

불량맨홀 상태조사 및 평가기준 마련

최 종 보 고 서

2016. 8.

최종
보고

불량맨홀
상태조사
및
평가기준
마련

2016·8

서울특별시
안전총괄본부

제 출 문

서울특별시 귀중

본 보고서를 “불량맨홀 상태조사 및 평가기준 마련” 용역에 관한 최종보고서로 제출합니다.

2016년 8월 5일

수행기관명 : (사)대한산업안전협회

책임기술자 : 고 동 석

분야책임자 : 유 인 권

참여기술자 : 정 현 석 최 응 진

전 경 식 한 경 구

원 준 재 강 경 훈

김 학 응

목 차

제1장 과업의 개요	3
1.1 추진배경 및 목적	3
1.2 과업의 범위	4
1.3 과업수행일정	5
1.4 용어의 정의	6
제2장 자료수집 및 분석	11
2.1 맨홀(작업구)의 기초	11
2.2 맨홀(작업구)관리의 규정 및 지침	14
2.3 서울특별시 맨홀(작업구)관리 현황	35
2.4 불량맨홀(작업구)의 정의 및 기준정립	58
제3장 불량맨홀(작업구) 실태조사 및 분석	65
3.1 실태조사 개요	65
3.2 실태조사 결과	68
3.3 맨홀(작업구)의 손상원인 및 분석	89
3.4 교통하중이 맨홀(작업구)에 미치는 영향분석 사례	101
제4장 상태평가 기준 및 방법	109
4.1 상태판단 및 평가기준	109
4.2 안전등급 산정 및 정비 우선순위	123
4.3 실태조사 맨홀(작업구)의 상태평가 결과	125
4.4 불량맨홀(작업구) 발생에 대한 사고위험도 평가	132
제5장 맨홀(작업구)관리 및 제도개선방안	141
5.1 설계 및 시공개선사항	141
5.2 맨홀(작업구)관리 제도개선방안	151
참고문헌	161

<부 록>

1. 도로상 맨홀정비 및 관리지침(안)
2. 실태조사맨홀 상태평가 결과
3. 맨홀(작업구)뚜껑 및 틀 표준도
4. 자문의견서

불량맨홀 상태조사 및 평가기준마련 • •

제 1 장

과업의 개요

- 1.1 추진배경 및 목적
- 1.2 과업의 범위
- 1.3 과업수행일정
- 1.4 용어의 정의

제1장 과업의 개요

서울시의 도로상 맨홀(작업구)은 최근 수압에 의한 맨홀(작업구) 뚜껑의 비산, 통과차량에 의한 맨홀(작업구)뚜껑의 튀어 오름과 뒤 차량의 파손 등 안전사고가 발생하면서 도로에 대한 시민의 불안감이 증대되고 있으며, 또한 관로 주변의 공동 및 침하가 사회적으로 문제화 되면서 맨홀(작업구) 접속부에도 체계적인 관리가 요구되고 있다. 그동안 서울특별시에서는 맨홀(작업구)의 유지관리를 위해 1999년 「도로상 맨홀정비 및 관리지침」을 마련하여 불량맨홀(작업구) 정비사업을 추진하여 왔으나 유지관리기준 정립이 미흡하여 체계적인 관리에는 한계성을 나타내왔다. 2015년에는 국토교통부에서 「도로상 작업구 설치 및 관리지침」이 제정되면서 맨홀(작업구)에 대한 체계적인 관리기준을 중심으로 하는 종합계획의 필요성이 부각되었고, 이에 본 과업에서는 불량맨홀(작업구)의 실태조사를 통해 조사 및 평가항목을 선정하고 현장조사 분석을 통한 체계적인 평가기준 및 유지관리기준 마련을 추진하게 되었다.

1.1 추진배경 및 목적

1. 추진 배경

- 서울특별시에서 도로상 맨홀(작업구)로 인한 사고는 3년간(2013년~2015년) 총 11건으로 맨홀(작업구)뚜껑의 튀어 오름·파손·호우에 의한 뚜껑의 열림 등이 발생하면서 도로상의 시민안전에 불안감이 가중되고 있으며 사고로 인한 민원 및 법적소송이 발생하고 있다.
- 또한 최근 사회적으로 문제화된 관로 주변의 공동과 더불어 맨홀(작업구) 내 관로 접속부의 틈새에서도 토사유실에 의한 도로함몰이 발생할 수 있으나 이에 대한 체계적인 관리기준이 미흡한 상태에서 운영되어 구조안전성에 대한 검토가 요구되었다.
- 그동안 맨홀(작업구)정비공사는 예산범위 내에서 사전조사를 통한 불량맨홀(작업구)을 선정하여 정비하는 형태로 운영되었으나 맨홀(작업구)주변 포장균열, 침하, 파손의 안전기준 부재로 전수조사 시행에 어려움이 있었고 손상정도에 따른 우선순위를 고려하지 못하여 효율성 및 체계적인 관리방안의 필요성이 대두되었다.
- 따라서 시민의 안전 확보와 중장기 지속가능한 맨홀(작업구)관리계획 수립을 위해 종합적인 맨홀(작업구)의 상태를 판단할 수 있는 기준마련이 필요하게 되었으며 궁극적으로 시민의 도로이용에 안전하고 쾌적한 환경을 제공하고자 본 과업을 수행하게 되었다.

2. 과업의 목적

- 구조안전성, 차도의 평탄성, 관로 접속부 폐합 등 불량한 맨홀의 조사항목 및 평가방법과 유지관리 기준을 마련한다.

1.2 과업의 범위

1. 불량맨홀(작업구) 정의 및 기준 정립

- 국토교통부 및 서울시 등 관련지침과 비교 후 조사내용과 평가항목 선정은 국내·외 문헌 및 사례조사를 통하여 과업수행 결과 도출

2. 조사분야 기준마련

- 상·하수도, 전기, 통신맨홀(작업구) 등 유형별 주요 조사항목·방법 분석 결정
- 맨홀(작업구)관리기관의 유지관리지침서 및 안전점검 결과서, 설계도면 등을 통하여 중점 조사사항 도출

3. 맨홀(작업구)상태에 대한 평가항목, 평가방법 및 기준결정

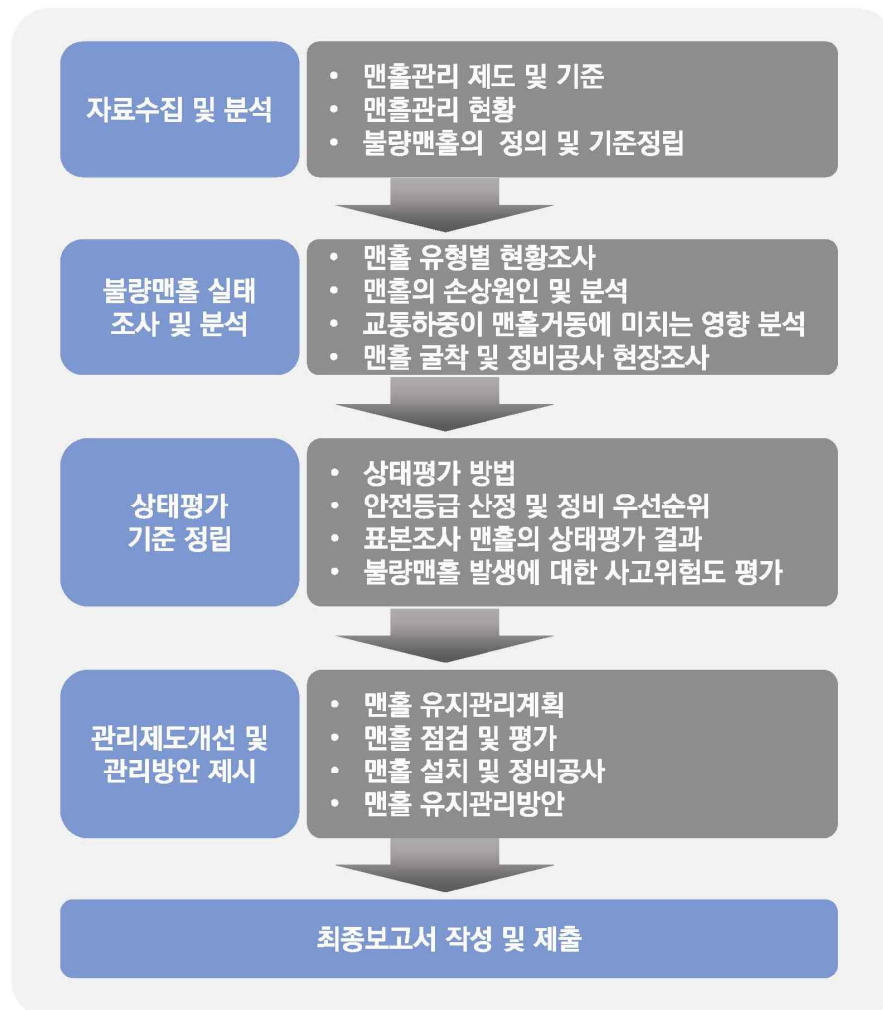
- 맨홀(작업구) 외부(평탄성, 균열, 침하 등) 및 내부(구조안전성, 관로 접속부 폐합성) 상태조사 및 자료정량화
- 불량맨홀(작업구) 발생에 따른 사고위험도평가
- 불량맨홀(작업구) 평가항목, 상태판단기준, 평가방법 결정

4. 제도개선안 마련

- 평가항목·방법을 반영한 서울시 차도상 맨홀(작업구)정비 및 관리지침 재개정
- 서울시 맨홀(작업구)정비공사 시방서 제정 및 품질시험 기준 정립
- 불량맨홀(작업구) 개선안 정착 및 실행담보를 위한 법률적·제도적 방안 제시
- 유형별 맨홀(작업구)설치(표준도) 및 관리방법 개선안 마련

1.3 과업수행일정

- 기초자료 수집 및 분석 : 2015.10.26. ~ 2015.12.31.
- 불량맨홀(작업구) 실태조사 및 분석 : 2015.12.01. ~ 2016.01.30.
- 상태평가 기준 정립 : 2016.02.01. ~ 2016.04.30.
- 맨홀(작업구) 굴착 및 정비공사 현장조사 : 2016.04.14. ~ 2016.06.28.
- 관리제도 개선 및 관리방안 제시 : 2016.05.01. ~ 2016.06.30.
- 도로상 맨홀정비 및 관리지침(안) 작성 : 2016.05.15. ~ 2016.07.14.
- 보고서 작성 : 2016.05.01. ~ 2015.07.28.
- 최종 보고서 제출 : 2015.08.05.



[그림 1.1] 과업수행일정

1.4 용어의 정의

- 도로 : 차도, 보도(歩道), 자전거도로, 측도(側道), 터널, 교량, 육교 등 대통령령으로 정하는 시설로 구성된 것으로서 도로법 제10조에 열거된 것을 말하며, 도로의 부속물을 포함한다.
- 도로관리청 : 도로에 관한 계획, 건설, 관리의 주체가 되는 기관으로서 도로의 구분에 따라 도로법 제23조에서 규정하는 특별시장 또는 자치구의 구청장 등에 해당하는 기관을 말한다.
- 맨홀(작업구)관리기관 : 맨홀(작업구)을 설치하고 이를 관리하는 자를 말한다. 다만, 맨홀(작업구)의 관리·운영을 위탁하는 경우에는 수탁기관의 장을 포함한다.(이하 “관리기관”이라 한다)
- 맨홀(작업구) : 도로하부에 상수도·하수도·전기·통신·도시가스·공동구·전력구 등을 설치 관리하기 위해 만든 출입구로서 맨홀, 핸드홀, 점검구 등을 포함한다.
- 맨홀(작업구)뚜껑 : 뚜껑 및 뚜껑 틀 기타 부속품의 총칭
 - 회주철 (보통 주철, GC) : 과단면 색깔이 회색이기 때문에 회주철이라고 불린다. 편상 흑연이므로 구상흑연주철에 비하면 인장 강도가 낮고 신장도 낮다.
 - 구상흑연주철(GCD) : 흑연을 구상화한 주철로 기계적 성질은 인장 강도가 보통 주철에 비해 약 2배 이상이 있고 신장도 크며 보통주철보다는 하중이나 충격에 대해서는 유리하다.
 - 수평 구조 : 맨홀(작업구) 뚜껑 아랫면과 뚜껑 틀 내부 윗면으로 지지하는 구조
 - 경사(급구배)구조 : 맨홀(작업구)뚜껑 측면과 뚜껑 틀 측면이 쉼기방식으로 지지하는 구조
 - 경첩 : 뚜껑과 뚜껑 틀을 연결시키기 위한 부품. 뚜껑의 개폐를 용이하게 할 수 있는 기능을 보유하는 것.
 - 핸드 홀 : 지중에 매설하는 상수도·통신·전기 등의 부설·수리를 위해 매설구간 도중에 설치하는 구멍. 사람이 들어가서 작업하는 구멍을 맨홀(작업구)이라 하는데 비해 손만을 넣어서 작업하는 구멍을 말한다.
- 높이 조정부 : 맨홀(작업구) 상부벽 윗면과 뚜껑 틀 아랫면과의 틈을 말한다. 이 부분에서 지표면까지의 높이를 조정한다.

- 맨홀(작업구)본체 : 맨홀(작업구) 자체의 콘크리트 등 구조물을 말한다.
- 인버트 : 하수의 흐름을 좋게 하기 위해 맨홀(작업구)의 밑바닥을 연결하는 배수관과 같은 지름의 반원으로 마감한 홈.
- 인버트 결함 : 맨홀(작업구) 내 인버트가 없거나 부분결손이 일어나는 현상
- 긴급조치 : 교체대상이지만 일시적으로 위험을 회피하기 위하여 하는 조치.

제 2 장

자료수집 및 분석

- 2.1 맨홀(작업구)의 기초
- 2.2 맨홀(작업구)관리의 규정 및 지침
- 2.3 서울특별시 맨홀(작업구)관리 현황
- 2.4 불량맨홀(작업구)의 정의 및 기준정립

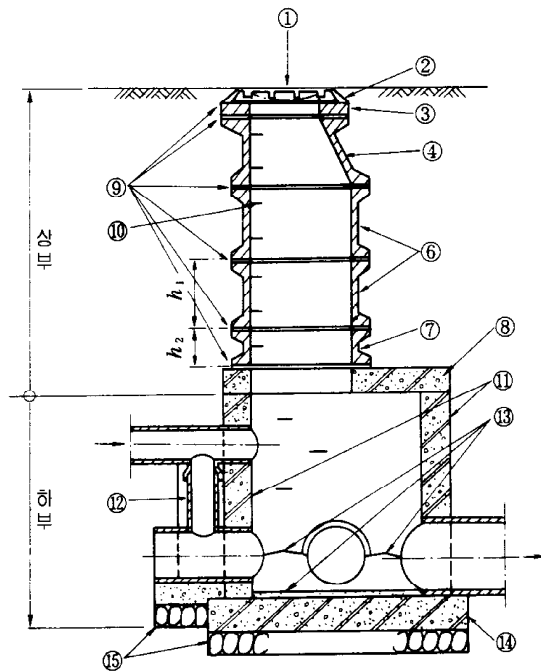
제2장 자료수집 및 분석

맨홀(작업구) 상태평가 기준마련의 기초조사를 위하여 국내·외의 맨홀(작업구)현황과 관리제도 및 기준을 검토한다. 관련 자료는 각 맨홀(작업구) 관리기관으로부터 수집한 자료를 참고로 조사하였으며 국외는 일본의 (사)일본하수도협회, (사)일본하수도관로관리업협회와 미국의 토목학회(ASCE), 하수도협회(NASSCO)등의 자료를 참고하였다.

2.1 맨홀(작업구)의 기초

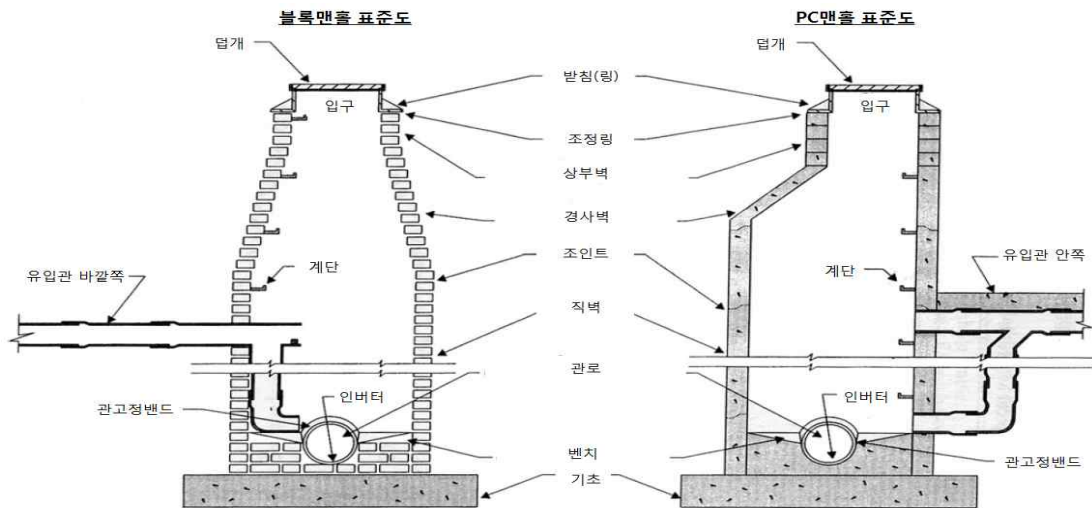
1. 맨홀(작업구)의 구성 및 각부의 명칭

- 맨홀(작업구)은 지하에 설치된 시설물을 설치 관리하기 위해 노면에서 사람이 출입할 수 있게 만든 출입구로서 상수도·하수도·전기·통신·도시가스·공동구·전력구 등 다양한 종류의 맨홀(작업구)이 존재한다.
- 국내 맨홀(작업구)의 역사는 상·하수도 시설로부터 시작되며 맨홀(작업구)관련 자료는 다수의 자료가 존재하는 하수도 분야를 기준으로 국내외자료를 비교하면 국제표준규격이 마련되지 않아 국내에서 제작된 맨홀(작업구)과 외국(미국, 유럽, 일본)에서 사용되는 맨홀(작업구)이 사용재료와 목적 또는 구성요소가 서로 다르다.
- 즉, 맨홀(작업구)본체는 사용재료와 목적에 따라 각 부위를 지칭하는 명칭이 다르며 국내에서 사용되는 맨홀(작업구)이라도 표준규격에 따라 생략되거나 추가되는 구성요소(슬래브, 사벽, 인버트, 부관 등)가 다르다.
- 국내에서 사용되는 대표적인 하수도 표준맨홀(작업구)의 구성은 맨홀(작업구)뚜껑, 맨홀(작업구)본체, 높이조정부로 대별되며 프리캐스트 제품, 현장타설 콘크리트로 설치되며 각부의 명칭은 [그림 2.1]과 같다.
- 반면 외국에서 사용되는 맨홀(작업구)의 구성과 각부의 명칭은 [그림 2.2]와 같으며 왼쪽이 블록맨홀(작업구)이고 오른쪽이 프리캐스트(PC) 맨홀(작업구)이다. 또한 현장타설 콘크리트 맨홀(작업구)에서 사용하는 명칭은 프리캐스트(PC) 맨홀(작업구)과 유사하다.



- ① 맨홀(작업구) 뚜껑
- ② 맨홀(작업구) 뚜껑틀
- ③ 높이조정 콘크리트블록
- ④ 측괴(맨홀(작업구) 경사벽)
- ⑥ 측괴(맨홀(작업구) 측벽)
- ⑧ 상관
- ⑨ 모르타르
- ⑩ 사다리
- ⑪ 측벽
- ⑫ 부관
- ⑬ 인버트
- ⑭ 저관
- ⑮ 기초

[그림 2.1] 맨홀(작업구)의 구성 및 각부의 명칭(환경부)



자료 : ASCE, 2009, Manhole Inspection and Rehabilitation, ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 92, American Society of Civil Engineers

[그림 2.2] 맨홀(작업구)의 구성 및 각 부의 명칭(미국, 유럽)

- 블록맨홀(작업구)은 뉴욕, 런던과 같이 근대식 하수도의 역사가 100년 이상인 도시에서 합류식 관으로 사용되던 주재료로서 프리캐스트(PC) 맨홀(작업구)이 발명되기 전에 부설된 것이며 단면변형이 자유로운 것이 특징이다.
- 국내에서는 하수관거의 역사가 짧기 때문에 근대식 블록맨홀(작업구)은 없으며 대부분 프리캐스트 맨홀(작업구) 또는 현장타설 콘크리트맨홀(작업구)이 주종을 이루고 있으나 일부 상수도 맨홀(작업구) 등에서는 설치의 용이함으로 지금까지 조적식 구조를 사용하고 있다.

2. 맨홀(작업구)의 일반구성

1) 맨홀(작업구)뚜껑

- 우리나라 맨홀(작업구)뚜껑 역사는 1970년 10월 30일 KS D 6021(상·하수도·전기·통신용 맨홀(작업구) 뚜껑 및 틀)로 제정되었으며 한국표준협회에서 KS인증을 통한 표준화된 제품과 기술보급을 위해 선도적 역할을 담당하였다.
- 그러나 최근에는 도로미관을 개선하기 위한 다양한 맨홀뚜껑이 보급되고 있음에도 이러한 시장반영이 미흡하여 2013년에 KS표준을 폐지하였고 2014년부터는 한국주물공업협동조합에서 SPS-KFCA-M201-1639 (주철·주강재 맨홀 뚜껑 및 틀)에 의해 단체표준 인증을 심사하는 것으로 바뀌었다.
- 맨홀(작업구)뚜껑은 작업원의 출입, 기구 및 장비 등의 반입을 위해 설치되며 KS D 6021(상·하수도·전기·통신용 맨홀(작업구) 뚜껑 및 틀)에서 규정한 맨홀(작업구) 뚜껑의 재질은 주철재(회주철, 구상흑연주철)와 탄소주강이 있으며 그 특징은 다음과 같다.
 - 회주철은 주조성이 좋아서 복잡한 형상의 주조품을 값싸게 얻을 수 있으나 강에 비하여 약하고 취약하며 하수도 맨홀(작업구)에서 주로 사용되어 왔다.
 - 구상흑연주철은 강과 비슷한 강도를 갖고, 연성·인성도 비교적 좋으므로 기계구조용 부재로서 특히 사용응력이 높을 때, 충격력 하중이 걸리는 경우에는 적절한 재료이며 상수도 맨홀(작업구)과 도시가스 맨홀(작업구)에서 주로 사용되어 왔다.
 - 탄소주강은 주철에 비해 인장강도 등 기계적 성질이 우수하고 용접에 의한 보수가 용이하여 통신, 전기 및 지역난방공사 맨홀(작업구)에서 주로 사용되어 왔다.
- 하수도 맨홀(작업구) 뚜껑에는 환기용 구멍을 두어 내부에서 발생한 악취 및 폭발성 기체를 방출할 수 있는 구조로 되어있으나, 다른 용도의 맨홀(작업구)뚜껑은 별도의 구멍이 없다.
- KS D 6021(상·하수도·전기·통신용 맨홀(작업구) 뚜껑 및 틀)에서 규정한 맨홀(작업구)뚜껑 규격별 종류는 원형과 각형으로 분류되며 원형은 648mm, 766mm, 918 mm, 1,108mm가 있으며 각형은 (2@×538mm)×576mm가 사용되고 있으며, 이외에도 핸드 홀에 해당하는 소규모의 맨홀(작업구)이 있다.

- 맨홀(작업구)뚜껑 외측상단은 틀 내측 상단과 일치되고 뚜껑이 내부를 덮을 수 있는 구조적인 모양을 갖추어야 하며 표면은 요철구조로 되어있고, 맨홀(작업구)의 종류, 관리주체 등을 식별할 수 있어야 한다.

2) 높이 조정재

- 높이 조정재는 뚜껑과 뚜껑 틀을 정확한 표고에 맞추고 횡단기울기를 고려하여 견고하게 고정시켜야 하며 이를 위해서는 소요압축강도를 확보하여야 한다.
- 높이 조정재에 대한 국내 하수도 시설기준에는 “볼트나 너트 등으로 해당높이로 고정 후 콘크리트를 타설하여 고정·조절하도록 규정하고 있으며, 공공하수도 중 맨홀(작업구)의 표준도(환경부 고시 제2009-195호, 2009.8.29)에서는 높이조정 콘크리트블록으로서 압축강도를 18MPa로 규정하고 있다.
- 한국전력공사 시방서에서는 조립식 맨홀(작업구)의 경우 조정용 부재를 적용하고 있으며, KT 시방서에는 KS L 4201(점토벽돌)을 사용하여 시공토록 하고 있으나 기타기관의 시방서에는 불명확하여 현장에서는 보도블록, 콘크리트 벽돌 또는 고임돌 등을 사용한 시공이 이루어지기도 한다.

3) 맨홀(작업구) 본체

- 맨홀(작업구)본체는 맨홀(작업구)의 주 용도를 보호하는 구조물로서 표준맨홀(작업구)을 사용하는 것을 기본으로 하며, 지형적인 특성과 인접 지하매설물과의 관계 등 표준 맨홀(작업구) 시공이 곤란한 경우에는 특수맨홀(작업구)을 적용한다.
- 맨홀(작업구)본체 형태는 원형과 사각형의 구조를 표준으로 하며 철근콘크리트구조(현장타설 및 PC)를 기본으로 하나 상수도시설기준의 맨홀(작업구)에서는 철근 콘크리트 또는 콘크리트 블록 쌓기로 제시되고 있으며 실제 설치된 맨홀(작업구)은 벽체를 적벽돌과 흙관, 슬래브를 장대블록으로 적용하고 있다.

2.2 맨홀(작업구)관리의 규정 및 지침

1. 맨홀(작업구)관리 규정

1) 정부기관 맨홀(작업구)관리규정

- (1) 도로관리청과 맨홀관리기관간의 협정서(1989.3.20, 이하 “협정서”라 한다)

- 국내의 정부기관에서 맨홀(작업구)관리에 규정은 1989년 3월에 「도로상 맨홀 유지관리에 관한 도로관리청과 맨홀관리기관간의 협정서(1989.3.20.)」가 현재의 국토교통부와 한국전력공사, KT, 한국가스공사, K-Water의 4개 공공기관 간에 마련되었다.
- 본 협정서는 도로에 설치되는 상·하수도, 전기, 통신, 도시가스 등을 위한 각종 맨홀(작업구)에 있어서 그 설치와 유지관리 및 비용부담 등에 관하여 필요한 사항을 규정하는 목적으로 차도, 노면, 보도 등 도로에 설치된 상·하수도, 전기, 통신, 도시가스 등의 각종 맨홀(작업구)의 설치(이전포함)와 유지관리 및 비용부담에 적용하고 있다.
- 관리책임으로는 도로에 설치된 각종 맨홀(작업구)의 구체 및 뚜껑의 유지관리의 책임은 맨홀(작업구)관리기관에 있으나 맨홀(작업구)뚜껑 면과 그 주변의 도로포장 면이 일치하지 아니할 경우 그 높이의 조정은 맨홀(작업구)관리기관의 비용부담으로 도로관리청이 담당한다.

(2) 도로상 작업구 설치 및 관리지침(2015.9)

- 국토교통부는 2015년 9월에 도로상 맨홀(작업구)을 계획적·체계적으로 관리하고 이전의 협정서 이후 변화된 도로의 환경을 반영하여 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완하여 「도로상 작업구 설치 및 관리지침(2015.9, 이하 “국토부 지침”이라 한다)」을 제정하였으며 주요내용은 다음과 같다.
- 본 지침은 도로에 설치된 작업구의 설치(이전포함) 및 관리에 관하여는 다른 법령에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이 지침에서 정하는 바에 따르도록 하며 (「공동구 설치 및 관리지침」에 따른 맨홀(작업구)은 제외) 도로관리청은 이 지침의 범위 내에서 맨홀(작업구) 설치 및 관리에 필요한 세부사항을 정할 수 있도록 하였다.
- 도로관리청은 맨홀(작업구)관리계획을 매년 수립하여 시행하며 맨홀(작업구) 파손 등 긴급사항 발생 시 조치계획에 관한 사항, 맨홀(작업구) 점검계획에 관한 사항, 맨홀(작업구)의 안전 및 유지관리를 위한 조직·인원 및 장비의 확보에 관한 사항, 안전 및 유지관리에 필요한 비용과 예산의 확보 및 사용에 관한 사항이 포함하도록 하며 맨홀(작업구)관리계획 수립에 필요한 사항을 관리기관에 요구할 수 있도록 하였다.
- 도로관리청은 맨홀(작업구)점검계획을 수립하고, 초기점검, 정기점검, 정밀점검, 긴급점검을 실시하도록 규정하고 있다.

- 맨홀(작업구)정비공사에 필요한 포장면 단차, 진동 및 소음, 도로 포장면 손상, 맨홀(작업구) 파손 및 이탈 등 정비기준을 마련하였다.
- 맨홀(작업구) 정비가 필요한 경우 비용 산출, 청구, 납부, 정산절차를 정하고 있다.
- 맨홀(작업구)의 설치, 이전, 정비공사 시 안전사고 방지를 위하여 필요한 조치를 취하도록 규정하고 있다.

2) 서울특별시 맨홀(작업구)관리지침

- 서울특별시는 1989년 3월에 국토교통부 “협정서”가 제정된 이후 1999년 3월에 「도로상 맨홀정비 및 관리지침」을 마련하였으며 이후 2012년 9월에 일부 보완 과정을 거쳐 현재에 이르고 있다.
- 맨홀(작업구)정비공사 및 관리는 이미 설치된 맨홀(작업구) 중에서 뚜껑 면과 주변의 도로포장 면 높이가 일치하지 않거나 도로 공사로 높이조정이 필요한 경우 이를 정비하여 안전하고 쾌적한 도로환경을 조성할 목적으로 추진해 오고 있다.
- 한편 서울특별시에서는 2016년 4월에 도로 위에서 발생할 수 있는 안전사고를 예방하기 위해 맨홀(작업구)관리 및 점검계획, 맨홀(작업구)정비공사 및 비용부담, 긴급발생시 안전조치 등을 내용으로 하는 「시민안전을 위한 맨홀관리 업무협약서(이하 “맨홀관리 업무협약서”라 한다)」를 20개 맨홀(작업구)관리기관과 체결하여 실질적인 업무추진을 위한 협력관계를 마련하였다.

3) 맨홀(작업구)관리 규정에 대한 지침비교

- 기존의 「도로상 맨홀정비 및 관리지침」을 개선·보완하는데 활용하고자 정부 기관 지침과 서울특별시 지침을 비교하여 검토한 결과는 다음과 같다.
- 국토부 지침 제3조(도로관리청은 지침범위 내에서 맨홀(작업구) 설치 및 관리에 필요한 세부사항을 정할 수 있다.)에 근거하여 서울특별시에서는 시행 가능한 맨홀(작업구)유지관리의 세부지침을 마련하고 관리기관의 협의를 통해 국토부 지침에서 제시한 기준을 세부적으로 확정하는 것이 필요하다.
- 또한 관리의 책임관계, 맨홀(작업구)설치, 맨홀(작업구)정비공사, 안전관리 등 추가적인 사항 및 일부 변경된 사항에 대해서는 국토부 지침과 상관성을 유지할 수 있도록 기존 서울특별시 지침의 개정이 필요하다.
- 국토부 지침 제5조(주요 업무), 제6조(작업구 설치), 제8조(작업구 점검계획), 제9조(작업구의 긴급조치), 제12조(기존 작업구의 이전) 등 서울특별시 지침이 미비한

부분에 대해서는 구체적인 기준 마련이 필요하다.

- 국토부 지침 제14조(작업구 관리대장)는 도로관리청에서 특별한 사유가 없는 한 전자적 처리형태로 작성·관리토록 규정하고 있으므로 이에 대한 세부규정과 별도 시스템을 구축하는 방향으로 개선이 요망된다.
- 한편 맨홀(작업구) 정비여부를 판단하는 평가기준이 마련되지 못한 상태이며 계획적인 맨홀(작업구)정비를 수행하기 위해서는 상태평가기준과 안전등급기준을 마련함이 절실한 것으로 판단된다.
- 맨홀(작업구)관리를 위해 국토부 지침과 현재 서울특별시의 “도로상 맨홀정비 및 관리지침”을 비교한 내용은 다음과 같다.

도로상 작업구 설치 및 관리지침(국토부)	도로상 맨홀정비 및 관리지침(서울시)
제 1조 목적 - 도로법에 따른 작업구의 설치·관리 사항 규정 - 국민이 안전하고 편리하게 도로 이용이 가능케 함.	- 불량맨홀에 대한 정비를 통해 포장면의 평탄성 유지 - 안전하고 쾌적한 도로환경 조성
제 2조 정의	
제 3조 적용범위 - 도로에 설치된 작업구의 설치 및 관리에 관하여 다른 법령에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이 지침에서 정한 바에 따른다. - 도로관리청은 지침범위 내에서 작업구 설치 및 관리에 필요한 세부사항을 정할 수 있다.	- 협정서에 의거한 도로상에 설치되어 있는 맨홀로 규정하고 있어 국토부 지침을 준용하여 개정이 필요함. - 국토부 지침을 준수하여 관리하기 위한 세부 사항을 정할 수 있다는 근거마련이 필요함
제 4조 관리책임 - 작업구 관리자: 작업구의 유지관리 담당 - 도로관리청: 작업구 주변 도로포장의 유지관리 담당 - 작업구 뚜껑면과 도로포장면의 10mm이상 차이가 발생한 경우 작업구 높이조정은 도로관리청이 담당	- 맨홀관리기관 : 맨홀구체 및 뚜껑의 유지관리 - 도로관리청 : 맨홀 뚜껑면과 도로포장면이 일치하지 않을 경우 관리기관의 부담으로 도로관리청이 정비 - 작업구 뚜껑 면과 도로포장면의 기준 미제시
제 5조 주요업무 - 작업구 관리자 : 작업구의 설치 및 유지관리 작업구에서 사건과 사고발생시 대응 - 도로관리청 : 작업구 관리계획 수립 및 시행 작업구 관리대장의 작성 및 관리	- 해당규정 없음 - 도로관리청이 연간 맨홀정비계획을 수립하고 있음. - 관리기관이 관리대장을 작성관리하고 있음.(P.7)
제 6조 작업구 관리계획수립 - 파손 등 긴급사항 발생시 조치에 관한 사항 - 작업구 점검계획에 관한 사항 - 안전 및 유지관리를 위한 조작인원 및 정비 확보 - 안전 및 유지관리에 필요한 예산 확보 및 사용	- 해당규정 없음
제 7조 작업구 설치 - 작업구의 구조, 시공, 유지보수 등에 대한 규정	- 반영되어 있음(P.8 맨홀신설(교체)시 고려사항 등)

<표 2.1> 맨홀(작업구) 관련규정의 구성 - 계속

도로상 작업구 설치 및 관리지침(국토부)	도로상 맨홀(작업구)정비 및 관리지침(서울시)
제 8조 작업구 점검계획 - 도로관리청은 작업구 점검계획을 수립하고 실시 - 점검의 종류 : 초기·정기·정밀·긴급점검	- 분기별 1회 이상 합동순찰조를 편성운영 - 맨홀관리부서는 수시로 순찰 실시
제 9조 작업구 긴급조치 - 긴급한 정비공사는 작업구관리자 통보 후 작업 실시 및 작업구 관리자의 긴급정비공사에 대한 지원 사항 - 긴급정비공사에 필요한 작업구 관리자의 장비와 작업구 자재지원 사항	- 긴급정비공사에 대해서는 반영(P.3 다. 정비대상조사 및 정수절차)되어 있으나 맨홀관리자의 긴급정비공사에 대한 지원 사항에 대한 보완이 필요함. - 긴급정비공사에 대한 장비와 맨홀 자재 지원사항의 해당 규정은 없음.
제10조 작업구 정비공사 - 작업구 정비공사 사항 규정 - 작업구 정비공사 비용부담 및 시행자 규정 - 도로관리청에서 정비 공사를 시행하는 절차 - 작업구 본체에 대한 승강요구가 있을 경우 협의 - 작업구 정비공사에 따른 관리책임	- 뚜껑과 도로포장면의 단차 10mm 이상의 정비기준에 대한 지침 보완이 필요 - 반영되어 있음(P.1 3. 관리책임 한계) - 반영되어 있음(P.3 라. 정비공사 시행절차) - 3항 4조의 맨홀 본체 승강요구의 협의사항에 대한 보완이 필요함. - 반영되어 있음(P.3 라. 정비공사 시행절차)
제11조 정비비용 요청 및 납부절차 - 점검결과에 따른 정비비용 통보 : 4월 말까지 - 작업구 관리자의 비용 납부 : 10월 말까지 - 추가발생 청구된 정비비용의 납부 : 2개월 이내 - 정비비용의 정산내역과 작업구 관리대장 정리에 필요한 사항을 통보	- 위임된 불량맨홀 보수비용은 5, 8, 11월에 청구되어 15일 이내에 납부토록 되어 있으나 상호 기간에 큰 차이가 발생하고 있음 - 반영되어 있음.(P.3 라. 정비공사 시행절차) - 맨홀관리대장 정리에 필요한 사항의 보완이 필요함.
제12조 기존 작업구의 이전 - 도로관리청은 작업구의 이설을 요구할 수 있고 관리기관은 정당사유가 없으면 따라야 함	- 이전에 관련된 규정(P.8 기타사항)은 있으나 관리기관의 수용에 대한 보완이 필요함.
제13조 안전관리 - 안전사고 예방을 위한 칸막이 및 표지판 설치	- 반영되어 있음(P.6 다. 공사장 안전관리)
제14조 작업구 관리대장 - 도로관리청에서 전자적 처리방법의 작업구 관리대장 작성관리 - 작업구 관리대장에 포함된 자료내용	- 관리대장 작성은 맨홀관리기관으로 관리주체가 국토부 지침과 상이한 것으로 나타남.(P.7) - 맨홀점검 결과와 전자도면은 규정하지 않음

<표 2.1> 맨홀(작업구) 관련규정의 구성

2. 국내·외 맨홀(작업구)관리기준

1) 국내 맨홀(작업구) 관리기준

(1) 환경부

① 점검기준

- 상수도 맨홀(작업구)은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”의 관로시설 내에 포함되며 1종과 2종으로 구분하여 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하도록 규정하고 있으며 정기적인 실시주기는 다음과 같다.
 - 정기점검 : 반기별 1회 이상
 - 정밀점검 : 2년에 1회 이상,
 - 정밀안전진단 : 완공 후 10년이 경과된 1종 시설물에 대하여 5년에 1회 이상
- 하수도 맨홀(작업구)은 “공공하수도시설 유지관리 실무지침서”에서 관거시설 내에 포함되어 관거의 상태를 파악하는 점검과 유지관리대책 수립을 위한 조사로 구분하여 규정하고 있으며 실시주기는 다음과 같다.
 - 점검 : 맨홀(작업구) 경과연수 30년 미만은 3년에 1회, 30년 이상경과는 1년에 1회
 - 조사 : 맨홀(작업구) 경과연수 30년 미만은 5년에 1회, 30년 이상경과는 3년에 1회

② 평가기준

- 상수도 관련기준에서는 맨홀(작업구) 내·외부에 대한 평가기준은 없으나 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”의 세부지침(상수도)에서는 관로시설물 내에 관리되며 맨홀(작업구)내부의 콘크리트에 대한 평가기준이 있으나 맨홀(작업구)내부의 조적구조와 맨홀(작업구)외부 뚜껑에 대한 조사항목 및 평가기준은 없는 것으로 조사되었다.
- 하수도 관련기준에서 맨홀(작업구)에 대한 평가기준은 “공공하수도시설 유지관리 실무지침서(2005, 환경부)”에서 <표 2.2>, <표 2.3>과 같이 맨홀(작업구)외부인 뚜껑의 평가기준과 평가표가 제시되었으나 설치기준에 의한 평가에서 하중종류별 적용(T-25, T-20, T-14, T-8)이 국내 적용에는 적합하지 않은 형태로 조사되었다.
- 하수도에서 맨홀(작업구)외부 평가기준에 대한 구분은 다음과 같다.
 - A. 위험도 매우 큼, 긴급히 조치 필요수준
 - B. 위험도 큼, 조기 조치 필요수준

- C. 위험도 중, 계획적 조치 필요 수준
- D. 위험도 작음, 경과 관찰 필요수준
- E. 문제없는 수준

A. 위험도 매우 큼, 긴급히 조치 필요 수준
B. 위험도 큼, 조기 조치 필요 수준
C. 위험도 중, 계획적 조치 필요 수준
D. 위험도 작음, 경과 관찰 필요 수준
E. 문제 없는 수준

1. 설치기준에 의한 판정

(1) 하중 종류별	도로구분			중 별	T-25	T-20	T-14	T-8
	차 도	대형차량의 통행 있음		E	C	B	A	
		대형차량의 통행이 적음		E	E	E	B	
	보 도			E	E	E	E	
(2) 부상방지기능	적용장소			기능구분		기능 있음		기능 없음
	부상방지 기능의 적용	필요 있음	사람이나 차량 통행이 많은 장소	E		A		
			사람이나 차량 통행이 적은 장소	E		B		
		필요 없음						
(3) 추락방지기능	적용장소			기능구분		기능있음		기능없음
	추락방지 기능의 적용	필요 있음		E		A		
		필요 없음						

2. 손상노화에 의한 판정

(1) 외관	상황 / 구분		있음	없음	
	균열		E	A	
	구멍		E	A	
(2) 기울기	상황 / 구분		소리나 움직임이 없는 것		소리나 움직임이 있는 것
	차량통행시 및 출입시		E		A
(3) 표면마모	잔존 모양 높이(H)mm		H>3mm	3~2mm	H<2mm
	설치장소	일반장소	E	C	A
		특수장소 (주)	E	A	A
	차 도		E	A	A
		보 도	E	D	A
	(주) 교차점 및 컵, 오르막길 등, 이륜차가 미끄러지기 쉬운 장소				
(4) 부식	상황 / 구분		있음		없음
	주조 표시 소멸		E		B
	개폐 성능 저해		E		B
(5) 기능 작동	기능종별 / 구분		기능한다.		기능하지 않는다.
	부상방지		E		A
	열쇠구조		E		B
	전락방지		E		A
(6) 기타	상황 / 구분		없음		있음
	높이조정부 손상 (구멍, 충전불량, 균열)		E		A
	뚜껑 및 틈이 큰 단차		E		A

<표 2.2> 국내 맨홀(작업구) 외부점검 평가기준

점검일	년 월 일 날씨 :		기록자		하수도대장번호			
설치 장소	주 소							
	도 로 종 별	☐ 국도 ☐ 지방도 ☐ 시도, ☐ 군도 ☐ 사도 ☐ 기타()	포 장 종 별	☐ 아스팔트 ☐ 콘크리트 ☐ 평판블록 ☐ 비포장 ☐ 기타()	보 차 도	☐ 보도 ☐ 차도 대형차 교통량 ☐ 많다 ☐ 중 ☐ 적다		
표찰 번호	No.							
사 양	구 분	☐ 오수 ☐ 우수 ☐ 합류	설치연도(주3)	년도	경과연수	년		
	종 류	☐ T-25 ☐ T-20 ☐ T-14 ☐ T-8 ☐ 기타			☐ 평반이형 ☐ 급경사반이형			
		☐ 300 ☐ 400 ☐ 500 ☐ 600 ☐ 900 ☐ 기타()			재질	☐ FCD ☐ FC ☐ 기타()		
조사 및 점검항목		조사 및 점검내용		조사결과(주1, 2)				
				A	B	C	D	E
측 정 기 준	(1) 설치기 준에 따른 판정	(1) 내하중 종류별	보차도별에 의한 설치 상황					
		(2) 부상 방지 기능	부상방지 설치 장소					
		(3) 추락 방지 기능 (뚜껑 비산시)	전락방지 설치장소					
	(2) 손상, 노화에 따 른 판정	(1) 외관	균열 및 구멍					
		(2) 기울기	차량통과 소음 및 출입이격					
		(3) 표면마모	표면마모의 상태					
		(4) 부식	표시상태 및 뚜껑 개폐상태					
		(5) 기능 작동	부상방지	기능의 작동 상태				
			열쇠구조	열쇠의 작동 상태				
	추락방지		기능의 상태					
(6) 기타	높이 조정부의 손상							
	뚜껑 및 틀 간 단차							
집 계 란								

조치판정	측정결과		판 정	조치 내용
	지속사용	이상없음		
		간이조치 필요		
	뚜껑교체	응급조치 필요		
응급조치 없음				
비 고	주1. 조사결과와 해당란에 O인을 찍는다. 주2. A~E는 <표 3.10.3> 참조 주3. 설치 연도가 불명확한 경우는 축조 연도로 한다. 주4. 본 표의 조사 항목 번호는 <표 3.10.3>의 판정 대상항목 번호와 대비한다.			

<표 2.3> 국내 맨홀(작업구) 외부점검 평가표

- 또한 맨홀(작업구)외부 손상노화에 의한 평가기준에서는 주변 포장부에 대한 기준이 제시되지 못하고 있으며 개개의 평가에 따른 종합적인 평가기준이 없어 계획적인 유지관리 적용에는 어려움이 존재한다.
- 맨홀(작업구)내부에 대한 평가기준은 과거 관로와 동일한 방법으로 평가하였으나 최근에 마련된 “지반침하대응 하수관로 정밀조사 매뉴얼(2015.12, 환경부 생활하수과)”에서는 조사평가기준을 아래와 같이 3가지 등급으로 나누어 평가하고 있으며 상태등급에 대한 세부적인 평가사항은 <표 2.4>와 같다.
 - A : 심각, 이상이 진행
 - B : 보통, 중간정도의 노후, 이상이 있음
 - C : 경미, 노후, 이상 정도는 낮음

결 합	코드	등급	상태등급 설명	비 고
맨 홀 표면손상	SM	A	철근노출	양호도 평가 기준항목
		B	골재노출	
		C	거친 표면	
맨홀 파손	BM	A ^{주1)}	이탈 손실·함몰	양호도 평가 기준항목
		B	전체에 균열	
		C	경미한 파손(A·B 이외)	
맨홀 균열	CR	A	전체에 균열(폭 5mm 이상)	양호도 평가 기준항목
		B	부분적으로 균열(폭 2~5mm 이상)	
		C	경미한 균열(폭 2mm 미만)	
맨 홀 침입수	IM	A	솟구치고 있는 상태	양호도 평가 기준항목
		B	흐르고 있는 상태	
		C	스며들고 있는 상태	
맨 홀 뿌리 침입	RM	A	내경의 50% 이상	양호도 평가 기준항목
		B	내경의 10~50%	
		C	내경의 10% 미만	
사다리 결합	SX	A	이탈 손실	
		B	철근이 가늘어짐	
		C	녹의 발생	
인버트 결합	CP	A	-	
		B	인버트가 없음	
		C	부분적인 결손	
맨홀 장애물	OB	A	유지·토사 등 퇴적물이 관경의 1/3 이상의 부착	
		B	유지·토사 등 퇴적물이 관경의 1/3~1/10의 부착	
		C	유지·토사 등 퇴적물이 관경의 1/10미만의 부착	
악취발생	HA	A	호흡이 정지될 정도의 건디기 어려운 강도	악취도5 ^{주2)}
		B	쉽게 감지할 수 있는 강한 취기	악취도3~4
		C	느낄 수 있지만 종류를 알 수 없는 취기	악취도1~2

주1) 맨홀)파손 A등급 중 이탈은 ① 상하구체(조립부), ② 관 연결이음부 이탈 포함

주2) 악취도는 직접 관능법에 의한 0~5의 6단계 악취도(세기)를 의미함(악취관리 업무편람, 환경부 2007.2)

<표 2.4> 국내 맨홀(작업구) 내부점검 평가기준

(2) 서울특별시

① 점검기준

- 맨홀(작업구) 외부점검은 포장부의 돌출, 침하, 단차 등 불량상태와 뚜껑의 진동·소음상태로 판단하고 있으나 항목별 점검기준은 없는 것으로 조사되었으며, 맨홀(작업구) 내부는 관리기관의 담당범위로서 점검기준이 마련되어 있지 않은 것으로 조사되었다.

② 평가기준

서울특별시 “도로상 맨홀정비 및 관리지침”에는 내·외부의 세부적인 평가기준이 없으며 다음의 맨홀(작업구)외부 평가기준에 의해 맨홀(작업구)정비대상을 선정하는 것으로 확인되었다.

등급 구분	맨 홀 상 태 내 용
A 등급	뚜껑의 진동·소음이 없고 노면과 뚜껑 면이 완벽하게 일치된 맨홀
B 등급	뚜껑의 진동·소음이 없고 노면과 뚜껑 면이 완벽하게 일치되지는 않으나 안전사고 발생 위험이 없다고 판단되는 맨홀
C 등급	뚜껑의 진동·소음이 있거나 돌출, 침하 등(B급 이상) 맨홀상태 불량으로 통행에 지장을 주고 있어 연내 정비하여야 할 대상으로 판단되는 맨홀
D 등급	교통사고 위험 등으로 정비가 시급한 맨홀
E 등급	덧씌우기, 보도정비, 재포장, 굴착공사 등의 각종 도로공사 구간에 설치되어 있어 정비되어야 할(높이조정 등) 맨홀

<표 2.5> 서울시 맨홀(작업구) 외부 평가기준

(3) 국내 평가기준에 따른 검토결과

- 서울특별시의 맨홀(작업구)외부정비를 위한 평가는 뚜껑의 소음·진동, 뚜껑과 노면의 차이에 의한 돌출·침하, 교통사고의 위험성, 각종 도로공사로 인한 높이 조정맨홀(작업구) 등을 고려하고 있으나 점검항목별 평가기준이 없고 뚜껑손상에 해당하는 균열이나 파손 및 부식에 대한 점검항목은 없는 상태로 전반적인 평가항목과 평가기준을 정립하는 것이 필요하다.
- 맨홀(작업구) 내부는 국토부 지침에 따르면 관리기관에서 정밀점검을 실시하도록 규정하였으나 세부적인 기준을 제시하지 않은 상태이므로 계획적인 관리 및 조치를 위해서는 점검항목선정과 이에 따른 평가기준을 마련함이 요망된다.
- 맨홀(작업구)의 상태등급 평가에서는 환경부의 경우 A를 가장 불량한 상태로

표현하고 C (내부) 또는 E(외부)로 갈수록 양호한 수준으로 표현하고 있으나 국내 시트법과 재난관리법에 의한 시설물의 평가기준에서는 A를 가장 양호한 상태로 표현하고 E로 갈수록 불량으로 표현하고 있어 등급에 따른 혼선이 발생할 것으로 판단되며 일반적으로 널리 인식하고 있는 시트법 기준에 의한 상태등급 마련이 바람직할 것으로 판단된다.

2) 일본의 맨홀(작업구) 관리기준

(1) 점검기준

- 일본의 맨홀(작업구)점검기준은 관로점검으로 시작된 하수도 맨홀(작업구)에서 순시 · 점검 · 조사로 구분하여 제시하고 있다. (“히로시마 하수도 관로시설의 점검 · 조사 매뉴얼”(2015.2, 히로시마시 하수도국))
- 순시는 기본적으로 뚜껑을 개폐하지 않고 육안으로 맨홀(작업구)뚜껑 및 주변포장의 상황을 파악하는 것이며, 점검은 맨홀(작업구)뚜껑을 개폐하여 뚜껑의 상태를 파악하는 것과 맨홀(작업구)내부의 물 흐름 및 퇴적상황, 손상상황, 불명수상황 등을 확인하는 것이다.
- 맨홀(작업구)조사는 맨홀(작업구) 내부를 육안 또는 CCTV카메라에 의한 영상조사 실시를 기본으로 하며 필요에 따라 맨홀(작업구)뚜껑을 육안으로 조사하는 것이다.
- 일본 “하수도 유지관리 매뉴얼”에 따르면, 관거의 지상부를 대상으로 하는 순시는 적어도 전 지역 대상으로 1년에 1회 실시하고, 관거의 지상부와 내부를 대상으로 하는 점검은 보통 3년에 1회 실시하는 것으로 되어 있다. 따라서 관거에 포함된 맨홀(작업구)뚜껑의 상태파악도 1회/년 순시와 1회/3년 점검을 실시하게 된다.

(2) 평가기준

- 일본의 맨홀(작업구)평가기준은 조사를 통해 얻은 맨홀(작업구)의 상태에 대한 평가기준으로 철근콘크리트 조립 및 현장타설 맨홀(작업구)을 원칙으로 하며 평가기준은 맨홀(작업구)주변부(뚜껑 마모, 부상방지, 덮개거림)와 내부에 대해 A, B, C로 구분한다.
- 맨홀(작업구)외부는 1998년 9월 집중호우로 맨홀(작업구) 뚜껑비산과 맨홀(작업구)속으로 보행자가 추락한 사망사고가 발생한 이후 맨홀(작업구)뚜껑에 대한 안전대책의 지침이 마련되었고, 2000년에는 “하수도용 맨홀뚜껑의 유지관리매뉴얼(안)((사)일본

하수도협회)”에서 맨홀(작업구) 뚜껑에 대한 평가기준이 제시되었다.

- 2011년에는 상기 일본하수도협회 평가기준에 뚜껑·주변 포장의 단차, 및 뚜껑과
틀 간의 단차의 평가기준을 추가한 “맨홀뚜껑 등의 교체에 관한 설계 지침(안)
((사)일본하수도관로관리업협회)”이 나오게 되었다.
- “맨홀뚜껑 등의 교체에 관한 설계 지침(안)”에서는 아래와 같은 5가지 등급으로
평가하며 항목별 평가기준은 크게 설치기준에 의한 평가, 손상열화에 의한 평가,
주변포장의 손상열화에 의한 평가로 분류하고 있다.<표2.6>참조
 - A. 위험도 매우 큼, 긴급히 조치 필요수준
 - B. 위험도 큼, 조기 조치 필요수준
 - C. 위험도 중, 계획적 조치 필요 수준
 - D. 위험도 작음, 경과 관찰 필요수준
 - E. 문제없는 수준

가. 설계기준에 의한 평가

내하중 종류	종별		T-25	T-20	T-14	T-8
	도로구분					
차도	대형차량의 통행 있음		E	C	B	A
		대형차량의 통행이 적음	E	E	E	B
	보도		E	E	E	E
부상방지기능	기능 구분		기능 있음		기능 없음	
	필요 있음	사람이나 차량 통행이 많은 장소	E		A	
		사람이나 차량 통행이 적은 장소	E		B	
	필요 없음		-		-	
전략방지기능	기능 구분		기능 있음		기능 없음	
	전략방지 기능의 적용	필요 있음	E		A	
		필요 없음	-		-	

<표 2.6> 일본의 맨홀(작업구) 외부점검 평가기준 - 계속

나. 손상열화에 의한 평가

외관	구분		없음		있음	
	상황					
	균열		E		A	
덜컹거림	구분		없음		있음	
	상황					
	차량통행시 및 보행시		E		A	
표면마모	잔존상태높이(H)mm		H > 3mm		3~2mm	
	설치 장소				H < 2mm	
	차도	일반 장소	E		C	
		특수 장소(교차점 · 커브 · 오르막길 등 이륜차가 미끄러지기 쉬운 장소)	E		A	
	보도		E		D	
부식	구분		없음		있음	
	상황					
	주조표시 소멸		E		B	
기능의 작동	구분		없음		있음	
	기능종별					
	부상방지		E		A	
	잠금구조		E		A	
	전락방지		E		A	
뚜껑과 틀의 단차	구분		없음		있음	
	상황					
높이조정부의 손상열화	구분		없음		있음	
	상황					
높이조정부의 손상열화	높이조정부의 손상(구멍, 충전 불량, 균열)		E		A	

다. 주변포장의 손상열화에 의한 평가

주변포장의 손상	구분		없음		있음	
	상황					
뚜껑과 주변포장의 단차	구분		없음		있음	
	상황					
뚜껑과 주변포장의 단차	뚜껑과 주변 포장의 단차(20mm이상의 단차)		E		A	

※자료 : “맨홀(작업구)뚜껑 등의 교체에 관한 설계 지침(안)((사)일본하수도관로관리업협회)”

<표 2.6> 일본의 맨홀(작업구) 외부점검 평가기준

○ 맨홀(작업구)내부에 대한 평가기준은 “히로시마 하수도 관로시설의 점검·조사 매뉴얼”(2015.2, 히로시마시 하수도국)에서는 맨홀(작업구)내부 조사평가 기준을 다음과 같이 설정하고 있으며, 긴급도는 <표 2.8>과 같다.

- A : 심각, 기능저하, 이상이 현저함
- B : 보통, 기능저하, 이상이 적음
- C : 경미, 기능저하, 이상이 거의 없음

부 위	조사항목	A	B	C
내부	부식	철근이 노출	골재가 노출	부식이 파악되는 정도
	탈락·박리	크게 탈락·박리	약간 탈락·박리	누락·박리 거의 없음
	균열	폭 2mm이상	폭 1mm이상	폭 1mm미만
	유수 차이	몸체에서 탈각	50%이상 차이	50%미만 차이
	침투수	분출하고 있음	흘러내리고 있음	베어 나옴
	사다리	결여됨	철근부가 가늠	녹이 발생
	인버트	파손·퇴적 (50%이상)	퇴적 (25% 이상)	쓰레기·퇴적 (25% 미만)

※ 자료 : “히로시마 하수도 관로시설의 점검·조사 매뉴얼”(2015.2, 히로시마시 하수도국)

<표 2.7> 일본의 맨홀(작업구) 내부점검 평가기준

○ 하수도맨홀(작업구)에서 평가기준에 따른 긴급도 판정기준은 3가지로 구분하고 있으며 그 내용은 다음과 같다.

구 분	판 정 기 준	판정내용
긴급도 I	A등급이 1항목이상 있는 경우	신속한 대책이 필요
긴급도 II	B등급이 1항목이상 있는 경우	간단한 대응으로 필요한 조치를 5년 미만까지 연장할 수 있는 경우.
긴급도 III	C등급이 1항목이상 있는 경우	간단한 대응으로 필요한 조치를 5년 이상으로 연장할 수 있는 경우.

※ 자료 : “히로시마 하수도 관로시설의 점검·조사 매뉴얼”(2015.2, 히로시마시 하수도국)

<표 2.8> 맨홀(작업구) 긴급도 평가기준

○ 상기 히로시마시 하수도국 맨홀(작업구)긴급도 판정은 맨홀(작업구)외부의 경우 맨홀(작업구)주변부(뚜껑 마모, 부상방지, 덜컹거림) 3가지 항목만을 반영한 것으로

다양한 항목을 반영하고 있지 못하며 최근에는 시조우나와테시(四條畷市)는 하수도 관로(맨홀(작업구) 포함)시설 장수명화 계획을 수립하면서 다음과 같은 항목에 따른 종합판정과 긴급도를 적용하고 있다.

조사 부재	주요평가내용	평가결과	종합판정	긴급도
맨홀(작업구) 뚜껑	●내하중 종별 ●균열 ●뚜껑부식 ●부상방지기능 ●덜컹거림 ●기능의 작동 ●전락방지기능 ●표면마모 ●뚜껑/틀 단차	A~E	A~E	Ⅰ ~Ⅲ
높이 조정부	●조정부 손상	A~E		
주변포장	●주변포장 손상 ●뚜껑과 주변포장의 단차	A~E		

<표 2.9> 일본의 맨홀(작업구) 외부 긴급도 판정기준

- 상기에서 맨홀(작업구)외부는 히로시마시의 평가항목에 비해 세부적인 평가항목으로 구성된 시조우나와테시(四條畷市)의 긴급도를 고려하고, 맨홀(작업구)내부는 히로시마시의 긴급도를 고려한 일본의 맨홀(작업구)평가기준은 다음과 같이 요약할 수 있다.

			판정기준 항목	판정	종합판정	긴급도	비고
외부	맨홀뚜껑	설치 기준	✓ 내하중 종류별 ✓ 부상방지기능 ✓ 추락방지기능	A ~ E A ~ E A ~ E	A ~ E	Ⅰ ~ Ⅲ	❖ 종합판정 부위 별 최소값 적용 (맨홀뚜껑, 높이 조정부, 주변포장, 내부손상) ❖ 긴급도 구분 • 긴급도 Ⅰ - A등급이 1개 이상 - 신속한 조치 필요 • 긴급도 Ⅱ - B등급이 1개 이상 - 5년 미만 조치 필요 • 긴급도 Ⅲ - C등급 이하 - 5년 이상 조치 필요
		손상 기준	✓ 외관상태, 덜컹거림 ✓ 표면마모, 기능작동 ✓ 부식, 뚜껑과 틀간 단차	A ~ E A ~ E A ~ E			
	높이 조정부		✓ 파손, 충전불량, 균열 등	A ~ E			
	주변포장		✓ 주변 포장의 손상	A ~ E			
			✓ 뚜껑과 주변포장의 단차	A ~ E			
내부	내부손상		✓ 부식 (골재노출, 철근노출)	A ~ C	A ~ C	Ⅰ ~ Ⅲ	
			✓ 파손, 탈락, 균열, 침입수 ✓ 인버트, 관 연결부 손상 등	A ~ C A ~ C			

<표 2.10> 일본의 맨홀(작업구) 평가기준

3) 미국의 맨홀(작업구) 관리기준

(1) 점검기준

- 미국토목학회(ASCE)의 “Manhole Inspection and Rehabilitation(Second Edition)”에서는 하수도 맨홀(작업구) 점검 주기를 서비스 지역의 부식, 유입 및 침투, 유지관리 문제수준에 따라 다르나 10~15년으로 하고 있으며 권장되는 점검 주기는 <표 2.11>과 같다. 또한, 내구연한 10~25년의 맨홀(작업구)은 2~5년마다, 내구연한이 50년 초과인 맨홀(작업구)은 10~15년 마다 조사를 실시하는 것으로 하고 있다.

맨홀 상태	일반	부식 유지보수문제	지정 중요 하수구	실개천 및 소하천 위치함	신규 또는 개보수 맨홀
점검주기	5-10, 최대 15년	1~2년	1~3년	1~2년	1~2년

<표 2.11> 미국의 맨홀(작업구) 점검 주기

- 또한 캘리포니아(California) 주에서는 하수시스템의 적절한 유지관리를 위하여 하수시스템관리계획(SEWER SYSTEM MANAGEMENT PLAN, SSMP)을 아래와 같이 수립하여 관리하고 있으며, 맨홀(작업구)도 하수 시스템의 일부로 관리되고 있다.



[그림 2.3] SSMP의 구성

(2) 평가기준

- 미국토목학회(ASCE)에서는 구조물의 기본 물리적 조사를 포함하여 다음과 같은 조사항목을 최소한 조사하도록 하고 있다.
 - 지속적인 유지관리를 위하여 대상 맨홀(작업구)의 이전 상태를 확인할 수 있도록 도로주소, GPS 좌표와 같은 영구적인 기준 위치를 기재한다.
 - 맨홀(작업구)의 구조뿐만 아니라, 맨홀(작업구)깊이, 직벽, 받침 및 입구의 직경과 같은 맨홀(작업구)의 형상 및 제원을 조사하고, 개략적인 형상으로 각각의 유입 및 유출관 형태도 조사하여 기록한다. 맨홀(작업구)의 형상변화와 맨홀(작업구)과 관로의 연속성은 지도상에서 비교될 수 있도록 한다.
 - 구조 및 조사항목의 조사결과를 개보수의 우선순위 분석을 위한 자료로 활용하기 위하여 기록한다.
 - 균열, 부등침하, 노후화 진행, 부식의 현황은 사진촬영하고 기록하며 맨홀(작업구) 직벽의 수소이온농도(pH)나 관로 상부의 상태를 조사하여 부식가능성에 대한 양질의 정보를 구축한다.

구분	상세 내용(검토 부위)
1. 조사시간 및 날짜, 날씨, 현장책임자 성명	—
2. 주소, 지번 및 교통상태를 포함한 맨홀 위치(GPS 좌표)	—
3. 지표면 토성	—
4. 지역특성 및 조건	—
5. 맨홀 입구의 직경	—
6. 유입공의 수 및 상태	—
7. 잠재 저류량	—
8. 구조적 상태와 누수가능성 조사 맨홀구성요소의 실제 누수 증거	a. 맨홀뚜껑 b. 상부 벽, c. 경사 벽 d. 직벽 e. 조인트 봉합부 f. 벤치 g. 관로 h. 관로누수 i. 계단
9. 건축재료	a. 상부 벽 b. 경사 벽 c. 직벽 d. 관로 e. 벤치
10. 각 관로의 맨홀 지표면에서 인버터의 깊이	—
11. 맨홀의 모양, 높이 및 직경, 안전성, 접근성	a. 맨홀뚜껑 b. 상부 벽, c. 경사 벽 d. 직벽
12. 맨홀 월류의 증거	—
13. 퇴적	—
14. 맨홀 유입 및 유출관로의 자료 및 환경	a. 크기 b. 모양, c. 재료 d. 크랙, 파손, 함몰 e. 나무뿌리 f. 퇴적물 g. 흐름깊이 h. 부식상태 i. 측정 또는 추정 유속

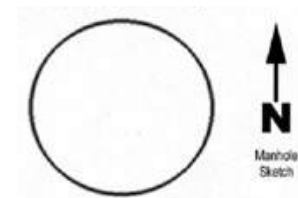
<표 2.12> 미국의 맨홀(작업구) 조사 항목

하수도맨홀 외관조사					
과업명		배수분지		배수분구	
과업번호		도면번호			
점검일자		관로연장			
책임자		맨홀번호			
외부전경		맨홀종류			
내부전경		조사상태			
주소		GPS자료	위도: , 경도 :		

맨홀과 주변 정보					
맨홀위치	보도/이면도로/차도	표면재료	포장/비포장	맨홀등급	표준이상/표준이하
뚜껑형식	구멍 있음, 없음/기타	구멍 수		유입유무	있음/없음
내부직경		뚜껑직경		유입정도	없음/경미/심함
내부재료	벽돌/콘크리트/기타	기타재료		퇴적깊이	
유출관로 깊이		유출관로 직경			

맨홀 손상 목록							
	위치*	손상**	Rating	원인	I / I	사진	위치* 뚜껑, 틀, 조정부, 벽체, 바닥, 인버트
1							
2							손상** 파손, 균열, 유실, 세굴, 공동, 탈락
3							
4							Rating:경미, 보통, 심함
5							원인: 없음, 경미, 보통, 심함
6							I/I:없음, 흔적, 발생 중

점검결과 :



[그림 2.4] 미국의 맨홀(작업구) 조사 양식

- 또한 상태평가는 <표 2.13~14>와 같이 I/I(침투, 유입), 구조적(Structural) 및 공용손상(O&M)으로 구분하여 Rating 1~5로 평가하고 있다.

구분	Rating				
	1(없음)	2(스며들)	3(떨어짐)	4(흐름)	5(숫구침)
뚜껑	없음	표면손상	표면부식	물고임<1in	물고임>2in
프레임 쉘	없음	누수 흔적	균열부에서 경미한 토사유출	이격 1/8in이내	이격 1/8in이상
조정부	없음	1개 조사단위에서 누수흔적들	2~3개 조사단위에서 누수흔적들	다수 누수흔적, 경미한 조인트 누수	다수 누수흔적, 심각한 조인트 누수
벽체, 바닥	없음	1~2개 조사단위에서 누수흔적들	3~4개 조사단위에서 누수흔적들	다수 누수흔적, 경미한 조인트 누수	다수 누수흔적, 심각한 조인트 누수

<표 2.13> 미국의 I/I 평가기준

구분	Rating				
	1	2	3	4	5
뚜껑	양호	개스킷 없음	볼트 없음	부식	균열, 파손
프레임	양호	부식	균열	깨짐	파손 (2,3,4 복합손상)
조정부	양호	미세균열	모르타르 유실 1/16in 균열	부분적인 조정재 유실, 1/4in 균열	심각한 손실
벽체, 바닥	양호	미세균열	모르타르 유실 1/16in 균열	부분적인 조정재 유실, 1/4in 균열	심각한 손실

<표 2.14> 미국의 구조적 및 공용 손상 평가기준

- 맨홀(작업구)의 종합평가는 <표 2.15>와 같이 외부에 대해서는 상태(Sounded, Cracked, Broken, Missing, Corroded)를 서술하며, 내부에 대해서는 I/I(침투, 유입), 구조적(Structural) 및 공용손상(O&M) 평균값을 Grade 1~5로 평가한다.

구 분			평 가	비 고
외부	•O&M(공용) •I/I(침투, 유입) •Structural(구조)	Cover	상태 서술 (Sounded, Cracked, Broken, Missing, Corroded)	◆ 종합평가 O&M(공용), I/I, Structural평균값 ◆ Grade • Excellent : 이상없음 • Good : 최소20년 기능유지 • Fair : 10~20년 기능상실 • Poor : 5~10 기능상실 • Immediate Attention : 기능상실, 5년 내 기능상실
		Frame		
내부	•O&M(공용) •I/I(침투, 유입) •Structural(구조)	Cone	Rating : 1 ~ 5	
		Wall		
		Bench		
		Channel		

<표 2.15> 미국의 맨홀(작업구) 평가기준

3. 국내·외 맨홀(작업구) 평가기준 비교 검토

- 국내·외 맨홀(작업구)평가비교는 자료 확보가 가능하고 관련점검이 지속적으로 수행되고 있는 하수도 맨홀(작업구)에 대해 검토한 결과, 국내 맨홀(작업구)에 대한 기준은 일본기준을 대부분 수용하여 제시된 것으로 나타났으며, 미국의 맨홀(작업구)외부의 평가에서는 건전성 여부를 서술하는 수준으로서 맨홀(작업구)정비를 위한 기준을 표현하기에 부적합한 것으로 판단된다.
- 일본 규정을 수용하면서 맨홀(작업구) 뚜껑의 내하중강도 T-25, T-20, T-14, T-8가 반영되어 있으나 이는 일본 JSWAS G-4(하수도용 맨홀(작업구)뚜껑) 기준에 의한 내하중별 설치기준으로 국내 기준에는 적용할 수 없는 평가기준이다.
- 또한 부상방지기능과 추락방지기능에 대한 맨홀(작업구)뚜껑 설치는 초기단계로서 설치된 경우는 미미하여 향후 설치가 보편화되면 평가지표로 적용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 맨홀(작업구)뚜껑과 주변포장과의 단차는 일본의 경우 20mm이상이면 위험성이 커서 긴급한 조치가 필요한 수준으로 평가하고 있으나 국내의 경우 최근 지침에 따라 10mm 이상을 정비수준으로 하고 있어 국내기준이 강화된 것으로 나타나고 있다.
- 또한 일본의 최근자료에 의하면 주변 포장부에 대한 손상 및 단차항목의 점검 및 평가기준이 보완되었으나 국내에는 이러한 점검 및 평가기준이 없으며 서울특별시 맨홀(작업구)정비의 주요대상에 해당하는 항목으로서 향후 평가기준 마련 시에는 이에 대한 반영이 필요하다.

- 교량·터널, 상수도, 하수처리장, 건축물 등을 관리하고 있는 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”에서는 등급분류를 A(우수)~E(불량)으로 구분하고 있으나 한국 및 일본 규정은 A(교체 필요)~E(문제없음)으로 표기방법이 다르게 표현되고 있다.
- 기존에 사용하고 있는 시설물과 맨홀(작업구) 상태평가 기준이 상이할 경우 이해에 따른 혼선이 발생할 것으로 판단되며, 평가기준 수립 시에는 기존의 방법과 동일하게 이해 할 수 있는 A(우수)~E(불량)의 적용방법이 필요할 것으로 판단된다.

