

# **I .      공      통      편**

---

|            |                       |
|------------|-----------------------|
| <b>제1장</b> | <b>정밀안전점검의 개요</b>     |
| <b>제2장</b> | <b>자료조사 및 분석</b>      |
| <b>제3장</b> | <b>외관조사</b>           |
| <b>제4장</b> | <b>내구성 조사</b>         |
| <b>제5장</b> | <b>안전등급의 결정</b>       |
| <b>제6장</b> | <b>보수.보강 및 유지관리방안</b> |



---

---

# 제1장 정밀안전점검의 개요

---

---

1.1 과업 목적

1.2 과업시설물 현황

1.3 과업 범위 및 내용

1.4 과업수행 일정

1.5 사용장비 및 시험기기 현황



# 제 1 장 정밀안전점검의 개요

## 1.1 과업의 목적

본 과업은 정밀안전점검으로써 대상시설물의 물리적·기능적 결함을 조사하고, 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 조사·측정·평가하여 손상 등급을 판정하며, 판정 등급에 따라 보수·보강 등의 방법 및 시설물의 보수범위 등을 정하여 향후 유지관리 및 점검 중 필요한 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

## 1.2 과업시설물 현황

### 1.2.1 시설물 현황

【표 1.2.1】 과업시설물 현황

| No. | 시설물명   | 맨홀<br>번호 | 맨홀종류    | 규 격      |           |           | 준공년도       |
|-----|--------|----------|---------|----------|-----------|-----------|------------|
|     |        |          |         | 폭<br>(m) | 높이<br>(m) | 길이<br>(m) |            |
| 1   | 신광명-광명 | 1        | 직각형(B형) | 3.3      | 3.4       | 9.3       | 1992.07.01 |
| 2   |        | 2        | 직각형(B형) | 3.3      | 3.5       | 8.9       | 1992.07.01 |
| 3   |        | 3        | 직선형(A형) | 3.3      | 3.5       | 9.0       | 1992.07.01 |
| 4   |        | 4        | 직각형(B형) | 3.3      | 3.5       | 9.0       | 1992.07.01 |
| 5   |        | 5        | 직선형(A형) | 3.2      | 3.5       | 9.0       | 1992.07.01 |
| 6   |        | 6        | 직선형(A형) | 4.2      | 3.8       | 10.4      | 1992.07.01 |
| 7   |        | 7        | 직선형(A형) | 3.2      | 3.8       | 9.3       | 1992.07.01 |
| 8   |        | 8        | 직선형(A형) | 4.2      | 3.8       | 10.3      | 1992.07.01 |
| 9   | 신광명-천왕 | 4        | 직선형(A형) | 4.2      | 3.0       | 11.2      | 2000.04.01 |
| 10  |        | 5        | 직선형(A형) | 4.2      | 3.0       | 11.2      | 2000.04.01 |
| 11  |        | 6        | 직선형(A형) | 4.2      | 3.0       | 11.2      | 2000.04.01 |
| 12  |        | 7        | 직선형(A형) | 4.2      | 3.0       | 11.2      | 2000.04.01 |
| 13  |        | 8        | 직선형(A형) | 4.2      | 3.0       | 11.2      | 2000.04.01 |
| 14  |        | 9        | 직선형(A형) | 4.2      | 3.0       | 11.2      | 2000.04.01 |

【표 1.2.1】 과업시설물 현황&lt;계속&gt;

| No. | 시설물명         | 맨홀<br>번호 | 맨홀종류    | 규격       |           |           | 준공년도       |
|-----|--------------|----------|---------|----------|-----------|-----------|------------|
|     |              |          |         | 폭<br>(m) | 높이<br>(m) | 길이<br>(m) |            |
| 15  | 천왕-구로,<br>오류 | 1        | 직각형(B형) | 4.0      | 4.0       | 14.0      | 2009.11.30 |
| 16  |              | 2        | 직각형(B형) | 2.6      | 2.6       | 13.3      | 1978.12.01 |
| 17  |              | 3        | 직선형(A형) | 3.0      | 2.7       | 7.3       | 1978.12.01 |
| 18  |              | 4        | 직선형(A형) | 3.0      | 2.6       | 8.0       | 1978.12.01 |
| 19  |              | 5        | 직선형(A형) | 2.6      | 2.6       | 7.2       | 1978.12.01 |
| 20  |              | 6        | 직선형(A형) | 2.6      | 2.6       | 7.2       | 1978.12.01 |
| 21  |              | 7        | 직선형(A형) | 3.5      | 3.2       | 14.0      | 1978.12.01 |
| 22  |              | 8        | 직선형(A형) | 2.5      | 2.5       | 7.0       | 1978.12.01 |
| 23  |              | 9        | 직선형(A형) | 2.6      | 2.6       | 7.2       | 1978.12.01 |
| 24  |              | 11       | 직선형(A형) | 2.6      | 2.6       | 7.3       | 1978.12.01 |
| 25  |              | 12       | 직선형(A형) | 2.6      | 2.6       | 7.2       | 1978.12.01 |
| 26  |              | 12-1     | 직선형(A형) | 2.6      | 2.6       | 11.3      | 1978.12.01 |
| 27  |              | 13       | 직선형(A형) | 3.1      | 3.0       | 8.8       | 1978.12.01 |
| 28  |              | 14       | 직선형(A형) | 2.6      | 2.6       | 7.3       | 1978.12.01 |
| 29  |              | 15       | 직선형(A형) | 3.2      | 3.2       | 18.0      | 1978.12.01 |
| 30  |              | 16       | 직선형(A형) | 2.6      | 2.6       | 7.2       | 1978.12.01 |
| 31  |              | 17       | 직선형(A형) | 2.6      | 2.6       | 7.3       | 1978.12.01 |
| 32  | 천왕-구로        | 10       | 직선형(A형) | 2.7      | 2.6       | 7.2       | 1978.12.01 |
| 33  |              | 18       | 직선형(A형) | 2.6      | 2.6       | 7.2       | 1978.12.01 |
| 34  |              | 19       | 직선형(A형) | 2.5      | 2.6       | 7.0       | 1978.12.01 |
| 35  |              | 20       | 직선형(A형) | 2.6      | 2.4       | 7.2       | 1978.12.01 |
| 36  |              | 21       | 직선형(A형) | 3.3      | 3.5       | 8.0       | 1978.12.01 |
| 37  |              | 21-1     | 직선형(A형) | 3.4      | 3.5       | 8.1       | 1978.12.01 |
| 38  |              | 22       | 직선형(A형) | 2.5      | 2.15      | 7.3       | 1978.12.01 |
| 39  |              | 23       | 직선형(A형) | 3.5      | 2.8       | 8.4       | 1978.12.01 |
| 40  |              | 24       | 직선형(A형) | 2.7      | 2.1       | 9.0       | 1978.12.01 |
| 41  | 천왕-오류        | 18-1     | 직선형(A형) | 2.5      | 2.0       | 7.3       | 1978.12.01 |
| 42  | 상암-등촌        | 6        | 직선형(A형) | 3.4      | 3.4       | 9.0       | 1993.06.01 |
| 43  |              | 7        | 직선형(A형) | 2.6      | 2.1       | 8.0       | 2006.07.06 |
| 44  |              | 7-1      | 직선형(A형) | 2.6      | 2.1       | 8.0       | 2006.07.06 |

【표 1.2.1】 과업시설물 현황&lt;계속&gt;

| No. | 시설물명  | 맨홀<br>번호 | 맨홀종류    | 규 격      |           |           | 준공년도       |
|-----|-------|----------|---------|----------|-----------|-----------|------------|
|     |       |          |         | 폭<br>(m) | 높이<br>(m) | 길이<br>(m) |            |
| 45  | 가양-등촌 | 1        | 직선형(A형) | 3.3      | 3.5       | 8.9       | 1993.06.01 |
| 46  |       | 2        | 직선형(A형) | 3.3      | 3.5       | 9.1       | 1993.06.01 |
| 47  |       | 3        | 직선형(A형) | 3.3      | 3.5       | 9.0       | 1993.06.01 |
| 48  |       | 4        | 직선형(A형) | 3.3      | 3.5       | 9.0       | 1993.06.01 |
| 49  | 양평-양천 | 1        | 직선형(A형) | 3.3      | 3.5       | 8.31      | 1987.12.01 |
| 50  |       | 2        | 직선형(A형) | 3.35     | 3.6       | 8.0       | 1987.12.01 |
| 51  |       | 2-1      | 직선형(A형) | 3.35     | 3.6       | 8.1       | 1987.12.01 |
| 52  |       | 3        | 직각형(B형) | 3.4      | 3.5       | 9.0       | 1987.12.01 |
| 53  |       | 4        | 직선형(A형) | 3.35     | 3.5       | 8.0       | 1987.12.01 |
| 54  | 화곡-마곡 | 1        | 직선형(A형) | 4.3      | 3.8       | 10.4      | 1998.10.01 |
| 55  |       | 2        | 직선형(A형) | 4.3      | 3.8       | 10.5      | 1998.10.01 |
| 56  |       | 3        | 직선형(A형) | 4.25     | 3.4       | 10.5      | 2002.12.01 |
| 57  |       | 4        | 직선형(A형) | 4.0      | 2.9       | 10.2      | 2002.12.01 |
| 58  | 중동-화곡 | 3        | 직선형(A형) | 4.2      | 3.4       | 10.4      | 2000.12.01 |
| 59  |       | 4        | 직선형(A형) | 4.2      | 3.4       | 10.4      | 2000.12.01 |
| 60  |       | 5        | 직선형(A형) | 4.2      | 3.4       | 10.4      | 2000.12.01 |
| 61  |       | 6        | 직선형(A형) | 4.2      | 3.4       | 10.4      | 2000.12.01 |
| 62  |       | 7        | 직선형(A형) | 4.2      | 3.4       | 12.1      | 2000.12.06 |
| 63  | 부천-신정 | 2        | 직선형(A형) | 3.9      | 3.0       | 9.1       | 1992.09.01 |
| 64  |       | 3        | 직선형(A형) | 3.8      | 3.0       | 9.3       | 1992.09.01 |
| 65  |       | 4        | 직선형(A형) | 3.8      | 3.5       | 9.0       | 1992.09.01 |
| 66  |       | 5        | T형(E형)  | 4.0      | 3.5       | 13.2      | 1992.09.01 |
| 67  |       | 6        | 직선형(A형) | 3.9      | 3.1       | 9.2       | 1992.09.01 |
| 68  |       | 7        | 직선형(A형) | 3.8      | 3.2       | 9.2       | 1992.09.01 |
| 69  |       | 8        | 직선형(A형) | 4.2      | 3.2       | 10.4      | 1992.09.01 |
| 70  |       | 9        | 직선형(A형) | 4.2      | 3.2       | 10.4      | 2001.08.01 |
| 71  |       | 10       | 직선형(A형) | 4.2      | 3.2       | 10.2      | 2001.08.01 |
| 72  |       | 11       | 직선형(A형) | 4.2      | 3.2       | 10.4      | 2001.08.01 |
| 73  |       | 12       | 직선형(A형) | 4.2      | 3.2       | 10.4      | 2001.08.01 |
| 74  |       | 13       | 직선형(A형) | 4.2      | 3.2       | 10.2      | 2001.08.01 |

