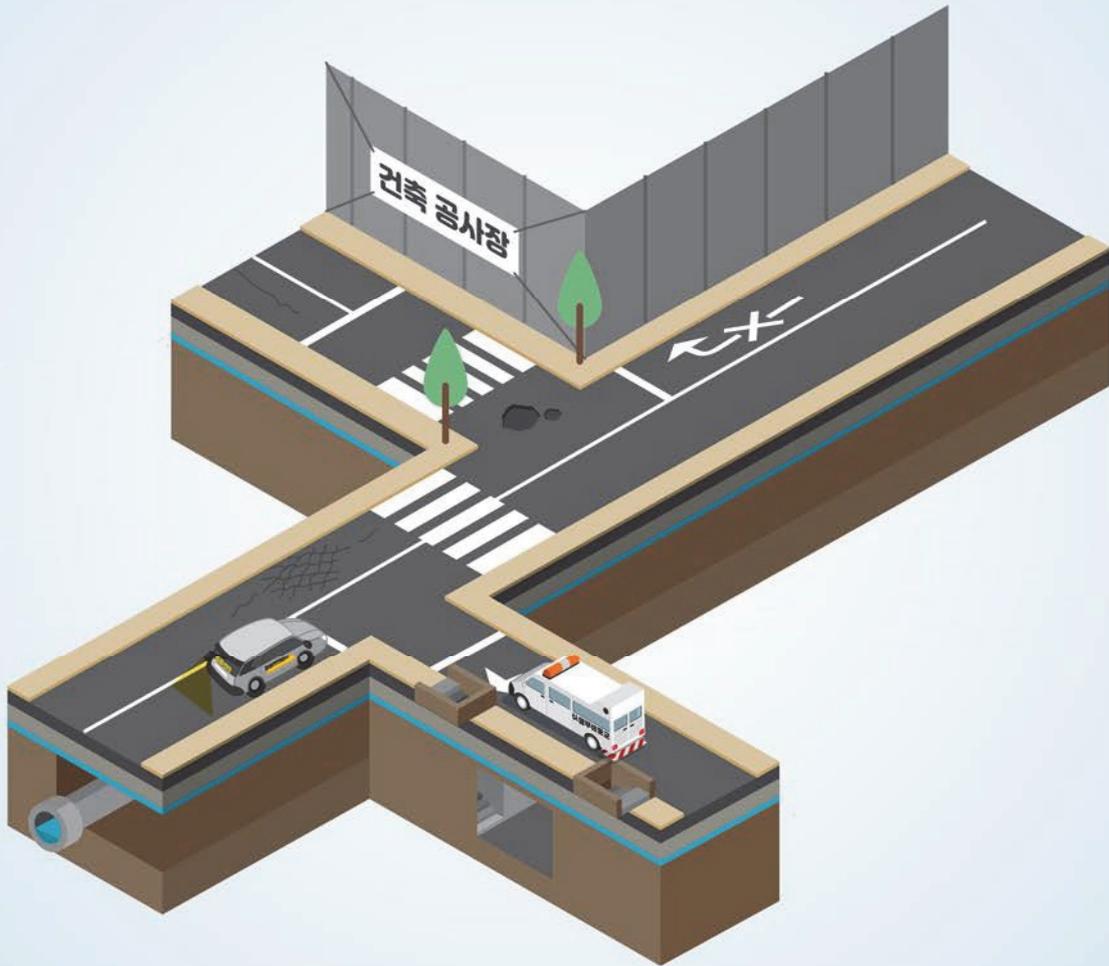


지하안전점검 표준매뉴얼

2021. 8



안전관리규정 수립 및 지하안전점검 실시 절차

1. 안전관리규정의 수립 절차

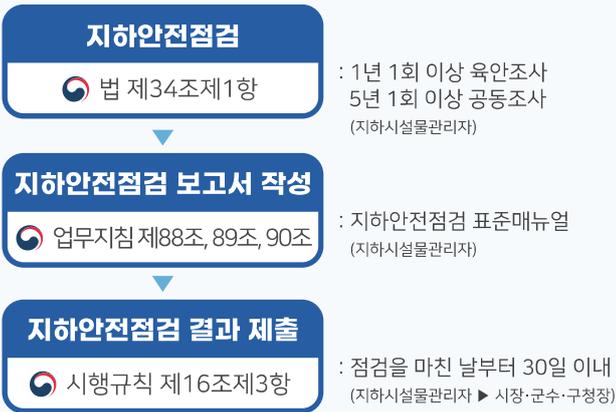


안전관리규정의 세부항목 및 수립기준

시행규칙 [별표 1]

- 지하시설물의 개요**
지하시설물의 명칭, 위치, 규모, 용도 및 관리주체 등
- 안전관리조직**
분야별 안전점검 및 확인을 위한 관리인원의 조직표
- 안전점검**
목적 | 지하시설물의 종류에 따른 안전점검의 구체적 목적
계획 | 효율적이고 안전한 점검을 위한 사전계획 및 준비에 관한 사항
시기 | 지하시설물의 철저한 점검 및 진단을 위하여 기후, 주변 환경의 변화, 시급성 등을 고려하여 가장 바람직한 시기·기간을 결정
- 안전 확보 및 유지관리 대책**
지하시설물과 주변지반의 안전 확보 및 유지관리에 관한 사항
- 비상시 긴급조치 및 복구계획**
지반침하 등 비상사태에 대비한 비상연락망, 응급조치 및 복구 등에 관한 사항

2. 지하안전점검 실시 절차



안전점검 대상 지하시설물

시행규칙 [별표 3]

「도로법」 제2조제1호의 도로 및 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」 제2조제6호가목 중 철도의 선로(선로에 딸리는 시설을 포함한다) 아래에 설치된 다음의 지하시설물



3. 지하안전점검 수행방법

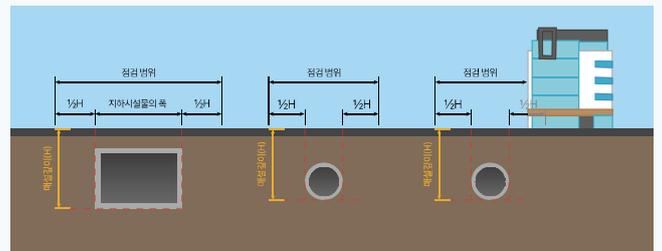


안전점검 대상 주변지반의 범위

시행규칙 [별표 3]

지하시설물을 중심으로 지하시설물의 매설 깊이의 2분의 1에 해당하는 범위의 지표

※ 건축물 등이 설치되어 기술적으로 안전점검이 어려운 경우 건축물을 제외한 나머지 면적에 대하여 안전점검을 실시함



지반침하위험도평가를 실시하는 경우

법 제34조, 35조

- 긴급복구공사를 완료한 경우
- 지하안전점검 결과 지반침하의 우려가 있다고 인정되는 경우
- 실태점검 결과 지반침하의 우려가 있다고 판단되는 경우

목 차

제 I 편 지하안전점검 업무 매뉴얼		제1장 육안조사 개요 51
제1장 서론 1	1.1 개요 3	1.2 지하시설물 현황 및 조사대상 53
1.2 용어의 정의 6	1.3 점검범위 9	1.3 사용장비 및 기기 현황 56
1.3 점검범위 9	1.4 지하안전점검 시 안전관리 10	1.4 조사 수행일정 57
1.4 지하안전점검 시 안전관리 10	제2장 자료조사 및 분석 59	2.1 지하시설물 유지관리에 관한 사항 61
제2장 육안조사 11	2.1 개요 13	2.2 지반침하 및 공동 발생 이력 61
2.1 개요 13	2.2 조사절차 13	2.3 기존 지하안전점검 결과 63
2.2 조사절차 13	2.3 자료조사 14	제3장 육안조사 결과 및 평가 65
2.3 자료조사 14	2.4 조사계획 수립 14	3.1 조사방법 67
2.4 조사계획 수립 14	2.5 조사방법 16	3.2 조사결과 및 평가 70
2.5 조사방법 16	2.6 조사결과 작성 및 평가 20	제4장 종합결론 75
2.6 조사결과 작성 및 평가 20	2.7 보고서 작성방법 26	4.1 종합결론 77
2.7 보고서 작성방법 26	제3장 공동조사 27	4.2 공동조사 실시 결정 사항 77
제3장 공동조사 27	3.1 개요 29	4.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항 78
3.1 개요 29	3.2 조사절차 29	4.4 기타 필요한 사항 78
3.2 조사절차 29	3.3 자료조사 30	제III 편 공동조사 보고서 작성 매뉴얼
3.3 자료조사 30	3.4 조사계획 수립 30	공동조사 보고서 작성방법 요약 81
3.4 조사계획 수립 30	3.5 조사방법 31	요약문 83
3.5 조사방법 31	3.6 조사결과 작성 및 평가 36	I. 참여기술자 명단 85
3.6 조사결과 작성 및 평가 36	3.7 보고서 작성방법 39	II. 지하시설물 현황 85
3.7 보고서 작성방법 39	제II 편 육안조사 보고서 작성 매뉴얼	III. 공동조사 결과 요약 86
제II 편 육안조사 보고서 작성 매뉴얼	육안조사 보고서 작성방법 요약 43	제1장 공동조사 개요 89
육안조사 보고서 작성방법 요약 43	요약문 45	1.1 조사의 목적 91
요약문 45	I. 참여기술자 명단 47	1.2 지하시설물 현황 및 조사대상 91
I. 참여기술자 명단 47	II. 지하시설물 현황 47	1.3 사용장비 및 기기 현황 94
II. 지하시설물 현황 47	III. 육안조사 결과 요약 48	1.4 조사 수행일정 98
III. 육안조사 결과 요약 48		

제2장 자료조사 및 분석	99
2.1 지하시설물 유지관리에 관한 사항	101
2.2 지반침하 및 공동 발생 이력	101
2.3 기존 지하안전점검 결과	103
제3장 공동조사 결과 및 평가	105
3.1 조사방법	107
3.2 조사결과 및 평가	109
제4장 종합결론	113
4.1 종합결론	115
4.2 공동 복구에 관한 사항	115
4.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항	116
4.4 기타 필요한 사항	116

제 1 편 지하안전점검 업무 매뉴얼

제1장 서론

제2장 육안조사

제3장 공동조사

제 1 장 서론

1.1 개요

1.2 용어의 정의

1.3 점검범위

1.4 지하안전점검 시 안전관리

제 1 장 서론

1.1 개요

1.1.1 안전관리규정

- 지하안전점검의 목적은 지하시설물관리자가 『지하안전관리에 관한 특별법(이하 “지하안전법”이라 한다.)』 제10조제2항에 따라 소관 지하시설물 및 주변지반에 대한 안전점검 및 유지관리규정(이하 “안전관리규정”이라 한다.)을 수립하고 이에 따른 안전점검을 정기적으로 실시하도록 함으로써 지반 침하 및 관련 사고를 예방하고자 함에 있다.
- 지하시설물관리자는 소관 지하시설물에 대한 「안전관리규정」을 시설물 사용개시일 30일 전까지 관할 시장·군수·구청장에게 제출하여야 하며, 「안전관리규정」을 변경하는 경우에는 변경된 「안전관리규정」을 시행하는 날을 기준으로 한다.
- 『지하안전관리에 관한 특별법 시행규칙(이하 “시행규칙”이라 한다.)』 제2조에 따른 [별표 1] 「안전관리규정의 세부항목 및 수립기준」은 다음과 같다.

[표 1.1] 안전관리규정의 세부항목 및 수립기준

1. 지하시설물의 개요		• 지하시설물의 명칭, 위치, 규모, 용도 및 관리주체 등
2. 안전관리조직		• 안전관리조직 및 임무에 관한 사항으로서 지하시설물의 관리에 관한 토목건축, 전기통신, 기계설비 등 분야별 안전점검 및 확인을 위한 관리인원의 조직표
3. 안전점검	가. 안전점검의 목적	• 지하시설물의 종류에 따른 안전점검의 구체적 목적
	나. 안전점검 계획	• 효율적이고 안전한 점검을 위한 사전계획 및 준비에 관한 사항 1) 점검을 수행하는 데 필요한 인원, 장비 및 기기 2) 기존에 발생한 결함을 확인하기 위한 기존 점검 자료 3) 점검기간과 예상 작업시간 4) 주변 시설물 등의 관리자 또는 주민과의 협조체계 5) 특별한 주의가 필요한 사항에 대한 판단
	다. 점검시기	• 지하시설물의 철저한 점검 및 진단을 위하여 기후, 주변 환경의 변화, 시급성 등을 고려하여 가장 바람직한 시기·기간을 결정
4. 안전 확보 및 유지관리 대책		• 지하시설물의 보호, 보수 및 보강 등 지하시설물과 주변지반의 안전 확보 및 유지관리에 관한 사항
5. 비상시 긴급조치 및 복구계획		• 지반침하 등 비상사태에 대비한 비상연락망, 비상동원조직, 경보체제, 응급조치 및 복구 등에 관한 사항



[그림 1.1] 안전관리규정 수립 절차도

1.1.2 지하안전점검

- 지하안전점검 시에는 육안관찰이나 조사장비를 이용한 자료의 획득과정과 이를 분석하여 점검결과를 도출하는 과정에 따라 진행하고 목적 및 수준에 따라 육안조사와 공동(空洞)조사로 구분하여 실시한다.
- 지하시설물관리자는 『지하안전법』 제34조제1항 및 『시행규칙』 제16조제1항에 따라 소관 지하시설물 및 주변지반에 대하여 육안조사는 연 1회 이상, 공동조사는 5년에 1회 이상 실시하여야 한다.
- 지하안전점검의 실시 시기는 전차의 지하안전점검 종료일 익일로부터 기산하며, 기존 지하안전점검 결과 비교·분석을 통해 지하안전점검을 실시하여야 한다.
- 지하시설물관리자는 『지하안전관리 업무지침(이하 “업무지침”이라 한다.)』 제84조제3항에 의해, 수 개의 지하시설물이 중복되는 범위라 하더라도 각각 지하안전점검을 실시하여야 한다. 다만, 지하시설물관리자가 상호 협의한 경우에는 어느 하나의 기관에서 통합하여 지하안전점검을 할 수 있다.
- 지하시설물관리자는 안전점검을 마친 날부터 30일 이내에 그 결과를 시장·군수·구청장에게 제출하여야 한다.
- 지하시설물관리자는 시장·군수·구청장의 승인을 득한 즉시 지하안전정보시스템(JIS)에 보고서를 등록 하도록 한다.
- 지하안전점검에 사용하는 지표투과레이더(GPR) 탐사는 소요성능 및 측정의 정밀·정확도를 검증받은 장비를 사용하여야 한다.
- 공동조사를 대행할 시 책임기술자는 『건설기술 진흥법 시행령』 제4조에 따른 [별표 1]의 제3호다목에 속한 “토질·지질” 분야의 특급기술인으로 한다.



[그림 1.2] 지하안전점검 절차도

1.2 용어의 정의

- 지하안전점검 업무 매뉴얼에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1.2.1 지하안전점검 일반

- 지하(地下)
 - 개발·이용·관리의 대상이 되는 지표면 아래를 말한다.
- 지반침하
 - 지하개발 또는 지하시설물의 이용·관리 중에 주변지반이 내려앉는 현상을 말한다.
- 지하시설물
 - 상수도, 하수도, 전력시설물, 전기통신설비, 가스공급시설, 공동구, 지하차도, 지하철 등 지하를 개발·이용하는 시설물로서 『지하안전관리에 관한 특별법 시행령(이하 “시행령”이라 한다.)』 제2조의 각호에 따른 시설물을 말한다.
- 도로(시행령 제2조제8호)
 - 지상에 위치하는 ‘도로(아스팔트, 콘크리트 도로 등)’나 ‘철도선로(KTX·새마을·무궁화 열차가 운행하는 선로 등)’의 하부에 존재하는 『도로법』 제2조제1호의 도로(터널 등)를 말한다.
- 철도시설(시행령 제2조제10호)
 - 지상에 위치하는 ‘도로(아스팔트, 콘크리트 도로 등)’나 철도선로(KTX·새마을·무궁화 열차가 운행하는 선로 등)’의 하부에 존재하는 『철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률』 제2조제6호의 철도시설(지하에 존재하는 철도역사 등)을 말한다.
- 주변지반
 - 지하시설물이 매설된 상부 및 그 주변의 지표로서 『시행규칙』 [별표 3]의 제2호에 따른 범위를 말한다.
- 지하시설물관리자
 - 관계 법령에 따라 지하시설물의 관리자로 규정된 자나 해당 지하시설물의 소유자를 말한다. 이 경우 해당 지하시설물의 소유자와 관리계약 등에 따라 지하시설물의 관리책임을 진 자는 지하시설물관리자로 본다.
- 공동(空洞)
 - 지표 하부에 발생한 빈 공간으로 확대될 경우 지반침하 등이 발생할 수 있는 공간을 말한다.
- 지반침하위험도평가
 - 지반침하와 관련하여 구조적·지리적 여건, 지반침하 위험요인 및 피해 예상 규모, 지반침하 발생 이력 등을 분석하기 위하여 경험과 기술을 갖춘 자가 탐사 장비 등으로 조사를 실시하고 정량(定量)·정성(定性)적으로 위험도를 분석·예측하는 것을 말한다.

- 보수
 - 지하시설물의 내구성이나 지반, 도로 손상 등의 회복 또는 성능향상을 목적으로 한 유지관리 대책을 말한다.
- 보강
 - 지하시설물의 부재나 지하구조물의 내하력과 강성 등의 역학적인 성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 대책을 말한다.
- 지하안전정보시스템(JIS)
 - 『지하안전법』 제6조제2항제5호에 따른 지하안전에 관한 정보체계를 구축·운영하기 위하여 국토교통부장관이 『지하안전법』 제47조, 『시행령』 제42조의 사항이 포함된 정보를 종합관리하는 시스템을 말한다.

1.2.2 육안조사

- 육안조사
 - 경험과 기술을 갖춘 자가 육안이나 간단한 점검기구 등으로 검사하여 지하시설물 주변지반에 내재되어 있는 위험요인을 조사하는 행위를 말한다.
- 균열
 - (종방향 균열) 차선과 나란한 방향으로 발생한 균열로 약간 지그재그의 형태를 갖는 균열을 말한다.
 - (횡방향 균열) 도로의 진행 방향에 수직으로 발생한 균열을 말한다.
 - (거북등 균열) 포장체 표면에 발생한 균열들이 서로 연결되어 마치 거북등과 같은 형상을 띠고 있어 거북등 균열 또는 피로 균열이라고도 하며 보통 차륜 통과 구간의 종방향 균열에서 시작된다.
- 침하
 - 다짐 불량, 토사 유실 등으로 도로 등이 부분적으로 아래 방향으로 변위 된 상태를 말한다.
- 습윤상태
 - 지하시설물 파손 등으로 내부수가 주변지반으로 유출되어 도로 등의 표면을 젖게 만든 상태를 말한다.

1.2.3 공동조사

- 공동(空洞)조사
 - 지표투과레이더(GPR) 탐사를 이용하여 지하시설물 및 주변지반에 침하·공동 등의 발생 유·무를 파악하는 행위를 말한다.
- 지표투과레이더(GPR)탐사
 - 전자기 펄스를 이용한 천부의 지하구조 파악 및 지하시설물의 측량 방법을 말한다.
- 가탐심도(탐사가능심도)
 - 지표투과레이더(GPR)로 탐사할 수 있는 심도를 말한다.

- 레이더파 주파수가 낮을수록 가탐 심도는 높고 분해능은 낮아지며 주파수가 높을수록 가탐 심도는 낮고 분해능은 높아진다.
- 전기전도도
 - 매질에 흐르는 전류의 크기를 나타내는 상수를 말한다.
- 유전율
 - 매질이 전기를 저장할 수 있는 물질의 능력을 말한다.
- 유전상수
 - 매질의 유전율과 진공 상태의 유전율 사이의 비율을 말하며 비유전율 또는 상대 유전율이라고도 한다.
- 분해능
 - 인접된 두 개의 물체나 경계를 별개의 것으로 구별할 수 있는 최소거리를 말한다.
- 매질
 - 파동을 전달해주는 매개체가 되는 물질을 말한다.
- 반사파
 - 지중으로 방사된 전자파가 전기 특성이 다른 경계에서 반사되어 돌아오는 파동을 말한다.
- 이상 신호
 - 지표투과레이더(GPR) 탐사에서 반사파의 진폭에 따라 착색된 데이터를 해석한 결과 주변지반의 기록과 상이한 신호를 보이며 지하에 공동이 있을 것으로 예상되는 신호를 말한다.
- 공동 토포
 - 아스팔트 포장면에서 공동 상부(천단)까지의 두께를 말한다.
- 공동 내부깊이
 - 아스팔트 포장층 하부의 혼합기층에 주로 위치하는 공동 몸체의 깊이로, 공동의 상부부터 바닥까지의 깊이를 말한다.

1.3 점검범위

1.3.1 지하안전점검 대상 지하시설물

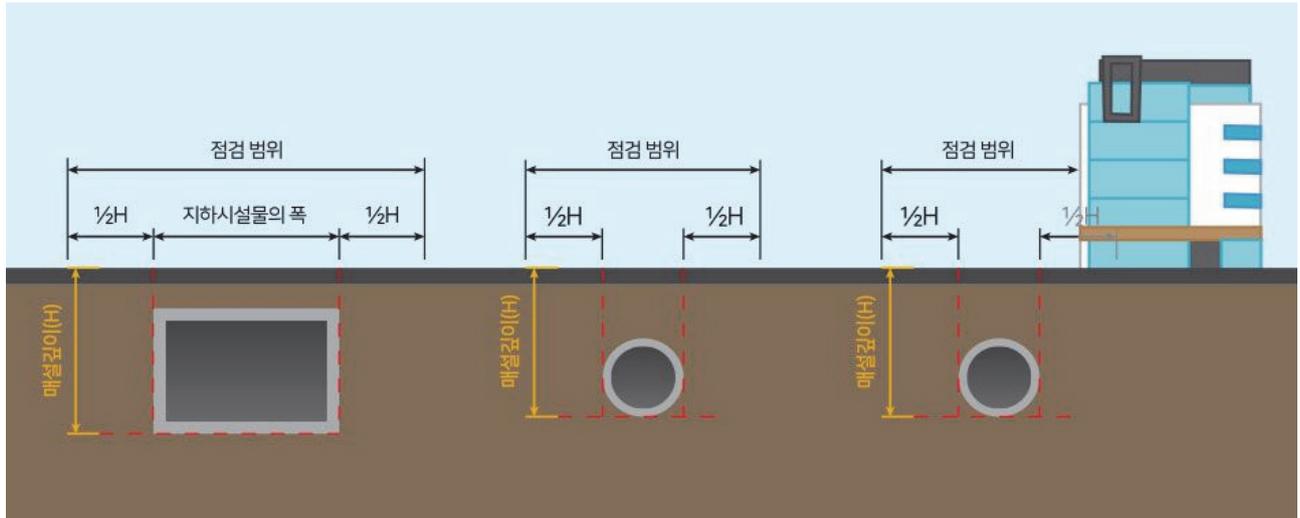
- 『시행규칙』 제16조제1항에 따른 [별표 3]의 「1. 안전점검 대상 지하시설물」은 다음과 같다.

[표 1.2] 지하안전점검 대상 지하시설물의 종류

구 분	세 부 내 용
1. 안전점검 대상 지하시설물	<p>「도로법」 제2조제1호의 도로 및 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」 제2조제6호가목 중 철도의 선로(선로에 딸리는 시설을 포함한다. 이하 같다) 아래에 설치된 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 지하시설물</p> <p>가. 시행령 제2조제1호의 수도 중 직경 500밀리미터 이상의 상수도관 나. 시행령 제2조제2호의 하수도 중 직경 500밀리미터 이상의 하수도관 다. 시행령 제2조제3호의 전기설비 중 직경 500밀리미터 이상의 전기설비 라. 시행령 제2조제4호의 전기통신설비 중 직경 500밀리미터 이상의 전기통신설비 마. 시행령 제2조제5호의 가스공급시설 중 직경 500밀리미터 이상의 가스공급시설 바. 시행령 제2조제6호의 공급시설 중 직경 500밀리미터 이상의 수송관 사. 시행령 제2조제7호의 공동구, 지하도로 및 지하광장 아. 시행령 제2조제8호의 도로 자. 시행령 제2조제9호의 도시철도시설 차. 시행령 제2조제10호의 철도시설 카. 시행령 제2조제11호의 주차장 타. 시행령 제2조제13호의 지하도상가</p>
비 고	<p>1. 제1호다목부터 마목까지의 안전점검 대상 지하시설물의 경우 해당 시설물이 다발관의 형태인 경우에는 다발관을 구성하는 관의 단면적의 합과 같은 면적을 가지는 원의 직경을 해당 시설물의 직경으로 본다.</p> <p>2. 제1호다목부터 마목까지의 안전점검 대상 지하시설물의 경우 해당 시설물이 원형이 아닌 경우에는 해당 시설물의 횡단면적 중 가장 넓은 면적과 같은 면적을 가지는 원의 직경을 해당 시설물의 직경으로 본다.</p>

1.3.2 지하안전점검 대상 주변지반의 범위

- 『시행규칙』 제16조제1항에 따른 [별표 3]의 「2. 안전점검 대상 주변지반의 범위」는 다음과 같다.
 - 지하시설물을 중심으로 지하시설물의 매설 깊이의 2분의 1에 해당하는 범위의 지표(이하 “주변지반”이라 한다)에 대하여 안전점검을 실시한다. 다만, 주변지반에 건축물 등이 설치되어 기술적으로 안전점검이 어려운 경우에는 건축물이 설치된 면적을 제외한 나머지 면적에 대하여 안전점검을 실시한다.
- 위 항목에 따라 주변지반의 범위를 지하시설물의 폭 양 끝단에서 매설 깊이의 2분의 1에 해당하는 범위를 포함한 지표를 대상으로 하며, 이때 지하시설물의 매설 깊이는 지하시설물 최하단까지로 한다.