구 분		한국	일본	미국
규격기준 (인증규격)		●KSD 6021(2013.12페이지) ●단체표준으로 운영중 (SPS-KFCA-M201)	●JIS A5506 ●단체표준으로 운영중 (JSWAS-G)	●ASTM F1142~4
점검 기준	맨홀 외부	●설치기준의 판정: 3개항 - 하중종류별 - 부상방지기능 - 추락방지기능 ●손상노화의 판정: 7개항 - 외관 - 덜컹거림 - 표면마모 - 부식 - 기능 작동 - 높이조정부 손상 - 뚜껑 및 틀의 단차 ●판정기준:A(불량)~E(양호)	●설치기준의 판정: 3개항 - 하중종류별 - 부상방지기능 - 추락방지기능 ●손상열화의 판정: 7개항 - 외관 - 덜컹거림 - 표면마모 - 부식 - 기능 작동 - 높이조정부 손상 - 뚜껑 및 틀의 단차 ●주변포장의 판정: 2개항 - 주변포장의 손상 - 뚜껑과 주변 포장의 단차 ●판정기준: A(불량)~E(양호)	●상태의 건전여부 기술 - Sounded - Cracked - Broken - Missing, Corroded ●평가항목: 3개항 - I/I(침투, 유입), - 구조적(Structural) - 공용손상(O&M) ●판정기준: 서술형 표기
	맨홀 내부	●지반침하대응 하수관로 정밀조사 매뉴얼 기준 - 맨홀 표면손상 - 맨홀 파손 - 맨홀 균열 - 맨홀 침입수 - 맨홀 뿌리 침입 ●판정기준:A(불량)~C(양호)	●관로의 점검과 평가병행 - 부식 - 탈락·박리 - 균열 - 유수차이 - 침투수 - 인버트 ●판정기준:A(불량)~C양호	●평가항목 : 3개항 - I/I(침투, 유입), - 구조적(Structural) - 공용손상(O&M) ●판정기준 : Grade 1~5 1: Excellent 2: Good 3: Fair 4: Poor 5: Immediate Attention

<표 2.16> 국내·외 맨홀(작업구) 평가기준 비교

2.3 서울특별시 맨홀(작업구)관리 현황

1. 맨홀(작업구) 현황

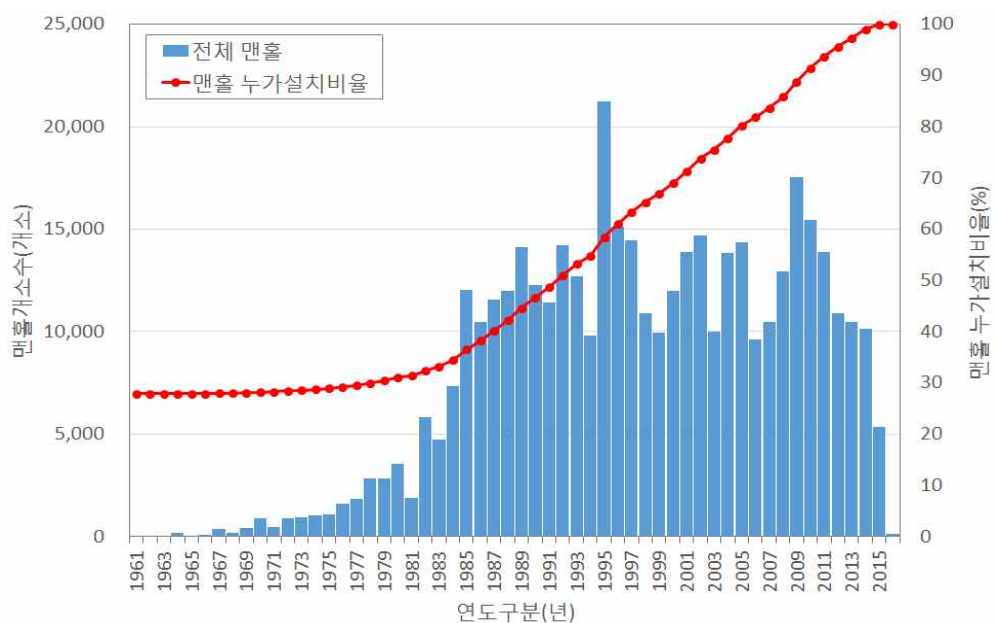
- 서울특별시 맨홀(작업구)은 2015년 말 현재 597,119개소가 설치되어 있고 맨홀(작업구) 종류별로는 하수도 맨홀(작업구)이 255,497개소로 가장 많고 상수도 맨홀(작업구)은 205,608개소, 통신맨홀(작업구)은 74,285개소로서 3개 종류의 맨홀(작업구)이 전체의 89.6%를 차지하고 있으며 기타 도시가스, 전기, 지역난방 순으로 분포되어 있다.

구 분	총 계	상수도	하수도	통신	전기	도시가스	지역난방	기타
서울시 (전체)	597,119 (100.0)	205,608 (34.4)	255,497 (42.8)	74,285 (12.4)	9,883 (1.7)	15,941 (2.7)	833 (0.1)	35,072 (5.9)
시도 (차도)	81,368 (100.0)	23,580 (29.0)	20,314 (25.0)	20,872 (25.7)	8,506 (10.5)	4,584 (5.6)	277 (0.3)	3,235 (4.0)

※ 기타 : 소화전, 도시철도, 신호기 맨홀(작업구)

<표 2.17> 서울특별시 맨홀(작업구) 설치현황

- 설치연도별 맨홀(작업구)현황은 1980년 이전의 설치맨홀(작업구)이 31.1%, 1981년~2000년까지는 37.9%, 2001년 이후는 31.0%로 분포된 것으로 추정되고 맨홀(작업구) 설치연수가 20년을 초과한 경우는 61.0%를 차지하고 30년을 초과한 맨홀(작업구)은 38.2%로 나타났다.¹⁾



[그림 2.5] 서울특별시 맨홀(작업구) 매설년수 변화

1) 자료는 공간정보자료를 이용하였고 설치연도 미상인 경우는 80년 이전으로 판단하여 나타낸 수치임.

2. 기관별 맨홀(작업구)관리실태

서울특별시의 법적인 도로 상에 맨홀(작업구) 설치를 위해서는 도로법 제61조, 및 도로법 시행령 제55조에 해당하는 시설물로 서울시에는 상수도, 하수도, 통신, 전기, 도시가스 등에 해당하는 맨홀(작업구)관리기관이 있다.

차도상의 맨홀(작업구)관리는 도로관리청을 주관으로 외부에 대한 불량맨홀(작업구)을 조사하여 정비하는 형태로 관리되고 있으며 각 관리기관별 맨홀(작업구)관리 실태는 다음과 같다.

1) 상수도 맨홀(작업구, 밸브실)

- 서울시 상수도 맨홀(작업구) 설치연수는 1990년 이전이 9.1%, 1990년대가 34.3%, 2000년대가 44.1%, 2011년 이후가 12.5%로 분포되어 있으며, 25년을 경과한 맨홀(작업구)은 전체의 9.1%로서 노후맨홀(작업구)의 분포도가 낮은 것으로 나타났다.
- 상수도 맨홀(작업구)뚜껑은 $\phi 648\text{mm}$, $\phi 766\text{mm}$ 의 2가지 규격(KS D 6021, 단체표준)이 있으나 주로 소규모 맨홀(작업구)관리에 해당하는 648mm가 설치되어 있으며, 뚜껑재질은 내충격성이 향상되어 차도에서 강도를 확보할 수 있는 구상흑연주철이 사용되고 있으며 뚜껑 표면은 서울특별시의 휘장 변화에 따라 변경되어 오다가 최근에는 디자인을 고려한 형태로 변하고 있다.
- 상수도 밸브실 설치 및 유지보수지침(2006. 6)에 따르면 기존에 시공된 맨홀(작업구)구조는 [그림 2.6], <표 2.18>과 같으며 조적구조는 정비공사로 인한 교통통제의 최소화 면에서는 타당하나 상수관 관통주변 조적변형과 토사유입 및 주변 굴착 등 하중변화에 취약하고 차량하중 및 충격영향에 의한 변위나 되메움 불량에 의한 공동이 발생할 수 있는 취약한 문제점을 내포하고 있다.

뚜껑 형태 변화

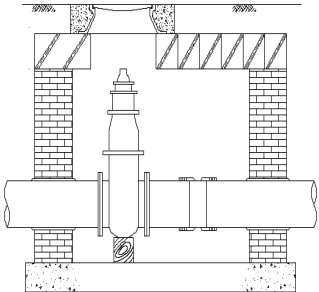
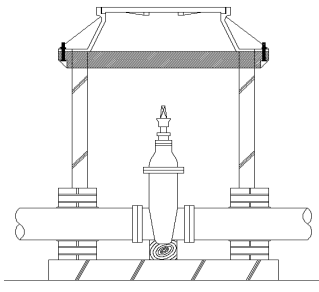
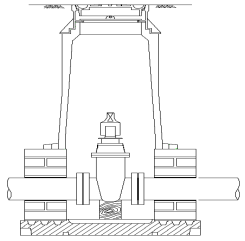


내부구조 및 형태



[그림 2.6] 상수도 맨홀(작업구) 뚜껑형태변화 및 내부구조

- 구형 맨홀(작업구)은 도로 폭 20m 이상 되는 도로의 제수변, 공기변, 신축관 등 대형 관로용 적용되며 설치내용은 다음과 같다.
 - A형 : $2.4\text{m} \times 2.9\text{m} \times 2.2 \sim 2.6\text{m}$, 구조 조적조 2.0B, 적용관경 300~600mm
 - B형 : $3.4 \sim 3.8\text{m} \times 3.6\text{m} \times 2.9 \sim 3.1\text{m}$, 구조 조적조 2.0B, 적용관경 600~900mm
 - 맨홀(작업구) 단면을 형성하고 상부로는 별도의 고정장치 없이 설치하는 형태이다.
- 원형맨홀(작업구)은 철근콘크리트로 만든 기초 장대블록을 설치하고 벽체는 점토벽돌 위에 흙관을 올려 맨홀(작업구) 단면을 형성하며 상부에는 맨홀(작업구) 틀 밀림을 방지하기 위한 원형 철개고정 장치를 설치하는 형태로서 규격은 다음과 같다.
 - 기초블록 설치 : 철근 콘크리트 ($150 \times 120 \times 1200\text{mm}$) 8개
 - 적벽돌 쌓기 : 적벽돌($190 \times 90 \times 57\text{mm}$), 1.0B, 내경 700mm 원형
 - 흙관 설치 : 철근 콘크리트 흙관($D=800\text{mm}$, $T=76\text{mm}$, 40-18MPa)
 - 원형철개 고정장치 설치 : 철개 밀림을 방지
- 중형맨홀(작업구)은 지하 지장물 등으로 설치공간이 없을 경우, 지상식 소화전 분기 맨홀(작업구), 중 차량의 통행이 없는 이면도로나 보도에 적용되는 맨홀(작업구)이며 받침판+적벽돌쌓기+받침 통 또는 제수변보호통을 적용한다.

구분	구형(矩形)맨홀	원형맨홀	중형맨홀
단면도			
규격	•구체 (A, B형) •구조 : 조적조 2.0B	• 적벽돌쌓기: 내경$\Phi 700\text{mm}$ • 흙관 설치: 내경 $\Phi 800\text{mm}$ • 원형철개 고정장치 설치	• 받침판 • 적벽돌쌓기 1.0B • 받침통+맨홀뚜껑 $\Phi 318\text{mm}$
용도	•도로 폭 20m 이상 되는 도로의 제수변, 공기변, 신축관 등 대형 관로용	•도로 폭 6~20m인 도로 •$D=400\text{mm}$이하 관로의 제수밸브, 공기밸브, 퇴수밸브실 •지하식 소화전	• 지하 지장물 등으로 설치공간이 없을 경우 • 현장여건상 필요한 경우에만 사용하고, 가능한 보호통3호를 사용

<표 2.18> 서울특별시 상수도 맨홀(작업구) 구조

- 최근에는 원형 맨홀(작업구)에 대한 시공방법과 맨홀(작업구)정비 및 높이 조정장치의 개선지침이 마련되어 있으며 그 내용은 다음과 같다.

- 원형 맨홀(작업구)에 대한 개선(시설관리과 - 3905호(2010.6.24.)은 기존에 사용 하던 적벽돌 및 철근콘크리트 흡관을 “고강도 PVC 이중벽관”구조로 하여 내부 공간 확보와 품질 및 시공성을 향상시킬 목적으로 적용하고 있으며 맨홀(작업구) 성능확인에는 KS M 3600기준에 의한 강성시험, 아세톤 침식시험, 편평시험, 낙추충격시험 항목으로 구성되어 있다.
- 또한 원형 맨홀(작업구)의 콘크리트 흡관을 고강도 PVC 이중벽관으로 시공방법을 개선하였고 철개고정 및 높이 조정장치를 개발하여 적용함으로써 되메우기와 다짐작업 및 높이조정 시공성을 향상시키는 것으로 조사되었다.



철개고정 및 높이 조정장치 개선사항

철개고정 및 높이조정 장치의 일체화

[그림 2.7] 원형 철개고정 장치 시공개선사항

- 주요 간선도로(폭 25m이상)의 공기밸브실 맨홀(작업구)정비에는 맨홀(작업구) 뚜껑의 이탈방지를 위해 Multi 힌지형(잠금형)을 사용하도록 기준을 정하였으며 설치사진은 아래와 같다.



[그림 2.8] 공기밸브실 맨홀(작업구)뚜껑의 이탈방지(Multi 힌지형)

- 상수도 관로의 유지관리를 위해 설치된 맨홀(작업구)은 “시특법” 1·2종에 해당하는 시설물로 1종 시설물의 정기점검 및 수시점검은 자체점검, 정밀점검 및 정밀안전 진단은 외부용역을 통해 관리하는 것으로 조사되었다.

구 분	1종 시설물	2종 시설물
기 준	• 1일 공급능력 3만 톤 이상의 지방상수도	• 1종 시설물에 해당하지 않은 지방상수도
대 상	• 도·송수관로, 부속시설물	• 배·급수관로, 부속시설물
점검형태	• 정밀안전진단 및 정밀점검 : 외부 용역	• 정기점검, 수시점검 : 자체점검
점검주기	• 정밀안전진단 : 5년에 1회 • 정밀점검 : 2년에 1회	• 정기점검 : 6개월에 1회 • 수시점검 : 동절기, 해빙기, 장마철 등
점검내용	• 시트법 과업내용 준수	• 현장존치 유무, GIS자료일치 여부 • 외관상태, 내부 상태

<표 2.19> 시설물의 안전관리에 관한 특별법 1, 2종 시설물 점검체계

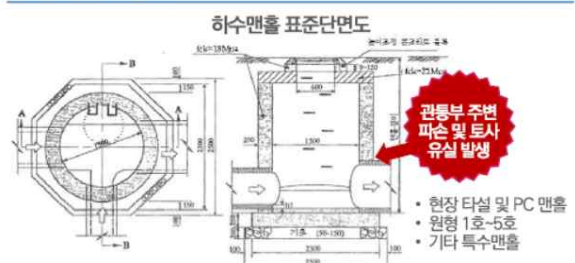
2) 하수도맨홀(작업구)

- 서울특별시 하수도맨홀(작업구) 설치연수는 1980년 이전이 56.1%, 1980년대가 10.7%, 1990년대가 13.2%, 2001년 이후가 20.0%로 분포되어 있으며, 25년을 경과한 맨홀(작업구)은 전체의 66.8%로서 노후맨홀(작업구)의 분포도가 높은 것으로 나타났다.
- 하수도 맨홀(작업구)뚜껑의 규격은 $\phi 648\text{mm}$, $\phi 766\text{mm}$ (KS D 6021, 단체표준)로 구분되며 재질은 회주철과 구상흑연주철이 있으나 서울특별시에서는 주조성과 내마모성이 뛰어난 $\phi 648\text{mm}$ 의 회주철 뚜껑이 주로 사용되고 있으며 국내적으로는 구상흑연주철로의 변화추세에 있다. 또한 뚜껑 표면은 서울특별시의 휘장의 변화에 따라 변화되어오다가 최근에는 디자인을 고려한 형태로 변하고 있다.
- 하수맨홀(작업구)은 수리구조물로서 다양한 손상이 발생할 수 있으며 내부구조는 관로 유입·유출부가 맨홀(작업구)을 관통하는 형태로 구성되어 있어 벽체는 관통부 주변에 손상발생 빈도가 높고 배면으로 토사유실이 발생할 수 있으며, 바닥슬래브는 파손 시 하수가 주변 지하수로 유입되면서 지반공동과 환경오염의 요인으로 작용하게 된다.

뚜껑 형태 변화



내부구조 및 형태

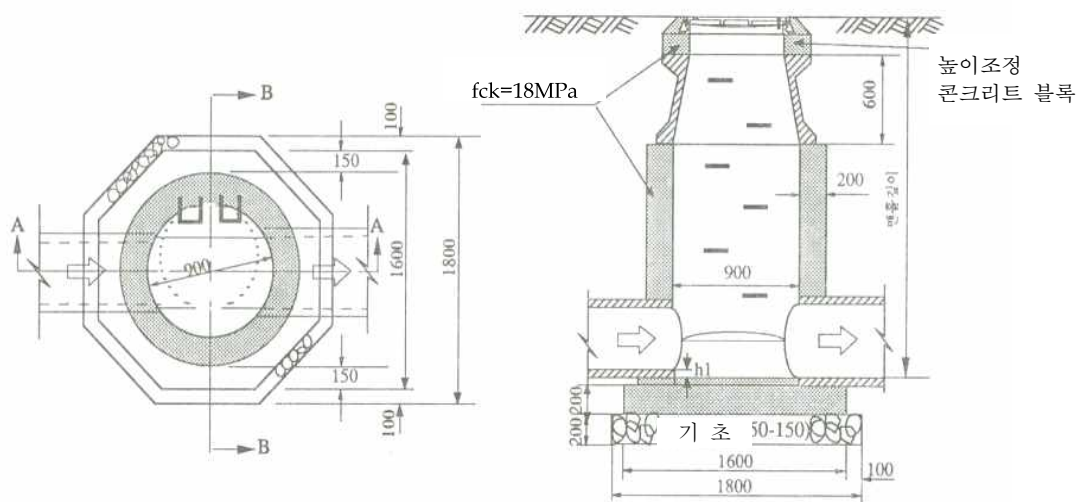


[그림 2.9] 하수도 맨홀(작업구) 뚜껑형태변화 및 내부구조

- 하수도 맨홀(작업구)에 대한 유지관리는 노후불량 하수관로조사와 외부 포장주변의 손상에 대한 점검을 중심으로 실시되었으며 맨홀(작업구) 내부에 대한 정비이력은 미미하다.
- 하수도 시설기준(2011, 한국상하수도협회)에 따르면 맨홀(작업구)의 종류는 접합 환경에 따른 표준맨홀(작업구)과, 지형의 특성, 지하매설물과의 관계 및 관거의 구조 등에 따른 특수맨홀(작업구)로 구분하고 있으며 분류내용은 다음 표와 같다.

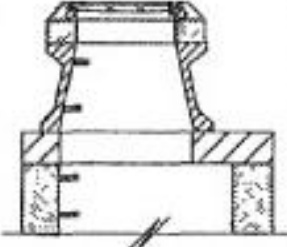
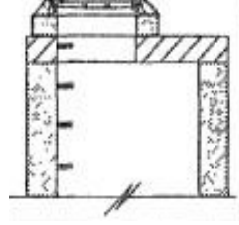
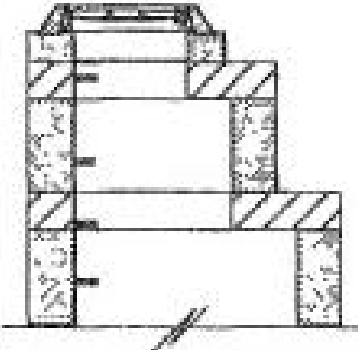
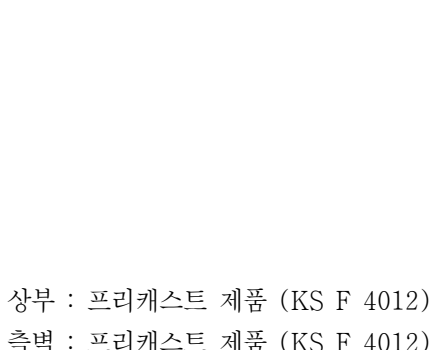
표준맨홀(작업구)		특수맨홀(작업구)	
명 칭	치수 및 형상	명 칭	치수 및 형상
1호 맨홀	내경 900 mm 원형	특1호 맨홀	내부치수 600×900 mm 각형
2호 맨홀	내경 1,200 mm 원형	특2호 맨홀	내부치수 1,200×1,200 mm 각형
3호 맨홀	내경 1,500 mm 원형	특3호 맨홀	내부치수 1,400×1,200 mm 각형
4호 맨홀	내경 1,800 mm 원형	특4호 맨홀	내부치수 1,800×1,200 mm 각형
5호 맨홀	내경 2,100 mm 원형	특5호 맨홀	내부치수 D×1,200 mm 각형 (D는 내경+{인버트 폭})
		현장타설 관거용 맨홀	내경 900, 1,200 mm 원형
		부관 불임맨홀	

<표 2.20> 하수도맨홀(작업구)의 종류 및 형상

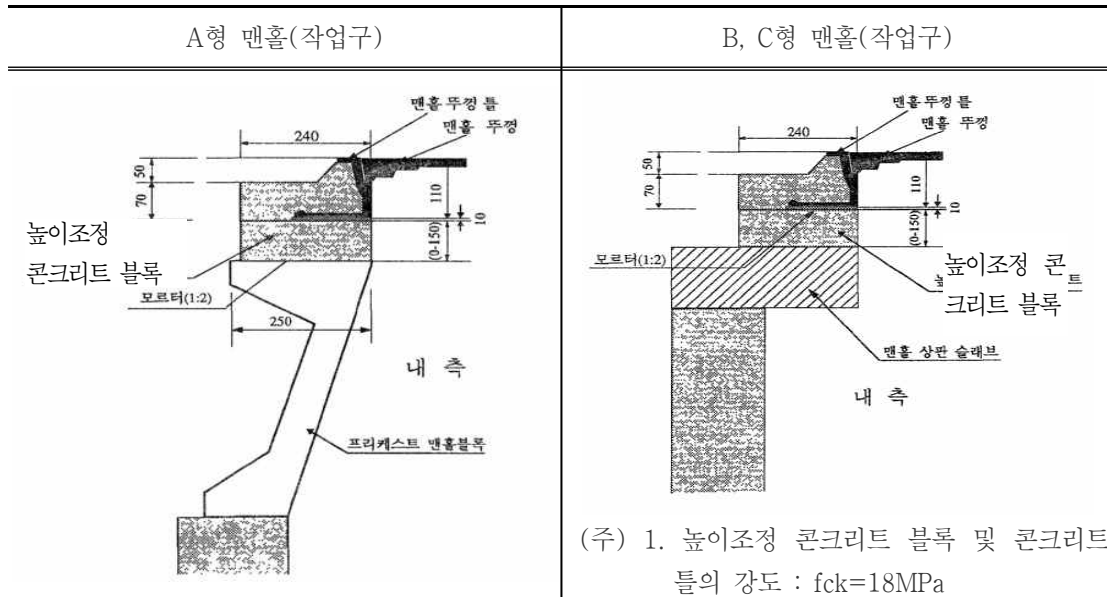


[그림 2.10] 하수도 맨홀(작업구) 표준단면도 예(표준 1호 맨홀(작업구))

- 맨홀(작업구)뚜껑의 노면과의 높이조절은 볼트 및 너트 등을 이용해 해당 높이로 고정 후 콘크리트로 타설하여 고정·조절하여야 하며, 우수의 노면배수를 위하여 우수맨홀(작업구)은 노면보다 낮게 오수맨홀(작업구)은 유입수 방지를 위하여 노면보다 높게 설치하도록 하고 있다.
- 맨홀(작업구)뚜껑에 대해서는 이전에는 주철뚜껑으로 KS D 6021(회 주철품)이 사용되었으나 최근 폐지된 이후 단체표준이 적용되고 있으며 맨홀(작업구)뚜껑의 단체표준의 적용이 미흡한 것으로 판단된다.
- 공공 하수도 중 맨홀(작업구)의 표준도(환경부 고시 제2008-206)에 따른 하수도의 내부구조는 원형과 각형이며, 맨홀(작업구)의 형상 및 재질에 따른 적용범위는 <표2.21>과 같고, 높이조정부의 콘크리트블록 압축강도는 18MPa로 규정하고 있다.

구분	A 형	B 형
형상 및 재질		
	상부 : 프리캐스트 제품 (KS F 4012) 측벽 : 현장타설	상부 : 상판 상에 뚜껑고정 측벽 : 현장타설
적용범위	맨홀(작업구)깊이 2.5m 이상인 곳	맨홀(작업구)깊이 2.5m 이하인 곳
형상 및 재질		
	상부 : 현장타설 측벽 : 현장타설	
적용범위	맨홀(작업구)깊이 2.5m 이상인 곳	감독관의 승인을 받은 공장제품
적용범위	맨홀(작업구)깊이 2.5m 이상인 곳	감독관의 승인에 따름

<표 2.21> 표준, 특수 맨홀(작업구)의 형상 및 재질에 따른 적용범위



[그림 2.11] 맨홀(작업구) 높이조정부 및 뚜껑 상세도

3) 통신맨홀(작업구)

- 서울특별시 통신맨홀(작업구) 설치연수는 1980년 이전이 26.0%, 1980년대가 46.6%, 1990년대가 21.9%, 2001년 이후가 5.5%로 분포되어 있으며, 25년을 경과한 맨홀(작업구)은 전체의 72.6%로서 노후맨홀(작업구)의 분포도가 높게 나타났다.
- 통신맨홀(작업구)뚜껑은 규격(KS D 6021, 단체표준)이 원형의 경우 $\phi 766\text{mm}$, $\phi 918\text{mm}$, 각형의 경우 $(2@\times 538)\times 576\text{mm}$ 로 구분되어 다양하게 사용되고 있으며 재질은 인장강도가 개선된 탄소주강품이 주로 사용되고 있으며, 뚜껑 표면은 회사 명칭의 변경에 따라 여러 변화가 있었다.
- 맨홀(작업구)내부는 조립식(PC)과 현장타설 철근콘크리트 구조로 되어 있으며 관 연결부 주변으로 파손과 일부 뿌리 침입으로 인한 식생이 관찰되기도 한다.

뚜껑 형태 변화

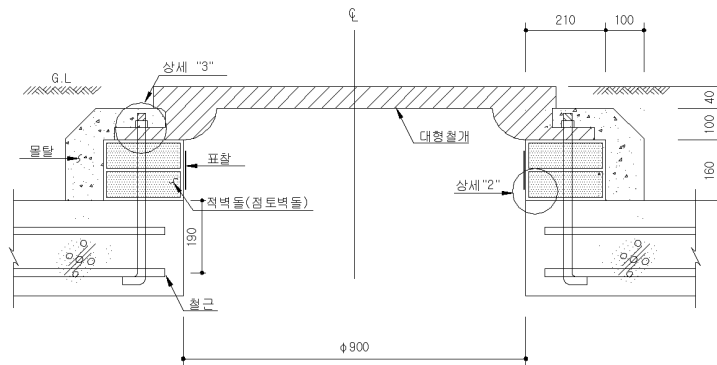


내부구조 및 형태



[그림 2.12] 통신 맨홀(작업구) 뚜껑형태 변화 및 내부구조

- 맨홀(작업구) 표준도에 따른 맨홀(작업구)뚜껑의 형태는 높이 조정재를 점토벽돌(KS L 4201)로 사용하고 있으며 맨홀(작업구)뚜껑을 본체와 연결하여 고정하는 기초볼트($\phi 22 \times 430mm$)를 사용하는 구조이다.

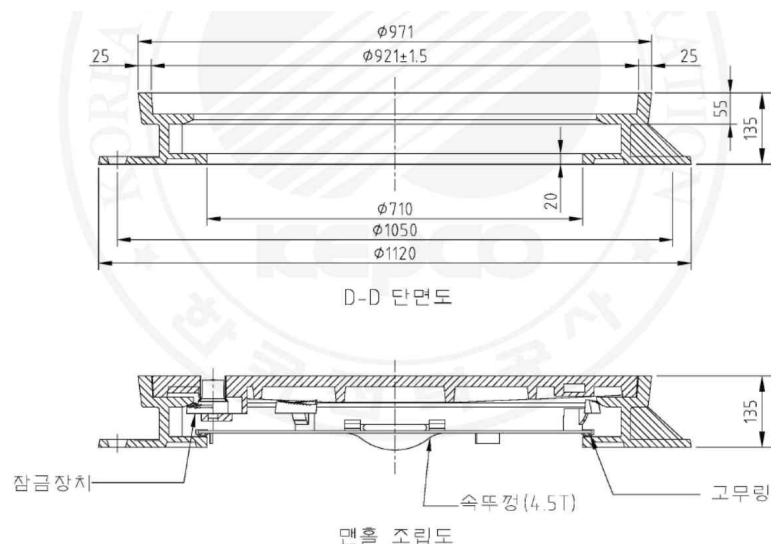


[그림 2.13] 대형맨홀(작업구) 뚜껑 및 틀 표준도(KT, 900)

- 높이 조정부는 도로보수공사로 인하여 노면의 높이가 재조정되는 경우는 맨홀(작업구) 목 부분의 조정 높이가 0.3m미만인 경우 벽돌쌓기 후 뚜껑을 놓아 노면조정을 하며, 노면조정 깊이가 1.5m를 넘는 경우는 맨홀(작업구) 상면을 철거한 후 철근을 넣고 맨홀(작업구)을 확대하도록 규정하고 있다.
- 통신맨홀(작업구)의 내부는 각형의 구조로서 재질은 프리캐스트 제품(KS F 4012) 6종과 현장타설 13종이 현장여건에 따라 적용되고 있으며 구체에 대한 설계조건은 설계기준강도가 20MPa, 기초면의 허용지반 지지력은 $294KN/m^2$ 이며 설계하중은 DB-24로서 보편적인 구조물 설계기준을 만족하고 있다.
- 통신맨홀(작업구) 유지관리는 점검은 육안적인 점검수행 수준이며 유지보수는 서울특별시 맨홀(작업구)정비공사와 관련하여 외부 중심의 정비를 실시한 것으로 조사되었다.
- 통신맨홀(작업구) 유지관리는 KT의 경우 초기점검과 3년 주기로 정기점검을 실시하여 맨홀(작업구)세부평가표에 의한 등급을 평가하는 기준을 갖추고 있으나 전제적인 이력관리는 미흡한 상태이며, 맨홀(작업구)뚜껑 주변에 대한 상태평가는 제시되지 않은 상태이다.

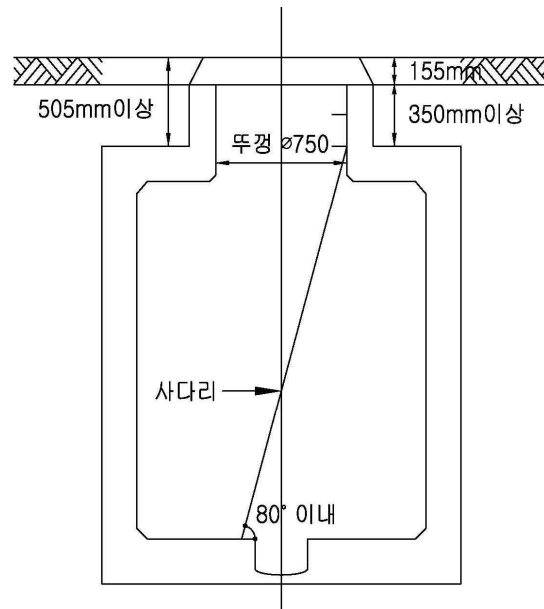
4) 전기맨홀(작업구)

- 서울특별시 전기맨홀(작업구) 설치연수는 1980년 이전이 33.3%, 1980년대가 15.5%, 1990년대가 19.3%, 2000년대가 30.4%, 2011년 이후가 1.5%로 분포되어 있어 25년을 경과한 맨홀(작업구)은 전체의 48.8%인 것으로 나타났다.
- 전기맨홀(작업구)뚜껑은 한국산업표준 및 단체표준에 의한 규격이 원형인 경우 $\phi 918\text{mm}$ 와 $\phi 1,108\text{mm}$ (내부에 기기 설치시 적용)가 설치기준에 따라 사용되고 있다. 재질은 구상흑연주철(GCD 450) 및 동등이상의 품질을 사용하도록 규정하고 있으나 인장 강도가 개선된 탄소강제품이 주로 사용되고 있다.
- 맨홀(작업구)뚜껑은 우수유입방지를 위해 지표면 보다 0~10mm 높게 설치하고 있으며 맨홀(작업구)과 맨홀(작업구)틀은 3개소의 앵커볼트(현장타설) 또는 고정용 볼트(조립식 PC맨홀(작업구))로 연결하여 견고히 고정시키는 것으로 확인되었으나 국토부 지침의 단차 규정이 10mm임을 고려할 때 10mm미만을 유지하는 관리 개선이 필요하다.
- 현재 사용되고 있는 맨홀(작업구)뚜껑은 물림형 잠금장치로서 관련 그림은 다음과 같다.



[그림 2.14] 물림형 잠금장치 맨홀(작업구)뚜껑의 표준단면도

- 맨홀(작업구) 본체는 조립식 사용을 원칙으로 하되 도심지 등 시설이 곤란한 장소는 현장 타설할 수 있으며 A형, B형, C형, D형, E형의 표준맨홀(작업구)과 표준맨홀(작업구) 시공이 곤란한 경우에 한하여 적용하는 특수맨홀(작업구)로 구분되고 있다.



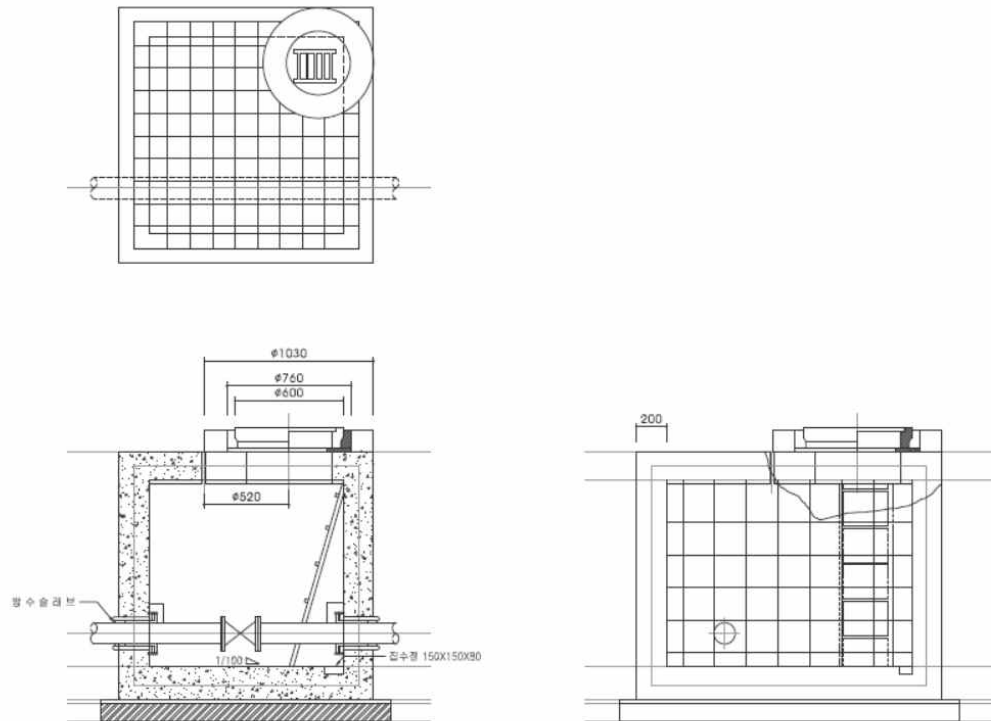
[그림 2.15] 전기 맨홀(작업구) 표준단면도

- 높이조정부에 해당하는 맨홀(작업구)출입구의 구체 목 길이는 맨홀(작업구)의 매설깊이에 따라 조정하되, 최소길이는 350mm 이상을 유지하도록 하고 있다.
- 맨홀(작업구) 유지관리점검은 30년 이상 경과 또는 최근 20년 이상 경과한 맨홀(작업구)에 대해 외부 안전진단기관을 통해 지속적인 정밀점검을 실시한 것으로 조사되었으며 맨홀(작업구) 내부의 상태평가결과가 D등급에 해당하는 결함에 대해서는 보수를 실시하는 것으로 조사되었다.
- 그러나 안전점검에서 사용하는 상태평가는 시트법 세부지침 기준(상수도 또는 터널분야)에 의해 평가를 하고 있으나 맨홀(작업구) 외부인 맨홀(작업구) 뚜껑 및 주변 포장에 대해서는 상태평가가 적용되지 않은 것으로 조사되었다.

5) 가스맨홀(작업구, 밸브실)

- 가스맨홀(작업구)은 서울특별시에 6개회사가 운영되고 있으며 맨홀(작업구) 설치연수는 1980년대에 설치된 것이 대부분을 차지하고 있고 맨홀(작업구, 밸브실) 본체는 플랜지형과 매몰형으로 구분된다.
- 맨홀(작업구)뚜껑(밸브철개) 회사별로 다양한 규격을 사용하고 있으며 설치는 침수가 되지 않도록 지면보다 약간 높게(서울도시가스는 5mm) 규정하고 있다.
- 서울도시가스의 경우 맨홀(작업구) 뚜껑의 규격은 플랜지형과 매몰형 동일하게 200A (225A) 이하는 600mm, 250A(280A)는 900mm를 사용하며 지면보다

5mm 정도 높게 시공하여 빗물이 유입되지 않도록 설치하는 것으로 확인되었다.



[그림 2.16] 맨홀(작업구) 구조(서울도시가스)

- 가스맨홀(작업구) 유지관리는 전산시스템에 의해 밸브 위치, 형태, 규격이 관리되고 있으며, 분기별로 도시가스사업법에 의한 순찰점검을 실시하면서 외관 상태를 확인하고 점검결과를 내부자재 전산시스템에 입력하여 관리하는 것으로 조사되었다.

④ 밸브박스 정보

밸브박스번호	VB004292	공사번호	
지번주소	157-240 서울 강서구 공항동 ...		
MOV 여부	N	MOV명	
월개	원형중형	포장구분	ASP

⑤ 밸브기본 정보

밸브번호	VB004292-VV01	규격(관경)	250A
밸브재질	주강	제작사명	KPC
밸브형태	공급관	절연방법	절연스페샤

⑥ 점검 등록 및 이력(해당년도분)

※ 전위 값이 -850 이상인 경우 전위불량으로 처리됩니다. 전위값은 이미 ...

NO	밸브번호	점검일자	계획일자	결재상태	순찰점검구분	누출여부	작동상태	외관상태	박스상태
1	VB004292-VV01	2015-08-10	2015-08-10	승인	일상점검	무	양호	양호	양호
2	VB004292-VV01	2015-06-30	2015-06-30	승인	일상점검	무	양호	양호	양호
3	VB004292-VV01	2015-03-25	2015-03-25	승인	일상점검	무	양호	양호	양호
4	VB004292-VV01	2014-12-29	2014-12-29	승인	일상점검	무	양호	양호	양호
5	VB004292-VV01	2014-09-19	2014-09-19	승인	일상점검	무	양호	양호	양호
6	VB004292-VV01	2014-06-27	2014-06-27	승인	일상점검	무	양호	양호	양호
7	VB004292-VV01	2014-03-19	2014-03-19	승인	일상점검	무	양호	양호	양호
8	VB004292-VV01	2013-12-18	2013-12-18	승인	일상점검	무	양호	양호	양호
9	VB004292-VV01	2013-07-16	2013-07-16	승인	일상점검	무	양호	양호	양호

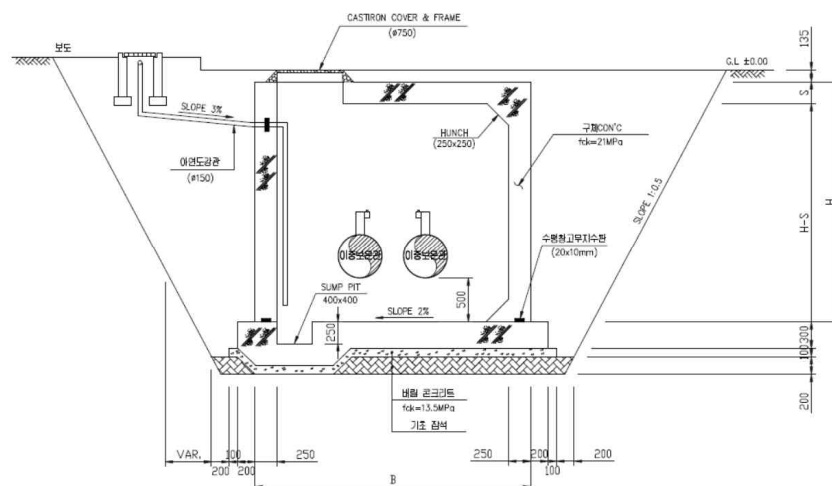
[그림 2.17] 밸브실 점검관리시스템(서울도시가스)

- 그러나 입력 내용은 맨홀(작업구)뚜껑 및 내부에 대한 상세한 점검내용이 없고 일반적인 상태만 간략히 기록하는 정도로서 진행여부 확인 등 계획적인 점검을 위한 관리체계로는 미흡한 상태이다.
- 도시가스 관리기관은 맨홀(작업구)점검을 통해 긴급사항이 발생할 경우 현장 조치할 수 있는 정비반을 운영하고 있으며 현장점검을 통해 불량맨홀(작업구)이 발생하는 경우 자체 정비를 실시하는 것으로 조사되었으나 브레이커 굴착 및 채래식 공법을 선호하는 경향이 큰 것으로 조사되었다.

6) 열공급 맨홀(작업구, 밸브실)(한국지역난방공사)

(1) 맨홀(작업구) 현황

- 열공급 맨홀(작업구)은 1990년을 전후로 설치·보급되었으며 구조는 밸브철개와 밸브맨홀(작업구)로 구분된다.
- 한국지역난방공사 맨홀(작업구) 본체는 설계기준 압축강도를 21MPa로 적용하고 있으며 맨홀(작업구)뚜껑은 방수일체형 원형구조로서 $\phi 750\text{mm}$ 를 사용하는 것으로 조사되었으나 높이조정부에 대한 상세기준은 없는 것으로 확인되었다.



[그림 2.18] 이중 보온밸브실 단면도(한국지역난방공사)

- 맨홀(작업구) 유지관리는 맨홀(작업구) 및 핸드 홀에 대하여 맨홀(작업구)뚜껑의 적정성, 맨홀(작업구) 내 이물질 유입여부, 맨홀(작업구) 시설물 점검사항을 확인하고 있으나 점검주기 및 점검에 따른 이력관리사항은 제시되어 있지 않으며 이상여부에 따른 조치계획이 미흡하여 체계적인 관리기준이 필요하다.

구 분	상수도 맨홀	하수도	통신맨홀(kt)
관련근거	수도법 제18조, 시행령 29조 수도법시행규칙제9조 (시설기준)	하수도법 제 12조 하수도법 시행규칙 제6조	•전기통신기본법 •방송통신설비의 기술기준 규정제25조 •접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구 등에 대한 기술기준
관련자료	•상수도시설기준 •상수도 밸브실 설치 및 유지보수지침	•하수도시설기준 •맨홀표준도	•시방서 •표준도·상세도 •맨홀시설 평가기준
맨홀뚜껑	 •재질 : 구상흑연주철 •원형: 648,766mm •높이조정 : 적벽돌 •원형철개 고정장치로 밀림방지	 •재질 : 회주철, 구상흑연주철 •원형: 648,766mm •높이조정 : 콘크리트 블록	 •재질 : 탄소주강 •원형: 766, 918mm •높이조정: 적벽돌 사용 (볼트,너트 고정 가능)
맨홀내부	•구형: 대형 관로 - 원형: 도로 폭 6~20m에 적용 - 중형: 철개(318mm) •조적조 구조	•원형 : 1호~5호 (내경900~2,100mm) - 각형 : 특수맨홀 •흡관 구조	•조립식 맨홀 : 6종 •현타 광맨홀: 13종 -광 맨홀 1호~8호 -광 맨홀 1-1,2-1 -광 맨홀 L- 6~8호
맨홀강도	—	•fck = 18~21MPa	•fck = 21MPa
유지관리 문 제 점	•외부 중심의 보수 실시 •내부상태에 대한 점검 불량 •조적조로 굴착에 대한 변형 발생	•맨홀 외부 중심의 실시 및 관리 •맨홀 내부에 대한 정보 부족 •내부 열화에 대한 보수는 미미함	•서울시 맨홀정비로 관리 •육안적 점검 수행수준 •내부 열화에 대한 보수는 미미함

<표 2.22> 기관별 맨홀(작업구)관리실태 - 계속

구 분	전기	가스	열공급
관련근거	•전기사업법 제67조 •전기사업법 시행령 제43조 •전기설비기술기준 제38조	•도시가스사업법 제12조 제2항 •도시가스사업법 시행규칙제17조	•집단에너지사업법 제21조 •집단에너지사업법 시행규칙38조 •집단에너지시설의 기술기준
관련자료	•지중구조물 설치기준 •지중배전선로 기술시방서	•시방서 •표준도	•시방서 •표준도 •유지관리지침서 작성
맨홀뚜껑	 •재질 : 탄소주강 •원형 : 918,1108mm •높이조정 : 앵커볼트 3개소 타정 고정	 •재질 : 구상흑연주철 •원형: 600,648,900,918mm •높이조정 : 명확한 명기 없음	 •재질 : 탄소주강 •원형: 750mm •높이조정 : 명확한 명기 없음
맨홀내부	•표준맨홀 : A형~E형 특수맨홀 •철근콘크리트 구조	• 형식 ; 정방형, 관경기준 4종 - 1.6m×1.6m×1.42m - 2.0m×2.0m×1.62m - 2.2m×2.2m×1.92m - 2.4m×2.4m×2.12m	• 형식 ; 이중보온밸브 • 규격분류 : 관경기준, 2종 - 3.80m×3.8m×2.80m - 3.15m×3.1m×2.75m
맨홀강도	•fck = 21MPa	•fck = 21MPa	•fck = 21MPa
유지관리 문 제 점	•서울시 맨홀정비에 의한 관리 ※맨홀 설치: GL 0~(+)10mm (서울시 기준과 상이)	•자체정비+서울시 정비 병행 품질관리 측면의 관리 필요 •순찰점검 후 전산시스템입력 (외관상태, 박스 상태)	•서울시 맨홀정비로 관리 •육안적 점검 수행수준 •점검주기 없음

<표 2.21> 기관별 맨홀(작업구)관리실태

3. 서울시 맨홀(작업구)정비현황

1) 맨홀(작업구)정비 현황

- 서울특별시 관내 맨홀(작업구)관리는 도로법 제10조(도로종류와 등급)에 따라 시도와 구도로 구분되며 시도의 경우 6개의 도로사업소에서 81,368개소(13.6%)를 관리하고 구도 및 기타는 관할 구청에서 515,751개소(86.4%)를 관리하고 있다.
- 최근 5년간(2011~2015) 맨홀(작업구)정비실적은 2012년 이전까지 연간 약 4,400개소 규모에서 2013년 이후에는 시도의 맨홀(작업구)정비를 6개 도로사업소에서 관리하면서 약 8,700개소로 크게 증가한 것으로 조사되었다.
- 또한 시도의 맨홀(작업구)개소가 전체의 13.6%(81,368개소)에 불과하지만 맨홀(작업구)정비에 대한 최근 3년간(2013~2015)의 추진실적은 전체의 절반이상을 차지하여 맨홀(작업구)정비의 방향이 주요 간선도로인 시도를 중심으로 변하고 있음을 알 수 있다.
- 2013년 이후 기관별 연간평균 맨홀(작업구)정비 사업은 도로사업소가 4,451개소(51.3%), 구청 2,598개소(30.0%), 맨홀관리기관 1,624개소(18.7%)를 실시하였고 관리기관에서는 자체적인 정비 또는 단가 계약업체를 선정하여 정비를 실시하는 것으로 조사되었다.



[그림 2.19] 연도별 맨홀(작업구)정비현황

- 한편 맨홀(작업구)정비를 실시한 구간 중 2014~2015년 기간 동안 손상유형별 분류 작업이 가능한 5,794개소를 대상으로 자료·분석한 결과 파손·침하의 복합형태가 2,732개소(47.2%)로 가장 많고, 다음은 침하·단차가 1,503개소(25.9%), 매몰

884개소(15.3%), 파손(5.2%), 돌출·단차 201개소(3.5%), 맨홀(작업구)뚜껑 단차 52개소(0.9%), 맨홀(작업구)뚜껑 교체 48개소(0.8%) 순으로 나타났다.

구 분	계	돌출	매몰	침하, 단차	파손	복합	뚜껑교체	뚜껑단차	기타
계	5,794	201	884	1,503	300	2,732	48	52	74
2015	2,734	69	525	486	86	1,519	13	16	20
2014	3,060	132	359	1017	214	1,213	35	36	54

<표 2.22> 도로사업소 손상 유형별 정비현황(2014~15)

- 상기결과 파손·침하, 침하·단차가 전체의 73.1%(4,235개소)로 조사되어 도로 포장면 불량상태를 중심으로 맨홀(작업구)정비가 실시된 것으로 나타났으며 뚜껑부 교체 및 단차의 손상에 대한 정비는 1.7%(100개소)의 미미한 상태로 확인되었다.

2) 신기술 맨홀(작업구)정비현황

- 서울특별시에서는 맨홀(작업구)정비공법에 있어 신기술활용촉진에 관한 조례기준에 근거한 신기술활용심의를 통해 신기술공법의 적정성 여부와 성능을 확인하여 신기술 공법을 우선적으로 적용하여 왔다.
- 최근 5년간(2011년~2015년) 맨홀(작업구)정비공사는 34,786개소가 실시되었고, 여기에 적용된 맨홀(작업구)정비공법은 신기술보호기간 중인 공법적용이 24,074개소(69.2%), 신기술보호기간이 경과한 공법적용이 1,141개소(3.3%), 기타 재래식 공법적용이 3,591개소(10.3%), 자체보수는 5,980개소(17.2%)로 나타났다.

구 분		계	2015년	2014년	2013년	2012년	2011년
합계		34,786	8,383	8,980	8,656	4,504	4,263
신기술 공법	보호기간 내	24,074	6,322	6,079	6,713	2,917	2,043
	보호기간 초과	1,141	99	137	86	262	557
재래식 등		3,591	674	559	478	825	1,055
자체보수		5,980	1,288	2,205	1,379	500	608

<표 2.23> 서울특별시 신기술 맨홀(작업구)정비현황

- 한편, 현재까지 맨홀(작업구)정비 신기술지정현황은 건설신기술이 10건, 환경신기술이 6건, 전력신기술이 1건으로 건설신기술의 비중이 다소 높았으나 현재 보호기간 중에 있는 신기술현황은 건설신기술이 2건, 환경신기술이 7건으로 환경신기술을 선호하고 있다.
- 이는 환경신기술이 건설신기술에 비해 검증절차가 상대적으로 용이한 것으로 판단되며, 인증심사기준을 비교하면 품질 및 시공에 대한 항목을 건설신기술에서는 반영하고 있으나 환경신기술은 반영이 미비한 것으로 확인되었으며 향후 환경신기술에 대해서는 품질 및 시공분야에 대한 적정성을 검토해 나갈 필요가 있다.

건설신기술				환경신기술		
검토항목		세부항목	점수	검토항목	세부항목	점수
1차	신규성	기존 기술과 차별성(15), 개량 정도(15), 독창성과 자립성(10)	40	신규성 (100)	신규진보성(30) 차별성(30) 기존기술과 유사성(20) 자립도(10) 파급성(10)	100
	진보성	품질향상(20), 공사기간 단축(10) 첨단기술성(10)	40			
	경제성	설계시공비 절감(10) 유지관리비 절감(10)	20			
계			100	계		100
2차	현장 적용성	시공성(20), 구조안전성(15) 안전성(20), 유지관리성(15)	70	기술성능	효율성(25), 완성도(10) 중요도(10), 발전성(5)	50
	보급성	시장성(15), 공익성(15)	30	현장 적용성	기존 기술대비 경제성(30) 안전성(10), 유지관리편의성(10)	50
계			100	계		100

<표 2.24> 건설신기술과 환경신기술의 비교

3) 맨홀(작업구)정비 신기술공법 비교

- 2016년 현재 신기술보호기간 중인 맨홀(작업구)정비공법은 7개이며 공법별 신기술 내용을 기술하면 다음과 같다.
- SMT공법은 건설신기술 622호로서 동일축상의 복합 원형절단기(대·중·소 규격)로 맨홀(작업구)주변의 작업조건에 따라 원형절단기의 규격을 선택하여 노면을 수직으로 원형절단하고, 유압고정 장치 및 공기조절튜브로 노면과 맨홀(작업구) 틀을 일치시키며, 이동식 혼합장치로 현장에서 상온 아스팔트콘크리트를 생산하여 맨홀

(작업구)보수 부위에 포설하는 맨홀(작업구)보수공법이다.

- TPL-2공법은 환경신기술 제376호로서 소형 원형절단기로 기존 포장을 절단제거하고 조립식지지 장치를 이용하여 맨홀(작업구)을 인상 지지·고정시킨 상태에서 고유동성 초속경 콘크리트를 타설하여 높이를 조정함으로써, 대형 장비와 별도의 높이 조정재를 사용하지 않아 에너지가 절감되는 친환경 맨홀(작업구)인상 보수 기술이다.
- QMR-2공법은 환경신기술 제444호로서 맨홀(작업구) 인상 및 보수공사에서 영구자석 원형커터기를 맨홀(작업구)뚜껑에 고정시킨 후 시공할 맨홀(작업구) 주변의 노면을 커팅하고 굴착한다. 맨홀(작업구)인상 보수장치를 이용해 인상할 맨홀(작업구) 철개를 클램핑하여 인상시키고 동시에 노면과의 수평을 맞춘다. 맨홀(작업구) 철개의 인상으로 생긴 빈 공간(하부채움재 타설)과 굴착된 노면(상부채움재 타설)은 초속경 모르타르를 이용해 하부 채움과 상부 채움 2번에 걸쳐 타설하게 되며, 여기서 하부채움재 타설시 채움재가 치밀하게 채워지고 맨홀(작업구) 안쪽으로 흘러들어가는 것을 방지하기 위해 알루미늄드럼 고무 패커를 사용한다. 상부채움재 타설 후 흡손으로 노면을 정리하면 시공이 완료되며 초속경 모르타르를 사용함으로써 신속한 교통개방이 가능한 친환경적 기술이다.
- EPM공법은 환경신기술 제452호로서 보수 맨홀(작업구) 틀 주변 포장체의 최소 깊이를 원형 절단하고 수평 및 수직 작동 유압실린더를 이용하여 기존포장과 맨홀(작업구) 틀을 동시에 굴착 제거한 다음, 가설 맨홀(작업구) 틀 거푸집을 설치한 상태와 영구 맨홀(작업구) 틀을 고정 거치한 각각의 상태에서 초속경 모르타르를 2회 분할연속 타설하여 높이를 조정하는 저소음, 저 진동, 에너지 절감형 맨홀(작업구)인상보수이다.
- BTT공법은 환경신기술 제458호로서 엔드밀을 설치한 절삭 장비로 기존포장을 선형으로 절삭, 제거하고 2조의 마그네틱 높이조정 장치로 맨홀(작업구) 틀을 고정, 거치하여 높이를 조정함으로써 소음, 슬러지 및 에너지 소비를 저감하고 안전성과 효율성을 향상시킨 친환경 맨홀(작업구) 인상 보수 기술이다.
- DL공법은 환경신기술 제491호로서 원형 커팅기로 기존포장을 절단, 제거하고 거푸집 일체형 접이식 높이 조정장치를 맨홀(작업구)에 거치하여 거푸집과

일체화시켜 1차로 높이를 조절하고 가변형 높이조절레버를 이용하여 2차로 미세 조정하여 정밀하게 인상한 다음, 높이 조정층과 표층에 각각 초속경 콘크리트와 현장 전용플랜트에서 제조한 아스팔트 혼합물을 타설하는 친환경 맨홀(작업구) 인상보수기술이다.

- SM공법은 건설신기술 제785호로서 원형절단기의 중심축을 우물 정(井)자형 양방향 밀착고정 장치로 맨홀(작업구) 틀 내부중심에 고정시킨 후 노면을 아스팔트포장 표층두께이상 50mm~150mm깊이 범위에서 현장조건에 맞추어 원형절단하고 상기 고정장치와 아우트바 실린더를 이용하여 맨홀(작업구) 틀과 포장 절단부를 동시에 들어 올려 맨홀(작업구) 틀 부착폐기물을 외부에서 제거하고, 높이조정기의 새들 클램프로 맨홀(작업구) 틀 상부외경을 체결하여 컴퍼스형 맨홀(작업구) 높이 조정기에 고정시켜 노면에 올려놓아 맨홀(작업구) 틀의 상부와 노면의 평탄성을 확보하는 맨홀(작업구)보수공법이다.

구분	SMT공법	TPL-2공법	QMR-2공법
신기술 번호	건설신기술 제622호	환경신기술 제376호	환경신기술 제444호
개발자	삼서건설(주)	태평림건설(주)	(주)우암건설, (주)드림이엔지
보호 기간	2011-05-16 ~ 2016-05-15	2012-09-03 ~ 2017-09-02	2014-07-25 ~ 2019-07-24
공법 내용	•원형 절단기 •유압고정장치 및 공기조절튜브로 선형 조정	•소형 원형절단기 •조립식 지지장치를 이용하여 고유동성 초속경 콘크리트 타설	•분진포집원형 커터기 •클램핑 인상보수장치 •초속경 모르타르 타설
절단, 굴착	•원형 절단기, 인력 굴착 	•소형 원형절단기, 인력 굴착 	•분진포집 원형커터기, 인력 굴착 
높이 조정, 거푸집	•공기조절튜브+높이 •조절재 + 유압고정장치 	•조립식 지지장치 •원형 튜브일체형 	•클램핑 인상보수장치 •원형튜브 
조정부 재료	초속경 고강도콘크리트	고유동성 초속경Con'c	초속경 콘크리트
표층	아스콘(이동식 혼합장치)	아스콘(이동식 혼합장치)	초속경 콘크리트+강 섬유
다짐	소형 콤팩터	소형 콤팩터	흡손 마감
기타	이전 신기술로는 -SS-ET(276호)맨홀보수공법 -SS(15호)맨홀보수공법이 있음		기존공법 QMR공법에서 거푸집 방법을 개선하여 QMR-2공법 으로 변경됨

<표 2.26> 맨홀(작업구)정비 신기술공법 비교 - 계속

구분	EPM공법	BTT공법	DL공법
신기술 번호	환경신기술 제452호	환경신기술 제458호	환경신기술 제491호
개발자	(주)평강산업개발, 미래피앤씨(주)	(주)보은건설, (주)태강티앤씨	다현산업(주)
보호 기간	2014-11-26 ~ 2019-11-25	2015-02-16 ~ 2020-02-15	2016.01.08. ~ 2021.01.07
공법 내용	•동시굴착 제거용 유압 실린더 장비 •높이조절용 가설 맨홀틀 거푸집	•선형 엔드밀 절삭기 •마그네틱 높이조절장치	•기존포장 제거 후 거푸집일체형 접이식높이조절장치로 높이조정 •현장전용 아스콘타설
절단, 굴착	•원형 절단기, •동시굴착 제거용 장비 	•선형 엔드밀 절삭기, •인력 굴착 	•원형 커팅기 •인력굴착 
높이 조정, 거푸집	•높이조절용 가설 맨홀틀 거푸집 	•마그네틱높이조절장치, 원형튜브 	•거푸집 일체형접이식, 원형튜브 
조정부 재료	초속경 모르타르	초속경 콘크리트	초속경 콘크리트
표층	아스콘(아스콘 보온차량)	아스콘(이동식 혼합장치)	아스콘(이동식 혼합장치)
다짐	소형 콤팩터	소형 콤팩터	소형 콤팩터
기타	-	-	-

<표 2.26> 맨홀(작업구)정비 신기술공법 비교 - 계속

구분	SM공법	검 토 의 견
신기술 번호	건설 신기술 제785호	건설신기술 2종, 환경신기술 5종
개발자	삼서건설(주)	-
보호 기간	2016-3-14 ~ 2021-3-13	-
공법 내용	• 동시굴착 제거용 유압 실린더 장비로 인상 • 컴퍼스형 높이조절기로 높이조정	-
절단, 굴착	• 원형 절단기, • 동시굴착 제거용 장비로 인상 	• 원형절단작업과 이후에 진행되는 브레이커 작업공종은 진동 영향으로 주변지반의 이완 또는 과 굴착을 유발할 가능성이 큼 • 따라서 장기적으로는 뚜껑 틀 깊이까지 절단하여 인상하고 파쇄는 외부에서 실시하여 포장체 손상을 최소화 하는 것이 바람직할 것으로 판단됨.
높이 조정, 거푸집	• 높이조정용 가설맨홀 틀 거푸집 	-
조정부 재료	초속경 콘크리트	• 교통개방 시기까지의 각 공법별 강도발현에 대한 확인이 중요함. • 초속경 콘크리트는 고유동성으로 정비부위의 횡단구배에서 오는 편차로 인한 타설 두께에 차이가 발생하므로 정밀시공이 필요함.
표층	아스콘(폴리머보강 상온아스콘)	• 상온아스콘에 대한 포설시 온도관리가 필요함. • 표층재가 콘크리트인 경우 도로공사 표준시방서에 제시하는 교통개방시간 기준의 압축강도인 21MPa를 확보하여야 함
다짐	소형 콤팩터	• 주로 이용하는 소형 콤팩터는 정비하는 폭보다 장비의 폭이 크므로 장기적으로 다짐장비에 대한 개선이 필요함.
기타	-	-

<표 2.25> 맨홀(작업구)정비 신기술공법 비교

2.4 불량맨홀(작업구)의 정의 및 기준정립

1. 맨홀(작업구)에서 나타나는 일반적인 불량요소

- 맨홀(작업구)에서 일반적인 손상은 구조적으로 동일하고 환경적 조건이 상대적으로 불리한 하수도 맨홀(작업구)의 손상으로 표현할 수 있다.
- 또한 맨홀(작업구) 매설연수가 오래된 하수도에는 불량 콘크리트 박스나 흙관의 경우 벽체두께가 얇거나 일정하지 않아 상재하중에 대한 내하력이 일정하지 못하기 때문에 평균수명에 훨씬 미달되거나 노면의 불균형을 초래하는 원인이 되기도 한다.

불량요소	손상형태
맨홀주변의 단차	맨홀과 주변 포장의 단차에 의한 파손, 덜컹거림 유발
부식	설치 후 1년 이상의 맨홀에서 대부분 발견됨
비표준 맨홀	수명단축과 구조적 안전성의 저하를 초래함
인버트(바닥) 미설치	오수맨홀 내에 항상 체류하기 때문에 악취를 발생시키고 황화가스에 의한 부식을 초래함
침전물에 의한 영향	맨홀바닥에 자갈, 모르타르 시멘트 조각, 협잡물 등 여러 이물질이 침전되어 하수의 흐름을 방해하거나 정지시키고 미생물의 번식을 초래하는 현상
유입관과 바닥의 낙차	유입관과 바닥의 낙차로 인해 맨홀 바닥 혹은 직벽에 접하는 지점이 움푹 패거나 갈라지고 유실되는 등의 파손으로 맨홀수명의 단축을 초래함
유입/유출관의 난접	유입/유출관을 간접접합(해머, 망치 등)을 하거나 연결관 주변 마무리를 방치 혹은 부적절한 재료(비닐, 합판 등)를 사용함으로 지하수와 토사의 유입을 유발하여 구조적 결함을 초래함
타관 통과	관망도에 기록되지 않은 기타 지하매설의 통과 잘못된 접합 및 불법접합
누수	균열, 유실부위를 통한 오수의 유출로 지하수와 토양오염을 초래함
구조적 결함	벽이 갈라지거나 유실되는 현상 또는 함몰이 진행되는 현상
안전사고 위험성	작업원이 진입할 때 부식된 벽면에서 미끄러지거나 부식된 사다리로 인한 안전사고 유발가능성

<표 2.26> 맨홀(작업구)에서 나타나는 전형적인 불량요소

2. 맨홀(작업구)에서의 문제점

1) 맨홀(작업구)외부

- 맨홀(작업구)주변의 포장은 시공 또는 재포장의 경우 다짐이 부족하면 침하의 영향으로 단차가 발생하는 문제점을 지니고 있을 가능성이 높다.
- 또한 맨홀(작업구)은 통과차량의 위치에 따라 매우 가혹한 환경 하에 놓이기 때문에 포장과 뚜껑의 단차에 따른 충격력으로 뚜껑의 변형, 덜컹거림, 뚜껑 파손이 발생하며 특히 하수도 맨홀(작업구)에서는 부식 환경에서 중차량 주행 등 부하가 상승하면 뚜껑의 파손, 비산, 추락 등의 문제가 발생할 수 있다.
- 맨홀(작업구)뚜껑(주변 포함)의 가장 큰 문제점은 주변 포장과 단차의 문제로서 뚜껑 또는 틀이 주변 포장보다 높거나 낮은 상태는 보행자나 차량의 원활한 통행에 지장을 초래하고 차량통과 시 소음·진동은 물론 파손 확산의 원인이 된다.
- 최근에 자주 발생하는 덜컹거림은 단순히 소음이라는 문제뿐 아니라 뚜껑의 비산(튀어 오름) 사고에도 연결될 위험성이 있는 현상으로 차도에서는 안전사고를 유발하는 원인이 된다.
- 또한 저지대에서 발생가능성이 높은 호우에 의한 맨홀(작업구) 뚜껑의 이탈 및 비산은 보행자 또는 차량의 추락과 연결되기도 한다.

2) 맨홀(작업구)내부

맨홀(작업구)은 뚜껑을 제외하고 대부분 지하에 매설되므로 유지관리를 소홀히 하게 되며 맨홀(작업구)에서 발생하는 문제점은 크게 침투/유입(Infiltration/Inflow)의 문제와 침식, 부식에 의한 간접적인 결함과 상재하중·활하중에 의한 직접적인 구조적 결함으로 구분할 수 있다.

(1) 침투/유입(Infiltration/Inflow)

- 맨홀(작업구)의 침투/유입은 결빙과 해빙의 주기가 발생하는 지역에서 방수기능의 감소영향을 나타내는 3차원적 변형과 이동, 오염물질의 침투에 의한 부식성 환경, 파손 부위를 통한 지하수의 과도한 침투/유입, 그리고 유지관리와 보수에 영향을 미칠 수 있는 여러 가지 문제점이 있다.
- 침투/유입은 특히 하수도맨홀(작업구)에 있어 그 영향이 크며, 요인은 다음과 같다.

- 우기 때의 맨홀(작업구) 뚜껑의 환기구를 통한 지표수의 유입
- 맨홀(작업구) 뚜껑 틀 부위를 통한 침투(Leaking manhole rings)
- 지하수의 순환에 의한 침투(Cycle loading from ground water)
- 유실된 모르타르 부위를 통한 침투(Infiltration through loose mortar)
- 유입 관/유출 관과 맨홀(작업구)의 접합부를 통한 침투(leaks around stubouts)
- 교통하중에 따른 침하로 인한 침투(subsidence from traffic loading)
- 프리캐스트 맨홀(작업구)의 접합부를 통한 침투
- 토양의 이동과 확장(변형)에 의한 균열을 통한 침투(Crack caused by shifting & expanding soil)
- 미생물학적 부식에 의한 손상(damage from microbiological corrosion)
- 황화수소의 생성(hydrogen sulfide formation)

(2) 침식 (Erosion)

- 일반적인 침식은 흐르는 물에 의해 대상물이 깎여 나가는 형태이나 여기서 침식은 물 뿐만이 아니라 다른 에너지(하중)에 의한 소멸까지 포함한다.
- 부식에 비해 침식은 보다 직접적 침투/유입이고 단시간적으로 맨홀(작업구)의 구조적인 안전성에 영향을 미친다.
- 맨홀(작업구)에서 침식이 일어나는 요인
 - 지하수의 침입(intrusion)에 의한 침식
 - 교통(활)하중(Dynamic traffic loading)
 - 토양의 이동과 변형(shifting & expanding soil)
 - 온도변화(Temperature variation)
 - 지하수 순환하중(Cycle ground water loads)

(3) 부식 (Corrosion)

- 부식에 대한 문제는 하수도 맨홀(작업구)에서 영향이 발생하며 산을 생성하는 박테리아의 신진대사를 통해 황화수소(H_2S)를 황산(H_2SO_4)으로 바꾸며 황산은 콘크리트의 재질을 부식시킨다.
- 또한 다른 의미에서 부식은 습한 환경의 맨홀(작업구)에서 시공불량에 의한 철근 노출이 장기적으로 지속되면 철근부식에 의한 영향으로 내구성 및 성능저하영향을 일으킨다.

○ 맨홀(작업구)에서 부식이 일어나는 요인은 다음과 같다.

- 부식성 유체와 가스에 의한 부식
- 따뜻하고 습한 환경
- 체류시간이 길다
- 미생물 유도부식

(4) 구조적인 결함

- 구조적인 결함은 상재하중·활하중 등 지속적인 외력 작용이나 과도한 충격에 의해 발생한 결함으로 과응력 균열, 파손 등 눈에 띄는 형상의 변화를 수반하며 안전성과 사용성을 심각하게 저하시킨다.
- 과응력 균열은 과도한 외적하중이 작용한 결과로 발생하는 균열이며 일반적인 건조수축이나 온도변화에 의한 균열과는 달리 보통 직선 형태로 발생하며 시공 중 과하중 또는 설계·시공 상의 오류 및 시공 당시와의 하중조건 변화에 기인한다.
- 파손형태의 손상은 맨홀(작업구)이 깨진 경우, 철근이 휘거나 구부러진 경우로 상부 차량에 의한 충격력과 집중응력이 발생하는 부위에 발생하며 조적구조물에서는 주변의 굴착으로 인한 변위의 영향과 상부 차량하중의 복합작용에 의해 발생 할 수 있다.

3. 불량맨홀(작업구)의 정의 규정

○ 맨홀(작업구)에서의 주요 이상분류

항 목	정 의	내 용
구조적 이상	맨홀 내구성에 영향을 주는 이상	부식, 파손, 균열
기능적 이상	맨홀 기능에 영향을 미치는 이상	침입수, 누수 등
관리적 이상	유지 관리에 영향을 미치는 이상	뚜껑의 단차·마모, 맨홀 매몰·마모·요철, 등

<표 2.27> 맨홀(작업구)에서의 주요 이상분류

- 맨홀(작업구)에서의 이상분류는 크게 부식, 파손, 균열 등으로 하는 구조적인 이상, 침입수 및 누수에서 의한 기능적인 이상, 뚜껑의 단차·마모, 맨홀(작업구) 매몰·

마모·요철 등 관리적인 이상으로 분류할 수 있으며 이러한 손상에 대해서는 내구성 저하가 가속화 될 수 있으며 이에 대한 유지관리의 대응방법에 따라 구조물의 건전성 저하속도는 크게 달라질 수 있다.