【표 1.2.1】 과업시설물 현황&lt;계속&gt;

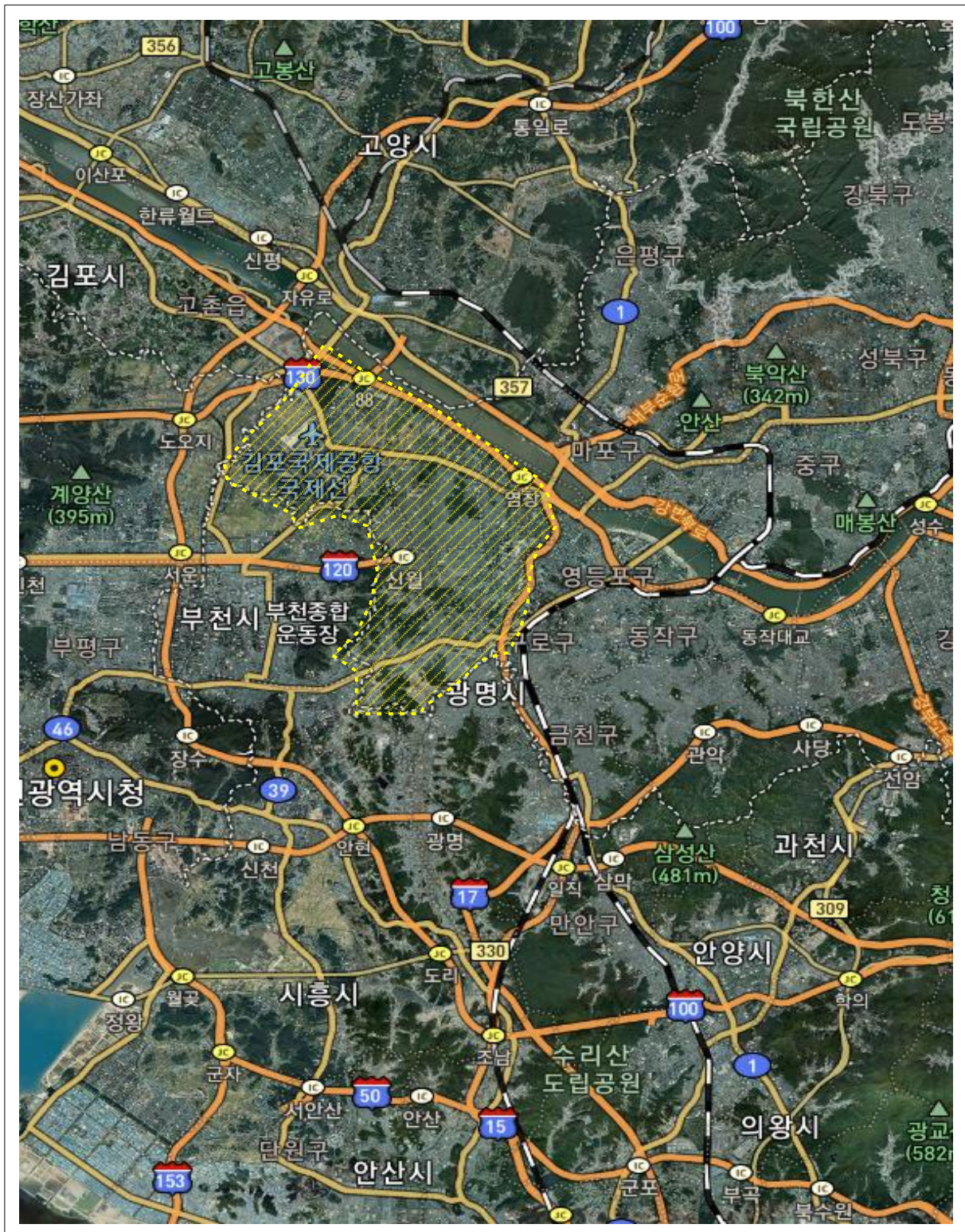
| No. | 시설물명   | 맨홀<br>번호 | 맨홀종류    | 규격       |           |           | 준공년도       |
|-----|--------|----------|---------|----------|-----------|-----------|------------|
|     |        |          |         | 폭<br>(m) | 높이<br>(m) | 길이<br>(m) |            |
| 75  | 신정-목동  | 14       | 직선형(A형) | 4.2      | 3.0       | 11.3      | 1995.10.01 |
| 76  |        | 15       | 직선형(A형) | 4.3      | 3.0       | 10.5      | 2007.04.01 |
| 77  |        | 16       | 직선형(A형) | 4.4      | 3.0       | 10.7      | 1995.10.01 |
| 78  | 오류-목동  | 1        | 직선형(A형) | 3.0      | 3.0       | 8.0       | 1986.01.01 |
| 79  |        | 2        | 직선형(A형) | 3.0      | 3.1       | 8.0       | 1986.01.01 |
| 80  |        | 3        | 직선형(A형) | 3.0      | 3.0       | 8.0       | 1986.01.01 |
| 81  |        | 4        | 직선형(A형) | 3.0      | 3.0       | 8.0       | 1986.01.01 |
| 82  |        | 5        | 직선형(A형) | 3.3      | 3.5       | 17.0      | 1986.01.01 |
| 83  | 영등포-목동 | 1        | 직선형(A형) | 2.5      | 3.1       | 10.4      | 2003.08.01 |
| 84  |        | 2        | 직선형(A형) | 2.5      | 3.1       | 9.8       | 2003.08.01 |
| 85  |        | 3        | 직선형(A형) | 2.5      | 3.3       | 10.4      | 2003.08.01 |
| 86  |        | 4        | 직선형(A형) | 2.5      | 3.1       | 10.4      | 2003.08.01 |
| 87  | 당인리-목동 | 1        | 직각형(B형) | 3.3      | 2.9       | 11.0      | 2013.12.01 |
| 88  | 고강-화곡  | 2        | 직선형(A형) | 2.5      | 3.5       | 8.5       | 1983.12.01 |
| 89  |        | 3        | 직선형(A형) | 2.5      | 3.5       | 8.5       | 1983.12.01 |
| 90  |        | 4        | 직선형(A형) | 2.5      | 3.5       | 8.5       | 1983.12.01 |
| 91  |        | 5        | 직각형(B형) | 2.5      | 3.5       | 7.4       | 1983.12.01 |
| 92  |        | 6        | 직선형(A형) | 2.5      | 1.8       | 7.7       | 1983.12.01 |
| 93  |        | 7        | 직각형(B형) | 2.5      | 1.8       | 10.0      | 1983.12.01 |
| 94  |        | 8        | 직각형(B형) | 3.0      | 1.8       | 10.2      | 1983.12.01 |
| 95  | 마곡-가양  | 1        | 직선형(A형) | 4.0      | 2.9       | 10.2      | 2015.06.30 |
| 96  |        | 2        | 직선형(A형) | 4.0      | 2.95      | 10.2      | 2015.06.30 |
| 97  |        | 3        | 직선형(A형) | 3.9      | 2.9       | 10.1      | 2015.06.30 |
| 98  |        | 4        | 직선형(A형) | 2.8      | 3.7       | 20.0      | 2015.06.30 |
| 99  |        | 5        | 직선형(A형) | 4.3      | 3.2       | 10.5      | 2015.06.30 |
| 100 | 천왕-온수  | 1        | 직선형(A형) | 4.2      | 3.0       | 11.2      | 2000.04.01 |
| 101 |        | 2        | 직선형(A형) | 4.2      | 3.0       | 11.2      | 2000.04.01 |