[그림 1.3] 지하안전점검 주변지반의 범위

1.4 지하안전점검 시 안전관리

- 지하안전점검 실시자는 지하안전점검 장비 및 기기 등을 안전하게 운용하고 안전점검을 안전하게 수행하도록 안전관리계획을 수립하여야 한다.
 - 지하안전점검 실시자는 안전모, 작업복, 작업화 등과 필요한 경우 기타 보호장비 등을 포함한 개인용 보호장구를 항상 착용하여야 하며, 측정장비 및 기기를 항상 최적의 상태로 정비하여야 한다.
 - 도로 노면에서의 작업이 필요할 경우에는 교통량 등에 대한 조사와 대책을 사전에 마련하여야 하며, 공공의 안전측면에서 지하시설물의 안전점검 실시기간 동안 교통통제와 작업공간 확보를 위하여 적절한 계획을 수립·시행하여야 한다.
 - 지하안전점검 시 현장조사의 난이도, 위험도를 고려하여 안전수칙 등을 수립하고 이에 따라 점검자 교육을 실시하도록 한다.
 - 지하안전점검 수행에 지장을 주는 요인이 있을 경우 관리주체의 협조를 얻어 안전조치를 취한 후에 안전점검을 실시한다.

제 2 장 육안조사

2.1 개요

2.2 조사절차

2.3 자료조사

2.4 조사계획 수립

2.5 조사방법

2.6 조사결과 작성 및 평가

2.7 보고서 작성방법

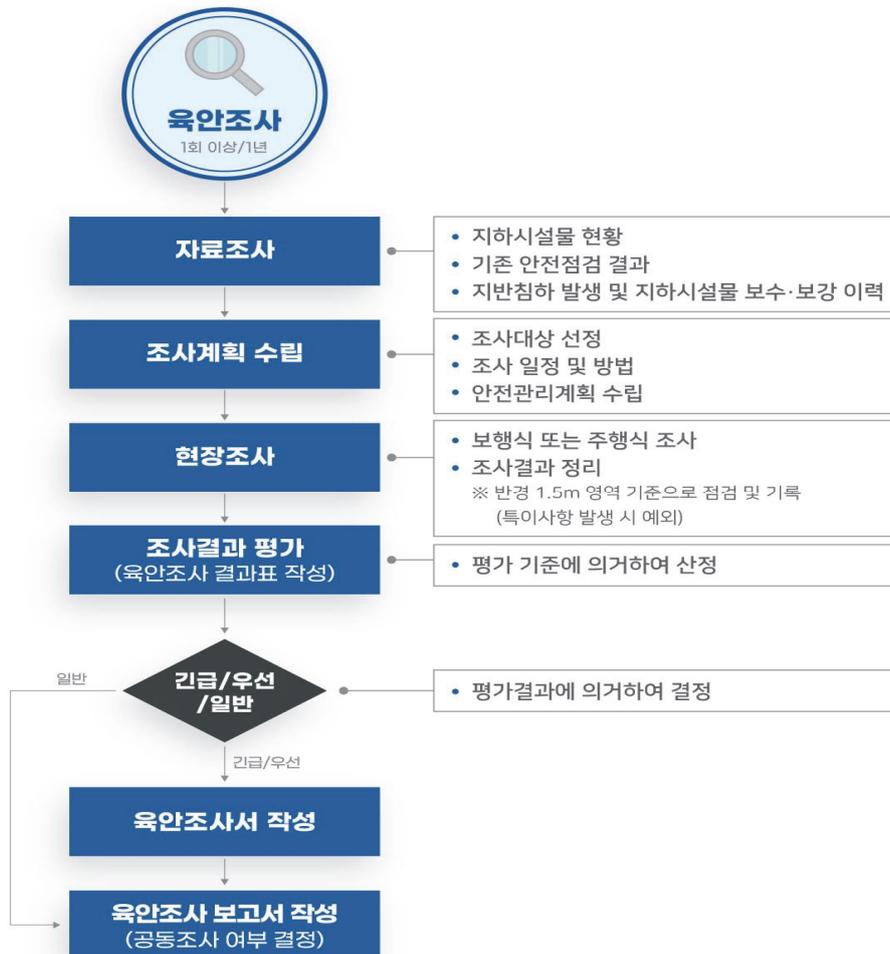
제 2 장 육안조사

2.1 개요

- 지하시설물 주변지반의 안정성을 확인하기 위하여 간단한 측정·시험장비를 활용하여 육안조사를 실시한다. 육안조사 시 지하시설물 주변지반의 현 상태를 정확히 판단하고 최초 또는 이전에 기록된 상태에서부터의 변화를 확인하여야 한다.
- 조사자는 육안조사 결과 광범위한 균열이 발생하는 등 지반침하 또는 공동 발생 위험이 있다고 판단되는 손상구간에 대해서는 가능한 범위에서 상세하게 기록하고 해당 구간의 공동조사 여부를 결정하여야 한다. 또한 조사자는 해당 손상구간에 대한 조사결정 사항을 지하시설물관리자에게 통보하여 안전조치를 취하도록 하여야 한다.

2.2 조사절차

- 육안조사는 크게 자료조사와 현장조사로 구분되며, 조사결과를 바탕으로 손상별 평가등급을 산정하고 평가등급에 부합하는 유지·관리 등의 대책을 제시하여야 한다.



[그림 2.1] 육안조사 절차도

2.3 자료조사

- 지하시설물 주변지반에 대한 조사만으로는 지반침하 및 공동의 발생 가능성을 예측하기에는 한계가 있으므로 지하시설물의 매설 현황, 기존 지하안전점검 결과, 지반침하 발생 현황 및 보수·보강 이력 등의 자료조사를 실시한다.

[표 2.1] 자료조사 항목

구 분	세부 조사내용	비 고
지하시설물	<ul style="list-style-type: none"> 지하시설물의 매설 현황 파악 <ul style="list-style-type: none"> - 관경, 연장, 위치, 매설 심도 및 년도 등 - 원형이 아니거나 다발관 형태인 경우 환산 직경 지하시설물의 보수·보강, 교체, 이설 이력 	
기존 지하안전점검	<ul style="list-style-type: none"> 기존 지하안전점검 결과 	
지반침하(공동) 발생 이력	<ul style="list-style-type: none"> 지반침하 및 공동 발생 이력 <ul style="list-style-type: none"> - 발생 현황 및 원인, 복구에 관한 사항 등 	

- 육안조사 결과의 평가는 현장조사를 통한 직접요인과 자료조사를 통한 간접요인으로 구분되며, 간접요인의 평가를 위하여 지하시설물의 노후도를 기산할 수 있는 매설년도, 지반침하(공동) 발생 및 지하시설물 보수·보강 이력을 신뢰성 있게 조사하여야 한다.

[표 2.2] 자료조사를 통한 간접요인 조사 항목 및 내용

구 분	조사항목	세부 조사내용
자료조사 (간접요인)	지하시설물 노후도	<ul style="list-style-type: none"> 지하시설물의 공용년수(또는 준공년수)
	지반침하(공동) 발생 및 지하시설물 보수·보강 이력	<ul style="list-style-type: none"> 최근 1년 이내 지반침하 및 공동 발생 이력 최근 1년 이내 지하시설물 손상, 파손 등으로 인한 보수·보강 이력

2.4 조사계획 수립

- 효율적이고 실효성 있는 육안조사 수행을 위하여 철저한 조사계획 수립이 필요하며, 조사계획에는 다음의 사항이 포함되어야 한다.

2.4.1 조사대상 선정

- 지하시설물관리자 또는 조사자는 지하시설물의 종류, 규모, 연장, 매설 위치, 매설 심도, 교체 및 이설 등을 조사분석하여 육안조사 대상 주변지반을 선정하고, 현장조사를 위한 효율적인 계획(조사노선 등)을 수립한다.
- 조사대상을 지하시설물의 연결성과 조사의 효율성을 고려하여 세부 조사측선으로 구분하여 조사를 수행한다. 조사측선은 시·군·구 단위 내에 위치하도록 구분하여야 한다.
- 자료조사 결과, 기존 지반침하(공동) 발생 및 지하시설물 손상, 파손 등에 대한 보수·보강 구간, 기존 지하안전점검 결과에서 긴급·우선 평가 또는 공동 발생 구간에 대해서는 면밀한 현장조사가 수행될 수 있도록 조사계획을 수립하여야 한다.

2.4.2 조사 일정 및 방법

- 현장여건, 현장조사 수행방법, 조사대상 물량 등을 고려하여 적절하게 육안조사 수행 인원과 측정장비 및 기기의 투입계획을 수립하여야 한다.
- 현장조사 수행방법은 인력에 의한 보행식과 차량에 의한 주행식으로 구분되며, 현장여건 등을 고려하여 보행식 또는 주행식 조사방법 중 하나의 방법을 선택하거나 두가지 방법을 적절히 적용하여 현장조사를 수행할 수 있도록 사전에 계획을 수립하여야 한다.
 - 보행식 조사 : 조사대상 주변지반을 조사자가 직접 보행하며 육안 관찰·측정하는 방법
 - 주행식 조사 : 조사대상 주변지반을 영상촬영이 가능한 장비를 탑재한 차량으로 이동하며 노면영상을 수집·분석하는 방법
- 현장조사 기간과 일정은 투입인력·현장여건·기후·온도·교통량 등을 고려하여 계획을 수립하며, 도로점용으로 인한 교통통제가 필요한 경우 교통량, 첨두시간(혼잡시간) 등의 분석을 통해 시민의 불편을 최소화할 수 있는 날짜·시간대를 선정한다.

2.4.3 안전관리계획 수립

- 조사자는 안전사고 발생을 예방하기 위하여 위험요인 등에 대한 안전관리계획을 수립·시행하여야 한다.
- 현장조사 시 교통통제와 조사공간 확보를 위하여 적절한 계획을 수립한다.
 - 차량 등의 통행이 이루어지는 도로 등의 상부에서 손상의 관찰·측정 등을 수행하여야 함으로 충분한 교통안전시설물을 설치하여 주의구간과 완화구간, 작업구간을 확보하고 신호수를 배치하는 방식의 교통관리대책을 수립하여야 하며, 도로점용이 필요한 경우 사전에 도로점용허가를 관계기관에 득하도록 한다.

- 도로에서의 안전관리계획은 『도로 공사장 교통관리 지침(국토교통부, 2018)』을 준용하도록 하며, 조사자는 『도로교통법』, 『도로법』, 『산업안전보건법』 등 관련 법규를 반드시 준수하여 작업 중 발생할 수 있는 각종 안전사고에 철저히 대비하여야 한다.

2.5 조사방법

2.5.1 일반

- 지반침하(함몰) 원인은 내부적인 변화요소(지하수 변화, 지하매설물파손 등)부터 외부적인 변화요소(차량 하중, 지진, 지반굴착 등)로 다양한 요인으로 발생하므로 조사자는 대상 지반의 지형, 지질특성, 매설물의 설계, 시공, 유지관리 등의 충분한 자료조사 등을 취합하여 전문적인 관점에서 신중한 조사가 이루어져야 한다.
- 다짐이 불량하여 나타나는 침하는 다짐이 시행된 지역 전체에 걸쳐 비교적 일정한 침하패턴을 나타내는 경우가 많으나, 공동에 의한 침하의 경우 부분적으로 나타나며 지표면에서 관찰되지 않을 수 있으므로 주의하여야 한다.
- 또한, 지하굴착 시 이완된 지반의 재배열 및 응력 재분배 과정에서 인접 지반의 국부적인 활동(함몰) 등에 의해서 침하범위가 확대될 수도 있으므로 인접 지역의 함몰 여부 등도 주의 깊게 조사하여야 한다.
- 육안조사는 조사대상 지하시설물의 상부(도로 및 철도)에서 주변지반의 상태를 조사하는 방법으로 지하시설물의 매설 현황과 현장여건 등을 감안하여 보행식 조사와 주행식 조사 중 적절한 방법을 선택하거나 두가지 방법을 적절히 적용하여 수행할 수 있다.

2.5.2 보행식 조사

- 보행식 조사는 현장조사 시 조사자가 직접 지하안전점검 범위(도로 및 철도)를 보행하며 주변지반의 손상 정도를 관찰·측정·기록한다.
- 손상구간에 대한 현장 사진, 조사구간의 주변 현황 사진, 위치 정보 기록은 스마트폰 애플리케이션, 휴대용 GPS 등의 휴대장치를 활용할 수 있다.
- 조사결과, 손상이 발생한 구간은 평가 점수 및 등급을 산정하고 “육안조사 결과표”를 작성한다. 평가등급이 우선·긴급으로 산정된 손상구간에 대해서는 “육안조사서”를 작성하고 등급에 따라 적절한 유지관리 또는 보수·보강 방안을 제시하도록 한다.
- 보행식 조사를 수행할 경우 적절한 교통안전관리대책과 조사자의 안전관리대책 등 필요한 안전관리 계획을 수립하고 조사자는 이를 반드시 준수하여야 한다.



01. 자료조사

- 지하시설물 위치 및 현황 분석 (노후도, 보수·보강 이력 등)
- 관련자료 분석 (기존 지하안전점검 결과, 지반침하(공동) 발생 이력)



02. 조사계획 수립

- 조사대상 선정
- 조사일정 및 방법
- 안전관리계획 수립



03. 현장조사

- 조사대상을 보행하며 조사 실시
- 조사된 손상의 정도를 측정·기록
- 스마트폰 등의 기기를 활용하여 위치 등을 기록



04. 평가 등급 산정 및 육안조사서 작성

- 자료조사 및 현장조사 결과를 바탕으로 육안조사 결과표 작성
- 육안조사서 작성
- 공동조사가 필요한 손상구간 선정

[그림 2.2] 보행식 조사 절차도

2.5.3 주행식 조사

- 주행식 조사는 노면 영상촬영 등이 가능한 장비를 탑재한 차량으로 이동하며 노면 영상 및 위치정보를 수집하여 지하시설물 주변지반의 손상 여부를 조사하는 방법으로 차량 진입이 불가능한 일부 구간에 대해서는 보행식 조사를 병행할 수 있다.
 - 노면 영상은 수집된 GPS 기록, 주변 영상정보와 동기화하여 해당 노면의 정확한 위치정보를 확인할 수 있어야 한다.
 - 노면 및 주변 영상정보는 스마트폰, 블랙박스 등의 영상촬영 장비를 활용하여 수집할 수 있으며, 위치 정보는 스마트폰의 GPS 앱 등을 활용하여 기록할 수 있다.
- 영상자료 분석결과, 손상의 정도가 심하여 정밀하게 추가 조사가 필요하다고 판단된 손상구간에 대해서는 현장 확인조사(보행식 조사)를 수행하여야 한다. 현장 확인조사는 “2.5.2 보행식 조사”에 기술된 방법에 따라 실시한다.

- 영상촬영조사 및 현장 확인조사 결과, 손상이 발생한 구간은 평가 점수 및 등급을 산정하고 “육안조사 결과표”를 작성한다. 평가등급이 우선·긴급으로 산정된 손상구간에 대해서는 “육안조사서”를 작성하고 등급에 따라 적절한 유지관리 또는 보수·보강 방안을 제시하도록 한다.



01. 자료조사

- 지하시설물 위치 및 현황 분석 (노후도, 보수·보강 이력 등)
- 관련자료 분석 (기존 지하안전점검 결과, 지반침하(공동) 발생 이력)

02. 조사계획 수립

- 조사대상 선정
- 조사일정 및 방법
- 안전관리계획 수립

03. 현장조사(영상촬영) 및 결과분석

- 조사 대상 구간을 노면영상 촬영이 가능한 장비를 탑재한 차량으로 이동하며 노면영상 및 위치정보 수집 (블랙박스, 스마트폰 GPS 등)
- 촬영된 영상분석 및 손상구간 분석
- 현장확인조사 필요 손상구간 선정

04. 현장확인조사(보행식)

- 현장확인이 필요한 손상구간과 차량 진입이 불가한 조사 대상 구간에 대하여 보행에 의한 조사 실시
- 조사된 손상의 정도를 측정·기록
- 스마트폰 등의 기기를 활용하여 위치 등을 기록

05. 평가 등급 산정 및 육안조사서 작성

- 자료조사 및 현장조사 결과를 바탕으로 육안조사 결과표 작성
- 육안조사서작성
- 공동조사가 필요한 손상구간 선정

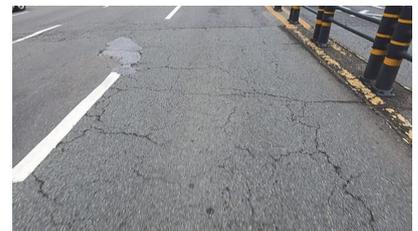
[그림 2.3] 주행식 조사 절차도



(a) 위치정보 기록 (스마트폰 GPS앱 활용)



(b) 주변영상 촬영에 위치정보 (스마트폰, 블랙박스 등 활용)



(c) 노면영상 촬영 (스마트폰, 블랙박스 등 활용)

[그림 2.4] 주행식 조사를 통한 위치정보 및 영상정보 취득 활용(예시)

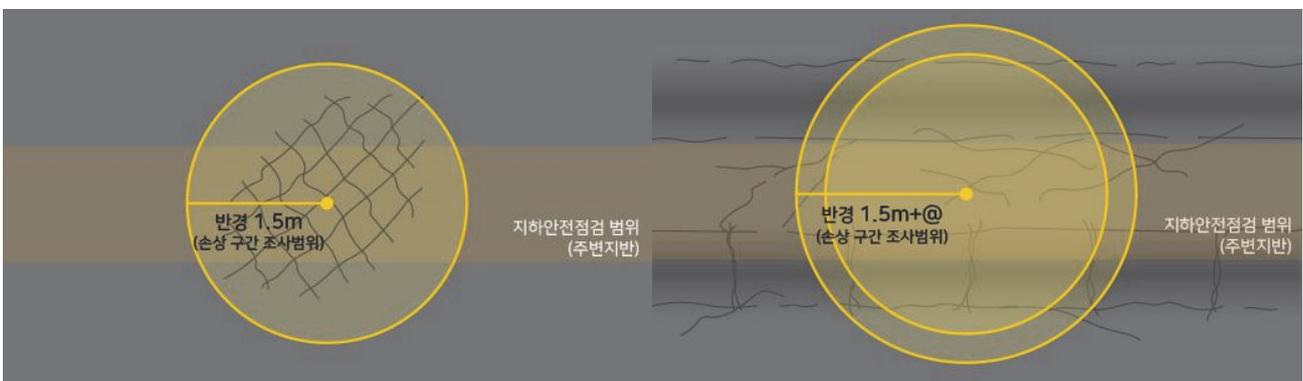
2.5.4 조사항목

- 지하안전점검 대상 범위에 대한 현장조사 수행 시 침하, 균열, 습윤상태 등의 손상 발생 유무를 조사하고 손상이 발견된 구간에 대하여 간단한 측정·시험 장비를 사용하여 손상의 정도를 파악·기록한다.
- 지반침하사고 또는 공동 발생의 징후가 될 수 있는 주요 손상상태에 대한 조사내용은 [표 2.3]과 같다. 이외에 지반침하사고 및 공동 발생에 영향이 있다고 조사자가 판단한 손상상태에 대해서도 조사·기록할 수 있다.

[표 2.3] 주요 손상상태

구 분	손상상태	세부 조사내용
현장조사 (직접요인)	침하	<ul style="list-style-type: none"> • 양호한 주변지반을 기준으로 변위지점에 대한 침하 정도를 조사한다. • 균열을 동반한 침하의 경우 단차를 조사한다.
	균열	<ul style="list-style-type: none"> • 균열이 발생되지 않은 상태를 기준으로 종·횡방향 균열, 거북등 균열, 원형 균열 등 발생한 균열의 종류를 조사한다.
	습윤상태	<ul style="list-style-type: none"> • 외부요인 없이 지표의 일부가 젖어있거나 관 내부수의 지표 유출, 흐름 여부를 관찰하고 정도를 표시한다.

- [그림 2.5-a]와 같이 손상구간 조사범위의 경우 손상이 가장 심한 지점의 중심을 기준으로 최소 1.5m 반경 이상의 구간을 조사하는 것을 원칙으로 한다.
- 다만, [그림 2.5-b]와 같이 조사구간의 손상 정도가 균일하게 연속성을 지닌 경우, 조사자의 판단에 따라 조사범위를 유연하게 확대하여 적용하고, 해당 구간의 손상 현황 및 정도, 조사내용을 조사자 의견에 반드시 기술하도록 한다.



(a) 손상구간이 국부적인 경우

(b) 손상 정도가 균일하게 연속성을 지닌 경우

[그림 2.5] 손상구간의 조사범위

2.6 조사결과 작성 및 평가

- 현장조사 결과를 정리·분석하고 자료조사와 현장조사 결과를 비교·검토하여 손상구간에 대하여 평가등급을 부여하며, 결정된 손상구간의 평가등급에 따른 유지·관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항을 “종합결론 및 건의”에 기술한다.

2.6.1 조사결과 작성

- 손상구간에 대하여 현장조사 및 자료조사 결과를 [표 2.7] “육안조사 결과표” 양식 따라 작성하여야 한다. 작성 시 침하의 정도는 현장조사 시 측정된 값을, 균열과 습윤상태는 현장조사 시 관찰평가한 결과를, 노후도와 지반침하 발생 등의 이력은 자료조사에서 획득한 결과를 기입한다.
- 침하, 균열, 습윤상태 등이 발생 한 손상구간이 맨홀 또는 집수구, 버스정류장 주변, 횡단보도 내에 위치할 경우, [표 2.7] “육안조사 결과표”의 조사자 의견에 해당 사항을 기술하여 지하시설물관리자가 유지·관리 대책 마련 시 참고할 수 있도록 하여야 한다.

2.6.2 조사결과 평가

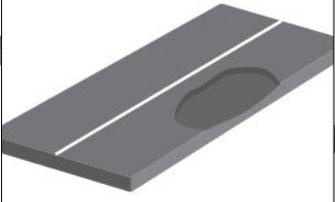
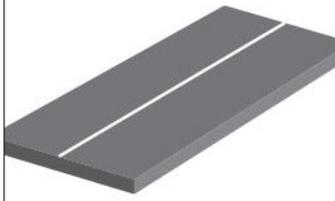
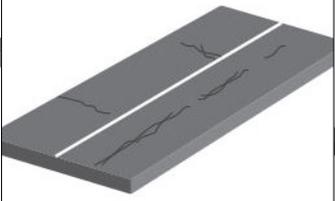
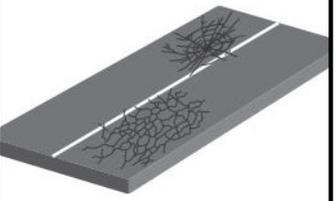
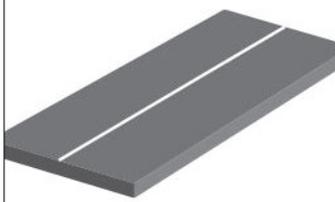
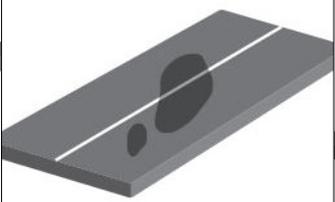
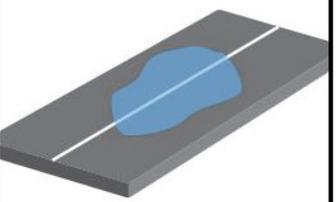
가. 평가항목별 등급 및 배점 기준

- 직접요인(현장조사)과 간접요인(자료조사)에 대한 평가 항목 및 내용은 [표 2.4]와 같다. 평가항목별 등급은 양호, 보통, 불량 의 세 등급으로 분류되며, 각각의 평가항목이 지반침하 또는 공동 발생 위험성에 차지하는 중요도에 따라 평가점수가 산정되도록 [표 2.5]와 같이 배점 기준을 제시하였다.
- 지하시설물 노후도, 지반침하(공동) 및 지하시설물 손상, 파손에 따른 보수·보강 이력 등 간접요인 평가를 위한 자료를 조사하지 못하거나 파악이 불가능한 경우, 안전을 고려하여 해당 평가항목의 배점 기준 중 최고 점수를 적용한다.