- 유지관리 대응방법은 수행방식에 따라 사후 유지관리(Breakdown Maintenance)와 예방유지관리(Preventive Maintenance)방식으로 구분할 수 있으며 이에 대한 관리내용을 기술하면 다음과 같다.

분 류	내 용
방 치	구조물의 손상을 방지하면 기능저하에 의해 구조손상이 진행되거나 별도의 구조손상을 유발하는 등 기능저하가 계속되고 축차적으로 공용기능의 상실에 이른다.
사후유지관리	구조 손상이 진행된 시점에서 보수 또는 복구함으로써 내용연수를 연장시킬 수 있지만 구조손상의 진행이 현저하면 기능의 복원이 곤란해지거나 막대한 비용을 필요하게 되는 경우가 많다.
예방유지관리	구조손상의 초기단계에서 조치하면 비교적 적은 비용으로 간단히 기능의 복원이 가능하며 구조물을 항상 건전한 상태로 유지함으로써 내용연수를 연장시킬 수 있다.

<표 2.28> 유지관리 수행방식에 따른 구조물의 건전성

- 구조물의 건전성을 평가하는데 있어서 내용연수란 구조물의 물리적 강도와 기능의 손상상태가 경제성 측면에서 불리하게 되는 상태까지의 기간으로 정의할 수 있으며 이 경우 유의해야하는 것은 구조물의 건설된 이후 그대로 방치하여 수명을 다할 때까지의 기간이 아니라 통상적인 유지관리 체제하에서 수명에 이를 때까지의 기간을 말하는 것으로 이해하여야 한다.
- 따라서 맨홀(작업구)유지관리는 내용연수 이상의 건전성을 확보하기 위한 기준이 필요하며 예방유지관리방식을 바탕으로 안전성능저하를 일으키기 전에 보수를 필요로 하는 손상을 불량맨홀(작업구)로 규정하여 조치하는 것이 필요하다.

불량맨홀 상태조사 및 평가기준마련 • •

제 3 장

불량맨홀(작업구) 실태조사 및 분석

- 3.1 실태조사 개요
- 3.2 실태조사 결과
- 3.3 맨홀(작업구)의 손상원인 및 분석
- 3.4 교통하중이 맨홀(작업구)거동에 미치는 영향분석 사례

제3장 불량맨홀(작업구) 실태조사 및 분석

불량맨홀(작업구) 실태조사 및 분석은 정비되지 않은 불량맨홀(작업구)에 대한 기본 자료를 수집하여 이중에서 서울특별시 내 맨홀(작업구)종류별 분포를 고려하여 203개소를 선정하였고 선정된 맨홀(작업구)은 외부와 내부의 현장조사를 통해 여러 가지의 손상형태를 확인하였다. 또한 최근에 정비한 불량맨홀(작업구)에 대해서도 손상발생여부 조사하였고 손상영향이 큰 맨홀(작업구)은 굴착을 통해 주변의 영향을 확인하였다. 본 장에서는 불량맨홀(작업구)실태조사결과를 분석하여 평가기준과 유지관리방안 마련의 기초자료로 활용하고자 한다.

3.1 실태조사 개요

1. 실태조사 맨홀(작업구) 선정

- 불량맨홀(작업구) 실태조사를 위한 맨홀(작업구)조사 대상군선정은 불량맨홀(작업구) 정비수량이 약 9,000개소/년임을 고려하여 10%수준에 해당하는 970개소의 자료를 수집하였다.
- 수집된 자료는 맨홀(작업구)종류별 분포도, 손상정도, 손상분포를 고려하였으며 최종 조사대상 맨홀은 상·하수도·통신 비율이 90%에 해당하는 203개소를 결정하였다.



[그림 3.1] 불량맨홀(작업구) 실태조사 선정

2. 실태조사 항목선정

- 실태조사 항목은 국내·외 하수도 맨홀(작업구)점검항목에서 사용하고 있는 것을 참조로 하여 다른 종류의 맨홀(작업구)에서도 적용할 수 있도록 항목을 검토하였다.
- 조사 항목은 맨홀(작업구)외부의 경우 지표면과 맨홀(작업구) 뚜껑을 대상으로 하며, 맨홀(작업구) 내부는 구체의 손상, 퇴적 유무, 지하수침투 여부를 대상으로 하여 선정하였으며 구체적인 항목은 다음과 같다.

맨홀 외부		맨홀 내부		
지표면	맨홀뚜껑	구체 손상	퇴적	불명수
균열 및 파손	외관상태(균열 등)	표면손상, 부식	파손 및 세굴	지하수 침투
침하	덜컹거림	관로 접속부 손상	인버트 형상	
틀간 단차	표면마모	파손	공사 잔재물	
도로 함몰	부식	균열	체수, 체류	
	기능작동	부등침하		
	뚜껑 면과 틀 간 단차	구조안전성		

<표 3.1> 불량맨홀(작업구) 실태조사 항목

3. 맨홀(작업구)조사 안전관리

1) 사전검토

- 점검 시에는 공공의 안전을 위하여 기구와 장비 및 작업을 안전하게 수행하도록 안전관리조직, 안전교육, 보호구, 안전사고의 처리, 안전수칙, 도로안전 및 교통 처리계획이 포함된 안전관리계획서를 수립하였다.
- 도로관리청과 별도로 실시하는 점검은 관할 구청에는 도로점용허가를 득하여야 하고, 관할 경찰서에는 도로공사 신고를 하여야 한다.
- 또한, 맨홀(작업구)점검에 필요한 위험요인을 사전에 판단하여 필요한 장구를 준비하여야 한다.

2) 점검 전

- 불량맨홀(작업구) 실태조사 점검 전에는 교통통제 작업시 교통안내 표지판을 설치,

안전시설 설치(사이드카, PE울타리 등), 교통정리원 배치 등 교통통제에 따른 제반사항을 준수하여 안전사고를 예방하도록 준비하였다.

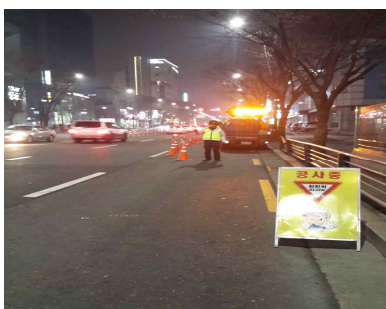
- 특히 야간점검 중에는 공사안내판, 안전시설(PE울타리 등)을 설치하였다.

3) 점검 중

- 불량맨홀(작업구) 실태조사 점검자는 안전모, 안전화 등을 포함한 개인용 보호 장구를 항상 착용하였다.
- 맨홀(작업구) 내부진입은 관리기관의 입회하에 실시하고 밀폐된 공간에서의 작업은 유해물질, 가스 및 산소결핍 등에 대한 측정 및 검사를 실시하여 안전한 방법으로 조사하였다.
- 감전위험 또는 공공시설물의 훼손우려가 있는 경우에는 관리기관의 의견을 수렴하여 필요한 안전작업으로 실시하였다.
- 맨홀(작업구) 내부에 물이 있어 이를 제거할 경우 오염수가 도로표면에 흐르지 않도록 하고 차량 내 저장탱크에 담아 별도처리토록 하였다.

4) 점검 후

- 점검 후 맨홀(작업구)뚜껑을 덮을 때 주변 이물질로 뚜껑에 소음과 진동이 발생하지 않도록 안전조치를 하였으며, 도로상에 장비나 공구 및 이물질 등이 방치되지 않도록 현장주변을 정리하였다.



안전시설 설치



보호장구 착용



유해가스 측정

[그림 3.2] 맨홀(작업구)조사 안전관리 예시

3.2 실태조사 결과

1. 맨홀(작업구)외부 조사결과

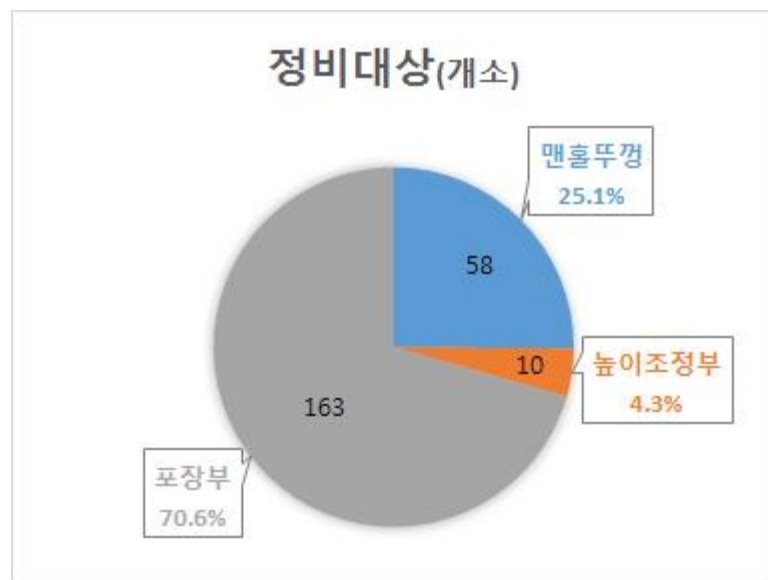
- 불량맨홀(작업구) 외부조사결과는 <표 3.2>, [그림 3.3]과 같다. 맨홀(작업구) 뚜껑, 높이 조정부, 포장부로 분류하여 점검한 결과 정비를 요하는 수준의 손상은 231개소로 조사되었으며 포장부 손상(70.6%)이 가장 많고, 맨홀(작업구)뚜껑(25.1%), 높이 조정부(4.3%) 순서로 [그림 3.4]와 같이 나타났다.
- 상기결과로 볼 때 자료수집 및 분석의 기준에 실시한 불량맨홀(작업구) 정비공사의 경향과 유사한 결과로 나타났으나 맨홀(작업구) 뚜껑부와 높이 조정부 손상이 29.4%로 나타나 이에 대한 점검 및 유지관리기준 정립이 필요한 것으로 판단된다.

구 분		맨홀) 개소	정비대상		손상 경미	이상 없음	보수대상 평가기준
			개소	비율(%)			
계			231	100.0	821	872	
맨홀 뚜껑	소 계		58	25.1	269	688	
	외관상태	203	20		—	183	균열, 구멍, 틀 손상
	덜경거림	203	9		—	194	
	표면마모상태	203	5		7	191	잔존높이 3mm 미만
	부 식	203	2		201		
	틀과 단차	203	22		61	120	높이 10mm 이상
높이 조정부	손 상	203	10	4.3	63	130	파손, 충전 불량, 균열
포장부	소 계		163	70.6	189	54	
	파 손	203	23		176	4	
	단 차	203	140		13	50	높이 10mm 이상

<표 3.2> 맨홀(작업구)외부 조사결과



[그림 3.3] 맨홀(작업구)외부 조사결과



[그림 3.4] 맨홀(작업구)외부 부재별 정비대상

1) 맨홀(작업구) 뚜껑

- 맨홀(작업구) 뚜껑은 정비가 필요한 수준의 손상이 58개소로서 뚜껑과 틀의 단차(22개소), 외관상태(균열 및 틀 구멍, 20개소), 덜컹거림(9개소), 표면 마모(5개소), 부식(2개소)의 순으로 조사되었다.
- 맨홀(작업구)뚜껑과 틀의 단차는 틀과 맨홀(작업구)뚜껑에 접촉하는 지지면이 마찰,

덜컹거림, 부식 등의 영향으로 마모가 발생하면서 상부 뚜껑표면과 뚜껑 틀 사이에 단차가 발생하는 것으로 확인되었다.

- 맨홀(작업구)뚜껑에서 나타난 균열손상은 맨홀(작업구)뚜껑이 KS표준보다 얇고 무게가 가벼운 규격미달제품에서 나타나고 있으며 중차량 및 과재하중에 의한 균열의 진전으로 파손에 이르면 안전사고 발생의 우려가 크므로 교체위주의 유지관리가 필요하다.
- 표면마모는 설치 공용연수와 통과차량의 영향에 의해 발생하는 것으로 빈도는 높지 않으나 교차로 및 커브 길에서는 이륜차 등의 미끄러짐에 의한 안전사고를 유발하게 되므로 향후 맨홀(작업구)정비와 병행하여 주기적인 관리가 필요하다.
- 부식손상은 뚜껑교체가 필요한 경우는 발생하지 않았으나 하수맨홀(작업구)의 일부 뚜껑표면에서 경미한 박락손상이 확인되었으며 이는 맨홀(작업구)내부의 습윤 환경과 하수에서 발생하는 황 등 부식인자에 의한 것으로 판단된다.

2) 높이 조정부

- 높이 조정부는 맨홀뚜껑 틀 하부와 맨홀(작업구) 상부에 위치하여 포장 면과의 높이를 조정하는 부재로서 보수를 요하는 손상은 10개소(4.3%), 경미한 손상은 63개소(27.3%)가 조사되었다.
- 높이 조정부는 하수맨홀(작업구) 표준도에 의한 콘크리트블록(18MPa) 또는 상수도 유지관리기준 및 KT 지방서에서는 점토블록을 사용하도록 규정하고 있으나 현장 조사에서 나타난 재료는 돌을 이용한 고임, 보도블록, 시멘트블록이 다수 사용되는 것으로 조사되었다.
- 보도블록 또는 시멘트 블록은 압축강도가 일반 콘크리트기준에 비해 떨어지는 재료로서 상부 작용하중보다 재료의 강도가 취약하여 파손이 발생한 것으로 나타났다.

3) 맨홀(작업구)주변 포장부

- 포장부 손상은 맨홀(작업구) 주변에서 발생하는 손상으로서 보수를 요하는 손상이 163개소(70.6%)로 조사되었으며 이중 포장과 맨홀뚜껑 틀 간의 단차에 의한 손상이 140개소로 가장 많고 주변 포장부의 파손은 23개소이다.
- 포장부와 뚜껑 틀 단차는 주변 포장부가 침하되면서 발생하는 돌출형태와 맨홀(작업구)지반의 지지력부족 또는 재포장 이후에 맨홀(작업구)인상정비를 하지 않아 발생하는 침하형태의 단차로 확인되었다.

- 포트 홀이 진행된 상태에서 포장부의 파손은 차량통과 영향으로 파손확산속도가 급진전되는 경향을 확인할 수 있었으며 따라서 보수는 포트 홀이 진전되기 이전에 정비하는 예방적인 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.



맨홀뚜껑 균열



맨홀뚜껑 표면마모



맨홀뚜껑 부식



뚜껑 면과 틀간 단차



높이조정부 파손



맨홀(작업구)주변 포장부 파손



맨홀(작업구)주변 포장부 파손



뚜껑과 주변포장의 단차



뚜껑과 주변포장의 단차

[그림 3.5] 맨홀(작업구)외부 주요 손상사진

2. 맨홀(작업구)내부 조사결과

1) 외관조사 결과

- 맨홀(작업구)내부 조사결과는 <표 3.3>, [그림 3.6]과 같다. 표면손상(재료분리, 철근노출), 균열, 파손, 맨홀(작업구) 침입수, 뿌리 침입으로 분류하여 점검한 결과 정비를 요하는 수준의 손상은 39개소로 맨홀(작업구) 외부의 손상에 비해 적게 조사되었다.

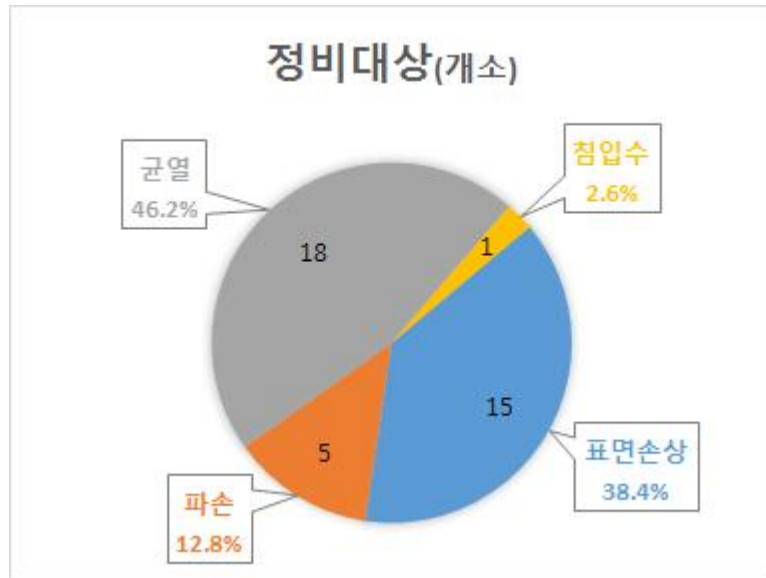
구 분		맨홀 개소	정비대상		손상 경미	이상 없음	비 고
			개소	비율(%)			
계			39	100	147	827	
표면손상		203	15	38.4	42	146	철근노출, 재료분리
파 손		203	5	12.8	77	121	이탈, 함몰, 박락 포함
맨홀 균열	소계	201	18	46.2	16	167	(핸드 홀 2개소 제외)
	조적, 흙관	65	1		6	58	
	PC 맨홀	63	1		1	61	
	현타 맨홀	73	16		9	48	
침입수		203	1	2.6	2	200	숫구치는 상태
뿌리 침입		203	—	—	10	193	

<표 3.3> 맨홀(작업구)내부 조사결과



[그림 3.6] 맨홀(작업구)내부 조사결과

- 정비를 요하는 손상의 형태별로는 균열(46.2%)이 가장 많고, 재료분리와 철근노출의 표면 손상(38.4%), 파손(12.8%) 순서로 나타났으며, 맨홀(작업구) 내 침입수와 뿌리 침입의 손상은 경미한 수준으로 조사되었다.



[그림 3.7] 맨홀(작업구)내부 손상별 정비대상

- 정비가 필요한 수준의 균열 손상은 18개소(46.2%)이며 주로 관연결부 주변에 집중된 손상으로서 시공불량과 응력집중의 영향이 큰 것으로 판단된다.
- 정비가 필요한 수준의 표면 손상은 15개소(38.4%)로서 시공불량에 의한 재료분리와 철근노출 손상이 주를 이루고 있으나 하수도 맨홀(작업구)에서는 습한 환경에 의한 표면 열화가 조사되어 내부 환경을 고려한 적절한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.
- 정비를 요하는 파손은 5개소(12.8%)로 조사되었으며 특히 상수도 맨홀(작업구)은 조적연결부 주변에 나타난 손상으로 굴착 후 되메움 시공불량, 교통하중의 영향에 의한 손상으로 조사되었다.
- 상기 결과로 볼 때 맨홀(작업구)내부의 손상은 외부에 비해 직접적인 영향은 훨씬 감소하나 정비를 요하는 균열과 표면손상이 존재하고 주변 굴착 영향에 의한 관리가 미흡한 상태이므로 맨홀(작업구)의 내구성 및 안전성 확보를 위해서는 정기적인 점검 등 유지관리가 필요한 것으로 조사되었다.



철근노출



골재노출 및 부식



벽체 파손 및 이격, 배면공동 상태



벽체 파손 및 토사 유실



조적벽체 균열

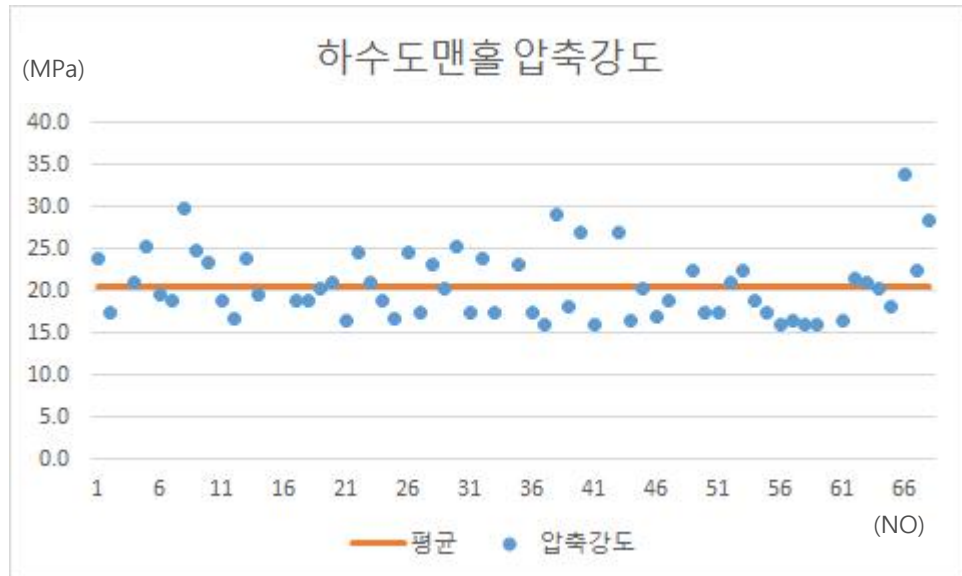


콘크리트벽체 균열

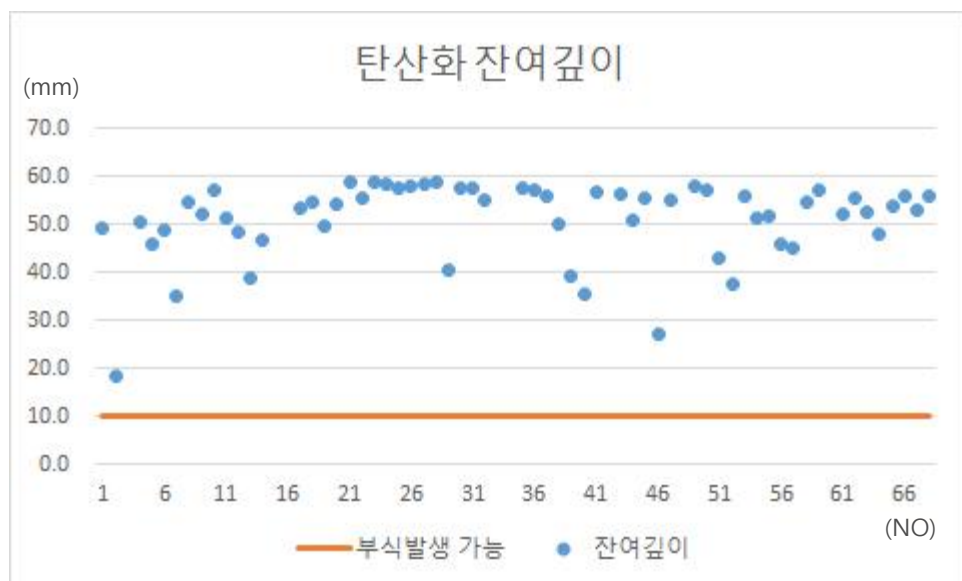
[그림 3.8] 맨홀(작업구)내부 주요 손상사진

2) 내구성 조사결과

- 내구성 조사는 구조물에 노후화가 이미 현저하게 진행되었을 경우에는 노후화의 정도 및 그 원인관계를 조사하여 정비여부를 평가하게 되며 아직 노후화가 진행되지 않았거나, 그 정도가 경미한 경우에는 향후 노후화의 진행과정 및 경향을 예측하고 예방 보전을 위한 자료의 수집을 목적으로 한다.
- 맨홀(작업구)은 하중을 안전하게 지지하고 그 기능을 원활히 발휘하여야 하며, 역학적으로도 충분한 강도와 강성을 갖는 것이 필요하다. 실태조사에서는 맨홀(작업구)본체에 대한 콘크리트의 품질상태 및 시공상태를 파악하기 위하여 반발경도시험, 탄산화시험을 기본으로 하는 비파괴시험을 실시하였다.
- 하수도 맨홀(작업구)
 - 하수도 맨홀(작업구) 68개소에 대하여 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도를 측정한 결과, 16.0~33.8MPa, 평균 20.7MPa로 조사되어 압축강도에 대한 내구성 영향은 경미한 상태로 판단된다.
 - 탄산화시험 결과, 탄산화 깊이는 1.0~41.8mm, 탄산화 잔여 깊이는 18.3~59.0mm로 조사되어 피복두께를 감안한 현재의 탄산화에 대한 영향은 경미한 상태이다.



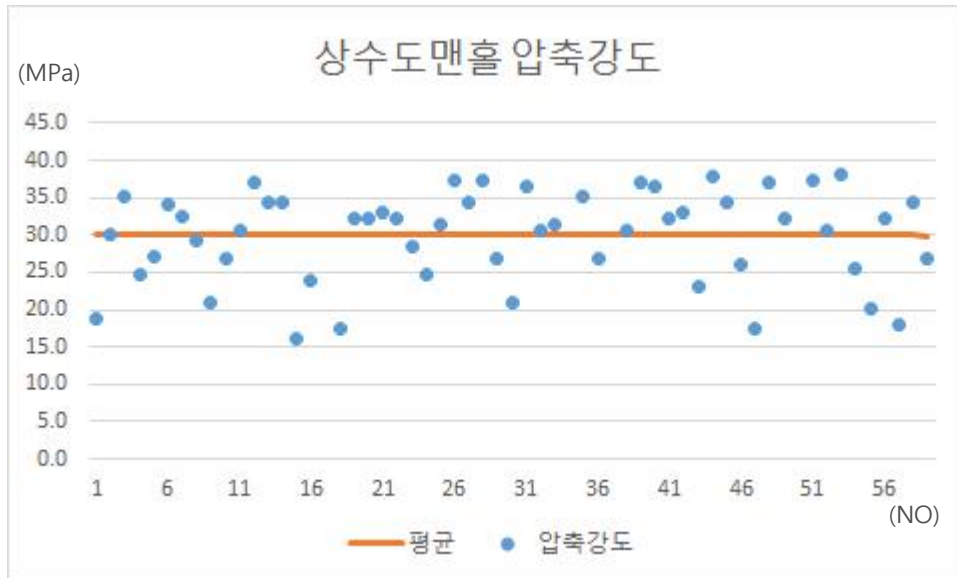
[그림 3.9] 하수도 맨홀(작업구) 압축강도 조사결과



[그림 3.10] 하수도 맨홀(작업구) 탄산화시험 결과

○ 상수도 맨홀(작업구)

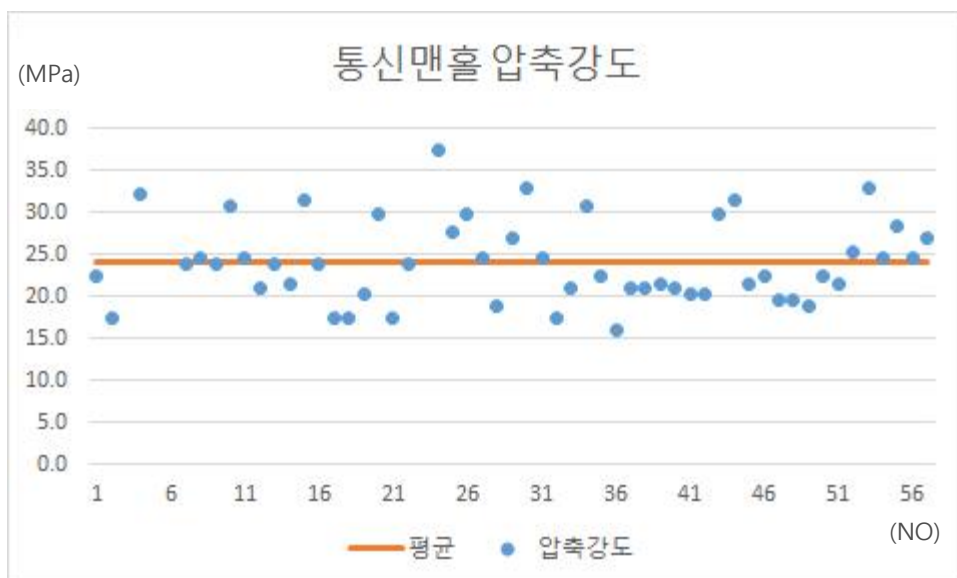
- 상수도 맨홀(작업구) 58개소에 대하여 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도를 측정한 결과, 16.0~38.2MPa, 평균 30.0MPa로 조사되어 압축강도에 대한 내구성 영향은 경미한 상태로 판단된다.
- 탄산화시험은 조적 및 흙관구조인 상수도 맨홀(작업구)에서는 제외하였다.



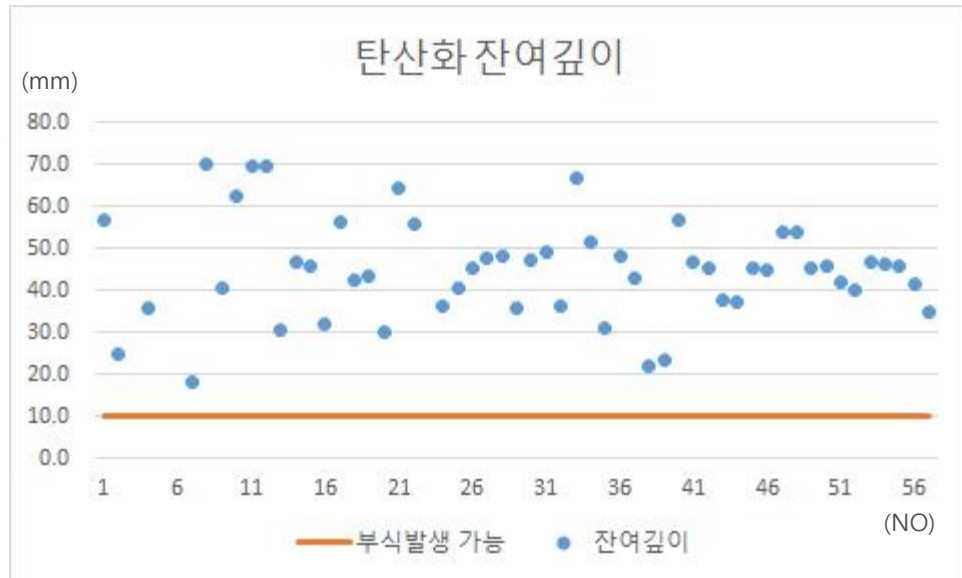
[그림 3.11] 상수도 맨홀(작업구) 압축강도 조사결과

○ 통신 맨홀(작업구)

- 통신 맨홀(작업구) 57개소에 대하여 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도를 측정한 결과, 16.0~37.4MPa, 평균 24.0MPa로 조사되어 압축강도에 대한 내구성 영향은 경미한 상태로 판단된다.
- 탄산화시험 결과, 탄산화 깊이는 1.0~8.5mm, 탄산화 잔여 깊이는 18.3~70.1mm로 조사되어 피복두께를 감안한 현재의 탄산화에 대한 영향은 경미한 상태이다.



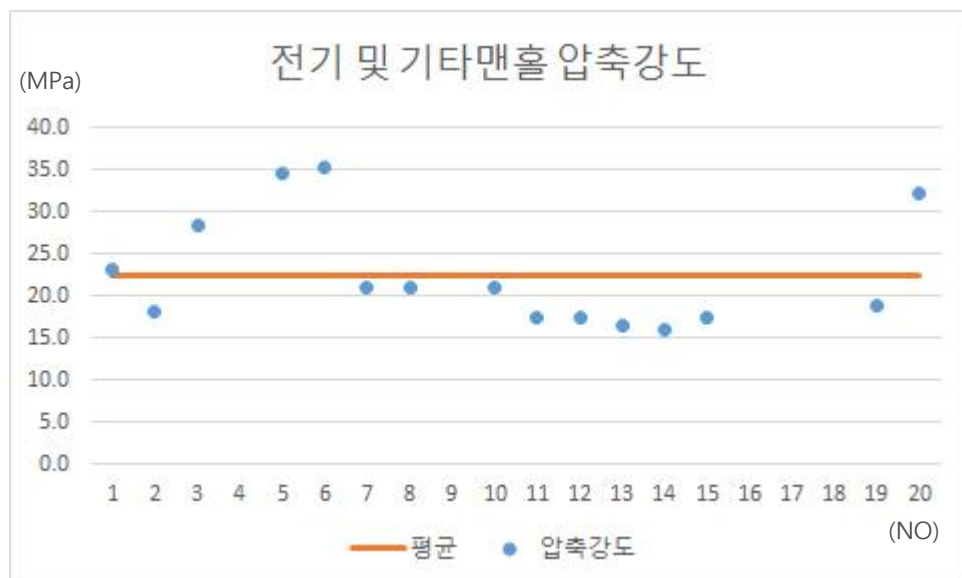
[그림 3.12] 통신 맨홀(작업구) 압축강도 조사결과



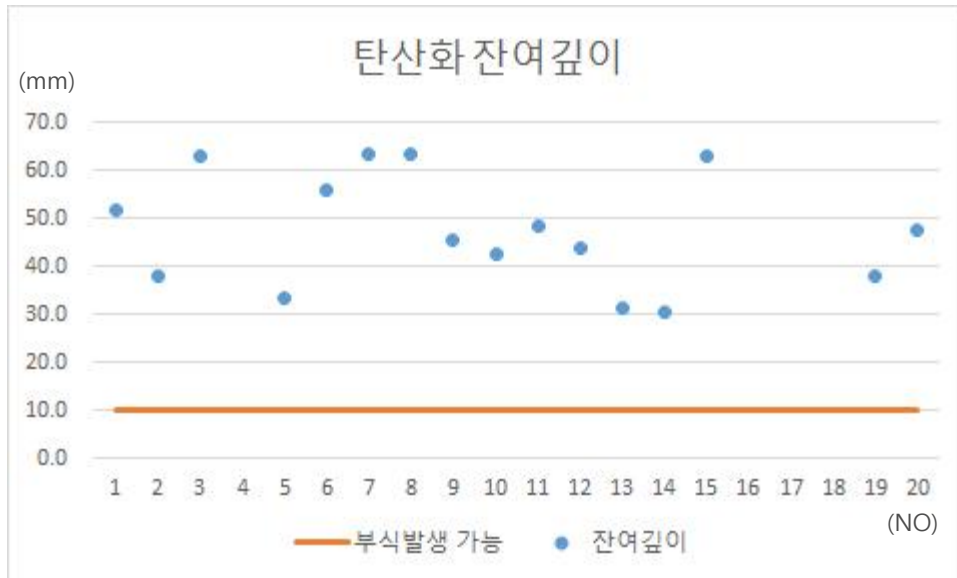
[그림 3.13] 통신 맨홀(작업구) 탄산화시험 결과

○ 전기 및 기타맨홀(작업구)

- 전기 및 기타맨홀(작업구) 20개소에 대하여 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도를 측정된 결과, 16.0~35.3MPa, 평균 22.6MPa로 조사되어 압축강도에 대한 내구성 영향은 경미한 상태로 판단된다.
- 탄산화시험 결과, 탄산화 깊이는 1.0~6.2mm, 탄산화 잔여 깊이는 30.7~63.4mm로 조사되어 현재 탄산화에 대한 내구성 영향은 없는 상태이다.



[그림 3.14] 전기 및 기타맨홀(작업구) 압축강도 조사결과



[그림 3.15] 전기 및 기타맨홀(작업구) 탄산화시험 결과



콘크리트 강도조사



콘크리트 강도조사



콘크리트 강도조사



탄산화 시험



탄산화 시험



피복두께 측정

[그림 3.16] 내구성 조사 사진

3. 신기술 맨홀(작업구)정비공사 조사결과

1) 신기술적용공법의 공용 중 조사결과

- 신기술적용공법의 공용 중 조사는 2013~2015년 기간 동안 정비한 구간에 대하여 임의로 총 146개소를 선정하여 맨홀(작업구)상부에 대한 손상여부를 중심으로 확인한 결과 조사 맨홀(작업구) 중 25개소(17.1%)에서 경계부 주변의 이격손상, 파손, 균열 및 침하 등 재 손상이 발생한 것으로 나타났다.

구 분	계	A공법	B공법	C공법	D공법	E공법	F공법
조사지역		동부, 강서	남부	북부	남부	성동	동부, 강서
정비연도		2013년	2013년	2014년	2015년	2015년	2015년
조사대상	146개소	42개소	20개소	15개소	12개소	27개소	30개소
손상발생	25개소	16개소	2개소	3개소	-	1개소	3개소

<표 3.4> 맨홀(작업구)정비공사(2013~2015년)구간 공용 중 조사결과

- 신기술을 적용한 맨홀(작업구)정비공사 후 재손상을 확인한 결과 균열 손상이 가장 많고 형태별로는 원형 균열이 많으며 방사형 및 망상균열도 조사되었다.
- 원형형태의 균열은 아래와 같은 재료적, 환경적인 영향요인 및 기타 요인에 의해 발생된 것으로 판단된다.
- 맨홀(작업구) 틀, 조정블록 및 조정 링이 설치되어 있는 상태에서 재료적 강성이 상이한 요인에 의해 균열 발생
 - 맨홀(작업구)위로 차량통과 시 발생하는 진동영향으로 인해 뚜껑 틀, 조정 링 등 변위유발
 - 맨홀(작업구) 본체와 맨홀(작업구) 틀 사이에 흙이 있는 경우 또는 우수가 틀 하부에 유입되면서 토사이물질이 쌓이고 교통하중이 작용하면서 발생
- 방사형 균열 및 망상균열은 포장층 및 높이 조정부의 시공이후 양생시간이 충분하지 못한 상태에서 교통개방이 되어 발생한 것으로 판단된다.



2013년 정비한 현재의 균열상태 (A공법)



2013년 정비한 현재의 균열 및 덜컹거림 (B공법)



2013년 정비한 현재의 균열상태 (A공법)



2013년 정비한 현재의 균열상태 (A공법)



2014년 정비한 현재의 균열상태 (C공법)



2015년 정비한 현재의 균열상태 (F공법)

[그림 3.17] 맨홀(작업구)정비공사 공용 중 균열발생 형태

- 정비공사 이후 공용 중 파손형태는 포장 절단경계면 주변에서의 발생형태, 포장 표면에 박락이 발생한 형태 및 포장면 탈락에 의한 단면감소 발생으로 구분할 수 있으며 아스팔트 포장시 포장재료와 혼합물의 온도관리, 기존포장 인접구간의 시공불량, 교통개방의 시기관리 부족 등이 주요 원인인 것으로 판단된다.
- 맨홀(작업구)정비구간에 대한 높이조정재의 코어를 채취하여 콘크리트 압축강도를 측정한 결과 5개소에서 32.9~48.5MPa로 나타나 장기강도에 대한 영향요인은 없는 것으로 판단된다.



2013년 정비한 현재의 파손 및 덜컹거림 (A공법)



2013년 정비한 현재의 이격상태 (A공법)



2013년 정비한 현재의 이음부 손상상태 (A공법)



2013년 정비한 현재의 파손상태 (A공법)

[그림 3.18] 맨홀(작업구)정비공사 공용 중 파손발생 형태

2) 신기술적용공법 시공 중 조사결과

- 신기술 적용공법 현장조사는 서울특별시 도로사업소에서 발주되어 진행 중인 맨홀(작업구)정비공사 4개 공법을 대상으로 현장의 신기술 적용성 및 문제점을 확인하기 위해 실시하였으며 현장에서 확인된 사항은 다음과 같다.

(1) 신기술 적용성 여부

- 서울특별시에서는 맨홀(작업구)정비공법에 있어 신기술활용촉진에 관한 조례기준에 근거한 신기술활용심의를 통해 신기술공법의 적정성 여부와 성능을 확인하여 신기술 공법을 우선적으로 적용해오고 있다.
- 그러나 현장에서는 신기술이 적용되고 있지 않거나 적용성이 떨어진 사례가 발생하고 있으며 신기술관련 장비를 변형하여 사용하는 등 신기술 본래의 목적이 충분히 반영되지 못하고 있는 것으로 조사되었다.



인상조정장치(미세조정신기술 미적용)



손상 틀 재사용



굴착제거용 유압장치(신기술 제원과 다름)



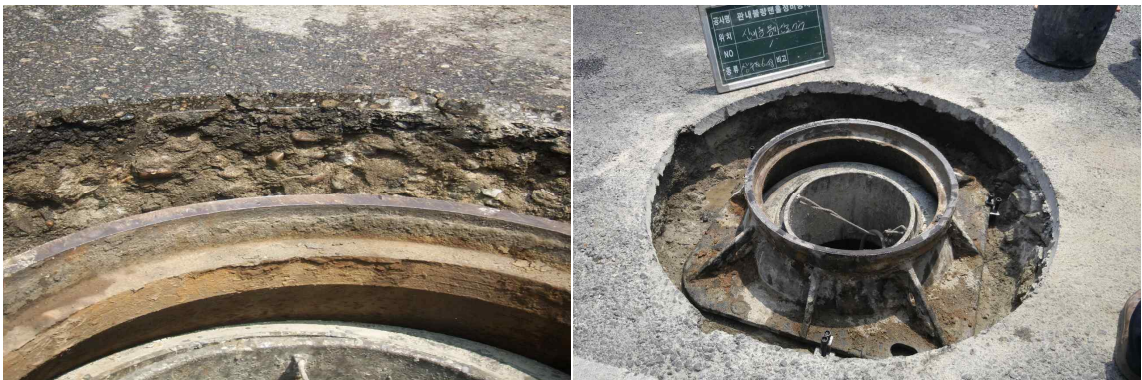
높이조정 전경(유압고정 장치 미설치)

[그림 3.19] 신기술 적용성 불량 사례

- 한편 EPM공법은 유압실린더를 이용하여 기존 포장과 뚜껑 틀을 동시에 굴착·제거하는 방식을 사용하고 있으며 굴착 깊이도 최대 125mm 시공이 가능하다. 따라서 굴착 깊이를 200mm까지 증대하는 방안과 제거부위의 인양장비 능력이 개선된다면 진동을 유발하는 브레이커 작업의 최소화로 포장손상이 감소할 것으로 판단된다.

(2) 절단 및 굴착작업

- 표층 절단작업은 현재 표층기준으로 50mm를 표준으로 하고 있으나 약 30mm 정도만 절단하고 나머지 부분은 브레이커로 작업하는 경우가 빈번하다.
- 브레이커 작업은 주변에 진동을 유발하여 기존 포장층에 간접적인 영향을 미치고 과대굴착이 발생하는 요인이 되고 있으며 굴착 시에는 지렛대 역할을 이용한 작업방법으로 포장부에 손상을 유발하기도 한다.
- 따라서 맨홀(작업구)정비구간에 인접한 기존 포장부의 건전성을 유지하기 위해서는 절단작업의 시공능력을 향상시키고 브레이커 장비에 의한 굴착작업을 최소화하는 시공개선방안이 고려되어야 할 것으로 판단된다.



절단 깊이 부족전경

과대굴착 및 포장부 손상전경

[그림 3.20] 절단 및 굴착 불량 사례

(3) 맨홀(작업구)뚜껑 손상상태

- 맨홀(작업구)뚜껑은 상태가 불량한 경우 교체가 이루어지고 있었으나 굴착이후 높이조정을 위해 설치한 맨홀뚜껑 틀에서는 [그림3.19]에서와 같이 불량자재를 사용하는 경우가 확인되었다. 이는 맨홀뚜껑 틀의 경우 사전에 육안으로 확인이 곤란하여 예비수량을 확보하지 못하였기 때문이다.

- 맨홀뚜껑 틀 손상은 하중이 전달되는 경우 변위를 유발하는 요인이 되므로 향후에는 예비수량을 확보하여 현장조치가 가능할 수 있도록 시공개선이 요망된다.

(4) 높이조정 작업

- 높이조정 작업 중 기존에 설치된 철개고정 장치는 제거된 상태로 시공되고 있어 관리기관의 기준에 철개고정 장치가 있는 경우에는 이를 반영하기 위한 별도의 조치가 필요하다.
- 일부 맨홀(작업구)정비에서는 맨홀(작업구) 높이조정을 위해 굴착장비인 브레이커로 구체 콘크리트 일부를 치핑하는 과정에서 구체 단부가 파손되는 손상이 조사되었고 향후 교통영향의 진동이 발생하면 탈락 영향도 예상되므로 높이조정을 위한 치핑에는 주의시공이 필요한 것으로 확인되었다.
- 높이조정부는 기존에 시멘트벽돌 또는 보도블록이 흔히 사용되었으나 압축강도가 낮아 손상이 자주 발생한다. 현장에서는 높이조정부가 시멘트벽돌 재료로 높이 300mm이상 시공된 구간이 확인되었으나 맨홀(작업구)정비에 해당하는 일부 구간만 제거한 상태에서 작업이 진행된 것으로 확인되었으며 불량재질의 높이조정 구간에 대해서는 전체를 대상으로 하는 개선대책이 필요하다.



맨홀(작업구) 상부 파손상태 (치핑주의)

높이조정부 제거 부족

[그림 3.21] 높이조정작업 불량 사례

(5) 높이조정 콘크리트(모르타르) 타설

- 높이조정 콘크리트(모르타르) 배합은 시공에 따른 경험적인 계량이 주로 적용되고 있으며 고유동성을 사용하므로 대부분 자연적인 수평면을 형성한다. 그러나 도로 표면 시공은 횡단구배를 적용하고 있으므로 중앙 차선측과 보도측 기존 포장의 절단면에는 표고 차이가 발생한다.

- 표고차이는 굴착시 과다 굴착이 발생하면 포장층 하부에 충전이 불량한 상태에서 포장이 진행되므로 공용 중에는 경계면에 파손이 발생하는 요인이 된다.
- 또한 콘크리트(모르타르)타설 이후 교통개방은 콘크리트 압축강도의 경우 보편적으로 10MPa을 초과한 시점으로 되어 있으며 제품별로 제시된 10MPa에 해당하는 압축강도는 약 1시간 이후로 조사되었다.
- 그러나 현장에서는 높이조정 콘크리트 타설이 완료된 이후 교통개방까지는 25분 ~ 45분이 소요되어 소요 압축강도 발현 이전에 교통이 개방되는 경우가 잦은 것으로 조사되었으며 향후 내구성 유지를 위한 교통개방에 대한 시간관리가 필요하다.



중앙선과 보도측의 절단면 표고차이 발생전경

중앙선과 보도측의 절단면 표고차이 발생전경

[그림 3.22] 높이조정부 타설 불량 사례

(6) 아스팔트 혼합물 관리 등

- 일부 공법에서는 아스팔트 콘크리트 혼합물을 공장에서 운반하여 사용하는 것으로 조사되었으며 현장에서는 부직포를 이용하여 보온관리하고 있으나 온도관리에 대한 조치가 부족한 상태로 확인되었다.
- 포장 작업이전에는 높이조정 콘크리트(모르타르)와 포장면의 경계에 프라이머를 도포하고 있으나 포설량이 미흡하며 적정량 살포에 대한 적정관리가 필요하다.
- 포장 다짐장비는 주로 플레이트 형을 사용하고 있으며 플레이트 다짐 폭이 포장 폭 보다 넓어서 다짐에너지의 전달효율이 저하되므로 장기적으로 다짐효율을 증진시킬 수 있는 장비개발이 필요하다.



프라이머 도포 전경



아스콘 공장운반 후 포설전경

[그림 3.23] 아스팔트 혼합물 관리 불량 사례

(7) 표층부 시공

- 아스팔트콘크리트 포장에서 상온콘크리트 사용은 바인더와 골재의 결합력이 약하고 다짐이 잘 안되어 시공 후 변형이 심하고 낮은 강도에서도 파손 발생이 용이하며 겨울철 동결융해로 인한 골재의 탈리현상이 쉽게 발생하는 문제점이 있으므로 사용에 있어 신중을 기하여야 할 것으로 판단된다.
- 아스팔트콘크리트 포장시공이 완료된 이후에는 교통을 조기에 소통시키는 경우 표면온도가 40℃ 이하(도로공사 표준시방서, 2016)이어야 하나 현장에서는 충분한 양생기간 없이 대부분 바로 개통하는 하는 것으로 조사되었다.



표층부 상온아스콘포장 전경



표층부 콘크리트포장 전경

[그림 3.24] 표층부 시공 전경

- 표층시공이 콘크리트(모르타르)포장인 경우 해당 신기술에서는 압축강도가 10MPa 까지 발현되는 소요시간 확보하여 교통개방을 실시하도록 규정하고 있으나 최근 발표된 자료(도로공사표준시방서, 2016)에서는 21MPa로 규정하고 있어 이에 대한 품질관리 강화가 필요한 것으로 조사되었다.

(8) 기타 사항

- 일부 신기술에서는 비산먼지를 포집하기 위해 포집장치를 사용하고 있으나 흡입력이 약한 장비를 사용하고 있으며 습식 절단작업에서는 도로상에 환경오염 유발물질 발생되는 경우가 조사되었다. 또한 배합 중에는 모르타르의 비산 등 비점오염원이 발생하여 환경적인 문제를 유발하므로 흡입장치를 통한 근본적인 처리가 필요하다.
- 맨홀(작업구)정비공사는 원형으로 절단하는 작업으로 원형 내·외를 포함하는 손상이 발생한 경우 내측만 정비하고 외측은 방치되는 경우가 조사되었으며 경계부인 경우 인근 손상부까지 정비하는 근본적인 개선조치가 요망된다.
- 맨홀(작업구)정비 공사를 추진하는 시공사의 작업은 1개조에 2~4개조로 구분하여 인력을 투입하고 있으나 인원 8명을 4개조로 나눈 2인 1조 작업형태는 교통신호수 부재로 인한 안전사고 우려가 있으므로 작업방법의 개선이 필요하다.



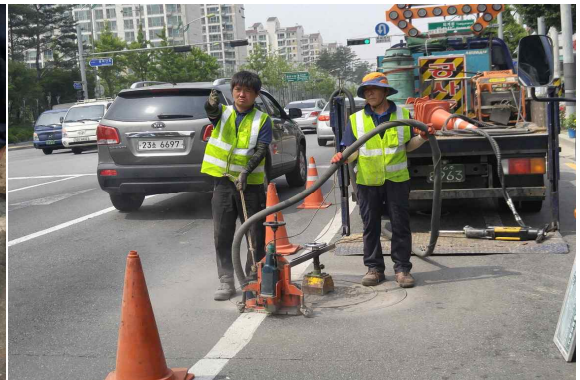
비산먼지 발생전경



습식절단작업의 오염원 발생 전경



맨홀(작업구) 외측의 손상의 정비제외 전경



2인1조 작업으로 교통신호수 부족

[그림 3.25] 기타 불량시공 사례

구 분	조 사 내 용 및 문 제 점	비 고
신기술적용 여부	○ 맨홀인상조정 및 내부 거푸집방법에 대한 신기술 미적용 ○ 규격미달제품 맨홀(D=600mm)에 대한 신기술적용 불가 ○ 높이조정에 신기술인 유압고정 장치 미적용	D공법 E공법 C공법
절단작업	○ 절단 깊이 부족 : 절단작업 깊이가 30mm내외로 기준치 50mm에 부족	D공법, E공법
굴착작업	○ 굴착은 브레이커 작업 실시로 주변 포장부 손상 및 과다굴착 발생 ○ 바닥부 청결상태 부족 : 이물질 잔존상태에서 콘크리트 타설	D공법, E공법 D공법, E공법
맨홀뚜껑 손상상태	○ 정비공사 중 맨홀 틀의 손상이 발생하였음에도 사전에 자재 여유분을 확보하지 못한 상태에서 불량자재가 재사용되는 경우가 조사됨. ○ 비 규격품 맨홀뚜껑(D=600mm) 재사용	D공법 A공법 E공법
높이조정 작업	○ 기존에 설치된 철개고정 장치는 맨홀정비에서 반영이 안 됨 ○ 맨홀 높이조정을 하면서 구체 단부에 파손 유발 ○ 높이조정부 시멘트 벽돌이 존치된 상태에서 상부구간만 정비 실시	A공법 D공법 A공법
콘크리트 재료배합	○ 계량에 의한 배합은 일부 물통에 계량표시를 하여 사용을 하고 있으나 전반적으로 경험적인 방법으로 실시하고 있음 ○ 유동성이 큰 모르타르 사용으로 횡단구배에 따른 중앙차도 측의 포장 하면에 충전 불량상태가 발생	공통사항 공통사항
조정 콘크리트 타설	○ 교통개방에 필요한 압축강도를 대부분 10MPa로 하고 있으나 실제 최소시간을 만족하지 못한 상태로 교통개방이 진행되고 있음	E공법
아스팔트 혼합물 관리 등	○ 아스팔트 보온관리상태 부족 : 공장에서 운반 하여 상온에서 관리 ○ 아스팔트포장 다짐장비 폭이 정비 폭보다 큼 : 품질 저하 우려 ○ 프라이머 도포 시공상태 불량	E공법 C공법 C공법
포장	○ 포장면 콘크리트 타설 후 개방시간 미준수 : 10MPa까지의 소요 시간 이내에 교통개방 실시(도로공사표준시방서 기준 : 21MPa) ○ 상온아스콘 사용으로 인한 품질저하 영향이 우려됨 ○ 아스팔트 포장마감 완료 후 바로 교통개방	D공법 C공법 A공법, E공법 D공법
기 타	○ 절단 중 발생하는 분진을 공기 중 비산되지 않도록 포집장치를 설치하였으나 흡입력이 약하여 대기 중으로 비산이 발생 ○ 습식 절단작업시 오염수 처리조치 미비 ○ 인접하여 포장보수대상 손상이 있음에도 원형구간만 정비 ○ 조정부 시공배합 중 많은 분진이 발생 ○ 작업공종별 분할작업을 진행(2인/1조)하면서 신호수가 작업에 투입	D공법 E공법 D공법 E공법 D공법

<표 3.5> 신기술적용공법 현장조사 결과

3.3 맨홀(작업구)의 손상원인 및 분석

1. 맨홀(작업구) 외부

1) 맨홀(작업구)뚜껑 균열 및 파손

- 맨홀(작업구)뚜껑의 손상은 뚜껑의 강도에 영향을 주어 파손 등에 의한 차량의 사고발생 위험성이 높아진다. 실태조사 결과 나타난 맨홀(작업구)뚜껑 손상은 20개소로 뚜껑 균열손상이 3개소, 틀 파손이 12개소, 틀 변형이 5개소로 조사되었다.
- 균열이 발생한 맨홀(작업구)뚜껑은 모두 제조연도를 확인할 수 없는 하수도 맨홀(작업구)에서 발생하였으며 재질은 회주철을 사용하고 있으나 KS D 6021 표준도면과 상이한 중량미달의 상태로 확인되었고, 균열 손상은 맨홀(작업구) 뚜껑에 작용하는 중차량 등 외부 하중영향에 의한 피로누적과 내부 부식 환경으로 인한 부재두께 감소가 소요 내력감소에 영향을 미친 것으로 판단된다.
- 또한 맨홀뚜껑 틀에 발생한 파손 및 변형요인은 동절기 도로노면의 적설 제거 작업을 위해 투입된 제설장비의 영향이 크게 작용한 것으로 판단된다.



[그림 3.26] 맨홀(작업구)뚜껑 균열 발생 상태

- 상기 실태조사결과 맨홀(작업구) 뚜껑에 균열과 파손이 발생한 손상에 대해서는 교체가 필요하며 규격미달제품 뚜껑에 대해서는 정밀한 관찰 및 교체가 필요하며 특히 재질 측면에서 회주철은 구상흑연주철(GCD)보다 충격력에 취약하므로 장기적으로 차도의 재료는 구상흑연주철(GCD)로 개선함이 바람직할 것으로 판단된다.

2) 맨홀(작업구)뚜껑 덜컹거림

- 덜컹거림은 단순히 소음문제뿐 아니라 뚜껑의 비산사고와 연결되는 위험성 있는 현상으로 주의가 필요하며, 뚜껑과 틀의 덜컹거림에 대한 실태조사 결과 나타난 손상은 9개소로 조사되었다
- 덜컹거림이 뚜껑에서 발생한 원인은 뚜껑의 구조적인 지지구조와 연관되는데 수평구조는 접촉면인 하면의 마모에 따라 발생하는 구조이며, 경사구조에서는 접촉면인 경사면에서 파고듦에 따라 발생하기 쉬운 특성을 지니고 있다.
- 또한 맨홀뚜껑 틀에서 나타난 덜컹거림의 원인은 틀의 변형, 뚜껑과 틀 사이에 이물질 유입, 틀 하부 조정부의 시공불량 등으로 확인되었다.
- 이러한 맨홀(작업구) 뚜껑의 덜컹거림은 주변 포장의 균열과 뚜껑비산의 원인이 되며 현장에서의 긴급조치 방법으로는 다음과 같은 방법이 있다.
 - 고무패드를 지지면인 뚜껑 하면과 맨홀(작업구)뚜껑 틀 상면에 끼워 소음방지
 - 맨홀(작업구)뚜껑 틀과 뚜껑사이에 철제철패를 망치로 2곳 정도 박아 뚜껑을 고정
 - 뚜껑과 틀의 차이가 큰 경우 틀 내부 상면에 높이조정용 플레이트를 설치
 - 맨홀(작업구)뚜껑 틀의 덜컹거림에 대해서는 틀과 포장사이에 생긴 틈새에 속경성 수지를 투입 경화시켜 틀의 덜컹거림을 일시적으로 방지할 수 있다.

3) 맨홀(작업구)뚜껑 표면마모

- 맨홀(작업구)뚜껑의 표면 양각형태는 관리기관이나 디자인 등을 표시하는데 이러한 목적이외에 미끄러짐 방지라는 기능이 있다.
- 일본에서 검토한 마찰계수측정시험에 따르면 잔존 양각높이가 3mm정도부터 마찰계수가 저하되기 시작하여 2mm 이하에서는 일반도로에서 필요한 마찰계수보다 떨어지는 것으로 측정되었다.

- KS D 6021에 따르면 맨홀(작업구)뚜껑 표면의 양각높이는 5~6mm이며 실태조사 결과를 상기 측정시험 근거로 분류한 결과 2mm미만은 5개소(2.5%), 2mm초과~3mm 이하는 7개소(3.5%), 3mm초과는 191개소(94.0%)로 조사되었다.
- 실태조사결과 표면마모에 의한 손상의 비중은 크지 않으나 표면마모가 이륜차의 미끄러짐 사고의 발생가능성이 있으므로 주기적인 점검을 통해 교체·관리하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

4) 맨홀(작업구)뚜껑 부식

- 맨홀(작업구)뚜껑의 부식은 203개소 중에 2개소가 심한 상태로 조사되었으나 나머지는 경미한 수준으로서 부식에 대한 영향은 크지 않은 것으로 조사되었다.

5) 맨홀(작업구)뚜껑 틈과 단차

- 맨홀(작업구)뚜껑과 틈의 단차는 보행자나 통행차량의 장애뿐만 아니라 맨홀(작업구)뚜껑의 덜컹거림 원인이 되기 때문에 기준을 정하여 관리하는 것이 필요하며 실태조사결과 1mm미만 19개소(9.4%), 1mm이상~5mm미만 101개소(49.8%), 5mm이상~10mm미만 61개소(30.0%), 10mm이상은 22개소(10.8%)로 나타났다.
- 맨홀(작업구)뚜껑과 틈의 단차손상은 표면마모, 뚜껑과 틈 접합면에서의 마모와 부식 및 이물질의 영향으로 분류할 수 있으며 특히 뚜껑과 뚜껑 틈 접합면의 마모와 부식 영향이 단차에 큰 영향을 주는 것으로 판단된다.

6) 높이조정부 블록 손상

- 높이조정부는 블록손상은 뚜껑의 덜컹거림과 주변 포장 파손을 유발하며 실태조사에서 나타난 균열 및 파손 등 손상은 73개소이고, 이중 불량상태가 10개소, 경미한 상태가 63개소로 조사되었다.
- 불량상태는 충전 불량 8개소, 마감불량 1개소, 열화 1개소로 나타났으며 경미한 상태에서는 파손 46개소, 충전 불량 10개소, 기타(이격, 들뜸, 탈락)이 7개소로 나타났다.
- 높이 조정부재료는 콘크리트벽돌이 다수(21개소) 조사되었고 KT 시방서기준인 점토벽돌(KS L 4201)과 다수 손상이 발생한 콘크리트벽돌(KS F 4004)의 KS 자료를 검토한 결과 콘크리트벽돌 압축강도가 점토벽돌의 39.0%와 53.0% 수준인 것으로 확인되었다.

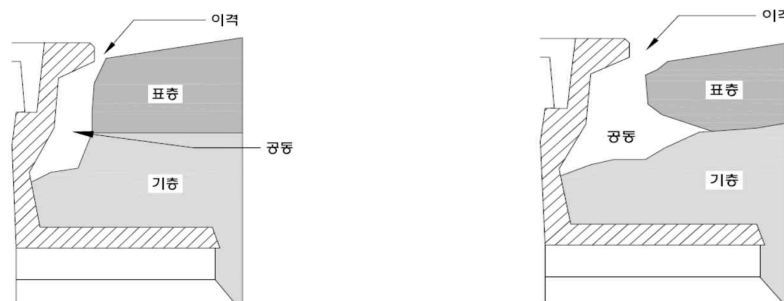
- 따라서 콘크리트 타설이 아닌 높이 조정부 재료는 콘크리트 벽돌보다는 기존구조물 압축강도와 동등한 성능을 확보할 수 있는 재료를 사용하도록 시방기준을 구체화하는 것이 필요하다.

구 분	압축강도 기준(MPa)		비 율 (A/B)	비 고
	콘크리트벽돌(A)	점토벽돌(B)		
1종	13	24.50	53.0	
2종	8	20.50	39.0	
3종	—	10.78	—	

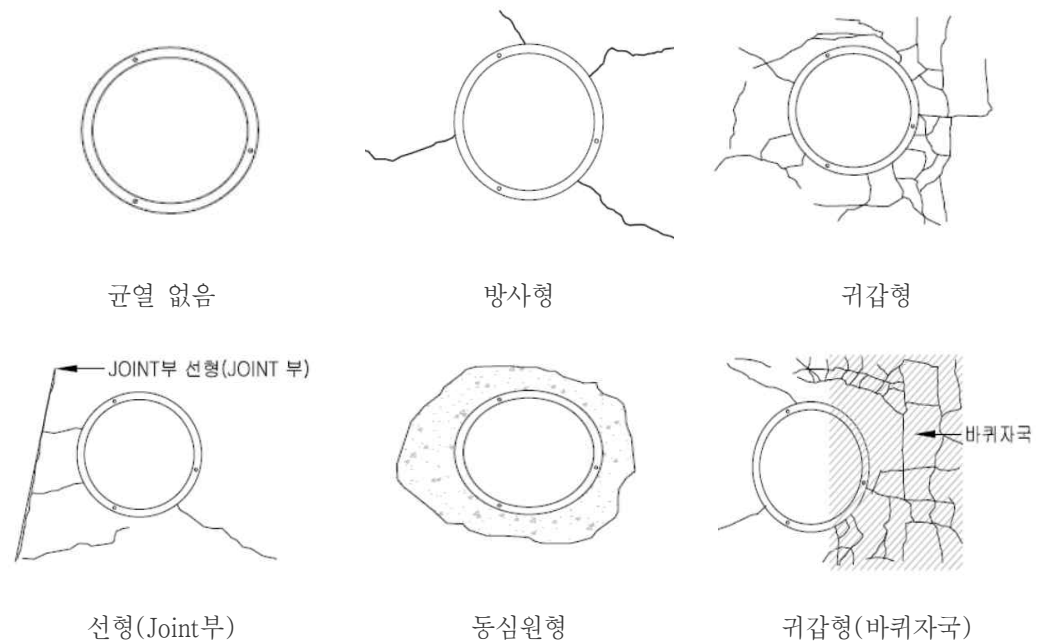
<표 3.6> 콘크리트 벽돌과 점토벽돌의 압축강도 비교

7) 맨홀(작업구)뚜껑 주변 포장부 균열 및 파손

- 맨홀(작업구)뚜껑 주변 포장에서 균열과 파손은 보행자나 차량 통행에 방해가 되고, 또한 맨홀(작업구)뚜껑의 변형, 단차발생 및 덜컹거림의 원인은 물론 안전사고의 요인이 되기 때문에 기준을 초과한 경우에 대해서는 적절한 조치를 필요로 한다.
- 맨홀(작업구)뚜껑의 주변파손에는 경미한 균열손상 수준과 다수의 균열 및 파손이 심한 상태의 수준으로 분류하여 조사한 결과 손상이 심한 손상은 23개소(11.3%) 경미한 수준은 176개소(86.7%), 이상 없는 경우는 4개소(2.0%)로 조사되었다.
- 또한 최근 3년간 도로사업소에서 실시한 맨홀(작업구)정비공사 146개소를 대상으로 실태를 확인한 결과 재손상이 발생한 경우가 25개소이며 손상 형태는 원형절단과 평행한 형태의 균열이 다수 조사되었고 포장보수부 파손과 박락도 일부 조사되었다.
- 균열의 형태는 귀갑형(龜甲形), 방사형(放射形), 선형(Joint부), 동심원형(同心圓形)으로 균열 폭은 3mm이하로 나타나며, 파손은 맨홀뚜껑 틀 주변과 시공이음부 주변에서 발생하여 교통하중영향에 의해 손상이 확산되는 형태로 조사되었다.



[그림 3.27] 뚜껑 틀 주변포장의 파손 진행상황



[그림 3.28] 맨홀(작업구) 주변 균열발생 형상

- 맨홀(작업구)뚜껑 주변의 균열과 파손의 형태는 크게 도로포장공사와 맨홀(작업구)정비공사로 구분할 수 있으며 도로포장공사에서의 손상원인을 열거하면 다음과 같다
- 도로포장공사에서는 맨홀(작업구)부 시공 후 포장을 시공하는 방법과 맨홀(작업구)상부까지 전면포장을 실시하고 포장완료 이후에 커터로 굴착하여 맨홀(작업구)뚜껑을 설치하는 방법이 있으나 다짐의 전압성과 토공과 구조물의 재료적 압축성 차이에 의한 단차발생 등의 문제점을 안고 있다.
 - 또한 상기 높이조정블록 손상과 맨홀뚜껑 틀의 손상은 뚜껑 틀의 요동을 유발하여 상부 포장주변의 파손형태로 연결된다.
 - 높이조정블록은 강도가 낮은 시멘트벽돌을 사용하는 경우 높이조정블록의 파손이 포장 손상으로 연결되는 경향으로 나타나게 되고 맨홀(작업구)뚜껑과의 단차가 발생하여 충격력이 작용하면 포장손상은 확산된다.
- 맨홀(작업구)정비공사에서의 뚜껑 주변의 균열과 파손원인은 다음과 같다
 - 포장 재료의 부적정 : 상온아스팔트 혼합물의 경우 바인더와 골재의 결합력이 약하고 다짐이 잘 안되어 충분한 안정도와 내구성을 발휘하지 못하여 시공 후 변형이 심하고 낮은 강도로 파손 발생이 용이하며 겨울철 동결융해로 인한 골재의 탈리

현상이 쉽게 발생하는 문제점이 있다.

- 다짐 불량 : 정비구간에서 균열 발생구간 대한 코어채취 조사결과 기층에서 코어부의 회수상태가 불량하고 공극이 발생한 상태로 조사되어 다짐불량이 균열과 파손에 관계있는 것으로 판단된다.
- 모르타르(콘크리트)의 촉진제 과다사용 : 교통개방 또는 계절적인 영향을 고려하여 촉진제를 사용하게 되는데 과다 사용한 경우 균열이 발생할 수 있다.
- 높이조정재 시공에 의한 포장두께 부족 : 높이 조정재의 초속경 모르타르 시공은 물결함재비가 높은 상태에서 물 수평형태의 시공이 발생하며 횡단구배가 2%인 도로횡단면 좌·우간에는 약 20mm의 편차가 발생한다. 이러한 시공결과는 표층 50mm를 기준으로 시공할 경우 중심선에서 바깥쪽으로는 약 30mm 정도로 포장두께가 부족하여 포장파손이 발생하는 문제로 연결된다.
- 맨홀(작업구) 뚜껑 틀의 설치상태불량 : 국내의 뚜껑 틀은 한전, 상수도 등 일부에서는 철개고정 장치를 설치하고 있으나 대부분 반영되지 않고 있으며 포장층과 단차가 발생하면 충격력이 증가하고 이때 발생하는 수평력이 뚜껑 틀의 마찰력을 초과하면 뚜껑 틀의 유동 발생과 주변으로 이격이 발생하게 된다.
- 공용 중 균열 및 파손에는 교통 환경이 크게 좌우되며 손상이 발생한 부위로 빗물이 침투하여 노반강도를 약화시키고 표층의 파손을 진행시키는 형태로 나타나며 손상의 주요 요인은 다음과 같다.
 - 교통하중 작용에 의한 포장체 및 구조체의 침하
 - 균열부의 물 침투 및 중 차량의 하중작용

8) 맨홀(작업구)뚜껑과 포장의 단차

- 맨홀(작업구)뚜껑과 포장의 단차는 맨홀(작업구) 내 우수유입을 억제하기 위해 포장면보다 우·오수 맨홀(작업구)은 낮게 다른 맨홀(작업구)은 높게 계획적으로 시공하나 운전자의 승차감을 저하하며 과다한 경우 맨홀(작업구)뚜껑의 손상영향은 물론 안전사고의 요인이 된다.
- 맨홀(작업구)뚜껑과 포장간의 단차에 대한 조사결과 단차 없음 50개소(24.6%), 1~10mm미만 13개소(6.4%), 10mm이상~20mm미만 62개소(30.6%), 20mm 이상~30mm미만 40개소(19.7%), 30mm초과 38개소(18.7%)로서 국토교통부

관리지침 기준에 따른 10mm이상의 맨홀(작업구)정비대상은 140개소(69.0%)로 나타났다.

- 맨홀(작업구)뚜껑의 단차발생 요인은 우수유입의 억제를 위한 시공적인 측면도 있으나 맨홀(작업구) 주변의 침하영향 또는 주변 재포장 실시에 따른 단차영향이 큰 것으로 판단된다.

2. 맨홀(작업구)내부

1) 재료분리

- 재료분리는 타설된 콘크리트에 조골재가 편중되거나 재료의 분포가 불균일한 불량 부분을 말하며, 콘크리트를 타설할 때 다짐불량에 의해 골재와 시멘트모르타르가 심하게 분리되거나 거푸집 하단에서의 시멘트페이스트의 누출 등에 의해 발생하고, 타설 중 낙하높이를 크게 하면 콘크리트의 분리에 의해 발생하기 쉬우므로 타설에 대한 시공적인 방법도 매우 중요하다.
- 맨홀(작업구)에 있어서 재료분리가 생기기 쉬운 경우는 개구부의 하부, 벽체의 하부, 얇은 벽체 등 콘크리트 타설이 어려운 장소에서 발생하며 하수도 맨홀(작업구)의 경우 콘크리트 침식에 의한 표면열화와 복합적인 작용으로 콘크리트의 내구성을 저해하기 때문에 표면보수 등의 관리가 필요하다.

2) 철근노출

- 철근노출은 외부에 철근이 노출되는 손상으로 일반적으로 재료분리, 공동, 피복두께 확보불량 등 주로 시공불량 요인이 작용하여 발생하는 손상이며 해안 구조물, 도로 제설제 영향 및 콘크리트 재료인 모래를 해사로 사용하는 등 염화물이 콘크리트 내부에 존재하게 되면 철근표면의 부동태피막이 파괴되면서 철근부식을 유발한다.
- 또한 공용중인 경우에는 외부의 초과하중 또는 반복적인 응력집중으로 콘크리트 피복이 탈락하는 경우가 발생할 수 있으며, 콘크리트 균열부를 통해 철근부식이 진전되면서 철근노출이 발생하는 경우가 있다. 이런 경우에는 원인분석을 통해 안전성 저하 영향유무에 따라 근본적인 대책에 접근하여야 한다.