【표 1.2.1】 과업시설물 현황&lt;계속&gt;

| No. | 시설물명   | 맨홀<br>번호 | 맨홀종류                          | 규 격      |           |           | 준공년도       |
|-----|--------|----------|-------------------------------|----------|-----------|-----------|------------|
|     |        |          |                               | 폭<br>(m) | 높이<br>(m) | 길이<br>(m) |            |
| 102 | 천왕-온수  | 3        | 직선형(A형)                       | 4.2      | 3.0       | 11.2      | 2000.04.01 |
| 103 |        | 4        | 직선형(A형)                       | 4.2      | 3.0       | 11.2      | 2000.04.01 |
| 104 |        | 5        | 직선형(A형)                       | 4.2      | 3.1       | 11.4      | 2000.04.01 |
| 105 | 신광명-시흥 | 1        | 직선형(A형)                       | 4.2      | 3.1       | 10.4      | 2007.09.14 |
| 106 |        | 2        | T형(E형)                        | 4.2      | 3.1       | 24.0      | 2007.09.14 |
| 107 | 독산-대방  | 1        | 직선형(A형)                       | 4.2      | 3.2       | 10.3      | 2002.05.01 |
| 108 |        | 2        | 직선형(A형)                       | 4.2      | 3.2       | 10.4      | 2002.05.01 |
| 109 | 광명-구공  | 1        | 직각형(B형)                       | 3.8      | 3.4       | 10.0      | 1992.12.01 |
| 110 |        | 2        | 직선형(A형)                       | 3.8      | 3.4       | 9.2       | 1992.12.01 |
| 111 |        | 3        | 직선형(A형)                       | 4.2      | 3.3       | 10.5      | 1992.12.01 |
| 112 | 부천-신정  | 1        | 조 사 미 실 시 (영등포 전력지사 미관리 시설물임) |          |           |           |            |
| 합 계 |        | 설계수량     | 112 개소                        | 금회 실시수량  |           | 111 개소    |            |

## 1.2.2 시설물 위치도



## 1.3 과업의 범위 및 내용

### 1.3.1 과업의 범위

1. 준공도서 및 관련 자료 수집 및 검토
2. 구조물 상태조사
3. 외관조사
  - 1) 작업망도 작성
  - 2) 육안점검 및 간단한 장비를 이용한 조사
4. 콘크리트 비파괴 조사
  - 1) 콘크리트 강도(반발경도법)
  - 2) 철근피복 두께 측정 및 철근배근간격 측정
  - 3) 탄산화 깊이 시험
5. 결함부 보수·보강 방안
  - 1) 보수·보강 방안
  - 2) 개략공사비 산정
6. 시설물의 상태평가
7. 유지관리방안 제시
8. 보고서 작성

### 1.3.2 과업의 내용

【표 1.3.1】 과업 범위 및 내용

| 구 분                               | 내 용                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) 과업수행계획의 수립 보고<br>(사전검토 보고서 포함) | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 사전검토보고서 제출</li> <li>· 과업수행계획서 제출</li> </ul>                                                                                                                                                   |
| 2) 자료수집 및 분석                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 유지관리 관련자료(설계도서, 시공자료, 기 수행한 점검 및 진단보고서, 보수·보강 이력)</li> <li>· 시험 자료(재료증명서, 품질시험기록, 계측자료)</li> <li>· 시설물관리대장</li> <li>· 시설물의 설계도면</li> <li>· 시설물의 구조계산서상의 세부 설계내용</li> <li>· 사전 현장답사</li> </ul> |
| 3) 현장조사 및 시험                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 세부지침에 의거 시행</li> <li>· 외관조사망도 작성</li> <li>· 신규 발생 손상 또는 이전 용역 발견 손상 여부</li> <li>· 반발경도시험(비파괴강도), 철근탐사시험, 탄산화 시험</li> </ul>                                                                    |
| 4) 상태평가                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 외관조사 결과분석</li> <li>· 현장 재료시험 결과 분석</li> <li>· 콘크리트 등의 내구성 평가</li> <li>· 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 소견</li> </ul>                                                                          |
| 5) 보수·보강 방법                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 보수·보강 방법 제시</li> <li>· 유지관리방안 제시</li> </ul>                                                                                                                                                   |
| 6) 보고서 작성                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 보고서 사전검토</li> <li>· 성과품 제출</li> </ul>                                                                                                                                                         |

## 1.4 과업수행 일정

■ 용역기간 : 2021.08.27 ~ 2022.05.23 (착수일로 270일간)

【표 1.4.1】 과업수행 일정

| 공<br>종                                                           | 일<br>정 | 정밀안전점검 일정 |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 비고 |
|------------------------------------------------------------------|--------|-----------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
|                                                                  |        | 1         |    |    | 2  |    |    | 3   |     |     | 4   |     |     | 5   |     |     | 6   |     |     |    |
|                                                                  |        | 15        | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 | 195 | 210 | 225 | 240 | 255 | 270 |    |
| 1. 현황조사 및<br>관련자료 수집                                             |        |           |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 2.관련자료 분석 및<br>현장조사 작업 준비<br>- 설계도서,<br>-기존진단, 점검보고서<br>-작업망도 준비 |        |           |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 3. 외관조사,<br>비파괴조사<br>- 외관조사<br>- 비파괴 내구성조사                       |        |           |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 4. 측정결과분석 및<br>자료정리<br>- 외관망도 작성<br>- 상태평가                       |        |           |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 5. 보고서 작성 및 검토,<br>대책방안 제시<br>- 보수·보강 및<br>유지관리방안 작성<br>- 종합결론   |        |           |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 5. 성과품 제출<br>- 보고서 협의<br>- 성과품 제출                                |        |           |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |

## 1.5 사용장비 및 시험기기 현황

【표 1.5.1】 사용장비 및 시험기기 현황

| 구분                                  | 장비명               | 규격              | 제조사<br>(제조국)    | 용 도                         | 비고                                                                                    |
|-------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 콘크리트<br>균열측정                        | 균열경               | PEAK            | PEAK<br>(일본)    | 균열폭<br>측정                   |    |
| 경사계                                 | 디지털경사계            | DL-155V         | STS<br>(일본)     | 사면, 보강토 옹<br>벽 등 기울기 측<br>정 |    |
| 반발경도<br>측정기                         | Schmidt<br>Hammer | $\alpha$ -750RX | Proceq<br>(스위스) | 콘크리트<br>강도 측정               |    |
| 철근탐지기                               | RC Radar          | NJJ-85A         | JRC<br>(일본)     | 철근간격 및 피<br>복 측정            |   |
| 콘크리트<br>탄산화 깊이 측<br>정시험             | 페놀프탈레인<br>용액 (1%) | -               | 삼천화학<br>(한국)    | 탄산화<br>깊이 측정                |  |
| 전동드릴                                | GBH36VLI          | -               | BOSCH<br>(독일)   | 콘크리트<br>구조물 천공              |  |
| 카메라, 줄자, 사다리, 손전등, 균열게이지, 기타 안전용품 등 |                   |                 |                 |                             |                                                                                       |

---

---

## 제2장 자료조사 및 분석

---

---

### 2.1 개 요

### 2.2 유지관리자료 보유 현황 검토





## 제 2 장 자료조사 및 분석

### 2.1 개 요

사전조사를 통해 과업대상 시설물의 과업지시서 또는 용역설계서 내용이 법령 및 지침에 부합되는지 여부를 검토하고, 그 결과를 과업수행계획 수립에 기초자료로 활용하고자 하였다. 또한 점검 및 진단이력, 보수·보강이력 등의 자료를 수집하여 시설물에 발생한 손상의 원인분석을 통해 유지관리 방안을 수립하기 위한 자료로 활용하였다.

### 2.2 유지관리자료 보유 현황 검토

【표 2.2.1】 유지관리자료 보존대상 목록

| 보존대상 목록          |                                                                                                                                                                                                         | 비고 |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 설계도서             | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 공통</li> <li>- 특별시방서, -각종계산서</li> <li>- 토질 및 지반조사 보고서</li> <li>- 기타 특이사항 보고서</li> </ul>                                                                         |    |
|                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 설계도면</li> <li>- 준공도면</li> <li>- 시공·보수·보강도면, 제작 및 작업도면</li> </ul>                                                                                               |    |
| 시설물 관리대장         | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 기본현황</li> <li>· 상세제원</li> <li>· 유지관리 이력</li> </ul>                                                                                                             |    |
| 시공관련 자료          | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 시공관련자료</li> <li>· 품질관리 관련 자료</li> <li>- 재료증명서</li> <li>- 품질시험기록</li> <li>- 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험기록</li> <li>- 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측자료</li> <li>· 사고기록</li> </ul> |    |
| 안전점검 및 정밀안전진단 자료 |                                                                                                                                                                                                         |    |
| 보수보강이력 자료        |                                                                                                                                                                                                         |    |



---

---

## 제3장 외관조사

---

---

### 3.1 개 요

### 3.2 외관조사 방법



## 제 3 장 외 관 조 사

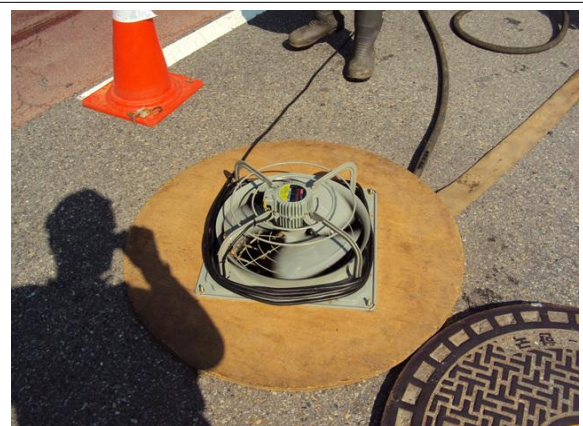
### 3.1 개 요

구조물에 대한 외관조사는 각 부재의 시공상태와 시공품질을 육안으로 조사하는 것을 말한다. 외관조사 과정에서 손상이나 설계도면과 상이한 점이 발견되면 미리 작성한 외관조사망도에 그 위치 및 내용을 기록하고, 주요 손상에 대하여 사진촬영을 하였다.

외관조사 및 현장조사는 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2019.01)』 및 『지중송전 토목구조물 유지관리지침(2018.12)』의 점검요령에 준하여 검사·평가하였다.