[표 2.4] 육안조사(현장조사 및 자료조사) 평가 항목 및 내용

구 분	평 가 항 목	평 가 내 용
현장조사 (직접요인)	침하	<ul style="list-style-type: none"> • 양호한 주변지반을 기준으로 변위지점에 대한 침하 정도 • 균열을 동반한 침하의 경우 단차 여부
	균열	<ul style="list-style-type: none"> • 균열이 발생되지 않은 상태를 기준으로 종·횡방향 균열, 거북등 균열, 원형 균열 등 발생한 균열의 종류
	습윤상태	<ul style="list-style-type: none"> • 외부요인 없이 지표의 일부가 젖어있거나 관 내부수의 지표 유출, 흐름 여부
자료조사 (간접요인)	지하시설물 노후도	<ul style="list-style-type: none"> • 지하시설물의 공용년수(또는 준공년수)
	지반침하(공동) 및 지하시설물 보수·보강 이력	<ul style="list-style-type: none"> • 최근 1년 이내 지반침하 및 공동 발생 이력 • 최근 1년 이내 지하시설물 손상, 파손 등으로 인한 보수·보강 이력

[표 2.5] 육안조사 평가항목별 등급 및 배점 기준

평가항목		평가등급	양 호	보 통	불 량	
현장 조사	침하	상태	<ul style="list-style-type: none"> 양호한 경우 (50mm 이하) 	<ul style="list-style-type: none"> 부분적으로 침하가 발생한 경우 (50~100mm) 	<ul style="list-style-type: none"> 전면에 걸쳐 침하가 발생 한 경우 (100mm 이상) 균열을 동반한 단차가 발생한 경우 	
		예시				
		점수	0	3	9	
	균열	상태	<ul style="list-style-type: none"> 균열이 없는 경우 	<ul style="list-style-type: none"> 종방향 균열, 횡방향 균열이 발생한 경우 	<ul style="list-style-type: none"> 거북등 균열, 원형 균열 등이 발생한 경우 	
		예시				
		점수	0	1	3	
	습윤 상태	상태	<ul style="list-style-type: none"> 건조된 상태 	<ul style="list-style-type: none"> 외부요인 없이 약간의 습윤 상태이거나 습윤흔적이 있는 경우 	<ul style="list-style-type: none"> 외부요인 없이 관 내부수의 지표 유출, 흐름이 있는 경우 	
		예시				
		점수	0	1 ~ 3	9	
자료 조사	노후도	상태	<ul style="list-style-type: none"> 지하시설물의 공용년수가 10년 미만 	<ul style="list-style-type: none"> 지하시설물의 공용년수가 10년 이상 30년 미만 	<ul style="list-style-type: none"> 지하시설물의 공용년수가 30년 이상 	
		점수	0	1	2	
	지반침하 등의 발생 이력	상태	<ul style="list-style-type: none"> 1년 이내에 지반침하, 공동 발생 이력과 지하시설물의 손상, 파손으로 인한 보수·보강 이력이 없는 경우 	<ul style="list-style-type: none"> 1년 이내에 지반침하, 공동 발생 이력과 지하시설물의 손상, 파손으로 인한 보수보강 이력이 있는 경우 		
		점수	0	1		

※ 「습윤상태」 평가항목의 보통등급은 제시된 평가점수 범위 내에서 조사자의 판단으로 점수를 부여할 수 있으며, “육안 조사 결과표”의 「조사자 의견」란에 판단 사유를 기술한다.

※ 대규모 침하 등의 특이사항 발생 시 “육안조사 결과표”의 「조사자 의견」란에 상세한 현황을 기록한다.

※ 간접요인의 자료를 조사하지 못한 경우 또는 자료를 파악할 수 없는 경우에는 각 평가항목 배점기준 중 최고점수를 적용한다.

나. 조사결과 평가

- 손상구간에 대하여 현장조사와 자료조사 결과를 토대로 [표 2.5]의 배점기준에 따라 평가항목별로 점수를 부여하고 평가항목의 점수를 합산하여 손상구간의 평가점수를 산정한다. [표 2.6]을 참고하여 산정된 평가점수에 따라 손상구간의 평가등급 결정한다.
- 손상구간의 평가결과에 대하여 [표 2.7] “육안조사 결과표”를 작성한다. 다만, [표 2.5] “육안조사 평가항목별 등급 및 배점 기준”과 [표 2.6] “육안조사 평가등급 기준 및 등급별 조치방법”을 적용하여 평가점수를 산정 하였을 때, 3점 이하로 평가될 수 있다고 조사자가 판단한 경미한 손상구간은 “육안조사 결과표” 작성에서 제외 할 수 있다.
- 손상구간에 대한 육안조사 평가등급은 [표 2.6]에 나타낸바와 같이 일반, 우선, 긴급의 세 등급으로 구분 하며, 평가등급이 우선 또는 긴급으로 평가된 손상구간에 대해서는 [표 2.8] “육안조사서”를 작성한다.
- 평가결과 “긴급”으로 등급이 산정되었거나 광범위한 균열, 침하 등이 발생한 손상구간 중 지반침하 또는 공동 발생 위험이 있다고 조사자가 판단한 경우에는 해당 손상구간에 대하여 지하시설물관리지는 공동조사를 실시하여야 한다.
- 육안조사 평가는 본 업무 매뉴얼에서 제시하고 있는 평가항목과 항목별 등급 및 배점 기준을 적용하는 것을 원칙으로 한다.
- 다만, 조사자가 조사대상 주변지반, 지하시설물 등의 특성과 여건 등을 고려하여 평가항목의 추가 또는 기존 평가항목 배점기준의 조정이 필요하다고 판단한 경우, 조사자는 [표 2.5]에서 제시하고 있는 평가항목 중 추가 평가항목과 유사한 항목의 평가등급 및 배점 기준을 준용하여 평가할 수 있으며, 이러한 경우 평가 항목의 추가 사유와 항목의 등급 및 배점 기준을 보고서에 기술하여야 한다.
- 또한, 조사자는 [표 2.5]에서 제시하고 있는 평가항목의 배점기준을 조정하여 적용·평가할 수 있으며, 이러한 경우도 배점 조정 사유와 조정된 배점 기준을 보고서에 기술하여야 한다.

[표 2.6] 육안조사 평가등급 기준 및 등급별 조치방법

평 가 점 수	평 가 등 급	조 치 방 법	비 고
4점 ~ 5점	일 반	주기적인 관찰	
6점 ~ 8점	우 선	주기적인 관찰 공동조사 실시여부 결정	육안조사서 작성
9점 이상	긴 급	주기적인 관찰 공동조사 실시여부 결정	육안조사서 작성

2.6.3 육안조사서 작성

- 육안조사 결과, 우선·긴급 등급으로 평가된 손상구간에 대하여 “육안조사서”를 작성하여야 한다. 작성된 “육안조사서”는 “육안조사 보고서” 부록에 첨부하여야 한다.
- “육안조사서”는 지하시설물관리자가 지하시설물 유지·관리업무에 효율적이며 체계적으로 활용할 수 있도록 구체적으로 작성되어야 한다.
- “육안조사서”의 작성 항목은 손상구간 관리를 위한 사항, 육안조사 결과, 조사자의 의견 등을 기록할 수 있도록 세부적으로 구분되었으며, 각 항목의 작성요령은 다음과 같다.
 - 조사측선명 : 지하시설물관리자가 육안조사를 원활하게 수행하고 유지관리에 용이하게 활용할 수 있도록 조사대상을 구분한 관리번호(예 : 노선명)
 - 손상구간번호 : 육안조사 수행 시 손상구간 특정을 위해 부여된 번호(조사년도 - 숫자)
 - 주 소 : 해당 공동의 도로명 또는 지번 주소를 기입한다.
 - 위·경도 : 해당 손상구간의 중심좌표를 기록한다.
 - 조사일시 : 육안조사(현장조사)를 실시한 날짜를 기입한다.
 - 조사결과 : 손상구간에 대한 조사항목별 결과를 기입한다.
 - 위 치 도 : 해당 손상구간의 위치를 수치지형도 또는 위성지도 등을 이용하여 평면상에 표기한다.
 - 현장사진 : 침하, 균열 등의 손상상태 정도와 규모 등이 파악될 수 있도록 촬영하여 수록한다.
 - 손상구간 주변 사진 : 손상구간의 위치를 파악할 수 있도록 주변 건물이나 시설물 등이 포함된 좌·우 또는 전·후방 전경사진을 첨부한다.
 - 조사자 의견 : 육안조사 시 조사된 특이사항 또는 손상구간 조치사항 등에 대한 조사자 의견을 기록한다.

[표 2.8] 육안조사서

육안조사서

관 리 번 호	광역시·도명	위 치		주 소		조사결과	침하 (mm) 균열 (종류) 습윤상태	시설물노후도 (공용년수)	지반침하 등의 이력 ¹⁾
	시·군·구명								
	조사측신명	조사일시		조사일시		기타(참고사항)	현 장 사 진		
	손상구간번호								
위 치 도									
손상구간 주변 사진									
조사자 의견									

1) 최근 1년 이내 지반침하 및 공동 발생 또는 지하시설물 손상, 파손 등으로 인한 보수·보강 이력

2.7 보고서 작성방법

- “육안조사 보고서”는 지하시설물관리자가 유지관리 업무에 활용할 수 있도록 체계적으로 작성하여야 한다. “육안조사 보고서”는 “제Ⅱ편 육안조사 보고서 작성 매뉴얼”을 참고하여 작성할 수 있다.
- “육안조사 보고서”에는 다음의 사항이 포함되어야 하며, 작성된 “공동조사 보고서”는 『지하안전법』 제34조제1항과 『시행규칙』 제16조제3항에 따라 해당 지자체의 시장·군수·구청장에게 제출하여야 한다.

가. 요약문

- 요약문에는 지하시설물 현황과 조사 결과의 주요사항을 요약하여 기술한다.
 - 참여기술자 명단
 - 지하시설물 현황
 - 육안조사 결과 요약

나. 육안조사 개요

- 조사의 대상과 수행일정 등 조사계획 및 실시와 관련된 주요사항을 기술한다.
 - 조사의 목적
 - 지하시설물 현황 및 조사대상
 - 사용장비 및 기기 현황
 - 조사 수행일정

다. 자료조사 및 분석

- 조사를 수행하기 위하여 수집된 자료를 검토하고 그 내용을 기술한다.
 - 지하시설물 유지관리에 관한 사항
 - 지반침하 및 공동 발생 이력, 기존 지하안전점검 결과

라. 육안조사 결과 및 평가

- 조사 내용을 기술하고 조사결과를 바탕으로 평가결과를 작성한다.
 - 조사방법
 - 조사결과 및 평가
 - 육안조사 결과표

마. 종합결론

- 육안조사 실시결과의 종합결론
- 공동조사 실시 결정 사항
- 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항
- 기타 필요한 사항

바. 부록

- 육안조사서

제 3 장 공동조사

3.1 개요

3.2 조사절차

3.3 자료조사

3.4 조사계획 수립

3.5 조사방법

3.6 조사결과 작성 및 평가

3.7 보고서 작성방법

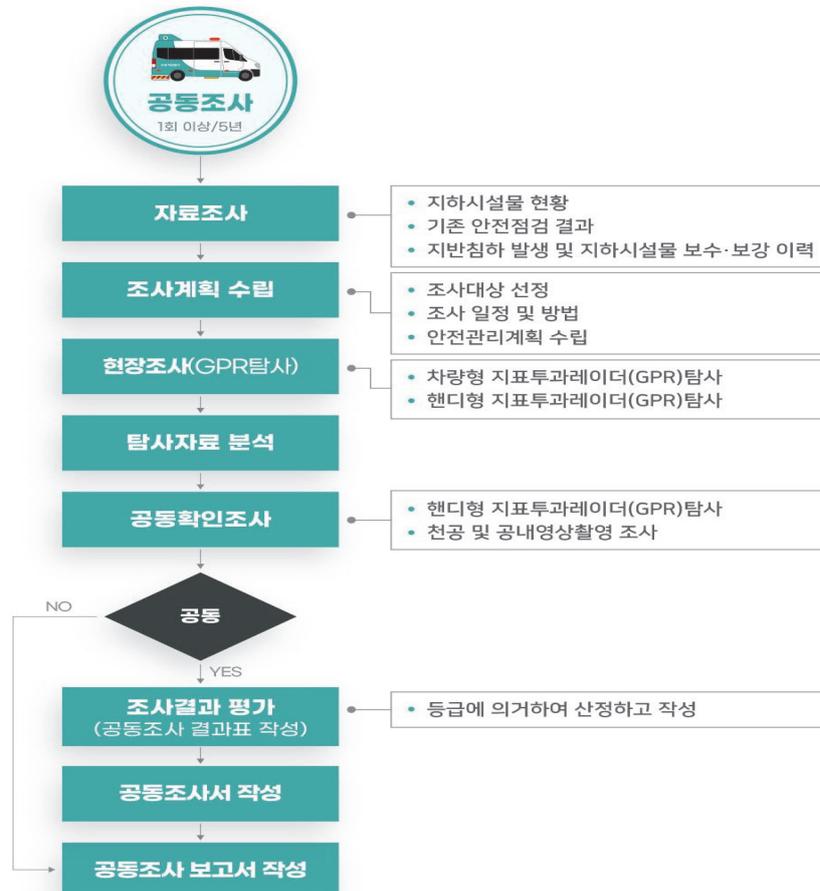
제 3 장 공동조사

3.1 개요

- 공동조사는 지하안전점검 대상 범위에 대하여 지표투과레이더(GPR) 탐사를 수행하여 육안조사로 쉽게 발견할 수 없는 지반침하 예상구간 및 공동(空洞)의 위치, 크기 등의 데이터를 확보한다.
- 공동조사 대상구간이 차도인 경우 차량통행에 지장이 없는 장비를 사용하여야 하며, 보도인 경우 보행자의 통행에 지장이 없는 장비를 사용하도록 한다.
- 조사자는 공동조사 결과 지반침하 위험이 있다고 판단되는 경우에는 이를 해당 지하시설물관리자에게 통보 하여 안전조치를 취하도록 하여야 한다.

3.2 조사절차

- 지표투과레이더(GPR) 탐사장비를 활용하여 공동조사를 수행하며, 탐사자료 분석을 통하여 공동예상지점을 선정하고 공동확인조사를 추가로 수행하여 정확한 공동의 위치, 크기 등을 파악한다.



[그림 3.1] 공동조사 절차도

3.3 자료조사

- 지하시설물의 매설 현황, 기존 지하안전점검 결과, 지반침하 발생 현황 및 보수·보강 이력 등의 자료조사를 실시·분석하여 지표투과레이더(GPR) 탐사계획 수립 및 탐사결과 분석에 활용한다.

[표 3.1] 자료조사 항목

구 분	세부 조사내용	비 고
지하시설물	<ul style="list-style-type: none"> • 지하시설물의 매설 현황 파악 <ul style="list-style-type: none"> - 관경, 연장, 위치, 매설 심도 및 년도 등 - 원형이 아니거나 다발관 형태인 경우 환산 직경 • 지하시설물의 보수·보강, 교체, 이설 이력 	
기존 지하안전점검	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 지하안전점검 결과 	
지반침하(공동) 발생 이력	<ul style="list-style-type: none"> • 지반침하 및 공동 발생 이력 <ul style="list-style-type: none"> - 발생 현황 및 원인, 복구에 관한 사항 등 	

3.4 조사계획 수립

- 효율적이고 실효성 있는 공동조사 수행을 위하여 철저한 조사계획 수립이 필요하며, 조사계획에는 다음의 사항이 포함되어야 한다.

3.4.1 조사대상 선정

- 지하시설물관리자 또는 조사자는 지하시설물의 종류, 규모, 연장, 매설 위치, 매설 심도, 교체 및 이설 등을 조사·분석하여 공동조사 대상 주변지반을 선정하고, 현장조사를 위한 효율적인 계획(조사노선 등)을 수립한다.
- 조사대상을 지하시설물의 연결성과 조사의 효율성을 고려하여 세부 조사축선으로 구분하여 조사를 수행한다. 조사축선은 시·군·구 단위 내에 위치하도록 구분하여야 한다.
- 자료조사 결과, 기존 지반침하(공동) 발생 및 지하시설물 손상, 파손 등에 대한 보수·보강 구간, 기존 지하안전점검 결과에서 긴급·우선 평가 또는 공동 발생 구간에 대해서는 면밀한 지표투과레이더(GPR) 탐사가 수행될 수 있도록 조사계획을 수립하여야 한다.

3.4.2 조사 일정 및 방법

- 현장여건, 현장조사 수행방법, 조사대상 물량 등을 고려하여 적절하게 공동조사 수행 인원과 지표투과레이더(GPR) 탐사장비 등의 측정장비 및 기기의 투입계획을 수립하여야 한다.
- 지표투과레이더(GPR) 탐사방법은 차량형과 핸디형으로 크게 구분할 수 있으며, 현장여건 등을 고려하여 적절한 방법으로 선택하여 조사대상 주변지반에 대하여 현장조사를 수행한다.
- 현장조사 기간과 일정은 투입인력·현장여건·기후·온도·교통량 등을 고려하여 계획을 수립하며, 도로점용으로 인한 교통통제가 필요한 경우 교통량, 침두시간(혼잡시간) 등의 분석을 통해 시민의 불편을 최소화할 수 있는 날짜·시간대를 선정한다.

3.4.3 안전관리계획 수립

- 조사자는 안전사고 발생을 예방하기 위하여 위험요인 등에 대한 안전관리계획을 수립·시행하여야 한다.
- 현장조사 시 교통통제와 조사공간 확보를 위하여 적절한 계획을 수립한다.
 - 차량형 지표투과레이더(GPR) 탐사의 경우 교통안전표지(점멸 차단판) 또는 안전시설(회전점멸등) 등을 탐사차량에 장착·운영하여야 하며, 교통흐름을 방해하지 않는 적정속도로 탐사를 수행한다.
 - 핸디형 지표투과레이더(GPR) 탐사와 천공 등의 공동확인조사 시에는 충분한 교통안전시설물을 설치하여 주의구간과 완화구간, 작업구간을 확보하고 신호수를 배치하는 방식의 교통관리대책을 수립하여야 하며, 도로점용이 필요한 경우 사전에 도로점용허가를 관계기관에 득하도록 한다.
- 도로에서의 안전관리계획은 『도로 공사장 교통관리 지침(국토교통부, 2018)』을 준용하도록 하며, 조사자는 『도로교통법』, 『도로법』, 『산업안전보건법』 등 관련 법규를 반드시 준수하여 작업 중 발생할 수 있는 각종 안전사고에 철저히 대비하여야 한다.

3.5 조사방법

3.5.1 일반

- 공동조사는 육안조사로 쉽게 발견할 수 없는 공동·침하 위험지역 등을 발견하기 위하여 정밀한 지표투과레이더(GPR) 탐사장비를 사용하여 지반침하 및 공동의 위치, 규모 등의 데이터를 확보한다.
- 지표투과레이더(GPR) 탐사는 전자파 송수신 안테나를 이용하여 지표면을 이동하면서 연속적으로 측정한다. 탐사장비는 측정값을 실시간으로 데이터 저장장치에 기록하며, 반사파의 진폭에 따라 착색된 탐사기록을 출력하는데, 조사자는 이를 분석하여 지중의 상황을 추정한다.
- 지표투과레이더(GPR) 탐사는 차량형과 핸디형으로 구분되며, 현장여건 등을 고려하여 적절히 적용하여 수행할 수 있다.

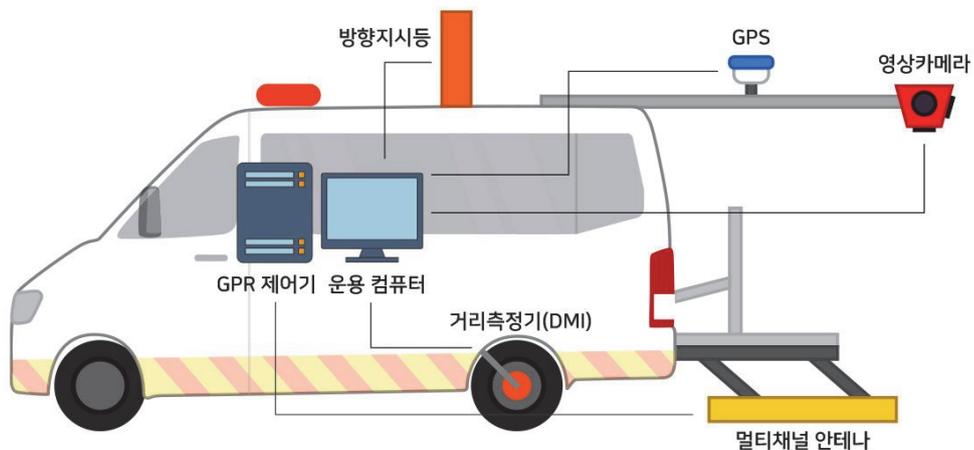


[그림 3.2] 현장조사 수행 절차도

3.5.2 현장조사

가. 차량형 지표투과레이더(GPR) 탐사

- 차량형 지표투과레이더(GPR) 탐사는 도로 위를 주행하며 탐사자료를 획득하는 방법으로 탐사차량에는 지표투과레이더(GPR) 안테나, GPS, 영상카메라, DMI, 주변정보 제공장치 등이 장착된다.
- 지표투과레이더(GPR) 안테나가 지중의 반사파형 정보를 획득기록하고 영상카메라로 노면영상, 주변영상을 획득하며, 획득된 자료는 GPS, DMI와 동기화하여 공동예상지점의 위치정보를 특정할 수 있다.



[그림 3.3] 차량형 지표투과레이더(GPR) 탐사장비 모식도(예시)

나. 핸디형 지표투과레이더(GPR) 탐사

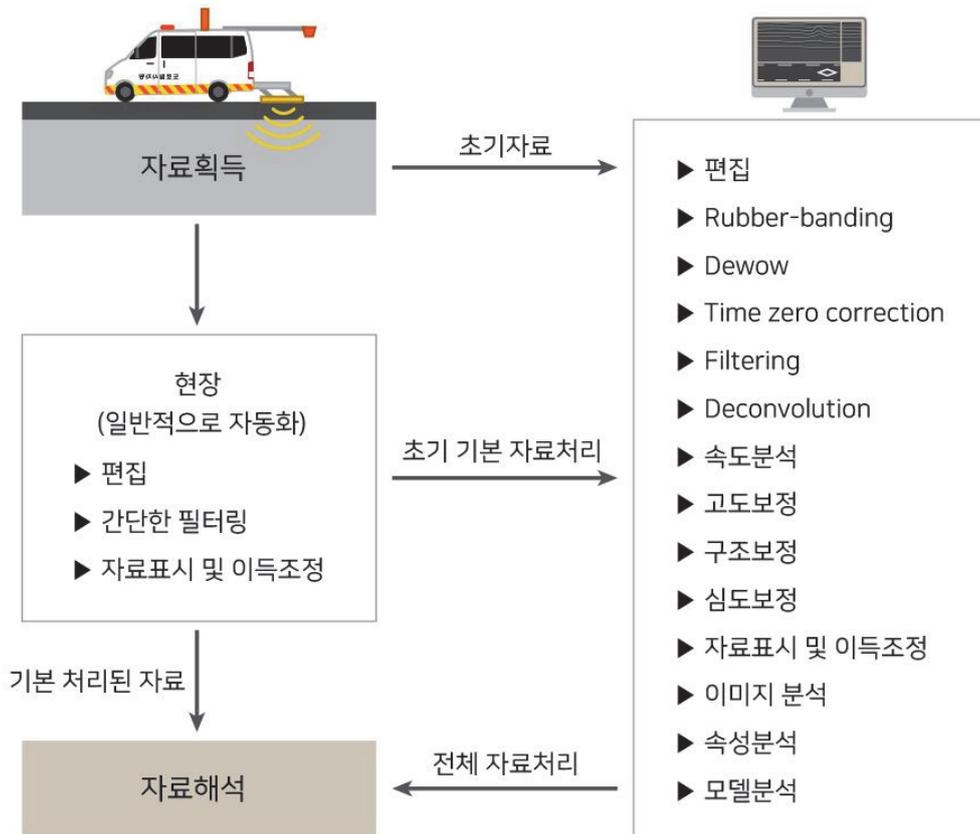
- 핸디형 지표투과레이더(GPR) 탐사는 차량형 지표투과레이더(GPR) 탐사장비가 진입할 수 없는 구간(보도, 도로 우각부 등)에 대하여 조사자의 인력 또는 동력을 이용하여 탐사장비를 이동시키면서 탐사자료를 획득하는 방법으로, 탐사자료를 분석하여 공동예상지점의 위치정보를 특정할 수 있다.