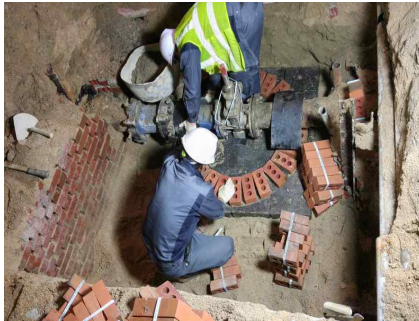
- 맨홀(작업구)에서 나타난 철근노출은 대부분 피복두께의 부족 영향이 크게 작용한 것으로 조사되었고, 관로 관통부주변의 파손에 따른 철근노출은 마감시공 불량에 의한 것이다.
- 일부 슬래브와 벽체가 분리되어 시공된 부위에서는 반복적인 충격하중에 의한 파손 및 철근노출이 확인되었으며 부식영향에 의한 실제 철근단면적이 감소하여 안전성에 문제가 되는 손상은 없는 것으로 확인되었다.
- 그러나 철근노출은 장기간 방치하면 철근부식의 확산되면서 콘크리트의 내구성 및 안전성에 저하를 유발하므로 지속적인 점검관리를 통해 보수시기를 결정하여 관리하는 것이 필요하다.

3) 파손

- 파손은 인위적 또는 의도하지 않은 외력에 의해 콘크리트의 단면이 떨어져나간 손상으로서 인위적인 파손은 내구성을 유지하기 위한 마감처리로 접근하는 것이 필요하며, 외력에 의한 파손은 내력의 손실정도에 따라 구조적인 보강으로 접근하거나 내구성 유지를 위한 보수개념으로 접근하는 것이 필요하다.
- 맨홀(작업구) 내부에서의 파손은 관로의 접속부 또는 이음부를 시공하면서 인위적인 파손에 의한 시공불량이 대부분이며 파손에 따른 주변의 마감시공이 부실한 상태에서 배면토사가 부분적으로 유실되는 손상이 나타난 것으로 확인되었으나 구조적인 영향은 크지 않은 것으로 확인되었다.
- 다만, 배면의 토사유실 영향은 배면의 공동을 유발하고 영향범위가 확대되면 지반의 함몰을 초래하기 때문에 점검 중에 파손이 발생하면 배면의 공동여부를 병행하여 점검하여야하며 손상 규모에 따라 보수 또는 보강에 대한 접근이 필요하다.
- 슬래브와 벽체 경계 단부에서는 국부적인 응력집중으로 콘크리트 단면 일부가 탈락되는 손상이 발생하였으나 구조적인 영향은 경미한 수준이며 철근노출로 인한 부식 환경이 형성되면 손상면적이 확대되므로 내구성 확보를 위한 유지관리가 필요하다.
- 현장조사 결과 손상이 비교적 심한 상수도 맨홀(작업구) 1개소, 하수도 맨홀(작업구) 2개소에 대하여 굴착조사를 통해 원인을 분석한 결과, 하수도에서 공동 및 함몰의 영향은 크지 않으나 상수도의 조적구조는 굴착에 대한 변형이 취약하여

충분한 강도와 강성을 가지는 구조개선이 필요한 것으로 판단되며, 점검결과는 다음과 같다.

- <표 3.7>과 같이 조적조는 주변 굴착에 따른 변형발생이 취약한 구조이며 굴착 확인한 결과 발생원인은 인접 구조물 공사 이후 되메움 시공이 미흡한 것이며 되메움 등 복구 작업 후 신설 맨홀(작업구)로 교체하였다.

구분	상수도맨홀 ① (노원구 동일로 - 1800mm×1600mm×1600mm, 뚜껑:648mm)	
손상 현황		
	· 벽체 파손 및 이격, 변위 발생 · 배면공동 상태로 안전에 영향이 있어 조치 필요	
조사 결과		
	· 통신관로하부에 공동발생 (1.7m×3.5m), 7호선 지하철공사 시 되메움이 미흡한 것으로 판단됨 · 조적맨홀을 신설 개량 조치 (조적+흙관), 공동부는 토사채료로 되메움 후 물다짐 실시	

<표 3.7> 상수도맨홀(작업구) 굴착조사 결과

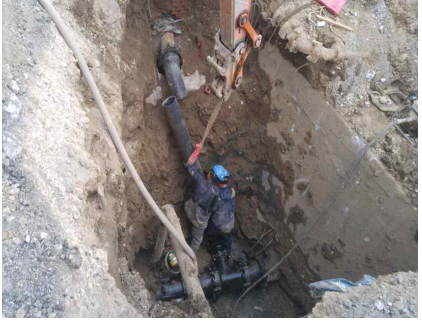
- <표 3.8>과 같이 벽체 및 바닥 파손이 발생한 하수맨홀(작업구)에서는 파손된 부위로 하수가 유출되는 것으로 조사되어 주변의 공동영향을 굴착하여 확인한 결과, 공동영향은 경미한 수준인 것으로 나타났으며 현장타설 콘크리트 맨홀(작업구)로 재설치하고 인버트를 설치하여 복구 완료하였다.
- 관로유입부 주변의 파손상태가 심한 하수맨홀(작업구)에서는 배면의 공동 여부를 굴착하여 확인한 결과, 공동과 함몰은 경미한 수준으로 조사되었으며 PC 맨홀(작업구)로 재시공하였다.

구분	하수도맨홀 ① (영등포구 여의대방로 - D1200mm×H1000mm, 뚜껑 : 648mm)	
손상 현황		
	• 벽체 파손 하부 공동 발생 • 하수 유출 및 주변지반 침하가 우려되어 조치 필요	
조사 결과		
	• 관로 연결부 경미한 공동 확인	• 현장타설 콘크리트 맨홀 재설치 복구 완료
구분	하수도맨홀 ② (강남구 학동로 - D1100mm×H1000mm, 뚜껑 : 648mm)	
손상 현황		
	• 벽체 파손 토사 유실 발생	• 주변지반 침하가 우려되어 조치 필요
조사 결과		
	• 관로 연결부 경미한 공동 확인	• PC 맨홀 재설치 복구 완료

<표 3.8> 하수도맨홀(작업구) 굴착조사 결과

4) 맨홀(작업구) 침입수

- 맨홀(작업구) 침입수는 맨홀(작업구) 외부에서 내부로 지하수 등이 침입하는 상태로서 노후 하수도 맨홀(작업구)에서는 콘크리트 관연결부 주변으로 지하수위에 의한 유출형태가 발생할 수 있으나 현장조사 중에 이러한 영향은 발생되지 않았다.
- 그러나 상수도 맨홀(작업구)에서는 바닥으로 외부에서 유입되는 물의 유출이 확인되었으며 <표 3.9>와 같이 굴착을 통한 점검결과 노후 상수관로의 이음부에서 분출되는 영향으로 확인되었고 현장 주변으로는 공동영향이 경미하여 노후관로를 교체한 후 맨홀(작업구)을 폐쇄하는 것으로 복구하였다.

구분	상수도맨홀 ② (송파구 토성로 - D800mm×H2000mm, 뚜껑:648mm)	
손상 현황		
	· 벽체 하부 침투수 유출, 청수로서 상수관로의 누수로 판단됨 · 주변 합몰영향과 누수의 확인 및 조치 필요	
조사 결과		
	· 굴착 결과 상수관로 이음부 누수 확인 · 노후관로 교체 및 맨홀 폐쇄 복구 완료	

<표 3.9> 하수도맨홀(작업구) 굴착조사 결과

5) 맨홀(작업구) 뿌리 침입

- 맨홀(작업구) 뿌리 침입은 맨홀(작업구) 내부에 식물의 뿌리가 존재하는 경우로서 대부분 관로 유입부 파손주변으로 유입되고 있으며 뿌리의 근원은 주변의 가로수에 의한 것으로 판단된다.

- 맨홀(작업구)의 뿌리 침입은 구조물에 영향을 유발하지는 않으나 맨홀(작업구)의 기능을 저해하는 요소로 작용할 수 있으며 특히 하수맨홀(작업구)에서는 하수의 흐름에 지장을 초래할 수 있으므로 단면점유율의 일정수준을 초과하면 제거하는 것이 바람직하다.

3.4 교통하중이 맨홀(작업구) 거동에 미치는 영향분석 사례

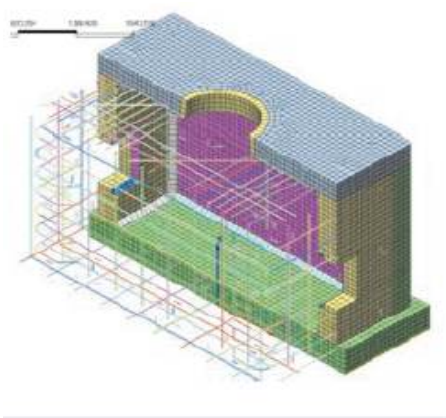
교통하중이 맨홀(작업구)에 미치는 영향분석은 점검이력, 맨홀(작업구)의 설치연수, 맨홀(작업구)에 관련된 정보가 충분하지 않아 국내외 문헌에 의한 자료를 참조하였다.

1. 개요

- 일본 NTT(일본 전신전화주식회사) 접속서비스시스템연구소에서는 통신기반시설인 맨홀(작업구)이 1960년대 후반부터 1970년대 말까지 약 15년간 집중적으로 건설되어, 현재 약 80%가 건설 후 30년 이상 경과한 고령화 단계에 있다.
- 연구소에서는 고령화된 맨홀(작업구)에 대해 계획적으로 갱신하는 것이 이상적이지만, 지하에 매설된 대량의 맨홀(작업구)을 변경하려면, 엄청난 비용과 시간이 걸리고 도로를 파헤쳐 주변 환경에 영향을 미치기 때문에, 갱신하지 않고 적절한 유지 보수를 진행하여 영속적으로 사용하기 위한 “불량시설 조기 발견과 점검 우선순위지정 기술” 연구를 수행하였다.
- 본 연구에서는 맨홀(작업구)의 열화요인을 토압 및 차량 하중의 외력에 의한 외부요인, 콘크리트의 철근 부식이나 중성화 등 재료의 열화에 의한 내부요인으로 구분하였고 먼저 외부요인에 의한 균열발생과 설치환경의 관계를 밝히고, 과거의 점검자료 분석을 통해 열화 가능성이 있는 맨홀(작업구)을 우선하여 추출하는 기술을 개발하였다.
- 교통하중이 맨홀(작업구)에 미치는 영향분석은 연구단계에서 외력에 의한 균열 발생과 설치 환경의 관계를 검토하는 과정에서 FEM해석을 통해 도출된 결과로서 그 내용을 기술하면 다음과 같다.

2. 교통하중 영향요소 및 시험조건

- 지하에 매설된 맨홀(작업구)에는 토압과 도로를 통행하는 차량 하중의 2가지 힘이 작용하고 있지만, 맨홀(작업구)에 대한 영향은 그 2가지 힘의 크기 뿐 만이 아니라, 토질, 매설깊이, 도로 포장두께와 같은 설치 환경과 관련성이 있으며 또한 맨홀(작업구) 크기와 형상에 따라서도 크게 다르다.
- 이러한 다양한 상황에 대해 연구소에서는 FEM해석으로 재현하기 위해 아래 그림과 같은 맨홀(작업구) 실물 크기 공시체의 가압장치에 대한 FEM모델을 작성하고 시험을 통해 실제의 맨홀(작업구) 거동의 검증과 재현성을 확인하였다.



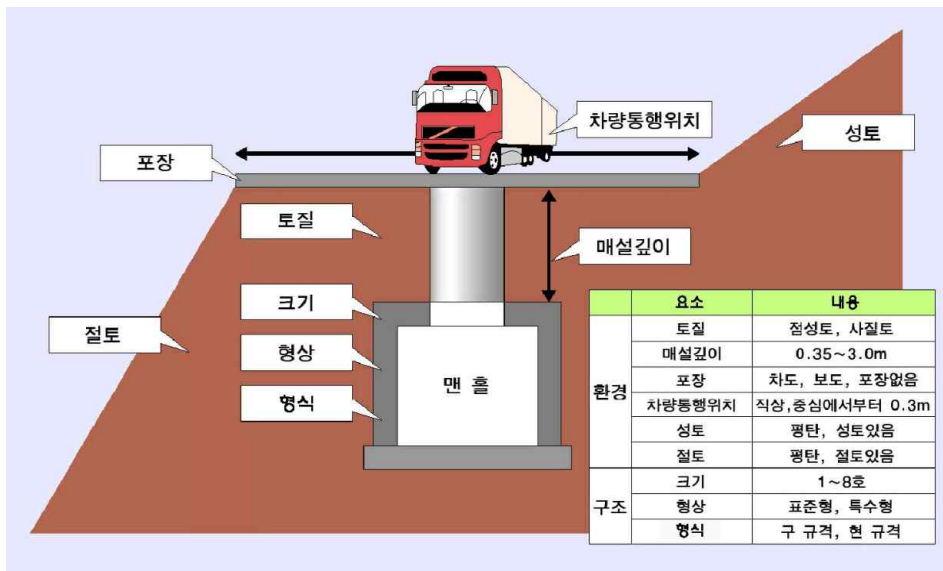
맨홀(작업구)의 FEM모델



가압시험의 모습

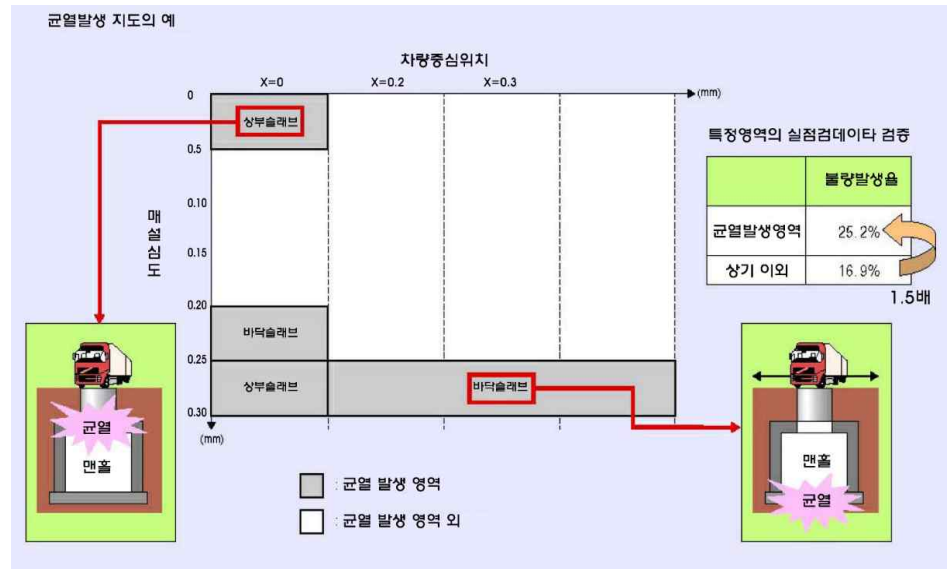
[그림 3.29] FEM모델 해석 및 가압시험

- 또한 설치 환경으로 맨홀(작업구)에 작용하는 외력에 큰 영향을 주는 항목을 아래 그림과 같이 설정하였고 그것들을 구조와의 조합으로 약 300패턴에 해당하는 맨홀(작업구)설치 상태의 해석을 실시하였다.



[그림 3.30] 맨홀(작업구)에 작용하는 외력에 영향을 주는 요소(9개)

- 균열 발생의 한계 값으로 이용한 "부작용의 크기"는 과거 공시체 실험에서 $100\mu\epsilon$ 정도로 균열이 발생한다는 지식을 기초로, 바퀴 하중실험의 도로와 맨홀(작업구) 통과 단차에 의한 "충격계수"와 "반복하중"을 고려한 안전율을 곱해서 설정하였다.
- 해석결과, "맨홀(작업구)의 매설깊이"와 "차량 통행위치"의 조합에 의한, 설정에서 균열 발생의 한계치를 넘는 것으로 나타났으며 조합을 쉽게 판단할 수 있도록, 매설 깊이와 차량 통행위치를 축으로 한 결과는 아래 그림과 같이 분석되었다.

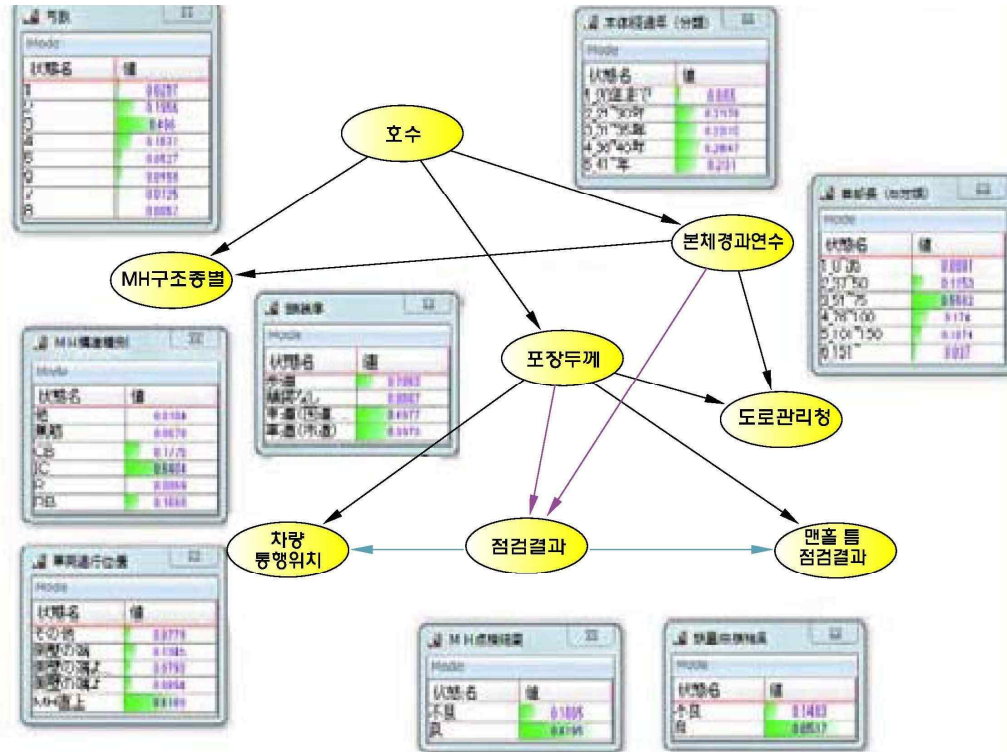


[그림 3.31] 교통하중 영향분석 결과

3. 교통하중 영향요소 조사결과

- 맨홀(작업구)에 작용하는 외력의 영향을 분석한 결과 토피고가 얇은 맨홀(작업구)은 상부로 지나가는 차량의 영향을 직접 받아 상부슬래브(맨홀 내부의 천장 부분)에서 큰 부작용이 발생하고, 토피고가 깊게 매설된 맨홀(작업구)은 토압의 영향을 받고, 차량의 통행 위치에 상관없이 바닥슬래브(맨홀 내부의 바닥 부분)에서 큰 부작용이 발생한다는 경향을 파악하였다.
- 또한 어느 지역의 맨홀(작업구) 점검결과를 이용한 검증에서는 이 방법의 균열발생 영역에 해당하는 맨홀(작업구)의 불량률은 이 방법을 이용하지 않은 맨홀(작업구)의 1.5배임을 확인했다.
- 그러나 점검 데이터의 분석은 점검 항목과 맨홀(작업구) 정보만으로, 점검 결과에 "불량"의 영향을 줄 가능성이 큰 항목을 특정하기는 어려운 상황이므로 FEM에서 외력과 관계가 있는 것으로 밝혀진 "차량 통행 위치", "철덮개 및 주변 포장불량" 등에 주목하고 데이터 마이닝(Data Mining)을 실시하였다.
- 데이터 마이닝에는, 각 항목의 의존 관계를 가시화해서 모델 작성에 능숙한 점검자의 경험적 지식도 들어갈 수 있는 유연성을 가진 베이지안 네트워크 방법*을 채용하였다. (베이지안 네트워크 방법: 불확실성을 포함한 사태의 예측과 합리적인 의사결정, 장애 판단 등에 이용할 확률 모델의 일종이다.)

- 점검 결과 "불량"과 각 항목의 의존 관계를 나타내는 네트워크 모델을 작성하고, 현지 보수부서와 논의하여 수정을 가하고 이해도를 높이고, 네트워크 모델의 불량발생확률의 우위성을 확인하는 시행착오를 반복하였다.



[그림 3.32] 네트워크 모델 작성

- 이러한 분석과정을 통해 나타난 교통하중이 맨홀(작업구)에 영향을 주는 요인으로는 점검 결과 "불량"과 의존 관계에 있는 항목의 "도로 포장두께" "건설 후의 경과연수", "맨홀(작업구)뚜껑 틀 점검결과(불량이력)"와 FEM해석에서도 영향이 있었던 "차량 통행위치"의 4항목으로 나타났다.

- 비포장인 경우가 포장도로보다 불량발생 확률이 높게 나타났다.
- 경과연수가 클수록 불량발생 확률이 높게 나타났다.
- 통과차량의 하중이 맨홀(작업구) 뚜껑 위에 작용할 때 불량발생 확률이 높게 나타났다.
- 맨홀(작업구)뚜껑의 점검결과가 불량하게 나타날수록 불량발생 확률이 높게 나타났다.

4. 점검 우선순위의 지정 기술

- 우선순위 기술은 다음과 같은 방법으로 수행하며 2013년도에는 일부 지역에 본 기법에 의한 점검 대상맨홀(작업구)의 우선순위 지정을 하여, 점검을 실시하였다.
 - 점검대상 맨홀(작업구) FEM해석에 의해 생성된 균열발생 맵의 균열발생 영역에 해당하는지 여부로 나눈다.
 - 외력의 영향을 크게 받고 있는 맨홀(작업구)의 우선순위를 높게 한다.
 - 점검 데이터분석에서 특정한 불량시설에 공통되는 4개 항목의 조합마다 불량발생 확률을 산출하고 분류된 맨홀(작업구)을 확률순서로 정렬한다.
 - 이 결과에 따라 외력 영향을 크고 불량발생 확률이 높은 맨홀(작업구)을 우선적으로 점검한다.
- 열화 요인은 도로 노선의 특징에 기인하는 것이 많고 추출한 시설은 비교적 같은 노선에 모인 것으로 나타났다. 또한, 검사진행은 절반 정도이지만, 불량 발견율은 그 지역의 종래보다 약 2배가 되어 본 기법의 실용성 및 조기 발견의 효과를 확인할 수 있었다.

5. 기타 맨홀(작업구)뚜껑의 이탈발생 역학검토

- KT인프라연구소에서는 맨홀(작업구)뚜껑의 정적 및 동적특성을 평가하기 위하여 진동해석 및 시험, 충격해석, 파라미터 해석, 동적해석 등을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.
- 진동해석 및 진동시험 결과 1차 고유진동수는 각각 323Hz, 283Hz임을 확인하였다. 이때 해석값과 실험값의 차이는 13.3%가 발생하였으나 이는 해석모델의 차이에 의한 것으로 평가된다.
- 충격해석결과 초기 맨홀(작업구)뚜껑의 거동은 0.003초에서 충격에 의한 맨홀(작업구)뚜껑의 압축이 다시 복원되는 것을 확인할 수 있었으며 이는 1차 고유진동수와 같은 시간영역에서 발생하였다. 또한 맨홀(작업구)의 최대변위는 0.1225초에서 72.31mm 발생하였다.
- 맨홀(작업구)뚜껑 및 받침대의 파라미터 해석결과 맨홀(작업구) 뚜껑의 바깥쪽 접촉부가 맨홀(작업구) 뚜껑의 거동에 가장 큰 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 동적해석을 통하여 속도에 따라 충격력이 크게 발생하며 이로 인해 변위뿐만 아니라 회전력이 발생한다는 것을 확인할 수 있었다.

제 4 장

상태평가 기준 및 방법

- 4.1 상태판단 및 평가기준
- 4.2 안전등급 산정 및 정비 우선순위
- 4.3 실태조사 맨홀(작업구)의 상태평가 결과
- 4.4 불량맨홀(작업구) 발생에 대한 사고위험도 평가

제4장 상태평가 기준 및 방법

맨홀(작업구)의 상태평가는 외관조사 및 재료시험에 의해 맨홀(작업구)의 각 부재로부터 발견된 상태변화를 근거로 하여 평가하며, 정량적이고 객관적인 상태평가를 위하여 외관조사 각 항목에 대한 상태평가 기준을 정립하였고, 평가결과를 산정하는 절차를 정리·예시하였다. 또한 공용기간에 따른 안전등급 변화의 노후도 분석을 통하여 불량맨홀(작업구) 발생에 대한 사고위험도를 검토하였다.

4.1 상태판단 및 평가기준

1. 상태판단 기준

- 상태판단은 상기의 조사항목에 대한 점검을 통해 나타난 손상부위 및 손상정도를 위험도 수준에 따라 알파벳 소문자 a~e 5가지로 표기하며 그 기준은 다음과 같다.
 - a : 문제점이 없는 수준
 - b : 위험도가 작고, 경과 관찰이 필요한 수준
 - c : 위험도가 보통이고 계획적인 조치가 필요한 수준
 - d : 위험도가 크고 조기조치가 필요한 수준
 - e : 위험도가 매우 크고 긴급한 조치가 필요한 수준

2. 점검항목별 상태판단 기준

- 맨홀(작업구)에 대한 상태판단은 실태조사를 통해 나타난 불량요소에 대한 점검 방법 및 판단기준을 제시한 것으로 다음의 내용을 참조하여 평가한다.

1) 맨홀(작업구)외부

○ 외관상태

- 균열 : 뚜껑과 틀에 대한 균열 유무로 판단하며 미세균열의 경우에도 차기점검 일까지 진전을 고려하여 교체토록 한다. 또한 이물질로 덮여 판단이 어려운 부분은 이물질 제거를 통해 확인토록 한다.
- 파손 : 뚜껑 및 틀의 제설장비 등에 의한 파손상태를 확인하는 것으로 차기점검 일까지 진전을 고려하여 교체토록 한다.

- 이탈 : 뚜껑의 이탈은 현장에서 긴급조치토록 한다.

○ 덜컹거림

- 소음발생정도가 심하고 버니어캘리퍼스로 측정한 틈과 뚜껑의 단차가 10mm 이상 경과한 상태에서는 교체대상으로 판정한다.
- 경미한 소음 발생과 경미한 단차(5mm 미만)인 경우 고무패드로 응급조치를 하여 덜컹거림이 없을 것으로 판단되면 양호로 판정하고 이후 응급조치를 하고 차기점검에서 경과관찰을 한다.

○ 표면마모

- 문양 높이 해당부위를 버니어캘리퍼스로 균등간격의 4개소를 측정하고 평균치를 구하여 이를 상태평가에 적용한다.
- 교차점, 커브, 오르막길 등 이륜차가 미끄러지기 쉬운 장소에서는 평가기준을 달리하여 적용한다.

○ 부식

- 구조표시 소멸, 개폐성능이 곤란, 두께감소가 심한 상태를 부식이 큼으로 판단한다.
(부식층을 손톱으로 분리할 수 있는 수준)
- 구조표시 소멸, 두께 감소 및 개폐성능 저해영향이 경미한 상태는 보통 수준으로 평가한다.

○ 기능 작동

- 기능성 맨홀(작업구)뚜껑이 잠금 기능, 부양방지기능 등 작동상태가 원활하면 문제 없음으로 평가하고 그렇지 않은 경우 문제 있음으로 판단한다.
- 기능성 맨홀(작업구)뚜껑이 아닌 경우 “해당 없음”으로 기록한다.

○ 뚜껑면과 틈간 단차

- 해당부위를 버니어캘리퍼스로 균등간격의 4개소를 측정하고 평균치를 구하여 이를 상태평가에 적용한다.
- 맨홀(작업구)뚜껑의 형식(수평방식, 경사방식)여부를 확인하여 이에 따라 상태 평가에 적용한다.

○ 높이 조정부

- 파손, 균열, 충전 불량에 대해 현 상태에서 포장부에 영향을 유발할 수 있어 조치가

필요한 수준을 심한 정도로 판단한다.

- 파손, 균열, 충전 불량에 대해 현 상태에서 지속관찰이 필요한 수준을 경미한 수준으로 판단한다.

○ 주변포장 손상

- 포트 홀 상태로 진전되어 정비가 필요한 수준을 손상이 큼으로 판단하고 균열과 파손, 충전 불량이 발생한 상태를 보통으로 판단한다.
- 미세균열이 있는 수준 및 초기균열은 손상 없음 수준으로 판단한다.

○ 뚜껑과 주변포장의 단차

- 맨홀뚜껑 틈과 주변포장부의 단차를 버니어캘리퍼스로 균등간격의 4개소를 측정한 평균치 또는 3m 직선자로 측정한 값으로 10mm이상은 상태불량, 5mm이상 10mm 미만은 보통, 5mm미만은 손상 없음 수준으로 평가한다.

2) 맨홀(작업구) 내부

○ 표면손상

- 철근노출, 골재노출, 콘크리트 침식 등을 면적단위로 조사하여 평가하며 손상으로 인한 단면적 감소가 현저한 경우 가장 불리한 상태로 판단한다.
- 탄산화의 측정결과 잔여깊이가 10mm미만인 불량한 상태로 확인되면 한 단계를 하향조정한다.

○ 파손

- 콘크리트의 파손은 물론 관연결부의 이탈손실, 공동, 함몰을 포함하여 면적단위로 조사하여 판단한다.
- 배면공동은 함몰의 영향여부에 따라 긴급공사여부를 판단한다.
- 하수맨홀(작업구)의 바닥부 파손은 심각한 오염이 우려되는 경우 정비계획을 수립하도록 판단한다.

○ 균열

- 균열은 균열 폭의 크기와 길이를 조사하여 폭 0.25mm를 고려한 면적단위로 환산한다.
- 손상면적과 균열 폭의 크기에 따라 손상상태를 판단한다.

○ 침입수

- 물이 유입되는 상태를 솟구치는 상태, 흐르는 상태, 스며드는 상태, 정도로 판단한다.

○ 뿌리 침입

- 뿌리 침입이 내경의 차지하는 비율에 따라 상태를 판단한다.

3. 상태평가 기준

상태평가는 외관조사 및 재료시험에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 결함, 손상, 열화 등 상태변화가 안전성의 영향정도, 구조적인 중요도, 조치의 수준 등을 고려하여 a~e로 구분하며, 맨홀(작업구)외부의 경우 맨홀(작업구) 뚜껑, 높이 조정부, 주변 포장으로 분류하여 평가하고 맨홀(작업구) 내부는 구조형식에 따라 조적조 및 흙관 구조, 철근콘크리트 구조로 구분하여 평가한다.

1) 맨홀(작업구) 외부

(1) 맨홀(작업구)뚜껑

맨홀(작업구)뚜껑의 상태평가 항목은 외관상태, 덜컹거림, 표면마모, 부식, 기능 작동, 뚜껑 면과 틈간 단차로 구성되며 상태평가 기준은 다음과 같다.

① 외관상태

차도에 설치되어 있는 맨홀(작업구)뚜껑은 차량의 반복하중을 받고 있으므로 균열, 파손, 이탈 등이 발생해 있으면 사고발생의 위험성이 높아진다. 또한 보도 상에서도 긴급차량의 진입에 따라 맨홀(작업구)뚜껑의 파손과 자전거 통행자 또는 보행자의 걸려 넘어짐 등 사고가 발생할 우려가 있다. 따라서 외관 손상(균열, 파손, 이탈 등)이 발생하면 긴급한 조치가 필요한 수준으로 “e”, 손상이 없으면 “a”로 평가한다.

항 목	평가내용	평 가 기 준					비 고
		a	b	c	d	e	
외관	균열, 파손 및 이탈	없음	-	-	-	있음	

<표 4.1> 맨홀(작업구)뚜껑 외관상태 상태평가 기준



없음 (a)

균열 (e)

파손 (e)

[그림 4.1] 맨홀(작업구)뚜껑 외관상태 상태평가 기준(예시)

② 덜컹거림

팬홀(작업구)뚜껑의 덜컹거림은 뚜껑과 틀의 덜컹거림에 따른 것이며, 이것들의 현상은 뚜껑의 비산, 이탈 등의 사고 위험성이 있으며 주변에 불쾌감을 준다. 따라서 덜컹거림이 발생하면 긴급한 조치가 필요한 수준을 “e”, 덜컹거림이 없으면 “a”로 평가한다.

항 목	평가내용	평 가 기 준					비 고
		a	b	c	d	e	
덜컹거림	차량 및 보행시 소리, 움직임	없음	—	—	—	있음	

<표 4.2> 맨홀(작업구)뚜껑 덜컹거림 상태평가 기준



없음 (a)

있음 (e)

[그림 4.2] 맨홀(작업구)뚜껑 덜컹거림 상태평가 기준(예시)

③ 표면마모

표면 문양은 관리와 디자인 등의 표시 외에도 차량, 특히 이륜차의 미끄러짐 방지라는 기능이 있다. 규격품의 표면 문양 높이는 5~6mm로 차량 등 통행에 따라 표면이 마모되고 잔존높이는 감소된다. 마찰계수측정시험⁽¹⁾에 의하면 잔존높이가 3mm정도

부터 마찰계수가 감소되기 시작하여 2mm이하가 되면 현저히 저하되는 것을 알 수 있다. 따라서 잔존높이(H) $3 \geq H > 2$ 를 표면마모에 대한 보통의 수준 “c”로 하고, 2mm 이하를 미끄럼 방지를 위해 긴급한 조치 수준 “e”로 한다. 교차점, 커브, 오르막길 등 이륜차가 미끄러지기 쉬운 장소는 기준을 상향하여 3mm 이하를 “e”로 평가한다.

항 목	평가내용		평 가 기 준					비 고
			a	b	c	d	e	
표면마모	잔존높이 (H, mm)	일반차도	$H > 3$	—	$3 \geq H > 2$	—	$H \leq 2$	*교차점, 커브, 오르막 길 등 이륜차가 미끄러지기 쉬운 장소
		교차로 등*	$H > 3$	—	—	—	$H \leq 3$	

<표 4.3> 맨홀(작업구)뚜껑 표면마모 상태평가 기준



H(잔존높이) > 3mm (a)

$3 \geq H > 2$ mm (c)

$H \leq 2$ mm (e)

[그림 4.3] 맨홀(작업구)뚜껑 표면마모 상태평가 기준(예시)

④ 부식

부식은 내부환경(부식성 가스, 수분, 온도 등)과 외부환경(해안지대에서의 해수 등)에 의해 발생하며 맨홀(작업구)뚜껑의 강도에 영향을 미친다. 평가기준은 뚜껑 뒷면의 주조표시(제조업자명, 제조년도, 재질기호 등)를 부식으로 인하여 확인할 수 없는 경우는 두께감소로 인한 강도 저하로 조기조치가 필요한 수준인 “d”로 하였고, 그 밖에 부식상태는 c로 평가한다.

항 목	평가내용	평 가 기 준					비 고
		a	b	c	d	e	
부식	주조표시소멸, 두께 감소, 개폐성능 저해	없음	—	보통	큼		

<표 4.4> 맨홀(작업구)뚜껑 부식 상태평가 기준



없음 (a)

보통 (c)

$$\text{크} \quad (d)$$

[그림 4.4] 맨홀(작업구)뚜껑 부식 상태평가 기준(예시)

⑤ 기능 작동

경첩과 잠금 구조의 맨홀(작업구)뚜껑에 대하여 기능 작동문제 유·무를 확인하고, 문제가 있는 뚜껑은 부상 및 비산 방지와 관계자가 아닌 사람이 허가 없이 열지 못하도록 조기조치가 필요한 수준으로 “d”로 평가한다. 기능구조가 없으면 해당 없음으로 한다.

항 목	평가내용	평 가 기 준					비 고
		a	b	c	d	e	
기능 작동	경첩 또는 잠금 기능	문제 없음	—	—	문제 있음	—	

<표 4.5> 맨홀(작업구)뚜껑 기능 작동 상태평가 기준



문제 없음 (a)

문제 있음 (d)

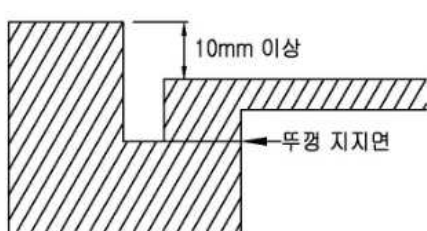
[그림 4.5] 맨홀(작업구)뚜껑 기능 작동 상태평가 기준(예시)

⑥ 뚜껑 면과 틀간 단차

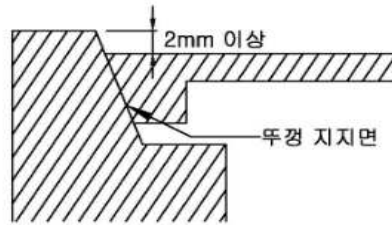
뚜껑과 틀간 단차는 주행성을 저하시키고 소음을 유발하며 맨홀(작업구)뚜껑의 기능이 상실(부식, 마모, 덜컹거림)하는 원인이 된다. 평가기준은 맨홀(작업구)뚜껑

기능상실에 따른 사고 방지와 국토부 지침에서 정비공사 기준을 맨홀(작업구) 뚜껑 면과 도로포장 면이 10mm 이상으로 규정하고 있어 단차 10mm이상을 긴급한 조치 수준 “e”로 하였다. 경사 방식은 일본에서는 기능정상 작동한계 2mm를 기준으로 이상 유·무를 평가하나 국내에서는 경사방식의 사용빈도가 높지 않으므로 향후 유지관리상의 문제점을 파악하여 장기적으로 결정함이 바람직할 것으로 판단된다.

항 목	평가내용	평 가 기 준					비 고
		a	b	c	d	e	
뚜껑 면과 틀간 단차	수평방식 (H, mm)	$H < 5$	—	$5 \leq H < 10$	—	$H \geq 10$	



〈수평방식〉



〈경사방식〉 - 일본 적용 예

<표 4.6> 맨홀(작업구)뚜껑 면과 틀간 단차 상태평가 기준



$H < 5\text{mm}$ (a)



$5 \leq H < 10\text{mm}$ (c)



$H \geq 10\text{mm}$ (e)

[그림 4.6] 맨홀(작업구)뚜껑 면과 틀간 단차 상태평가 기준(예시)

(2) 높이 조정부

높이 조정부는 높이조정재의 파손, 균열, 충전 불량 등 상태변화를 평가하며 조정부 손상이 포장부에 영향을 주는 심한 상태를 “d”로 평가하고, 이외 부분적인 파손, 균열, 충전 불량, 열화 등은 “b”로 평가한다.

항 목	평가내용	평 가 기 준					비고
		a	b	c	d	e	
높이 조정부	파손, 균열, 충전 불량	손상 없음	손상 경미	—	손상 심함	—	

<표 4.7> 높이 조정부 상태평가 기준



손상 없음 (a)

손상 경미 (b)

손상 심함 (d)

[그림 4.7] 높이 조정부 상태평가 기준(예시)

(3) 주변포장

주변포장의 상태평가 항목은 포장손상, 뚜껑과 주변포장의 단차로 구성되며 상태평가 기준은 다음과 같다.

① 주변포장 손상

주변포장 손상은 표층재 파손과 균열이 있으며 주행성 저하와 심한 경우 맨홀(작업구) 뚜껑의 비산, 이탈 등 주행안전에 중대한 영향을 미치는 원인이다. 따라서 망상균열 및 비산이 발생한 상태를 “d”, 포트 홀 형태로 진행된 경우 긴급한 조치가 필요한 수준 “e”로 평가하여 적기에 보수될 수 있도록 한다. 또한 표층재 균열이 다수 발생한 상태는 경과 관찰과 계획적인 조치를 할 수 있도록 “c”로 평가하고, 미세균열이 발생한 초기균열 상태를 “b”로 평가한다.

항 목	평가내용	평 가 기 준					비고
		a	b	c	d	e	
주변포장 손상	표층재의 손상	손상 없음	초기 균열	다수 균열	망상 균열, 비산 발생	포트 홀 발생	

<표 4.8> 주변포장 손상 상태평가 기준



[그림 4.8] 주변포장 손상 상태평가 기준(예시)

② 뚜껑과 주변포장의 단차

뚜껑과 주변포장의 단차는 주행성을 저하시키고 소음을 유발하며 심한 경우 사고의 원인이 될 수 있다. 평가기준은 사고 방지와 국토부 지침에서 정비공사 기준을 맨홀 (작업구)뚜껑 면과 도로포장 면이 10mm 이상으로 규정하고 있어 단차 10mm이상을 긴급한 조치 수준 “e”로 하였으며, 3m 직선 자에 의한 평탄성 기준이 3mm이나 도로 공용기간을 감안하여 5mm 미만을 “a”, 5mm 이상 10mm 미만을 보통 수준인 “c”로 평가한다.

항 목	평가내용	평 가 기 준					비고
		a	b	c	d	e	
뚜껑과 주변 포장의 단차	뚜껑과 포장간 단차(H,mm)	$H < 5$	—	$5 \leq H < 10$	—	$H \geq 10$	

<표 4.9> 뚜껑과 주변포장의 단차 상태평가 기준



H<5mm (a)

5≤H<10mm (c)

H≥10mm (e)

[그림 4.9] 뚜껑과 주변포장의 단차 상태평가 기준(예시)

2) 맨홀(작업구) 내부

- 맨홀(작업구) 내부는 조적구조 및 흙관구조와 철근콘크리트 구조로 구분하고 상태평가 항목은 표면손상, 파손, 균열, 침입수, 뿌리 침입으로 구성된다.
- 맨홀(작업구) 내부의 상태평가는 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침”의 기준을 준용하였다.

평가항목	평 가 기 준				
	a	b	c	d	e
표면손상	손상 없음	거친 표면 상태	경미한 침식이 발생한 상태	심한 침식 (단면결손)상태	전반적인 단면적의 감소가 현저한 경우
파손	손상 없음	파손 면적율이 5% 미만	파손 면적율이 5~10%미만	경미한 이탈 손실, 파손 면적율이 10% 이상	심각한 상태의 이탈 손실·함몰 ^{주1)}
균열	손상 없음	경미한 균열 (CW<1mm)	부분적으로 균열 (1≤CW≤3mm)	국부적인 균열 (CW ≥ 5mm)	균열이 다수 발생 (CW ≥ 5mm)
침입수	손상 없음	스며들고 있는 상태	흐르고 있는 상태	솟구치고 있는 상태	—
뿌리 침입	손상 없음	내경의10% 미만	내경의10~50%	내경의50% 이상	—

주1) 맨홀(작업구)파손 평가 e 중 이탈은 ① 상하구체(조립부), ② 관 연결이음부 이탈 포함

<표 4.10> 조적조 및 흙관구조상태평가기준



없음 (a)



파손면적을 5%미만 (b)



파손면적을 5~10%미만 (c)



파손면적을 5~10%미만 (c)

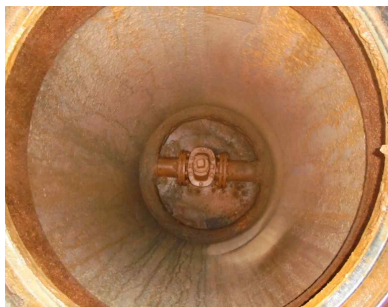


파손면적을 10%이상 (d)



심각한 상태의 이탈손실 (e)

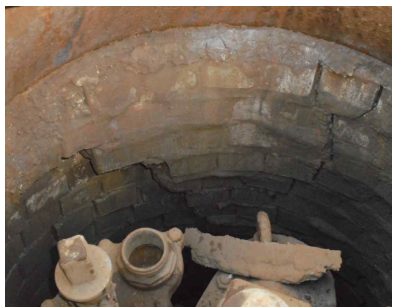
[그림 4.10] 조적조 및 흡관구조 내부 파손 상태평가 기준(예시)



없음 (a)

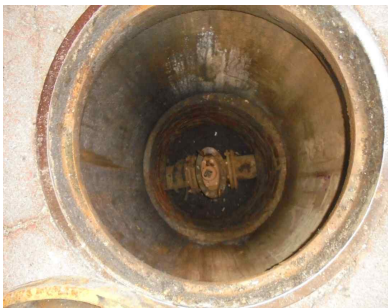


경미한 균열 (b)



국부적인 균열 (d)

[그림 4.11] 조적조 및 흡관구조 내부 균열 상태평가 기준(예시)



없음 (a)



스며들고 있는 상태 (b)



숫구치고 있는 상태 (d)

[그림 4.12] 조적조 및 흡관구조 내부 침입수 상태평가 기준(예시)

평가항목	평 가 기 준				
	a	b	c	d	e
표면손상	손상 없음	국부적인 노출상태	- 철근노출 면적이 5% 미만 - 골재노출 면적이 10% 미만 - 주2) 탄산화 상태	- 철근노출 면적이 5% 이상 - 골재노출 면적이 10% 이상 - 주2) 탄산화 상태	철근부식으로 단면적 감소가 현저한 경우 (d등급 이상에 한함)
파손	손상 없음	- 파손깊이 20 ~ 50mm, 파손면적을 10%미만 - 파손 깊이 20mm 미만	- 파손깊이 50mm 이상, 파손면적을 10%미만 - 파손깊이 20~ 50mm, 파손면적을 10%이상	- 경미한 이탈손실·공동·함몰 - 파손깊이가 50mm 이상으로 파손 면적을 10% 이상	심각한 상태의 이탈 손실·공동·함몰 ^{주1)}
균열	손상 없음	경미한 균열 (CW<0.2mm)	- CW≥0.3mm, 면적을 20%미만 - CW≥0.2mm, 면적을 20%이상	- CW≥0.5mm, 면적을 20% 미만 - CW≥0.3mm, 면적을 20% 이상	CW≥0.5mm, 면적을 20% 이상
침입수	손상 없음	스며들고 있는 상태	흐르고 있는 상태	솟구치고 있는 상태	—
뿌리 침입	손상 없음	내경의10%미만	내경의10~50%	내경의50% 이상	—

주1) 맨홀(작업구)파손 평가 e 중 이탈은 ① 상하구체(조립부), ② 관 연결이음부 이탈 포함

주2) 탄산화 잔여깊이 측정결과 탄산화에 의한 철근부식 발생 가능성이 있는 경우 판정결과를 한 단계 하향 조정한다.

<표 4.11> 철근콘크리트 구조의 상태평가 기준



없음 (a)

국부적인 노출상태 (b)

철근노출 면적 5%미만 (c)



골재노출 면적 10%이상 (d)

골재노출 면적 10%이상 (d)

골재노출 및 중성화 (e)

[그림 4.13] 철근콘크리트구조 내부 표면손상 상태평가 기준(예시)



없음 (a)



파손깊이 50mm, 10%미만 (b)



파손깊이 50mm이상, 10%미만 (c)



파손깊이 50mm이상, 10%미만 (c)

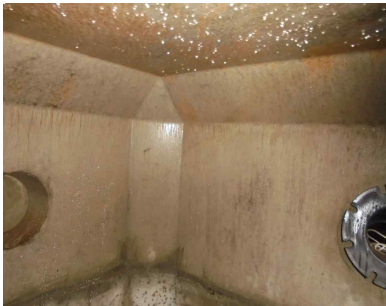


경미한 이탈손실, 함몰 (d)



심각한 이탈손실, 함몰 (e)

[그림 4.14] 철근콘크리트구조 내부 파손 상태평가 기준(예시)



없음 (a)



경미한 균열 (b)



균열 0.3mm, 면적율 20%미만 (c)



균열 0.3mm, 면적율 20%미만 (c)



균열 0.5mm, 면적율 20%미만 (d)



균열 0.5mm이상, 면적율 20%이상 (e)

[그림 4.15] 철근콘크리트구조 내부 균열 상태평가 기준(예시)



없음 (a) 내경의 10%미만 (b) 내경의 10~50% (c)

[그림 4.16] 철근콘크리트구조 내부 뿌리 침입 상태평가 기준(예시)

4.2 안전등급 산정 및 정비 우선순위

1. 안전등급 산정

- 상태평가는 맨홀(작업구)외부와 맨홀(작업구)내부에 대한 관리범위가 다르므로 유지관리의 책임관계를 명확히 하기 위해 맨홀(작업구)외부와 맨홀(작업구)내부로 구분하여 실시한다.
- 상태평가는 1단계 평가항목에 따른 부재별 상태평가, 2단계 종합평가, 3단계 안전등급 순서로 실시한다.(제5장 [그림 5.9] 점검조사표 참조)

1단계(상태평가)				2단계(종합평가)		3단계(안전등급)
평가항목에 따른 부재별 상태평가				상태평가 중 최소값		종합평가 중 최소값
외 부	맨홀 뚜껑	• 외관상태 • 달걀거림 • 표면마모 • 부식 • 경첩 및 잠금부 • 뚜껑과 틀간의 단차	a ~ e	A ~ E		A (우수)
	높이 조정부	• 파손, 충전 불량, 균열 등	a ~ e			B (양호)
	주변 포장	• 주변포장 손상 • 뚜껑과 포장의 단차	a ~ e			C (보통)
내 부	내부 손상	• 표면손상 • 파손 • 균열 • 침입수 • 뿌리침입	a ~ e	A ~ E		D(미흡)
						E(불량)

<표 4.12> 평가 단계별 절차

- 1단계 평가항목에 따른 부재별 상태평가는 평가항목에 대한 각각의 상태평가를 실시하고 평가결과는 알파벳 소문자 a~e로 나타낸다.
- 2단계 종합평가는 1단계 상태평가 중 맨홀(작업구)외부와 맨홀(작업구)내부에서 각각의 최솟값으로 결정하며 알파벳 대문자 A~E로 나타낸다.
- 3단계 안전등급은 종합평가 결과 중 최솟값을 적용하여 맨홀(작업구)외부와 맨홀(작업구)내부의 각각에 대하여 결정하며 알파벳 대문자 A~E로 나타낸다.
- 평가결과 산정된 안전등급은 A(우수), B(양호), C(보통), D(미흡), E(불량)으로 나타내며 시설물의 상태는 <표 4.13>과 같다.

구 분	시설물의 상태		정비순위
	맨홀(작업구) 외부	맨홀(작업구) 내부	
A (우수)	이상 없음	이상 없음	
B (양호)	기능은 양호하고 경과 관찰이 필요	기능은 양호하고 노후화가 시작된 상태	지속 관리대상
C (보통)	기능 저하 방지의 계획적인 조치 필요	기능은 유지되나 노후화가 진행 중인 상태	계획적 정비대상
D (미흡)	조속한 조치 필요하고 사용제한 여부 결정	기능이 저하되고 노후화가 심한 상태	조기 정비대상
E (불량)	안전에 위험이 있어 긴급한 조치 필요	맨홀 사용이 곤란하며 긴급한 조치 필요	즉각 정비대상

<표 4.13> 안전등급에 따른 시설물의 상태 및 정비순위

2. 정비 우선순위

- 상태평가 결과 안전등급에 따라 정비 우선순위를 결정한다.
 - 1순위 : E등급으로 평가된 경우는 채해·재난, 맨홀(작업구) 뚜껑의 파손·이탈·도난 등으로 긴급한 정비가 요구되는 경우, 도로 상의 공사로 높이조정이 필요한 경우로서 즉각 정비를 실시한다.
 - 2순위 : D등급으로 평가된 경우 연내의 조기정비를 실시한다.
 - 3순위 : C등급으로 평가된 경우 차기의 계획적인 정비를 실시한다.
 - 4순위 : B등급으로 평가된 경우 지속관리대상으로 변화 상태를 관리한다.
- 3순위로 평가되었지만 관리기관에서 필요할 경우 보수를 실시할 수 있다.

4.3 실태조사 맨홀(작업구)의 상태평가 결과

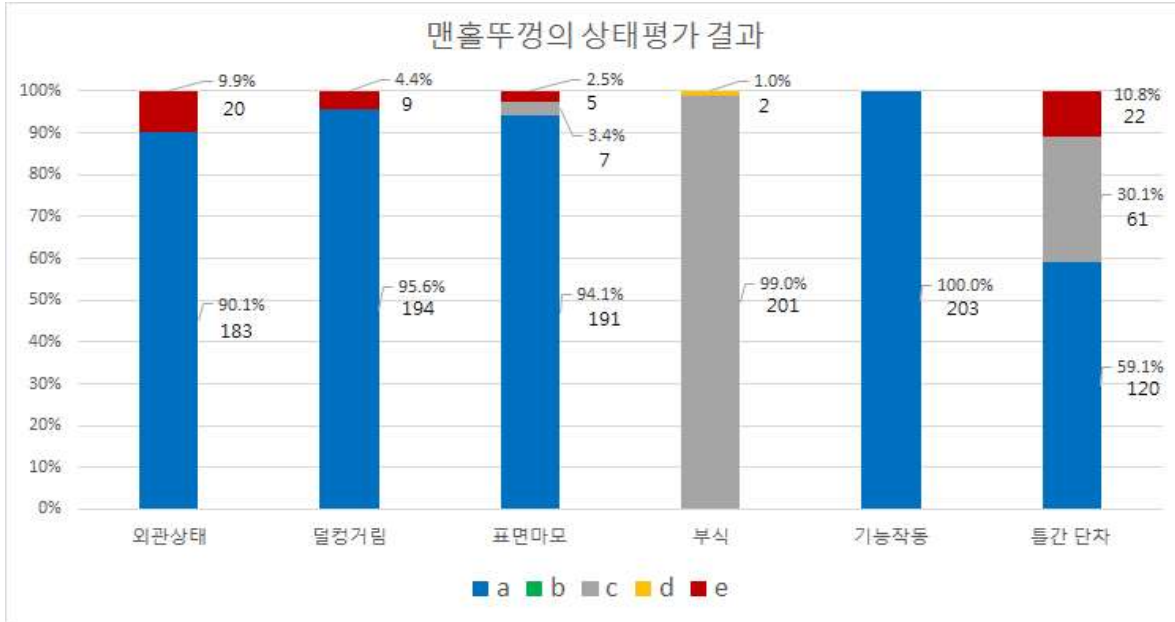
1. 맨홀(작업구) 외부

1) 맨홀(작업구)뚜껑

- 맨홀(작업구)뚜껑 부재별 상태평가 결과는 <표 4.14>와 같다. 외관 상태는 “a”가 90.1%로 대부분 문제가 없는 상태이나 “e” 9.9%(20개소)는 균열, 파손으로 긴급한 조치가 필요한 상태이다.
- 덜컹거림, 표면마모는 96% 이상이 문제가 없거나 보통의 상태이며, 문제가 있어 조기조치가 필요한 “e”는 각각 4.4%(9개소), 2.5%(5개소)로 경미한 상태이다.
- 부식은 환경적인 영향으로 대부분 뚜껑 뒷면에 경미한 부식 상태를 유지하고 있어 99%(201개소)가 “c” 상태를 보이고 있다.
- 기능 작동은 조사맨홀(작업구) 전체가 문제가 없는 “a”로 평가되었으며, 이는 경첩 및 잠금 기능이 있는 일부 뚜껑은 문제가 없는 상태이고 해당 사항이 없는 맨홀(작업구)뚜껑도 기능에 문제가 없는 “a”로 평가하였다.
- 뚜껑 면과 틀간 단차는 10.8%(22개소)에서 교체 및 조기조치가 필요한 상태이며, 30.1%(61개소)에서 보통의 상태로 경과 관찰이 필요한 상태이다.
- 맨홀(작업구)뚜껑의 상태평가결과, 대부분 보통이상의 상태를 보이고 있으나, 외관상태 및 뚜껑 면과 틀간 단차에서 약 10%이상이 “e”로 평가되어 맨홀(작업구)뚜껑 교체 등 조치에 주된 요소가 될 것으로 예상된다.

구분	외관상태		덜컹거림		표면마모		부식		기능 작동		틀간 단차	
	개소	%	개소	%	개소	%	개소	%	개소	%	개소	%
계	203	100	203	100	203	100	203	100	203	100	203	100
a	183	90.1	194	95.6	191	94.1	0	0	203	100	120	59.1
b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c	0	0	0	0	7	3.4	201	99.0	0	0	61	30.1
d	0	0	0	0	0	0	2	1.0	0	0	0	0
e	20	9.9	9	4.4	5	2.5	0	0	0	0	22	10.8

<표 4.14> 맨홀뚜껑의 상태평가 결과



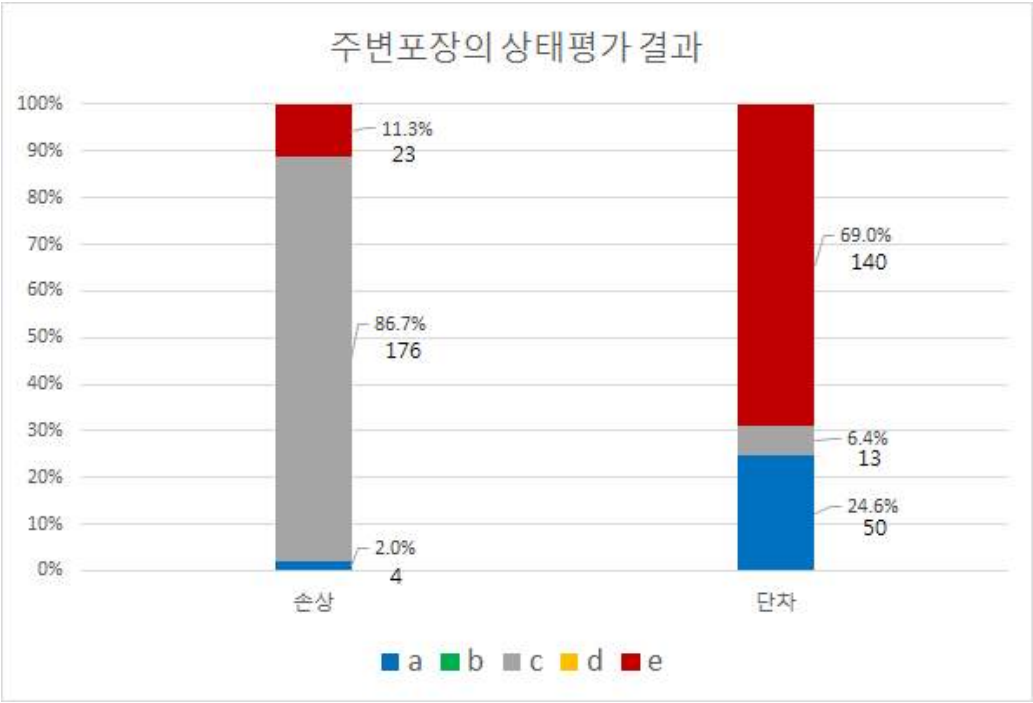
[그림 4.17] 맨홀뚜껑의 상태평가 결과

2) 주변포장

- 주변포장 상태평가 결과 손상은 86.7%(176개소)가 “c”로 균열이 다수 발생하여 경과관찰과 계획적인 조치수준으로 평가 되었으며, 11.3%(23개소)가 “e”로 포트 홀이 발생하여 긴급한 조치가 필요한 상태로 평가되었다.
- 뚜껑과 주변포장의 단차는 69.0%(140개소)가 “e”, 31.0%(63개소)가 “c” 이상으로 다른 평가항목 보다 상대적으로 불량한 상태가 높게 나타났다.
- 주변포장 상태평가 결과, “e” 비율이 높은 이유는 맨홀(작업구)외부가 불량한 맨홀(작업구)을 실태조사 대상으로 했기 때문이며, 외부 점검항목에서도 포장 단차가 가장 크게 나타나는 것을 보았을 때 맨홀(작업구) 주변포장 시공 시 다짐 및 평탄성의 품질관리가 중요하다고 할 수 있다.

구분	주변포장 손상		뚜껑과 주변포장의 단차	
	개소	%	개소	%
계	203	100.0	203	100.0
a	4	2.0	50	24.6
b	0	0.0	0	0.0
c	176	86.7	13	6.4
d	0	0.0	0	0.0
e	23	11.3	140	69.0

<표 4.15> 주변포장의 상태평가 결과

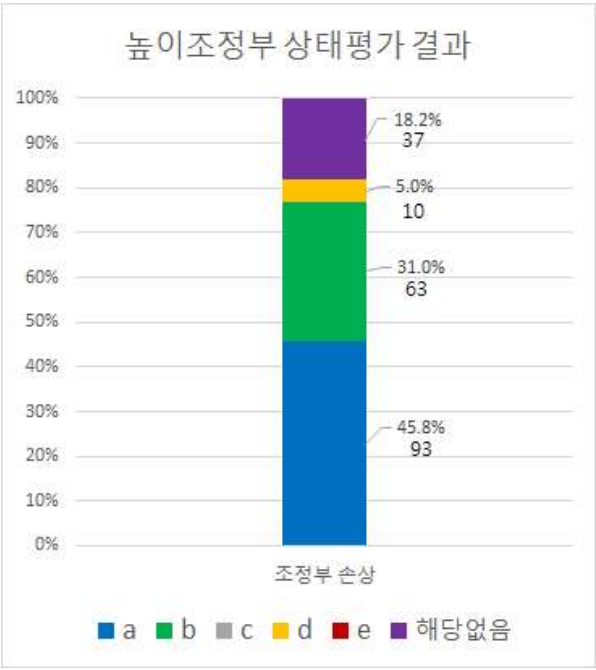


[그림 4.18] 주변포장의 상태평가 결과

3) 높이조정부

○ 높이조정부의 상태평가 결과, 76.8%(156개소)가 “b” 이상으로 대부분 문제점이 없거나 경미한 손상 상태를 보이고 있으며, 5.0%(10개소)가 “d”로 손상이 심하여 조치가 필요한 상태로 평가되었다.

구분	조정부 손상	
	개소	%
계	203	100.0
a	93	45.8
b	63	31.0
c	0	0.0
d	10	5.0
e	0	0.0
해당없음	37	18.2



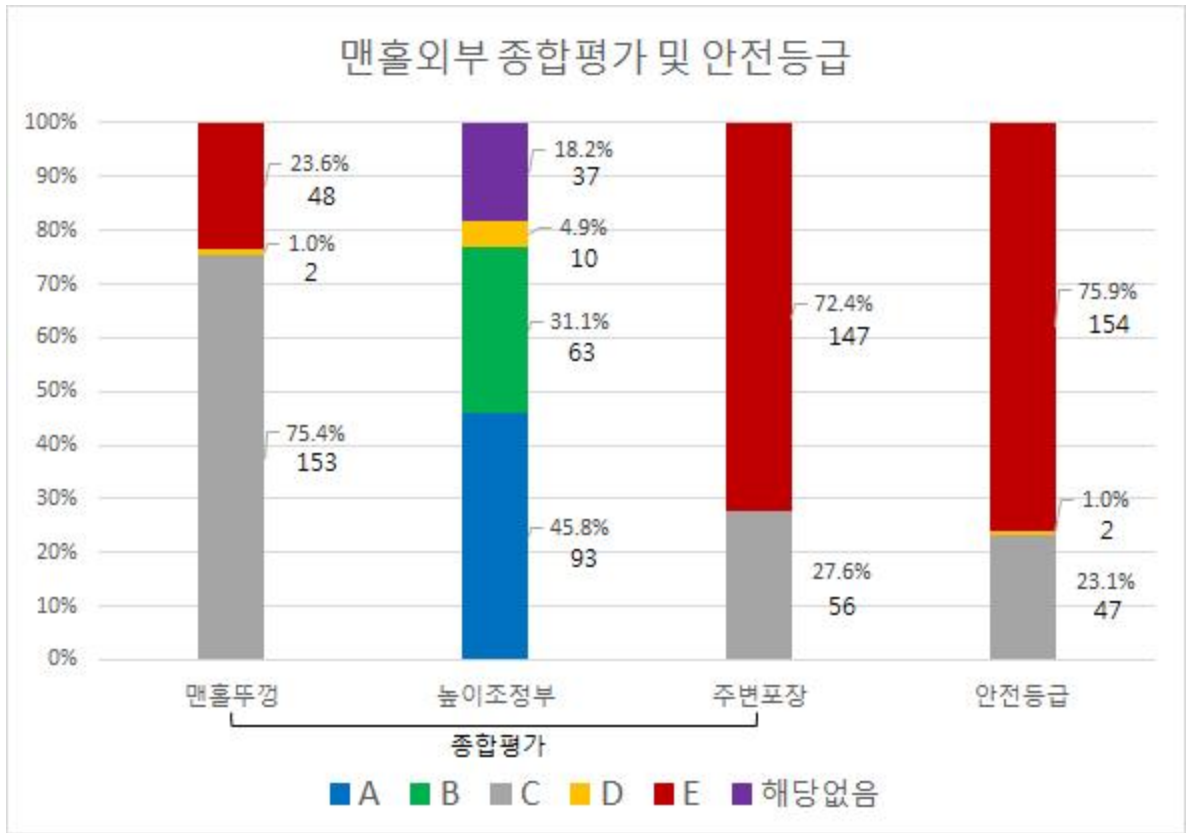
<표 4.16> 높이조정부의 상태평가 결과

4) 맨홀(작업구)외부 종합평가 및 안전등급

- 부재별 종합평가 결과는 <표 4.17>과 같고, “D, E” 비율이 주변포장에서 72.4% (147개소)로 가장 높게 나왔으며, 다음으로 맨홀(작업구)뚜껑 24.6%(50개소), 높이조정부 4.9%(10개소) 순으로 평가되었다.
- 맨홀(작업구)외부 안전등급 산정결과, 정비를 요하는 “D, E등급” 비율은 76.9%(156개소)로 평가되었으며, 안전등급이 전반적으로 낮게 평가된 이유는 맨홀(작업구)외부가 불량한 맨홀(작업구)을 실태조사 대상으로 했기 때문이다.
- 맨홀(작업구)외부의 상태평가항목에서는 뚜껑과 주변포장의 단차에서 “d, e”가 69.0%(140개소)로 가장 많이 조사되었으며, 다음으로 맨홀(작업구)뚜껑과 틈간 단차가 10.8%(22개소)이다.
- 따라서 맨홀(작업구)외부 안전등급저하의 가장 큰 영향요인은 뚜껑과 주변포장의 단차이며 맨홀(작업구)주변 포장 시에 다짐 및 평탄성의 품질관리가 가장 중요할 수 있다. 또한 맨홀(작업구)뚜껑도 장기공용으로 부식·마모되어 상태변화가 발생하면 점검결과에 따라 단계적으로 교체할 필요성이 있다.

구분	맨홀(작업구)뚜껑		높이 조정부		주변포장		안전등급	
	개소	%	개소	%	개소	%	개소	%
계	203	100.0	203	100.0	203	100.0	203	100.0
A	0	0	93	45.8	0	0	0	0
B	0	0	63	31.1	0	0	0	0
C	153	75.4	0	0	56	27.6	47	23.1
D	2	1.0	10	4.9	0	0	2	1.0
E	48	23.6	0	0	147	72.4	154	75.9
해당 없음	—	—	37	18.2	—	—	—	—

<표 4.17> 맨홀(작업구)외부 종합평가 및 안전등급



[그림 4.19] 맨홀(작업구)외부 종합평가 및 안전등급

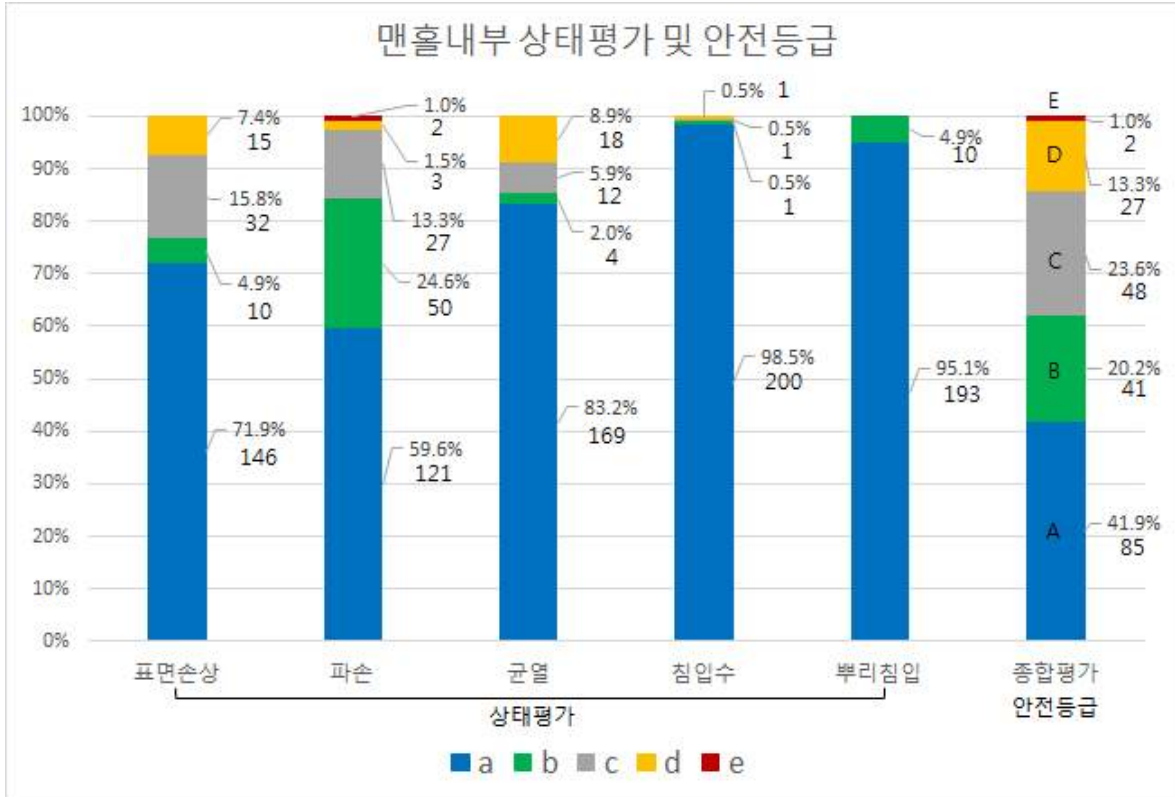
2. 맨홀(작업구) 내부

1) 상태평가

○ 맨홀(작업구) 내부에 대한 상태평가결과는 다음 <표 4.18>과 같다.

구분 (등급)	표면손상		파손		균열		침입수		뿌리 침입		안전등급	
	개소	%	개소	%	개소	%	개소	%	개소	%	개소	%
계	203	100	203	100	203	100	203	100	203	100	203	100
a(A)	146	71.9	121	59.6	169	83.2	200	98.5	193	95.1	85	41.9
b(B)	10	4.9	50	24.6	4	2.0	1	0.5	10	4.9	41	20.2
c(C)	32	15.8	27	13.3	12	5.9	1	0.5	0	0.0	48	23.6
d(D)	15	7.4	3	1.5	18	8.9	1	0.5	0	0.0	27	13.3
e(E)	0	0	2	1.0	0	0	0	0	0	0.0	2	1.0

<표 4.18> 맨홀(작업구)내부 상태평가 및 안전등급



[그림 4.20] 맨홀내부 상태평가 및 안전등급

- 내부 상태평가는 “a~c”가 90%이상으로 평가되었으며, 정비가 필요한 “d, e” 손상은 균열 8.9%(18개소), 표면손상 7.4%(15개소), 파손 2.5%(5개소) 순으로 조사되어 균열과 표면손상이 상태평가저하의 주된 요인으로 분석되었다.