교통 통제



물푸기 및 환기시키기



산소농도측정



시설물 단면 측정

## 3.2 외관조사 방법

### 3.2.1 점검항목

정밀안전점검에서는 육안검사 및 간단한 측정·시험 결과를 근거로 이전의 점검·진단에서 발견된 결함·손상의 진전 또는 신규로 발생한 현황을 주요 부재별로 상태를 판단하고, 이전의 결과와 비교·검토하여 구조물 전체에 대한 상태평가 등급을 결정하며, 결함부위 등 주요 부위에 대한 외관조사망도 작성 등 조사결과를 도면으로 기록하여야 한다.

정밀점검은 일정한 주기를 정하여 구조물의 기능 수행여부 및 상태를 점검하는 것으로서, 구조물의 경우 편토압이나 침하, 지반상태에 의한 구조물의 손상상태를 고려해야 하며 시간경과와 함께 발생할 수 있는 재료의 열화에 기인한 손상여부를 관찰해야 한다.

정밀 점검시의 구체적 점검항목과 장비는 다음 표와 같다.

【표 3.2.1】 정밀안전점검 점검항목 및 점검장비

| 점검부위       |              | 점 검 항 목                                                                                                                                                                      | 점검장비                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 구조물<br>본 체 | 벽 체<br>슬래브   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 균열 : 폭, 길이, 깊이, 균열의 진진 여부</li> <li>○ 누수, 결로, 파손, 재질열화 등</li> <li>○ 비파괴 강도 및 탄산화깊이, 균열깊이</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 간단한도구               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 카메라</li> <li>- 필기도구</li> <li>- 줄자</li> <li>- 망치</li> <li>- 손전등 등</li> </ul> </li> <li>○ 시험장비               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 균열측정기</li> <li>- 슈미트해머</li> <li>- 초음파탐사기</li> <li>- 탄산화측정장비</li> </ul> </li> </ul> |
|            | 바 닥          | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 배수상태</li> <li>○ 바닥상태(침하, 균열 등)</li> </ul>                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|            | 출입구<br>분기구   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 균열 : 폭, 길이, 깊이, 균열의 진진 여부</li> <li>○ 누수, 결로, 파손, 재질열화 등</li> <li>○ 부등침하, 배수처리</li> <li>○ 비파괴 강도 및 탄산화깊이, 균열깊이</li> </ul>            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|            | 라이닝<br>(터널식) | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 라이닝 등의 변형</li> <li>○ 균열, 누수, 파손 및 손상, 재질열화</li> <li>○ 비파괴 강도 및 탄산화깊이, 균열깊이</li> <li>○ Joint부 조사(위치, 크기, 진행성, Seal재질열화 등)</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 기타설비       |              | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수용시설의 변형유무</li> <li>○ 부대설비 외관상태 및 가동여부 등</li> </ul>                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 주변상태       |              | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 배수상태</li> <li>○ 균열, 침하 등 지반상태</li> </ul>                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

### 3.2.1 현장조사 요령

#### 가. 측점분할

측점분할 작업은 현장조사에서 최초로 실시하는 작업으로서 조사의 진행 방향으로 위치를 표시하는 작업을 말한다.

예비조사와 기타 사전조사 시에 입수한 자료를 검토하여 도면에서의 표기 방식을 참고로 현장에서 해당 위치를 표시하며, 위치 표시는 현장에서 쉽게 식별될 수 있도록 하여 추후 유지관리 시에도 활용할 수 있어야 한다.

##### 1) 조사수량 및 측정방법

정밀안전점검(필요시) 및 정밀안전진단 시 측점분할 간격은 각종 현장 조사 시 좌우로 확인 가능한 거리인 5.0m 내외가 적당하며 면밀한 조사가 필요한 구간에 대하여는 별도로 세분해야 하고, 내업정리 및 분석작업은 필요에 따라 5~50m간격 또는 시공이음부를 기준으로 조정 가능하다.

##### 2) 결과분석

국부적인 표면 오염이나 습기 등이 있는 경우 이를 제거하고 스프레이, 매직, 유성펜 등으로 표시 하며 석필, 분필 등으로 표시할 수도 있다.

측점분할은 통상 입구부터 시작하여 출구에서 끝나며 분할에 따른 오차를 최소화 하고, 단면변화구간 등 현장에서 직접 확인 가능한 위치는 현장조사 전에 위치를 파악하여, 측점 분할함으로써 오차를 줄인다.

#### 나. 단면측량

외관조사 결과 구조물 단면이 불규칙한 곳에 대하여는 정확한 단면상태 및 시공 상태의 파악을 위하여 구조물의 종·횡단 측량을 실시한다.

준공도상의 단면과 현 상태의 차이를 비교하여 보수·보강대책 수립 시와 유지·관리 업무 수행 시에도 활용할 수 있도록 한다.

##### 1) 조사수량 및 측량방법

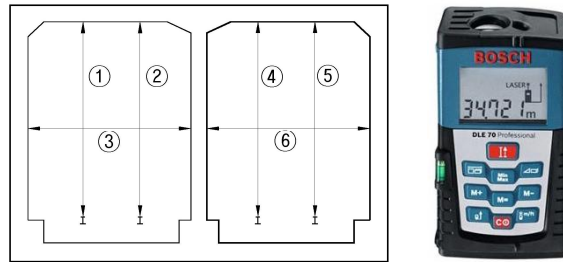
정밀안전진단 시 단면측량은 최소 200m마다 1개소씩 측량하며, 특히 단면변화구간 및 육안조사 단면의 이상부위는 보다 정확한 측량이 필요하다.

사용하는 장비는 일반적으로 거리측정기를 사용하며, 측정간격은 100~200m 범위 에서

변상정도에 따라 위치를 선정하여 측량한다.

## 2) 결과 분석

준공상의 단면과 현 상태의 차이를 비교하여, 도면과 일치 하는지 여부를 확인한다.



【그림 3.2.1】 단면측량 위치 및 레이저 거리측정기

## 다. 내부결함 탐사

철근의 배근 상태를 파악하기 위하여 비파괴검사 방법 등을 실시하여 조사한다.

### 1) 타음검사

햄머 (Hammer)로 콘크리트 표면을 타격하여 햄머의 반발방향과 타격음에 의해 이상 유무를 조사하는 수단으로 정성적인 방법이지만 적정한 콘크리트 두께의 유무, 배면공동의 유무, 박리부분의 검사·압축파괴의 유무, 콘크리트 표면의 열화상황을 조사하는 방법이다.

건전한 콘크리트는 타격음이 청음을 내고, 열화된 라이닝은 둔한 소리를 낸다. 또 콘크리트 배면에 공동이 있는 경우와 압축파괴된 부위도 역시 둔한 음을 낸다.

### 2) 전자파법 (레이다 탐사법)

100MHz~1GHz정도의 높은 주파수의 전자파를 콘크리트중에 방사하여 콘크리트 배면에서의 반사파를 잡아 그 파형을 해석하는 것으로 콘크리트의 두께, 공동의 유무를 판정하는 방법이다.

## 라. 수질조사 및 침전물분석 시험

수질분석시험은 필요시 지하수 등의 침출수 및 유수가 콘크리트 구조물에 접하거나 침투하여 콘크리트와 화학반응을 일으켜 구조물을 노후화시킬 수 있는 성분을 함유하고 있는가를 판단하기 위한 시험이다.

시료채취 과정에서 오염물질이 혼입되지 않도록 주의해야 하며, 일반적으로 지하 수



등은 오염이 적어 전처리 없이 시험을 해도 지장이 없는 때가 많다. 그러나, 시료의 상태나 시험의 종류에 따라서는 공존 물질의 방해를 제거하기 위한 전처리를 필요로 하는 경우도 있다.

시료 채취 후 시험 실시까지의 기간 동안 보관은 시료 특성에 따라 냉암소 보관, 보관 유효기간 등의 지배를 받으므로 주의하여야 한다.

#### **마. 배수상태조사**

배수상태 조사시에는 구조물 주변 시설물(맨홀, 출입구, 작업구) 등을 함께 조사하여 종합평가하여야 한다.



---

---

## 제4장 내구성 조사

---

---

4.1 개 요

4.2 콘크리트 강도

4.3 철근배근탐사

4.4 탄산화 깊이 측정



## 제 4 장 내구성 조사

### 4.1 개 요

본 과업에서는 대상 구조물의 구조부재에 대한 재료의 품질상태와 강도 등을 파악하기 위하여 터널편 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2019.01)』의 재료시험 및 평가 방법의 기준에 의하여 내구성 조사를 실시하였다.

본 과업에서 시설물별 내구성조사를 위해 실시한 시험은 콘크리트 강도시험(반발경도법), 콘크리트 부재의 탄산화 깊이로 구분되며, 각 항목 별 재료시험 현황은 다음과 같다.

【표 4.1.1】 재료시험 항목 및 조사수량

| 구 분                  | 조 사 수 량       | 조 사 방 법                                                     | 비 고 |
|----------------------|---------------|-------------------------------------------------------------|-----|
| 콘크리트 강도시험<br>(반발경도법) | 맨홀 당 1개소      | ○ Schmidt Hammer (NR Type)                                  |     |
| 탄산화 깊이측정             | 맨홀 당 1개소      | ○ 현장측정<br>○ 철근탐사를 통해 피복확인                                   |     |
| 균열깊이 조사              | 필요시(사업책임자 판단) | ○ c.w=0.3mm 이상 균열<br>○ Ultrasonic Concrete Tester (TS-5000) |     |

## 4.2 콘크리트 강도

### 4.2.1 비파괴강도시험

비파괴 시험을 통해 콘크리트의 압축강도를 추정하는 방법은 여러 가지가 있으나 그 중 가장 널리 쓰이고 있는 방법은 콘크리트의 표면경도를 측정하여 콘크리트의 압축강도를 추정하는 것이다. 반발경도법은 콘크리트의 표면을 타격하여 타격 후 손상정도나 반발도를 통해 강도를 추정하는 타격법 중 하나이며, 본 과업에서 실시한 방법이다.