[그림 3.4] 핸디형 지표투과레이더(GPR) 탐사장비(예시)

3.5.3 탐사자료 분석

- 현장조사에서 획득한 탐사자료를 분석하여 공동예상지점을 파악하는 절차로, 지표투과레이더(GPR) 탐사자료, 주변영상, 노면영상 등을 종합하여 분석을 실시하고 공동확인조사 시 필요한 기초자료를 파악한다.
- 지표투과레이더(GPR) 탐사자료 분석 절차 예시는 [그림 3.5]에 나타내었으며, 용어의 정의는 다음과 같다.
 - 편 집 : 자료의 질이 떨어지는 것을 분류하여 삭제한다.
 - 리버밴드(Rubber-banding) : 자료를 공간적으로 균일하게 분배한다.
 - 저주파제거 필터(Dewow) : 지하매질에 대한 정보를 포함하고 있는 고주파수 성분을 유지한 채로 불필요한 저주파 성분을 제거한다.
 - 영점보정(Time-zero correction) : 지표면 위치와 자료의 시작시간을 일치시킨다.
 - 디콘볼루션(Deconvolution) : 전자파 신호를 스파이크 펄스 형태로 압축시켜 반사계수 형태로 나타낸 후 지질 구조 영상화한다.
 - 필터링(Filtering) : 신호의 주파수대역은 통과시키고 원하지 않는 잡음을 제거한다.
 - 속도분석 : GPR 신호의 속도 결정한다.
 - 고도보정 : 지형의 영향을 보정한다.
 - 구조보정 : 축선의 형태와 공간적 에너지 분포에 대한 영향을 보정한다.
 - 심도보정 : 양방향 주시를 심도로 변환한다.
 - 자료표시 및 이득보정 : 감쇠된 신호를 해석에 필요한 일정 수준으로 향상시킨다.



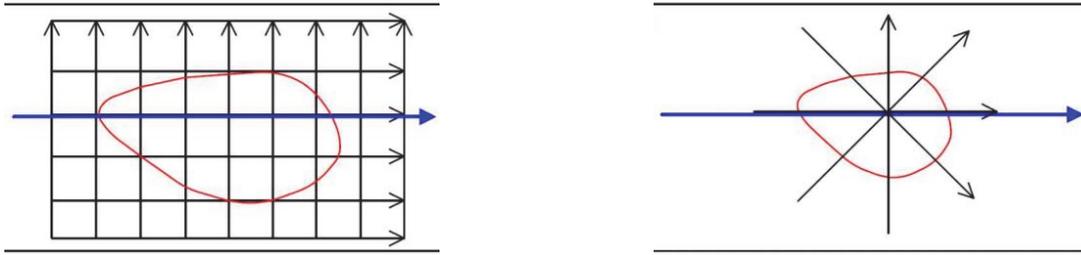
[그림 3.5] 지표투과레이더(GPR) 탐사자료 분석 절차도(예시)

3.5.4 공동확인조사

- 차량형 지표투과레이더(GPR) 탐사 자료분석에서 이상신호로 판정된 공동예상지점을 대상으로 현장답사를 수행하여 공동예상지점의 지하시설물 매설 현황, 노면의 침하 또는 균열 등의 현황을 확인하고 이를 반영하여 공동확인조사 계획을 수립한다.

가. 핸디형 지표투과레이더(GPR) 탐사

- 핸디형 지표투과레이더(GPR) 탐사는 측선을 격자 모양으로 설정하는 “격자 조사”와 가로, 세로, 대각선 등 다방면에서 측선을 설정하는 “크로스 조사”로 분류된다.
 - 격자 조사 : 이상 신호에 대해 종·횡단 방향으로 0.5m 또는 1.0m 간격의 격자망을 설정하여 탐사를 실시한다. 이때 측선의 범위 및 간격은 이상 신호의 발생 위치와 도로 폭 등을 고려하여 설정한다.
 - 크로스 조사 : 이상 신호에 대해 세로, 가로, 대각선 등 다방면의 측선을 설정하고 이상 신호의 퍼짐을 특정한다.
- 핸디형 지표투과레이더(GPR) 탐사에서 획득한 자료를 정리·분석하여 이상 신호를 판정하고 공동확인을 위한 천공지점을 특정한다.



[그림 3.6] 격자 조사(좌) 및 크로스 조사(우)의 측선 배치(예시)

나. 천공 및 공내영상촬영

- 핸디형 지표투과레이더(GPR) 탐사를 통해 공동예상지점으로 특정된 지점에 대하여 포터블 천공기로 천공한 후 360° 촬영이 가능한 공내영상촬영 장비를 삽입하여 공동의 유·무와 공동토피, 바닥깊이, 종·횡단 길이 등의 공동 규모를 확인·기록한다.



[그림 3.7] 공동예상지점 천공 전경(좌) 및 공내영상촬영 모식도(우)(예시)

3.6 조사결과 작성 및 평가

3.6.1 일반

- 조사된 공동에 대하여 [그림 3.8]의 “공동등급 분류 기준”에 따라 등급을 결정하고, “공동조사 결과표” 및 “공동조사서”를 작성한다.

3.6.2 공동등급 및 결과표 작성

- “공동등급 분류 기준”은 [그림 3.8]과 같다. 공동등급은 조사된 공동의 토피, 내부높이, 면적 등을 바탕으로 결정한다.
- 공동의 규모에 따라 등급은 일반, 우선, 긴급의 세 등급으로 분류되며, 조사자는 “긴급등급”으로 결정된 공동에 대해 “즉시복구” 조치가 이루어질 수 있도록 시설물관리자에게 관련사항을 즉시 통보하여야 한다.
- 공동등급의 결정은 본 업무 매뉴얼에서 제안하는 기준과 절차에 따라 수행하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 조사대상 주변지반의 특성, 현장여건 등을 고려하여 등급기준을 조정할 수 있으며, 이러한 경우 조정 사유와 조정된 기준을 보고서에 기술하여야 한다.
- 공동조사 및 등급 산정결과를 바탕으로 [표 3.2]의 “공동조사 결과표”를 작성하여야 한다.



[그림 3.8] 공동등급 분류 기준

[표 3.2] 공동조사 결과표

구분	광역시·도 명	시·군·구 명	조사측선 명	공 동 번 호	공 동 규 모						공 동 등 급	비 고
					종단 길이 (cm)	횡단 길이 (cm)	면적 (cm ²)	내부 높이 (cm)	공동 토피 (cm)	아스콘 두께 (cm)		

3.6.3 공동조사서 작성

- 공동조사를 통하여 조사된 공동에 대하여 『업무지침』 별지 제16호 서식에 따라 “공동(空洞)조사서”를 작성하여야 한다. 작성된 “공동조사서”는 “공동조사 보고서” 부록에 첨부하여야 한다.
- “공동조사서”는 지하시설물관리자가 지하시설물 유지·관리업무에 효율적이며 체계적으로 활용할 수 있도록 구체적으로 작성되어야 한다.
- “공동조사서”의 작성 항목은 공동 관리를 위한 사항, 공동조사 및 분석 결과 등을 기록할 수 있도록 세부적으로 구분되었으며, 각 항목의 작성요령은 다음과 같다.
 - 조사측선명 : 지하시설물관리자가 공동조사를 원활하게 수행하고 유지관리에 용이하게 활용할 수 있도록 조사 대상을 구분한 관리번호(예 : 노선명)
 - 공동번호 : 공동조사 수행 시 공동 특정을 위해 부여된 번호(조사년도 - 숫자)
 - 주 소 : 해당 공동의 도로명 또는 지번 주소를 기입한다.
 - 위·경도 : 해당 공동의 중심좌표를 기록한다.
 - 조사일시 : 핸드형 지표투과레이더(GPR) 탐사 및 천공을 실시한 날짜를 기입한다.
 - 공동규모 : 공동의 토피, 종·횡단 길이, 내부높이 등 측정된 값을 기입한다.
 - 위 치 도 : 해당 공동의 위치를 수치지형도 또는 위성지도 등을 이용하여 평면상에 표기한다.
 - 노면영상 : 해당 공동이 발견된 노면 영상을 첨부하여 노면 상에서 공동의 위치를 확인할 수 있도록 한다.
 - 좌·우측 사진 : 현장에서 주변 건물이나 시설물 등으로 공동의 위치를 알 수 있도록 대상 지점의 좌·우 현황 사진을 첨부한다.
 - 탐사 평면 / 종·횡단도 : 해당 공동의 지표투과레이더(GPR) 탐사 평면 및 종·횡단도를 첨부한다.
 - 분석결과 : 천공을 통한 공동 확인 시 확보된 사진 또는 현황 등에 대한 결과를 수록한다.

[표 3.3] 공동조사서

■ 지하안전관리 업무지침 [별지 제16호서식]

공동(空洞)조사서

공동 관리 번호	광역시·도명		주 위 경 도	동 위 치	조사일시	토피(m) 길이 (m)	종단 횡단	공동 규 모	좌측사진 우측사진
	시·군·구명	시·군·구명							
공동 조사 번호	조사출선명		조사일시		내부높이(m)				
공동번호	위치도		노면 영상						
탐사 평면							분석결과		
종횡 단도									

3.7 보고서 작성방법

- “공동조사 보고서”는 지하시설물관리자가 유지관리 업무에 활용할 수 있도록 체계적으로 작성하여야 한다. “공동조사 보고서”는 “제Ⅲ편 공동조사 보고서 작성 매뉴얼”을 참고하여 작성할 수 있다.
- “공동조사 보고서”에는 다음의 사항이 포함되어야 하며, 작성된 “공동조사 보고서”는 『지하안전법』 제34조제1항과 『시행규칙』 제16조제3항에 따라 해당 지자체의 시장·군수·구청장에게 제출하여야 한다.

가. 요약문

- 요약문에는 지하시설물 현황과 조사 결과의 주요사항을 요약하여 기술한다.
 - 참여기술자 명단
 - 지하시설물 현황
 - 공동조사 결과 요약

나. 공동조사 개요

- 조사의 대상과 수행일정 등 조사계획 및 실시와 관련된 주요사항을 기술한다.
 - 조사의 목적
 - 지하시설물 현황 및 조사대상
 - 사용장비 및 기기 현황
 - 조사 수행일정

다. 자료조사 및 분석

- 조사를 수행하기 위하여 수집된 자료를 검토하고 그 내용을 기술한다.
 - 지하시설물 유지관리에 관한 사항
 - 지반침하 및 공동 발생 이력, 기존 지하안전점검 결과

라. 공동조사 결과 및 평가

- 조사 내용을 기술하고 조사결과를 바탕으로 평가결과를 작성한다.
 - 조사방법
 - 조사결과 및 평가
 - 공동조사 결과표

마. 종합결론

- 공동조사 실시결과의 종합결론
- 공동 복구에 관한 사항
- 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항
- 기타 필요한 사항

바. 부록

- 공동조사서

제 II 편 육안조사 보고서 작성 매뉴얼

요약문

제1장 육안조사 개요

제2장 자료조사 및 분석

제3장 육안조사 결과 및 평가

제4장 종합결론

육안조사 보고서 작성방법 요약

목 차	작성 방법
[요약문]	
I 참여기술자 명단	• 조사에 참여한 참여기술자 명단을 수록한다.
II 지하시설물 현황	• 조사대상의 기준이 되는 지하시설물의 매설 현황을 요약하여 수록한다.
III 육안조사 결과 요약	• 조사 결과를 요약하여 수록한다.
1. 육안조사 개요	
1.1 조사의 목적	• 조사의 수행 근거 및 목적 등을 기술한다.
1.2 지하시설물 현황 및 조사대상	<ul style="list-style-type: none"> • 조사대상의 기준이 되는 지하시설물의 위치, 관경, 이설, 교체, 매설 심도 및 년도 등 기본적인 현황을 수록한다. • 조사대상 주변지반과 구분된 조사측선 위치 등의 현황을 수록한다.
1.3 사용장비 및 기기 현황	• 조사에 사용된 장비와 기기의 명칭 및 용도, 사진 등을 수록한다.
1.4 조사 수행일정	• 조사의 수행일정을 기술한다.
2. 자료조사 및 분석	
2.1 지하시설물 유지관리에 관한 사항	• 지하시설물 손상, 파손 등으로 인하여 보수·보강 현황을 기술한다.
2.2 지반침하 및 공동 발생 이력	• 조사대상 주변지반에서 발생된 지반침하, 공동(복구) 등의 현황을 수록한다.
2.3 기존 지하안전점검 결과	• 기존 지하안전점검의 주요 결과를 요약하여 기술한다.
3. 육안조사 결과 및 평가	
3.1 조사방법	• 선정된 조사방법과 조사항목 및 평가기준 등을 기술한다.
3.2 조사결과 및 평가	• 조사결과를 검토하여 주요 사항을 기술하고 손상구간에 대해 “육안조사 결과표”를 작성하여 수록한다.
4. 종합결론	
4.1 종합결론	• 조사 실시결과를 검토하여 중요 사항을 요약하여 기술한다.
4.2 공동조사 실시 결정 사항	• 공동조사가 필요한 손상구간을 선정하여 수록한다.
4.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항	<ul style="list-style-type: none"> • 조사 실시결과를 검토하여 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항을 기술한다. - 유지관리 시 참고하여야 할 사항 - 주기적으로 관찰, 보수·보강이 필요한 손상구간 등
4.4 기타 필요한 사항	• 지반침하 예방을 위한 유지관리 시 필요한 사항에 대하여 기술한다.
[부록]	
육안조사서	• 손상구간에 대해 작성된 “육안조사서”를 수록한다.

요 약 문

- I. 참여기술자 명단
- II. 지하시설물 현황
- III. 육안조사 결과 요약

요 약 문

I 참여기술자 명단

작성방향 • 조사에 참여한 참여기술자 명단을 수록한다.

● 제2차 0000 육안조사 참여기술자 명단

예 시	소 속	부 서	담당업무	성 명	직 위	비 고
	00구청	000과	육안조사 총괄	김00	팀 장	
	00구청	000과	자료조사	김00	주무관	
	⋮					

II 지하시설물 현황

작성방향 • 육안조사 대상의 기준이 되는 지하시설물의 매설 현황을 요약하여 수록한다.

- 00구에서 관리하는 육안조사 대상의 기준이 되는 지하시설물은 시행령 제2조제2호에 따른 하수도관과 시행령 제2조제7호에 따른 지하도로가 있으며, 지하도로는 지하보도로 사용되고 있다.
- 하수도관 15,280m, 지하보도 2개소(11m)의 주변지반에 대하여 육안조사를 수행하였다.

지하시설물 현황도

예
시



III 육안조사 결과 요약

- 작성방향
- 육안조사 결과를 등급표 등으로 요약하여 수록한다.
 - 공동조사가 필요한 손상구간을 수록하고 그 근거를 간략히 기술한다.
 - 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항을 기술한다.

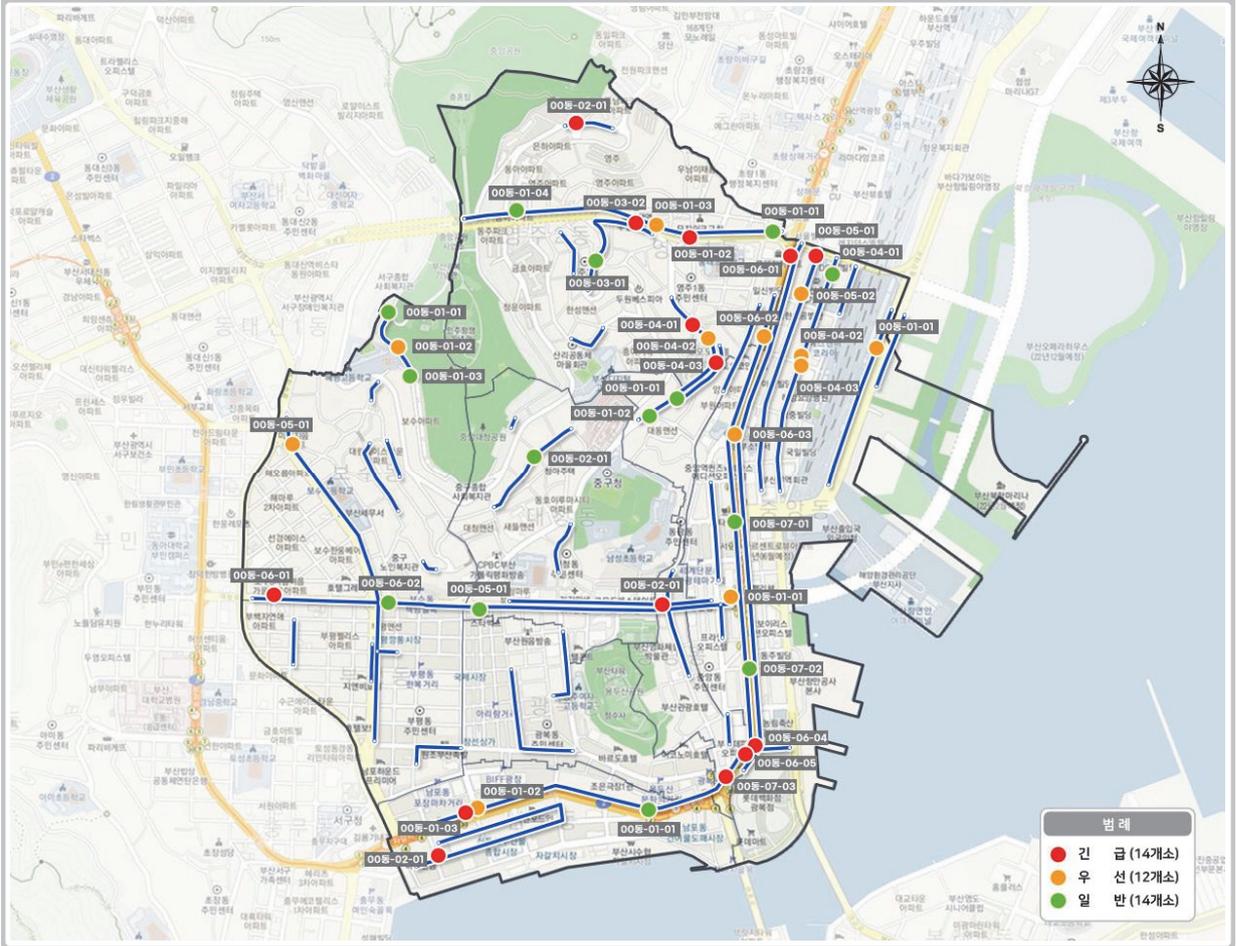
- 하수도관 15.28km와 지하보도 2개소(0.01km) 주변지반에 대하여 주행식 조사를 수행하였으며, 전체 11개소의 손상구간 중 긴급 등급 5개소, 우선 등급 3개소, 일반 등급 3개소로 조사되었다.
- 지하시설물관리자는 평가결과 “긴급”으로 등급이 산정된 2021-00, 2021-00과 광범위한 균열, 침하 등이 발생한 2021-00은 개소의 손상구간은 지반침하 또는 공동 발생 위험이 있을 것으로 판단되어 공동조사를 통해 안정성을 확인할 필요가 있을 것으로 사료된다.
- 우선·긴급 등급에 해당되는 손상구간은 우기 전·후, 해빙기 전에 손상의 진행여부를 관찰할 필요가 있을 것으로 판단된다.
- 00동의 경우 과거 매립을 통해 형성된 지역이며, 2개의 주 간선도로가 지나고 있으며, 그 중 00 대로는 00항으로 이어지는 도로로 중적재 차량의 통행량이 많아 도로의 소성변형이 다수 발견됨에 따라 유지관리에 각별한 주의가 필요할 것으로 보인다.
- 00동 00구(조사측선 00동-00, 00동-00, 00동-00)는 대표적 구 도심지역으로 30년 이상 노후된 지하시설물이 다수 매설되어 있으므로 지속적인 관찰 및 관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 손상구간 평가등급 집계표

예
시

광역시·도명	시·군·구명	조사측선명	손상구간 평가등급(개소)				공동조사 필요 손상구간(개소)	비 고
			계	긴급	우선	일반		
00도	00시	00동-01	4	1	1	2	1(2021-00)	
		00동-02	1	1	0	0	1(2021-00)	
		00동-03	0	0	0	0	0	
∴								
00광역시	00구	00동-01	1	1	0	0	0	
합 계			40	5	3	3	2	

- 평가등급별 손상구간 위치는 다음과 같다.

손상구간 평가등급별 위치도



예
시

제 1 장 육안조사 개요

1.1 조사의 목적

1.2 지하시설물 현황 및 조사대상

1.3 사용장비 및 기기 현황

1.4 조사 수행일정

제 1 장 육안조사 개요

1.1 조사의 목적

작성방향 • 조사의 수행 근거 및 목적 등을 수록한다.

예 시 ● 『지하안전관리에 관한 특별법』 제34조 및 동법 시행규칙 제16조, 『지하안전관리 업무지침』 제83조에 따라 지반침하사고 위험요소를 사전에 파악하여 대응·조치하기 위하여 육안조사를 실시하였다.

1.2 지하시설물 현황 및 조사대상

작성방향

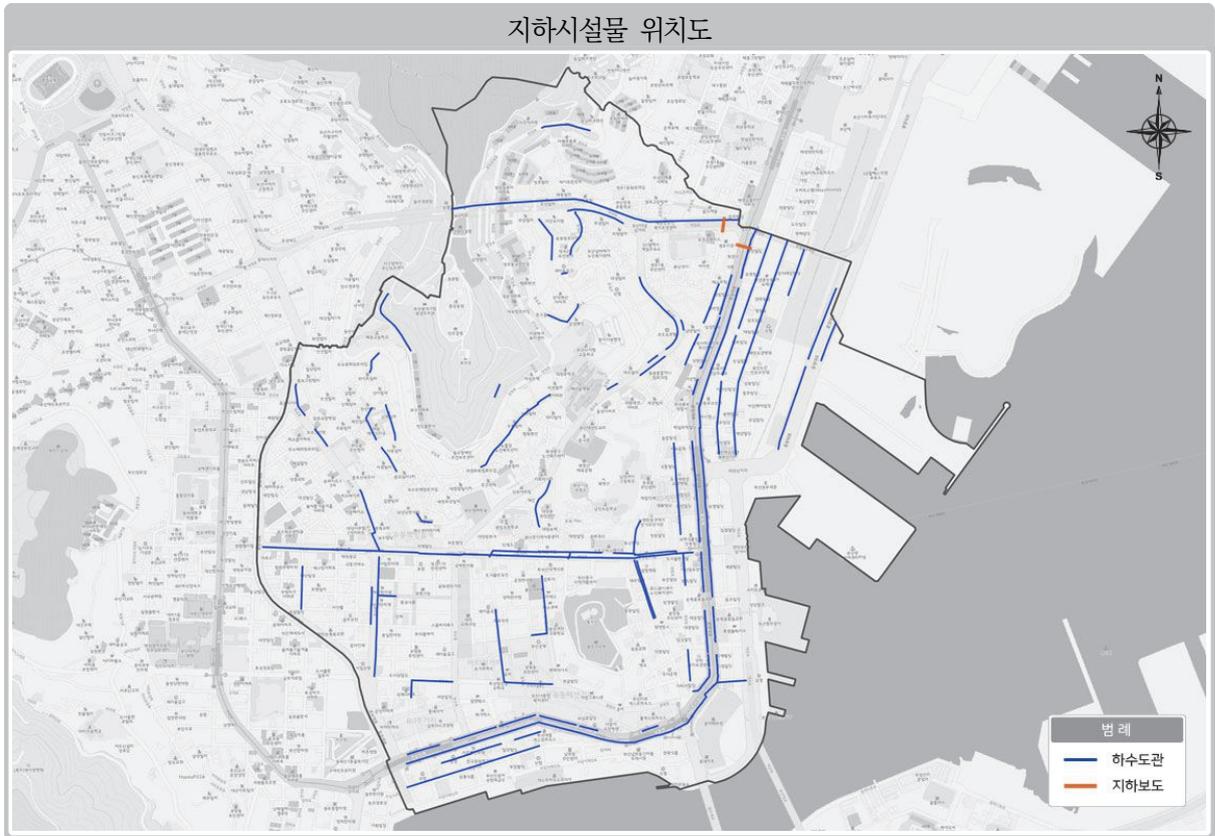
- 육안조사 대상의 기준이 되는 지하시설물의 제원 및 위치 등을 확인하고 수치지형도 또는 위성지도를 활용하여 위치지도(Under Mapping)를 작성한다.
- 지하시설물에 대한 매설년도 등을 조사하여 수록한다.
- 육안조사 대상 주변지반과 조사축선을 수치지형도 또는 위성지도를 활용하여 위치지도(Under Mapping)에 표기하고 관련사항을 기술한다.