2) 맨홀(작업구)내부 종합평가 및 안전등급

- 맨홀(작업구)내부의 종합평가 및 안전등급산정결과, “A~C”등급 85.7%(174개소), “D, E”등급 14.3%(29개소)로 전반적으로 보통이상의 상태를 유지하는 것으로 평가되었다.
- 안전등급 저하의 주된 요인인 균열은 주로 관로접속시공불량으로 많이 발생하고, 표면손상은 재료분리, 철근노출은 콘크리트 피복이 부족하거나 타설 및 다짐불량으로 발생한다. 또한 하수도 맨홀에서는 유해이온에 의한 화학적 침식으로 연화(softening), 팽창(expansion), 박리(delamination) 등의 손상과 탄산화, 동결융해 등이 복합적으로 작용하게 되면 내구성 저하가 가속화 된다.
- 따라서 맨홀(작업구) 내부시공에서는 조밀한 콘크리트가 될 수 있는 품질관리가 중요하며, 공용 중에는 맨홀(작업구)내부코팅과 적절한 유지관리로 내구성 저하를 방지하는 것이 필요하다.

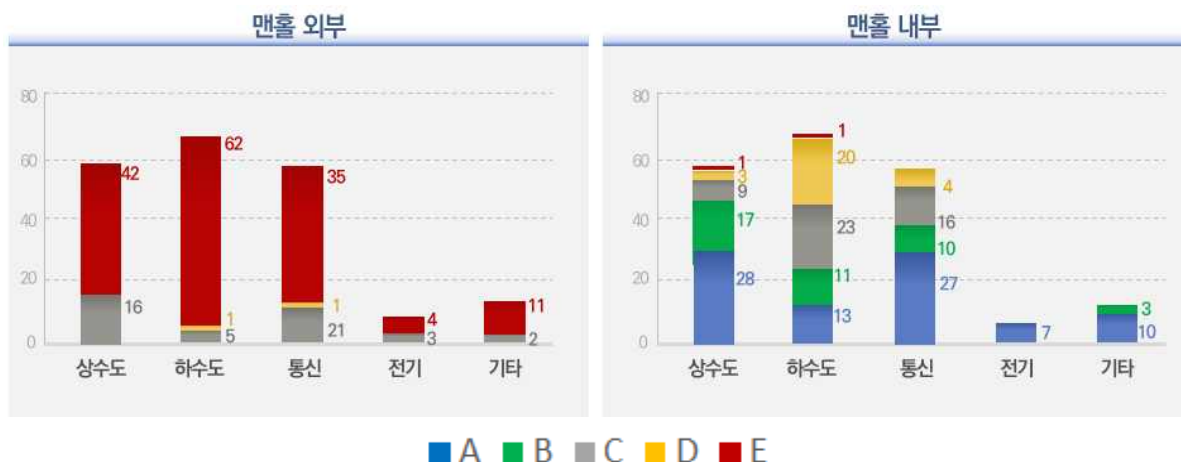
3. 실태조사 맨홀(작업구)의 안전등급

- 실태조사에 따른 맨홀(작업구)외부와 내부의 안전등급결과는 다음 표와 같으며 정비를 요하는 “D, E” 등급은 맨홀(작업구)외부가 76.9%(156개소), 맨홀(작업구) 내부가 14.3%(29개소)로 평가되었다.

구 분	계	안전등급				
		A	B	C	D	E
맨홀(작업구) 외부	203	—	—	47	2	154
맨홀(작업구) 내부	203	85	41	48	27	2

<표 4.19> 실태조사 맨홀(작업구)의 안전등급

- 맨홀(작업구) 외부와 내부의 상태변화 상관성 검토결과, 외부는 불량한 맨홀(작업구)을 실태조사대상으로 하여 전반적으로 안전등급이 낮게 평가되었으나 맨홀(작업구) 내부는 상대적으로 양호한 상태를 유지하고 있어 맨홀(작업구) 외부와 내부의 상태변화의 상관성은 높지 않는 것으로 판단된다.
- 맨홀(작업구)종류별 안전등급 분포는 [그림 4.21]과 같으며 맨홀(작업구) 외부는 전술한 바와 같이 불량맨홀을 대상으로 했기 때문에 불량한 안전등급의 비중이 전반적으로 높게 나타나고 있다.
- 반면 맨홀내부는 보통이상의 안전등급 비중이 높게 분포되었으나 하수도의 “D, E” 안전등급은 21개소로서 다른 종류의 맨홀내부에 비해 상태가 좋지 않는 것으로 평가되었다. 따라서 하수도 맨홀은 접속관로주변 손상과 부식 환경 및 취약부 특성을 고려한 정기적인 점검과 유지관리가 더 중요하다 할 수 있다.



[그림 4.21] 맨홀(작업구) 종류별 안전등급

4.4 불량맨홀(작업구) 발생에 대한 사고위험도 평가

맨홀(작업구)의 안전등급은 사고위험도와 큰 관련이 있다고 할 수 있다. 사고위험도와 안전등급의 상관성 검토에는 실제 불량맨홀(작업구)에 대한 장시간 구축된 사고사례의 자료가 필요하나, 현재 자료가 없는 상태이므로 실제 안전등급 및 사고위험도 분석이 어려운 실정이다. 따라서 본 과업에서는 공용연수에 따른 맨홀(작업구)의 안전등급이 저하되는 전이확률을 이용하여 맨홀(작업구) 노후도 분석을 통해 사고위험도를 도출하고자 한다.

1. 개요

1) 콘크리트 구조물의 내구연수

- 국내 콘크리트 구조물의 목표내구수명은 특별한 유지관리 없이 일상적인 유지관리 하에서 내구적 한계상태에 도달하기까지의 기간으로 정의하고 있으며 한국콘크리트 학회에서는 <표 4.20>과 같이 1등급~3등급, 100년~30년으로 구분하고 있다. 또한 일본에서는 <표 4.21>과 같이 구조물 종류별로 100년~30년으로 제시하고 있다.

구조물 내구등급	구조물의 내용	목표 내구수명
1 등급	특별히 높은 내구성이 요구되는 구조물	100년
2 등급	높은 내구성이 요구되는 구조물	65년
3 등급	비교적 낮은 내구성이 요구되는 구조물	30년

<표 4.20> 콘크리트 구조물의 목표 내구수명

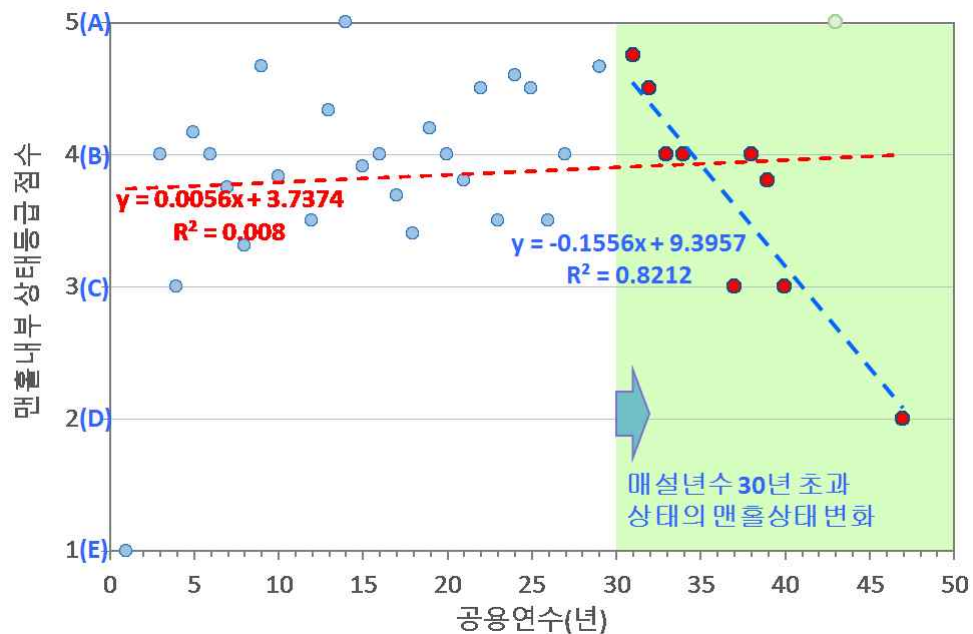
구조물의 종류	목표 내구수명
높은 내구성을 요하는 구조물	100년
일반적인 구조물	50년
설계 내용연수가 짧은 구조물	30년

<표 4.21> 일본 토목학회 내구성설계 지침의 목표 내구수명

2) 맨홀(작업구)의 내구연수

- 노후도 분석은 공용연수에 따라 안전등급이 “A등급”에서 “E등급”으로 저하되는 전이확률을 이용하였으며 이때 전이확률은 내구연수를 기준으로 한다.

- 주기적인 재포장과 매년 정기적인 손상조사 및 정비를 실시하는 맨홀(작업구) 외부에 대해서는 공용연수와 안전등급의 상관성을 분석하는 것이 어려운 실정이다. 따라서 맨홀설치 후 비교적 일상적인 유지관리 상태에 있다고 판단되는 맨홀(작업구) 내부에 대해서 상관성분석을 실시한다.
- 실태조사 맨홀(작업구) 내부의 공용연수와 안전등급 분포는 그림과 같다.



[그림 4.22] 실태조사 맨홀(작업구)내부의 공용연수와 안전등급 분포

- 실태조사를 분석한 맨홀(작업구) 내부에서는 공용연수 약 30년 이하의 맨홀(작업구)의 안전등급이 “C등급” 이상의 상태이고, 30년이 초과된 맨홀(작업구)은 안전등급이 낮은 상태를 보이고 있다.
- 따라서 맨홀(작업구)의 목표 내구수명 30년 이상(한국콘크리트학회)과 분석으로 확인된 내구연수를 30년으로 하여 전이확률을 이용한 맨홀(작업구)노후도 분석을 통해 사고위험도를 도출하고자 한다.

2. 사고위험도 평가

1) Markov-Chain의 노후도 평가방법

- 맨홀(작업구) 노후화 모델을 개발하기 위해서는 체계적인 유지관리 이력에 대한 축적된 자료가 필요하나 맨홀(작업구)의 상태변화에 대한 누적자료가 없는 상태이다.

- 2013년 박규홍은 국내 하수관거 유지관리 자료의 부족을 고려하여 소량의 관리 자료를 Markov-Chain에 적용하여 하수관거의 상태평가를 예측한 결과, 충분히 신뢰성 있는 노후도 예측모형을 구축할 수 있음을 보인 바가 있다.
- 상태 분석을 위한 대상의 변화단계가 유한하거나 셀 수 있다면 [그림 4.23]과 같이 Markov-chain을 만들어 대상의 상태변화를 검토할 수 있다. 체인은 초기상태에서 개보수 등의 유지관리가 없는 경우에는 최종상태까지 순차적으로 2, 3, 4단계의 전이 상태를 거치게 된다. 이것은 미래시간(t_n)의 상태는 현재 상태로 유지되거나 악화될 수 있다는 것을 의미한다.



[그림 4.23] 하수관로의 Markov chain model(after Lounis et al. 1998)

- 맨홀(작업구) 상태변화는 전이확률매트릭스 P를 이용하여 모의하게 된다.

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p_{22} & p_{23} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_{33} & p_{34} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p_{44} & p_{45} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1.0 \end{pmatrix}$$

2) 맨홀(작업구)의 노후도 평가방법

(1) 맨홀(작업구) 상태평가점수

- 맨홀(작업구)의 노후도는 Markov-Chain을 이용하여 공용연수의 변화에 따른 맨홀(작업구)상태를 예측하였고, 맨홀(작업구)상태에 따른 평가점수 및 사고위험도는 <표 4.22>와 같이 가정하였다.

구분	맨홀(작업구)상태				
	A(우수) 등급	B(양호) 등급	C(보통) 등급	D(미흡) 등급	E(불량) 등급
맨홀(작업구) 상태평가점수	5	4	3	2	1
사고위험도	0	5	10	55	100

<표 4.22> 맨홀(작업구)상태 평가점수와 사고위험도

- 안전등급이 E(불량)인 맨홀(작업구)은 사고발생위험이 큰 경우로서 긴급히 보수하지 않으면, 사고가 발생하므로 사고위험도를 100으로 가정하였다. 반면 A(우수)인 맨홀(작업구)은 사고발생 위험이 거의 없는 상태로서 사고위험도를 0으로 가정하였다.
- 또한 평균적인 사고발생위험도를 다음과 같이 평균사고위험도로 산정하였다.

$$\text{평균사고위험도} = \sum(\text{맨홀상태별 사고위험도점수} \times \text{맨홀상태별 맨홀비율})$$

(2) Markov-Chain의 전이확률 매트릭스

- 맨홀(작업구)의 안전등급이 A등급에서 E등급으로 변화되는 내구연수를 30년으로 할 때, 맨홀(작업구) 안전등급이 한 단계씩 감소되는 기간은 평균 7.50년 소요된다.
- 맨홀(작업구)상태변화 검토는 10,000개 맨홀(작업구)을 모의하였으며 전이확률은 <표 4.23>과 같다.

$$P = (p_{ij}) = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p_{22} & p_{23} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_{33} & p_{34} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p_{44} & p_{45} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

여기서, $p_{i,i+1}$: 전이확률($p_{i,i} = 1 - p_{i,i+1}$)를 적용

맨홀(작업구) 한 단계 감소 소요기간(년)	전이기간별 전이확률	
	연	분기
7.50	0.1333	0.0333

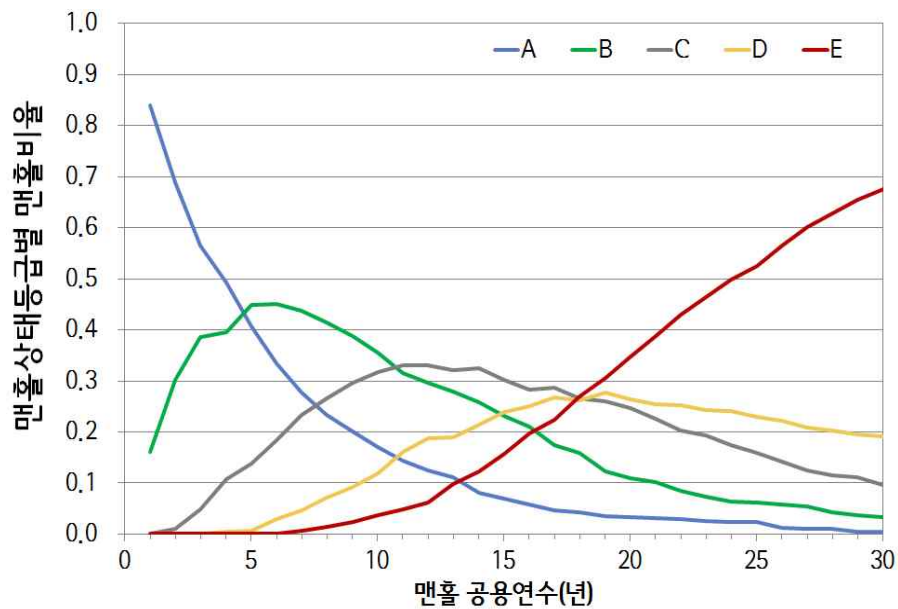
<표 4.23> 맨홀(작업구) 전이확률

3) 맨홀(작업구) 사고위험도 평가결과

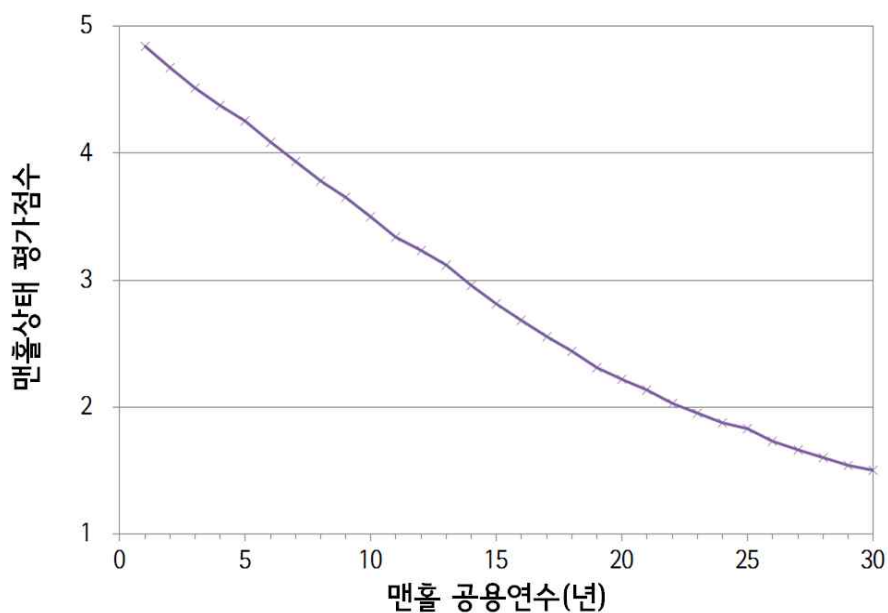
(1) 유지관리가 없는 경우

- 내구연수가 30년인 경우의 전이확률을 적용하여 Markov-Chain의 전이확률 매트릭스를 이용한 모의결과 공용연수에 따른 안전등급별 맨홀(작업구)의 비율 변화는 [그림 4.24]와 같다.
- 또한, 공용연수에 따른 맨홀(작업구)상태변화와 사고위험도는 [그림 4.25] 및 [그림 4.26]과 같으며, 모의결과가 각각 선형적인 감소와 증가형태를 보이고 있어 <표 4.22>에서 가정한 사고위험도지수가 적절한 것으로 판단된다.

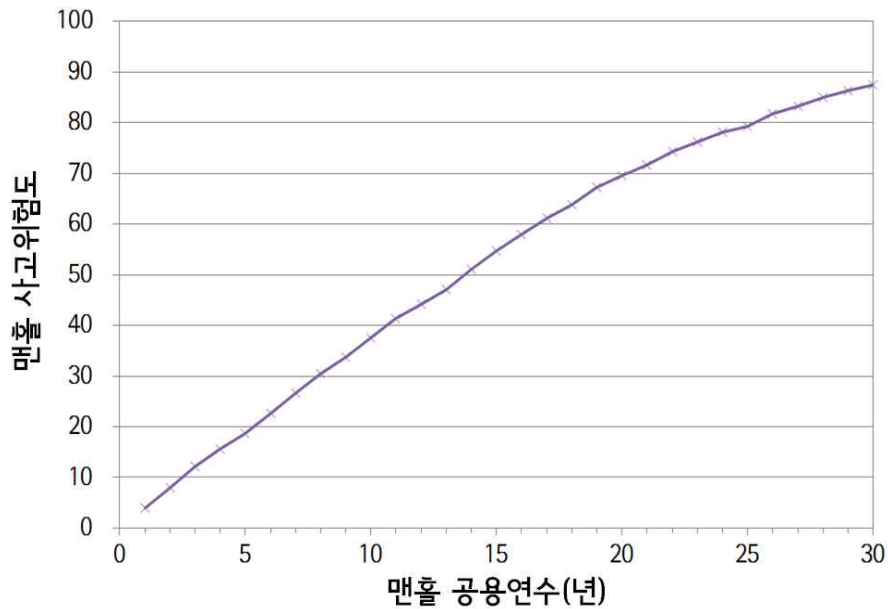
- 별도의 유지관리가 없는 상태에서 공용연수에 따른 맨홀(작업구)상태 변화는 [그림 4.25]와 같이 22년을 초과하면 맨홀(작업구)상태는 “D등급” 평가점수인 2 이하로 감소되며, 사고위험도는 [그림 4.26]과 같이 지속적으로 증가하여 D등급에 이르는 공용연수 22년에서는 75, 공용연수 30년에서는 90수준에 이르는 것으로 분석된다.



[그림 4.24] 공용연수에 따른 안전등급별 맨홀(작업구)의 비율



[그림 4.25] 공용연수에 따른 맨홀(작업구)상태 평가점수



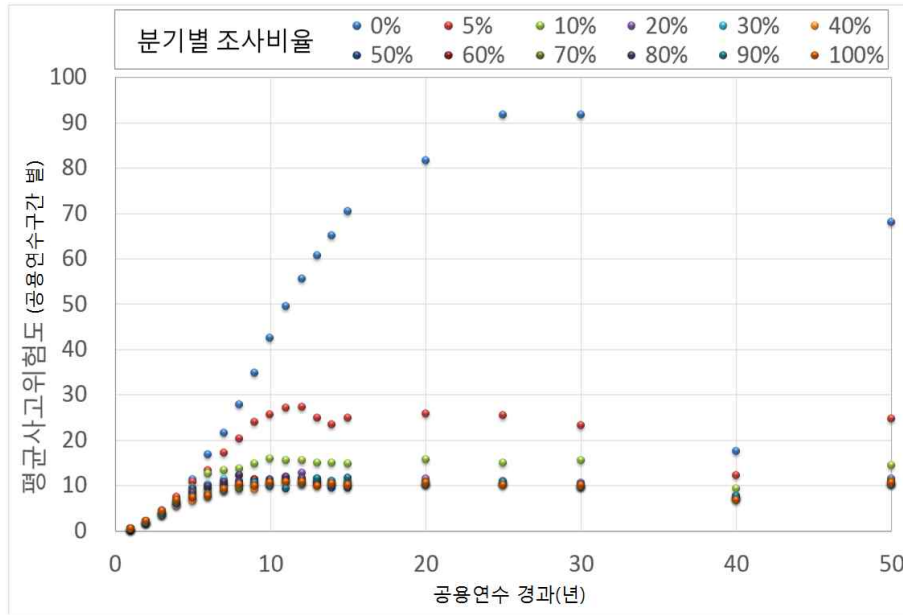
[그림 4.26] 유지관리가 없는 맨홀(작업구)의 사고위험도

(2) 유지관리를 하는 경우

- 맨홀(작업구) 유지관리는 점검을 통한 안전등급이 E이면 즉시 보수, D이면 연내 보수의 조건으로 분기별 맨홀(작업구)조사비율을 0~100% 증가시킨 상태의 사고 위험도를 분석하였다.
- <표 4.24>의 사고위험도는 [그림 4.27]의 맨홀(작업구)조사비율별 평균사고 위험도의 평균값을 나타내며, <표 4.24>와 같이 분기별 조사 맨홀(작업구)의 비율이 증가됨에 따라서 사고위험도는 감소되지만, 분기별 맨홀(작업구)조사비율 10%에서 “C등급” 수준의 사고위험도 12.8과 비교하여 맨홀(작업구)조사비율 100%에서는 8.9로서 사고위험도 감소가 크지 않은 것으로 분석되었다.
- 따라서 맨홀(작업구) 내부 점검은 분기에 전체 맨홀(작업구)의 10~20%를 조사 하는 것이 합리적인 것으로 분석되며, 이는 2년에 1회 정도 점검을 실시하여 정비를 하는 것이 “C등급” 수준의 사고위험도로 관리할 수 있다는 것을 의미한다.

구분	0%	5%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
사고위험도	53.1	19.9	12.8	9.6	9.3	9.1	9.4	9.2	9.2	9.3	9.2	8.9

<표 4.24> 맨홀(작업구)조사비율에 따른 평균사고위험도



[그림 4.27] 유지관리시 맨홀(작업구)의 사고위험도

4) 추가연구의 필요성

- A, B, C, D, E 등급의 맨홀(작업구) 사고위험도는 각각 0, 5, 10, 55, 100으로 가정하였지만, 불량맨홀(작업구)로 인한 실제 사고발생 자료의 부족으로 인하여 사고위험도와 실제 사고발생률의 상관성 연구가 이루어지지 못한 상태이다.
- 불량맨홀(작업구)로 인하여 발생한 실제 사고발생사례의 자료를 지속적으로 축적한 이후 조사 자료를 통하여 사고위험도와 실제 사고발생률의 상관성 연구가 추가적으로 수행되어야 한다.

불량맨홀 상태조사 및 평가기준마련 • •

제 5 장

맨홀(작업구)관리 및 제도개선방안

5.1 설계 및 시공 개선사항

5.2 맨홀(작업구)관리 제도개선방안

제5장 맨홀(작업구)관리 및 제도개선방안

이 장에서는 서울특별시의 맨홀(작업구)관리체계에서 나타난 문제점을 바탕으로 개선사항과 제도적인 보완점을 검토하여 맨홀(작업구)에 대한 시민의 활동에 불안전요소를 제거하고 이를 체계적으로 관리할 수 있는 시스템을 구축하는 기본방향을 제시하고, 국토교통부 「도로상 작업구 설치 및 관리지침(제2015-17호, '15.9.1)」과 「시민안전을 위한 맨홀관리 업무협약서」에 따라 서울특별시 도로관리청이 관리하는 도로상 맨홀(작업구)의 설치(이전 포함)·관리의 실행담보를 위한 필요한 사항을 제시한다.

5.1 설계 및 시공개선사항

1. 맨홀(작업구) 설계개선사항

1) 맨홀(작업구) 뚜껑구조개선

- 국내의 맨홀(작업구)뚜껑은 1971년 4월 7일 KS D 6021, “상·하수도·전기·통신용 맨홀(작업구) 뚜껑 및 틀”의 표준 명으로 제정되었으며 2013년 12월 30일에는 시장반영이 미흡하여 KS제품의 활용도 감소에 따라 폐지되어 심사기준을 적용할 수 없게 되었다.
- KS 심사제도는 단체가 자체적으로 인증하는 단체표준 인증심사 제도로 변경되면서 맨홀(작업구)뚜껑은 SPS- KFCA-M201-1639(주철·주강재 맨홀(작업구) 뚜껑 및 틀)의 표준번호로 한국주물공업협동조합에서 인증심사를 실시하고 있다.
- 현장조사 결과 나타난 서울특별시의 맨홀(작업구)뚜껑 구조는 일부 잠금 구조가 있는 통신 및 전기맨홀(작업구) 뚜껑을 제외하면 대부분 맨홀뚜껑 틀에 수직으로 놓인 수평지지구조이며 일본 맨홀(작업구)뚜껑의 구조를 기준으로 한 지지구조의 변화는 다음과 같다.



[그림 5.1] 맨홀(작업구)뚜껑의 지지구조 변화

- 수평지지구조는 접촉면인 하면의 마모에 따라 뚜껑의 덜컹거림 발생이 용이하고 이탈 원인이 되므로 일본에서는 대부분 교체단계에 있으나 국내에서는 대부분 이러한 구조가 사용되고 있으며 최근에 발생한 맨홀(작업구)뚜껑의 이탈도 수평 지지구조인 상태에서 뚜껑과 틀의 이격과 외력의 영향에 의해 발생한 것이다.
- 그동안 국내에서는 일부 볼트 잠금형 맨홀뚜껑을 도입한 기능성 제품이 도입되었으나 볼트부위에 이물질이 충전되면서 개방에 어려움이 있어 사용에 불편을 초래하였고 이를 보완하기 위해 고무패킹을 끼워 이물질유입을 방지하도록 사용하고 있으나 분실, 차량에 의한 탈락 등으로 근본적인 대안이 아쉬운 실정이다.
- 따라서 맨홀(작업구)뚜껑이 덜컹거림과 소음 및 이탈로부터 안전성을 확보하기 위해서는 현재 진행되는 뚜껑구조의 개선과 아울러 일본에서 사용 중인 RV지지구조와 같은 장수명과 기능성을 유지할 수 있는 지지구조의 개발 병행이 요구된다.
- 현재 인증 받은 맨홀(작업구)뚜껑은 84종에 이르고 여기에 잠금형, 이탈방지형, 역류 해소형의 기능성이 있으며 유형은 다음과 같다.

□ 복합기능형 맨홀(작업구)뚜껑



잠금장치와 이물질유입방지

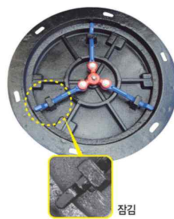


부식방지띠 내장형 철개



밀폐형 철개

□ 잠금형



잠금



□ 기타



지그형 철개



방수기능병행

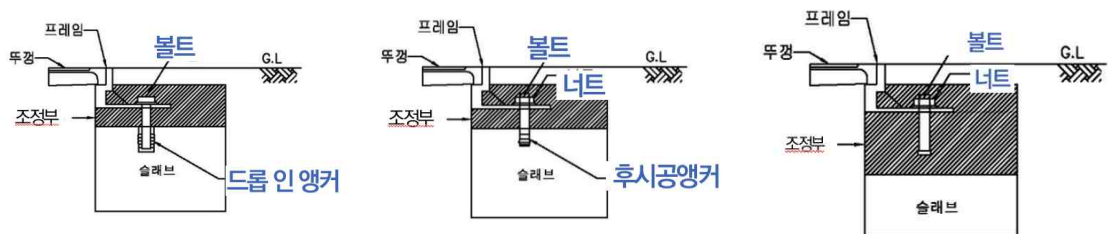


역류방지기능

[그림 5.2] 기능성 맨홀(작업구)뚜껑의 종류

2) 철개고정 장치 설치 개선

- 철개고정 장치는 맨홀(작업구)뚜껑이 차량의 장기적인 충격영향으로 발생할 수 있는 변위를 억제하기 위해 본체 또는 높이 조정재에 고정하는 장치로서 국내에서는 상수도 맨홀(작업구)과 전기맨홀(작업구)에 적용되고 있으며 KT에서는 이를 사용할 수 있도록 시방서에 반영되어 있다. 또한 맨홀(작업구)교체공사를 많이 수행하고 있는 일본에서도 맨홀(작업구)교체시 철개고정 장치를 시공에 적용하고 있다.
- 실제 맨홀(작업구) 뚜껑의 손상은 맨홀(작업구) 뚜껑 틀과 주변 재료의 역학적 및 물리적인 성질이 상이하여 고정 장치가 시공되지 않은 상태에서 변위가 발생하며 장기적으로 차량통과에 의한 변위가 발생하면서 주변 포장부 손상으로 발전하게 된다.
- 또한 맨홀(작업구)정비공사에서는 한전 또는 상수도에 반영된 철개고정 장치를 제거한 상태에서 진행되어 철개고정 장치를 사용하는 관리기관에서는 재설치 반영을 요구하고 있으며 뚜껑 틀 하부에 모르타르 충전상태가 불량하거나 바닥 청소상태가 불량하면 이물질로 인해 맨홀(작업구)뚜껑부의 변위가 발생하게 된다.
- 이러한 변위를 방지하기 위해 서울특별시 상수도사업본부에서는 원형받침 맨홀(작업구)에서 철개고정 장치를 설계에 반영(시설관리과 - 9156호, 2014.04.23.)하여 활용되고 있으며 높이 조정형 철개고정 장치는 재포장 등에 대해 조정 가능한 것이며 활용도가 큰 것으로 판단된다.
- 상기결과로 볼 때 철개고정 장치를 적용함이 맨홀(작업구)뚜껑의 손상을 최소화하는데 큰 역할을 할 수 있을 것으로 판단되며 이에 따른 국내의 적용기술도 개발되고 있어 철개고정 장치사용을 활성화하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 한편 맨홀(작업구)정비공사에서 철개고정 장치를 유지관리측면으로 활용하기 위해서는 본체에 슬래브가 있는 경우 기존 콘크리트에 앵커를 설치하여 맨홀뚜껑 틀을 고정하는 방법이 필요하며, 높이 조정부가 높은 경우에는 높이 조정부에 매입하는 형태로 시공하는 것이 바람직하다.



본체에 설치가 가능한 경우

본체에 설치가 곤란한 경우

[그림 5.3] 철개고정 장치의 설치 적용

3) 높이조정부 재료기준 개선

- 높이조정부는 본체와 맨홀(작업구)뚜껑 틀까지의 구간으로 시공에서는 대부분 블록으로 시공되며 정비공사에서는 초속경 모르타르로 시공되는 구간이다.
- 그러나 높이 조정재에 대한 재료규정은 KT시방서의 경우 점토벽돌(KS L 4201)로 명확히 규정되어있으나 하수도시설기준에서는 KS표준이 불명확한 콘크리트 블록(18MPa)으로 되어 있고 다른 시방서에서는 그 기준제시가 불명확하여 실제 높이 조정부의 시공상태는 콘크리트벽돌이 많이 사용되는 되는 것으로 나타났다.
- 이러한 결과는 203개소의 맨홀(작업구)실태조사결과 균열 및 파손 등 블록손상이 73개소에 달하는 것으로 조사되었으며 뚜껑의 덜컹거림 및 주변포장 파손손상과 관련성이 높은 것으로 나타났다.



높이 조정재 파손상태



높이 조정재 콘크리트블록 손상상태



높이 조정재 파손상태



높이 조정재 콘크리트블록 손상상태

[그림 5.4] 높이조정부 손상상태

- 현장에서 흔히 사용되고 있는 콘크리트벽돌(KS F 4004)과 점토벽돌(KS L 4201)의 압축강도를 비교한 결과 <표 5.1>과 같이 콘크리트벽돌의 강도가 점토벽돌의 39.0%와 53.0%수준으로서 강성이 매우 떨어진 것으로 나타났으며 이러한 재료적인 문제로 인해 높이 조정부에서 빈번한 균열 및 파손이 발생한 것으로 판단된다.

- 한편 일부 맨홀(작업구)에서는 높이 조정재 시공재료가 일반 돌을 사용하여 고임돌 수준으로 시공되어 있었으며 주변으로는 재료의 충전이 불량한 것으로 조사되었다.

구 분	압축강도 기준(MPa)		비 율 (A/B)	비 고
	콘크리트벽돌(A)	점토벽돌(B)		
기 준	KS F 4004	KS L 4201		
재 료				
1 종	13	24.50	53.0	
2 종	8	20.50	39.0	
3 종	—	10.78	—	

<표 5.1> 벽돌의 압축강도 비교

- 따라서 높이 조정재는 재료는 콘크리트 타설이 아닌 경우 콘크리트 벽돌보다는 기존구조물 압축강도와 동등한 성능을 확보할 수 있는 재료(점토벽돌 1종 또는 2종)의 성능을 확보하도록 시방기준을 구체화하는 것이 필요하다.
- 또한 맨홀(작업구) 시공 중에 사용 가능한 재료규정을 명시하여 적절한 재료를 사용하도록 시방규정을 개선하는 것이 필요하다.

2. 맨홀(작업구) 시공개선사항

1) 아스팔트포장 절단방법의 개선

- 현재 불량맨홀(작업구)정비공사 중 포장굴착 기준은 50mm 또는 70mm까지 원형절단기를 사용하여 시공한 후 브레이커 작업으로 진행하면서 다음과 같은 문제점이 발생하며 시공방법에 대한 검토가 필요하다.
- 포장부 절단기준 50mm를 현장에서 미준수하는 사례가 발생하고 있으며 이로 인한 포장부 굴착으로 주변 파손이 발생함.
 - 기층부는 표층부를 지지대로 브레이커로 굴착하여 인접 포장부 손상을 유발
 - 브레이커로 굴착으로 인한 과굴착 발생

- 고유동성모르타르 특성상 도로의 횡단구배에 준하는 시공이 곤란하며 과굴착인 경우에는 중앙차도 측과 보도 측의 포장 면까지 높이에 차이가 발생하며 불량한 충전상태가 발생하여 포장파손을 유발하는 원인으로 작용



브레이커 작업 전경



브레이커 작업에 의한 포장손상 전경



브레이커 작업에 의한 과굴착 전경



과굴착으로 인한 충전 불량구간 발생

[그림 5.5] 포장 절단불량으로 인한 손상 전경

- 현재 국내 도로공사표준시방서(2016)와 서울특별시 토목공사 전문시방서 등을 검토한 결과 굴착 시 절단 깊이에 대한 명확한 제시기준이 없으며 도로포장 유지보수 실무편람(국토교통부, 2010.11)의 소파보수인 경우에는 다음과 같이 규정하고 있다.
 - 소파보수에서 절단은 수직으로 제거하며 포장의 절단면은 고르게 나올 수 있도록 하고, 보수방법에 따라 부분보수와 전체보수로 구분하고 있다.
 - 부분보수는 표층을 제거하고 아스팔트 혼합물로 새로 포설함.
 - 전체보수는 기층 또는 보조기층까지 제거하고 새로 포설함.
- 일본의 맨홀(작업구)정비공법의 검토결과 포장절단을 위한 최소절단심도는 150mm 이상을 적용하고 있으며 현재 시공방법으로는 브레이커작업도 가능하지만 맨홀(작업구) 뚜껑 틀까지 절단 후 인양방법을 사용하는 것으로 확인되었으며 공법간의 최대굴착 심도는 다음과 같다.

절단공법	EPO	MR2	경사식 SS	GM그라운드	TM	Parabora
절단방식	원형커터기	맨홀림바	원형절단기	원형절단기	원형절단기	원구형 절단기
최대 절단깊이	450mm	400mm	500mm	150mm	400mm	300mm
비고		절단+전단	경사시공	브레이커사용		브레이커사용

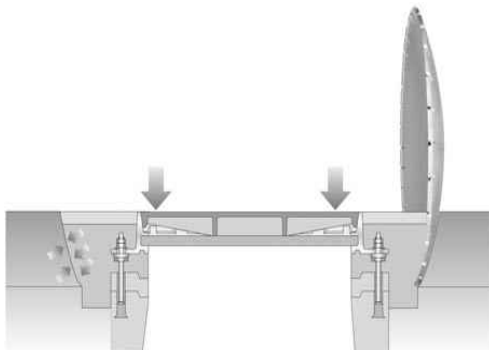
<표 5.2> 일본의 맨홀(작업구)정비공법 비교



EPO 공법



경사식 SS공법



Parabora 공법의 구조 및 절단전경



[그림 5.6] 일본의 맨홀(작업구)정비공법 전경

- 국내 맨홀(작업구)정비의 신기술공법 중 포장부 절단에 필요한 최대굴착심도는 50mm~125mm이며 가장 큰 절단심도로는 절단부위의 인양이 가능한 E공법이다.
- 그러나 E공법의 현지조사결과 규격미달 제품($\phi=600\text{mm}$)에서 작업불가와 지지대의 인상작업이 원활치 않은 것으로 확인되어 기술보완이 필요하며 브레이커로 인한 포장체 영향을 최소화하기 위해서는 국내 맨홀(작업구)뚜껑 틀 심도(110mm~250mm) 까지를 굴착할 수 있는 장비개발이 선행되어야 할 것으로 판단된다.

절단공법	TPL-2	SMT	QMR-II	EPM	BTT	DL
절단방식	원형절단기	원형절단기	원형커터기	원형절단기	엔드밀절삭	원형커터기
최대 절단깊이	70mm	120mm	125mm	200mm	50mm	100mm
비고			기존 보완			

<표 5.3> 국내의 맨홀(작업구)정비공법 비교

- 상기 조사결과에 근거하여 볼 때 브레이커에 의한 아스팔트포장 절단방법은 주변 포장의 손상원인으로 작용하고 있어 브레이커 사용을 최소화하는 맨홀(작업구)정비 공법이 필요하다. 국내의 원형절단(커터)기에 의한 절단심도는 보편적으로 100mm 이상 가능한 상태이므로 맨홀(작업구)깊이가 가장 깊은 250mm 수준에 도달하는 장비 및 인양기술이 개발된다면 작업방법의 개선을 통한 포장의 품질향상에 기여할 것으로 예상된다.

2) 교통개방에 필요한 시공 개선사항

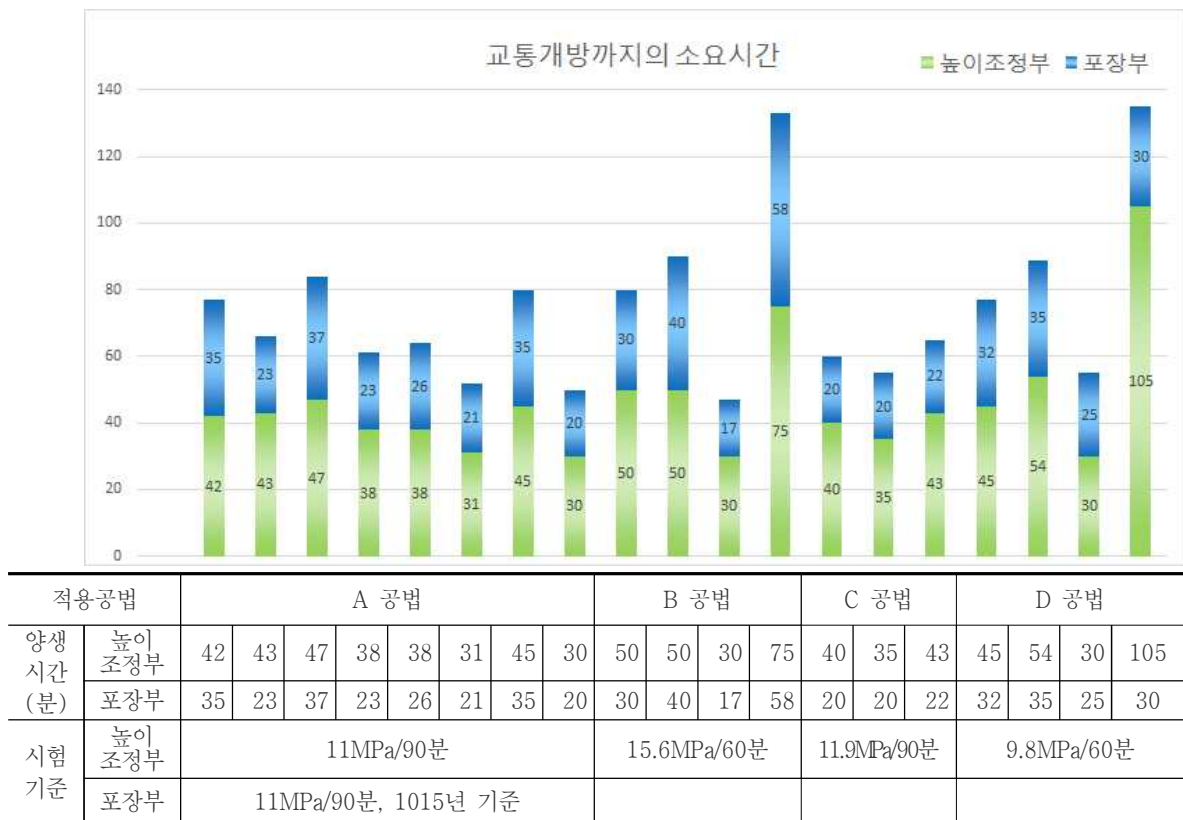
- 맨홀(작업구)정비공사는 도로상에서 발생한 맨홀(작업구) 외부에 대한 손상을 초속 경 모르타르를 사용하여 교통개방시간을 단축하는 방향으로 공사가 진행되어 왔다.
- 그러나 교통개방시간을 의식한 무리한 공기단축은 품질에 적지 않은 영향을 미치는 것으로 판단되며 그 일례가 높이조정부의 모르타르 타설 또는 포장부의 아스팔트 콘크리트 포설이다.
- 국내와 비슷한 일본의 맨홀(작업구)정비자료에 의하면 시방으로 규정된 사항은 없으나 교통개방시의 높이 조정부 모르타르 품질은 압축강도가 10.0MPa/Hr 이상을 확보하고, 표층재는 20분 이상을 양생하여 경화를 확인한 후 교통을 개방하는 것으로 제시하고 있다.(맨홀(작업구)뚜껑 등 교체에 관한 설계지침(안), 2011.8, (재)일본하수도관로 관리업 협회)
- 아래 표는 일본에서 맨홀(작업구)정비에 사용되고 있는 공법에 대한 교통개방시간이며 높이조정재의 경우 교통개방까지의 시간은 1시간 이상을 확보하고 있다.

절단공법	표층재	압축강도 (MPa/분)	교통 개방시간*		비 고
			높이조정재	포장부	
EPO	콘크리트	10.3/90	65	0	
MR2	MR레진	20.0/180	60	10	절단+전단
경사식 SS	수지물탈		70	20	경사시공
GM그라운드		12.7/60			브레이커 병행가능
TM	모르타르	26.3/180	—	50	
Parabora	아스팔트	34.7/60	60	20	브레이커 병행가능

※교통개방시간(분)은 높이조정재 시공 후 경과시간 / 포장부 시공 후 경과시간 임.

<표 5.4> 일본 맨홀(작업구)정비공법의 교통개방시간

- 그러나 국내 신기술에 의한 맨홀정비 특별시방서의 경우 초속경 모르타르 타설 후 교통개방까지의 소요 압축강도는 일본과 동일하게 시간당 10MPa를 확보하는 수준으로 관리되고 있으나 신기술적용에 대한 실태조사의 실제시공에서는 이러한 수준에 미달하는 것으로 나타나고 있다.



<표 5.5> 국내 맨홀정비공법의 교통개방시간

- 특히 표층부를 콘크리트로 시공하는 공법에서는 정비공사 완료즉시 교통을 개방하는 것은 양생시간이 부족한 상태에서 비롯된 여러 형태의 콘크리트 결함을 유발할 수 있는 것으로 우려된다. 더구나 국내 도로공사 표준시방서(2016년)에서는 시멘트 콘크리트포장의 경우 교통개방 시간의 콘크리트 압축강도를 21.0MPa로 규정하고 있어 맨홀(작업구) 정비공사에서 표층부를 초속경 모르타르로 시공할 경우에는 콘크리트 압축강도 21.0MPa를 확보하도록 관리하는 것이 필요하다.
- 또한 맨홀(작업구)정비에서 사용하는 콘크리트 재료는 교통개방 시간단축을 위해 초속경 모르타르(콘크리트)를 사용하고 있으나 우수한 품질확보와 사용성 측면에서 초조강 콘크리트를 아래와 같이 검토하였으며, 초조강 콘크리트사용을 위해서는 충분한 양생확보와 안전시설(보호복공판과 요철주의 표지 등)의 보완이 필요하다.

구분	기 준 안 (초속경 콘크리트 타설)			개 선 안(초조강 콘크리트 타설)					
물리 성능 비교	구분	응결시간		압축강도(MPa)					
		초결 (분)	종결 (시간:분)	3시간	6시간	1일	3일	7일	28일
	초속경	30	00:45	27.6	33.0	43.2	46.8	51.3	54.9
	초조강	175	03:30	—	—	23.0	40.0	56.5	51.0
	보 통	240	07:20	—	—	9.0	19.5	28.5	36.8
특징	· 차량통행 가능 압축강도(20MPa)는 3시간 후 발현 · 조기강도 발현으로 교량 등 초긴급공사에 사용 · 야원계(C4A3S)와 알루미늄계(CA)가 있음.			· 차량통행 가능 압축강도(20MPa)는 24시간 후 발현 · 1일 이상의 양생기간으로 어스 앵카, 지하철도상 등 특수목적으로 사용					
장점	· 필요강도의 조기발현과 신속한 공사 마무리로 차량통행 지장 최소화			· 품질관리 확보 유리 — 충분한 초결시간(175분)으로 원활한 작업가능 — 양생시간이 충분히 확보되면 타 콘크리트에 비해 양질의 품질 기대					
단점	· 품질관리 어려움 — 작업시간 제한 (배합 후 20분) — 높은 수화열과 건조수축 영향으로 균열 등의 내구성 저하 우려 — 소요품질 확보를 위해 제시된 배합기준 및 철저한 양생 필요			· 충분한 양생을 위해 보호 복공판 사용 — 시공성 저하 (설치, 철거 등) — 차량통행 지장 (과속방지턱 역할) · 양생기간 중 차량통행 등 진동의 영향으로 콘크리트 성능저하 우려					
경제성	1.00			1.08					

<표 5.6> 국내 맨홀(작업구)정비공법의 교통개방시간

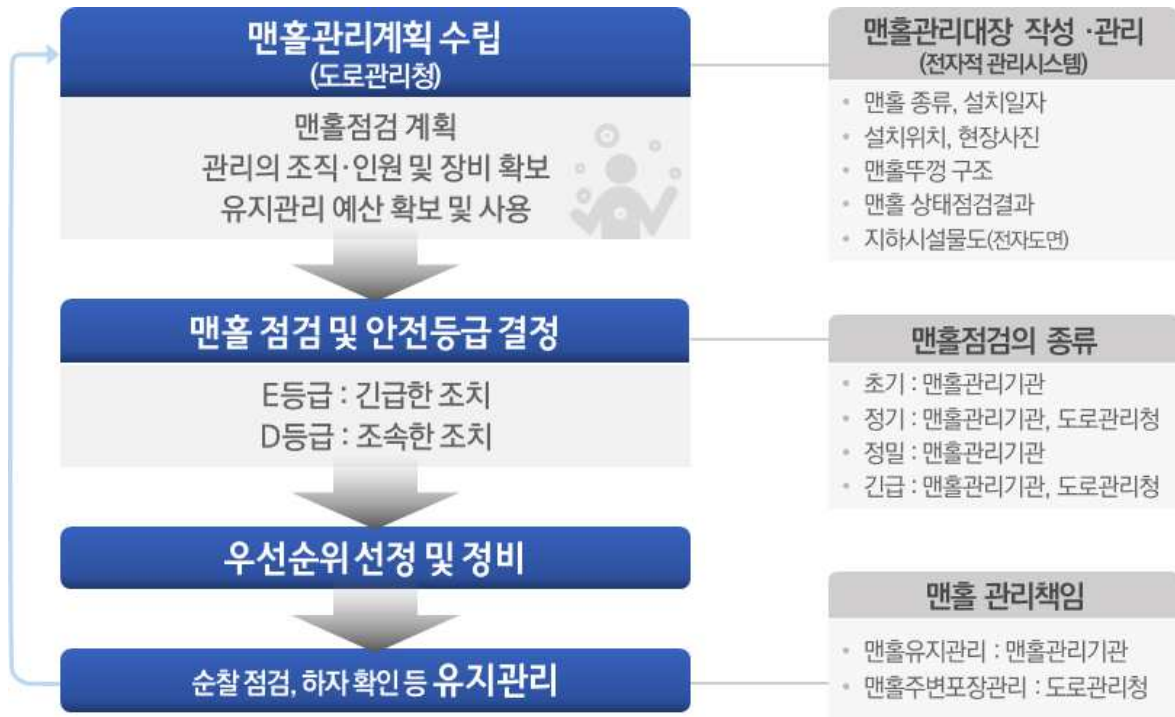
5.2 맨홀(작업구)관리 제도개선방안

1. 맨홀(작업구)유지관리체계 구성

- 맨홀(작업구)은 상·하수도, 통신, 전기 등의 관로시설을 관리하기 위하여 필요한 시설이고 관로의 일부로서의 기능을 하면서 도로 일부로서의 역할도 하는 중요한 시설이다. 도로사정은 경제의 고도성장을 계기로 차량의 대형화와 교통량이 증대되어 왔다. 이러한 환경변화에 대응하여 국내 맨홀(작업구)시설의 환경에 적합한 성능, 기능을 갖도록 유지관리 및 개선하는 것이 필요한 상황이다.
- 따라서 맨홀(작업구)의 구조안전성을 확보하고 차도의 평탄성을 향상시켜 시민이 도로를 안전하고 편리하게 이용할 수 있도록 맨홀(작업구)관리에 대한 종합적이고 체계적인 방안을 수립하고, “국토부 지침”과 “맨홀관리 업무협약서”에 따라 맨홀(작업구)관리 개선안 정작 및 실행담보를 위하여 「도로상 맨홀정비 및 관리지침」(이하 “지침”이라 한다)을 개정하였으며 주요 내용은 다음과 같다.
- 서울특별시 도로관리청은 시(도로사업소, 시설관리공단)와 자치구로 구분하며, 도로(시도, 구도)에 대한 관리책임은 시도 중 일반도로는 도로사업소가 자동차 전용도로는 시설관리공단이 유지관리를 담당하고, 구도는 자치구가 유지관리를 담당한다. 단 모든 보도는 자치구가 담당한다.
- 기본적으로 모든 맨홀(작업구)의 유지관리는 관리기관이 담당하며, 다만 맨홀(작업구)뚜껑 면과 도로포장 면이 10mm이상 차이가 발생하는 경우 높이조정과 맨홀(작업구) 주변포장의 유지관리는 도로관리청이 담당한다.
- 맨홀(작업구)의 유지관리는 맨홀관리계획 수립에 의한 맨홀(작업구) 점검과 안전등급을 결정하여 우선순위 선정 및 정비 후 순찰점검, 하자 확인 등의 유지관리를 반복해서 행하는 것으로 하며 유지관리 흐름은 [그림 5.7]과 같다

1) 맨홀(작업구)관리계획 수립

- 맨홀(작업구)관리계획은 “국토부 지침”과 “맨홀관리 업무협약서”에 따라 도로관리청이 수립 및 시행하며, 맨홀(작업구)관리계획 수립 및 맨홀(작업구)관리대장 작성에 필요한 정보는 맨홀(작업구)관리기관이 제공하는 것으로 한다.
- 맨홀(작업구)관리대장은 맨홀(작업구) 종류, 설치일자, 현장사진, 설치위치, 뚜껑구조, 맨홀(작업구) 점검결과 및 계획, 맨홀(작업구)정비 실적 등이 포함되도록 한다.



[그림 5.7] 맨홀(작업구) 유지관리 흐름도

2) 맨홀(작업구)점검 및 평가

- 맨홀(작업구)점검은 도로관리청이 관리기관의 점검계획을 취합·협의하여 점검의 종류와 시기에 따른 점검계획을 수립하고 점검주체별로 관리되도록 한다.
- 맨홀(작업구)점검의 종류와 시기는 “국토부 지침”과 “맨홀관리 업무협약서”에 따라 반영하였으며 <표 5.7>과 같다.
- 또한, 다른 법령에 의한 점검이 점검 항목과 유사한 경우는 다른 법령의 점검으로 맨홀(작업구)점검을 대체할 수 있도록 하였다.(예 상수도(관로) 1,2종 시설물인 철근콘크리트구조의 밸브실 내부 점검, 조적구조 제외)

구 분	초기점검	정기점검	정밀점검	긴급점검
점검주체	관리기관	도로관리청 관리기관	관리기관	도로관리청 관리기관
점검시기	최초 1회	상·하반기 각 1회 (중복된 경우 생략)	2년에 1회 이상	필요하다고 판단하는 경우 실시
점검범위	정밀점검 수준	맨홀 외관조사	맨홀의 외관, 내부	
기 타	맨홀관리에 필요한 기초자료 획득		간단한 장비조사 및 시험 실시	

<표 5.7> 맨홀(작업구)점검의 종류와 시기

- 맨홀(작업구)점검의 실시범위는 정기점검에서는 외부에서 조사할 수 있는 맨홀(작업구)뚜껑과 주변포장에 대해서 실시하며, 초기·정밀점검에서는 간단한 장비조사를 포함하여 내부 높이조정부와 맨홀(작업구) 본체까지 포함하며 <표 5.8>과 같이 실시하는 것으로 수립하였다.

구 분		점검 실시범위		비 고
		정기점검	초기, 정밀점검	
맨홀외부	맨홀뚜껑	○	○	외부점검
	주변포장	○	○	외부점검
	높이조정부	—	○	내부점검
맨홀내부	맨홀 본체	—	○	내부점검

<표 5.8> 맨홀(작업구)점검 실시범위

- 맨홀(작업구)점검은 도로관리청이나 관리기관 자체적으로 실시하거나 시설물유지관리업체 또는 안전진단전문기관에 의뢰하여 실시할 수 있으나, 자체적으로 수행할 경우 초기 및 정밀점검의 책임기술자는 점검의 신뢰성을 확보하기 위하여 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 시행령 제7조(별표2)의 정밀점검의 토목직무분야 자격요건과 해당 분야교육을 이수한 자로 한다.
- 또한, 점검결과를 현장에서 쉽게 확인할 수 있도록 조사표를 [그림 5.8~9]와 같이 작성하였으며, 점검 시 활용하도록 한다.
- 맨홀(작업구)점검의 목적은 현장조사 및 간단한 시험에 의해 맨홀(작업구)의 물리적·기능적 결함과 내재되어 있는 위험요인을 발견하고, 이에 대한 신속하고 적절한 정비방법 및 조치방안 등을 제시함으로써 맨홀(작업구)의 안전을 확보하고자 함에 있다.
- 성공적인 맨홀(작업구)의 점검을 위해서는 적절한 계획과 기법, 필요한 장비의 확보 그리고 책임기술자를 포함한 점검자의 경험과 신뢰성이 필요하며, 보이는 결함의 발견은 물론이고 발생 가능한 문제의 예측까지도 포함한다. 그러므로 점검은 정확해야 할 뿐만 아니라 재해 및 재난의 예방적 차원에서 과학적이고 종합적으로 접근하여야 한다.
- 맨홀 점검 및 평가방법은 보고서에서 마련한 방안을 정리하여 지침에 수록하였다.

정기점검(맨홀외부) 조사표

NO.1

기본 현황	점검일	2016. 5. 25	점검자	홍길동
	관할구	강남구	관리번호	00-000로-하수(00)-0000
	설치위치	00편의점 앞	노선/지번	(시도) 남부순환로 1236
	설치일자	2000. 1. (경과년수: 16년 4개월)	방향/차로	서초 IC / 3차로
	뚜껑규격	$\phi = 648 \text{ mm}$ (☒ 원형, ☐ 각형)	관리기관	강남구 하수과
	뚜껑재질	☐ 회주철(GC), ☒ 구상흑연주철(GCD), ☐ 탄소주강(SC), ☐ 기타	포장형태	☒ 아스팔트, ☐ 콘크리트, ☐ 기타

	손상열화 점검항목	점 검 내 용	조 사 결 과					종합 평가
			a	b	c	d	e	
맨 홀 외 부	외 관	균열 파손 및 이탈					☐	E
	맨홀뚜껑	덜컹거림	차량 및 보행시 소리, 움직임	☐				
		표면마모	표면 마모상태 (잔존 4 mm)	☐				
		뚜껑과 틀간 단차	뚜껑과 틀간 단차 (H- 7.9mm)			☐		
	주변포장	주변포장 손상	표층재의 손상 (다수 균열)			☐		C
		주변 포장의 단차	뚜껑과 주변 포장의 단차 (8mm)			☐		

안전등급	☐ A (우수), ☐ B (양호), ☐ C (보통), ☐ D (미흡), ☒ E (불량)
주요 점검결과	외관조사 결과 경미한 단차 및 주변포장 균열이 조사되었으며 맨홀뚜껑에 판통균열 발생하여 안전에 위험이 있어 긴급한 조치가 필요하다.
주요 정비사항	맨홀뚜껑 - 교체

	
위 치 도	맨홀 상부 전경

[그림 5.8] 정기점검(맨홀외부) 조사표

정밀점검(맨홀외부·내부) 조사표

NO.

기본현황	점검일	2016. 5. 25		점검자	홍길동	
	관할구	강남구		관리번호	00-000로-하수(OO)-0000	
	설치위치	00편의점 앞		노선/지번	(시도) 남부순환로 1236	
	설치일자	2000. 1. (경과년수: 16년 4개월)		방향/차로	서초 IC / 3차로	
	뚜껑규격	φ = 648 mm(■원형, □각형)		관리기관	강남구 하수과	
	포장형태	■아스팔트, □콘크리트, □기타		내부제원	φ 1200, H=1.2m	
	뚜껑재질	□회주철(GC), ■구상흑연주철(GCD), □탄소주강(SC), □기타		내부접합(관경)	유입: 000, 000, 000mm 유출: 000, 000, 000mm	
정비이력	없음		내부재료	PC		

손상열화 점검항목	점검내용	조사결과					종합평가	
		a	b	c	d	e		
맨홀외부	외관	균열, 파손 및 이탈	○					C
	덜컹거림	차량 및 보행시 소리, 움직임	○					
	표면마모	표면 마모상태 (감존 3.5mm)			○			
	부식	주조표시소멸, 개폐성능 저해			○			
	기능작동	경첩 및 잠금상태 등	해당없음					
	뚜껑과 틈간 단차	뚜껑과 틈간 단차 (H=10mm)			○			
높이 조정부	높이 조정부	파손, 충전불량, 균열 (경미)		○				B
주변포장	주변포장 손상	표층재의 손상 (망상균열)				○		E
	주변 포장의 단차	뚜껑과 주변포장의 단차 (20mm)					○	

손상열화 점검항목	점검내용	조사결과					종합평가
		a	b	c	d	e	
맨홀 표면손상	골재노출, 철근노출, 중성화 (경미)		○				D
맨홀 파손	파손, 상하 구체 이탈, 관 연결 이음부 이탈 (T=55mm, 10%미만)			○			
맨홀 균열	균열 폭×균열길이 (CW0.5×1.0, 20%미만)				○		
맨홀 침입수	침입수 상태 (스며 들, 흐르는 정도, 솟구침)	○					
맨홀 뿌리침입	뿌리침입의 정도	○					
내구성 조사	콘크리트 강도(Mpa)	벽체=18.5, 상부슬래브=20.8					
	콘크리트 중성화	T = 10mm, 피복 = 45mm					

안전등급	외부 : □A, □B, □C, □D, ■E	내부 : □A, □B, □C, ■D, □E
주요 점검결과	맨홀뚜껑과 주변포장의 단차가 심하게 발생하여 안전에 위험이 있어 긴급한 조치가 필요하며, 내부 콘크리트 내구성에 문제는 없는 상태이나 벽체에 CW0.5mm 이상의 균열이 일부 발생하여 보수함이 바람직하다.	
주요 정비사항	주변포장 보수, 내부 벽체 주입 보수	

[그림 5.9] 정밀점검(맨홀외부·내부) 조사표

3) 맨홀(작업구)정비

- 맨홀(작업구)정비는 점검에 따른 안전등급에 따라 우선순위를 결정하며 “E(불량) 등급”은 즉각 정비, “D(미흡)등급”은 조기정비를 실시한다.
- 맨홀(작업구)외부 정비방안은 <표 5.9>와 같이 일반사항, 자재, 시공, 품질, 안전, 정비비용 및 행정절차를 개선하여 지침에 수록하였다.

구 분	개선 사항	비고
일반사항	- 맨홀정비 대상선정 기준과 정비 실시에 따른 책임을 명확히 함 - 맨홀정비공사에 따른 교통 혼잡 최소화와 보행자 및 자동차의 안전을 위한 세부 지침 마련	
자재	- 자재 선정 기준과 보관, 운반 및 교체에 대한 세부 지침 마련	
시공	- 시공 단계별 시공기준 마련	
품질	- 맨홀정비 품질시험항목 및 기준 마련	
안전	- 정비공사 중 안전관리에 대한 세부 지침 마련	
정비비용 및 행정절차	- 비용부담 적용기준을 명확히 하였으며 행정절차 세부내용 수립	

<표 5.9> 맨홀(작업구)외부 정비방안 개선 사항

- 맨홀(작업구)유지관리방안은 <표 5.10>과 같이 맨홀(작업구)외부와 내부로 분류하여 체계적인 정비공법을 정립하였으며, 세부내용을 지침에 수록하였다.

구 분	개선 사항	비고
맨홀외부	맨홀뚜껑 - 손상에 대한 응급조치와 정비 방법 마련	
	주변포장 - 포장부 균열, 포트 홀 손상에 대한 정비 방법 마련	
맨홀내부	맨홀본체 - 시공방법에 따라 굴착·비굴착 공법으로 분류하여 정비공법 정립	

<표 5.10> 맨홀유지관리방안 개선 사항

2. 맨홀(작업구)관리시스템 도입

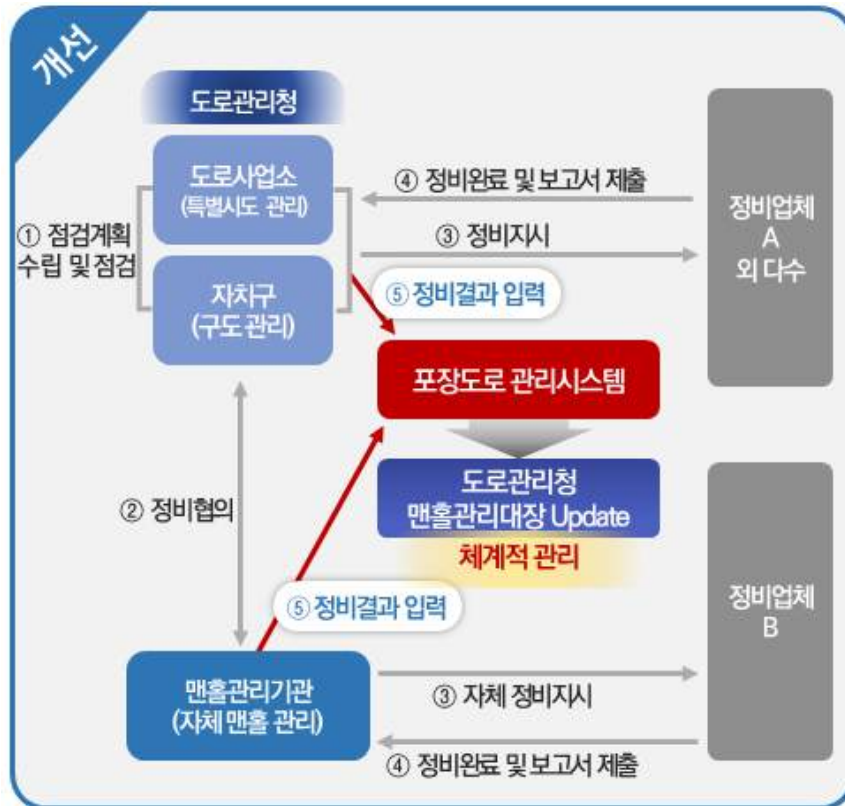
- 맨홀(작업구)의 유지관리는 전자적인 관리시스템 적용을 통해서 효율적인 관리와 신속한 정비가 가능하도록 관리시스템 개선이 필요하다.
- 기존에는 [그림 5.10]과 같이 도로관리청과 관리기관이 맨홀(작업구)관련 정보를

포장도로 관리시스템과 자체 시스템의 개별적인 관리로 맨홀(작업구)에 대한 체계적인 관리가 미흡하였다.



[그림 5.10] 기존의 맨홀(작업구)관리 시스템

- 개선 방안은 [그림 5.11]과 같이 맨홀(작업구)관련 정보를 전자적인 관리시스템 (포장도로관리시스템)으로 통합하여 맨홀(작업구) 종류, 설치일자, 설치위치, 맨홀(작업구) 구조 및 재질 등의 기본현황과 안전점검 및 맨홀(작업구)정비이력 등의 유지관리현황 정보를 관리하고, 맨홀(작업구)관리대장을 정기적으로 갱신함으로써 체계적인 맨홀(작업구)관리가 이뤄질 수 있도록 한다.
- 또한 모든 맨홀(작업구)에 대하여 관리번호(자차구-도로명-맨홀(작업구)종류-번호)를 부여하고 공간정보를 제공함으로써 혼선을 방지하고 문제가 있는 맨홀(작업구)의 위치를 쉽게 찾을 수 있을 것으로 기대된다.
- 다만, 관리기관 별로 기존에 사용하던 관리시스템이 있는 경우 담당자의 업무가 과도하게 증가되는 것을 고려하여 기존 관리시스템 간에 연동에 대한 연구가 필요하다.



[그림 5.11] 개선된 맨홀(작업구)관리 시스템

3. 맨홀(작업구)관리 및 제도개선방안 실행 검토

- 본 과업은 국토부 지침 제3조 2항의 “도로관리청은 이 지침의 범위 내에서 작업구 설치 및 관리에 필요한 세부사항을 정할 수 있다”는 규정에 의해 불량맨홀(작업구)의 조사항목 및 평가방법, 유지관리기준 등 세부적인 사항을 결정하여 맨홀(작업구)관리에 적용 가능한 기준을 마련함에 목적이 있으며,
- 서울특별시는 2016년 4월 29일 상·하수도, 전기, 통신, 도시가스 등 20개 맨홀(작업구)관리기관과 국토부 지침을 기본으로 하는 “시민안전을 위한 맨홀관리 업무협약서”를 체결하여 제도적 기초를 마련하였다.
- 따라서 본 과업의 최종 성과물인 “도로상 맨홀정비 및 관리지침(안)”은 상기의 제도적인 처리절차와 관리기관의 의견을 수렴하여 작성된 것으로서 맨홀(작업구)관리 개선안 정착 및 실행담보를 위한 제도적인 효력을 갖췄다.

4. 맨홀(작업구)관리 비전 및 목표 설정

- 본 용역을 통해 마련된 상태평가 기준과 정비방안은 도로상 맨홀(작업구)에 내제되어 있는 위험요인이나 기능 및 성능저하, 상태 등을 신속·정확하게 조사·평가하고, 그에 대한 적절한 안전조치를 취하여 재해 및 재난을 예방하며, 맨홀(작업구)의 안전성 및 기능성을 보완·보전함으로써 맨홀(작업구)의 효용성을 증진시키고 유지관리의 체계화에 기여할 것으로 기대된다.
- 또한 이러한 기준이 실행적인 의미를 갖기 위해서는 이미 체결된 관리기관과의 협약서에 따라 상호 협조체계를 돈독히 하고 세부적인 실천계획으로 2020년까지 불량맨홀(작업구)을 「ZERO」화하여 “안전하고 평평한” 서울의 맨홀(작업구)을 만들어 가는 것으로 제안한다.



[그림 5.12] 맨홀(작업구)관리 비전 및 목표

- 이를 위해서는 단계적인 계획추진이 필요하며 개략적인 추진단계는 다음과 같다.

구 분	추진기간	중 점 추 진 사 항	불량맨홀(작업구) 정비율
1단계	2016. 8월 이후	맨홀평가기준 정립 및 전수조사	20%
2단계	2017 ~ 2018	맨홀 내·외부 전수조사 및 집중정비	60%
3단계	2019~2020	맨홀 내·외부 전수조사 및 지속정비	100%

<표 5.11> 맨홀(작업구)관리의 추진단계

불량맨홀 상태조사 및 평가기준마련 • •

참 고 문 헌

■ 국내문헌

- KS표준 (한국표준협회)
- 도로상 맨홀 유지관리에 관한 도로관리청과 맨홀 관리기관간의 협정서(건설부-맨홀관리기관, 1989.3.20.)
- 지하매설물(노후하수관)의 보수보강 기술개발 연구보고서(건설교통부, 2001)
- 공공하수도시설 유지관리 실무지침서(환경부, 2005)
- 맨홀뚜껑 이탈발생 역학분석(IT시설의 운영 기술회의, 2007)
- 콘크리트표준시방서(국토해양부, 2009)
- 공공하수도 중 맨홀의 표준도(환경부고시 제2009-195호)
- 상수도시설기준(환경부, 2010)
- 하수관거공사 표준시방서(환경부, 2010)
- 하수도시설기준(환경부, 2011)
- 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 해설서(상수도)(국토교통부, 2011.12)
- 고속도로공사 전문시방서(한국도로공사, 2012)
- 초속경시멘트 시방서(쌍용, 2012)
- 도로상 맨홀정비 및 관리지침(서울특별시, 2012.12)
- 서울시 맨홀주요통계자료 보고(서울특별시, 2013, 2015)
- 상수도공사 표준시방서(환경부, 2014)
- 서울특별시 토목공사 전문시방서(서울특별시, 2014)
- 도로공사표준시방서(국토교통부, 2015)
- 서울시 아스팔트콘크리트포장 유지보수공사 시방서(서울시, 2015)
- 도로상 작업구 설치 및 관리지침(국토교통부 지침 제17호, 2015.9.1.)
- 지반침하대응 하수관로 정밀조사 매뉴얼(환경부, 2015.12)
- 20〇〇년 〇〇지역본부 지중배전맨홀 안전점검 용역(2015)
- 〇〇〇지역본부 20년 경과 맨홀/핸드 홀 안전점검 용역(2015)
- 단체표준 (한국주물공업협동조합, 2016)
- 시민안전을 위한 맨홀관리 업무협약서(서울시-맨홀관리기관, 2016.4.29.)
- 맨홀관리기관의 관리지침(시방서, 표준도, 유지관리지침서 등)

■ 해외문헌

- 하수도용 맨홀뚜껑의 유지관리매뉴얼((사)일본하수도협회, 2000)
- 맨홀의 개축 및 수선에 관한 설계 지침(안)((사)일본하수도관로관리업협회, 2005)
- 맨홀뚜껑 등의 교체에 관한 설계 지침(안)((사)일본하수도관로관리업협회, 2011)
- JASCOMA 36호(맨홀뚜껑 특집기사)((사)일본하수도관로관리업협회, 2012)
- 공공하수도사업 관로시설(맨홀뚜껑) 장수명화 계획(四條畷市, 2013)
- 불량시설 조기 발견과 점검 우선순위지정 기술(NTT기술저널, 2014.2)
- 히로시마시 수도관로 시설의 점검조사매뉴얼 - 관거, 맨홀편(히로시마시 하수도국, 2015)
- CONDITION ASSESSMENT PLAN(HAMPTON ROADS SANITATION DISTRICT US, 2009)
- SEWER DESIGN STANDARDS(NEW YORK US, 2009)
- Manhole Inspection and Rehabilitation (Second Edition)(ASCE, 2009)
- SEWER SYSTEM MANAGEMENT PLAN(California US, 2015)
- MACP(Manhole Assessment & Certification Program)(NASSCO US)
- Sewer Manhole Rehab(Southern Clinton County US)

부 록

1. 도로상 맨홀정비 및 관리지침(안)
2. 실태조사맨홀 상태평가 결과
3. 맨홀(작업구)뚜껑 및 틀 표준도
4. 자문의견서

부록 1

도로상 맨홀정비 및 관리지침(안)

도로상 맨홀정비 및 관리지침(안)

2016. 7.