#### 가. 측정원리

경화콘크리트의 표면을 슈미트햄머로 타격하여 해머내부에 있는 추가 튀어오르는 반발량을 반발경도(Rebound number : R)로 나타내고 이 반발경도의 크기에 의해 콘크리트의 압축강도를 측정한다.

적용범위는 콘크리트 공사시의 콘크리트 강도관리 및 기존 구조물의 콘크리트 강도추정을 위한 보조수단으로 이용된다. 본 방법은 압축강도가 10.0MPa이상 60MPa이하의 콘크리트에 적용한다.

#### 나. 측정기의 점검

Schmidt Hammer에 의한 콘크리트 비파괴 강도조사는 측정이 간편하고 구조물의 형상이나 치수에 관계없이 적용이 가능하다는 장점으로 인하여 널리 사용되고 있는 방법이나 비교적 오차의 범위가 크며, 특히, 고강도 콘크리트에서는 신뢰도가 떨어진다. 보다 정확한 측정치를 획득하기 위하여 구조물의 반발경도 측정 전에 Test Anvil에 의하여 Schmidt Hammer의 정밀도를 점검, 보정해야 한다.

Schmidt Hammer는 정확한 측정치가 유지되도록 Test Anvil로 반발도가  $R_o = 74 \pm 2$ 가 되도록 조정한다.

#### 다. 측정방법

본 시험을 위해서는 평탄한 곳을 측정 면으로 하고 거친 면은 피한다. 덧씌움 층이나 도장되어 있는 경우에는 이를 제거하고 연마석으로 콘크리트 표면을 평탄하게 연마하여 측정면의 요철이나 부착물, 분말 등을 제거한 후 측정하며, 각 측정 개소마다 Schmidt Hammer의 타격점은 20점을 표준으로 한다. 타격점 상호간의 간격은 3cm를 표준으로 하고, 종으로 5열 횡으로 4열의 선을 그어 직교되는 20점을 타격한다.

측정치는 원칙적으로 정수값을 읽도록 하며 측정치중 타격시 반향음이 이상하거나, 타

격점이 움푹 들어가는 경우의 값과 평균 타격치의  $\pm 15\%$ 를 상회하는 경우에는 이상치(Error)로 보고 제외시키며 이상치를 제외시킨 측정치의 평균을 그 측정 개소의 반발경도(R)로 한다.



【그림 4.2.1】 비파괴 콘크리트 압축강도 측정 현황

## 라. 계산방법

리바운드 햄머에 의한 콘크리트 압축강도는 다음과 같은 방법에 의하여 추정하였다.  
기준 강도  $R_o$  값은 슈미트햄머에서 읽은 반발 강도값이다.

### ■ 보통콘크리트

- ▷ 방법 1 :  $F = -18.0 + 1.27R_o$  (MPa) (일본 재료학회 보통콘크리트 강도계산식)
- ▷ 방법 2 :  $F = (7.3 R_o + 100) \times 0.1$  (MPa) (일본건축학회 CNDT 소위원회 강도계산식)

### ■ 고강도콘크리트

- ▷ 방법 3 :  $F = (17.2 \times R_o - 214) \times 0.1$  (MPa) : 일반양생구간  
(고속철도공단 고강도콘크리트 강도계산식)
- ▷ 방법 4 :  $F = (15.2 R_o - 112.8) \times 0.1$  (MPa) : 재령28일 이후 강도 추정  
(서울대학교, 에너지자원신기술연구소 고강도콘크리트 강도계산)

여기서,  $R_o$  : 수정반발경도  
 $R$  : 측정반발경도  
 $F$  : 표면강도 (MPa)

## 마. 보정반발계수( $R_o$ )

보정반발경도  $R_o$ 는 다음 식과 같이 측정경도  $R$ 에 보정값을 더한 값으로 한다.

$$R_o = R + \Delta R1 + \Delta R2 + \Delta R3$$

여기서,  $\Delta R1$  : 타격 방향에 따른 보정값  
 $\Delta R2$  : 압축응력에 따른 보정값  
 $\Delta R3$  : 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

## 바. 타격 방향에 의한 보정( $R1$ )

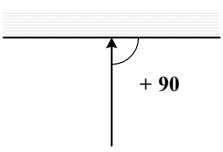
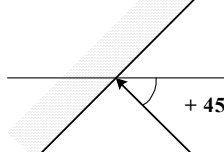
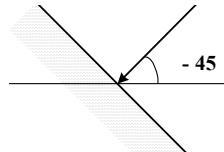
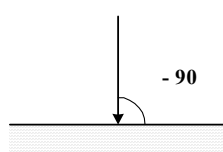
반발경도법은 수평방향 타격을 원칙으로 하며 부득이 타격 방향이 다른 경우 다음과 같이 타격 각도에 의한 보정을 하여야 한다.



【표 4.2.1】 타격 방향에 따른 보정계수

| 반발경도<br>R | 보정치 $\Delta R$ |       |       |       |
|-----------|----------------|-------|-------|-------|
|           | + 90°          | + 45° | - 45° | - 90° |
| 10        | -              | -     | + 2.4 | + 3.2 |
| 20        | - 5.4          | - 3.5 | + 2.5 | + 3.4 |
| 30        | - 4.7          | - 3.1 | + 2.3 | + 3.1 |
| 40        | - 3.9          | - 2.6 | + 2.0 | + 2.7 |
| 50        | - 3.1          | - 2.1 | + 1.6 | + 2.2 |
| 60        | - 2.3          | - 1.6 | + 1.3 | - 1.7 |

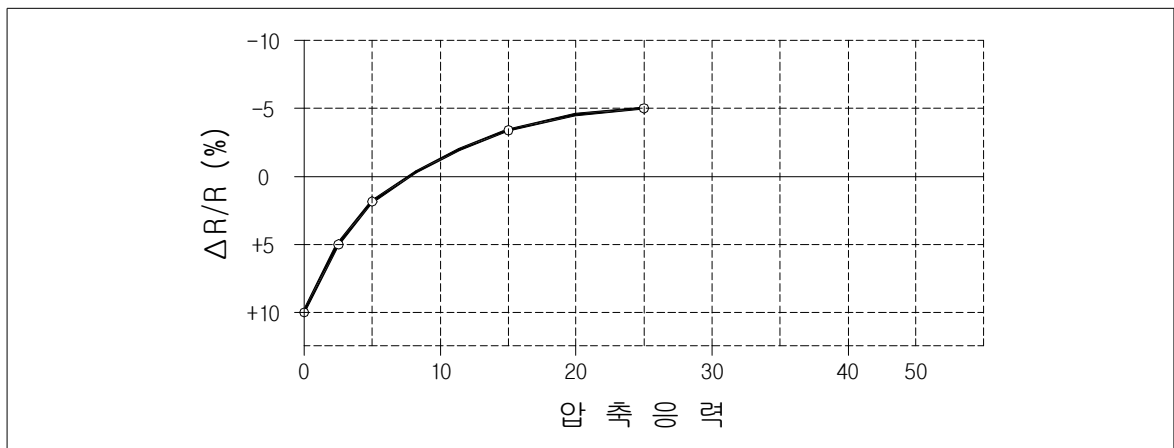
  

|                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |
| 상향수직 : +90°                                                                       | 상향수직 : +45°                                                                       | 상향수직 : -45°                                                                        | 상향수직 : -90°                                                                         |

※ 수평방향에 대한 보정값은 0 임.

#### 사. 압축응력에 따른 반발경도의 보정(R2)

타격방향과 직각방향으로 압축응력을 받는 부재는 압축응력이 커짐에 따라 반발경도에 의한 압축강도가 실제보다 커진다는 사실이 시험결과 입증되었다. 그 크기는 다음 그림과 같이 대략 압축응력이 1.0MPa 인 경우  $\Delta R_2 = -0.015R$ , 2.5MPa 인 경우  $\Delta R_2 = -0.05R$  이다



【그림 4.2.2】 압축응력에 따른 반발경도의 보정곡선

## 아. 콘크리트 습윤상태에 따른 보정(R3)

콘크리트의 표면이 습윤상태에 있으면 건조상태 보다 반발도가 작게 나오게 된다. 따라서 습윤상태에서는 건조상태를 기준으로  $\Delta R3 = +5$ , 측정위치가 습하고 타격흔적이 흑점으로 나타나는 경우  $\Delta R3 = +3$ 을 적용한다.

## 자. 시간경과 계수

일반적으로 타설 후 시간이 경과할수록 콘크리트의 표면강도는 실제강도보다 높게 되므로, 구해진 표면강도는 재령에 따른 영향을 보정하여 실제 압축강도를 추정하여야 한다.

재령에 따른 보정은 아래와 같이 표면강도 값(F)에 재령기간에 대한 보정계수 $\alpha$ 를 곱하여 준다. 여기서, 재령에 따른 보정계수  $\alpha$ 는 다음 표에 의해 결정되고, 3000일 이상의 재령에 대해서는 0.63을 적용한다.