주요내용

- ✓ 육안조사 대상의 기준이 되는 지하시설물을 『지하안전관리에 관한 특별법 시행규칙』 [별표 3]의 “1. 안전점검 대상 지하시설물” 별로 구분한다. 지하시설물의 노선은 유지관리를 위하여 구분된 경우는 이를 활용하고, 구분이 되어 있지 않은 경우는 지하시설물의 위치, 연결성 등을 고려하여 구분한다.
- ✓ 관료에 해당하는 지하시설물의 경우 당초 설계자료가 없을 시 전산자료 또는 UIS시스템 등을 활용하여 관료의 노후도와 매설깊이 등을 확인할 수 있다.
- ✓ 지하구조물의 경우 당초의 설계자료 및 관련 자료 또는 FMS에 등록된 자료 등을 활용할 수 있다.
- ✓ 육안조사 대상은 『지하안전관리에 관한 특별법 시행규칙』 [별표 3]의 “2. 안전점검 대상 주변지반의 범위”에 따라 선정하고 현장여건, 지하시설물의 특성과 노선 등을 고려하여 세부 조사축선으로 구분하여 위치지도를 작성한다.

(가) 지하시설물 현황

● 지하시설물의 위치도는 다음과 같다.



예
시

● 하수도관의 현황은 다음과 같다.

순번	노선명	평균 매설심도 (m)	관경 (mm)	연장 (m)	매설년도	기타
1	00동-01	1.6	D500	2,242	1981년	
2	00동-02	1.4	D1,000	5,104	1981년	
∴						
15	00동-15	1.3	D1,000	1,618	2020년	이설
16	00동-16	1.6	D1,200	850	2018년(교체)	최초 매설은 1981년
합계		1.4		15,280		

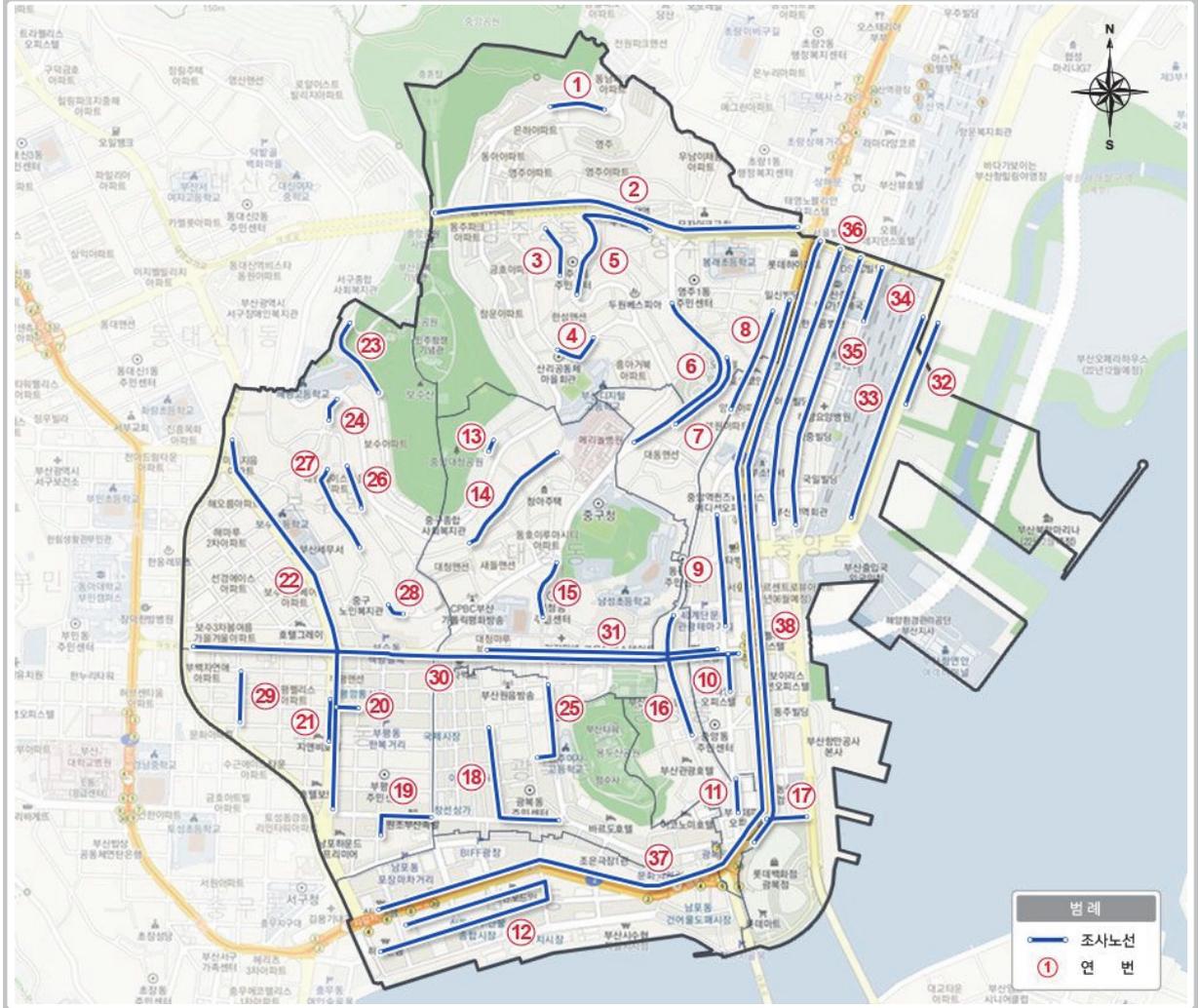
● 지하보도의 현황은 다음과 같다.

순번	시설물명	규모 (m)			매설년도	상부 시설물
		폭	연장	높이		
1	00은행 옆 지하보도	5.0	37.0	2.6	1996년	도로(00로)

(나) 육안조사 대상 현황

- 조사대상은 총 15.82km이며, 원활한 조사 및 유지관리를 위하여 조사측선을 38개소로 구분하였다.
- 조사대상 및 조사측선의 위치도는 다음과 같다.

조사 대상 및 조사측선 위치도



예
시

순 번	광역시도 명	사군구 명	조사측선				비 고
			측선명	시 점	종 점	연장(m)	
1	00도	00시	00동-01	00파크 앞 교차로	00체육관 앞	146	
2			00동-02	00로 247번길	00터널	903	
3			00동-03	00로 73번길 24	00로12번길 22	139	
4			00동-04	00동 00은행 앞	00로 86번길	389	
⋮							
38	00광역시	00구	00동-38	00호텔 앞 횡단보도	00교회 앞	835	
합 계						15,816	

1.3 사용장비 및 기기 현황

작성방향

- 조사에 사용된 장비와 기기 등의 명칭과 용도 등을 요약하여 작성한다.
- 필요시 장비 및 기기의 사진 또는 그림을 함께 수록한다.

● 조사의 실효성을 위해 차량을 이용한 주행식 육안조사를 수행하였으며 조사에 사용된 장비는 다음과 같다.

구분	장비명	용도	수량	비고
조사 장비	조사 차량	도로주행	1	
	노면 영상카메라	도로 노면 촬영	1	
	주변 영상카메라	도로 및 주변 촬영	1	
	GPS	위치 측정	1	
	DMI	이동 거리 측정	1	
측정 장비	줄자	손상 크기 측정	1	
	균열계이지	균열폭 측정	1	
	스타프	균열깊이 측정	1	
	레이저 거리측정기	수준 각도, 거리 측정	1	
	기울기 측정기	수평 및 기울기 측정	1	

예
시

사 용 장 비

영상촬영장비(노면 및 주변영상 촬영)



DMI(이동거리 측정)



1.4 조사 수행일정

작성방향 • 현장조사 기간을 포함한 육안조사의 수행일정을 요약하여 기술한다.

□ 조사 수행일정(보행식 조사)

- 조사 기간 : 2021. 02. 05. ~ 2021. 04. 27.
 - 자료분석 및 조사계획 수립 : 2021. 02. 05. ~ 2021. 02. 24.
 - 현장조사 : 2021. 03. 02. ~ 2021. 04. 20.
 - 결과분석 및 보고서 작성 : 2021. 04. 21. ~ 2021. 04. 27.

● 조사 수행일정표

수행내용	수행기간(일)								비고
	10	20	30	40	50	60	70	80	
1. 자료조사 및 분석	■								
2. 조사계획 수립	■								
3. 현장조사			■						
4. 결과분석 및 평가					■				
5. 보고서 작성					■				

예 □ 조사 수행일정(주행식 조사)

- 조사 기간 : 2021. 02. 05. ~ 2021. 04. 27.
 - 자료분석 및 조사계획 수립 : 2021. 02. 05. ~ 2021. 02. 24.
 - 현장조사 및 분석 : 2021. 03. 02. ~ 2021. 03. 10.
 - 현장확인조사 : 2021. 03. 11. ~ 2021. 03. 16.
 - 결과분석 및 보고서 작성 : 2021. 03. 17. ~ 2021. 04. 27.

● 조사 수행일정표

수행내용	수행기간(일)								비고
	10	20	30	40	50	60	70	80	
1. 자료조사 및 분석	■								
2. 조사계획 수립	■								
3. 현장조사(영상촬영)			■						
4. 현장확인조사					■				
5. 결과분석 및 평가					■				
6. 보고서 작성					■				

제 2 장 자료조사 및 분석

- 2.1 지하시설물 유지관리에 관한 사항
- 2.2 지반침하 및 공동 발생 이력
- 2.3 기존 지하안전점검 결과

제 2 장 자료조사 및 분석

2.1 지하시설물 유지관리에 관한 사항

작성방향 • 지하시설물 손상, 파손 등으로 인하여 보수·보강을 수행한 자료를 조사하여 기술한다.

주요내용

- ✓ 조사대상 지역의 5년 이내의 지하시설물 보수·보강 이력을 조사하여 기술한다.
- ✓ 조사일을 기준으로 1년 이내 지하시설물 보수·보강 이력이 있는 경우 조사결과 평가 시에 반영한다.

- 2018년 2020년 하수관 정기점검 결과에서 관 파손이 2개소 조사되어 보수·보강이 수행된 것으로 조사되었다.

예 시	보수보강 위치	손상종류	보수보강 방법	보수보강 일시	비 고
	00동 00번지(노선명)	하수관 이음부 손상	단면복구	18.06.29~18.07.01	
	00동 00번지(노선명)	하수관체 파손	교체	20.08.01~20.08.02	

2.2 지반침하 및 공동 발생 이력

작성방향 • 조사 대상 주변지반에서 발생된 지반침하 및 공동을 조사하여 수록한다.

주요내용

- ✓ 조사대상 지역의 5년 이내 지반침하 및 공동 발생 이력을 조사하고 발생 위치와 규모, 원인, 현황 사진, 복구 이력 등을 확보 가능한 범위에서 기술한다.
- ✓ 조사일을 기준으로 1년 이내 지반침하 및 공동 발생 이력이 있는 경우 조사결과 평가 시에 반영한다.

□ 지반침하 및 공동 발생 현황

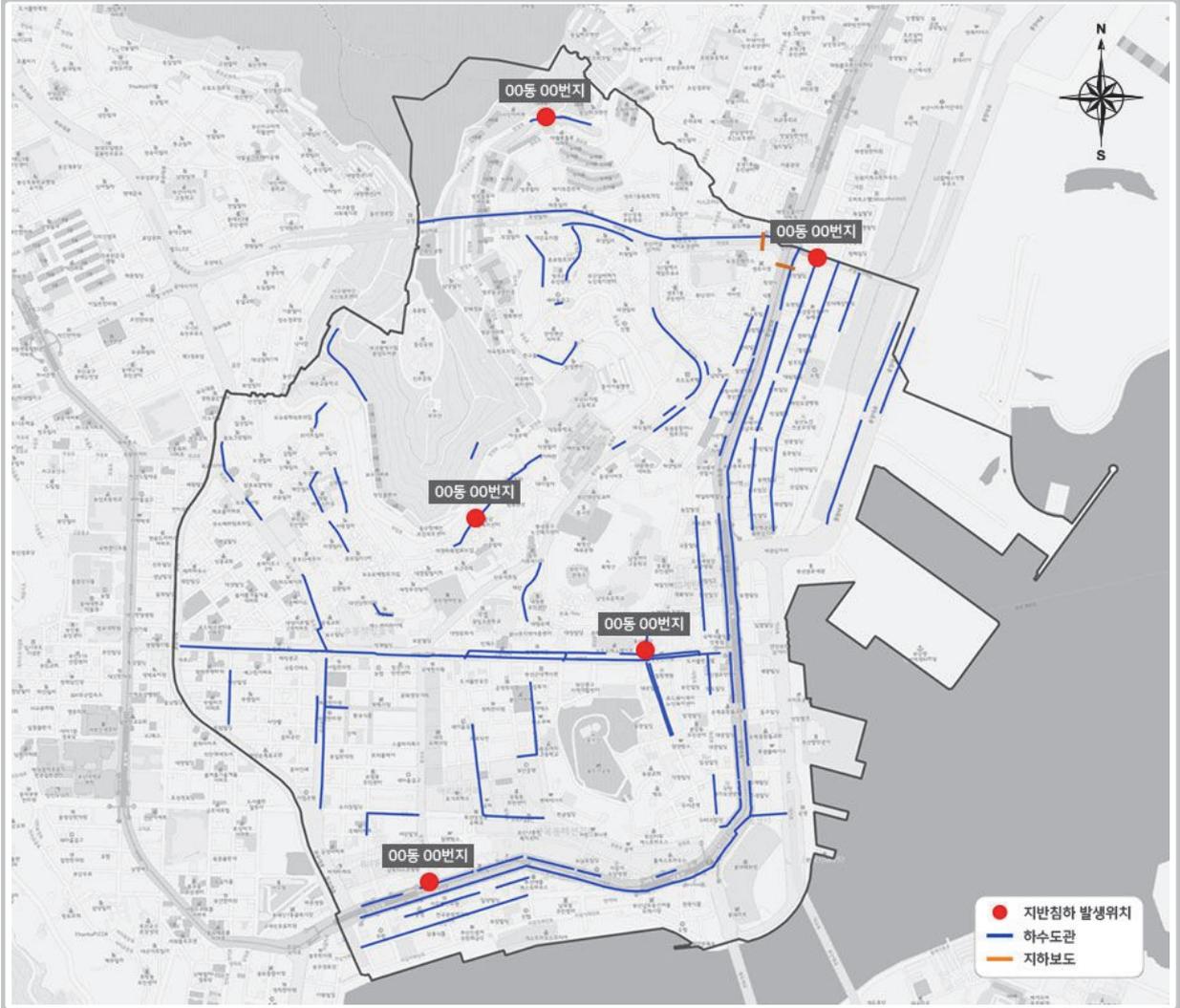
- 최근 5년간 발생된 지반침하사고는 총 3건으로 조사되었다.

예 시	발생 일자	발생 위치	발생 원인	복구 일시
	2016.06.28	00동 00번지(노선명)	우수 유입에 의한 토사유실	2016.06.28
	2018.03.25	00동 00번지(노선명)	하수관 교체 공사 시 다짐불량	2018.03.25
	2020.12.14	00동 00번지(노선명)	하수관 노후로 인한 파손	2020.12.14

- 2019년 수행된 공동조사에서 총 2건의 공동이 조사되었으며, 공동은 복구가 완료된 상태이다.

조사 일시	발생 위치	복구 일시	비 고
2019.03.25~2019.06.24	00동 00번지(노선명)	2019.07.01	다짐불량
2019.03.25~2019.06.24	00동 00번지(노선명)	2019.07.02	하수관 파손

지반침하 및 공동 발생 위치도(최근 5년)



예
시

2.3 기존 지하안전점검 결과

작성방향 • 기존 지하안전점검 실시 이력과 그 결과를 조사하여 기술한다.

주요내용

✓ 종전의 지하안전점검 결과 중 손상 정도가 심각했거나 지반침하 또는 공동 발생 위험이 있는 것으로 조사되었던 구간, 공동조사를 수행하여 공동이 발견되었거나 지반침하위험도평가를 수행했던 구간을 조사분석하여 보고서에 기술한다. 조사된 결과 중 중요사항은 육안조사 수행계획에 반영하여 현장조사 시 확인한다.

● 육안조사는 총 3회, 공동조사는 1회 수행된 것으로 조사되었다.

지하안전점검명	조사기간	수행기관	비 고
제1차 0000 육안조사	2018.11.01 ~ 2018.12.25	자체(00시 00과)	
제2차 0000 육안조사	2019.12.01 ~ 2019.12.27	자체(00시 00과)	
제3차 0000 육안조사	2020.11.25 ~ 2020.12.15	자체(00시 00과)	
제1차 0000 공동조사	2021.02.02 ~ 2021.07.15	00GPR탐사(주)	

● 제1차 0000 육안조사

예
시

조사 위치도	구 분	결 과		
	조사일시	2018.11.01 ~ 2018.12.25		
	조사연장	15.3km		
	육안조사 등급	일반등급	8개소	
		우선등급	11개소	
		긴급등급	16개소	
	합 계	35개소		
	공동조사 제안 손상구간	2개소		

조사결과 요약

- 육안조사 결과에 따라 공동조사를 제안한 손상구간은 2개소이다.
- 육안조사에서 제안한 공동조사 필요 구간에 대한 실시 현황을 확인한 결과, 2019년 1월에 공동조사가 수행되었으며, 공동조사 결과, 1개소에서 공동이 확인되어 복구(2019.01.25)가 완료된 상태이다. 나머지 1개소에서는 공동이 확인되지 않은 것으로 파악되었다.

주) 상기와 같이 제2차 0000 육안조사, 제3차 0000 육안조사, 제1차 0000 공동조사 등 조사된 지하안전 점검 보고서 등을 요약하여 순차적으로 기술한다.

제 3 장 육안조사 결과 및 평가

3.1 조사방법

3.2 조사결과 및 평가

제 3 장 육안조사 결과 및 평가

3.1 조사방법

작성방향

- 조사 방법, 평가 항목 및 배점 기준, 등급 산정 기준 등을 육안조사 업무 매뉴얼을 참고하여 기술하도록 한다.

예
시

(가) 조사방법

- (보행식) 조사대상 주변지반의 총 연장이 짧고, 차량의 접근이 어려워 보행식 조사방법으로 조사를 수행하였다.
- (주행식) 조사대상 주변지반에 대하여 조사장비(차량 및 영상촬영장비 등)를 활용한 주행식 조사를 수행하였다. 차량 진입이 불가능한 일부 조사구간에 대해서는 보행식 조사방법으로 조사를 수행하였다.

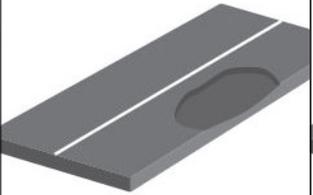
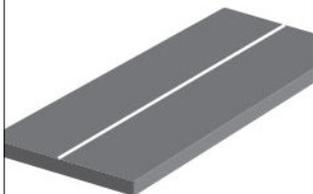
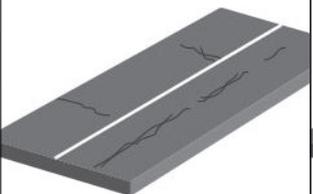
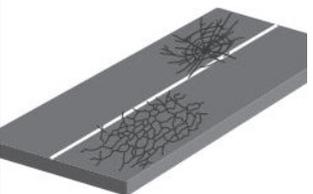
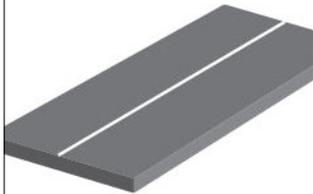
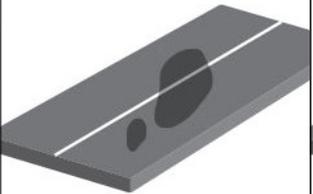
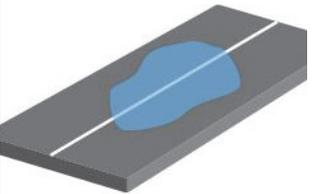
(나) 평가항목 및 배점기준

- 직접요인(현장조사)과 간접요인(자료조사)에 대한 평가 항목 및 내용과 배점기준은 [표 0.00, 00]과 같다. 평가항목별 등급은 양호, 보통, 불량외 세 등급으로 분류되며, 조사된 손상구간에 대하여 평가점수를 산정하였다.
- 지하시설물 노후도, 지반침하(공동) 및 지하시설물 손상, 파손에 따른 보수·보강 이력 등 간접요인 평가를 위한 자료를 조사하지 못하거나 파악이 불가능한 경우, 안전을 고려하여 해당 평가항목의 배점 기준 중 최고점수를 적용하였다.

[표 0.00] 육안조사 평가 항목 및 내용

구 분	평가항목	평 가 내 용
현장조사 (직접요인)	침하	<ul style="list-style-type: none"> • 양호한 주변지반을 기준으로 변위지점에 대한 침하 정도 • 균열을 동반한 침하의 경우 단차 여부
	균열	<ul style="list-style-type: none"> • 균열이 발생되지 않은 상태를 기준으로 종·횡방향 균열, 거북 등 균열, 원형 균열 등 발생한 균열의 종류
	습윤상태	<ul style="list-style-type: none"> • 외부요인 없이 지표의 일부가 젖어있거나 관 내부수 지표 유출, 흐름 여부
자료조사 (간접요인)	지하시설물 노후도	<ul style="list-style-type: none"> • 지하시설물의 공용년수(또는 준공년수)
	지반침하(공동) 및 지하시설물 보수·보강 이력	<ul style="list-style-type: none"> • 최근 1년 이내 지반침하 및 공동 발생 이력 • 최근 1년 이내 지하시설물 손상, 파손 등으로 인한 보수·보강 이력

[표 0.00] 육안조사 평가항목별 등급 및 배점 기준

평가항목		평가등급	양 호	보 통	불 량	
예 시	현장 조사	침하	상태	• 양호한 경우 (50mm 이하)	• 부분적으로 침하가 발생한 경우 (50~100mm)	• 전면에 걸쳐 침하가 발생한 경우 (100mm 이상) • 균열을 동반한 단차가 발생한 경우
			예시			
			점수	0	3	9
	현장 조사	균열	상태	• 균열이 없는 경우	• 종방향 균열 횡방향 균열이 발생한 경우	• 거북등 균열 원형 균열 등이 발생한 경우
			예시			
			점수	0	1	3
	현장 조사	습윤 상태	상태	• 건조된 상태	• 외부요인 없이 약간의 습윤 상태이거나 습윤흔적이 있는 경우	• 외부요인 없이 관 내부수의 지표 유출 흐름이 있는 경우
			예시			
			점수	0	1 ~ 3	9
자료 조사	노후도	상태	• 지하시설물의 공용년수가 10년 미만	• 지하시설물의 공용년수가 10년 이상 30년 미만	• 지하시설물의 공용년수가 30년 이상	
		점수	0	1	2	
	지반침하 등의 발생 이력	상태	• 1년 이내에 지반침하, 공동 발생 이력과 지하시설물의 손상, 파손으로 인한 보수 보강 이력이 없는 경우	• 1년 이내에 지반침하, 공동 발생 이력과 지하시설물의 손상, 파손으로 인한 보수보강 이력이 있는 경우		
점수	0		1			

※ 「습윤상태」 평가항목의 보통등급은 제시된 평가점수 범위 내에서 조사자의 판단으로 점수를 부여할 수 있으며, “육안조사 결과표”의 「조사자 의견」란에 판단 사유를 기술한다.
 ※ 대규모 침하 등의 특이사항 발생 시 “육안조사 결과표”의 「조사자 의견」란에 상세한 현황을 기록한다.
 ※ 간접요인의 자료를 조사하지 못한 경우 또는 자료를 파악할 수 없는 경우에는 각 평가항목 배점기준 중 최고점수를 적용한다.