서울특별시

목 차

제1장 총 칙	1
1. 목 적	1
2. 정 의	1
3. 적용범위	2
4. 관리책임	2
제2장 맨홀 유지관리계획	3
1. 주요업무	3
2. 관리계획	4
3. 점검계획	5
4. 예산확보	6
제3장 맨홀 점검 및 평가	6
1. 일반사항	6
2. 현장조사	9
3. 재료시험 항목 및 수량	12
4. 상태평가 및 안전등급	13
5. 정비 우선순위 결정	15

제4장 맨홀 설치 및 정비공사 16

- 1. 맨홀 설치 및 이전 16
- 2. 맨홀 긴급조치공사 18
- 3. 맨홀 정비공사 18
- 4. 품질관리 및 사후조치 30

제5장 맨홀 유지관리방안 31

- 1. 맨홀 외부 31
- 2. 맨홀 내부 33

제6장 행정사항 및 보고 35

- 1. 행정사항 35
- 2. 보고 35

〈부록 1〉 맨홀관리대장 서식

〈부록 2〉 재료시험의 항목과 평가방법의 기준

〈부록 3〉 맨홀의 상태평가 기준

〈부록 4〉 맨홀 상태평가 기준(예시)

〈부록 5〉 점검조사표

〈부록 6〉 교통관리 예시도

〈부록 7〉 맨홀정비 품질시험항목 및 기준

〈부록 8〉 맨홀정비공사 절차

〈부록 9〉 맨홀내부 보수보강공법

도로상 맨홀정비 및 관리지침(안)

제 1 장 총 칙

1. 목 적

이 지침은 국토교통부 「도로상 작업구 설치 및 관리지침(제2015-17호, '15.9.1)」과 「시민안전을 위한 맨홀관리 업무협약서('16.4.29)」에 따라 서울특별시 도로관리청이 관리하는 도로상 맨홀의 설치·관리에 필요한 사항을 규정하여 맨홀의 구조안전성을 확보하고 차도의 평탄성을 향상시켜 시민이 도로를 안전하고 편리하게 이용할 수 있도록 함을 목적으로 한다.

2. 정 의

가. “도로”란 「도로법」 제2조 및 제108조에 따른 도로를 말한다.

나. “작업구”란 도로 하부에 상수도, 하수도, 전기, 통신, 도시가스, 공동구, 전력구 등을 설치·관리하기 위해 만든 출입구로서 핸드홀, 점검구를 포함 하며 본 지침에서는 “작업구”를 “맨홀”이라 칭한다.

다. “맨홀관리기관”(이하 “관리기관”이라 한다.)이란 맨홀을 설치하고 이를 관리하는 자를 말한다. 다만, 맨홀의 관리·운영을 위탁하는 경우에는 수탁기관의 장을 포함한다.

라. “맨홀 본체”란 맨홀 자체의 콘크리트 등 구조물을 말한다.

마. “도로공사”란 「도로법」 제2조에 따라 도로의 신설, 확장, 개량 및 보수 등을 하는 공사를 말하며, 제35조에 따라 도로공사 외의 공사를 “타공사”로 구분한다.

3. 적용 범위

도로에 설치된 맨홀의 설치(이전포함) 및 관리에 관하여는 다른 법령에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이 지침에서 정하는 바에 따른다. 다만, 「공동구 설치 및 관리지침」(국토교통부 훈령 제413호, 2014. 8.12.)에 따라 설치된 맨홀은 해당 지침에 따라 설치 및 관리할 수 있다.

4. 관리 책임

가. 서울특별시 도로관리청은 시(도로사업소, 시설관리공단)와 자치구로 구분하며 도로에 대한 관리책임은 다음과 같다.

구 분		특별시도				구 도
		일반도로		자동차 전용도로		
		차 도	보 도	차 도	보 도	
시	도로사업소	○				
	시설관리공단			○		
자치구			○		○	○

나. 맨홀 유지관리는 관리기관이 담당한다. 다만, 맨홀뚜껑면과 도로포장면이 10mm이상 차이가 발생하는 경우로서 맨홀 높이조정은 도로관리청이 담당하며 비용은 관리기관이 부담한다.

다. 맨홀 주변 도로포장의 유지관리는 도로관리청이 담당한다.

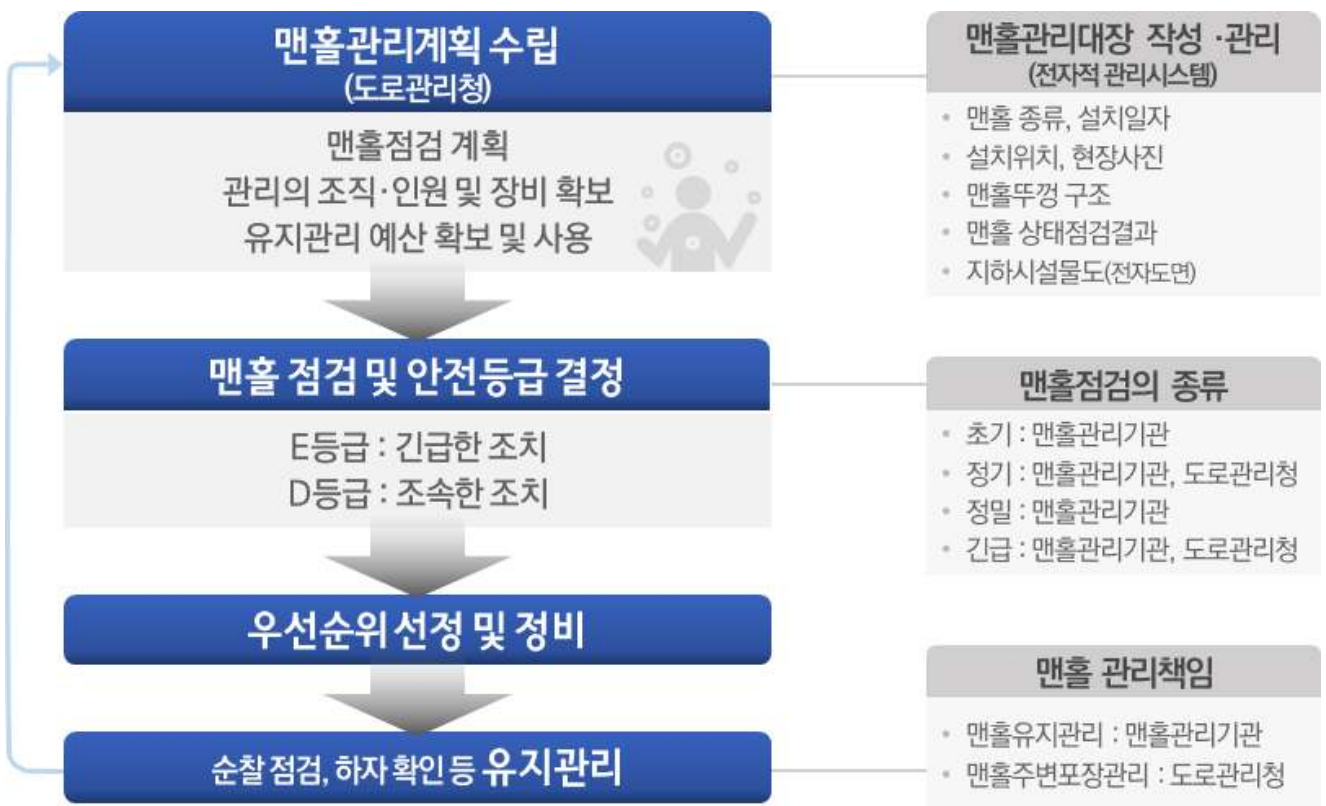
라. ‘나’항 및 ‘다’항에도 불구하고 도로관리청과 관리기관은 상호협의를 따라 유지관리 담당범위를 따로 정할 수 있다.

마. 협의과정에 관리기관 요청에 의거 정비대상에서 제외되는 맨홀은 관리기관이 모든 책임(행정,재정,민·형사상)을 지고 담당한다.

제 2 장 맨홀 유지관리계획

1. 주요업무

- 가. 도로관리청은 맨홀관리계획 수립 및 시행과 맨홀관리대장 작성업무를 수행하여야 한다.
- 나. 관리기관은 맨홀 설치 및 유지관리와 사건과 사고 발생 즉시 초기대응하여야 한다.
- 다. 도로관리청과 관리기관은 맨홀점검 및 정비 등에 필요한 인력과 예산을 확보하여 적절히 유지관리를 하여야 한다.



〈그림2.1〉 맨홀 유지관리 흐름도

2. 관리계획

가. 맨홀관리계획 수립

- 1) 도로관리청은 맨홀이 안전하게 유지관리 될 수 있도록 아래 내용이 포함된 맨홀관리계획을 매년 1월까지 수립하여 시행한다.
 - 가) 맨홀 파손 등 긴급사항 발생 시 조치계획에 관한 사항
 - 나) 맨홀 점검계획에 관한 사항
 - 다) 맨홀 안전 및 유지관리를 위한 조직·인원 및 장비의 확보에 관한 사항
 - 라) 안전 및 유지관리에 필요한 비용과 예산의 확보 및 사용에 관한 사항
- 2) 도로관리청은 맨홀관리계획수립에 필요한 아래 정보를 관리기관에 요구할 수 있으며, 관리기관은 정당한 사유가 없으면 이에 따라야 한다.
 - 가) 맨홀 종류, 설치일자, 현장사진
 - 나) 맨홀 설치위치(도로등급, 노선·도로명, 주소(주변건물), 차도·보도 여부 등)
 - 다) 맨홀 뚜껑구조(형태, 규격, 재질 등)
 - 라) 맨홀 상태점검 결과 및 계획(점검종류, 점검일자, 점검결과 또는 계획 등)
 - 마) 맨홀정비 실적 (맨홀정비의 위치, 전체 수량, 적용공법, 하자만료일 등)
 - 바) 「도로법 시행규칙」 제30조에 따른 지하시설물도(전자도면으로 한정한다)

나. 맨홀관리대장 작성·관리

- 1) 도로관리청은 불가능한 특별한 사유가 없으면 맨홀관리대장을 전자적 처리가 가능한 방법으로 작성·관리하여야 한다.
- 2) 맨홀관리대장은 맨홀관리계획수립(제2장-2-가-2)) 정보를 포함하여야 한다.
- 3) 도로관리청은 국토교통부장관이 맨홀현황조사를 위해 맨홀관리대장 등 정보를 요청할 경우 정당한 사유가 없으면 이에 협조하여야 한다.
- 4) 맨홀관리대장은 <부록 1>의 내용을 포함하는 양식에 따라 전자적으로 관리되어야 하며 정비 및 교체에 따른 이력관리를 실시하여야 한다.

다. 맨홀관리 시스템 운영

- 1) 도로관리청과 관리기관은 맨홀 점검 및 정비이력을 통합적으로 관리할 수 있도록 상호간 시스템 연계 등을 위해 적극 협력한다.

※ 서울시 지하시설물통합관리시스템(지통)에 관련 정보제공 등(갱신)

- 2) 시스템으로 관리하는 정보의 종류는 다음과 같다.

가) 기본현황(맨홀 종류, 설치일자, 설치위치, 맨홀 구조 및 재질 등)

나) 안전점검 및 맨홀정비이력, 위치도 및 전경사진 등

- 3) 도로관리청 및 관리기관은 맨홀점검 및 정비내용을 서울시 포장도로관리 시스템(맨홀분야)에 입력 후 관리하여야한다.

3. 점검계획

가. 도로관리청은 관리기관의 점검계획을 취합·협의하여 점검의 종류와 시기에 따른 점검계획을 수립하고 점검주체별로 관리되도록 하여야한다.

나. 맨홀 점검의 종류와 시기는 다음과 같다.

- 1) 초기점검 : 관리기관 또는 도로관리청이 맨홀을 관리하는 데 필요한 기초 자료를 얻기 위한 점검이며, 관리기관이 정밀점검의 수준으로 최초 1회 실시 (신설 및 이설 맨홀은 준공검사시 병행실시)
- 2) 정기점검 : 맨홀의 외관을 조사하며, 매년 1월 1일을 기준으로 6개월(상반기, 하반기)에 1회 이상 실시. 다만, 다른 점검기간과 중복되는 경우에는 생략가능
- 3) 정밀점검 : 맨홀의 내부 및 외관에 대하여 간단한 장비로 측정 및 시험을 실시하며, 관리기관이 2년에 1회 이상 실시
- 4) 긴급점검 : 관리기관 또는 도로관리청이 필요하다고 판단하는 경우에 실시 하는 모든 점검

다. 다른 법령에 의한 점검이 점검 항목과 유사한 경우는 다른 법령의 점검으로 맨홀점검을 대체할 수 있다.(예 상수도(관로) 1,2종 시설물인 철근 콘크리트구조의 밸브실 내부 점검, 조적구조 제외)

라. 도로관리청과 관리기관은 도로관리청에서 수립한 점검계획(제2장-3-가)에 따라 점검반을 편성, 운영하여 맨홀의 이상 유무를 점검하여야 한다.

4. 예산확보

가. 도로관리청과 관리기관은 매년 맨홀유지관리에 필요한 예산을 확보하여 맨홀안전사고 예방을 위해 적극 노력하여야 한다.

나. 관련예산은 맨홀의 안전성, 기능, 사용빈도, 성능 등에 대하여 보수·보강 및 교체 등 시급하다고 판단되는 맨홀에 대해 우선 반영되어야 한다.

다. 맨홀관리는 자체계획에 따라 체계적으로 시행되어야 하며 이에 대한 유지관리예산 범위(중장기 포함)와 정비시기를 결정할 수 있도록 하여야 한다.

제 3 장 맨홀 점검 및 평가

1. 일반사항

가. 맨홀의 특성에 따라 본 지침의 서식을 적절히 응용하여 점검을 실시하며 본 지침에서 제시되지 않은 사항은 다음의 법규나 기준을 따른다.

- 1) 시설물의 안전관리에 관한 특별법, 동법 시행령, 동법 시행규칙
- 2) 콘크리트 구조설계기준
- 3) 콘크리트 표준시방서
- 4) 각 맨홀별 시설기준, 시방서 및 지침서
- 5) 한국산업표준(KS) 및 단체표준

나. 본 지침에서 기술된 내용과 다르더라도 널리 알려진 이론이나 시험에 의해 기술적으로 증명된 사항에 대해서는 발주자와 사전 협의하여 적용할 수 있다.

다. 맨홀점검 대상

맨홀점검의 실시범위에 대한 세부내용은 아래 표와 같다.

구 분		점검 실시범위		비 고
		정기점검	초기,정밀점검	
맨홀외부	맨홀 뚜껑	○	○	외부점검
	주변포장	○	○	
	높이조정부	-	○	내부점검
맨홀내부	맨홀 본체	-	○	

〈표3.1〉 맨홀점검 실시범위

라. 점검방법

1) 정기점검(외부)

- 가) 도로관리청은 점검계획(제2장-3)에 의거 자체점검을 실시하며 필요시 관리기관과 합동으로 점검할 수 있다.
- 나) 관리기관 주관으로 자체점검을 실시하는 경우는 사전에 도로관리청에 통보 하여 그 사실을 알리고 도로관리청 점검구간을 조정할 수 있도록 한다.
- 다) 점검에서는 맨홀 외부 정기점검 조사표를 활용하여 점검한다.

2) 초기점검 및 정밀점검(내·외부)

- 가) 관리기관은 점검계획(제2장-3)에 의거 초기 및 정밀점검을 실시하고 그 결과를 도로관리청에 통보하여야 한다.
- 나) 점검은 관리기관 자체적으로 실시하거나 건설산업기본법 시행령 제7조에 의한 시설물유지관리업 또는 시설물의 안전관리에 관한 특별법 제9조 1항에 의한 안전진단전문기관에 등록된 업체에서 실시할 수 있다.
- 다) 점검은 시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 제7조(별표2)의 정밀 점검의 토목직무분야 자격요건과 해당 분야교육을 이수한 자를 책임기술자로 하여 실시하여야 한다.
- 라) 점검에서는 맨홀 내·외부 정밀점검 조사표를 활용하여 점검한다.

3) 긴급점검

가) 긴급점검은 도로관리청 또는 관리기관이 필요하다고 판단하는 경우에 실시한다.

마. 안전관리

1) 사전검토

가) 점검자는 공공의 안전을 위하여 기구와 장비 및 작업을 안전하게 수행하도록 안전관리조직, 안전교육, 보호구, 안전사고의 처리, 안전수칙, 도로안전 및 교통처리계획이 포함된 안전관리계획서를 수립하여야 한다.

나) 도로관리청과 별도로 실시하는 점검은 사전에 관할 경찰서와 관할 구청에 사전 통보와 승인을 득하여 점검하여야 한다.

다) 점검자는 맨홀점검에 필요한 위험요인을 사전에 판단하여 필요한 장구를 준비하여야 한다.

2) 점검 전

가) 점검 전에는 교통 통제작업시 교통안내 표지판을 설치, 안전시설 설치(사이드카, 충격흡수시설, PE울타리 등), 교통정리원 배치 등 교통통제에 따른 제반사항을 준수하여 안전사고를 예방하여야 한다.

나) 특히 야간점검 중에는 공사안내판, 안전시설 설치(충격흡수시설, PE울타리 등)를 반드시 설치하여야 한다.

3) 점검 중

가) 점검자는 안전모, 안전화 등을 포함한 개인용 보호 장구를 항상 착용하여야 하며 장구 및 기계를 최적의 상태로 정비하여야 한다.

나) 맨홀 내부진입은 관리기관의 입회하에 실시하고 밀폐된 공간에서의 작업은 유해물질, 가스 및 산소결핍 등에 대한 측정 및 검사를 실시하여 안전한 방법으로 조사하여야 한다.

다) 감전위험 또는 공공시설물의 훼손우려가 있는 경우에는 관리기관의 의견을 수렴하여 필요한 안전작업을 실시하여야 한다.

라) 맨홀 내 점검을 위하여 담수를 제거할 경우 오염수가 도로표면에 흐르지 않도록 하고 오염방지를 위한 별도의 조치를 하여야한다.

4) 점검 후

가) 점검자는 점검 이후 맨홀뚜껑을 덮을 때 주변 이물질로 뚜껑이 소음과 진동이 발생하지 않도록 안전조치를 하여야 한다.

나) 점검자는 맨홀조사이후 도로상에 장비나 공구 및 이물질 등이 방치되지 않도록 현장주변을 정리하여야 한다.

2. 현장조사

가. 맨홀 외부점검

1) 맨홀뚜껑

가) 외관 상태점검은 맨홀뚜껑의 균열, 파손 및 이탈 등 상태를 확인하는 것이며 이를 위해 육안점검과 테스트해머 등 타음 검사를 병행한다. 정밀점검에서는 뚜껑 뒷면의 균열 등 결함에 대해서도 주의관찰이 필요하다.

나) 덜컹거림 점검은 제자리걸음에 의한 뚜껑의 움직임, 차량통과시의 소음 등으로 덜컹거림 유무를 확인한다.

다) 표면마모 점검은 버니어캘리퍼스(Vernier calipers)로 뚜껑 표면의 잔존 높이 균등간격 4개소를 측정하여 평균값을 점검표에 기록한다.

라) 부식점검은 육안으로 뚜껑 표면의 제조업자명, 제조년도 등의 표시상태 정도를 확인하여 점검에 활용한다.

마) 기능 작동점검은 경첩과 잠금 구조의 맨홀에 대하여 정상적인 작동여부를 육안으로 확인하며 기능이 없는 구조에 대해서는 평가에서 제외한다.

바) 뚜껑 면과 맨홀뚜껑 틀의 단차점검에 대해서는 해당부위에 버니어캘리퍼스(Vernier calipers)로 균등간격 4개소를 측정하여 평균값을 점검표에 기록한다.

2) 주변 포장

- 가) 주변포장 점검은 표층재가 포트 홀 형태의 파손 또는 원형 형태의 균열 등을 육안으로 조사하여 손상의 형태와 치수를 평면도에 기록 정리한다.
- 나) 뚜껑 면(또는 맨홀뚜껑 틀)과 도로포장면간의 단차점검은 버니어캘리퍼스(Vernier calipers)로 균등간격의 4개소를 측정하여 평균값을 점검표에 기록한다.



〔그림3.1〕 뚜껑면과 포장면의 단차조사 예시

- 다) 침하형태의 단차점검은 맨홀정비 가능범위(최대 1,500mm)에서 3m 직선 자에 의거 맨홀뚜껑 면까지의 높이를 측정한 최댓값을 평가에 적용한다.

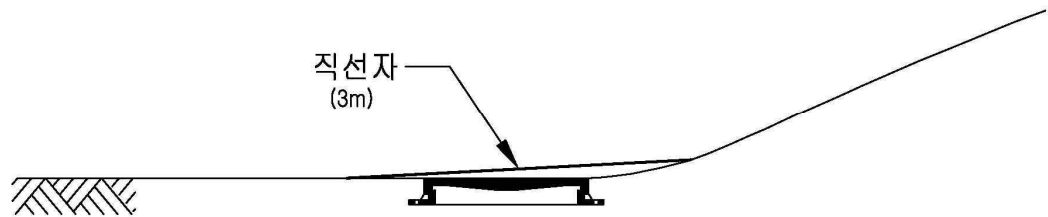


〔그림3.2〕 침하형태 불량구간 예시

- 라) 맨홀정비공사 범위를 초과하면 평탄성 개선이 어려우므로 사전에 재포장 또는 부분포장을 실시하여 평탄성을 확보한 후 맨홀정비를 실시한다.
- 마) 도로유지보수(도로굴착복구 포함)를 위해 재포장을 실시한 후 3m 직선 자에

의거 신규 포장 면과 맨홀뚜껑 면을 측정하여 10mm이상 단차가 발생 되면 맨홀정비를 실시하여 도로 평탄성을 확보하여야 한다.

바) 맨홀 전·후로 포장 면 경사가 급변하는 경우는 뚜껑 면과 포장면간의 3m 직선 자 측정에 의한 단차가 발생하더라도 손상으로 평가하지 않는다.



〔그림3.3〕 직선자에 의한 단차측정 제외구간(예시)

3) 높이 조정부 점검은 콘크리트, 점토벽돌, 모르타르 등 높이 조정재의 파손, 충전 불량, 균열 등 상태를 육안으로 확인한다.

나. 맨홀 내부점검

- 1) 맨홀 표면손상 점검은 골재노출, 철근노출, 열화(박리, 층분리, 박락, 백태 등) 상태를 육안으로 조사하고 손상면적으로 산출하여 평가에 활용한다.
이때 철근노출 면적(m^2)은 철근노출 길이(m) $\times$ 0.25(m)로 구한다.
- 2) 맨홀 파손점검은 맨홀 상부, 벽체, 바닥의 콘크리트 파손과 본체의 이탈 및 관 연결이음부의 이탈을 포함하며 파손깊이와 면적단위(m^2)로 조사한다.
이때 맨홀과 연결관의 접합부 손상은 도로함몰과 침하에 연관성이 있으므로 배면 손상규모에 대한 상세점검(폭, 높이, 깊이)을 실시한다.
- 3) 맨홀 균열점검은 균열모니터 또는 균열현미경으로 균열 폭을 측정하고 균열 발생빈도를 고려하여 평가에 활용한다.
- 4) 맨홀 침입수는 침입수의 상태를 스며 뚫, 흐르는 정도, 솟구침으로 구분하여 평가에 활용한다.
- 5) 뿌리 침입 점검은 맨홀 내부에 뿌리가 침입된 상태를 면적율로 나타낼 수

있도록 조사하여 평가에 활용한다.

- 6) 상기에서 조사한 손상에 대해서는 손상 형태와 치수를 나타내는 개략적인 외관조사망도를 작성하여 정리한다.
- 7) 콘크리트 구조물은 취약부 또는 건전부에 대한 콘크리트의 압축강도 및 탄산화 정도를 측정하여 내구성 상태를 확인하고 평가에 반영할 수 있다.
- 8) 기타 책임기술자가 필요하다고 판단되는 사항을 점검한다.

다. 맨홀 점검 중 안전조치

- 1) 도로관리청과 관리기관은 점검 중 다음사항에 대하여는 안전시설 설치와 긴급 정비공사를 실시할 수 있도록 조치하여야한다.
 - 가) 재해·재난, 맨홀 뚜껑의 파손·이탈·도난 등 긴급정비가 필요한 경우
 - 나) 맨홀과 연결관 접합부에서의 공동, 토사유실 등 심각한 손상
- 2) 외부기관이 점검을 실시할 경우 점검자는 1)항의 손상이 확인되면 지체 없이 그 결과를 관리기관 및 도로관리청에 통보하여야 한다.

3. 재료시험 항목 및 수량(정밀점검 과업)

- 가. 재료시험 항목은 필수적으로 실시해야하는 “기본과업”, 과업내용 범위에 따라 선택적으로 추가되는 “선택과업”으로 구분하며 재료시험의 항목과 평가방법 및 기준은 〈부록 2〉와 같다.
- 나. 시험항목의 평가 및 시험방법은 국토교통부 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 (공통편)” 내용에 따른다.
- 다. 재료시험의 항목과 수량은 과업을 위한 최소의 수량으로 책임기술자의 판단에 따라 추가적인 시험이 필요한 경우 관리기관과 협의하여 시험 항목 및 수량을 달리할 수 있다.
- 라. 재료시험 항목 중 맨홀 내부구조가 콘크리트가 아닌 조적·PE 등 재질인 경우 시험을 생략한다.

4. 상태평가 및 안전등급

가. 상태평가 구분

- 1) 상태평가는 점검을 통해 나타난 손상부위 및 손상정도를 규명한 것으로 각각의 손상항목에 대한 평가는 알파벳 소문자 a~e 5가지로 표기하며 그 평가하는 구분은 다음과 같다.

가) a : 문제점이 없는 수준

나) b : 위험도가 작고, 경과 관찰이 필요한 수준

다) c : 위험도가 보통이고 계획적인 조치가 필요한 수준

라) d : 위험도가 크고 조기조치가 필요한 수준

마) e : 위험도가 매우 크고 긴급한 조치가 필요한 수준

나. 상태평가 방법

- 1) 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 결함, 손상, 열화 등 상태변화를 근거로 맨홀외부는 맨홀 뚜껑, 높이 조정부, 주변 포장으로 구분하여 평가하고 맨홀내부는 <부록 3> 맨홀의 상태평가기준 구조형식에 따라 조적구조 및 흙관구조, 철근콘크리트구조로 구분하여 평가한다.
- 2) 상태평가는 점검에서 나타난 손상을 상태평가기준에 따라 항목별로 평가하며 손상상태의 일관성을 유지하고 <부록 3> 맨홀의 상태평가기준 및 <부록 4> 맨홀의 상태평가기준(예시)을 참조하여 결정한다.
- 3) 정기점검에서는 <부록 5> 정기점검조사표에 따라 실시한다.
- 4) 초기 및 정밀점검에서는 <부록 5> 정밀점검조사표에 따라 실시하며 외관조사 망도를 작성하여 상세히 상태평가를 실시한다.

다. 상태평가 및 안전등급 산정

- 1) 상태평가는 맨홀외부와 맨홀내부에 대한 관리범위가 다르므로 유지관리의 책임관계를 명확히 하기 위해 맨홀외부와 맨홀내부로 구분하여 실시한다.

- 2) 상태평가는 [표3.2]과 같이 1단계 평가항목에 따른 부재별 상태평가, 2단계 종합평가, 3단계 안전등급 순서로 실시한다.(부록 5. 점검조사표 예시 내용 참조)

1단계(상태평가)				2단계(종합평가)	3단계(안전등급)
평가항목에 따른 부재별 상태평가				상태평가 중 최소값	종합평가 중 최소값
외 부	맨홀 뚜껑	•외관상태 •표면마모 •경첩 및 잠금부 •뚜껑과 틀간의 단차	a ~ e	A ~ E	A (우수) B (양호) C (보통) D (미흡)
	높이 조정부	•파손, 충전 불량, 균열 등	a ~ e		
	주변 포장	•주변포장 손상 •뚜껑과 포장의 단차	a ~ e		
내 부	내부 손상	•표면손상 •파손 •균열 •침입수 •뿌리침입	a ~ e	A ~ E	E(불량)

〈표3.2〉 평가단계별 절차

- 1단계 평가항목에 따른 부재별 상태평가는 평가항목에 대한 각각의 상태평가를 실시하고 평가결과는 알파벳 소문자 a~e로 나타낸다.
- 2단계 종합평가는 1단계 상태평가 중 맨홀외부와 맨홀내부에서 각각의 최솟값으로 결정하며 알파벳 대문자 A~E로 나타낸다.
- 3단계 안전등급은 종합평가 결과 중 최솟값을 적용하여 맨홀외부와 맨홀내부 각각에 대하여 결정하며 알파벳 대문자 A~E로 나타낸다.
- 정기점검이 높이 조정부를 제외한 맨홀외부 모든 항목에서 정밀점검에 따른 조사 및 측정이 실시된 경우에는 상태평가 절차에 따라 맨홀외부 안전등급을 산정하여 적용할 수 있다.
- 평가결과 산정된 안전등급은 A(우수), B(양호), C(보통), D(미흡), E(불량)으로 나타내며 시설물의 상태는 아래 표와 같다.

구 분	시설물의 상태		정비순위
	맨홀 외부	맨홀 내부	
A (우수)	이상 없음	이상 없음	
B (양호)	기능은 양호하고 경과 관찰이 필요	기능은 양호하고 노후화가 시작된 상태	지속 관리대상
C (보통)	기능 저하 방지의 계획적인 조치 필요	기능은 유지되나 노후화가 진행 중인 상태	계획적 정비대상
D (미흡)	조속한 조치 필요하고 사용제한 여부 결정	기능이 저하되고 노후화가 심한 상태	조기 정비대상
E (불량)	안전에 위험이 있어 긴급한 조치 필요	맨홀 사용이 곤란하며 긴급한 조치 필요	즉각 정비대상

〈표3.3〉 안전등급에 따른 시설물의 상태 및 정비순위

5. 정비 우선순위 결정

가. 도로관리청 또는 관리기관에서는 아래 안전등급 순위 중 D, E등급을 우선하여 정비를 실시한다.

- 1) 1순위 : E등급으로 평가된 경우는 재해·재난, 맨홀 뚜껑의 파손·이탈·도난 등으로 긴급한 정비가 요구되는 경우, 도로포장 공사로 높이조정이 필요한 경우로서 즉각 정비를 실시한다.
- 2) 2순위 : D등급으로 평가된 경우 연내의 조기 정비를 실시한다.
- 3) 3순위 : C등급으로 평가된 경우 차기의 계획적인 정비를 실시한다.
- 4) 4순위 : B등급으로 평가된 경우 지속관리대상으로 변화 상태를 관리한다.

나. 3순위로 평가되었지만 관리기관에서 필요할 경우 정비를 실시할 수 있다.

제 4 장 맨홀 설치 및 정비공사

1. 맨홀 설치 및 이전

가. 맨홀의 설치에 따른 구조, 시공, 유지보수 등은 다른 법령에 기준이 없는 한 다음사항에 고려하여 설치하여야 한다.

1) 맨홀 설치 전

가) 교통량이 많은 도로에서는 조기에 개통할 수 있도록 특수공법으로 시공하고 특수자재 등을 사용한다. 다만, 자재수급 곤란 등 부득이한 경우에는 도로관리청과의 협의를 통해 공법 또는 자재의 종류를 별도로 정할 수 있다.

나) 맨홀은 보도, 법면 또는 길 어깨에 설치하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 부득이한 경우에는 도로관리청과 협의하여 결정한다.

2) 맨홀 외부시공

가) 맨홀 뚜껑의 모양은 미관을 고려하여 도형 또는 구형으로 계획하고 맨홀 뚜껑에는 맨홀의 종류와 관리기관을 표기한다.

나) 맨홀 뚜껑은 철근, 철강, 강판 또는 이와 동등이상의 재질로 제작된 규격품 또는 이에 준하는 제품을 사용하고, 보도, 법면 또는 중차량 통행이 없는 도로에서는 부득이한 경우 콘크리트제품(공장제품)을 사용할 수 있다.

다) 맨홀뚜껑과 틀 사이에는 맨홀 위로 차량 통행시 소음이나 진동이 발생되지 않도록 하고, 필요시 고무 또는 탄력성 재료로 밀착되도록 설계 및 시공하여야 한다.

라) 맨홀뚜껑 틀의 진동 및 밀림방지를 위한 철개고정 장치 또는 잠금장치 등 기능성 맨홀뚜껑의 설치를 적극 고려하여야한다.

마) 높이 조정재는 맨홀 목 부분 높이가 300mm 미만인 경우 적용하여 소요압축강도(21Mpa)이상인 자재를 사용해야하며 콘크리트벽돌(KSF 4004)은 압축강도가 낮아 교통하중을 지지하지 못하므로 사용해서는 안 된다.

바) 노면조정깊이가 1.5m 이상인 경우는 맨홀 상면을 철거 후 철근을 넣고 맨홀을 확대하여야 한다.

3) 맨홀 내부시공

가) 맨홀 본체 설치를 위한 포장면은 커터기를 사용하여 절단하고 브레이커와 인력시공으로 정교하게 시공하고 굴착토사 등은 굴착과 동시에 반출한다.

나) 맨홀 본체는 도로방향과 평행하게 설치하고 본체의 침하방지를 위하여 기초지지력을 확보하고 배면에 충분한 다짐을 하여야 하며 평탄성 기준 (3m직선자로 측정하여 가장오목한 곳이 3mm 미만)에 충족되도록 포장을 실시하여야 한다.

다) 맨홀 본체는 각종 차량하중에 견딜 수 있는 충분한 강도를 유지하도록 하고, 교통이 혼잡한 시가지에서는 특별한 경우를 제외하고는 공장제품을 사용하도록 한다. 철근콘크리트 압축강도는 21MPa을 원칙으로 한다.

라) 도로포장의 파손을 방지하기 위해 맨홀 뚜껑은 최소 1미터 이상의 간격을 두고 설치한다.

마) 맨홀 본체와 맨홀뚜껑 틀은 상호 분리된 구조로 하여 요철 발생시 정형이 가능하게 한다.

바) 맨홀 주변은 맨홀설치 후 도로에 요철이 없도록 다짐을 충분히 하고 포장 공사는 노면높이가 「도로공사표준시방서」에 따른 평탄성 기준을 충족하도록 실시한다.

4) 맨홀 설치 후

가) 관리기관은 맨홀설치공사로 인하여 포장면과 공공시설물이 손상을 입었을 때에는 즉시 원상대로 복구하여야 한다. 다만, 원상복구지연으로 교통장애의 우려가 있을 때에는 도로관리청이 우선 보수하고 그 비용을 관리기관에게 부담시킬 수 있으며 이때의 절차는 “맨홀정비공사 비용징수 절차”(제4장 -3-아)에 따른다.

나. 도로관리청은 기존 맨홀이 도로 유지관리에 지장이 많거나 정비공사 등

으로 인하여 교통위험이 증대될 우려가 있을 때에는 이설을 요구할 수 있으며, 관리기관은 정당한 사유가 없으면 이에 따르며 비용은 관리기관이 부담한다.

다. 차도에 있는 조적벽체구조의 맨홀(밸브실)은 각종 하중차량에 견딜 수 있는 충분한 강도를 유지하도록 하고, 교통이 혼잡한 시가지에서는 특별한 경우를 제외하고는 공장제품을 사용하도록 한다.

2. 맨홀 긴급조치공사

가. 재해·재난, 맨홀 뚜껑의 파손·이탈·도난 등으로 긴급한 정비가 필요한 맨홀은 도로관리청이 즉시 안전시설을 설치하고 관리기관에게 통보(구두 통보를 포함한다)한 후 긴급정비공사를 시행하여야 한다.

나. 도로관리청은 장비·인력 부족 등 부득이한 경우 안전시설 설치 및 긴급 정비공사의 시행을 관리기관에게 요구할 수 있으며 관리기관은 정당한 사유가 없으면 이에 따라야 한다.

다. 도로관리청은 긴급정비공사에 필요한 장비와 맨홀 뚜껑 등의 자재를 관리 기관에게 요구할 수 있으며 관리기관은 정당한 사유가 없으면 이에 따라야 한다.

라. ‘가’항에 따른 긴급정비공사의 비용부담, 인수인계절차, 관리책임 및 정산 절차는 “맨홀정비공사 비용징수 절차”(제4장-3-아)에 따른다.

3. 맨홀 정비공사

가. 맨홀 정비공사는 외부손상시 정비사항을 말한다.

- 1) 도로관리청 자체 정기점검결과 정비가 필요한 맨홀은 도로관리청이 주관하여 정비함이 원칙이며, 정비대상에 대해 관리기관과 협의시 관리기관이 정비를 요청하거나 30일 이내 별도 회신이 없을 경우에는 도로관리청에 정비를 의뢰한 것으로 본다.

- 2) 1)에 의거 관리기관이 자체정비 등 정비대상 제외를 요청한 맨홀에 대해서는 그에 따르는 모든 책임(행정, 재정, 민·형사상)은 관리기관에 있다.
- 3) 관리기관은 자체 정기점검결과 정비가 필요한 맨홀은 직접정비를 실시하며 필요시 도로관리청에 정비를 요청을 할 수 있다.
- 4) 도로관리청에서 맨홀뚜껑 등 교체가 필요하여 자재지급을 요청하는 경우 관리기관은 정당한 사유가 없는 한 관련자재를 지급하여야 한다.
- 5) 관리기관은 정밀점검(맨홀내·외부)결과 맨홀 내부 및 외부가 동시에 정비하여야 하는 경우 자체정비하고, 외부만 정비하여야 하는 경우 자체정비하거나 도로관리청에 의뢰하여 정비할 수 있다.
- 6) 도로관리청은 선정된 정비물량의 공사계약이 체결되었을 경우에는 설계내역을 즉시 관리기관에 통보하고 입회할 것을 요청하며 공사입회요청은 공사시행 3일전까지 요청내역을 관리기관이 확인할 수 있도록 한다.
- 7) 정비대상인 불량맨홀의 발생 위치와 현황 및 현장여건 등을 파악하기 위하여 다음사항에 대한 사전조사를 실시한다.

가) 공법 적용가능성 판단

나) 맨홀의 제원 및 맨홀뚜껑 및 틀의 교체 필요성 여부

다) 손상 현황 : 침하 및 주변 파손 범위, 뚜껑 틀의 침하, 균열, 단차 등

라) 도로 교통상황 등의 주변 환경조사

마) 기타 맨홀의 이상 유무 확인

나. 도로상 맨홀정비공사를 실시할 경우에는 교통 혼잡을 최소화하고, 보행자 및 자동차의 안전과 원활한 통행을 도모하기 위해 다음사항의 교통소통 대책이 사전에 수립하여야 한다.

- 1) 정비대상 맨홀은 “도로점용공사장 교통소통대책에 관한 조례 및 시행규칙”에 의거하여 교통소통대책을 작성하고, 이를 관할 구청장에 제출하여 도로점용허가를 받아야하며, 긴급시에는 그 사실을 구청 및 관계기관에 통지하고

정비를 완료한 후 즉시 그 사유를 명시하여 도로점용허가신청서를 관할 구청장에게 제출하여야 한다.

2) 도로교통법 제69조(도로공사의 신고 및 안전조치 등)에 따라 관할 경찰서에 다음사항을 첨부하여 도로공사신고를 하여야 한다.

가) 공사구간의 교통관리 및 교통안전시설의 설치계획

나) 공사현장의 도면

다) 도로공사 시행에 근거가 되는 서류(도로점용허가서, 교통소통대책)

3) 도로상 관리는 공사에 따른 도로이용자 및 작업자의 안전을 확보하고 시공성을 도로의 형태와 공사장 유형별로 고려한 “도로공사장 관리지침”(국토교통부, 2012.9)을 반영하여야 한다.(〈부록 6〉 교통관리 예시도 참조)

다. 자재사용

1) 맨홀뚜껑 및 틀, PC맨홀 등 현장에 반입되는 자재는 “산업표준화법”에 의한 KS표시품과 동등 이상의 성능이 있는 것을 반입하고 반입시 뒤틀림, 변색 등 품질에 이상이 없는 재료를 사용한다.

2) 관리기관은 파손, 심한 마모 및 부식된 맨홀뚜껑 및 틀은 교체를 원칙하며, 틀 하부에서도 손상이 확인되면 교체하여야 하며 이를 위해 매년 최근 3년 평균치 사용자재물량을 확보하여야 한다.

3) 건설업자(현장대리인)는 공사 중 계획에 없는 교체가 필요한 경우 발주 기관에 선보고 후 교체토록하고 시공사진 등 성과사진을 제출함으로 정산하여야 한다.

4) 교체 후 잔여맨홀은 관리기관에서 요청한 경우 재고처리를 위해 반납하여야 한다.

5) 포장 재료는 변질, 손상, 변색, 오염 등 품질에 영향을 주는 변화가 생기지 않도록 보관, 운반, 취급 및 보양을 하여야 한다.

6) 인화성자재는 다른 자재와 분리하여 보관하고 화재예방대책을 수립하여야 한다.

라. 정비공사

1) 작업준비

- 가) 교통통제 작업시 “도로공사장 관리지침”(국토교통부, 2012.9)을 반영하여 교통안내 표지판을 설치하고 교통정리원을 현장에 배치하는 등 제반사항을 준수하여 운전자들이 쉽게 식별할 수 있도록 하여야 한다.
- 나) 특히 야간공사 및 작업팀 교체 중에는 공사안내판, 안전시설(충격흡수시설, PE울타리 등)을 반드시 설치하여야 한다.
- 다) 정비대상 맨홀의 뚜껑을 열어 맨홀 외부 및 내부의 상태를 육안으로 검사하여 맨홀 손상의 원인, 맨홀뚜껑과 슬래브 출입구의 이격 여부 및 주위 환경 등을 조사하고 사진촬영과 결과를 기록한다.

2) 시험시공

- 가) 지방규정에 적합한 재료 및 시공기계를 사용하여 감독자 입회하에 시험시공을 실시하여 적용 공법의 적정성, 평탄성, 조정재의 강도, 표층 포설 두께 및 다짐도, 다짐방법 등을 검토한다.
- 나) 건설업자(현장대리인)은 시험시공을 실시할 장소, 혼합물의 배합, 시공 기계, 시공방법 등이 포함된 시험시공 계획서를 제출하여 승인을 받은 후 시행하고, 결과에 대하여 감독자와 협의하여야 한다.
- 다) 시험시공에 소요되는 비용은 계약단가에 포함된 것으로 간주한다.
- 라) 정부 등 공인기관에서 검증된 공법에 대해서는 감독자의 승인 후 시험시공을 생략할 수 있다.

3) 아스팔트 절단 및 굴착

- 가) 아스팔트 절단은 출입구 중심을 기준으로 하며 침하 및 파손 등의 범위와 포장 다짐장비의 규격을 고려하여 절단 폭을 결정한다.
- 나) 아스팔트 절단두께는 주변진동영향을 최소화하기 위해 150mm이상을 원칙으로 하되 현장장비 등을 고려하여 감독자가 조정할 수 있으며, 작업시 발생하는 분진은 별도의 진공흡입장치에 의해 흡입조치를 병행하여야 한다.

- 다) 굴착작업은 브레이커 등을 사용하여 포장부 및 높이 조정재를 제거하며 이때 굴착작업에 의한 주변포장에 손상이 없도록 주의해야 한다.
- 라) 맨홀뚜껑과 틀이 맨홀에서 분리할 경우 맨홀 내에는 포장잔재가 들어가지 않도록 조치하고 틀은 부착물을 깨끗이 제거하여야 한다.
- 마) 절단 및 굴착 작업시 발생하는 분진과 부착물은 별도 진공흡입장치 또는 빗자루를 사용하여 깨끗이 흡입·제거되도록 하고, 작업종료 후 잔재물은 폐기물에 준하여 별도로 처리한다.
- 바) 굴착 면에는 적정한 물을 적셔 높이조정재의 물결합재의 비율에 영향을 주지 않도록 하고 맨홀 설치는 개구부의 중심과 일치되도록 설치한다.

4) 내부 거푸집 설치

- 가) 시공에 앞서 콘크리트 슬래브 면에 포장 잔재, 기름, 먼지, 기타 이물질 등을 제거 및 청소를 실시한다.
- 나) 내부거푸집용 재료는 적용공법 시방규정에 적합해야 하며, 콘크리트 치기 전에 깨끗이 닦고 틈새가 없도록 설치하여야 한다.

5) 맨홀뚜껑 수평조절

- 가) 맨홀뚜껑 틀은 도로의 종단방향과 횡단방향으로 노면과 일치되도록 조정 장비 및 재료 등을 이용하여 수평조절하고 시공 또는 주변 작업영향에 의해 변하지 않도록 주의해야 한다.
- 나) 수평조정을 위해 보조기층부에 틀을 고정할 경우 타설 등으로 인한 변형이 발생하지 않는 견고한 재료와 구조로 하여야 한다.
- 다) 관리기관에서 기존에 설치된 철개고정 장치 또는 정비공사에서 신규 설치를 요구하는 경우 구조안전성에 영향이 없는 한 재설치를 원칙으로 하며 처리 비용부담은 행정절차에 의해 정산하도록 한다.
- 라) 철개고정 장치 설치하는 기존에 미설치 또는 재사용이 불가능한 경우에 슬래브에 드롭인 앵커 등을 사용하여 고정하며, 조정부의 높이가 높아 슬래브에 철개고정 장치 시공이 어려운 경우에는 조정부 콘크리트에 매입 타설한다.

6) 높이 조정재 시공

- 가) 높이조정부의 초속경(초조강) 모르타르(콘크리트)는 시방규정에 적합하게 배합하고 소요품질과 작업에 적합한 워커빌리티 및 피니셔빌리티를 갖는 범위 내에서 단위수량이 가급적 적게 되도록 한다.
- 나) 높이조정부가 벽돌구조로 300mm 이상 깊게 설치된 구간의 조정부 밑에는 구체 형성을 위한 콘크리트 시공을 원칙으로 하고, 시공이 필요한 경우 감독승인을 득하여 시공하고 사후 정산에 반영하여야 한다.
- 다) 높이조정 재료의 계량은 제품별 시방규정 배합비에 따라 실시하며, 각 재료는 1회분의 비비기양을 질량으로 계량하고, 물이나 혼화제 용액은 부피로 계량할 수도 있다. 계량 허용오차는 아래 표와 같이 “도로공사표준 시방서” 시멘트콘크리트 재료의 계량 허용오차 이내이어야 하며, 임의로 가수 등 품질을 저해하는 행위를 하여서는 안 된다.

재료의 종류	측정단위	1회 계량분의 한계오차
시멘트	질량	-1%, +2%
골 재	질량	±3%
물	질량 또는 부피	-2%, +1%
혼화제	질량	±2%
혼화제	질량 또는 부피	±3%

〈표 4.1〉 재료의 계량 허용오차

- 라) 배합은 재료투입 후 건비빔과 혼합수를 투입 후 혼합에 따른 제품별 시방 규정을 준수하여 제조하여야 하며, 시멘트 등 재료를 투입하는 경우 혼합기 통에 집진기를 연결하여 비산발생을 최소화하여 작업을 실시하여야 한다.
- 마) 높이 조정재 시공시 경화속도가 빠르므로 포설의 연결성이 유지되도록 시공하여야 하며 계절적인 영향을 고려할 경우 강도에 영향이 없는 범위에서 경화 촉진제 또는 지연제를 사용할 수 있다.
- 바) 맨홀뚜껑 틀과 맨홀 상부슬래브 상면간의 높이가 낮은 경우 초속경 콘크리트 시공 이전에 초속경 모르타르를 포설하여 공극이 발생하지 않도록 한다.

사) 높이 조정재 시공은 재료분리가 생기지 않도록 주의하며, 소정의 위치에 적정한 두께와 경사를 갖도록 하여야한다.

아) 높이 조정재 시공은 5℃ 이하의 동절기 공사는 원칙적으로 중단하며, 높이 조정재 품질은 〈부록 7〉 맨홀정비 품질시험항목 및 기준을 만족해야한다.

7) 거푸집 철거 및 맨홀뚜껑 설치

가) 거푸집은 콘크리트 타설 후 콘크리트의 압축강도가 품질기준 이상일 때 제거하며 제거작업 중 시공부위에 손상을 주어서는 안 된다.

나) 거푸집 제거 후 이탈이 생긴 부분은 시멘트 모르타르로 깨끗이 메워야 하며 공용성 및 내구성 문제가 예상되는 경우에는 재시공하여야 한다.

다) 맨홀뚜껑은 경화완료 상태를 확인하고 분리한 원위치에 설치한다. 이 경우 맨홀 뚜껑이 요동, 돌출되지 않도록 확실히 고정 설치하여야 한다.

8) 택 코트

가) 택 코트에 사용되는 역청재는 급속 경화형 컷백 아스팔트를 사용하며, 그 양은 $0.3 \sim 0.6 \text{ } \ell / m^2$ 로 한다. 역청재는 과잉살포가 되지 않도록 적정량을 균일하게 살포하는 것이 중요하며, 절삭된 면에도 택 코트를 실시하여 기존 포장면과의 접착력을 증가시켜야 한다.

나) 택 코트 양생이 완료되기 전에는 아스팔트 혼합물을 포설해서는 안 된다.

9) 표층재 시공

가) 아스팔트 콘크리트 표층

① 아스팔트 및 골재의 대표적인 시료를 이용하여 시험비빔 및 시험 시공을 시행한 결과를 검토한 후 혼합물의 종류별 입도, 아스팔트 함량, 혼합물의 혼합시간, 믹서에서 배출될 때의 온도 등을 감독자와 협의하여 결정한다.

② 아스팔트혼합물 현장 도착온도는 160℃를 표준으로 하고, 표준 온도보다 20℃ 이상 낮을 경우에는 그 혼합물은 폐기하여야 하며 균일한 밀도 및 두께가 되도록 신중히 포설하여야 한다.

- ③ 포설에는 혼합물의 재료분리가 발생되지 않도록 주의하고, 다짐 후의 1층 두께가 70mm 이내가 되도록 포설하며, 표층은 기존표층의 최소두께 이상으로 시공하여야 한다.
- ④ 포설 후 다짐작업은 진동 컴팩터 등 규모에 맞는 장비를 선택하여 균일한 다짐을 실시하여야 한다.
- ⑤ 다짐작업에 사용되는 다짐횟수 등은 시험시공에서 결정된 내용으로 시행하며, 층별 최소 6회 이상을 다짐해야한다. 현장다짐밀도는 기준밀도의 96% 이상이어야 한다.

나) 시멘트 콘크리트 표층

- ① 제품별 지방서의 규정에 적합한 재료 및 시공기계를 사용하여 시험 시공을 실시하며, 감독자는 작업성 및 시공성을 판단하여 두께 마무리 및 재료분리를 최소로 하는 양호한 콘크리트가 될 수 있도록 한다.
- ② 시멘트 콘크리트 표층의 배합은 “제4장-3-라-6)높이 조정재 시공”의 다), 라), 마) 항을 따른다.
- ③ 표층재 시공은 재료분리가 생기지 않도록 주의하며, 소정의 위치에 적정한 두께와 경사를 갖도록 하여야한다.
- ④ 콘크리트 포설로 표층이 시공되는 경우 경화속도를 고려한 빠른 노면 정리가 완료되어야하며 단차가 발생하지 않도록 면정리를 실시하여야 한다.
- ⑤ 콘크리트 경화를 위해 촉진제 사용은 건조수축 균열의 유발요인이 되므로 이에 대한 검증자료를 제출한 경우에 한하여 사용토록 한다.

다) 공통사항

- ① 표층 면의 인접하는 포장면 또는 뚜껑 면과의 단차는 3m의 직선자로 도로중심선에 직각 또는 평행으로 측정하여 “도로공사표준지방서” 기준(3mm 미만)이내가 되도록 정밀하게 시공되어야 하며, 평탄성

기준에 적합하지 않을 경우 감독자의 지시를 받아 재시공 등을 하여야 한다.

- ② 표층재의 시공품질은 〈부록 7〉 맨홀정비 품질시험 항목 및 기준에 만족하여야 한다.

10) 마무리 시공 및 교통개방

가) 정비공사 후에는 맨홀뚜껑에 차선이 도색 되어 있는 경우 포장면의 차선 방향과 일치되도록 하는 등 뚜껑을 원위치에 정확히 설치되도록 한다.

나) 표층시공 완료 후, 기존 도로포장 면과의 수밀성 유지를 위해 프라이머를 살포한다.

다) 건설업자(현장대리인)은 사후관리를 위해 발주기관, 시공연월, 맨홀종류, 공법을 명기한 실명제표지판을 아래와 같은 방법을 참조하여 설치하여야 한다. 이때 설치위치는 맨홀가장자리로부터 200mm 이내로 한다.

- ① 사용재료 : 문양의 스테인리스 또는 아크릴, 에폭시(프라이머) 도포제, 에폭시(결합제) 접착제, 미끄럼방지 포설재

- ② 시공순서 : 프라이머 도포 → 에폭시(결합제) 믹싱 → 표지판 문양 상에 바탕면 압착 바름 → 가열 양생 → 프라이머 코팅 → 미끄럼 방지 포설 → 완료

- ③ 실명제 표지판 문구

예1) 도로사업소에서 ▲공법으로 시공한 경우 “1607-상수-▲”

예2) 구청에서 ■공법으로 시공한 경우 “1608-하수-■”

예3) 관리기관 ◎에서 □공법으로 시공한 경우 “◎-1610-통신-□”

라) 교통개방을 위해 주변 정리 및 청소를 깨끗이 한다.

마) 교통개방은 필요한 압축강도(21MPa)를 확보할 수 있는 시간이후에 실시하며 정비공법마다 시험자료 또는 시험시공을 통해 적정시간을 적용하여야 한다.

마. 공사 중 사고발생시 처리

- 1) 건설업자(현장대리인)은 현장에서 사고가 발생한 경우 근로자의 응급구조를 위해 다음의 조치를 하여야 한다.
 - 가) 사고로 인한 부상에 대비하여 응급조치에 필요한 구급용구를 배치해야 한다.
 - 나) 사고발생시 아래 사항에 대하여 적절한 긴급조치를 취해야 한다.
 - ① 부상자 및 질병자에 대한 응급조치
 - ② 연쇄사고 및 사고확대 방지를 위한 안전조치
- 2) 중대재해가 발생하면 안전보건관리자는 발생 즉시 관할사업소, 관할경찰서, 관할지방 노동관서 및 보험사에 유선으로 통보하고 다음사항을 보고하여야 한다.
 - 가) “산업재해조사표”와 “요양신청서”를 작성하여 3일 이내에 관할 지방노동관서에 서면 보고를 하여야 한다.
 - 나) 사고조사와 동종의 사고가 재발되지 않도록 인적·물적 및 관리적 원인을 분석하고 대책을 수립하여 발주기관에 보고한다.

바. 공사사진 제출 의무

- 1) 건설업자(현장대리인)은 맨홀정비에 관한 신기술을 포함한 공사를 시행할 경우에는 신기술의 인증범위에 해당하는 시공 중 사진을 SNS를 활용하여 공사감독자에게 실시간으로 전송하여야 한다. 또한 향후 SNS 외에 새로운 기준이 정립되면 이에 따른다.
- 2) “1)”항에 따라 사진을 전송해야 하는 대상은 당해 시공하는 공사물량 전체로 하며 전송사진에는 기술적 판단자료로 활용할 수 있도록 주요 부위의 상세 및 주변을 포함한 전경과 시공장비, 숙련공이 반드시 포함되어야 한다.
- 3) 준공사진은 “종이문서”가 아닌 사진첩(USB)으로 정리하여 제출하여야 하며 제출 부수는 공사 전·중·후로 나누어 개소별로 각각 4매(공사중-2매)이상 제출하여야 한다.

사. 안전관리

- 1) 건설업자(현장대리인)는 공사에 필요한 조직, 계획, 점검, 훈련 등 안전 활동과 공사안내판, 교통안전시설 등 안전시설과 안전조치를 관련법규에 따라 운영하고 관리하여야 한다.
- 2) 매설물 주변의 작업에서는 다음 사항을 준수하여야 한다.
 - 가) 가스관, 전력선 부근은 기계굴착 작업금지
 - 나) 매설물 이설 및 보강작업은 작업지휘자를 지정하고 직접 지휘 하에 작업을 실시하도록 한다.
 - 다) 각종 매설물 주변을 굴착할 때는 관리자를 입회시켜 작업에 임한다.
- 3) 맨홀의 설치, 이전 또는 정비공사의 시행 중에는 안전사고예방을 위하여 칸막이를 반드시 설치하고 “맨홀정비공사중”임을 표시하고 야간에도 이의 식별이 용이하도록 하여야 한다.

아. 맨홀정비공사 비용징수 절차

- 1) 비용부담 적용기준
 - 가) 맨홀점검에 따른 평가결과 안전등급이 “D(부실)”, “E(불량)”에 해당되는 경우 맨홀정비공사는 관리기관의 비용부담으로 시행한다.
 - 나) 도로관리청이 시행하는 도로공사로 인하여 맨홀 정비가 필요할 때, 도로 점용료를 감면받은 맨홀은 「도로법」 제90조 제2항에 따라 관리기관의 비용부담으로 정비공사를 시행한다.
 - 다) 도로공사 외의 타 공사(상·하수도, 통신 도로굴착 등)로 인한 맨홀정비 (높이조정)가 필요한 경우에는 「도로법」 제35조 제1항에 따라 타 공사를 시행하는 자의 비용부담으로 시행한다.
 - 라) 도로유지보수를 위해 재포장을 실시한 상태에서 신규 포장 면과 맨홀뚜껑 면을 측정하여 10mm이상 단차가 발생된 경우 맨홀정비를 실시하여야 하며, 비용부담은 관리기관에 있다.

2) 행정절차 (〈부록 8〉 맨홀정비공사 절차 참조)

- 가) 도로관리청은 점검계획(제2장-3)에 의거 자체점검 실시하거나 필요시 관리기관과 합동점검 후 관리기관과 협의를 거쳐 점검대상을 확정한다.
- 나) 도로관리청은 정비대상의 물량을 토대로 설계하고 입찰에 의한 시공자를 선정 및 계약체결 한 후 설계내역은 즉시 관리기관에 통보하고 공사시 입회 및 준공확인 하도록 요청한다.
- 다) 도로관리청에서는 맨홀정비(맨홀뚜껑 높이조정)공사를 실시함에 있어 시공 감독을 수행하며, 긴급복구가 필요한 맨홀에 대해서는 즉시 안전시설 설치와 정비공사를 시행하며 이때 관리기관에 입회토록 요청한다.
- 라) 도로관리청은 공사 준공시 관리기관이 입회하여 확인(매몰여부 등)할 수 있도록 사전 통보하고 맨홀정비공사에 따른 비용을 산출하여 소요비용을 관리기관에 고지서로 통지한다.
- 마) 관리기관은 고지서에 의한 정비비용을 정해진 납입기한(고지서 발부 후 15일 이내)을 준수하여 도로관리청에 납부하여야 한다. 단, 수량변동으로 관리기관에 통지한 비용이 부족한 경우에는 부족액을 2개월 이내 납부하여야 한다.
- 바) 도로관리청이 시행한 맨홀정비(맨홀뚜껑 높이조정)공사에 따른 책임은 공사착수부터 준공 후 하자보수보증기간(3년) 만료시까지 도로관리청에 있다.
- 사) 하자보수기간 만료 14일 전부터 만료일까지의 기간 중 도로관리청 및 관리기관이 합동점검을 실시하여 하자가 발생된 맨홀은 도로관리청이 하자보수처리토록 조치하여야 한다.

4. 품질관리 및 사후조치

가. 적용범위

- 1) 평가기준은 맨홀긴급조치공사 준공시, 정기점검(불량맨홀 합동조사 등), 하자 관리에 적용한다.
- 2) 평가를 위한 점검은 맨홀 정비부위의 단차, 주변부 파손(균열, 파손), 맨홀뚜껑 상태, 소음 및 진동, 기타(맨홀뚜껑 덧씌우기 등) 항목에 대하여 점검한다.

나. 단계별 품질기준

- 1) 준공 시 품질기준은 “제3장 맨홀점검 및 평가”에 따라 “A등급”을 만족해야 한다.
- 2) 맨홀정비이후 하자기간(3년)에 대한 정기점검 평가에서는 “제3장 맨홀점검 및 평가”에 따라 “C등급”이상을 유지하여야 하며, “D등급”인 경우 정비계획을 세워 연내 정비토록 하고, “E등급”은 신속한 정비를 수행하여야 한다.

다. 품질시험

- 1) 맨홀정비공사 품질관리에 필요한 시험은 신기술에 대한 품질평가(사용재료의 적합성, 다짐도, 강도, 평탄성 등)에 적용하며 소요되는 시험비용은 건설업자(현장대리인)가 부담한다.
- 2) 품질시험은 맨홀정비공사에 적용하는 신기술별로 특성을 감안하여 발주기관이 시험 대상, 항목, 시기, 빈도 등을 조정할 수 있다.
- 3) 품질시험 대상은 시험결과와 객관성을 유지하도록 발주기관이 임의로 선정하여 건설업자(현장대리인)에게 통보한다.
- 4) 품질시험 대상을 통보받은 건설업자(현장대리인)는 특별한 사유가 없는 한 발주기관의 품질시험 지시에 응해야 하며, 부득이한 경우 발주기관에 사유서를 제출해야 한다.
- 5) 품질시험에 사용되는 시편은 공사완료 후 코어채취 및 맨홀정비에 사용한 재료와 동일한 재료를 이용하여 현장 또는 실내에서 제작된 공시체를 사용한다.

- 6) 품질시험은 공인된 시험전문기관에 의뢰하여 실시하고, 시험성적서를 발주기관에 제출하여야 한다.
- 7) 맨홀정비공사에 적용되는 공법은 <부록 7> 맨홀정비 품질시험항목 및 기준을 만족해야한다.

라. 품질평가 결과에 따른 사후조치

- 1) 발주청은 하자담보기간(3년)내 발생한 맨홀·맨홀 주변포장의 손상에 대해 건설업자(현장대리인)로 하여금 재시공 또는 보수·보강 등 조치지시를 하여야한다.
- 2) 발주청은 준공검사, 정기점검, 품질시험 등을 통해 하자관리를 할 수 있으며, 하자가 발생한 경우 해당업체에 계약심의위원회의 심의를 거쳐 2년 이내의 범위 안에서 입찰참가 자격제한 등의 조치를 취할 수 있다.(지방계약법 제 31조, 시행령 제92조)

제 5 장 맨홀 유지관리방안

1. 맨홀외부

가. 맨홀뚜껑

- 1) 맨홀뚜껑에서 손상이 발생하여 사고의 위험이 있는 경우에는 긴급조치를 취하며, 긴급조치는 일시적인 것이므로 조기에 대책을 취하는 것이 필요하다.
- 2) 맨홀뚜껑 손상에 대한 근본대책은 교체이며 정비의 우선순위에 따라 교체 계획을 수립하여 실시하는 것이 바람직하다.
- 3) 맨홀뚜껑 교체가 필요한 경우 건설업자(현장대리인)이 관리기관에서 수령하여 시공하며, 이 경우 각형 맨홀뚜껑(틀 포함)은 원형으로 교체하고 무소음 또는 열림방지 등 기능성 맨홀 교체를 적극 검토한다.

손상 구분	긴급조치 방법	정비 방법	비고
외관	• 균열, 파손 등의 손상으로 교체 조치가 유효하며 구상흑연주철 재질의 뚜껑 사용		
덜컹 거림	• 고무를 끼워 덜컹거림 방지 • 접촉면을 그라인더로 연마	• 무소음 잠금장치 뚜껑구조 교체 • 수평지지구조의 뚜껑을 기능성 구조 등으로 교체 검토	
표면 마모	• 표면 청수 후 미끄럼을 방지하는 수지 모르타르 등을 도포	• 잔존높이 판정기준 “e”에 해당되는 경우 교체 실시 • 슬립에 저항할 수 있는 구조 확대	
부식	• 도장, 코팅 등 표면 보호	• 주조표시 소멸, 두께 감소 등의 상태는 교체	
경첩 및 잠금부	• 문제가 있을 경우 교체 대상으로 한다. • 무소음 잠금장치 뚜껑구조 확대		
뚜껑 면과 틀간 단차	• 뚜껑 하부와 틀 상면 사이에 높이조정용 재료 설치	• 부식과 마모로 인한 두께 감소로 판정기준이 “e”에 해당하면 교체	

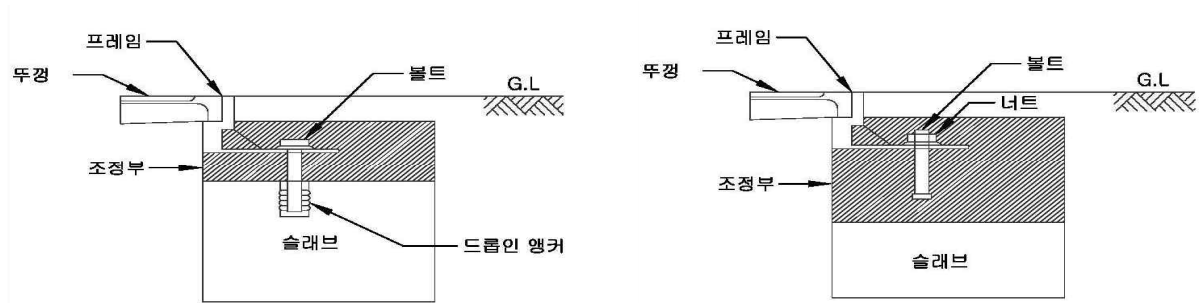
〈표5.1〉 맨홀뚜껑 정비 방법

나. 주변포장

- 1) 포장부의 망상균열이나 포트홀 형태의 파손은 부분적인 포장 보수가 필요하며, 조정부까지 보수하는 방법을 적용한다.
- 2) 기존에 신기술 등으로 조정부까지 보수한 맨홀에 대해서는 조정부에 손상이 없다면 표층 아스콘만 재시공 한다.
- 3) 조정부를 시공할 경우 맨홀뚜껑 틀의 진동 및 밀림방지를 위하여 구조물 상태를 고려한 철개고정 장치 설치를 적극 검토한다.〈그림5.1〉

손상 구분	정비 방법	비고
균열	• 초기 균열 - 균열 실링 • 망상 균열 - Patching 보수	
포트 홀	• Patching 보수	

〈표5.2〉 주변포장 정비 방법



〔그림5.1〕 철개고정 장치 설치 예시

2. 맨홀내부

맨홀내부의 정비방법을 선택할 때에는 맨홀 벽의 직경, 접근의 용이성, 사업의 규모, 내구연한에 따른 비용 등을 고려해 타당성이 있는 방법을 선정한다.

굴착공법에 대한 재료, 시공 및 품질관리는 “서울특별시 토목공사 전문시방서 제6장 콘크리트 공사”를 따르며, 비굴착 공법은<부록 9>을 참조한다.

가. 시공방법에 따른 정비공법

공 법 구 분			목 적				공 법 개 요
			구조적 안정성 회복	I/I 저감	부식 방지	표면 요철 감소	
굴 착	전체교체		○	△	△	○	- 노면을 굴착하고 노후 맨홀을 포함하여 맨홀 전후 접합관 1본씩을 모두 교체하는 방법 - 표준맨홀, 프리캐스트 맨홀
	부분교체		△	△	△	△	- 노후 맨홀 벽체 혹은 구성요소의 특정부위를 교체하는 방법 - 프리캐스트 맨홀
비 굴 착	전체 보수 (라이닝)	CIPP※1)	○	○	○	○	- 보강튜브 라이닝 공법 - 보강튜브와 열경화성 수지
		제관공법	○	○	○	○	- Tape 형태의 라이너 부착 - 보강튜브, 열경화성 수지 및 접착제
	전체· 부분 보수	현장타설 라이닝	×	○	△	○	- 맨홀 벽체에 판넬을 고정하고 벽면과 판넬 사이에 콘크리트 또는 시멘트 몰탈 주입 - 현장타설 콘크리트, 시멘트 몰탈
		코팅	×	○	○	○	Epoxy, Polyurethane Resin
	부분 보수	그라우팅	×	○	△	○	균열, 연결부, 이완부 등의 틈새에 그라우팅 재료를 주입하는 공법
		Plugging (충전)	×	○	○	○	균열, 연결부, 이완부 등의 틈새에 고무와 같은 지수재료를 채워 넣음

※1) CIPP : Cured-In-Place-Pipe(맨홀라이닝 공법)

〈표5.3〉 시공방법에 따른 정비공법

나. 시공방법에 따른 정비공법의 특징

공 법 구 분			장 점	단 점	비고
굴 착	전체교체		• 깊이 2m 이내의 경우 경제적 • 파손이 심한 맨홀에 적합함 • 정비효과 탁월함 • 굴착 시 맨홀심도 조절 가능	• 노면 굴착, 환경 피해 • 부식방지대책 필요	
	부분교체		• 노면 굴착 최소화 • 경비 절감	• 프리캐스트만 적용 가능 • 정비효과 미흡	
비 굴 착	전체 보수 (라이닝)	CIPP ※1)	• 맨홀 전체 일체식 시공 가능 • 두께에 따라 구조적인 안전성 회복 가능	• 맨홀 치수를 정확히 측정 • 튜브의 3차원 입체봉제 • 모서리 등에 들뜸발생 가능 • 접합관 연결부 마무리 필요	
		제관공법	• 맨홀의 형태와 무관함 • 시공이 편리함	• 라이너 접합에 대한 대책 필요 • 모서리 등에 들뜸발생 가능 • 접합관 연결부 마무리 필요	
	전체· 부분 보수	현장타설 라이닝	• 시공이 용이함	• 부식 방지 대책 필요 • 근본적인 대책이 아니므로 수명 짧음	
		코팅	• 시공이 용이함	• 구조적 보강이 아님	
	부분 보수	그라우팅	• 시공이 용이함	• 사용목적에 적합한 재료선택 필요	• 수명 예측이 어려움
		Plugging (충전)	• 시공비 저렴		

※1) CIPP : Cured-In-Place-Pipe(맨홀라이닝 공법)

〈표5.4〉 시공방법에 따른 정비공법의 특징

다. 콘크리트구조물의 일반적인 정비공법

구 분		적 용 부 위	비 고
균열보수	표면처리 공법	• CW 0.2mm 이하 • 비구조적인 균열	• 에폭시수지모르타르 도포 • 에폭시수지 실링
	주입공법	• CW 0.3mm 이상 • 내하력 복원 목적	• 고속, 고압 주입공법 • 저속, 저압 주입공법
	충전공법	• CW 0.5mm 이상 • 비구조적인 균열	• 실링재 충전 • 에폭시수지모르타르 충전 • 폴리머 시멘트모르타르 충전
단면보수	단면복구공법	• 박리, 박락 • 재료분리, 철근노출	• 얇은 보수 • 깊은 보수

〈표5.5〉 콘크리트구조물의 일반적인 정비공법

제 6 장 행정사항 및 보고

1. 행정사항

- 가. 운영과정에서 정밀점검 실시주기, 방법 등 개선이 필요한 사항이 있을 경우 국토부 지침 개정의견에 반영하도록 한다.
- 나. 도로관리청과 관리기관은 맨홀관리개선 TF회의를 주기적으로 실시하여 맨홀정비공사에 따른 문제점과 개선사항을 보완하고 정비공사에 따른 기술적 사항을 지속적으로 공유한다.

