의 재료특성인 건조수축 및 환기구 사용조건에 따른 온도신축 등에 의한 비구조적 균열로 판단됨 - 콘크리트 박락은 스틸그레이팅 하면의 소규모 단면손실로써 작업간 충격 등에 의한 손상으로 기능성 확보와 유지관리 차원에서 단면보수를 제안함 작업구 점검결과 - 작업구에서 조사된 균열은 폭 0.1~0.2mm의 경미한 수준으로 콘크리트의 재료특성인 건조수축 및 온도신축에 의한 비구조적 균열로 판단되어 유지관리를 제안함. #1 구간에서 조사된 보수부 들뜸은 모재와 보수재간 수축량 차이 및 보수 작업시 단면처리 미흡 등에 의한 손상으로 내구성 확보를 위한 재보수를 제안함 - 또한 작업구 #3에 발생한 철근노출은 피복부족에 의한 손상으로 손상의 진전 방지를 위한 단면보수(방청)이 필요한 상태임. - 금회 점검결과 확인된 작업구내 결함은 전체 국부적인 소규모 손상으로 내구성 저하의 가능성은 낮은 것으로 판단되나, 재료분리 및 기존 보수부 들뜸 등에 대하여는 장기 방치시 추가손상 가능성이 있으므로 유지관리 차원에서 보수를 제안함

1) 외관조사 결과 분석



[그림 3.2.7] TYPE별 전체손상 발생현황

[표 3.2.7] TYPE별 전체손상 발생현황

구간	구조형식	손상물량(m³)	구간	구조형식	손상물량(m³)
1-1	BOX	7.350	7-7	BOX	1.125
2-2		1.175	9-9		28.645
3-3		24.480	13-13		17.575
4-4		26.375	14-14		54.550
5-5		8.250	15-15		59.605
6-6		2.475	16-16		70.815

[표 3.2.8] 전체손상별 발생현황

구분	손 상 명								비 고
	중균열 (m³)	횡균열 (m³)	사균열 (m³)	망상 균열 (m³)	누수 (m³)	철근 노출 (m³)	단면 손상 (m³)	기타 (m³)	
손상 물량	37.225	159.725	9.9	6.6	1.10	0.03	6.93	54.04	균열(m³)=길이 (m)×0.25m

2) 기존자료 분석결과

[표 3.2.9] 기존자료에 따른 확인조사 결과

구분	기존자료 분석내용	확인조사결과
2017년 정밀안전 점검 보고서	▶본선에 발생된 증방향균열 손상규모 5m 이상에 대한 진전 및 중점관찰 필요. ▶들뜸, 박리, 박락 및 파손의 경우 손상의 진전방지를 위한 단면보수 등의 조치가 요망됨.	▶기 점검 이후 손상규모 5m이상의 증방향균열의 경우 손상의 진전은 없는 것으로 조사됨. ▶파손에 대한 일부 보수가 완료된 상태이며, 보수상태는 양호한 것으로 조사됨.

[표 3.2.10] 기 점검 결과와의 비교 분석

기 점검 대비 손상 증감 비교 결과	분 석 내 용																								
물량(㎡) 노해로 손상별 발생현황 기 점검 결과 비교 <table><thead><tr><th>구분</th><th>17점검</th><th>금회</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.3mm 미만</td><td>234.225</td><td>233.475</td></tr><tr><td>0.3mm 이상</td><td>2.40</td><td>2.40</td></tr><tr><td>망상균열</td><td>6.60</td><td>6.60</td></tr><tr><td>누수/백태</td><td>0.25</td><td>1.10</td></tr><tr><td>철근노출</td><td>-</td><td>0.03</td></tr><tr><td>단면손상</td><td>4.38</td><td>6.93</td></tr><tr><td>기타</td><td>53.54</td><td>54.04</td></tr></tbody></table>	구분	17점검	금회	0.3mm 미만	234.225	233.475	0.3mm 이상	2.40	2.40	망상균열	6.60	6.60	누수/백태	0.25	1.10	철근노출	-	0.03	단면손상	4.38	6.93	기타	53.54	54.04	▶ 기 점검(2017년) 외관조사와 비교하여 균열은 소폭 감소하였으며, 이는 일부 균열의 보수로 인한 물량변동인 것으로 확인됨. ▶ 누수 및 철근노출, 단면손상의 경우 추가 발생된 손상으로 인한 물량 증가가 확인됨.
구분	17점검	금회																							
0.3mm 미만	234.225	233.475																							
0.3mm 이상	2.40	2.40																							
망상균열	6.60	6.60																							
누수/백태	0.25	1.10																							
철근노출	-	0.03																							
단면손상	4.38	6.93																							
기타	53.54	54.04																							

[표 3.2.11] 기 점검 결과와의 비교 분석 손상물량표(기본시설)

구간	손상별 물량(㎡)						
	0.3mm미만	0.3mm이상	망상균열	누수	철근노출	단면손상	기타
‘17 점검	234.225	2.40	6.60	0.25	-	4.38	53.54
‘19 점검	233.475	2.40	6.60	1.10	0.03	6.93	54.04

[표 3.2.12] 보수상태 검토

구 분	내 용	비 고
균열 보수	◆ 손상 보수는 2017년 정밀안전점검 이후 0.3mm 미만 균열 및 파손에 대해서는 일부 보수가 이루어진 상태이며, 보수 상태 확인 결과 양호한 것으로 확인됨	
파손 보수		

3.2.2 기 점검결과와 비교 검토

금회 현장조사 결과를 토대로 기 정밀안전점검(2017년)과의 현장조사 결과에 대한 비교 검토한 결과는 다음과 같다.

손상내용			2017년 정밀안전점검			2019년 정밀안전점검			증감
			개소	물량	단위	개소	물량	단위	
균열	0.3㎜미만		683	922.3	m	695	933.9	m	▲
	0.3㎜이상		1	1.2	m	2	2.4	m	▲
망상균열			3	7.25	㎡	4	10.25	㎡	▲
단면손상	들뜸, 파손 등		17	14.40	㎡	22	17.92	㎡	▲
	철근노출		-	-	㎡	3	0.07	㎡	▲
누수	선상		3	3.5	m	6	7.4	m	▲
	면상		-	-	㎡	-	-	㎡	-
누수흔적			3	2.32	㎡	3	2.32	㎡	-
배부름			6	4.95	㎡	6	4.95	㎡	-
실란트열화			-	-	m	1	5.0	m	▲
이물질			1	0.04	㎡	1	0.04	㎡	-
조인트 상부 기초 시공미흡			1	1.0	EA	1	1.0	EA	-
체수			12	54.91	㎡	12	54.91	㎡	-
거푸집미제거			3	4.2	㎡	3	4.2	㎡	-
보수부 하자물량	단면손상	2016	-	-	㎡	-	-	㎡	-
		2017	3	1.24	㎡	3	1.24	㎡	-
		2018	-	-	㎡	6	3.70	㎡	▲

1)부대시설 물량 포함