(다) 평가기준

- 손상구간에 대하여 현장조사와 자료조사 결과를 토대로 배점기준에 따라 평가항목별로 점수를 부여하고 평가항목의 점수를 합산하여 손상구간의 평가점수를 산정한다. 아래의 [표 0.00]을 참고하여 산정된 평가점수에 따라 손상구간의 평가등급을 결정하였다.

[표 0.00] 육안조사 평가등급 기준 및 등급별 조치방법

평가배점	평가등급	조치방법	비 고
3점 ~ 5점	일 반	주기적인 관찰	
6점 ~ 8점	우 선	주기적인 관찰 공동조사 실시여부 결정	육안조사서 작성
9점 이상	긴 급	주기적인 관찰 공동조사 실시여부 결정	육안조사서 작성

예
시

3.2 조사결과 및 평가

작성방향

- 조사결과를 반영하여 손상구간을 평가하고 그 결과를 정리하여 보고서에 수록한다.
- 조사된 손상구간에 대해 육안조사 결과표와 육안조사서를 작성한다.

주요내용

- ✓ 조사결과에 대한 간략한 분석결과와 조사자 의견을 기술하고 조사된 손상구간에 대해 육안조사 결과표와 육안조사서를 작성하고 수치지형도 또는 위성지도 등을 활용하여 손상구간의 위치도를 작성·첨부한다.
- ✓ 필요한 경우 각각의 평가구간 중 특이사항이나 특별한 주의가 필요한 구간에 대해 설명하고 해당 구간에 대한 의견 및 조치사항 등을 간략히 요약하여 기술한다.
- ✓ 작성된 육안조사서는 육안조사 보고서 부록에 첨부한다.

(가) 조사결과

- 하수도관 15.28km와 지하보도 2개소(0.01km) 주변지반에 대하여 38개 조사측선으로 구분하여 주행식 조사를 수행하였다.
- 조사결과 총 11개소의 손상구간이 발견되었으며, 조사측선 00동-00에서 가장 많은 4개소(36.0%)의 손상구간이 조사되었다.
- 교차로 부근(00동-01-2021-03)과 버스정류장 부근(00동-01-2021-06)에서 조사된 손상구간은 중점적인 관찰이 필요할 것으로 판단된다.

(나) 조사결과 평가

예 시

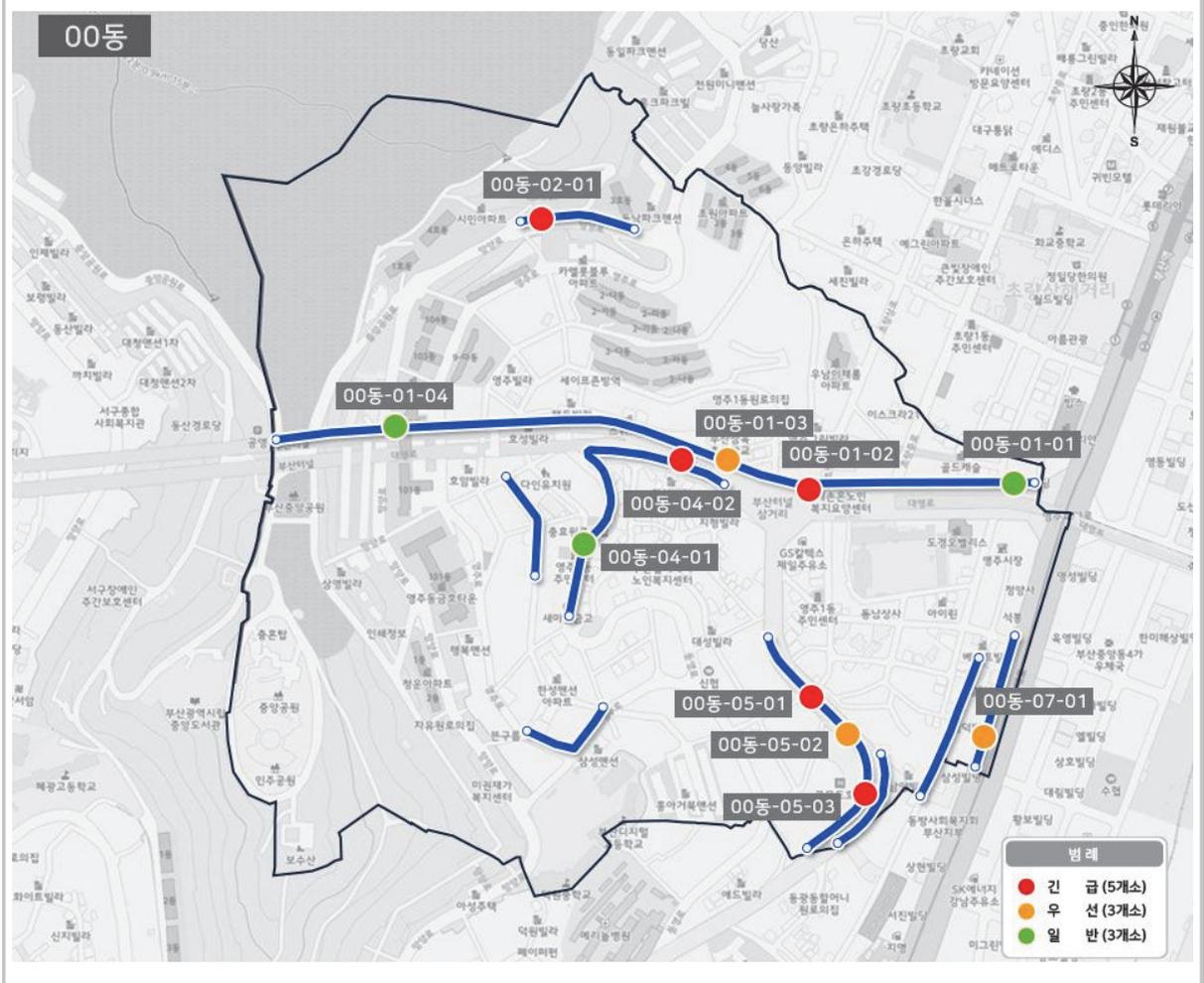
- 자료조사를 통해 획득한 지하시설물의 노후도, 보수·보강 이력, 주변지반의 지반침하 및 공동 발생 이력과 현장조사를 통하여 조사된 손상상태를 종합하여 평가를 실시하였다. 자료 파악이 되지 못했던 지하시설물의 보수보강 이력 평가항목은 안전을 고려하여 배점기준의 최고점수를 부여하였다.
- 평가결과, 전체 11개소의 손상구간 중 긴급 등급 5개소, 우선 등급 3개소, 일반 등급 3개소로 나타났다.
- 지하시설물관리자는 평가결과 “긴급”으로 등급이 산정된 2021-00, 2021-00과 광범위한 균열, 침하 등이 발생한 2021-00은 개소의 손상구간은 지반침하 또는 공동 발생 위험이 있을 것으로 판단되어 공동조사를 통해 안정성을 확인할 필요가 있을 것으로 사료된다.
- 우선·긴급 등급에 해당되는 손상구간은 우기 전·후, 해빙기 전에 손상의 진행여부를 관찰할 필요가 있을 것으로 판단된다.

● 손상구간 평가등급 집계표

광역시·도명	시·군·구명	조사측선명	손상구간 평가등급(개소)				공동조사 필요 손상구간(개소)	비고
			계	긴급	우선	일반		
00도	00시	00동-01	4	1	1	2	1(2021-00)	
		00동-02	1	1	0	0	1(2021-00)	
		00동-03	0	0	0	0	0	
⋮								
00광역시	00구	00동-01	1	1	0	0	0	
합 계			40	5	3	3	2	

● 평가등급별 손상구간 위치는 다음과 같다.

손상구간 평가등급별 위치도



예
시

제3장 육안조사 결과 및 평가

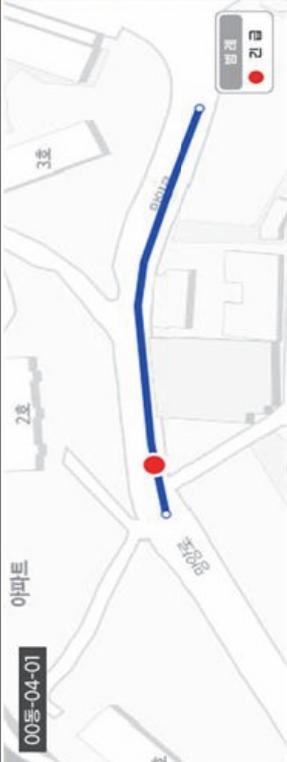
● 육안조사 결과표

광역시도명	00광역시	대상시설명	00하수관	시설물관리자	00군
시·군·구명	00군	조사기간	2021.03.17.~2021.04.16	조사자	000, 000

순번	조사측선명	손상구간 번호	조 사 결 과				평가항목별 점수					평가 등급	조사자 의견	
			침하 (mm)	균열 (종류)	습윤 정도	노후도 (공용 년수)	지반침하 발생 등의 이력 ¹⁾ (1년 이내)	침하	균열	습윤 정도	지하 시설물 노후도			보수 보강 이력
1	00동-01	2021-001	70	중방향 균열	-	23년	지반침하 발생 이력	3	1	0	1	3	8	우선 상수도 맨홀
:														
11	00동-04	2021-011	60	-	습윤 상태	23년	지반침하 발생 이력	3	0	3	1	3	10	손상구간 주변에 버스정류장

1) 최근 1년 이내 지반침하 및 공동 발생 또는 지하시설물 손상, 파손 등으로 인한 보수·보강 이력

육안조사서

관 리 번 호	광역시·도명	00시	주소	00시 00로 39-6		침하 (mm)	60	시설물노후도 (공용년수)	23년
	사군·구명	00구	위도	35.114565	조사결과		균열 (종류)		-
	조사측선명	00동-04	경도	129.031696		조사일시	습윤상태	약간 습윤	기타(참고사항)
	손상구간번호	2021-008	조사일시	2021.06.25	현 장 사 진				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>위 치 도</p>  </div> <div style="width: 30%;"> <p>손상구간 주변 사진</p>  </div> </div>									
<p>조사자 의견</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 해당 손상 구간은 작년 지반침하사고가 발생한 지점과 인접한 구간으로 다수의 균열이 관찰되었으며, 평기등금은 긴급으로 검토됨 ○ 조사된 손상의 상태 및 정도를 검토 한 결과, 공동 발생의 위험이 있는 것으로 검토되어 공동조사가 필요할 것으로 판단됨. 									

1) 최근 1년 이내 지반침하 및 공동 발생 또는 지하시설물 손상, 파손 등으로 인한 보수·보강 이력

제 4 장 종합결론

4.1 종합결론

4.2 공동조사 실시 결정 사항

4.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

4.4 기타 필요한 사항

제 4 장 종합결론

4.1 종합결론

작성방향 • 육안조사 실시결과를 요약하여 종합결론을 기술한다.

예
시

- 하수도관 15.28km와 지하보도 2개소(0.01km) 주변지반에 대하여 38개 조사측선으로 구분하여 주행식 조사를 수행하였다.
- 조사결과 총 11개소의 손상구간이 발견되었으며, 조사측선 00동-00에서 가장 많은 4개소(36.0%)의 손상구간이 조사되었다.
- 교차로 부근(00동-01-2021-03)과 버스정류장 부근(00동-01-2021-06)에서 조사된 손상구간은 중점적인 관찰이 필요할 것으로 판단된다.
- 자료조사를 통해 획득한 지하시설물의 노후도, 보수·보강 이력, 주변지반의 지반침하 및 공동 발생 이력과 현장조사를 통하여 조사된 손상상태를 종합하여 평가를 실시하였다.
- 평가결과, 전체 11개소의 손상구간 중 긴급 등급 5개소, 우선 등급 3개소, 일반 등급 3개소로 나타났다.
- 우선·긴급 등급에 해당되는 손상구간은 우기 전·후, 해빙기 전에 손상의 진행여부를 관찰할 필요가 있을 것으로 판단된다.

4.2 공동조사 실시 결정 사항

작성방향 • 조사된 손상구간에 대하여 공동조사 필요 여부를 결정하여 관련사항을 기술한다.

주요내용

- ✓ 조사자는 평가결과 “긴급”으로 등급이 산정되었거나 광범위한 균열, 침하 등이 발생한 손상구간 중 지반침하 또는 공동 발생의 가능성 여부를 판단하여 공동조사를 제안한다.

예
시

- 지하시설물관리자는 평가결과 “긴급”으로 등급이 산정된 2021-00, 2021-00과 광범위한 균열, 침하 등이 발생한 2021-00은 개소의 손상구간은 지반침하 또는 공동 발생 위험이 있을 것으로 판단되어 공동조사를 통해 안정성을 확인할 필요가 있을 것으로 사료된다.

광역시·도명	시·군·구명	조사측선명	손상구간 번호	위치(좌표)		평가등급	비 고
				위도	경도		
00도	00시	00동-01	2021-01	279101.1550	203692.8760	긴급	
		00동-02	2021-05	279079.3350	203684.7270	긴급	

4.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

작성방향 • 육안조사 결과에 따른 특이사항과 중점관리 사항에 대하여 기술한다.

예
시

- 교차로 부근(00동-01-2021-03)과 버스정류장 부근(00동-01-2021-06)에서 조사된 손상구간은 중점적인 관찰이 필요할 것으로 판단된다.
- 00동의 경우 과거 매립을 통해 형성된 지역이며, 2개의 주 간선도로가 지나고 있으며, 그 중 00대로는 00항으로 이어지는 도로로 중적재 차량의 통행량이 많아 도로의 소성변형이 다수 발견됨에 따라 유지 관리에 각별한 주의가 필요할 것으로 보인다.
- 00동 00구(조사측선 00동-00, 00동-00, 00동-00)는 대표적 구 도심지역으로 30년 이상 노후된 지하 시설물이 다수 매설되어 있으므로 지속적인 관찰 및 관리가 필요할 것으로 판단된다.

4.4 기타 필요한 사항

작성방향 • 기타 필요한 사항에 대하여 기술한다.

주요내용

✓ 상기 항목 중 언급되지 않는 사항 중 기타 특이사항이나 관련사항, 필요한 사항 등을 간략히 요약하여 기술한다.

제 III 편 공동조사 보고서 작성 매뉴얼

요약문

제1장 공동조사 개요

제2장 자료조사 및 분석

제3장 육안조사 결과 및 평가

제4장 종합결론

공동조사 보고서 작성방법 요약

목 차	작성 방법
[요약문]	
I 참여기술자 명단	• 조사에 참여한 참여기술자 명단을 수록한다.
II 지하시설물 현황	• 조사대상의 기준이 되는 지하시설물의 매설 현황을 요약하여 수록한다.
III 공동조사 결과 요약	• 조사 결과를 요약하여 수록한다.
1. 공동조사 개요	
1.1 조사의 목적	• 조사의 수행 근거 및 목적 등을 기술한다.
1.2 지하시설물 현황 및 조사대상	• 조사대상의 기준이 되는 지하시설물의 위치, 관경, 이설, 교체, 매설 심도 및 년도 등 기본적인 현황을 수록한다. • 조사대상 주변지반과 구분된 조사측선 위치 등의 현황을 수록한다.
1.3 사용장비 및 기기 현황	• 조사에 사용된 장비와 기기의 명칭 및 용도, 사진 등을 수록한다.
1.4 조사 수행일정	• 조사의 수행일정을 기술한다.
2. 자료조사 및 분석	
2.1 지하시설물 유지관리에 관한 사항	• 지하시설물 손상, 파손 등으로 인하여 보수보강 현황을 기술한다.
2.2 지반침하 및 공동 발생 이력	• 조사대상 주변지반에서 발생된 지반침하, 공동(복구) 등의 현황을 수록한다.
2.3 기존 지하안전점검 결과	• 기존 지하안전점검의 주요 결과를 요약하여 기술한다.
3. 공동조사 결과 및 평가	
3.1 조사방법	• 조사방법과 공동등급 기준 등을 기술한다.
3.2 조사결과 및 평가	• 조사결과를 검토하여 주요 사항을 기술하고 조사된 공동에 대해 “공동조사 결과표”를 작성하여 수록한다.
4. 종합결론	
4.1 종합결론	• 조사 실시결과를 검토하여 중요 사항을 요약하여 기술한다.
4.2 공동 복구에 관한 사항	• 조사된 공동의 복구 등에 관한 사항을 기술한다.
4.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항	• 조사 실시결과를 검토하여 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항을 기술한다. - 유지관리 시 참고하여야 할 사항
4.4 기타 필요한 사항	• 지반침하 예방을 위한 유지관리 시 필요한 사항에 대하여 기술한다.
[부록]	
공동조사서	• 조사된 공동에 대해 작성된 “공동조사서”를 수록한다.

요 약 문

- I. 참여기술자 명단
- II. 지하시설물 현황
- III. 공동조사 결과 요약

요 약 문

I 참여기술자 명단

작성방향 • 조사에 참여한 참여기술자 명단을 수록한다.

● 제2차 0000 공동조사 참여기술자 명단

예 시	소 속	부 서	담당업무	성 명	직 위	비 고
	OO탐사(주)	OOO과	공동조사 총괄	김OO	팀 장	
	OO탐사(주)	OOO과	현장조사	김OO	과 장	
	∴					

II 지하시설물 현황

작성방향 • 공동조사 대상의 기준이 되는 지하시설물의 매설 현황을 요약하여 수록한다.

- 00구에서 관리하는 공동조사 대상의 기준이 되는 지하시설물은 시행령 제2조제2호에 따른 하수도관과 시행령 제2조제7호에 따른 지하도로가 있으며, 지하도로는 지하보도로 사용되고 있다.
- 하수도관 15,280m, 지하보도 2개소(11m)의 주변지반에 대하여 공동조사를 실시하였으며, 탐사연장 총 55.67km이며, 조사축선은 38개소이다.

지하시설물 현황도

예
시



III 공동조사 결과 요약

작성방향

- 공동조사 결과를 등급표 등으로 요약하여 수록한다.
- 공동조사 수행 결과와 공동의 종합적인 특성 등을 분석한 최종 결론을 요약하여 수록한다.

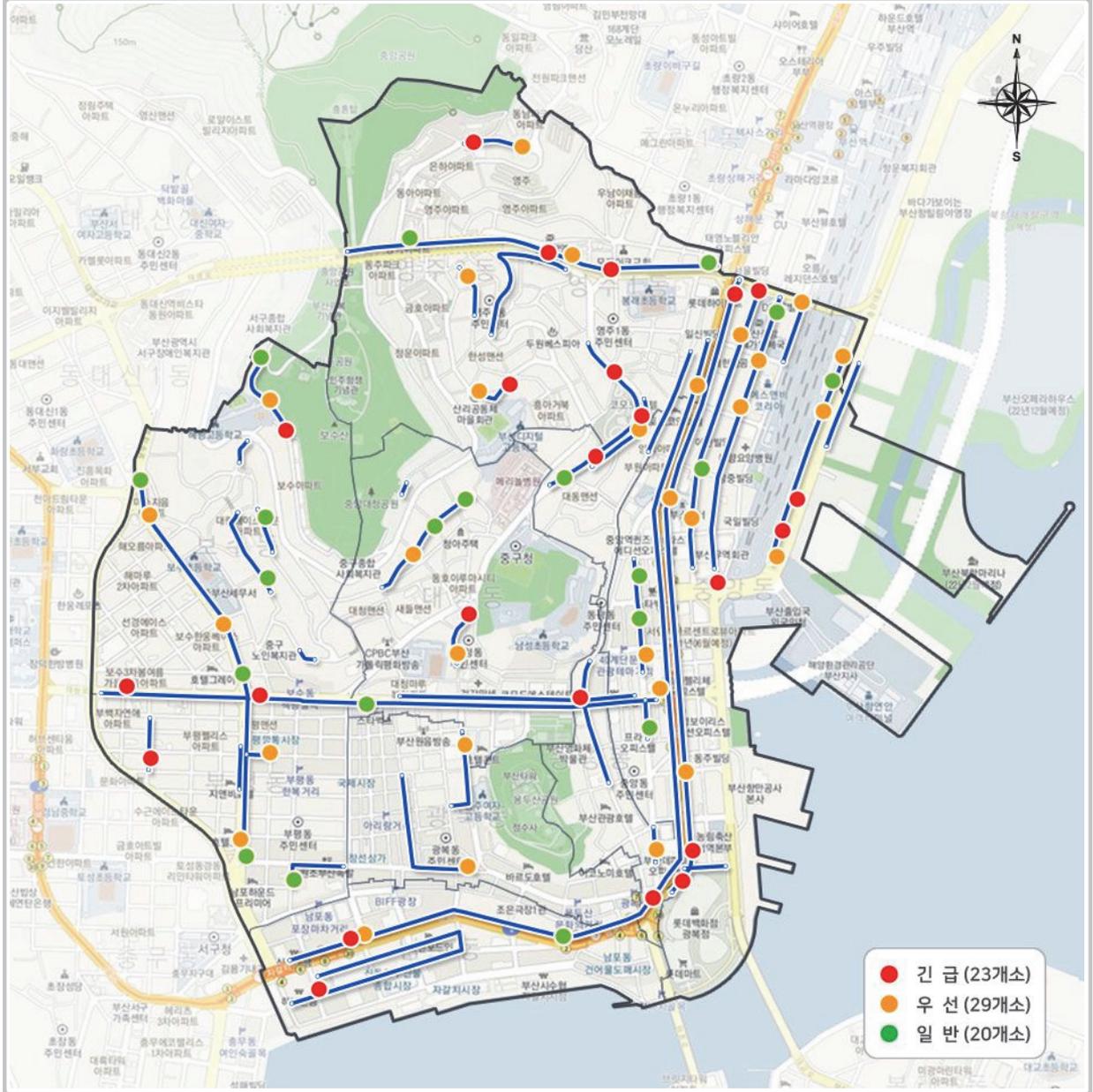
- 공동조사 결과 발견된 전체 72개소의 공동 중 긴급 등급 23개소(31.9%), 우선 등급 29개소(40.3%), 일반등급 20개소(27.8%)로 확인되었다.
- 공동발생율은 1.29개소/km이며, 공동발생율이 가장 높은 조사측선은 00동-00으로(2.26개소/km)이다.
- 조사된 공동 2021-00, 2021-00의 경우 매우 낮은 토피(5cm 이하)를 나타내고 있어 즉시 굴착을 통해 발생원인을 조사하고 원인에 대한 보수보강 등의 조치를 완료한 후 복구공사를 수행하여야 할 것으로 판단된다.
- 00동의 경우 과거 매립을 통해 형성된 지역이며, 2개의 주 간선도로가 지나고 있으며, 그 중 00 대로는 00항으로 이어지는 도로로 중적재 차량의 통행량이 많아 도로의 소성변형이 다수 발견됨에 따라 유지관리에 각별한 주의가 필요할 것으로 보인다.
- 00동 00구(조사측선 00동-00, 00동-00, 00동-00)는 대표적 구 도심지역으로 30년 이상 노후된 지하시설물이 다수 매설되어 있으므로 지속적인 관찰 및 관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 공동 등급 집계표

예
시

광역시·도명	시·군·구명	조사측선명	탐사연장(km)	공동등급(개소)				공동발생율(개소/km)	비고
				계	긴급	우선	일반		
00도	00시	00동-01	7.92	15	7	5	3	1.89	
		00동-02	19.16	26	7	13	6	1.36	
		00동-03	3.40	1	1	-	-	0.29	
∴									
00광역시	00구	00동-01	6.99	5	3	1	1	0.72	
합계			55.67	72	23	29	20	1.29	

- 평가등급별 공동 위치는 다음과 같다.

공동 등급별 위치도



예
시

제 1 장 공동조사 개요

1.1 조사의 목적

1.2 지하시설물 현황 및 조사대상

1.3 사용장비 및 기기 현황

1.4 조사 수행일정

제 1 장 공동조사 개요

1.1 조사의 목적

작성방향 • 조사의 수행 근거 및 목적 등을 수록한다.

예 시 ● 『지하안전관리에 관한 특별법』 제34조 및 동법 시행규칙 제16조, 『지하안전관리 업무지침』 제83조에 따라 지반침하사고 위험요소를 사전에 파악하여 대응·조치 하기 위하여 공동조사를 실시하였다.