2. 보고

가. 보고시기

구 분	보 고 시 기	비 고
맨홀관리계획	당해년 1월말까지	- 전자적 자료이용 - 맨홀관리계획: 불량 맨홀정비이력자료 제출 포함
맨홀점검 실적	7월, 12월 20일	
맨홀정비 실적	8월, 익년 1월	

〈표6.1〉 보고시기

나. 보고체계

1) 자치구 도로관리청 보고

- 가) 관리기관 → 자치구 도로관리청 : 맨홀관리계획자료, 맨홀점검 및 정비실적
- 나) 자치구 도로관리청 → 시 도로관리과 : 맨홀점검 및 정비실적

2) 서울시 도로관리과 보고

- 가) 관리기관 → 도로사업소 → 도로관리과 : 맨홀관리계획자료, 맨홀점검 및 정비실적



부 록

- 〈부록 1〉 맨홀관리대장 서식
- 〈부록 2〉 재료시험의 항목과 평가방법 및 기준
- 〈부록 3〉 맨홀의 상태평가기준
- 〈부록 4〉 맨홀 상태평가기준(예시)
- 〈부록 5〉 점검조사표
- 〈부록 6〉 교통관리 예시도
- 〈부록 7〉 맨홀정비 품질시험항목 및 기준
- 〈부록 8〉 맨홀정비공사 절차
- 〈부록 9〉 맨홀내부 보수보강공법

〈부록 1〉 맨홀관리대장 서식

연번	맨홀종류	맨홀용도	관리번호	관할구청명	도로명	도로등급	노선명	노선번호	방향	차로	차도보도구분	도로포장종류	설치년도
1	상수도		종로-양천로-상수-0001	강서구	양천로	특별시도	방화↔염창선	4201	개화사거리	3	차도	아스팔트	
2	하수도		중-양천로-하수-0001	강서구	양천로	특별시도	방화↔염창선	4201	개화사거리	1	차도	아스팔트	
3	한전		용산-양천로-한전-0001	강서구	양천로	특별시도	방화↔염창선	4201	개화사거리	1	차도	아스팔트	
4	도시가스(밸브)		마포-양천로-도시가스-0001	강서구	양천로	특별시도	방화↔염창선	4201	개화사거리	2	차도	아스팔트	
5	지역난방 (열수송관)		강서-양천로-난방-0001	강서구	양천로	특별시도	방화↔염창선	4201	개화사거리	2	차도	아스팔트	
6	상수도		서초-양천로-상수-0001	강서구	양천로	특별시도	방화↔염창선	4201	개화사거리	2	차도	아스팔트	
7	한전		강남-양천로-상수-0001	강서구	양천로	특별시도	방화↔염창선	4201	개화사거리	2	차도	아스팔트	
8	상수도		강남-양천로-상수-0002	강서구	양천로	특별시도	방화↔염창선	`	개화사거리	1	차도	아스팔트	
9	하수도		강동-양천로-하수-0001	강서구	양천로	특별시도	방화↔염창선	4201	개화사거리	2	차도	아스팔트	
10	하수도		강동-양천로-하수-0002	강서구	양천로	특별시도	방화↔염창선	4201	나이가라호텔	1	차도	아스팔트	

설치위치				맨홀 외부								맨홀 내부				
주소				상세위치	맨홀 뚜껑 제원			안전점검				내부 제원		안전점검		
구	동(법정동)	본번	부번	주변건물(상세위치)	형태	규격	재질	점검종류	점검일자	안전 등급	점검 기관	구조	규모	점검종류	점검일자	안전등급
강서구				개화동로 진입로 근방	원형	φ 648	주철	정기점검	2016.6.17	E		철콘		초기점검	2016.6.17	E
강서구				개화동로 진입로 근방	원형	φ 648	주철	초기점검	2016.8.17	D		조적조		정밀점검	2016.8.17	D
강서구				개화동로 진입로 근방	원형	φ 648	주철	정밀점검	2016.10.17	C		흙관			2016.10.17	C
강서구				대 한항공전산센터앞	원형	φ 648	주철									
강서구				대 한항공전산센터앞	원형	φ 766	주철									
강서구				대 한항공전산센터앞	원형	φ 766	주철									
강서구				양천로13앞	원형	φ 766	주철									
강서구				양천로13앞	원형	φ 918	주철									
강서구				센트레빌아파트 진입로	원형	φ 918	주철									
강서구				양천로22, 개화산역(주차장앞)	원형	φ 1,108	주철									

정비결과								맨홀관리기관					도로관리청				비고
맨홀뚜껑		높이조정				맨홀내부		기관명	기관연락처	관리부서	담당자	연락처	기관명	관리부서	담당자	연락처	
내용	정비일자	내용	정비일자	공법	정비기관	내용	정비일자										
교체	2016.6.17	20mm인상	2016.6.17	EPM				강서수도사업소	3146-3945	시설관리과	000	3146-3945	강서도로사업소	도로보수과	000	2657-7942	
		50m인상	2016.8.17	TPL-2				강서구청	3146-3945	치수과	000	3146-3145	강서도로사업소	도로보수과	000	2657-7942	
		포장보수	2016.10.17	QMR-2				한국전력공사	2546-3946	강서지점	000	2640-3946	강서도로사업소	도로보수과	000	2657-7942	
								서울도시가스	3146-3947		000	3146-3953	강서도로사업소	도로보수과	000	2657-7942	
								SH공사(서부)	2636-3948		000	3146-3953	강서도로사업소	도로보수과	000	2657-7942	
								강서수도사업소	3146-3949		000	3146-3953	강서도로사업소	도로보수과	000	2657-7942	
								강서수도사업소	3146-3950		000	3146-3953	강서도로사업소	도로보수과	000	2657-7942	
								강서수도사업소	3146-3951		000	3146-3953	강서도로사업소	도로보수과	000	2657-7942	
								강서수도사업소	3146-3952		000	3146-3953	강서도로사업소	도로보수과	000	2657-7942	
								강서수도사업소	3146-3953		000	3146-3953	강서도로사업소	도로보수과	000	2657-7942	

〈부록 2〉 재료시험의 항목과 평가방법 및 기준

1. 재료시험 항목

구 분	기본과업	선택과업
콘크리트 구조물	○ 콘크리트 강도 - 비파괴 시험 : 반발강도 ○ 콘크리트 탄산화 깊이	○ 콘크리트 강도 - 국부파괴법 : 코어 강도 ○ 철근배근 상태조사 ○ 염화물함유량¹⁾

주1) 동절기 염화칼슘 등의 사용에 따라 염해의 우려가 있는 맨홀

2. 재료시험 평가방법

구 분	재료시험 항목	평가 방법
기본 과업	○ 콘크리트 비파괴강도 - 반발경도 시험	○ 설계기준강도와 비교 평가하여 내구성 상태를 평가
	○ 콘크리트 탄산화 깊이 측정	○ 현장측정 ○ 속도계수 산정
선택 과업	○ 콘크리트 강도 - 국부파괴 : 코어 채취	○ 콘크리트 평가의 기준 ○ 필요시 콘크리트 물성시험 등
	○ 철근탐사 시험 - 철근배근상태 - 철근피복두께	○ 구조검토를 위한 철근조사 ○ 콘크리트의 강도 및 물성시험 등을 위한 위치 탐사
	○ 콘크리트 염화물함유량 시험	○ 시료채취 및 평가

3. 재료시험 기준수량

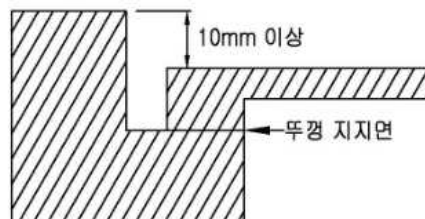
구 분	재료시험 기준 수량	비 고
반발경도 시험	○ 벽체 1개소 + 상부슬래브 1개소 = 2개소	○ 상부슬래브가 없는 경우는 생략한다.
탄산화깊이 측정	○ 1개소	○ 피복두께 측정 병행

〈부록 3〉 맨홀의 상태평가기준

1. 맨홀 외부

가. 맨홀 뚜껑의 상태평가 기준

항 목	평가내용		평 가 기 준					비 고
			a	b	c	d	e	
외관	균열, 파손 및 이탈		없음	-	-	-	있음	
덜컹거림	차량 및 보행시 소리, 움직임		없음	-	-	-	있음	
표면마모	잔존높이 (H, mm)	일반차도	$H > 3$	-	$3 \geq H > 2$	-	$H \leq 2$	*교차점, 커브, 오르막길 등 이륜차가 미끄러지기 쉬운 장소
		교차로 등*	$H > 3$	-	-	-	$H \leq 3$	
부식	주조표시소멸, 두께 감소, 개폐성능 저해		없음	-	보통	큼		
기능 작동	경첩 또는 잠금 기능		문제 없음	-	-	문제 있음	-	
뚜껑 면과 틀간 단차	수평방식 (H, mm)		$H < 5$	-	$5 \leq H < 10$	-	$H \geq 10$	



〈수평방식〉

나. 높이조정부의 상태평가 기준

항 목	평가내용	평 가 기 준					비고
		a	b	c	d	e	
높이 조정부	파손, 균열, 충전 불량	손상 없음	손상 경미	-	손상 심함	-	

다. 주변포장의 상태평가 기준

항 목	평가내용	평 가 기 준					비고
		a	b	c	d	e	
주변포장 손상	표층재의 손상	손상 없음	초기 균열	다수 균열	망상 균열, 비산 발생	포트 홀 발생	
뚜껑면과 주변 포장의 단차	뚜껑면과 포장간 단차(H,mm)	$H < 5$	-	$5 \leq H < 10$	-	$H \geq 10$	

2. 맨홀 내부

가. 조적조 및 흙관구조

평가항목	평 가 기 준				
	a	b	c	d	e
표면손상	손상 없음	거친 표면 상태	경미한 침식이 발생한 상태	심한 침식 (단면결손)상태	전반적인 단면적의 감소가 현저한 경우
파손	손상 없음	파손 면적율이 5% 미만	파손 면적율이 5~10%미만	경미한 이탈 손실, 파손 면적율이 10% 이상	심각한 상태의 이탈 손실·함몰 주1)
균열	손상 없음	경미한 균열 (CW<1mm)	부분적으로 균열 ($1 \leq CW \leq 3mm$)	국부적인 균열 (CW $\geq 5mm$)	균열이 다수 발생 (CW $\geq 5mm$)
침입수	손상 없음	스며들고 있는 상태	흐르고 있는 상태	숫구치고 있는 상태	-
뿌리 침입	손상 없음	내경의10% 미만	내경의10~50%	내경의50% 이상	-

나. 철근콘크리트 구조

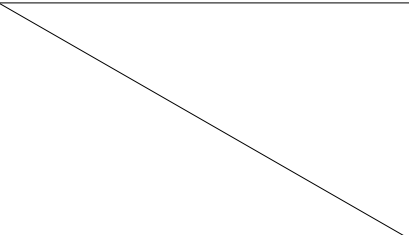
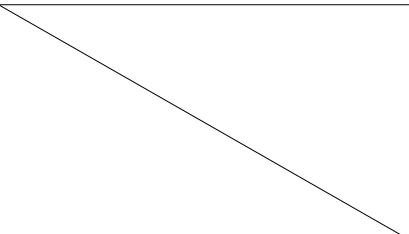
평가항목	평 가 기 준				
	a	b	c	d	e
표면손상	손상 없음	국부적인 노출상태	- 철근노출 면적이 5% 미만 - 골재노출 면적이 10% 미만 - 주2) 탄산화 상태	- 철근노출 면적이 5% 이상 - 골재노출 면적이 10% 이상 - 주2) 탄산화 상태	철근부식으로 단면적 감소가 현저한 경우 (d등급 이상에 한함)
파손	손상 없음	- 파손깊이 20 ~ 50mm, 파손면적율 10%미만 - 파손 깊이 20mm 미만	- 파손깊이 50mm 이상, 파손면적율 10%미만 - 파손깊이 20~50mm, 파손면적율 10%이상	- 경미한 이탈손실 · 함몰 - 파손깊이가 50mm 이상으로 파손 면적율 10% 이상	심각한 상태의 이탈 손실 · 함몰 주1)
균열	손상 없음	경미한 균열 (CW<0.2mm)	- CW≥0.3mm, 면적율 20%미만 - CW≥0.2mm, 면적율 20%이상	- CW≥0.5mm, 면적율 20% 미만 - CW≥0.3mm, 면적율 20% 이상	CW≥0.5mm, 면적율 20% 이상
침입수	손상 없음	스며들고 있는 상태	흐르고 있는 상태	솟구치고 있는 상태	-
뿌리침입	손상 없음	내경의10%미만	내경의10~50%	내경의50% 이상	-

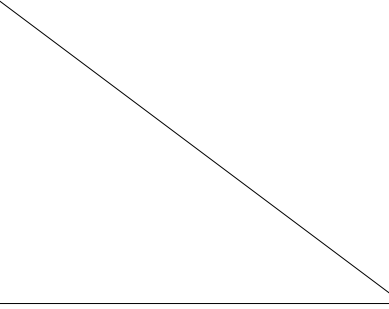
주1) 맨홀파손 평가 e 중 이탈은 ① 상하구체(조립부), ② 관 연결이음부 이탈 포함

주2) 탄산화 잔여깊이 측정결과 탄산화에 의한 철근부식 발생 가능성이 있는 경우 판정결과를 한 단계 하향 조정한다.

〈부록 4〉 맨홀 상태평가기준(예시)

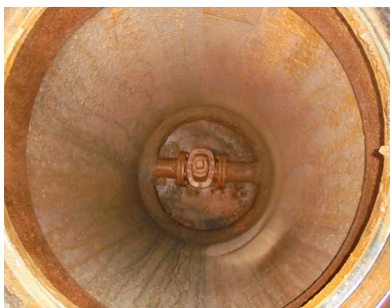
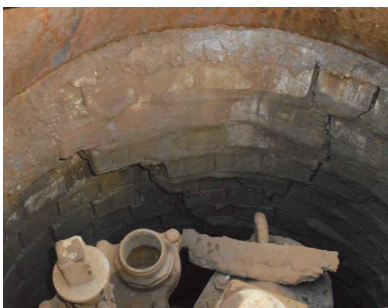
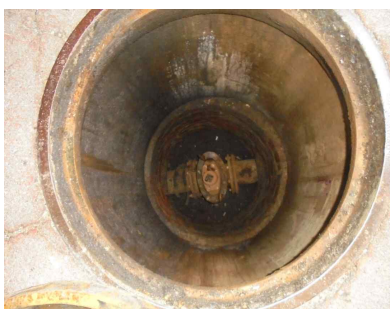
1. 맨홀 외부

외 관			
	없음 (a)	균열 (e)	파손 (e)
덮 개 거 림			
	없음 (a)		있음 (e)
표 면 마 모			
	$H > 3\text{mm}$ (a)	$3 \geq H > 2\text{mm}$ (c)	$H \leq 2\text{mm}$ (e)
부 식			
	없음 (a)	보통 (c)	큼 (d)
기 능 작 동			
	문제 없음 (a)		문제 있음 (d)

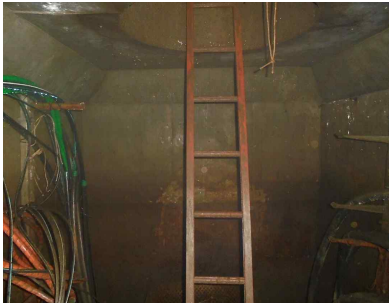
뚜껑과 틀 간 단차			
	H<5mm (a)	5≤H<10mm (c)	H≥10mm (e)
높이조정부 손상			
	손상 없음 (a)	손상 경미 (b)	손상 심함 (d)
주변 포장 손상			
	없음 (a)	초기균열 (b)	다수균열 (c)
			
	망상균열, 비산발생 (d)	포트 홀 발생 (e)	
뚜껑과 포장 간 단차			
	H<5mm (a)	5≤H<10mm (c)	H≥10mm (e)

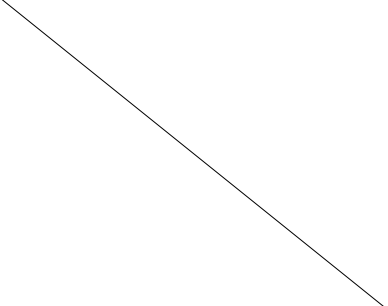
2. 맨홀 내부

가. 조적 및 흡관구조

파 손			
	없음 (a)	파손면적을 5%미만 (b)	파손면적을 5~10%미만 (c)
			
	파손면적을 10%이상 (d)	심각한 상태의 이탈손실 (e)	
균 열			
	없음 (a)	경미한 균열 (b)	국부적인 균열 (d)
침 입 수			
	없음 (a)	스며들고 있는 상태 (b)	솟구치고 있는 상태 (d)

나. 철근콘크리트구조

표 면 손 상			
	없음 (a)	국부적인 노출상태 (b)	철근노출 면적 5%미만 (c)
			
	골재노출 면적 10%이상 (d)	골재노출 및 중성화 (e)	
파 손			
	없음 (a)	파손깊이 50mm, 10%미만 (b)	파손깊이 50mm이상, 10%미만 (c)
			
	경미한 이탈손실, 함몰 (d)	심각한 이탈손실, 함몰 (e)	

균열			
	없음 (a)	경미한 균열 (b)	균열 0.3mm, 면적율 20%미만 (c)
			
	균열 0.5mm, 면적율 20%미만 (d)	균열 0.5mm이상, 면적율 20%이상 (e)	
부리침입			
	없음 (a)	내경의 10%미만 (b)	내경의 10~50% (c)

〈부록 5〉 점검 조사표

1. 정기점검조사표

정기점검(맨홀외부) 조사표

NO.1

기본현황	점검일	2016. 5. 25	점검자	홍길동
	관할구	강남구	관리번호	00-000로-하수(00)-0000
	설치위치	00편의점 앞	노선/지번	(시도) 남부순환로 1236
	설치일자	2000. 1. (경과년수: 16년 4개월)	방향/차로	서초 IC / 3차로
	뚜껑규격	φ = 648 mm(■원형, □각형)	관리기관	강남구 하수과
	뚜껑재질	□회주철(GC), ■구상흑연주철(GCD), □탄소주강(SC), □기타	포장형태	■아스팔트, □콘크리트, □기타

	손상열화 점검항목	점 검 내 용	조 사 결 과					종합 평가
			a	b	c	d	e	
맨홀외부	외 관	○균열 파손 및 이탈					○	E
	맨홀뚜껑	덜컹거림	○					
	표면마모	표면 마모상태 (잔존 4 mm)	○					
	뚜껑과 틀간 단차	뚜껑과 틀간 단차(H= 7.9mm)			○			
	주변포장 손상	표층재의 손상 (다수 균열)			○			C
	주변 포장의 단차	뚜껑과 주변 포장의 단차 (8mm)			○			

안전등급	□A (우수), □B (양호), □C (보통), □D (미흡), ■E (불량)
주요 점검결과	외관조사 결과 경미한 단차 및 주변포장 균열이 조사되었으며 맨홀뚜껑에 관통균열 발생하여 안전에 위험이 있어 긴급한 조치가 필요하다.
주요 정비사항	맨홀뚜껑 - 교체

	
위 치 도	맨홀 상부 전경

2. 정밀점검조사표

정밀점검(맨홀외부·내부) 조사표

NO.

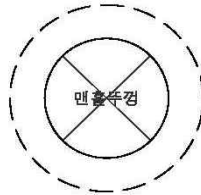
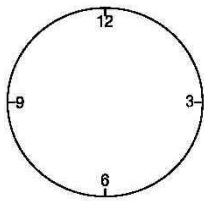
기본 현황	점검일	2016. 5. 25	점검자	홍길동
	관할구	강남구	관리번호	00-000로-하수(OO)-0000
	설치위치	00편의점 앞	노선/지번	(시도) 남부순환로 1236
	설치일자	2000. 1. (경과년수: 16년 4개월)	방향/차로	서초 IC / 3차로
	뚜껑규격	φ = 648 mm(■원형, □각형)	관리기관	강남구 하수과
	포장형태	■아스팔트, □콘크리트, □기타	내부제원	φ 1200, H=1.2m
	뚜껑재질	□GC(회주철), ■GCD(구상흑연주철), □SC(탄소주강), □기타	내부접합 (관경)	유입: 000, 000, 000mm 유출: 000, 000, 000mm
	정비이력	없음	내부재료	PC

	손상열화 점검항목		점 검 내 용	조 사 결 과					종합 평가
				a	b	c	d	e	
맨홀외부	맨홀뚜껑	외 관	균열, 파손 및 이탈	○					C
		덜컹거림	차량 및 보행시 소리, 움직임	○					
		표면마모	표면 마모상태 (잔존 3.5mm)			○			
		부 식	구조표시소멸, 개폐성능 저해			○			
		기능작동	경첩 및 잠금상태 등	해당없음					
		뚜껑과 틀간 단차	뚜껑과 틀간 단차 (H=10mm)			○			
	높이 조정부	높이 조정부	파손, 충전불량, 균열 (경미)		○				B
	주변포장	주변포장 손상	표층재의 손상 (망상균열)				○		E
주변 포장의 단차		뚜껑과 주변포장의 단차 (20mm)					○		

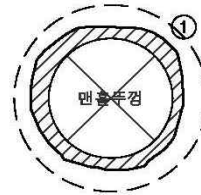
맨홀내부	손상열화 점검항목	점 검 내 용	조 사 결 과					종합 평가
			a	b	c	d	e	
	맨홀 표면손상	골재노출, 철근노출, 중성화 (경미)		○				D
	맨홀 파손	파손, 상하 구체 이탈, 관 연결 이음부 이탈 (T=55mm, 10%미만)			○			
	맨홀 균열	균열 폭×균열길이 (CW0.5×1.0, 20%미만)				○		
	맨홀 침입수	침입수 상태 (스며 들, 흐르는 정도, 솟구침)	○					
	맨홀 뿌리침입	뿌리침입의 정도	○					
내구성 조사	콘크리트 강도(Mpa)	벽체=18.5, 상부슬래브=20.8						
	콘크리트 중성화	T = 10mm, 피복 = 45mm						

안전등급	외부 : □A, □B, □C, □D, ■E	내부 : □A, □B, □C, ■D, □E
주요 점검결과	맨홀뚜껑과 주변포장의 단차가 심하게 발생하여 안전에 위협이 있어 긴급한 조치가 필요하며, 내부 콘크리트 내구성에 문제는 없는 상태이나 벽체에 CW0.5mm 이상의 균열이 일부 발생하여 보수함이 바람직하다.	
주요 정비사항	주변포장 보수, 내부 벽체 주입 보수	

KEY PLAN



상면

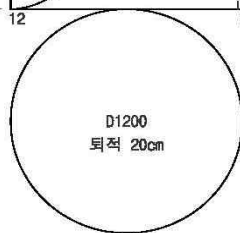
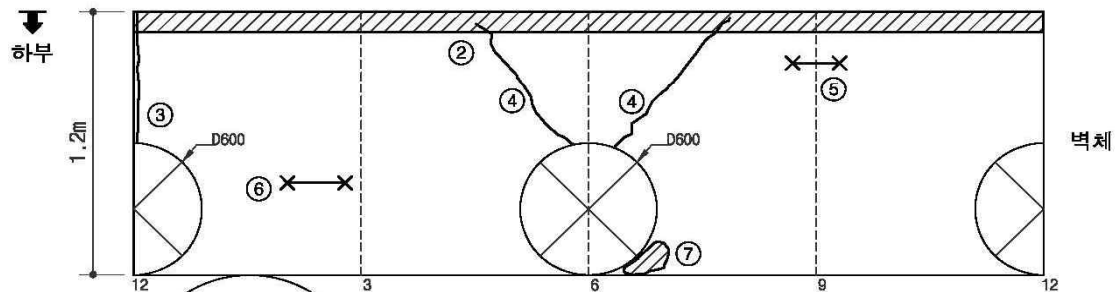
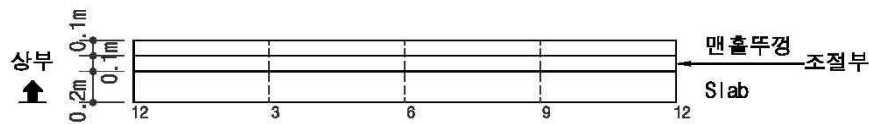


포장부

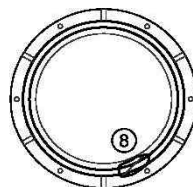
한남대교
방향



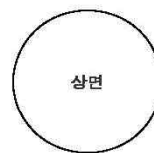
신당역
방향



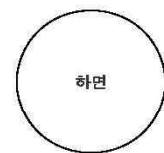
바닥



FRAME



상면



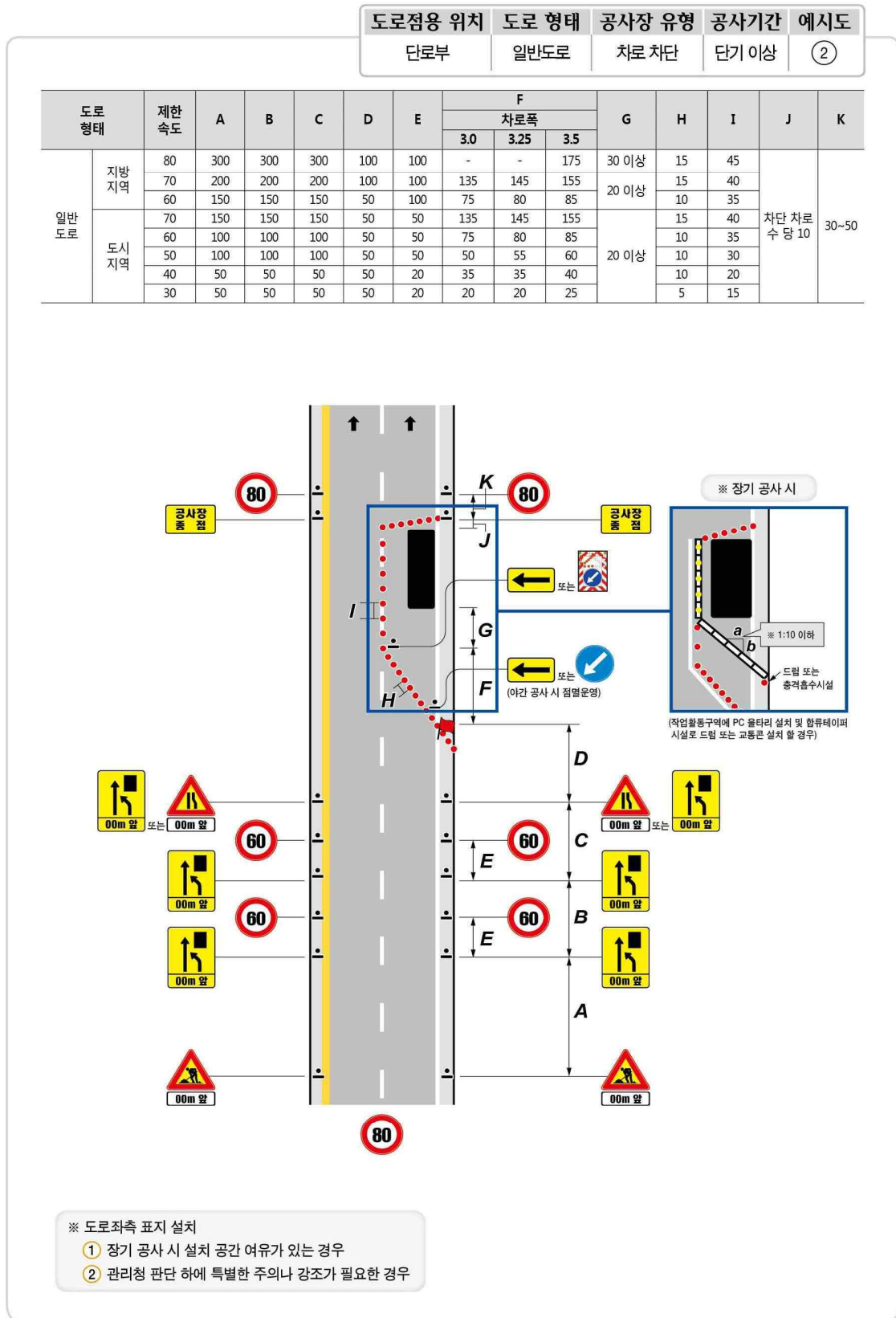
하면

COVER

[손상분량 집계표]

손상번호	손 상 내 용	손상분량	비 고	손상번호	손 상 내 용	손상분량	비 고
①	이격 0.3 X 4.0	1.2m ²		⑥	철근노출 L=0.05	0.1m	
②	이격 5 X 7.5	7.5m		⑦	물탈들림 0.3 X 0.3	0.1m ²	
③	균열 0.5 X 0.5	0.5m		⑧	틀 파손	0.1m	
④	균열 0.3 X 0.4 X 2EA	0.8m					
⑤	철근노출 L=0.1	0.1m					

〈부록 6〉 교통관리 예시도



※ 출처 : 도로공사장 교통관리지침(국토교통부 2012.09)

〈부록 7〉 맨홀정비 품질시험항목 및 기준(도로공사표준시방서, 2016)

1. 시멘트 콘크리트

항 목	시험기준	기 준	비고
압축강도	KS F 2405	21 MPa 이상 (개방시간 기준)	3개/1조, $\phi 100 \times 200$ mm, 28일강도 45MPa
		35 MPa 이상 (1일 f28 80%)	
휨강도	KS F 2408	3.15 MPa 이상 (개방시간 기준)	3개/1조, 100×100×400mm
		f28 4.5 MPa 이상	
부착강도	KS F 2762	1.4 MPa (개방시간 기준)	3개/1조
건조수축	KS F 2424	0.15% 이하 (타설 2시간부터 7일)	3개/1조 모르타르 시험, 기건양생
염소이온침투저항성	KS F 2711	2,000 C 이하 (7일 양생)	2개/조
동결융해저항성	KS F 2456	80% 이상	A법, 2개/1조, 300사이클 기준
응결시간	KS L 5103	초결 : 7분 이내 종결 : 15분 이내	
팽창률	ASTM C 1012	0.05 이하	

2. 아스팔트 콘크리트

구 분	단 위	표층		기층
		WC-1 ~ 4	WC-5 ~ 6	BB-1 ~ 4
안 정 도	N	7500(5000) 이상	6000 이상	5000(3500) 이상
흐 림 값	1/100cm	20~40	15~40	10 ~ 40
공 극 률	%	3~6	3~5	4 ~ 6
포 화 도	%	65~80	70~85	60 ~ 75
다짐회수	회	양면 75(50)	양면 75(50)	양면 75(50)
다 짐 도	%	96 ~ 100		

주) 1. 대형차 교통량 1일 1방향 1,000대 이상, 또는 20년 설계 ESAL $> 10^7$ 인 경우인 중교통 도로 포장에서는 마샬다짐 양면 각 75회를 사용한다. 그 이하의 교통량에서는 마샬다짐 양면 각 50회를 사용하며 이 경우 품질기준은 ()의 기준을 적용한다.

〈부록 8〉 맨홀정비공사 절차

업 무 내 용	시 기	기 관
맨홀정비계획 수립	매년 1월말까지	도로관리청
↓		
불량맨홀 점검 실시 (필요시 합동조사)	3월, 7월	도로관리청, 관리기관
↓		
불량맨홀에 대한 정비요청	4월, 8월	관리기관 → 도로관리청
↓		
도로관리청에 위임된 불량맨홀 정비 관리기관 자체정비완료	상반기 7월 하반기 11월	도로관리청, 관리기관
↓		
맨홀 정비비용 산출, 통보 및 고지서 발부	7월 말, 12월 중순까지	도로관리청 → 관리기관
↓		
정비비용 납부	고지서 발부 후 15일 이내	관리기관
↓		
추가정비로 인한 부족액	청구 후 2개월 이내 납부	관리기관

〈부록 9〉 맨홀내부 보수보강공법

1. 비굴착공법 개요

가. CIPP(Cured-In-Place Pipes) 라이닝 공법

맨홀 라이닝 공법은 구조적인 결함을 갖고 있는 맨홀의 기능을 회복시킬 수 있고 입구에서부터 바닥까지 일체화된 시공을 할 수 있다는 장점이 있다. 또한 라이너의 구조적인 특성을 강화하기 위하여 허리부분에 보강재를 적용하거나 수지를 함침시킨 라이너가 아닌 라이닝 재료와 뒷채움재를 별도로 제작하여 현장에서 함침과 경화가 동시에 일어나게 하는 방법 등 응용이 가능하다.



라이닝 제작 및 함침



라이닝 삽입



공기를 이용한 라이닝 경화 및 양생



라이닝 경화 후 내부 전경

〈터영공법의 개요〉

현재 우리나라에서 맨홀 라이닝으로 특허나 신기술을 출원한 업체는 없으나, 하수관 비굴착 전체보수 공법(터영공법, 환경신기술 제371호)으로 본관과 맨홀의 일체화 라이닝 신기술을 가진 (주)로터스지이오가 있으며 공법의 개요는 위의 그림과 같다.

나. 현장타설 라이닝 공법

현장타설 라이닝은 맨홀 벽체에 판넬을 고정하고 벽면과 판넬 사이에 콘크리트 또는 시멘트 모르타르를 주입하는 공법으로 맨홀 전체적으로 하거나 부분적으로 보수할 수 있다. 다른 공법에 비해 시공이 편리한 장점이 있으나 부식 방지대책이 필요하고 근본적인 대책이 아니므로 수명이 짧은 단점이 있다.



맨홀 내부 거꾸집 설치



콘크리트 라이닝 설치 전경

〈현장타설 라이닝 개요〉

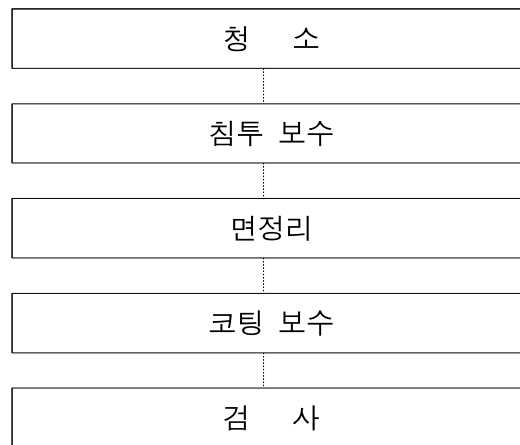
다. 코팅 공법

맨홀 코팅은 크게 재료에 따라 시멘트계와 폴리머계로 구분할 수 있으며 구조적 결함 보수, 침투의 제거, 부식 예방 등을 위해서는 일체화된 코팅이 요구된다. 다음은 최적의 재료 및 공법 선택에 고려 사항이다.

- 접근성
- 작업가능 시간
- 현재와 미래의 부식 조건

- 구조적인 결함 상태
- 침투 상태

또한 현재 구조적인 상태와 사용가능한 재료관련 특성을 이해하는 것이 필요하며, 적용 공법 선택은 많은 보수방안이 있어 복잡하지만 재료의 유형, 시공 성능 및 기능 등에 의해 결정할 수 있다. 맨홀 코팅 시공 순서는 모든 공법이 동일하며 다음과 같다.



〈코팅공법의 시공순서〉



에폭시 코팅



우레탄 코팅

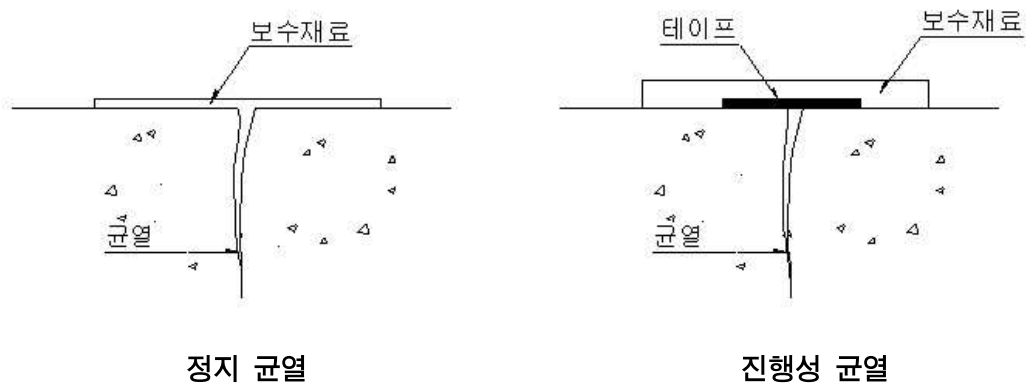
〈맨홀 코팅 공법 예시〉

2. 균열보수공법

가. 표면처리공법

미세한 균열(일반적으로 폭 0.2mm이하)위에 도막을 구성하여 방수성, 내구성을 향상시킬 목적으로 행하는 공법으로 균열부분만을 피복하는 방법과 전면을 피복하는 방법이 있다.

이 공법은 균열 내부의 공극 충전이 불가능하며 진행성 균열에 대해서는 대처가 어렵다는 단점이 있다. 또한 피복재의 두께가 얇으므로 시간에 따른 열화에 대해서는 주의해야 할 필요가 있다.



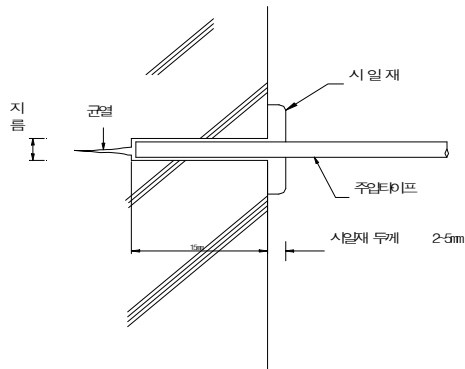
〈표면처리공법 개요도〉

시공에 있어서는 우선 콘크리트 표면을 wire brush 등으로 문질러 거칠게 함과 동시에 표면의 부착물을 제거하고 물세척 등으로 청소한 후 충분히 건조시킨다. 이어서 콘크리트 표면의 기공 등을 putty의 수지로 충전하고 그 뒤 적절한 보수재료로 균열부분을 씌운다. 이 공법은 균열표면의 보수 시 피복재의 두께가 작으므로 특별한 주의가 필요하다. 또 보수재료에 따라서는 마무리재료와 접착력이 적은 것, 색상 차, 얼룩 등이 생기기 쉬운 것도 있으므로 이 점에 주의해야 한다.

나. 주입공법

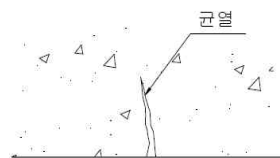
이 공법은 균열에 수지계 혹은 시멘트계의 재료를 주입하여 방수성, 내구성을 향상시키는 것으로 콘크리트 구조물의 응력상 지장이 없는 부분의 균열진행을 방지하고

콘크리트 구조물의 일체화를 도모하기 위하여 균열부에 주로 에폭시계 수지를 주입하여 보수하는 공법이다.

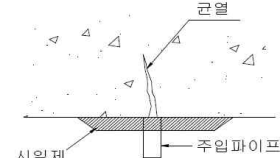


균열 폭(mm)	파이프 간격(mm)
0.3 이하	50 ~ 100
0.3 ~ 0.5	100 ~ 200
0.5 ~ 1.0	150 ~ 250
1.0 이하	200 ~ 300

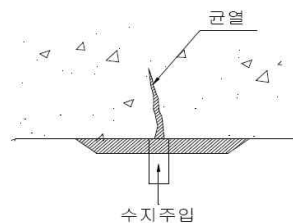
〈주입공법 개요도〉



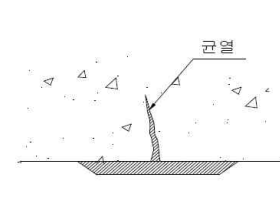
① 균열부위 청소



② 주입파이프 설치



③ 주입



④ 파이프, 실링재 제거

〈주입공법 시공순서〉

Epoxy수지 주입공법의 채용에 있어서는 시공시기에 따른 주입시간 및 균열 폭에 적당한 점도를 갖는 재료를 선정하는 일이 중요하다. Epoxy수지의 점도에 따라서 균열에 충분히 주입할 수 없는 경우가 있으므로 주의를 요한다. Epoxy수지에 대해 용제량을 많게 하는 것은 점성을 작게 하고 시공을 용이하게 하나, 접착력의 저하를 가져와 소기의 목적달성을 못하는 수가 있으니 주의해야만 한다.

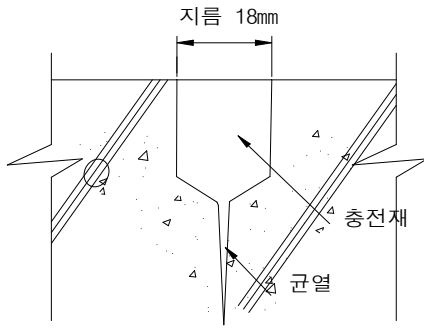
진행성 균열에 대해서는 Epoxy수지의 변형이 문제가 된다. 일반적으로 사용되고 있는 Epoxy수지의 변형량은 2%정도로 이와 같은 재료를 사용하면 보수한 균열부근에 새로운 균열이 발생하는 수가 많다. 따라서 진행성 균열에 대해서는 가소성의 Epoxy수지를 사용하거나 충전공법의 채용을 검토할 필요가 있다.

다. 충전공법

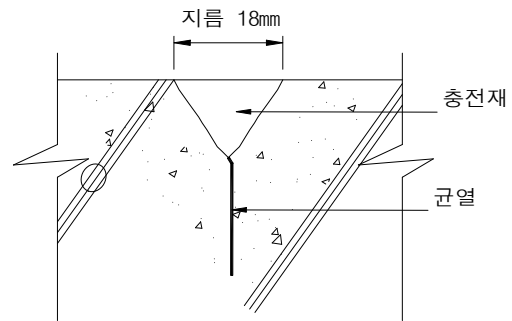
0.5mm 이상의 비교적 큰 폭의 균열보수에 적당한 공법으로 균열을 따라 콘크리트를 cut하고 그 부분에 보수재를 충전하는 방법이다. 이 공법은 철근이 부식하지 않은 경우와 철근이 부식된 경우의 보수방법이 다르다.

○ 철근이 부식하지 않은 경우

다음 그림과 같이 균열을 따라서 약 10mm폭으로 콘크리트를 U형 또는 V형으로 cut한 부분에 sealing재, 가소성 epoxy 수지 및 polymer cement mortar 등을 충전해 균열을 보수한다. U형으로 cut할 경우에는 균열을 중심으로 양쪽에 cutter로 판 후 그 사이의 콘크리트를 떼어내는 방법으로 실시된다. 이에 반해 V형으로 cut하는 방법으로서 최근에는 원추형의 다이아몬드 bit를 전동 drill의 앞에 부착하여 균열을 따라서 cut하는 방법이 고안되고 있다. V형으로 cut하는 방법은 간단하나 polymer cement mortar를 충전할 경우에는 충전한 mortar의 박리·박락이 생기기 쉬우므로 U형 cut를 채용하는 것이 바람직하다.



(a) U 형

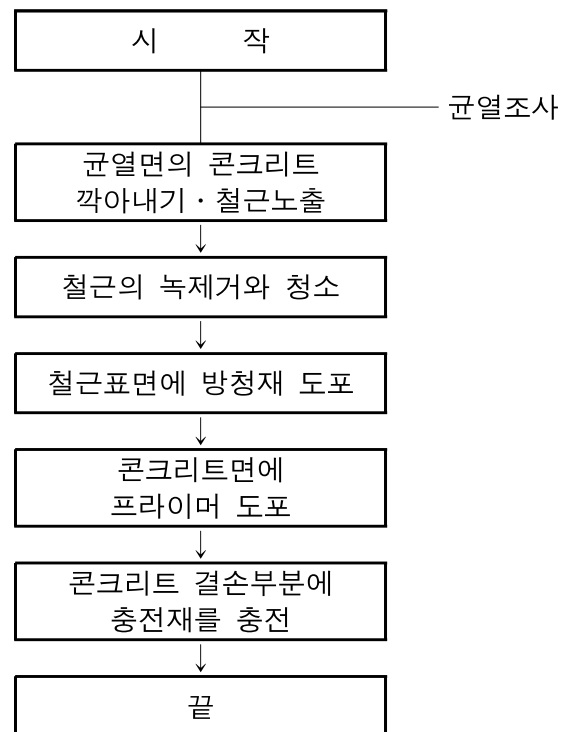
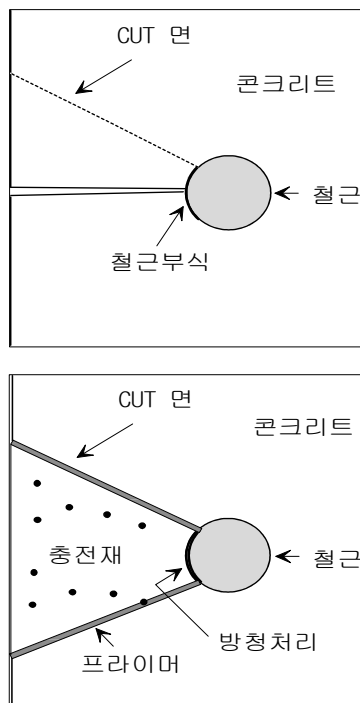


(b) V 형

〈철근이 부식하지 않은 경우의 충전공법〉

○ 철근이 부식된 경우

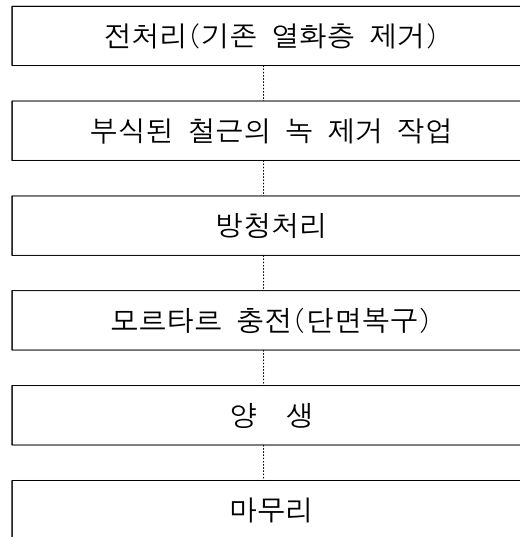
철근이 녹슬고 부식된 부분을 충분히 처리할 수 있을 정도로 콘크리트를 떼어내고 철근 녹을 부식 방지처리 실시 후 콘크리트면에 primer를 도포하고 polymer cement mortar 또는 epoxy 수지모르타르 등의 재료를 충전하는 방법이다.



〈철근이 부식된 경우의 충전공법〉

3. 단면복구공법

단면복구공법은 단면이 비교적 적은 경우의 보수에 사용되는 방법으로 보수에 적합한 강도로 혼합한 보수재를 붙여서 단면을 보수하는 공법이다. 시공 부위의 보수 재료의 선정을 엄밀히 검토해야 하며 시공순서는 다음과 같다.



〈단면복구공법의 시공순서〉

○ 전처리

열화부분과 들뜸 제거시에는 관찰되는 부분보다 더 여유를 주어 제거해야 보수 후의 또 다른 열화를 방지할 수 있다. 취약화 되어 있는 노출 콘크리트면, 모르타르면 등은 와이어브러싱을 한다.

○ 부식된 철근의 녹 제거 작업

표면처리를 통하여 노출시킨 부식된 철근의 녹은 완전히 제거하여야 하며 부식이 심하게 발생한 철근은 단면감소가 심할 경우 철근압접으로 보수하여야 한다.

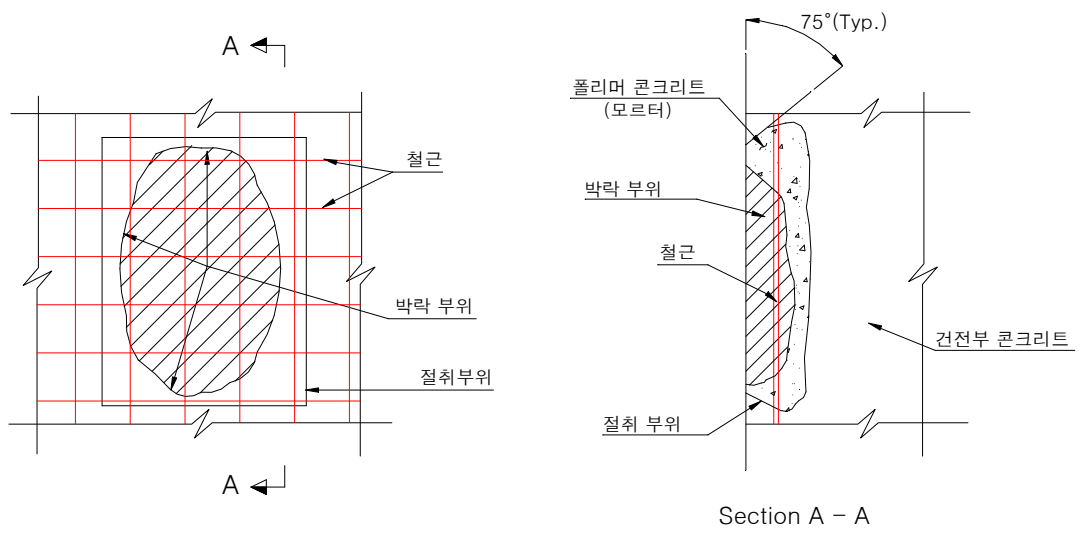
○ 방청처리

바탕처리를 한 후에는 콘크리트와 노출된 철근에 방청처리를 한다. 작업시에는 반드시 보호경과 장갑을 착용하여야 한다.

○ 모르타르 충전(단면복원)

열화된 콘크리트면의 제거한 부분에 모르타르를 충전하여 단면을 복원한다.

○ 타설 완료 후 최소 48시간동안 또는 제조자가 지정한 기간 연속 습윤 양생한다.



〈단면복구공법 상세도〉

부록 2

실태조사 맨홀 상태평가 결과

실 태 조 사 맨 홀 상 태 평 가 결 과 표

NO	설 치 위 치					맨 홀 중 류	규격	맨홀뚜껑 평가등급						높이조절부 평가등급	포장부 평가등급		맨홀내부 평가등급					종합평가			상태등급	
	관할구	노선명	지번	위치(주변상가,건물)	차(로)			외관상태	덜컹거림	표면마모	부식	기능작동	틀과 단차		손상	단차	표면손상	파손	균열	침입수	뿌리침입	맨홀뚜껑	높이조절부	포장부	맨홀상부	맨홀내부
1	종로구	종로	종로2가 71-2	지오다노 앞 코너(종로빌딩)	3차선	가스	918	a	a	a	c	a	e	a	c	e	a	a	a	a	a	e	a	e	E	A
2	종로구	세문안로	신문로2가 19-1	예성부동산앞(VM00587)	3차선	가스	918	e	a	a	c	a	c	a	c	e	a	a	a	a	a	e	a	e	E	A
3	종로구	청계천로	49	올리브영	4차로	통신	765	a	a	a	c	a	c	b	c	c	a	a	a	a	a	c	b	c	C	A
4	종로구	세문안로	76	금오아시아나 메인타워	4차로	통신	765	a	a	a	c	a	e	b	c	e	c	b	a	a	a	e	b	e	E	C
5	종로구	대학로	101	서울대병원 입구	1차로	통신	758	a	a	e	c	a	e	b	c	c	a	b	a	a	a	e	b	c	E	B
6	종로구	세문안로	41	경찰박물관	4차로	통신	765	a	a	a	c	a	e	b	c	e	a	a	a	a	b	e	b	e	E	B
7	중구	을지로	152	대정화악 앞	3차로	통신	918	e	a	a	c	a	a	b	c	a	c	b	d	a	a	e	b	c	E	D
8	중구	다산로	225	서울부동산	3차선	하수도	648	a	a	a	c	a	a	a	c	a	c	a	a	a	a	c	a	c	C	C
9	중구	다산로	225	윙플러스	3차선	하수도	648	a	a	a	c	a	c	-	c	e	d	b	d	a	a	c	-	e	E	D
10	중구	다산로	225	윙플러스	3차선	하수도	648	a	a	a	c	a	a	d	c	a	c	a	c	a	a	c	d	c	D	C
11	중구	다산로	223	늘봄약국	2차선	통신	918	a	a	a	c	a	c	d	c	a	a	a	a	a	a	c	d	c	D	A
12	중구	다산로	175	바우미우동물병원	3차선	하수도	648	a	a	a	c	a	a	-	c	a	a	b	c	a	a	c	-	c	C	C
13	중구	다산로	153	쥬커피	3차선	하수도	648	a	a	a	c	a	a	b	c	a	a	b	c	a	a	c	b	c	C	C
14	중구	다산로	135	함풍냉면	3차선	하수도	648	e	a	a	c	a	e	a	c	e	c	a	d	a	a	e	a	e	E	D
15	중구	다산로	113	삼성3119구조단	2차선	하수도	648	e	a	c	c	a	e	-	c	a	c	a	d	a	a	e	-	c	E	D
16	중구	다산로	59	위닉스	2차선	하수도	648	a	a	a	c	a	a	-	c	e	c	b	d	a	a	c	-	e	E	D
17	중구	다산로	59	위닉스	2차선	상수도	648	a	a	a	c	a	e	a	e	e	a	b	a	a	a	e	a	e	E	B
18	중구	다산로	136	세계과자	2차선	하수도	648	a	a	a	c	a	c	a	c	e	d	c	a	a	a	c	a	e	E	D
19	중구	다산로	162	약수빌딩	2차선	하수도	648	a	a	a	c	a	a	b	c	e	d	c	d	a	a	c	b	e	E	D
20	중구	다산로	180	아름다운나라	2차선	하수도	648	e	a	a	c	a	e	a	c	e	c	c	d	a	a	e	a	e	E	D
21	중구	다산로	214	신성약국	2차선	하수도	648	a	a	a	c	a	c	a	c	e	a	b	d	a	a	c	a	e	E	D
22	중구	다산로	242	신당동주유소	2차선	하수도	648	a	a	a	c	a	e	a	c	e	a	a	d	a	a	e	a	e	E	D
23	중구	퇴계로	447	우리농산물	3차로	하수도	648	a	a	a	c	a	a	a	c	e	c	b	a	a	a	c	a	e	E	C
24	중구	퇴계로	447	파리바게트	3차로	하수도	648	a	a	a	c	a	c	a	c	e	a	b	a	a	a	c	a	e	E	B
25	중구	퇴계로	421	진영이커피	3차로	하수도	648	a	a	a	c	a	e	b	c	e	a	a	a	a	a	e	b	e	E	A
26	중구	퇴계로	263	복지모터스	3차로	하수도	648	a	a	a	c	a	a	a	c	e	d	c	d	a	a	c	a	e	E	D
27	중구	퇴계로	253	스피드플라자	3차로	하수도	648	e	e	a	c	a	a	a	c	a	b	a	a	a	a	e	a	c	E	B
28	중구	다산로	151	cu편의점 앞	3차로	하수도	648	a	a	a	c	a	a	a	c	e	d	c	d	a	a	c	a	e	E	D
29	중구	다산로	43	버티고개역 1번출구	2차로	하수도	645	a	a	a	c	a	e	a	c	a	b	a	a	a	a	e	a	c	E	B
30	용산구	유엔빌리지길	11	주)찬협도시건축	2차로	소화전	648	a	a	a	c	a	a	-	c	e	b	a	a	a	a	c	-	e	E	B
31	용산구	이태원로	29	전쟁기념관	4차로	통신	762	a	a	a	c	a	a	b	c	e	c	a	a	a	a	c	b	e	E	C
32	성북구	종암로	13	고려대역3번출구 건너	3차로	통신	918	e	a	a	c	a	c	b	c	e	c	b	a	a	a	e	b	e	E	C
33	성북구	인촌로	76	안암동5가 횡단보도 옆	2차로	통신	766	a	e	a	c	a	c	a	c	e	a	a	a	a	a	e	a	e	E	A
34	성북구	정릉로	364	돈암동 갈비명가(3)	3차로	통신	918	e	a	a	c	a	a	a	c	a	c	a	a	a	a	e	a	c	E	C
35	성북구	정릉로	364	돈암동 갈비명가(4)	3차로	통신	918	a	a	a	c	a	a	-	e	e	c	a	a	a	a	c	-	e	E	C
36	성북구	월계로	61	창문여중교	4차로	통신	918	a	a	a	c	a	a	b	c	a	a	a	a	a	a	c	b	c	C	A
37	성북구	동소문로	281	고려빌딩건너(1)	2차로	통신	918	a	e	a	c	a	a	a	e	e	c	c	a	a	a	e	a	e	E	C
38	성북구	정릉로	255-2	정릉동 마스터	6차로	하수도	648	a	a	a	c	a	a	a	e	e	a	a	a	a	a	c	a	e	E	A
39	성북구	종암로	18	두바이항공투어	3차로	통신	918	a	a	c	c	a	a	a	c	e	c	c	a	a	a	c	a	e	E	C
40	성북구	종암로	30길 6	타이어뱅크	1차로	통신	918	a	a	a	c	a	a	a	c	a	a	b	a	a	a	c	a	c	C	B
41	성북구	동소문로	179-1	성북성심병원	2차로	상수도	648	a	a	e	c	a	a	b	c	e	a	a	a	a	a	e	b	e	E	A
42	성북구	동소문로	179-1	성북성심병원	2차로	상수도	648	a	a	c	c	a	a	b	c	e	a	a	a	a	a	c	b	e	E	A
43	성북구	동소문로	179-1	성북성심병원	2차로	상수도	648	a	a	c	c	a	c	b	e	e	a	a	a	a	a	c	b	e	E	A
44	성북구	돈암동 풍천사길	7	돈암2동 주민센터	1차로	하수도	648	a	e	e	c	a	a	a	c	e	d	c	a	c	a	e	a	e	E	D
45	성북구	정릉로	634	갈비명가	3차로	하수도	648	a	a	a	c	a	a	b	c	e	a	a	a	a	a	c	b	e	E	A
46	성북구	돈암1동	19-77	돈암삼성아파트	1차로	하수도	648	a	a	a	c	a	c	d	c	e	a	b	a	a	a	c	d	e	E	B

실 태 조 사 맨 홀 상 태 평 가 결 과 표

NO	설 치 위 치					맨 홀 중 류	규격	맨홀뚜껑 평가등급					높이조절부 평가등급	포장부 평가등급			맨홀내부 평가등급					종합평가			상태등급	
	관할구	노선명	지번	위치(주변상가,건물)	차(로)			외관상태	덜컹거림	표면마모	부식	기능작동		틀과 단차	조절부 손상	손상	단차	표면손상	파손	균열	침입수	뿌리침입	맨홀뚜껑	높이조절부	포장부	맨홀상부
47	성북구	안암동5가	126-28	화정체육관 뒤	1차로	하수도	648	a	e	c	c	a	a	a	c	e	a	b	c	a	a	e	a	e	E	C
48	성북구	안암동5가	126-39	안암레미안아파트 입구	1차로	하수도	648	a	a	c	c	a	a	b	c	e	a	b	c	a	a	c	b	e	E	C
49	강북구	4.19로	109	세인트블랙	1차로	하수도	648	a	a	a	c	a	a	d	a	e	a	b	a	a	a	c	d	e	E	B
50	강북구	삼양로54길	2	이조해장국감자탕	4차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	-	c	e	a	b	a	a	a	c	-	e	E	B
51	강북구	삼양로53길	미아동 834-9	박경미미용실	이면도로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	d	c	e	a	c	a	a	a	c	d	e	E	C
52	강북구	삼양로	16-4	농협창학관	1차로	상수도	648	a	a	a	c	a	c	-	c	e	a	a	b	a	a	c	-	e	E	B
53	강북구	4.19로	279-3	파리바게트앞	4차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	-	c	e	a	a	a	a	a	c	-	e	E	A
54	강북구	오현로	179	청화어린이집	1차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	b	c	e	a	a	a	a	a	c	b	e	E	A
55	강북구	솔매로	22가길45	다우화이트빌	이면도로	소화전	648	a	a	a	c	a	a	-	c	e	a	a	a	a	a	c	-	e	E	A
56	강북구	오현로	194	강북동물병원	1차로	하수도	648	a	a	a	c	a	c	b	e	e	a	a	a	a	a	c	b	e	E	A
57	강북구	덕릉로	94	홍삼플러스(1)	2차로	상수도	648	a	a	a	c	a	c	b	e	e	a	b	a	a	a	c	b	e	E	B
58	강북구	덕릉로	94	홍삼플러스(2)	2차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	a	c	a	a	a	a	a	a	c	a	c	C	A
59	강북구	한천로	1102	수유동 고려학원	1차로	통신	918	a	a	a	c	a	a	a	c	a	c	a	a	a	a	c	a	c	C	C
60	강북구	4.19로	2	수유동 파리바게트	2차로	하수도	648	e	a	a	c	a	a	a	c	e	c	b	a	a	a	e	a	e	E	C
61	강북구	인수봉로	151	수유동 세븐일레븐(2)	1차로	하수도	766	a	a	a	c	a	a	-	c	c	a	b	c	a	a	c	-	c	C	C
62	강북구	인수봉로	128	수유동 예화여고 옆(1)	2차로	하수도	648	a	a	a	c	a	c	-	e	e	c	b	a	a	a	c	-	e	E	C
63	강북구	솔섬로	232	미아동 T월드(1)	1차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	-	c	e	a	a	a	a	a	c	-	e	E	A
64	강북구	솔섬로	232	미아동 T월드(2)	2차로	하수도	648	a	a	a	c	a	c	a	c	e	a	b	a	a	a	c	a	e	E	B
65	강북구	월계로	61	래미안A 126동 건너	4차로	통신	918	a	a	a	c	a	a	b	c	a	a	b	a	a	a	c	b	c	C	B
66	강북구	월계로	33	편백나무침대가구	4차로	통신	918	a	a	a	c	a	c	b	e	a	a	a	a	a	a	c	b	e	E	A
67	강북구	오현로	194	BBQ 앞	이면도로	하수도	648	e	a	a	c	a	c	d	c	e	d	c	d	a	a	e	d	e	E	D
68	강북구	오현로	134	창원아파트	1차로	하수도	648	a	a	a	c	a	c	a	c	e	a	a	a	a	a	c	a	e	E	A
69	강북구	삼양로	867-61	이조해장국감자탕	1차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	-	c	e	b	a	a	a	a	c	-	e	E	B
70	강북구	삼양로	313	동원주유소	1차로	하수도	648	e	a	a	c	a	a	a	e	e	a	b	a	a	a	e	a	e	E	B
71	강북구	삼양로	313	동원주유소	1차로	상수도	648	a	a	a	c	a	c	-	c	c	a	d	a	a	a	c	-	c	C	D
72	강북구	솔섬로	232	미아동 T월드	1차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	-	c	e	a	d	d	a	a	c	-	e	E	D
73	강북구	미아동	887-8	강북SK북한산시티	1차로	하수도	648	a	a	a	c	a	c	a	c	e	a	b	c	a	a	c	a	e	E	C
74	도봉구	마들로	624	버스정류장	3차로	하수도	648	a	a	a	c	a	c	a	c	e	a	a	a	a	a	c	a	e	E	A
75	도봉구	마들로	624	대상타운상가	4차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	a	c	a	a	a	a	a	a	c	a	c	C	A
76	도봉구	도봉로	927	칸투칸	4차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	-	c	a	a	a	b	a	a	c	-	c	C	B
77	도봉구	도봉로	749	먹거리뷔페(2)	3차로	통신	918	a	a	a	c	a	a	a	c	a	c	c	a	a	a	c	a	c	C	C
78	도봉구	도봉로	623-66	평강모터스앞	1차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	-	c	a	a	a	a	a	a	c	-	c	C	A
79	도봉구	도봉로	623-68	금석자동차앞	1차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	a	c	e	a	a	a	a	a	c	a	e	E	A
80	도봉구	방학로	101	송월타운(1)	3차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	a	e	e	a	a	a	a	a	c	a	e	E	A
81	도봉구	방학로	101	송월타운(2)	3차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	a	c	c	a	a	a	a	a	c	a	c	C	A
82	도봉구	해등로	156	센터플	2차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	a	c	e	a	c	a	a	a	c	a	e	E	C
83	도봉구	시루봉로	67	돈까스클럽	1차로	하수도	648	a	a	a	c	a	c	a	c	e	b	c	a	a	a	c	a	e	E	C
84	도봉구	시루봉로	1길 6	둘리뮤지엄(1)	1차로	전기	918	a	a	a	c	a	a	a	c	e	a	a	a	a	a	c	a	e	E	A
85	도봉구	시루봉로	1길 6	둘리뮤지엄(2)	1차로	전기	918	a	a	a	c	a	a	-	c	c	a	a	a	a	a	c	-	c	C	A
86	도봉구	덕릉로	315	창릉 도봉문화정보도서관 옆 육교	2차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	a	c	a	a	a	a	a	a	c	a	c	C	A
87	도봉구	방학로	286	방학동 서소문교회 수양관입구	1차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	b	e	a	a	a	a	a	a	c	b	e	E	A
88	도봉구	해등로	198	안경나라	1차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	-	c	c	a	c	c	a	a	c	-	c	C	C
89	도봉구	도봉로 154길	7	평강모터스앞	1차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	-	c	a	a	c	b	a	a	c	-	c	C	C
90	도봉구	미들로	624	대상타운상가	1차로	하수도	648	a	a	a	c	a	a	a	e	e	a	b	c	a	a	c	a	e	E	C
91	도봉구	미들로	604	대상아파트 107동 옆	1차로	하수도	648	a	a	a	c	a	a	a	e	e	c	b	a	a	a	c	a	e	E	C
92	도봉구	시루봉로	67	돈까스클럽	1차로	하수도	648	a	a	e	c	a	e	a	c	e	c	b	a	a	a	e	a	e	E	C

실 태 조 사 맨 홀 상 태 평 가 결 과 표

NO	설 치 위 치					맨 홀 중 류	규격	맨홀뚜껑 평가등급						높이조절부 평가등급	포장부 평가등급		맨홀내부 평가등급					종합평가			상태등급		
	관할구	노선명	지번	위치(주변상가,건물)	차(로)			외관상태	덜컹거림	표면마모	부식	기능작동	틀과 단차		손상	단차	표면손상	파손	균열	침입수	뿌리침입	맨홀뚜껑	높이조절부	포장부	맨홀상부	맨홀내부	
93	도봉구	쌍문동	361-12	덕성여대 국제기숙사 옆	1차로	하수도	648	a	a	e	c	a	c	a	c	e	a	c	a	a	a	e	a	e	E	C	
94	도봉구	쌍문동	361-12	덕성여대 국제기숙사 옆	1차로	소화전	648	a	a	a	c	a	a	-	c	e	b	a	a	a	a	c	-	e	E	B	
95	도봉구	해동로	373	청한빌라 앞	1차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	a	c	e	a	a	a	a	a	c	a	e	E	A	
96	노원구	노원로	451	명주한의원	1차로	상수도	648	a	a	a	c	a	c	-	c	e	b	b	a	a	a	c	-	e	E	B	
97	노원구	노해로	517	고려삼계탕(1)	3차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	a	c	a	c	b	a	a	a	c	a	c	C	C	
98	노원구	노해로	517	고려삼계탕(2)	3차로	하수도	648	a	a	a	c	a	a	-	c	e	b	a	a	a	a	c	-	e	E	B	
99	노원구	동일로	992	세븐일레븐	3차로	상수도	648	a	a	a	c	a	c	a	c	a	c	e	a	a	a	c	a	c	C	E	
100	노원구	동일로	207길18	중계역 3번출구 옆(1)	1차로	통신	918	a	a	a	c	a	a	a	e	a	a	a	a	a	a	c	a	e	E	A	
101	노원구	동일로	207길18	중계역 3번출구 옆(2)	1차로	통신	918	a	a	a	c	a	a	a	c	a	a	a	a	a	a	c	a	c	C	A	
102	노원구	동일로	208길19	중계무지개 203동 앞(1)	4차로	하수도	648	a	a	a	c	a	c	a	c	e	a	b	c	a	a	c	a	e	E	C	
103	노원구	동일로	208길19	중계무지개 203동 앞(2)	4차로	하수도	648	a	a	a	c	a	a	a	c	e	a	a	c	a	a	c	a	e	E	C	
104	노원구		8길16	벽산A 103동 앞(2)	1차로	전기	918	a	a	a	c	a	a	b	c	a	a	a	a	a	a	c	b	c	C	A	
105	노원구	한글비석로	8길16	벽산A 103동 앞(3)	2차로	전기	919	a	a	a	c	a	a	a	c	a	a	a	a	a	a	c	a	c	C	A	
106	노원구	동일로241가길	52	현대슈퍼	1차로	상수도	648	a	a	a	c	a	c	-	c	e	b	b	a	a	a	c	-	e	E	B	
107	노원구	동일로239나길	31	상복수아파트	1차로	하수도	600	a	a	a	c	a	a	a	c	e	d	b	d	a	a	c	a	e	E	D	
108	노원구	한글비석로	585	노원성당	1차로	하수도	648	a	a	a	c	a	c	b	c	c	a	b	a	a	a	c	b	c	C	B	
109	노원구	노해로	517	고전삼계탕 앞	3차로	하수도	645	e	a	a	c	a	c	d	c	e	a	a	a	a	a	e	d	e	E	A	
110	은평구	연서로	244	하나은행	1차로	하수도	766	e	a	a	c	a	a	a	e	e	a	a	a	a	a	e	a	e	E	A	
111	은평구	연서로	252	총각사랑	2차로	하수도	648	a	a	a	c	a	a	a	a	e	a	a	a	a	a	c	a	e	E	A	
112	은평구	연서로	282	국민은행	2차로	하수도	648	a	a	a	c	a	a	a	c	e	a	a	a	a	a	c	a	e	E	A	
113	은평구	통일로	84-115	고운선대각선	동명여고교차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	a	e	a	c	a	a	a	a	c	a	e	E	C	
114	은평구	통일로	84-116	고운선대각선	동명여고교차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	b	c	a	a	a	a	a	a	c	b	c	C	A	
115	은평구	용암로28길	37-1	용암로28길 37-1 앞	이면도로	하수도	648	a	a	a	c	a	c	a	c	e	a	b	a	a	a	c	a	e	E	B	
116	은평구	용암로28길	40	용암로28길 40 앞	이면도로	상수도	648	a	a	a	c	a	c	b	c	e	c	c	a	a	a	c	b	e	E	C	
117	마포구	월드컵북로	434	횡단보도	4차선	하수도	766	a	a	a	c	a	e	a	c	e	a	a	a	a	a	e	a	e	E	A	
118	마포구	월드컵북로	487	버스정류장	4차로	하수도	648	a	a	a	c	a	a	a	c	e	a	b	b	a	a	c	a	e	E	B	
119	마포구	월드컵북로56길	상암동 1596	횡단보도	1차로	하수도	648	a	a	a	c	a	a	b	c	e	a	a	a	a	a	c	b	e	E	A	
120	마포구	월드컵북로56길	상암동 1594	우리기술빌딩 앞	2차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	b	e	a	a	a	a	a	a	c	b	e	E	A	
121	마포구	월드컵북로56길	상암동 1594	우리기술빌딩 앞	2차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	d	c	e	a	b	a	a	a	c	d	e	E	B	
122	양천구	목동중앙북로	607-53	SC은행 등촌로지점	2차로	상수도	800	a	a	a	c	a	a	-	c	a	a	a	a	a	b	a	c	-	c	C	B
123	양천구	목동중앙북로7나길	21	신세대미용실	이면도로	상수도	648	a	a	a	c	a	c	-	c	e	a	a	a	a	a	c	-	e	E	A	
124	양천구	오목로	47	오목로47월편(휴대폰)	3차로	상수도	648	e	a	a	c	a	c	-	e	c	a	c	a	a	a	e	-	e	E	C	
125	양천구	오목로	오목로182	(수인에어)	1차로	상수도	648	a	a	a	c	a	c	a	c	e	a	a	a	a	a	c	a	e	E	A	
126	양천구	오목로	오목로194	(짬뽕상회)	2차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	a	c	a	a	a	a	a	a	c	a	c	C	A	
127	양천구	오목로	217	오목안경	2차로	통신	918	a	a	a	c	a	e	a	a	e	a	a	a	a	a	e	a	e	E	A	
128	양천구	오목로	213-1	일레븐슈퍼		통신	918	a	a	a	c	a	c	a	c	a	a	a	a	a	a	c	a	c	C	A	
129	양천구	오목로	41길	13단지 1331동 앞	2차로	통신	직1호	a	a	a	c	a	c	a	c	a	a	a	a	a	a	c	a	c	C	A	
130	양천구	목동서로	291	제일월드빌오피스텔 앞	2차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	-	c	a	a	a	a	a	a	c	-	c	C	A	
131	양천구	중앙로	319	양강중교 건너편	1차로	상수도	648	a	a	a	c	a	c	-	c	a	a	c	a	a	a	c	-	c	C	C	
132	양천구	중앙로	319	양강중교 옆	2차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	-	c	c	a	a	a	a	b	c	-	c	C	B	
133	강서구	양천로	628	굿모닝치과	3차로	상수도	766	a	a	a	c	a	c	a	c	a	a	a	a	a	a	c	a	c	C	A	
134	강서구	양천로	646-28	서울염창초교		상수도	648	a	a	a	c	a	c	a	c	a	a	a	a	a	a	c	a	c	C	A	
135	강서구	공항대로	426	vip 빌딩 앞	3차로	상수도	648	a	e	a	c	a	a	-	c	a	a	a	a	a	a	e	-	c	E	A	
136	강서구	외발산동	426	메이필드호텔 입구	3차로	상수도	648	a	a	a	c	a	c	a	c	e	a	c	a	a	a	c	a	e	E	C	
137	강서구	공항대로	650	영림플딩도어	2차로	상수도	648	a	a	a	c	a	c	d	c	e	a	a	a	a	a	c	d	e	E	A	
138	강서구	공항대로	653-9	골든서울호텔 뒤	이면도로	소화전	648	a	a	a	c	a	a	-	c	a	a	b	a	a	a	c	-	c	C	B	