【표 4.2.2】 재령계수  $\alpha$ 의 값

| 재령       | 4일   | 5일   | 6일   | 7일   | 8일   | 9일   | 10일  | 11일   | 12일   | 13일   |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| $\alpha$ | 1.90 | 1.84 | 1.75 | 1.72 | 1.67 | 1.61 | 1.55 | 1.49  | 1.45  | 1.40  |
| 재령       | 14일  | 15일  | 16일  | 17일  | 18일  | 19일  | 20일  | 21일   | 22일   | 23일   |
| $\alpha$ | 1.36 | 1.32 | 1.28 | 1.25 | 1.22 | 1.18 | 1.15 | 1.12  | 1.10  | 1.08  |
| 재령       | 24일  | 25일  | 26일  | 27일  | 28일  | 29일  | 30일  | 32일   | 34일   | 36일   |
| $\alpha$ | 1.06 | 1.04 | 1.02 | 1.01 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.98  | 0.96  | 0.95  |
| 재령       | 38일  | 40일  | 42일  | 44일  | 46일  | 48일  | 50일  | 52일   | 54일   | 56일   |
| $\alpha$ | 0.94 | 0.93 | 0.92 | 0.91 | 0.90 | 0.89 | 0.87 | 0.87  | 0.87  | 0.86  |
| 재령       | 58일  | 60일  | 62일  | 64일  | 66일  | 68일  | 70일  | 72일   | 74일   | 76일   |
| $\alpha$ | 0.86 | 0.86 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.84 | 0.84 | 0.84  | 0.83  | 0.83  |
| 재령       | 78일  | 80일  | 82일  | 85일  | 86일  | 88일  | 90일  | 100일  | 125일  | 150일  |
| $\alpha$ | 0.82 | 0.82 | 0.82 | 0.81 | 0.81 | 0.80 | 0.80 | 0.78  | 0.76  | 0.74  |
| 재령       | 175일 | 200일 | 250일 | 300일 | 400일 | 500일 | 750일 | 1000일 | 2000일 | 3000일 |
| $\alpha$ | 0.73 | 0.72 | 0.71 | 0.70 | 0.68 | 0.67 | 0.66 | 0.65  | 0.64  | 0.63  |

## 4.3 철근배근탐사

### 4.3.1 개요

철근콘크리트 구조물의 내구성 및 안전성은 균열 및 강도와 더불어 철근 배근상태에 크게 의존한다. 철근의 배근상태가 설계도면 보다 적은 개수로 넓은 간격으로 배근된 경우 구조물의 내력이 감소하게 되어 구조물의 내구성 및 안전성에 치명적인 약점을 가질 수 있으며, 설계도면 보다 과도하게 많은 개수로 좁은 간격으로 배근된 경우에는 구조물의 내력은 충분히 만족하지만 예기치 못한 갑작스러운 붕괴(취성파괴)를 초래할 수도 있는 약점이 있다. 일반적으로 철근 배근상태 조사는 부재의 국부파괴법과 비파괴 시험법이 있다. 부재의 국부 파괴법은 경제적인 측면과 구조물 피해 등을 발생시킬 수 있는 부정적인 영향이 있으므로 비파괴 시험법을 통한 방법으로 구조물의 전반적인 철근 배근상태를 확인하는 것이 일반적이며 본 조사에서는 탄산화 깊이 측정 시험의 철근피복두께 확인을 위해 자기법의 원리를 이용한 RC Radar를 이용하였다.

### 4.3.2 측정원리

측정 표면에 둔 송신안테나에서 콘크리트 매질내의 목표 반사물을 향해서 전자파를 방사할 때 일부의 전자파는 측정 표면에서도 반사하지만, 콘크리트 중에 일부가 들어간다. 매질 내에 들어간 전자파는 매질 내가 동일질이고 균질한 경우는 전자파를 반사하는 경계면이 없어 되돌아오지 않으나, 주위의 매질과 전기적 성질(유전율)이 다른 물체나 경계면이 있으면 그 경계면에서 전자파는 반사해서 되돌아온다. 이 반사파를 측정 표면 가깝게 둔 수신안테나에서 수신하여 전자파를 발사한 후 되돌아 올 때까지의 시간  $T(s)$ 를 측정하여 반사물체까지의 거리를 측정하는 방법이다. 반사된 거리로부터 철근의 위치 및 배근 상태 등을 측정할 수 있다.

$$\sqrt{\epsilon\gamma}$$

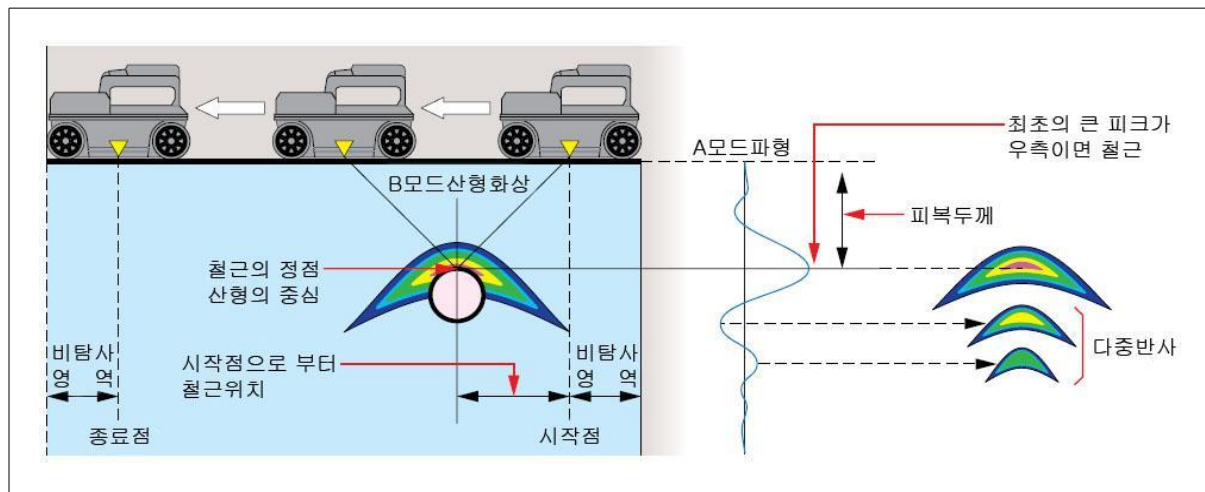
$V$  : 전자파의 속도

$C$  : 진공중(공기중)에서의 전자파의 속도( $3 \times 10^8$ , m/s)

$\epsilon, \gamma$  : 콘크리트의 비유전율

$D$  : 피복두께

$T$  : 송신시각부터 반사파의 수신시각까지의 시간차



【그림 4.3.1】 철근배근탐사시험 측정 원리



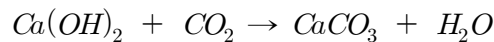
【그림 4.3.2】 철근배근탐사시험 측정 현황

【표 4.3.1】 철근배근탐사시험 측정 시 적용 조건

| 적용 가능                                                                                                                                                      | 적용 곤란                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 측정 심도 0.5 ~ 20cm 이내</li> <li>■ 측정 대상 철근지름이 6mm 이상</li> <li>■ 콘크리트가 균질</li> <li>■ 철근이 안테나 진행방향에 직교하는 경우</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 표면에 금속 등의 전파를 반사하는 물 질이 있고 그 이하에 철근이 있는 경우</li> <li>■ 10cm 이하의 간격으로 배근된 경우</li> <li>■ 철근이 안테나 진행방향과 평행한 경우</li> </ul> |

## 4.4 탄산화 깊이 측정

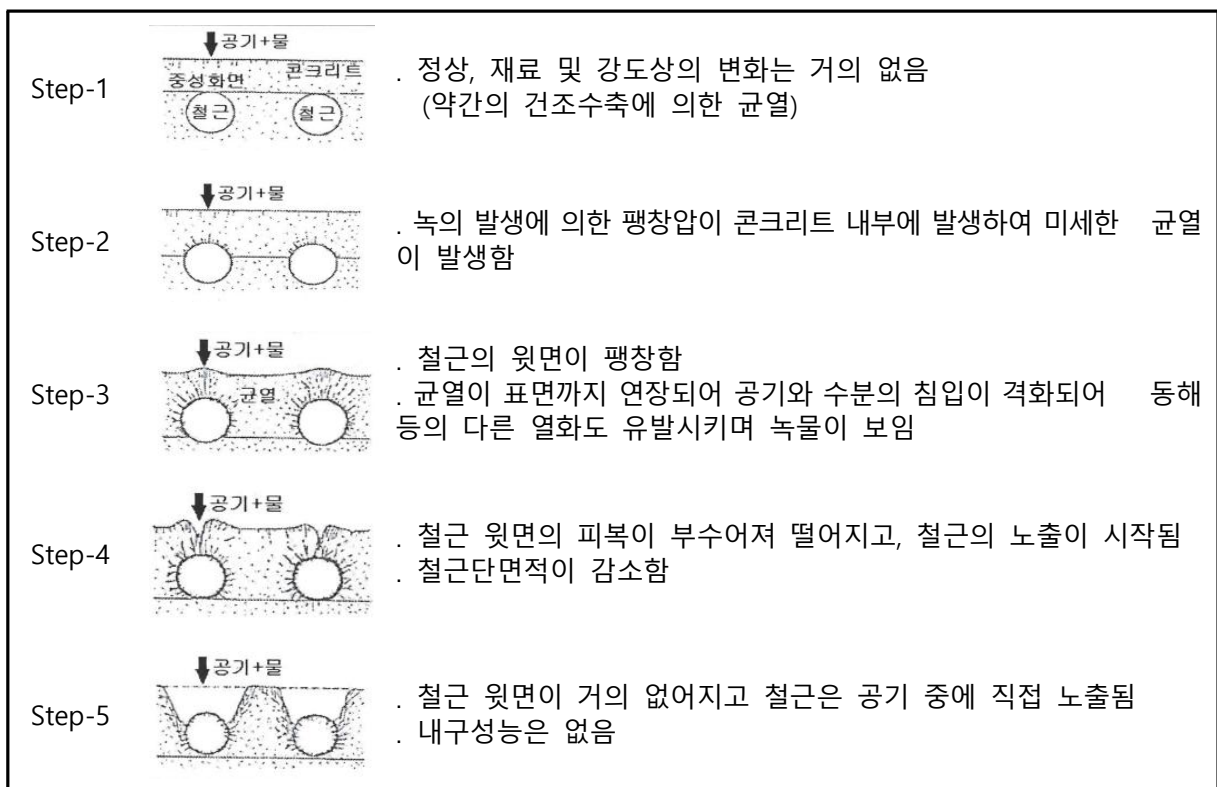
탄산화는 콘크리트 구조물의 열화 문제로 현재 주목받고 있는 현상 중 하나이다. 여기서 탄산화란 굳은 콘크리트와 공기 중의 탄산가스가 반응하면서 알칼리성을 잃게 되는 현상을 일컫는다. 즉 건전한 콘크리트는 경화 시멘트풀의 수산화 화합물 중 약 25%를 차지하는 수산화칼슘( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )의 영향으로 pH가 12~13인 강알칼리성을 나타내나 탄산가스가 수산화칼슘과 반응하면 탄산칼슘( $\text{CaCO}_3$ )으로 환원되면서 표면부터 콘크리트 pH가 서서히 10이하로 낮아지는 현상이다.