1.2 지하시설물 현황 및 조사대상

작성방향

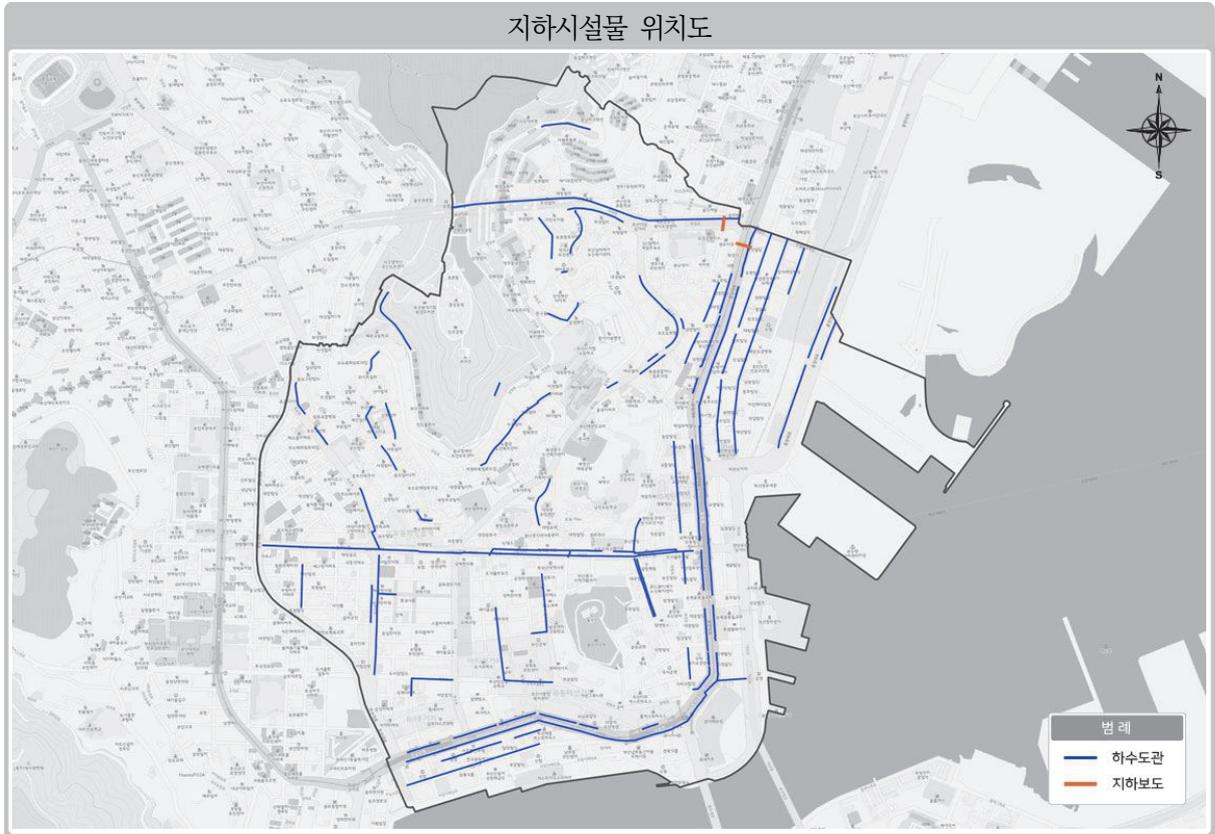
- 공동조사 대상의 기준이 되는 지하시설물의 제원 및 위치 등을 확인하고 수치지형도 또는 위성지도를 활용하여 위치지도(Under Mapping)를 작성한다.
- 지하시설물에 대한 매설년도 등을 조사하여 수록한다.
- 공동조사 대상 주변지반과 조사축선을 수치지형도 또는 위성지도를 활용하여 위치지도(Under Mapping)에 표기하고 관련사항을 기술한다.

주요내용

- ✓ 공동조사 대상의 기준이 되는 지하시설물을 『지하안전관리에 관한 특별법 시행규칙』 [별표 3]의 “1. 안전점검 대상 지하시설물” 별로 구분한다. 지하시설물의 노선은 유지관리를 위하여 구분된 경우는 이를 활용하고, 구분이 되어 있지 않은 경우는 지하시설물의 위치, 연결성 등을 고려하여 구분한다.
- ✓ 관료에 해당하는 지하시설물의 경우 당초 설계자료가 없을 시 전산자료 또는 UIS시스템 등을 활용하여 관료의 노후도와 매설깊이 등을 확인할 수 있다.
- ✓ 지하구조물의 경우 당초의 설계자료 및 관련 자료 또는 FMS에 등록된 자료 등을 활용할 수 있다.
- ✓ 공동조사 대상은 『지하안전관리에 관한 특별법 시행규칙』 [별표 3]의 “2. 안전점검 대상 주변지반의 범위”에 따라 선정하고 현장여건, 지하시설물의 특성과 노선 등을 고려하여 세부 조사축선으로 구분하여 위치지도를 작성한다.

(가) 지하시설물 현황

- 지하시설물의 위치도는 다음과 같다.



예
시

- 하수도관의 현황은 다음과 같다.

순번	노선명	평균 매설심도 (m)	관경 (mm)	연장 (m)	매설년도	기 타
1	00동-01	1.6	D500	2,242	1981년	
2	00동-02	1.4	D1,000	5,104	1981년	
∴						
15	00동-15	1.3	D1,000	1,618	2020년	이설
16	00동-16	1.6	D1,200	850	2018년(교체)	최초 매설은 1981년
합 계		1.4		15,280		

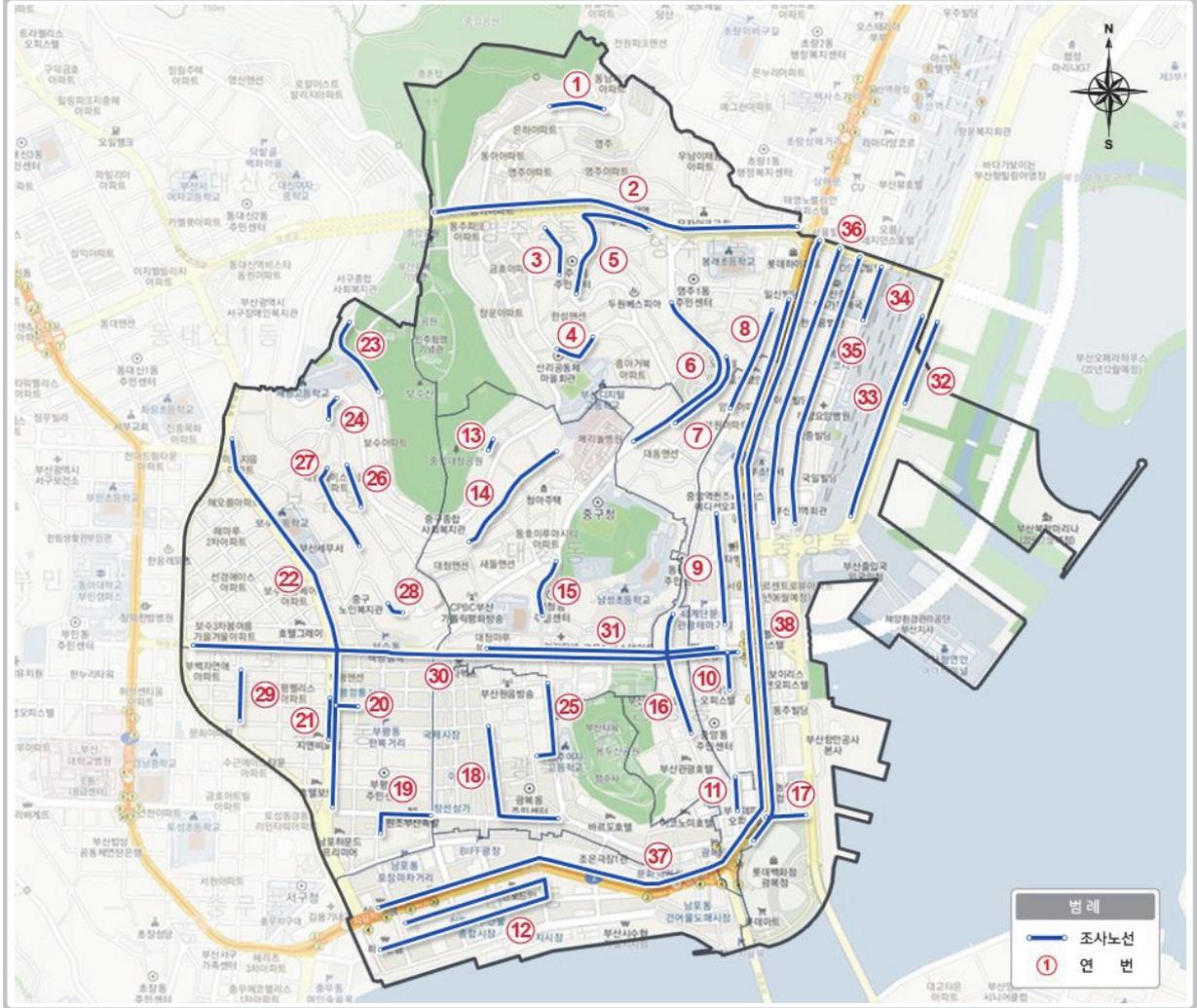
- 지하보도의 현황은 다음과 같다.

순번	시설물명	규 모 (m)			매설년도	상부 시설물
		폭	연장	높이		
1	00은행 옆 지하보도	5.0	37.0	2.6	1996년	도로(00로)

(나) 공동조사 대상 현황

- 하수도관 15,280m, 지하보도 2개소(11m)의 주변지반에 대하여 공동조사를 실시하였으며, 탐사연장은 총 55.67km이며, 조사측선은 38개소이다.
- 조사대상 및 조사측선의 위치도는 다음과 같다.

조사대상 및 조사측선 위치도



예
시

순번	광역시도명	시·군·구명	조사측선				탐사연장 (km)	탐사연장 (km)
			측선명	시 점	종 점			
1	00도	00시	00동-01	00파크 앞 교차로	00체육관 앞	0.15	7.92	
2			00동-02	00로 247번길	00터널	0.90	19.16	
3			00동-03	00로 73번길 24	00로12번길 22	0.14	3.40	
⋮								
38	00광역시	00구	00동-38	00호텔 앞 횡단보도	00교회 앞	1.82	6.99	
합 계						15.82	55.67	

1.3 사용장비 및 기기 현황

작성방향

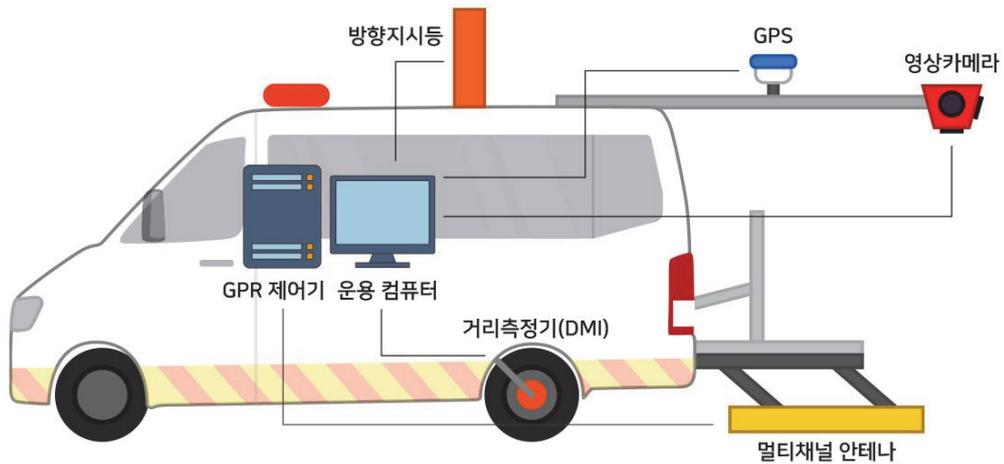
- 조사에 사용된 장비와 기기 등의 명칭과 용도 등을 요약하여 작성한다.
- 필요시 장비 및 기기의 사진 또는 그림을 함께 수록한다.

- 조사의 실효성을 위해 지표투과레이더(GPR)가 장착된 차량(RSV)를 이용하여 공동조사를 수행하였으며 조사에 사용된 장비 및 기기는 다음과 같다.

(가) 탐사차량

- 차량형 지표투과레이더(GPR)탐사 장비는 도로 하부의 일정 폭에 대해 연속적으로 탐사할 수 있는 탐사차량에 GPS와 노면영상 시스템 및 DMI 등으로 탐사 위치의 정확성을 확보하고, 4대의 카메라로 차량 주변을 실시간으로 녹화하여 노면 및 주변영상을 기록한다.

GPR 탐사장비 모식도



예
시

차량형 GPR 탐사장비 사양	차량형 GPR장비 전경
① 탐사차량-현대 스타렉스	
② 3D GPR-200~300MHz, 20ch	
③ 노면영상시스템	
④ 위치정보 측정시스템(GPS)	
⑤ 거리측정장치	
⑥ 측정 및 저장-노트북	
⑦ 경광등 및 안전장치	

(나) 멀티채널 안테나

- 차량형 지표투과레이더(GPR)탐사의 안테나는 00사의 00000시스템이며, 주파수 범위 200~3,000MHz, 송신 안테나 10개, 수신 안테나 11개로 구성되어있으며, 채널수 20, 채널 간격 75mm, 유효탐사폭 1.5m의 멀티채널 안테나이다.

멀티채널 안테나



항 목	세부항목	주요 사양 / 기능
제어기 (GeoScope)	Scan rate	초당 13,000 A-scans
	Size	483 x 337 x 89mm
	전원 공급	10.5-36 VDC, 100 Watts
	해상도	0.34 ns
	무게	8 kg
안테나 (DXG1820)	주파수 범위	200~3,000 MHz
	채널 수	20
	Size	1.845 × 0.795 × 0.14 m
	유효 탐사 폭	1.5 m
	채널 간격	75 mm
	무게	38 kg

예
시

(다) GPS

- 노면 하부 공동조사 간 기본적인 위치 정보는 고정밀 RTK GPS장비와 탐사 위치의 정확도를 높이고자 VRS GPS를 함께 활용하였다.

구 분	내 용	사 진
제조사	000000	
모델명	GRX2	
수신 신호	GPS, GLONASS, SBAS (26채널)	
RTK 정확도	수평정밀도 : 10mm + 1ppm	
	수직정밀도 : 15mm + 1ppm	
특 징	<ul style="list-style-type: none"> • 수신기, 안테나, 라디오 모뎀 탑재 • 마그네슘 합금 본체 내 블루투스 모듈 내장 - UHF + Cellular + Bluetooth 일체형 	

(라) 노면·주변영상촬영 장비

- 노면 하부 공동조사 시 지표투과레이더(GPR)의 탐사 기록과 도로의 노면 영상을 연동하기 위하여 라인스캔 카메라를 활용하였다.

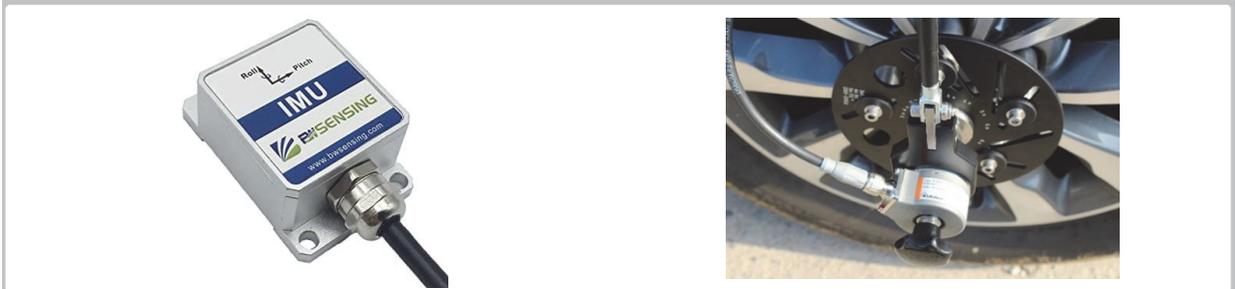
노면영상 카메라 LPMVC-EE0R3M(350fps)		장비 사진
Pixel Size	7.4 μ m × 7.4 μ m	
Pixel Resolution	640 (H) × 480 (V)	
Video Output	8/10/12 bit	
Dynamic Range	60 dB	
Sensor Type	CMOS	
Shutter	global shutter	
Sensor Size	1/3"	
Lens Mount	C/CS	
Dimension(H × W × L)	29 × 29 × 43.1 mm	
Interface	GigE	

(마) IMU 및 DMI

- 안정된 측위 정밀도를 가진 자료는 구글 위성지도(Google Satellite, Google Street, Terriain, Hybrid, Open street Map 등)에 기록되며, 차량 바퀴에 장착된 이동거리 측정시스템(DMI)자료 및 3차원 레이저 스캐너 자료와 결합되어 절대 좌표계에 의한 보다 정확한 위치 확인이 가능하다.

예
시

위치정보 수집 기록장치(좌 : IMU장비 사진, 우 : 이동거리 측정시스템(DMI))



(바) 핸디형 지표투과레이더(GPR)탐사 장비

- 공동조사 수행 중 핸디형 지표투과레이더(GPR)탐사에 사용하는 단채널 핸디형 지표투과레이더(GPR)의 주요 제원은 다음과 같다.

구 분	제 원	장비 사진
전체 무게	20.5 kg	
최대 속도	11 km/h	
가탐 심도	1-6 m	
안테나 주파수	250 MHz	
주사 폭	0.5 m	
데이터 로거	Panasonic CF-19 Tough-Book	

(사) 포터블 천공기

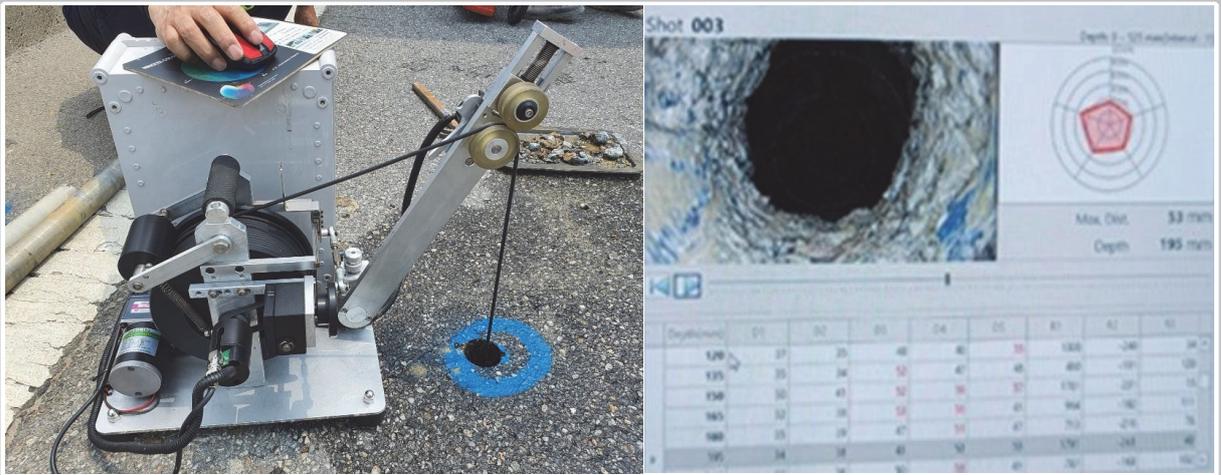
- 공동조사 및 천공에 사용할 포터블 천공기의 주요 제원은 다음과 같다.

구분	제원	장비 사진
모델	RC-4500	
전압(V)	220	
소비전력(W)	3,300	
주파수(Hz)	50/60	
회전수(RPM)	300/670	
코어(Inch)	1 ~ 16	
본체중량(kg)	19.5	

(아) 공내영상촬영 장비

- 천공 후 내부의 공동에 대해 내부 현황을 확인하고 영상을 촬영하는 시추공 영상촬영 카메라의 기본적인 제원과 성능 등에 관한 사항은 다음과 같다.

공내영상촬영 장비



세부 항목	HDC-B19BSP	
Camera Image Sensor	1/3 Inch progressive CMOS, 2.1Megapixel	
Total Pixels	2010(H) * 1108(V)/2,227,080(Pixel)	
Scanning System	Progressive Scan(Sync System Internal)	
Video Output	HD-SDI/3G-SDI	
	1920 * 1080 (25, 30, 50, 60p)(50.60i)	
	1280 * 720 (25, 30, 50, 60p)	
	Composite(1.0Vp-p, 75ohm)	
Lens Mount	Fix 1/2.5" 3.6mm, M12	Fix 1/2.7" 4.3mm, M12
	(Option: 6mm)	(Con Pin-hole)

예
시

1.4 조사 수행일정

작성방향 • 현장조사 기간을 포함한 공동조사의 수행일정을 요약하여 기술한다.

□ 조사 수행일정

- 조사 기간 : 2021. 03. 21. ~ 2021. 11.12.
- 자료분석 및 조사계획 수립 : 2021. 03. 21. ~ 2021. 04. 20.
- 현장조사 및 분석 : 2021. 04. 21. ~ 2021. 06. 26.
- 공동확인조사 : 2021. 06. 26. ~ 2021. 09. 11.
- 결과분석 및 보고서 작성 : 2021. 06. 26. ~ 2021. 11. 12.

● 조사 수행일정표

수행내용	수행기간(월)								비고	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
1. 자료조사 및 분석	■									
2. 조사계획 수립	■									
3. 현장조사(GPR 탐사)			■							
4. 탐사자료분석					■					
4. 공동확인조사						■				
5. 결과분석 및 평가					■					
6. 보고서 작성					■					

예
시

제 2 장 자료조사 및 분석

- 2.1 지하시설물 유지관리에 관한 사항
- 2.2 지반침하 및 공동 발생 이력
- 2.3 기존 지하안전점검 결과

제 2 장 자료조사 및 분석

2.1 지하시설물 유지관리에 관한 사항

작성방향 • 지하시설물 손상, 파손 등으로 인하여 보수·보강을 수행한 자료를 조사하여 기술한다.

주요내용

✓ 조사대상 지역의 5년 이내의 지하시설물 보수·보강 이력을 조사하여 기술한다.

- 2018년 2020년 하수관 정기점검 결과에서 관 파손이 2개소 조사되어 보수·보강이 수행된 것으로 조사되었다.

예 시	보수보강 위치	손상종류	보수보강 방법	보수보강 일시	비 고
	00동 00번지(노선명)	하수관 이음부 손상	단면복구	18.06.29~18.07.01	
	00동 00번지(노선명)	하수관체 파손	교체	20.08.01~20.08.02	

2.2 지반침하 및 공동 발생 이력

작성방향 • 조사 대상 주변지반에서 발생된 지반침하 및 공동을 조사하여 수록한다.

주요내용

✓ 조사대상 지역의 5년 이내 지반침하 및 공동 발생 이력을 조사하고 발생 위치와 규모, 원인, 현황 사진, 복구 이력 등을 확보 가능한 범위에서 기술한다.