실 태 조 사 맨 홀 상 태 평 가 결 과 표

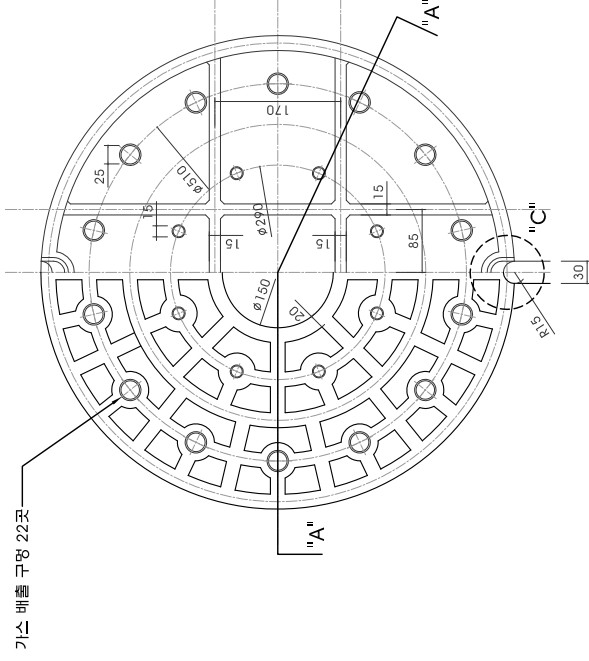
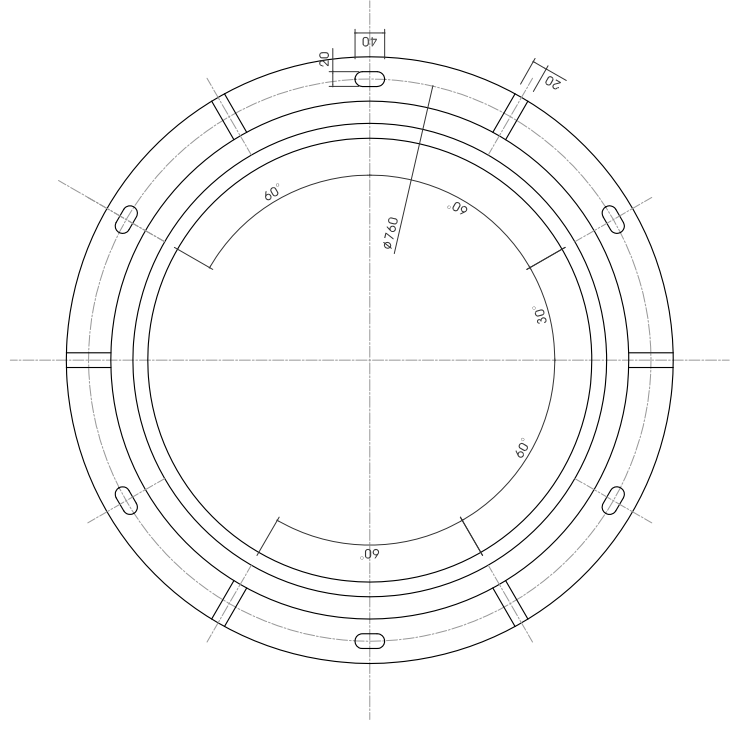
NO	설 치 위 치					맨 홀 중 류	규격	맨홀뚜껑 평가등급						높이조절부 평가등급	포장부 평가등급			맨홀내부 평가등급						종합평가			상태등급	
	관할구	노선명	지번	위치(주변상가,건물)	차(로)			외관상태	덜컹거림	표면마모	부식	기능작동	틀과 단차		손상	단차	표면손상	파손	균열	침입수	뿌리침입	맨홀뚜껑	높이조절부	포장부	맨홀상부	맨홀내부		
139	금천구	시흥대로	92길32	성락교회 교육관 앞	1차로	상수도	648	a	a	a	c	a	c	-	c	a	a	b	a	a	a	c	-	c	C	B		
140	금천구	시흥대로	870-18	소명생고기	4차로	가스	766	a	a	a	c	a	c	b	c	e	a	a	a	a	a	c	b	e	E	A		
141	금천구	독산로	194-4	김현우산부인과	2차로	가스	766	a	a	c	c	a	e	b	c	e	a	a	a	a	a	e	b	e	E	A		
142	금천구	금아로	840-8	왕돈가스	2차로	가스	766	a	a	a	c	a	a	a	c	e	a	a	a	a	a	c	a	e	E	A		
143	영등포구	여의대로6길	17	광작아파트A동 앞 도로변	2차로	방승	810	a	a	a	c	a	a	-	c	e	a	a	a	a	a	c	-	e	E	A		
144	영등포구	여의나루로	12	광창아파트1동 앞 사거리	4차로	방승	810	a	a	a	c	a	a	b	c	c	a	a	a	a	b	c	b	c	C	B		
145	영등포구	여의대방로69길	17	아이엠투자증권빌딩 앞 삼거리	2차로	방승	810	a	a	a	c	a	a	a	c	c	a	b	a	a	b	c	a	c	C	B		
146	영등포구	여의나루로	121	서울아파트1동 입구 앞	4차로	방승	810	a	a	a	c	a	a	b	c	e	a	a	a	a	b	c	b	e	E	B		
147	영등포구	신길로	214	선원가와인아파트	2차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	b	c	e	a	b	a	a	a	c	b	e	E	B		
148	영등포구	도신로	234	BYC앞	2차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	d	c	e	a	a	a	a	a	c	d	e	E	A		
149	영등포구	국제금융로7길	32	부자공인중개사 앞	1차로	하수도	756	a	a	a	c	a	a	a	c	e	c	a	a	a	a	c	a	e	E	C		
150	영등포구	국제금융로7길	15	삼부아파트 정문 앞	1차로	하수도	756	a	a	a	c	a	c	a	c	e	d	b	a	a	a	c	a	e	E	D		
151	영등포구	국제금융로7길	22	대교8상가 횡단보도	1차로	하수도	765	a	a	a	c	a	c	a	c	e	d	b	a	a	a	c	a	e	E	D		
152	영등포구	국제금융로7길	15	우리은행 앞	1차로	하수도	610	a	a	a	c	a	a	a	e	e	d	a	a	a	a	c	a	e	E	D		
153	영등포구	여의대방로	259	공군외관	4차로	하수도	648	e	a	a	c	a	a	a	e	e	a	d	d	a	a	e	a	e	E	D		
154	동작구	상도로15마길	33	놀이터 옆	이면도로	소화전	648	a	a	a	c	a	a	b	c	a	a	a	a	a	a	c	b	c	C	A		
155	동작구	상도로	181	상도동 370-2	3차로	통신	918	a	a	a	c	a	a	a	c	e	a	b	a	a	a	c	a	e	E	B		
156	동작구	여의대방로	286	대방동 341-4	우회차로	통신	918	e	a	a	c	a	a	b	e	a	a	b	a	a	a	e	b	e	E	B		
157	동작구	사당로	사당동1003-2	우리전기조명앞	2차로	상수도	648	e	a	a	c	a	a	b	c	e	a	a	a	a	a	e	b	e	E	A		
158	동작구	상도2동	363-142	sk텔레콤 앞	2차로	가스	828	a	e	a	c	a	a	a	c	e	a	a	a	a	a	e	a	e	E	A		
159	동작구	여의대방로	145	보라매역	1차로	하수도	648	a	a	a	c	a	c	b	e	e	a	a	d	a	a	c	b	e	E	D		
160	서초구	남부순환로	양재동 11-84	농협영등동곡지점	이면도로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	-	a	e	b	a	a	a	a	c	-	e	E	B		
161	서초구	강남대로	양재동 7-7	광정아파트	하면도로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	b	c	e	a	a	a	a	a	c	b	e	E	A		
162	서초구	반포동	87-1	청광아트빌라 앞	2차로	통신	사각	a	a	a	c	a	e	a	c	e	a	c	a	a	a	e	a	e	E	C		
163	서초구	방배동	2112	방배아이파트앞	2차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	b	c	a	a	a	a	a	a	c	b	c	C	A		
164	서초구	효령로23길	70	방배브라운	1차로	하수도	648	a	a	a	c	a	a	a	c	e	a	c	a	a	a	c	a	e	E	C		
165	서초구	서초대로16길	58	카페 SEE U BEAN	1차로	하수도	648	a	e	a	c	a	c	a	c	e	a	c	d	a	a	e	a	e	E	D		
166	서초구	방배중앙로7길	12	까지어린이공원	1차로	하수도	648	a	a	a	c	a	a	a	c	e	c	b	a	a	a	c	a	e	E	C		
167	서초구	남부순환로	2383	신흥초교 승강장 앞	3차로	가스	600	a	a	a	c	a	e	a	c	e	a	a	a	a	a	e	a	e	E	A		
168	서초구	남부순환로	2365	지하차도 입구	4차로	하수도	648	a	e	a	c	a	e	a	c	e	c	b	a	a	a	e	a	e	E	C		
169	서초구	동산로19길	4	삼성디지털프라자	하면도로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	a	c	e	a	a	a	a	a	c	a	e	E	A		
170	강남구	악동로	177	악동로 177(올리브영)	교차로	통신	766	e	a	a	c	a	a	b	c	e	a	c	a	a	a	e	b	e	E	C		
171	강남구	도산대로	156	도산대로 156(드림오피스)	4차로	통신	766	a	a	a	c	a	e	b	c	e	a	a	a	a	a	e	b	e	E	A		
172	강남구	도산대로	122	도산대로 122(망고)	4차로	통신	766	a	a	a	c	a	c	b	c	e	c	c	a	a	a	c	b	e	E	C		
173	강남구	남부순환로	2736	남부순환로2736(카페올로)	4차로	통신	766	a	a	a	c	a	c	b	c	e	a	a	a	a	b	c	b	e	E	B		
174	강남구	남부순환로	2912	남부순환로2912(신한은행)	4차로	통신	766	a	a	a	c	a	c	b	c	e	a	a	a	a	a	c	b	e	E	A		
175	강남구	남부순환로	대치동 500-3	남부순환로2911월린(아파트입구)	4차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	b	c	a	d	a	a	a	a	c	b	c	C	D		
176	강남구	남부순환로	대치동 500-3	남부순환로2917월린(우성9동앞)	4차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	a	c	e	d	a	a	a	b	c	a	e	E	D		
177	강남구	악동로	130	악동로 130(돔스)	3차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	a	c	e	a	a	a	a	a	c	a	e	E	A		
178	강남구	악동로	218	악동로 218(1번출구)	3차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	b	c	a	a	a	a	a	a	c	b	c	C	A		
179	강남구	남부순환로	2749	남부순환로2749	2차로	통신	766	a	a	a	c	a	c	a	c	e	a	a	a	a	a	c	a	e	E	A		
180	강남구	남부순환로	2653	남부순환로2653(춘천옥상가)	3차로	통신	766	a	a	a	c	a	c	b	c	e	a	a	a	a	a	c	b	e	E	A		
181	강남구	남부순환로	2645	남부순환로2645(현대자랑자)	3차로	통신	766	a	a	a	c	a	c	b	c	e	a	a	a	a	a	c	b	e	E	A		
182	강남구	남부순환로	2942	남부순환로2942(세븐일레븐)	4차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	b	c	e	c	a	a	a	a	c	b	e	E	C		
183	강남구	남부순환로	2704	남부순환로2704(횡단보도)	4차로	통신	766	a	a	a	c	a	e	b	c	e	a	a	a	a	a	e	b	e	E	A		
184	강남구	남부순환로	대치동 500-3	남부순환로2917월린(우성9동앞)	4차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	b	c	a	d	a	a	a	b	c	b	c	C	D		

실 태 조 사 맨 홀 상 태 평 가 결 과 표

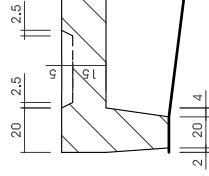
NO	설 치 위 치					맨 홀 종 류	규격	맨홀뚜껑 평가등급						높이조절부 평가등급	포장부 평가등급			맨홀내부 평가등급					종합평가			상태등급	
	관할구	노선명	지번	위치(주변상가,건물)	차(로)			외관상태	덜컹거림	표면마모	부식	기능작동	틀과 단차		손상	단차	표면손상	파손	균열	침입수	뿌리침입	맨홀뚜껑	높이조절부	포장부	맨홀상부	맨홀내부	
185	강남구	학동로	504	학동로 504(커피)	2차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	-	c	e	a	b	a	a	a	c	-	e	E	B	
186	강남구	학동로	516	학동로 516(이튼알렌)	3차로	상수도	648	a	a	a	c	a	e	a	c	e	a	a	a	a	a	e	a	e	E	A	
187	강남구	학동로	516	학동로 516(이튼알렌)	3차로	상수도	648	a	a	a	c	a	e	b	c	e	a	a	a	a	a	e	b	e	E	A	
188	강남구	남부순환로	2926	남부순환로2926(아성부동산)	4차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	b	c	c	a	a	a	a	b	c	b	c	C	B	
189	강남구	남부순환로	2915	남부순환로2915(청실)	3차로	소화전	648	a	a	a	c	a	c	b	c	e	a	a	a	a	a	c	b	e	E	A	
190	강남구	삼성로	삼성로 417	삼성로416월편	3차로	열공급	소형	a	a	a	c	a	a	a	c	e	a	a	a	a	a	c	a	e	E	A	
191	강남구	삼성로	416	삼성로416월편	3차로	열공급	소형	a	a	a	c	a	a	a	c	e	a	a	a	a	a	c	a	e	E	A	
192	강남구	학동로	106	학동로 106(영동가구)	3차로	하수도	648	a	a	a	c	a	c	b	c	e	a	a	a	a	a	c	b	e	E	A	
193	강남구	학동로	130	학동로 130(돔스)	3차로	하수도	648	e	a	a	c	a	a	a	c	e	d	e	d	a	a	e	a	e	E	E	
194	강남구	학동로	삼성동 2	학동로 405월편(서광101동)	1차로	전기	918	a	a	a	d	a	a	b	c	e	a	a	a	a	a	d	b	e	E	A	
195	강남구	학동로	삼성동 2	학동로 405월편(서광101동)	1차로	전기	918	a	a	a	d	a	c	a	c	e	a	a	a	a	a	d	a	e	E	A	
196	강남구	남부순환로	남부순환로 2926	남부순환로2921월편(맥도날드)	3차로	전기	918	a	a	a	c	a	c	b	c	e	a	a	a	a	a	c	b	e	E	A	
197	강남구	논현로	661	기린가구	6차로	통신	766	a	a	a	c	a	c	b	c	e	a	a	a	a	a	c	b	e	E	A	
198	강남구	압구정로	150	아이디병원 앞	6차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	b	c	e	a	a	a	a	b	c	b	e	E	B	
199	강남구	논현로 152길	10	삼영빌딩	이면도로	하수도	648	e	a	a	c	a	a	b	c	e	c	c	a	a	a	e	b	e	E	C	
200	강남구	학동로	157	모니카	3차로	상수도	648	a	a	a	c	a	c	b	c	e	a	c	a	a	a	c	b	e	E	C	
201	송파구	토성로	52	신한은행 앞	2차로	상수도	648	a	a	a	c	a	a	b	c	e	a	a	c	d	a	c	b	e	E	D	
202	송파구	오금로	125	유비빌딩 앞	6차로	통신	766	a	a	a	c	a	a	b	c	a	c	b	a	a	a	c	b	c	C	C	
203	송파구	오금로	113	까사미아 앞	6차로	통신	766	a	a	a	c	a	c	a	c	e	a	a	a	a	a	c	a	e	E	A	

부록 3

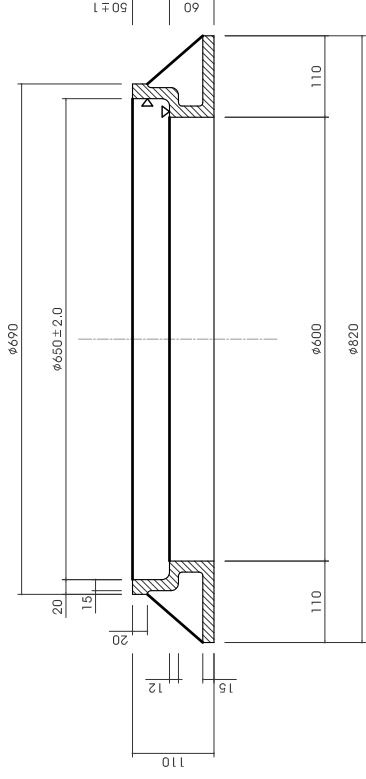
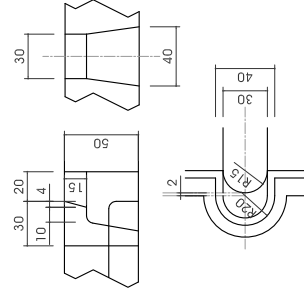
맨홀(작업구)뚜껑 및 틀 표준도



B부 상세



C부 상설



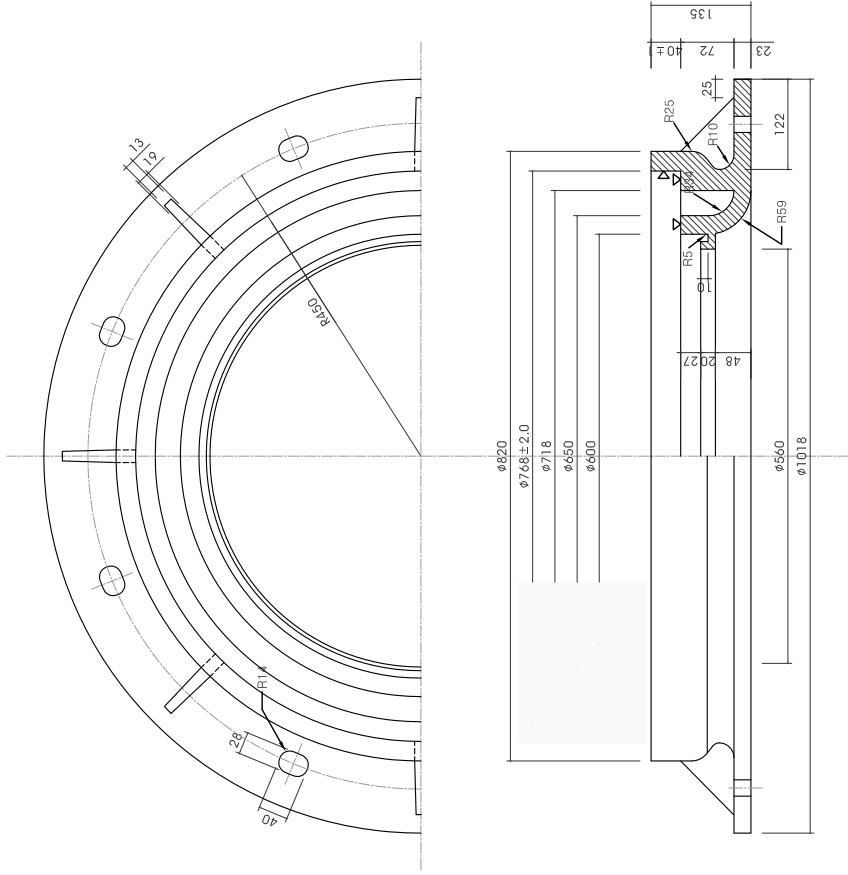
다만 "A-A"

구사영 주원미 소주강(Ø 648) 뚜껑

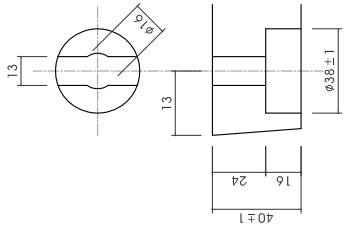
파리
648)
(~~0~~)
공
하
공
하
지
가
여
고
카
선
하
매
공
하
공
하
지
가

※NOTE : 철개 고정장치는 상세도면(A09)참조

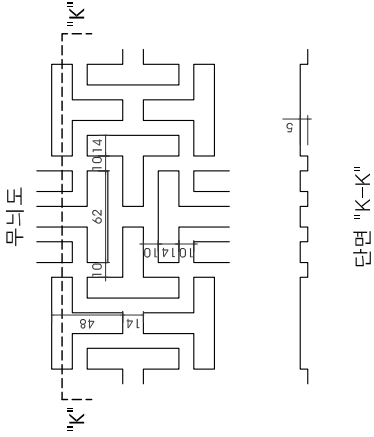
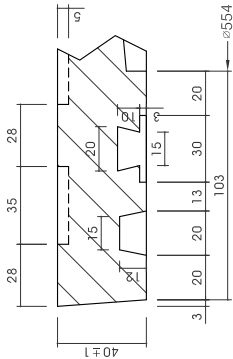
Project Title	Drawing Title	Note	Date
광명호 상태조사 및 평가기준 마련	맨투맨 표본도	하수도용 맨투맨 표본 (Ø 648) 상세도	File Name C16002-01-A01



C부 상세



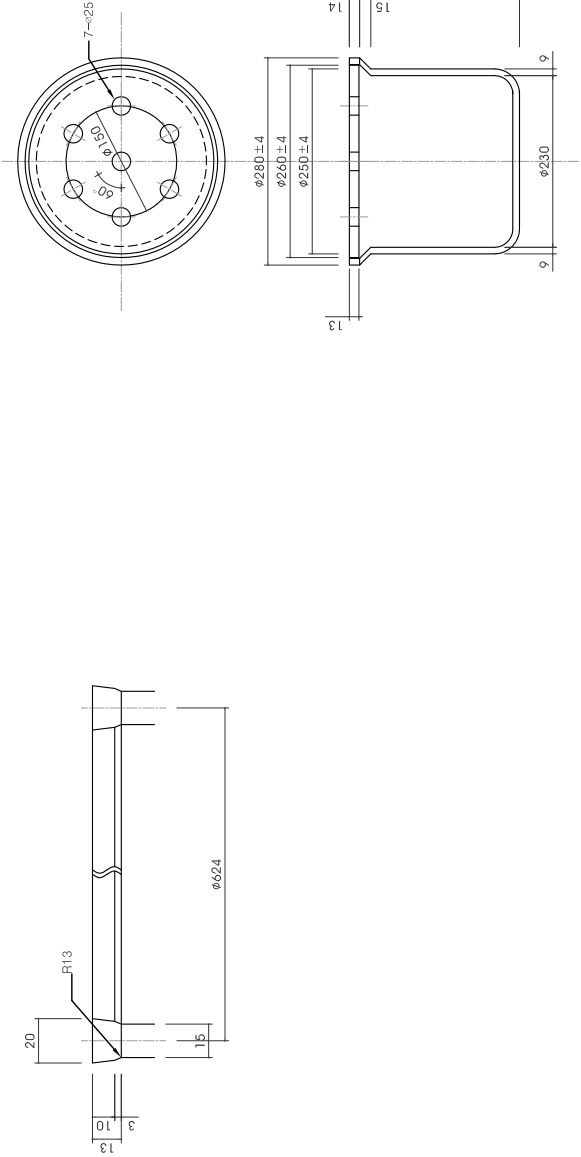
B부 상세



무늬도

고무패킹

빗물받이 상세



구상 흑연 주철 및 탄소 주강(φ 766) 뚜껑

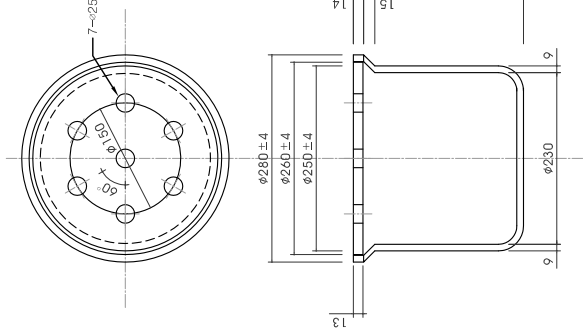
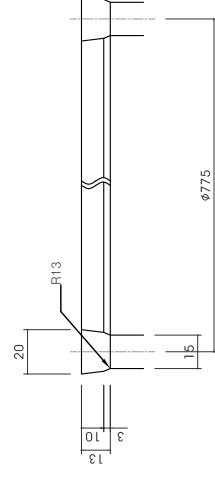
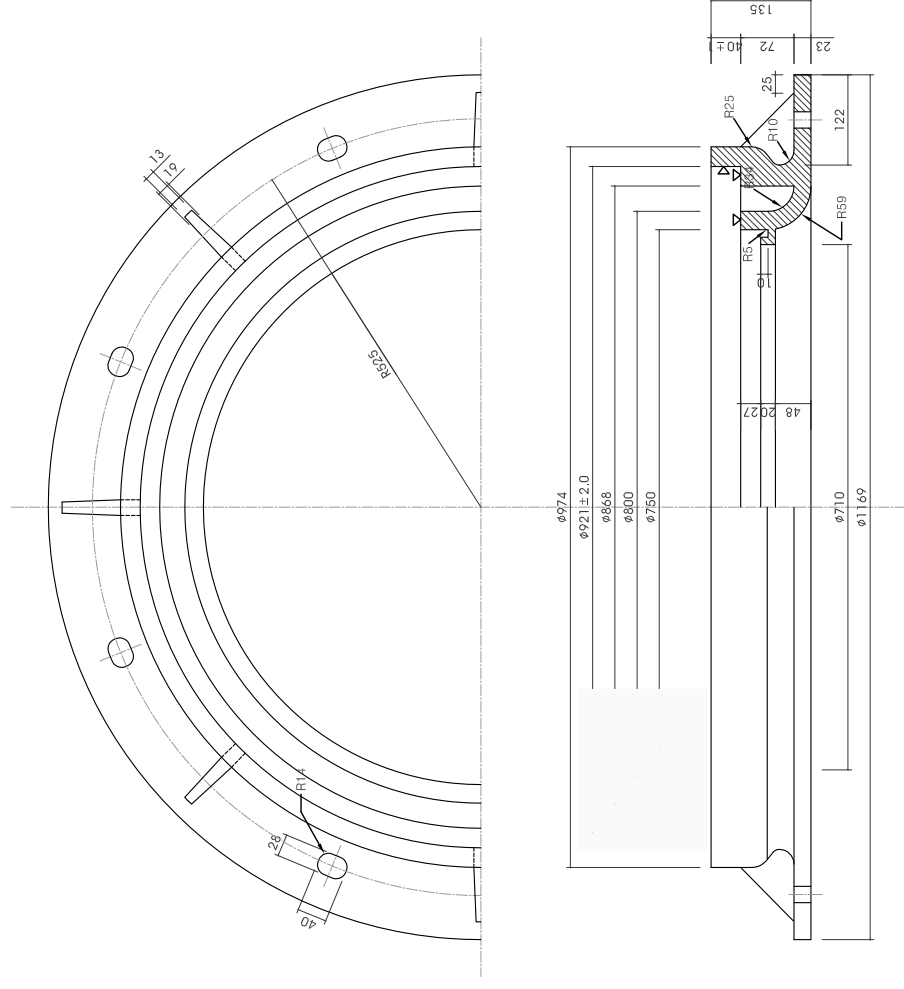
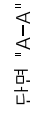
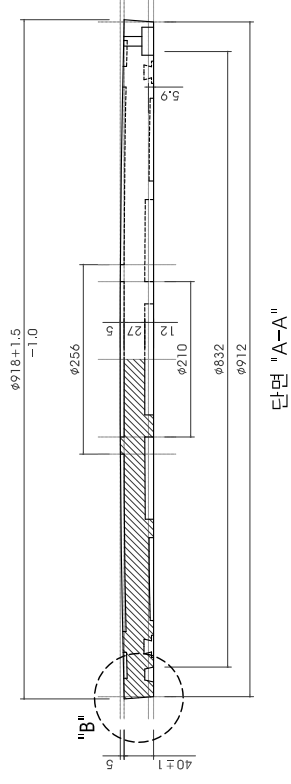
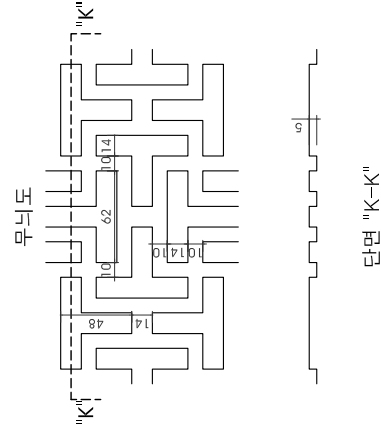
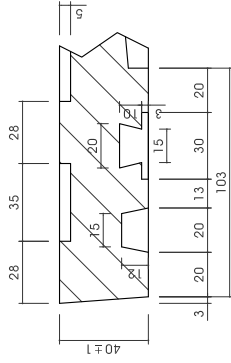
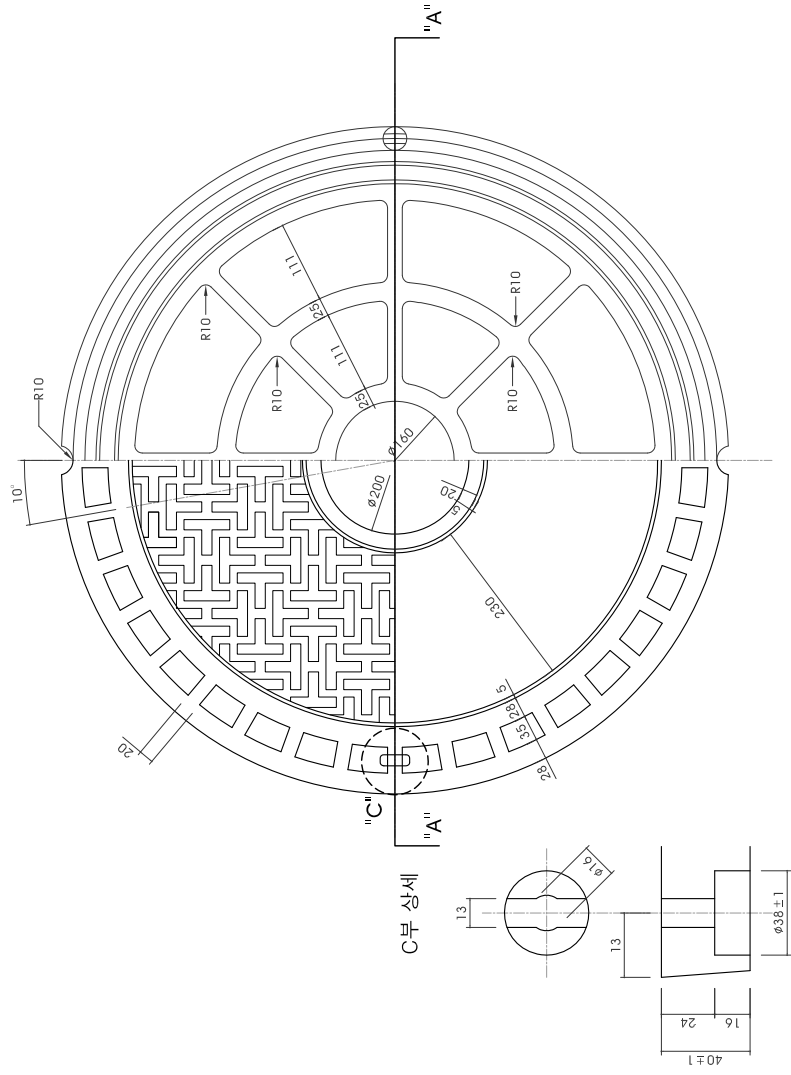
구상 흑연 주철 및 탄소 주강용 회 주철(φ 766) 톨

※NOTE : 철개고정장치는 상세도면(A09)참조

블랑맹홀 상태조사 및 평가기준 마련	Project Title 맨홀뚜껑 및 톨 표준도	Drawing Title 통신용 맨홀뚜껑 및 톨 (φ 766) 상세도-1	Note	Date
				File Name C16002-01-A03

속뚜껑 손잡이 상세
--

구상 흑연 주철 및 탄소 주강용(φ 766)속뚜껑



구상형주철주강(0918)두꺼비

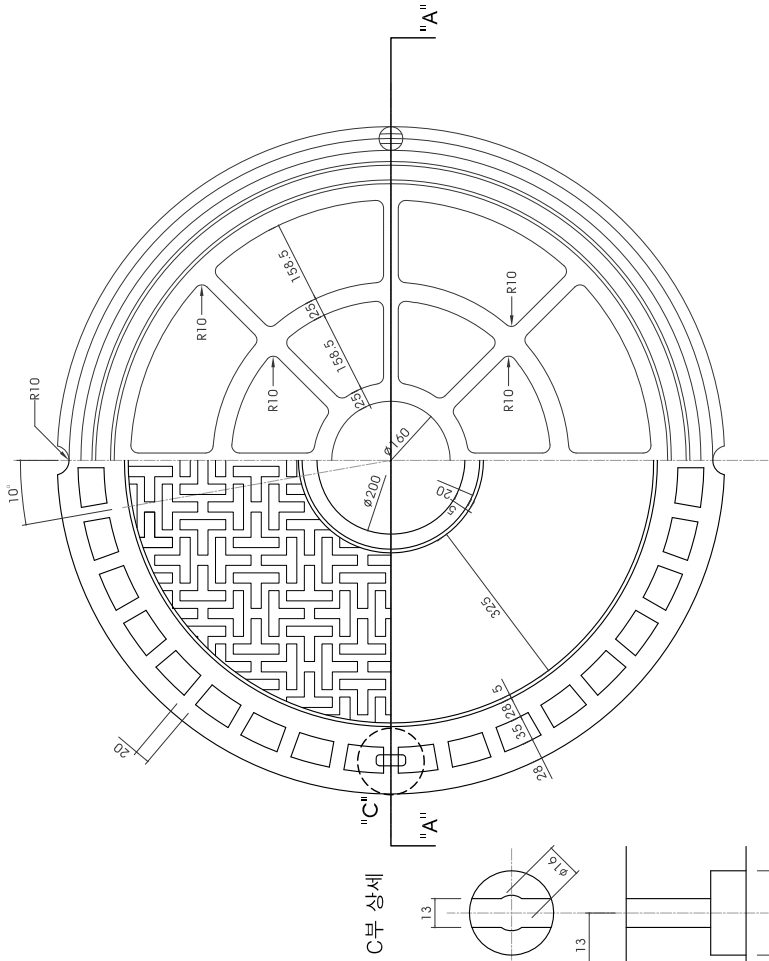
[illegible]

※NOTE : 철개 고정장치는 상세도면(A09)참조

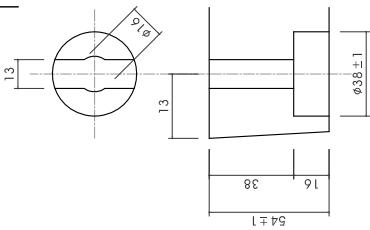
물량매출 상태조사 및 평가기준 마련	프로젝트명 맨홀뚜껑 및 표준도	도면명 전기 통신용 맨홀뚜껑 및 (Ø 918) 상세도-1	날짜 Date 파일명 File Name C16002-01-A05
---------------------	---------------------	------------------------------------	--

속뚜껑 손잡이 상세	블랑맹 상태조사 및 평가기준 마련 Project Title 맨홀뚜껑 및 틀 표준도 Drawing Title 전기 통신용 맨홀뚜껑 및 틀 (ø 918) 상세도-2 Note Date File Name C16002-01-A06

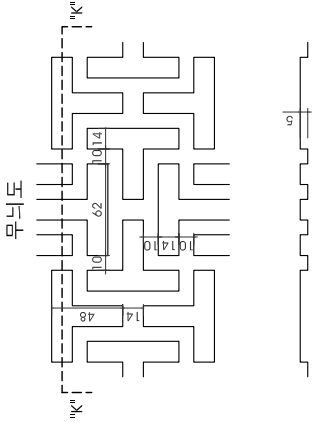
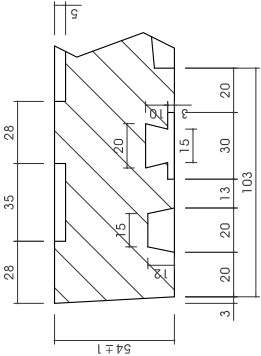
구상 흑연 주철 및 탄소 주강용(ø 918)속뚜껑



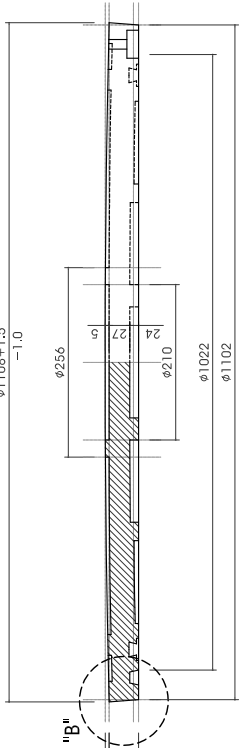
C부 상세



B부 상세



단면 "K-K"

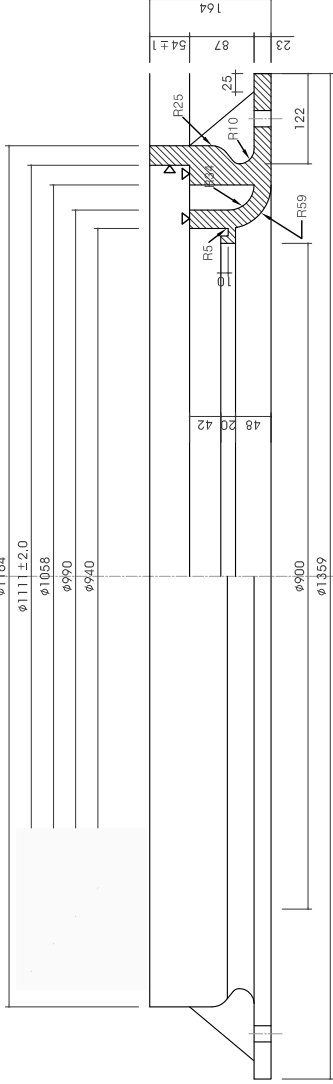
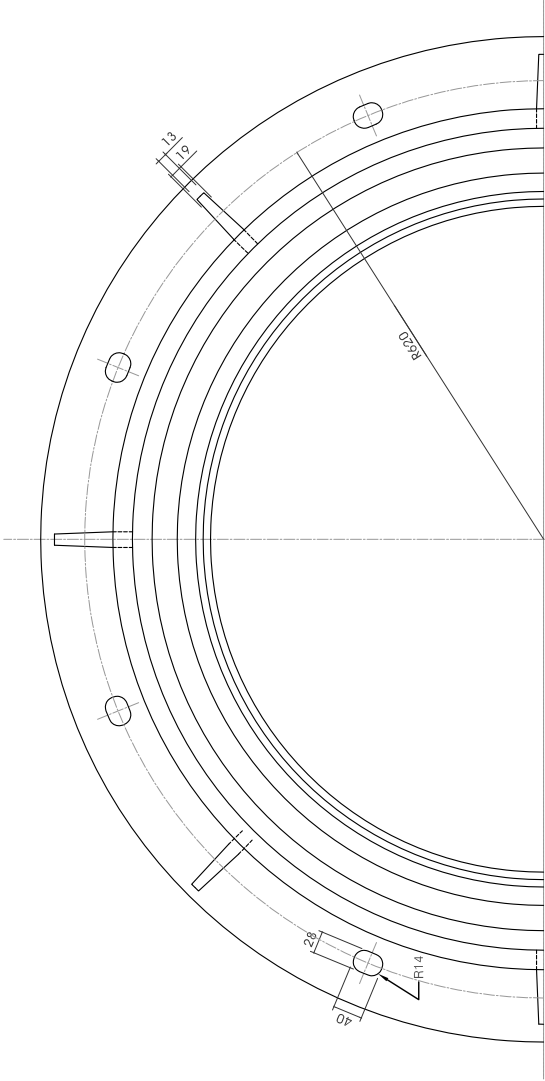


단면 "A-A"

구상 흑연 주철 및 탄소 주강(ϕ 1108) 뚜껑

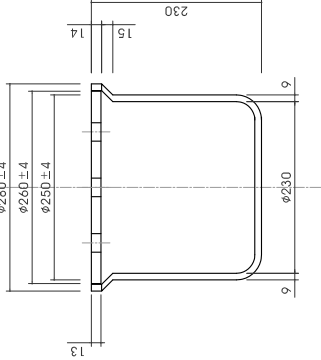
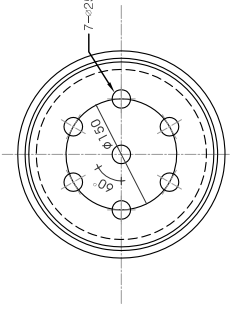
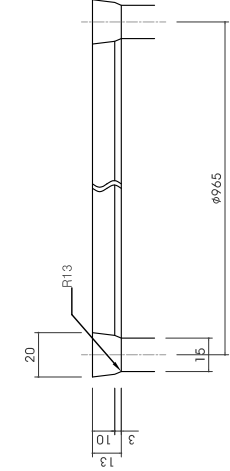
※NOTE : 철개고정장치는 상세도면(A09)참조

구상 흑연 주철 및 탄소 주강용 회 주철(ϕ 1108) 틀

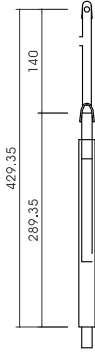
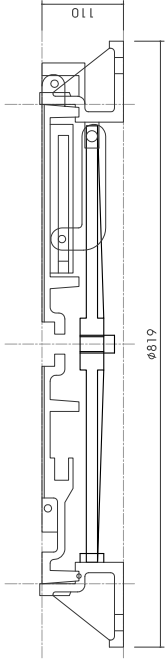
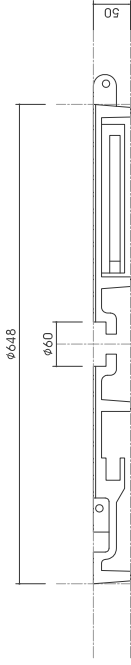
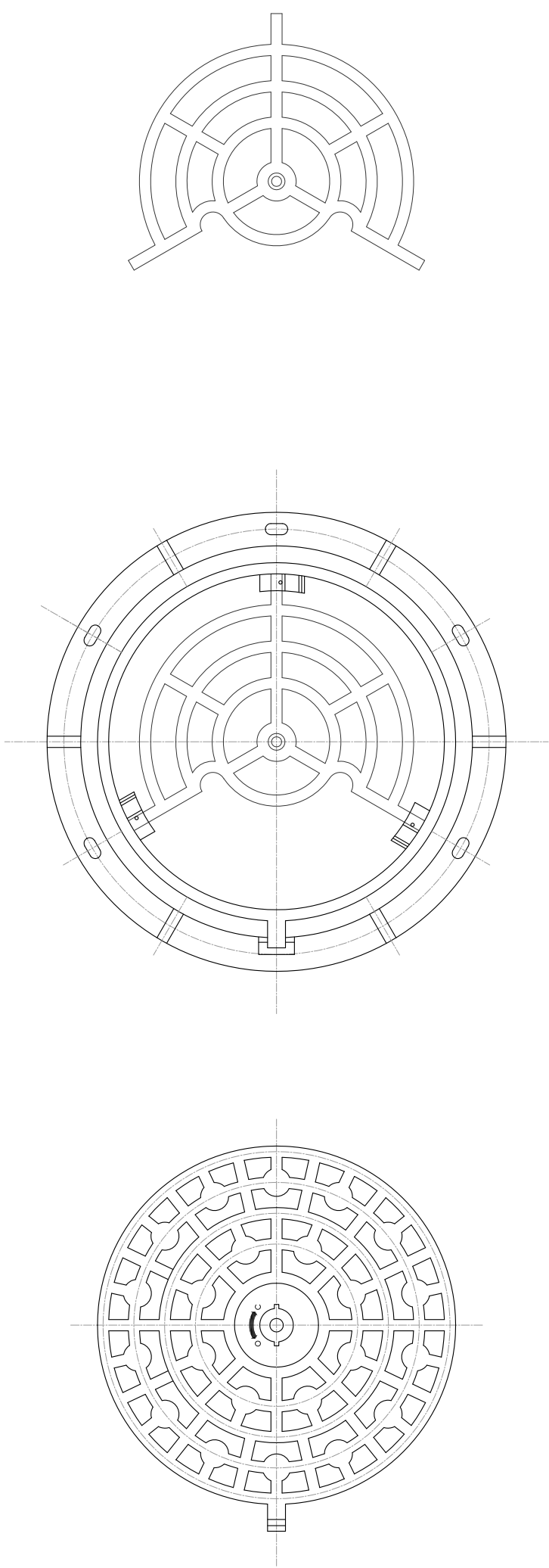


고무패킹

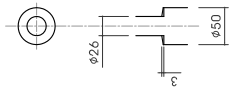
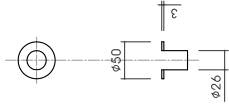
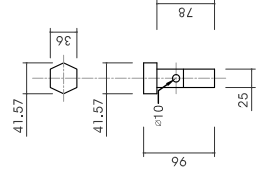
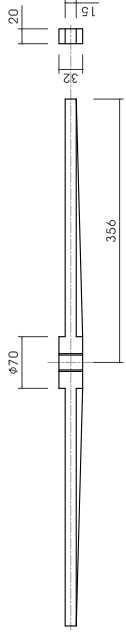
빗물받이 상세



커버스테인형 (ø 648)



커버스테인 상세



잠금볼트
상세

볼트와샤
상세

볼트고무와샤
상세

※NOTE : 본 도면은 기능형 맨홀철개의 이해를 돕기위한 것으로 서울시 제품 선정과는 관련이 없음.

불량맨홀 상태조사 및 평가기준 마련

Project Title 기능형 맨홀뚜껑 및 틀

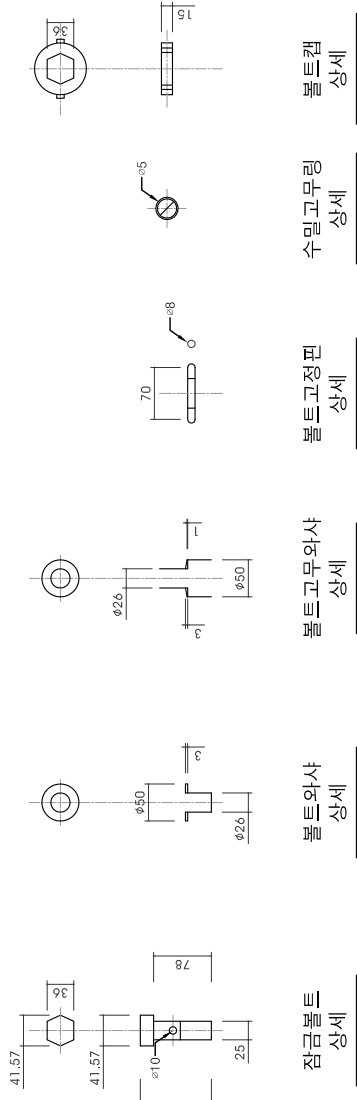
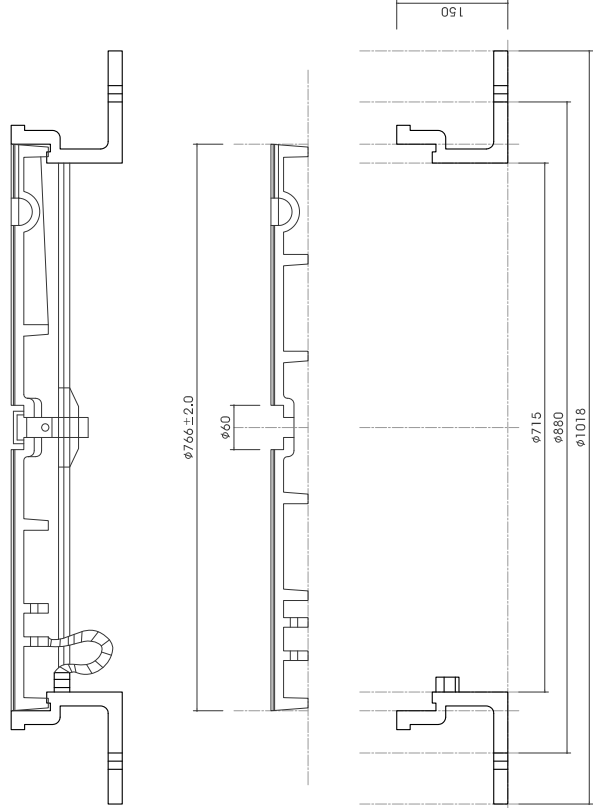
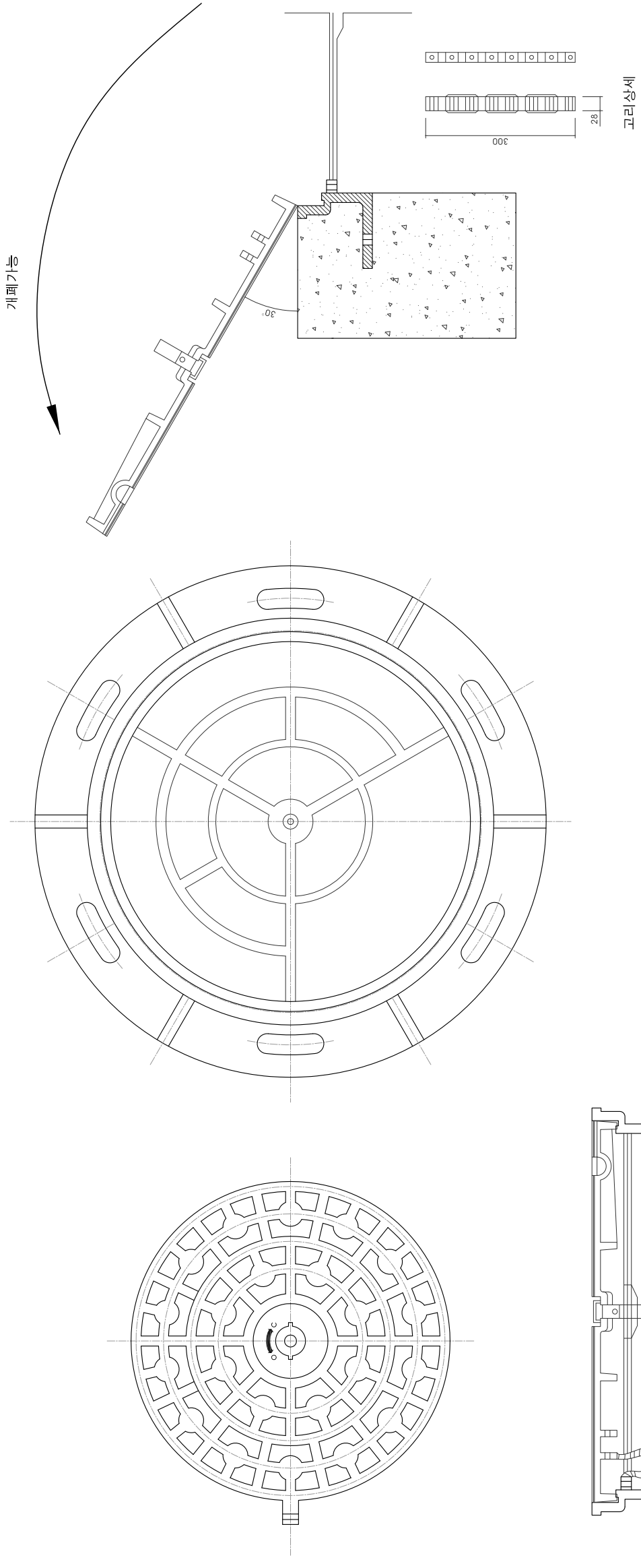
Drawing Title 커버스테인형 (ø 648)

Note

Date

File Name C16002-01-A10

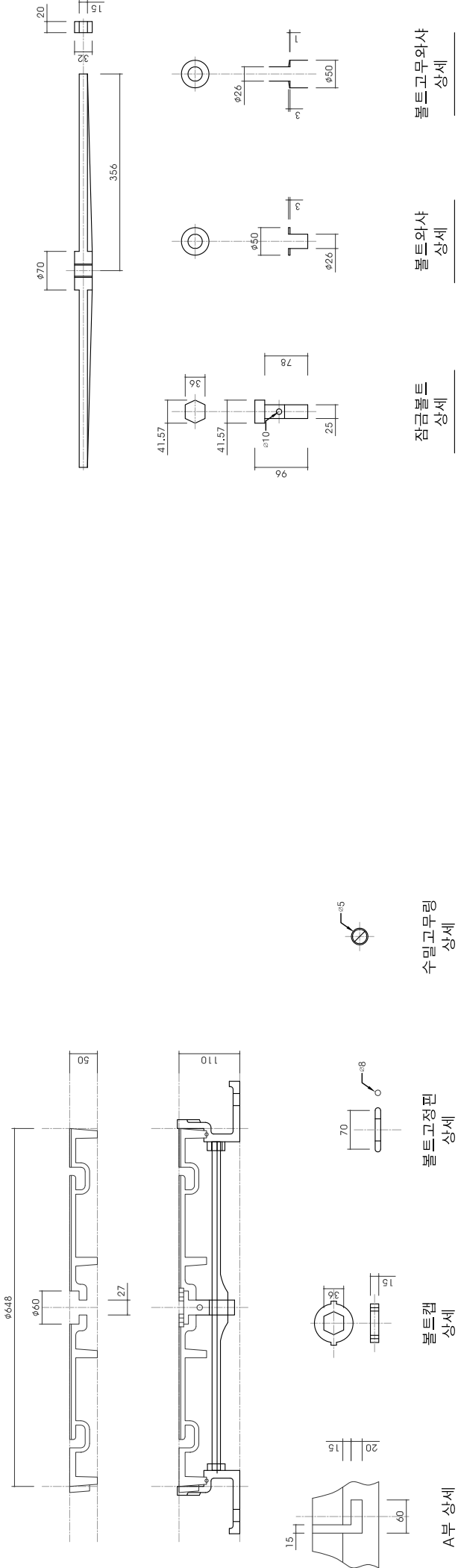
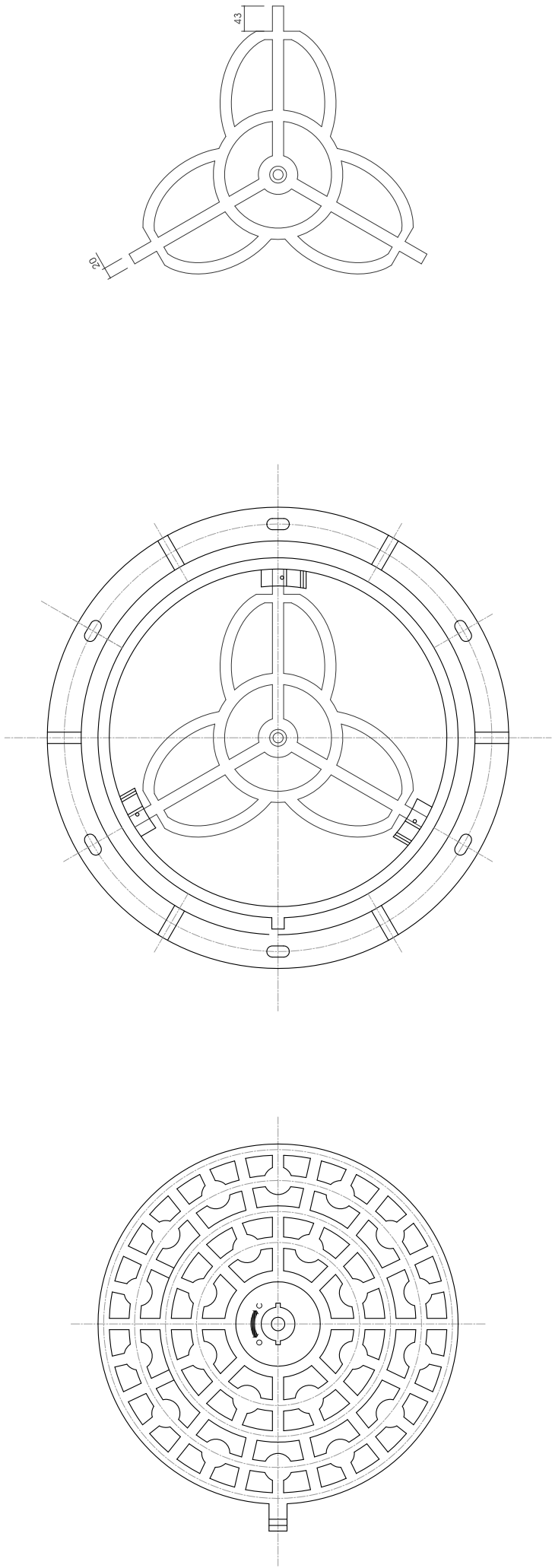
경첩 일체형 (Ø 766)



※NOTE: 모든 이의 이익을 위한 것이므로 사설 제보 진정과 관련하여 양해를.

블록맨홀 상태조사 및 평가기준 마련	기동형 맨홀뚜껑 및 톨	Drawing Title	경첩 일체형 (ø 766)	Note	Date
				File Name	C16002-01-A11

안전잠금형-1 (하수도, Ø 648)



※NOTE : 본 도면은 기능형 맨홀철개의 이해를 돕기위한 것으로 서울시 제품 선정과는 관련이 없음.

불량맨홀 상태조사 및 평가기준 마련

Project Title 기능형 맨홀뚜껑 및 틀

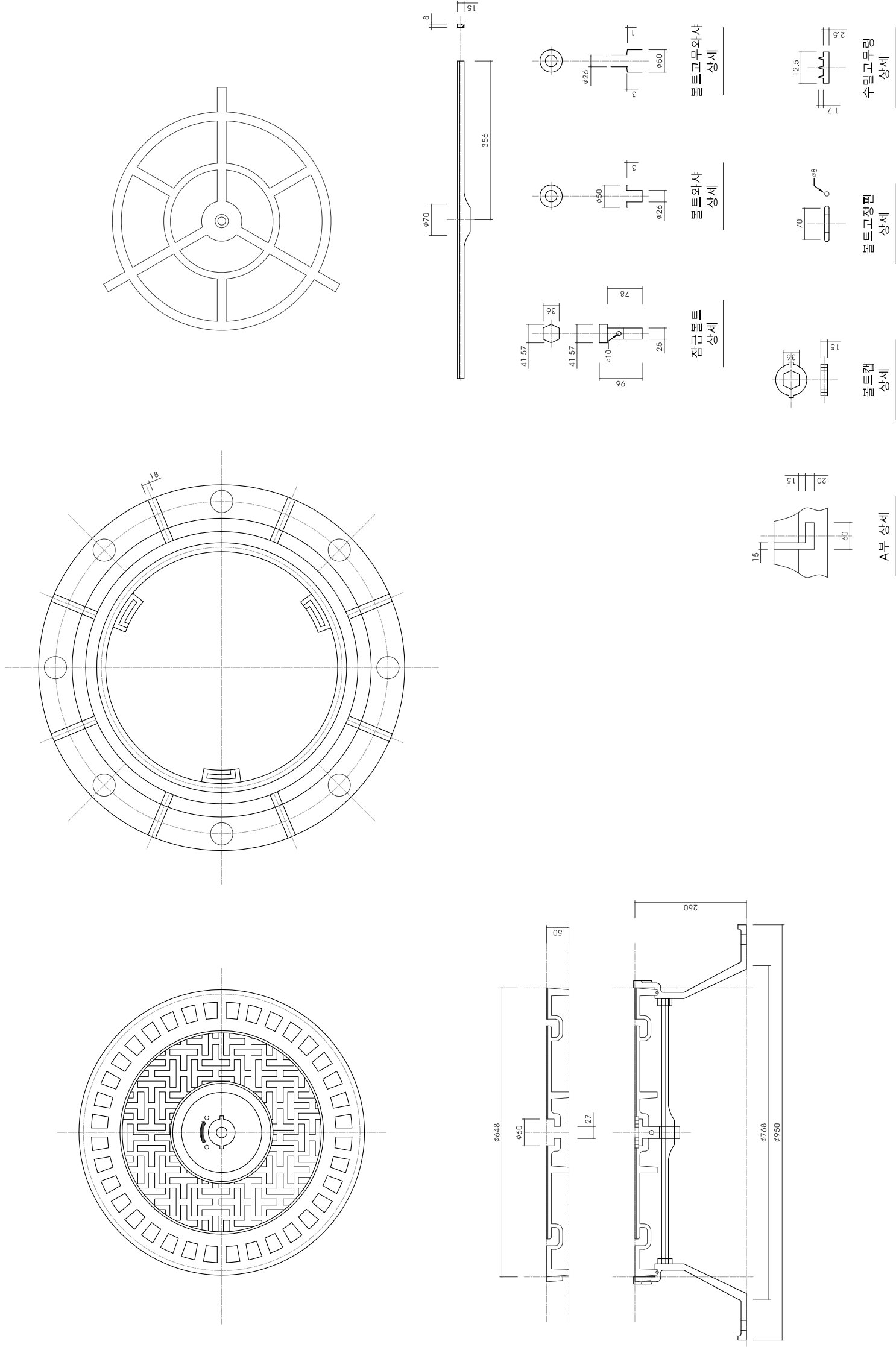
Drawing Title 안전잠금형-1 (하수도, Ø 648)

Note

Date

File Name C16002-01-A12

아저씨님 환영-2 (상수모, Ø 648)



※NOTE: 모든 도면의 기공면에 흠을 찾아보기 위한 이해를 위하여 사진과 그림과 같이 확대하여 나타내었다.

플랜	기둥형 맨홀뚜껑 및 배수관	Drawing Title	안전잠금형-2 (상수도, Ø 648)	Note
량	상태조사 및 평가기준 마련	Project Title		Date
관리				File Name
				C16002-01-A13

부록 4

자 문 의 견 서

자문 의견서

□ 안 건 : “불량맨홀 용역관련 평가기준 및 지침(안) 등” 자문

항 목	자문의견	비 고
	1. 주기적 관리 기준 : 년 2회를 해빙기와 우기전 또는 또는 등급에 따라 회수를 구분해 줄 것. 2. 도로 관리자와 맨홀 관리자의 통합화에 대한 문제점 - 현재 상수도, 하수도, 전기, 통신으로 나누어져 있는 상황에서 평가 또는 개·보수의 통합 또는 일원화에 대한 문제점을 언급하고 보완책을 제시할 것. 3. 맨홀 정비 적용 공법에서 건설신기술과 환경신기술의 평가기준의 상이와 신기술 획득의 난이성에 상당한 차이가 있음을 고려할 것. 4. 장기적인 관점에서 서울시에서 사용하고 있는 포트홀 조사장비와 연동을 해서 전수조사하는 방법을 강구할 것. 예를 들어 진동이 없는 곳은 구조적인 면과 사용성에 동시에 문제가 없고, 금회 조사시 그 진동치와 소음db를 데이터베이스화 해서 차후 조사시 차이를 가지고 정밀 조사 대상 맨홀 선정 등에 이용하는 것이 경제성과 생력화 관점에서 매우 합리적임.	

2016. 7. 12.

자문위원 : 김두준

(서명)

자문 의견서

□ 안 건 : “불량맨홀 용역관련 평가기준 및 지침(안) 등” 자문

항 목	자문의견	비 고
○ 맨홀 상태평가 항목 및 평가기준	○ 맨홀 유지관리 및 주변포장의 상태평가 평가기준은 맨홀 뚜껑면과 도로 포장면 10mm 이상 차이 발생 기준 적용이 기능적인 측면과 경제적비용 측면에서 매우 보수적인 측면이 있으므로 외국의 적용사례와 비교하여 단차 적용기준에 대한 적정성검토 필요함.	
○ 맨홀유지관리 계획	○ 맨홀점검의 종류 및 시기 적용은 “정기점검-매년 1월 1일을 기준으로 6개월에 1회 이상 실시, 정밀점검-관리기관이 2년에 1회 이상 실시”할 경우의 비용측면과 관리기관의 여건 등을 고려하여 조정할 필요가 있을 것으로 판단됨.	
○ 맨홀설치 및 정비공사	○ 맨홀 설치의 “교통량이 많은 도로에서는 조기에 개통할 수 있도록 특수공법으로 시공하고 특수자재를 사용한다”에서 특정공법을 지칭하는 것으로 해석될 수 있으므로 문구 보완 검토 필요함.	
○ 행정사항 및 보 고	○ 맨홀점검 실적 및 맨홀정비실적의 보고시기가 각각 12월과 1월일 경우 동절기 공사를 초래하므로 보고시기의 조정 검토 필요. “끝”	

2016. 7. 12.

자문위원 : 김 영 신

(서명)

자문 의견서

□ 안 건 : “불량맨홀 용역관련 평가기준 및 지침(안) 등” 자문

항 목	자문의견	비 고
	1. 맨홀 높이조정부 재료를 초속경 콘크리트로 주로 사용하는 것으로 하였으나 초속경콘크리트는 차량통행 가능 압축강도 발현시간이 약 3시간으로 신속한 공사마무리를 하는 장점이 있으나 품질관리가 어렵고 높은 수화열과 건조수축 등으로 인한 내구성 저하 우려가 있음. 따라서 교통상황을 고려하여 내구성이 우수한 초조강 콘크리트도 적용할 수 있는 근거를 기준에 포함하는 것을 검토하기 바람. 초조강 콘크리트는 차량통행 가능 압축강도가 약 24시간으로서 품질관리가 용이하고 내구성이 우수한 장점이 있음. 2. 맨홀뚜껑면과 도로포장면의 단차 10mm - 재포장시 신규 포장면과 맨홀뚜껑면을 측정하여 10mm이상 단차가 발생되는 곳은 맨홀정비를 실시하여 도로 평탄성을 확보하는 것은 적정하나 (P.11) - 기존 맨홀 유지관리 단계에서 맨홀뚜껑면과 도로포장면이 10mm이상 차이가 발생할 때 맨홀 높이조정 정비는 다소 엄격한 규정으로 10mm의 적정성 여부를 검토하기 바람.(P.2) 3. 차도에 있는 조적벽체구조의 맨홀은 철근콘크리트 제품 또는 동등 이상의 벽체강성을 가진 제품으로 교체하여야 한다. 로 수정 요망(P.18) 4. 기타 - 충분한 (압축)강도 로 용어 수정 - 단위 SI단위 적용 - 간단한 장비로 측정 및 시험을 하는 (P.5) - 한국산업규격 → 한국산업표준 으로 명칭 수정	

2016. 7. 12.

자문위원 : 이 원 철 (서명)



자문 의견서

□ 안 건 : “불량맨홀 용역관련 평가기준 및 지침(안) 등” 자문

항 목	자문의견	비 고
지침 및 평가기준	• 관리기관과 도로관리청과의 책임과 역할이 다소 복잡하게 열거되어 있는데 이를 좀 더 단순화하여 관련기관간의 혼선이 발생되지 않도록 할 필요가 있다. • 정밀점검에서는 맨홀 내부와 외부가 조사, 평가되나 정기점검에서는 외부평가만 시행되는데 점검의 시행에서 상호간의 시차(정밀점검: 2년, 정기점검: 6개월)가 있는데 정비사업의 시행에 있어서 시행의 중첩 등과 점검 결과에 따른 정비사업 시행 등은 보다 명확한 내용이 필요하다. • 국토교통부의 도로상 작업구 설치 및 관리지침에 의거하여 점검을 시행하여야 한다면 초기점검을 시행하기 위한 신설의 맨홀 또는 완전이설되는 맨홀 등에 대한 초기점검의 시기 및 적용에 대해서도 명쾌하게 정의되어야 할 것으로 판단된다.	

2016. 7. 12.

자문위원 : 하 상 우 (서명)