콘크리트는 탄산화에 의해 직접적으로 성능이 저하되는 것은 아니며, 단지 탄산화가 문제가 되는 이유는 탄산화가 피복두께를 넘어서 철근의 표면에 도달하게 되면 철근표면을 감싸고 있던 부동태 피막이 파괴되면서 철근표면에 부식이 시작되기 때문이다.

| pH값 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10     | 11     | 12 | 13 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|--------|----|----|
|     |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 녹슬기 쉬움 | 녹슬지 않음 |    |    |

【그림 4.4.1】 pH값에 의한 철근 부식 현황



【그림 4.4.2】 탄산화에 의한 콘크리트 성능저하 매커니즘



【표 4.4.1】 탄산화깊이시험 평가 기준

| 기준 | 탄산화 잔여 깊이           | 철근부식의 가능성              |
|----|---------------------|------------------------|
| a  | - 30mm 이상           | 탄산화에 의한 부식 발생 우려 없음    |
| b  | - 10mm 이상 ~ 30mm 미만 | 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음 |
| c  | - 0mm 이상 ~ 10mm 미만  | 탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음    |
| d  | - 0mm 미만            | 철근부식 발생                |
| e  | -                   | -                      |

### 다. 내구수명평가

탄산화 진행속도는 콘크리트 표면으로부터 탄산화 부분과 비탄산화 부분의 경계면까지의 거리와 경과한 시간의 함수로서 나타낸다. 탄산화깊이와 경과년수와의 관계는 일반적으로  $\sqrt{t}$  법으로 표현된다. 탄산화깊이 C는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\sqrt{t}$$

여기서, C : 탄산화깊이 (mm)

A : 탄산화속도계수 (mm/ $\sqrt{\text{년}}$ )

t : 재령(년)

본 과업에서 탄산화에 의한 수명 평가는 경과년수와 탄산화깊이와의 관계를 통해 탄산화 속도계수를 역추적 하여 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하였다. 앞서 언급한 식  $C = A \sqrt{t}$  에서 준공 후 현재까지의 경과년수 t는 설계도로부터 구할 수 있고 탄산화 깊이 C 는 현장조사를 통하여 얻을 수 있으므로 탄산화 속도계수 A를 계산할 수 있다. 이에 따라 아래 식을 통하여 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간을 추정할 수 있다.

$$t_d = \frac{D_c^2}{A^2} - t_0$$

여기서,  $t_d$  는 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간,  $D_c$  는 현장조사로부터 얻어진 철근까지의 피복(mm), A는 탄산화시험으로부터 계산된 계수,  $t_0$  는 현재의 구조물 경과시간이다.





---

---

## 제5장 안전등급의 결정

---

---

5.1 개 요

5.2 상태평가

5.3 종합평가

5.4 안전등급

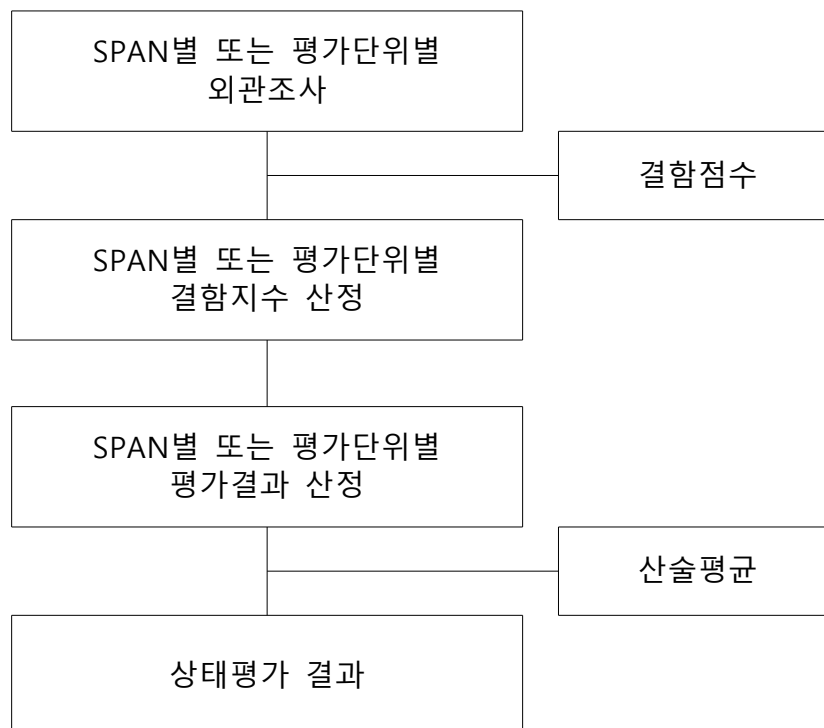


## 제 5 장 안전등급의 결정

### 5.1 개 요

각 시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2019.01)』 및 『지중송전 토목구조물 유지관리지침(2018.12)』에 따라 실시하고, 각 단계별 상태평가 산정 결과는 부록에 수록하였다.

상태평가가 정확히 이루어졌는지 확인하는 동시에 기록용 문서로서 이용하기 위하여 외관조사 결과를 정밀점검 서식에 각각의 결함의 형태, 크기, 양 및 심각한 정도 등을 기록하여 한다.



【그림 5.1.1】 상태평가 결과 산정 흐름도

## 5.2 상태평가

### 5.2.1 맨홀의 부재별 상태평가 항목

맨홀은 본체 상태평가와 구조물 주변 상태평가로 구분하여 실시하며 상태평가지 고려해야 할 주요 평가항목은 다음과 같다.

【표 5.2.1】 맨홀 상태평가 항목

| 구 분         |             | 평 가 항 목                                                                                                                                                                                |
|-------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 구조물<br>상태평가 | 본체<br>상태    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 균열</li> <li>○ 누수</li> <li>○ 파손 및 손상</li> <li>○ 재질열화(박리, 층분리 및 박락, 백태, 철근노출, 중성화, 염화물)</li> <li>○ 탄산화 잔여깊이</li> <li>○ 전염화물 이온량(수행시)</li> </ul> |
|             | 구조물<br>주변상태 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 배수상태</li> <li>○ 지반상태</li> <li>○ 출입구상태</li> <li>○ 특수조건 : 추가점수 부여</li> </ul>                                                                    |

### 5.2.2 항목별 상태평가 기준

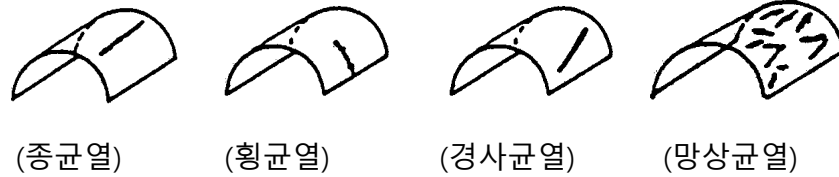
#### 가. 균열

【표 5.2.2】 균열 상태평가 기준

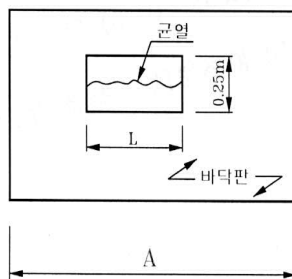
| 구 분 \ 등 급   |         | a       | b                  | c                  | d                  | e            |
|-------------|---------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| 콘크리트<br>라이닝 | 무균(균열)  | 0.1mm미만 | 0.1mm이상<br>0.3mm미만 | 0.3mm이상<br>1.0mm미만 | 1.0mm이상<br>3.0mm미만 | 3.0mm이상      |
|             | 철근(균열)  | 0.1mm미만 | 0.1mm이상<br>0.3mm미만 | 0.3mm이상<br>0.5mm미만 | 0.5mm이상<br>0.7mm미만 | 0.7mm이상      |
| 개착터널        | BOX(균열) | 0.1mm미만 | 0.1mm이상<br>0.3mm미만 | 0.3mm이상<br>0.5mm미만 | 0.5mm이상<br>0.7mm미만 | 0.7mm이상      |
| 조적식<br>라이닝  | 줄눈균열    | 없 음     | 아주 경미한 줄<br>눈깨짐    | 벽돌 2개소 이<br>하      | 벽돌 2~5개<br>소       | 벽돌 5개소<br>이상 |

<해 설>

- 1) 진행성의 유무가 확인되지 않은 경우에 적용하며 진행성이 확인되는 경우 등급을 하향조정하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰하도록 한다.
- 2) 균열형상은 종균열, 경사균열, 망상균열, 횡균열로 구분하며 횡균열을 제외한 균열은 등급을 하향조정할 수 있다.