□ 지반침하 및 공동 발생 현황

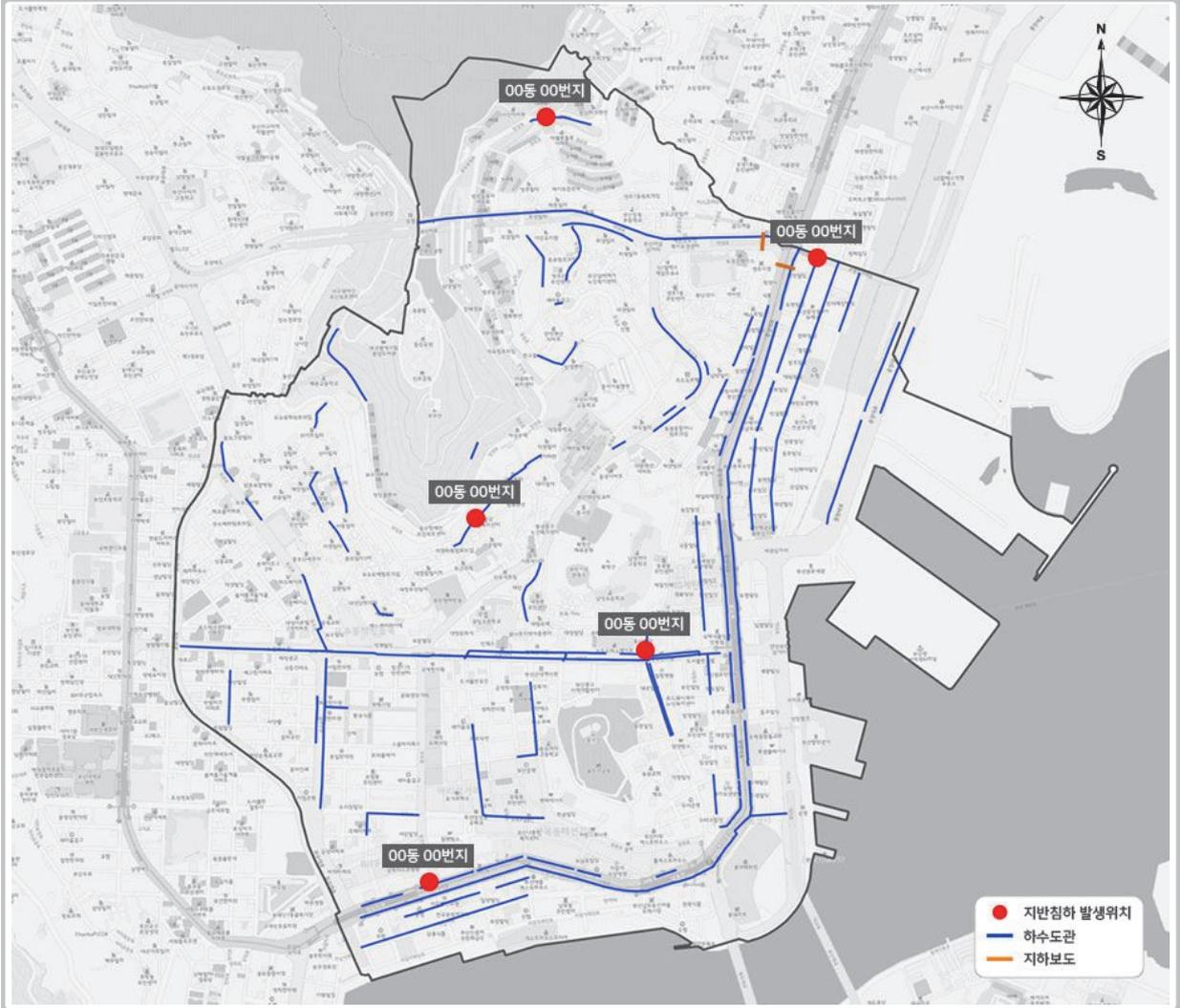
- 최근 5년간 발생된 지반침하사고는 총 3건으로 조사되었다.

예 시	발생 일자	발생 위치	발생 원인	복구 일시
	2016.06.28	00동 00번지(노선명)	우수 유입에 의한 토사유실	2016.06.28
	2018.03.25	00동 00번지(노선명)	하수관 교체 공사 시 다짐불량	2018.03.25
	2020.12.14	00동 00번지(노선명)	하수관 노후로 인한 파손	2020.12.14

- 2019년 수행된 공동조사에서 총 2건의 공동이 조사되었으며, 공동은 복구가 완료된 상태이다.

조사 일시	발생 위치	복구 일시	비 고
2019.03.25~2019.06.24	00동 00번지(노선명)	2019.07.01	다짐불량
2019.03.25~2019.06.24	00동 00번지(노선명)	2019.07.02	하수관 파손

지반침하 및 공동 발생 위치도(최근 5년)



예
시

2.3 기존 지하안전점검 결과

작성방향 • 기존 지하안전점검 실시 이력과 그 결과를 조사하여 기술한다.

주요내용

✓ 종전의 지하안전점검 결과 중 손상 정도가 심각했거나 지반침하 또는 공동 발생 위험이 있는 것으로 조사되었던 구간, 공동조사를 수행하여 공동이 발견되었거나 지반침하위험도평가를 수행했던 구간을 조사분석하여 보고서에 기술한다. 조사된 결과 중 중요사항은 육안조사 수행계획에 반영하여 현장조사 시 확인한다.

● 육안조사는 총 3회, 공동조사는 1회 수행된 것으로 조사되었다.

지하안전점검명	조사기간	수행기관	비 고
제1차 0000 육안조사	2018.11.01 ~ 2018.12.25	자체(00시 00과)	
제2차 0000 육안조사	2019.12.01 ~ 2019.12.27	자체(00시 00과)	
제3차 0000 육안조사	2020.11.25 ~ 2020.12.15	자체(00시 00과)	
제1차 0000 공동조사	2021.02.02 ~ 2021.07.15	00GPR탐사(주)	

● 제1차 0000 육안조사

예
시

조사 위치도	구 분	결 과		
	조사일시	2018.11.01 ~ 2018.12.25		
	조사연장	15.3km		
	육안조사 등급	일반등급	8개소	
		우선등급	11개소	
		긴급등급	16개소	
		합 계	35개소	
공동조사 제안 손상 구간	2개소			
조사결과 요약				

·육안조사 결과에 따라 공동조사를 제안한 손상 구간은 2개소이다.

·육안조사에서 제안한 공동조사 필요 구간에 대한 실시 현황을 확인한 결과, 2019년 1월에 공동조사가 수행되었으며, 공동조사 결과, 1개소에서 공동이 확인되어 복구(2019.01.25)가 완료된 상태이다. 나머지 1개소에서는 공동이 확인되지 않은 것으로 파악되었다.

주) 상기와 같이 제2차 0000 육안조사, 제3차 0000 육안조사, 제1차 0000 공동조사 등 조사된 지하안전 점검 보고서 등을 요약하여 순차적으로 기술한다.

제 3 장 공동조사 결과 및 평가

3.1 조사방법

3.2 조사결과 및 평가

제 3 장 공동조사 결과 및 평가

3.1 조사방법

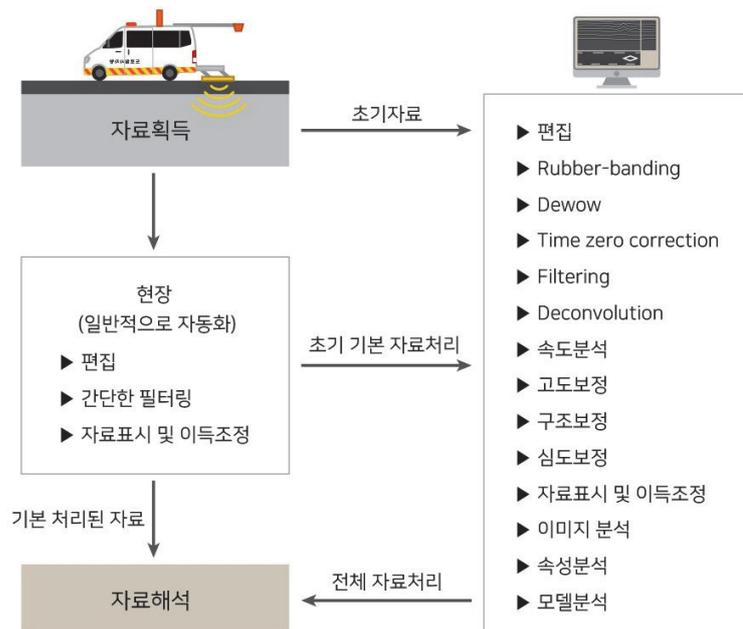
작성방향 • 조사 방법, 공동 등급 산정 기준 등을 공동조사 업무 매뉴얼을 참고하여 기술하도록 한다.

(가) 조사방법

- 육안조사로 쉽게 발견할 수 없는 공동·침하 위험지역 등을 발견하기 위하여 정밀한 지표투과레이더(GPR) 탐사장비를 사용하여 공동조사를 수행하였다. 지표투과레이더(GPR) 탐사는 차량형과 핸디형으로 구분되며, 현장여건 등을 고려하여 적절히 적용하여 수행하였다.
- 차량형 지표투과레이더(GPR) 탐사는 도로 위를 주행하며 탐사자료를 획득하는 방법으로 탐사차량에는 지표투과레이더(GPR) 안테나, GPS, 영상카메라, DMI, 주변정보 제공장치 등이 장착되어 있다. 지표투과레이더(GPR) 안테나가 지중의 반사파형 정보를 획득기록하고 영상카메라로 노면영상, 주변영상을 획득하며, 획득된 자료는 GPS, DMI와 동기화하여 공동예상지점의 위치정보를 특정할 수 있다.
- 핸디형 지표투과레이더(GPR) 탐사는 차량형 지표투과레이더(GPR) 탐사장비가 진입할 수 없는 구간(보도, 도로 우각부 등)에 대하여 조사자의 인력 또는 동력을 이용하여 탐사장비를 이동시키면서 탐사자료를 획득하는 방법으로, 탐사자료를 분석하여 공동예상지점의 위치정보를 특정할 수 있다.

(나) 탐사자료 분석

- 예 시
- 현장조사에서 획득한 탐사자료를 분석하여 공동예상지점을 파악하는 절차로, 지표투과레이더(GPR) 탐사, 주변영상, 노면영상을 종합하여 분석을 실시하여 공동확인조사가 필요한 공동예상지점을 선정하였다.
 - 본 공동조사에서 수행한 지표투과레이더(GPR) 탐사자료 분석 절차는 다음과 같다.



(다) 공동확인조사

- 탐사자료 분석 결과를 통하여 선정된 공동예상지점을 대상으로 현장답사를 수행하여 지점의 지하 시설물 매설 현황, 노면의 침하 또는 균열 등의 현황을 확인하고 이를 반영하여 공동확인조사를 수행하였다.
- 공동확인조사는 공동예상지점에 대하여 핸디형 지표투과레이더(GPR) 탐사를 수행하여 공동확인을 위한 천공지점을 특정하였다. 특정된 지점에 대하여 포터블 천공기로 천공한 후 360° 촬영이 가능한 공내영상촬영 장비를 삽입하여 공동의 유·무와 공동토피, 바닥깊이, 종·횡단 길이 등의 공동 규모를 확인·기록하였다.
- 공동예상지점 74개소에 대하여 공동확인조사를 수행한 결과, 72개소에서 공동이 조사되었다.

공동예상지점 천공(좌), 공내영상촬영(우)



예
시

(라) 공동평가 기준

- 공동등급은 조사된 공동의 토피, 내부높이, 면적 등을 바탕으로 결정하였다.

공동등급 분류 기준



공동등급	긴급등급	우선등급	일반등급
공동토피	30cm 미만	30cm 이상 50cm 미만	긴급/우선 등급을 제외한 모든 공동
내부높이	2.0m 이상	1.0m 이상 2.0m 미만	
면적	4.0m ² 이상	1.0m ² 이상 4.0m ² 미만	
복구기간	즉시복구	3개월 이내	6개월 이내

3.2 조사결과 및 평가

작성방향

- 조사결과를 반영하여 공동 등급을 산정하고 그 결과를 정리하여 보고서에 수록한다.
- 조사된 공동에 대해 공동조사 결과표와 공동조사서를 작성한다.

주요내용

- ✓ 조사결과에 대한 간략한 분석결과와 조사자 의견을 기술하고 조사된 공동에 대해 공동조사 결과표와 공동조사서를 작성하고 수치지형도 또는 위성지도 등을 활용하여 공동의 위치도를 작성·첨부한다.
- ✓ 필요한 경우 각각의 조사측선 중 특이사항이나 특별한 주의가 필요한 구간에 대해 설명하고 해당 구간에 대한 의견 및 조치사항 등을 간략히 요약하여 기술한다.
- ✓ 작성된 공동조사서는 공동조사 보고서 부록에 첨부한다.

(가) 조사결과

- 하수도관 15,280m, 지하보도 2개소(11m)의 주변지반에 대하여 공동조사를 실시하였으며, 탐사연장 총 55.67km이며, 조사측선은 38개소이다.
- 공동조사 결과, 발견된 공동은 72개소이며, 공동발생율은 1.29개소/km로 공동발생율이 가장 높은 조사측선은 00동-00으로(2.26개소/km)이다.
- 00동의 경우 과거 매립을 통해 형성된 지역이며, 2개의 주 간선도로가 지나고 있으며, 그 중 00대로는 00항으로 이어지는 도로로 중적재 차량의 통행량이 많아 도로의 소성변형이 다수 발견됨에 따라 유지관리에 각별한 주의가 필요할 것으로 보인다.
- 00동 00구(조사측선 00동-00, 00동-00, 00동-00)는 대표적 구 도심지역으로 30년 이상 노후된 지하시설물이 다수 매설되어 있으므로 지속적인 관찰 및 관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 공동조사 결과표

예
시

구분	광역시·도명	시군구명	조사측선명	공동번호	공동규모						공동등급	비고
					종단길이 (cm)	횡단길이 (cm)	면적 (cm ²)	내부깊이 (cm)	공동토피 (cm)	아스콘두께 (cm)		
1	000도	000시	00동-01	2021-01	108	89	0	51	21	15	일반	
2			00동-01	2021-02	104	85	0	27	30	20	긴급	
3			00동-03	2021-03	115	145	0	36	26	25	우선	
⋮												
72			00동-38	2021-72	90	87	0	50	20	15	일반	

- 공동 규모의 범위와 평균은 다음과 같다.

구 분	종단길이 (cm)	횡단길이 (cm)	면적 (cm ²)	내부깊이 (cm)	공동토피 (cm)	아스콘두께 (cm)
범 위	93 ~ 157	56 ~ 106	20 ~ 40	19 ~ 51	57 ~ 73	15 ~ 45
평 균	115.8	81.8	27.4	36.6	64.6	32.6

(나) 조사결과 평가

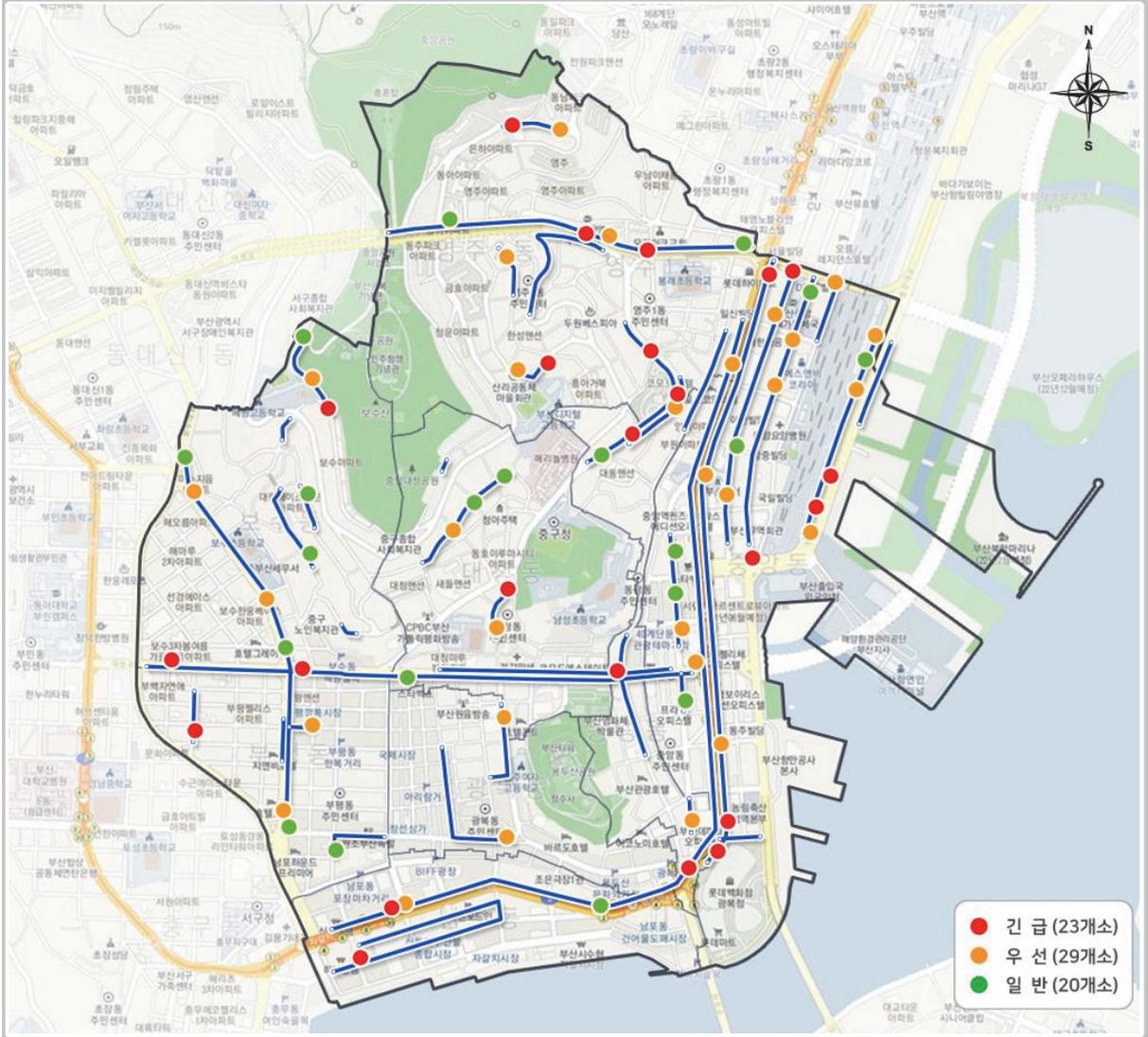
- 발견된 공동에 대하여 공동 면적, 공동 토피, 내부높이 등을 조사하여 공동의 등급을 산정하였다.
- 공동 등급 산정결과, 공동조사에서 발견된 전체 72개소의 공동 중 긴급 등급이 23개소(31.9%), 우선 등급이 29개소(40.3%), 일반등급이 20개소(27.8%)로 확인되었다.
- 조사된 공동 2021-00, 2021-00의 경우 매우 낮은 토피(5cm 이하)를 나타내고 있어 즉시 굴착을 통해 발생원인을 조사하고 원인에 대한 보수·보강 등의 조치를 완료한 후 복구공사를 수행하여야 할 것으로 판단된다.
- 공동 등급 집계표

예
시

광역시·도명	시·군·구 명	조사측선 명	탐사연장 (km)	공동등급(개소)				공동발생율 (개소/km)	비 고
				계	긴급	우선	일반		
00도	00시	00동-01	7.92	15	7	5	3	1.89	
		00동-02	19.16	26	7	13	6	1.36	
		00동-03	3.40	1	1	-	-	0.29	
∴									
00광역시	00구	00동-01	6.99	5	3	1	1	0.72	
합 계			55.67	72	23	29	20	1.29	

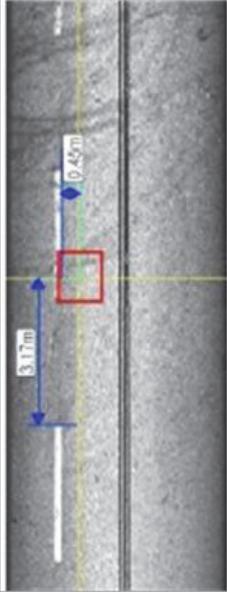
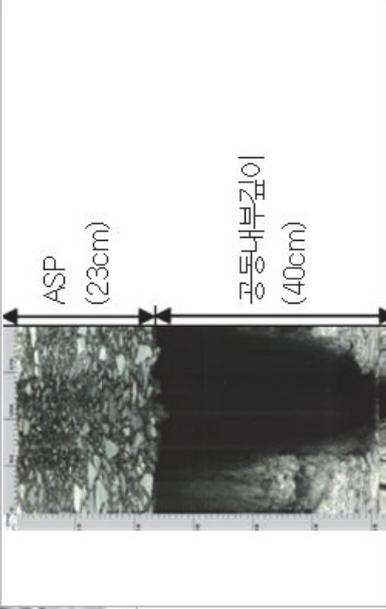
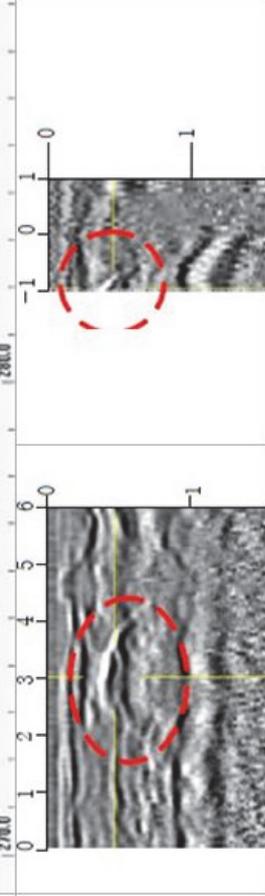
- 평가등급별 공동 위치는 다음과 같다.

공동 등급별 위치도



예
시

공동(空洞)조사서

광역시·도명	OO시	주소	OO대로 805-14	토피(m)	23
시·군·구명	OO구	위도	37.54424		
조사측선명	OO대로(L03)	경도	127.04424	길이	종단
공공번호	2021-L03-002	조사일시	2021.07.06	(m)	횡단
공관번호		노면 영상		내부높이(m)	63
위치도		좌측 사진		우측 사진	
탐사 평면		분석결과			
총/횡단도					

제 4 장 종합결론

4.1 종합결론

4.2 공동 복구에 관한 사항

4.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

4.4 기타 필요한 사항

제 4 장 종합결론

4.1 종합결론

작성방향 • 공동조사 실시결과를 요약하여 종합결론을 기술한다.

예
시

- 하수도관 15,280m, 지하보도 2개소(11m)의 주변지반에 대하여 공동조사를 실시하였으며, 탐사연장 총 55.67km이며, 조사축선은 38개소이다.
- 공동조사 결과 발견된 전체 72개소의 공동 중 긴급 등급 23개소(31.9%), 우선 등급 29개소(40.3%), 일반등급 20개소(27.8%)로 확인되었다.
- 공동발생율은 1.29개소/km이며, 공동발생율이 가장 높은 조사축선은 00동-00(2.26개소/km)이다.
- 조사된 공동 2021-00, 2021-00의 경우 매우 낮은 토피(5cm 이하)를 나타내고 있어 즉시 굴착을 통해 발생 원인을 조사하고 원인에 대한 보수보강 등의 조치를 완료한 후 복구공사를 수행하여야 할 것으로 판단된다.

4.2 공동 복구에 관한 사항

작성방향 • 조사된 공동의 복구를 위한 제언사항을 기술한다.

주요내용

✓ 조사자는 지하시설물관리자가 공동 등급, 현장 여건을 고려하여 공동 복구 계획을 수립하고 적절한 복구 재료와 복구 방법을 선택할 수 있도록 관련사항을 기술한다.

예
시

- 지하시설물관리자는 공동 등급 기준에 따라 일반 등급은 6개월 이내, 우선 등급은 3개월 이내, 긴급 등급은 발견 즉시 복구를 실시하여야 한다.
- 공동 복구를 실시하기 전 위치정보를 정확히 기록하고 공동 발생의 원인 규명하고 원인에 대한 조치를 한 후 복구를 수행하여야 한다.
- 지하시설물관리자는 시공성, 경제성 및 현장 상황을 고려하여 신중히 복구 방법과 재료를 결정하여야 한다. 복구 방법에는 주입에 의한 복구와 지반굴착을 통한 복구가 있다.
- 필요시 복구한 지반에 대해 건전도 조사를 수행하여 복구 결과를 확인할 수 있다. 건전도 조사의 방법은 크게 비파괴 탐사, 현장시험, 계측 모니터링으로 분류될 수 있으며 현장의 특성 및 현장조건 등에 따라 선택하여 수행하여야 한다.

4.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

작성방향 • 공동조사 결과에 따른 특이사항과 중점관리 사항에 대하여 기술한다.

예
시

- 00동의 경우 과거 매립을 통해 형성된 지역이며, 2개의 주 간선도로가 지나고 있으며, 그 중 00대로는 00항으로 이어지는 도로로 중적재 차량의 통행량이 많아 도로의 소성변형이 다수 발견됨에 따라 유지 관리에 각별한 주의가 필요할 것으로 보인다.
- 00동 00구(조사측선 00동-00, 00동-00, 00동-00)는 대표적 구 도심지역으로 30년 이상 노후된 지하 시설물이 다수 매설되어 있으므로 지속적인 관찰 및 관리가 필요할 것으로 판단된다.

4.4 기타 필요한 사항

작성방향 • 기타 필요한 사항에 대하여 기술한다.

주요내용

- ✓ 상기 항목 중 언급되지 않는 사항 중 기타 특이사항이나 관련사항, 필요한 사항 등을 간략히 요약하여 기술한다.

지하안전점검 표준매뉴얼

승인 국토교통부 건설안전과
발행 국토안전관리원

2021년 8월 17일 초판

* 본 지하안전점검 표준매뉴얼의 내용에 관한 질의 및 건의
사항은 국토안전관리원으로 연락하여 주시기 바랍니다.

국토안전관리원 (http://www.kalis.or.kr)
(우)52856 경상남도 진주시 에나로128번길 24 대표전화 1588-8788

* 본 지하안전점검 표준매뉴얼은 관리원 홈페이지(www.kalis.or.kr)
및 지하안전정보시스템(www.jis.go.kr)에서 다운로드 받으실 수
있습니다.

비매품



국토교통부



국토안전관리원