- 3) 균열이 다음 스팬에 연속적으로 이어져 있는 경우 등급을 하향조정할 수 있다.
- 4) 구조적 균열은 설계 오류로 인한 균열, 외부 하중에 의한 균열, 단면 및 철근량의 부족에 의한 균열 등이 있다. 콘크리트 구조의 구조적 균열은 콘크리트와 철근사이의 응력, 변형률, 미끄러짐(slip), 부착응력 등에 따라 균열형성단계와 균열안정화 단계의 2단계로 형성된다. 구조적 균열발생시 면적률에 관계없이 평가는 1단계 하향조정하고, "d"이상으로 발생하였을 경우에는 안전성평가를 통하여 과하중의 양상과 그 결과의 분석을 실시하도록 한다.
- 5) 조적식 라이닝의 경우 줄눈깨짐의 연속성 정도에 따라 등급을 하향 조정하도록 한다.
- 6) 보수·보강부위는 기존의 균열폭과 길이의 변화, 새로운 균열 및 들뜸의 진행성 유무 등을 주기적인 점검(정기점검)결과를 활용하여 평가할 수 있다.
- 7) 면적율이 20% 이하일 경우는 해당 상태등급을 기재하고, 면적율이 20% 이상일 경우는 A→A, B→C, C→D, D→E, E→E 등급으로 하향 조정할 수 있다.
- 균열의 발생면적은 균열길이당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 하다.

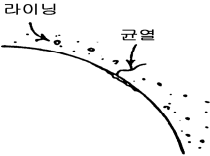


$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{바닥판(점검단위)면적}} \times 100 = \frac{\text{균열길이}(L) \times 0.25}{A \times B(m)} \times 100 = \quad \%$$

주) 진행성 균열의 경우 상태평가 결과가 "d" 이하 또는 고정 균열의 경우 면적율 20% 이상으로 "e"이면 중대한 결함으로 본다.

## 나. 누수

【표 5.2.3】 누수 상태평가 기준

| 구 분 \ 등 급 | a                                                                                 | b                                                                                 | c                                                                                  | d                                                                                   | e   |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|           | 없 음                                                                               | 스며 있음                                                                             | 떨 어 짐                                                                              | 흐 름                                                                                 | 분 출 |
| 누 수       |  |  |  |  |     |
|           | 스며있음                                                                              | 떨어짐                                                                               | 흐름                                                                                 | 분출                                                                                  |     |

## &lt;해 설&gt;

- 1) 누수발생부위는 아치부와 측벽부, 노면으로 구분하며, 아치부에 누수가 발생하여 차량 통행에 지장을 주는 경우 등급을 하향조정하도록 한다.
- 2) 아치부에 발생된 누수가 얼어 고드름이 형성된 경우와 측벽부에 발생된 누수가 얼어서 건축한계를 초과하여 차량통행에 지장을 주는 경우에는 등급을 하향조정 하도록 한다.
- 3) 노면에 토사유출 또는 동결이 발생되어 차량통행에 지장이 될 경우에는 등급을 하향 조정하고, 그 원인을 정밀 조사하도록 한다.
- 4) 누수가 배수공과 시공이음의 결함, 균열, 배면공동, 수맥 등의 영향으로 인하여 발생될 경우에는 수압 등에 의한 구조적 결함을 유발시킬 수 있는지의 여부 등을 검토할 수 있다.
- 5) 누수는 건기시와 우기시에 따라 계절별로 차이가 발생할 수 있으므로 계절적 요인을 반영하여 평가할 수 있다.
- 6) 보수·보강부위는 누수상태(수질, 수량, 물흐름)의 변화 유무 등을 주기적인 점검(정기점검)결과를 활용하여 평가할 수 있다.
- 7) 누수형상은 점상누수, 선상누수, 면상누수로 구분하며 누수위치는 천단부, 어깨부, 측벽부, 바닥부로 구분하여 평가함

주) 상태평가 결과가 "d" 이하이며, 토립자와 함께 나와 구조적 결함을 유발시킬 수 있는 경우 중 대한 결함으로 본다.

## 다. 파손 및 손상

【표 5.2.4】 파손 및 손상 상태평가 기준

| 구 분 \ 등 급 |       | a   | b         | c                       | d                                      | e                       |
|-----------|-------|-----|-----------|-------------------------|----------------------------------------|-------------------------|
| 콘크리트 라이닝  | 손 상 도 | 없 음 | 1/6미만     | 1/6이상<br>1/3미만          | 1/3이상<br>1/2미만                         | 1/2이상                   |
|           | 손상 면적 | 없 음 | 아주 경미한 상태 | 경미한 손상<br>(10cm×10cm미만) | 중간 손상<br>(10cm×10cm이상,<br>30cm×30cm미만) | 극심한 손상<br>(30cm×30cm이상) |

## &lt;해 설&gt;

- 1) 손상도는 콘크리트 라이닝에 대한 것으로 라이닝 두께에 대한 손상된 두께를 말하며, 일반적으로 라이닝 설계두께를 기준으로 하고, 라이닝 측정두께가 있는 경우 이를 기준으로 한다. ※ 손상도 = d(파손 및 손상두께)/D(라이닝두께)
- 2) 조적식 라이닝에서 파손 및 손상두께는 벽돌두께를 기준으로 적용한다.
- 3) 조적식 라이닝인 경우 파손 및 손상면적은 벽돌크기를 기준으로 하여 산정하도록 한다.
- 4) 지반탐사 등으로 측정된 라이닝 두께가 설계두께에 못 미치는 경우에는 이를 손상으로 평가 할 수 있다.
- 5) 파손 및 손상발생부위는 아치부와 측벽부로 구분하며, 아치부에 파손 및 손상이 발생하여 낙하위험이 있는 경우 등급을 하향조정한다.
- 6) 면적율이 20% 이하일 경우는 해당 상태등급을 기재하고, 면적율이 20%이상일 경우는 A→A, B→C, C→D, D→E, E→E등급으로 하향조정할 수 있다.

주) 파손 및 손상에 대한 면적률이 20%이상으로 상태평가 결과가 "d" 이하이면 중대한 결함으로 본다.

## 라. 재질열화(박리, 층분리 및 박락, 백태, 철근노출, 중성화, 염화물)

【표 5.2.5】 재질열화 상태평가 기준

| 구 분         | a                       | b                                                    | c                                                    | d                       | e                               |
|-------------|-------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| 박 리         | 없 음                     | 0.5mm미만                                              | 0.5mm이상<br>1.0mm미만                                   | 1.0mm이상<br>25mm미만       | 25mm이상<br>이거나<br>조골재 손실         |
| 층분리<br>및 박락 | 없 음                     | 깊이 12mm미만 또는<br>직경 75mm미만                            | 깊이 12~25mm미만<br>또는 직경 75~150mm미만                     | 깊이 25mm이상<br>직경 150mm이상 | 박락이 극심하여<br>즉시 보수를<br>요하는<br>상태 |
| 백 태<br>재료분리 | 없 음                     | 면적율 5%미만                                             | 면적율 5~10%미만                                          | 면적율 10~20%미만            | 면적율 20% 이상                      |
| 철근노출        | 없 음                     | 면적율 1%미만                                             | 면적율 1~3%미만                                           | 면적율 3~5%미만              | 면적율 5% 이상                       |
| 중 성 화       | 30mm 이상                 | 10mm이상<br>~<br>30mm미만                                | 0mm이상<br>~<br>10mm미만                                 | 0mm미만                   | -                               |
| 염 화 물       | 0.3kg/m <sup>3</sup> 이하 | 0.3kg/m <sup>3</sup> 초과 ~<br>1.2kg/m <sup>3</sup> 미만 | 1.2kg/m <sup>3</sup> 초과 ~<br>2.5kg/m <sup>3</sup> 미만 | 2.5kg/m <sup>3</sup> 이상 | -                               |

## &lt;해 설&gt;

- 1) 박리, 층분리 및 박락, 백태는 콘크리트의 재질에 대한 평가로서 경년이나 주변환경영향 등에 따라 열화되는 특성을 나타낸다.
- 2) 박리는 콘크리트 라이닝의 박리된 깊이를 기준으로 하며, 층분리 및 박락은 콘크리트 박락된 깊이, 직경, 상태 등을 고려하여 판단하도록 한다.
- 3) 박리, 층분리 및 박락이 심한 경우에는 다른 변상조건들과 비교, 검토하여 그 원인을 조사하도록 한다.
- 4) 백태 및 재료분리의 경우 발생범위와 정도로부터 판단하도록 한다.
- 5) 철근노출은 철근콘크리트 라이닝인 경우에 적용하며, 심한 부식이 우려되는 경우에는 부식도를 측정하여 철근의 부식상태를 평가하도록 한다. 또한, 철근노출 발생 면적은 철근 노출 길이당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 한다.
- 6) 탄산화 깊이에 대한 평가는 철근으로부터 탄산화의 남은 깊이를 지표로 하여 탄산화에 의한 강재부식 가능성을 나타낸 것으로 탄산화에 의한 단독 열화에 대하여 적용하며, 콘크리트 품질평가 기준인 탄산화는 직접적인 손상항목이 아닌 철근부식을 유발할 수 있는 환경에 관한 항목으로써 상태평가 기준 범위를 "a~d"로 한다. 평가는 철근의 피복은 조사 위치에서의 실측치를 기준으로 한다. <일본구조물진단기술협회 「비파괴시험을 이용



한 토목 콘크리트 구조물의 건전도 진단 매뉴얼」(2003년)>

7) 채취 코어의 전염화물 이온 시험결과에서 염화물에 의한 강재부식 가능성을 평가하며, 염화물 함유량은 직접적인 손상항목이 아닌 철근부식을 유발할 수 있는 환경에 관한 항목으로써 상태평가 기준 범위를 "a~d"로 한다. 염화물 함유량 분석은 철근 깊이까지 깊이별(10mm또는 20mm)로 단계를 구분하여 염화물 분포를 파악함을 원칙으로 하며, 염화물 이온농도의 분포를 도시한다.

<일본구조물진단기술협회 「비파괴시험을 이용한 토목 콘크리트 구조물의 건전도 진단 매뉴얼」(2003년)>

8) 박리, 층분리 및 박락의 면적율이 20% 이하일 경우는 해당 상태등급을 기재하고, 면적율이 20% 이상일 경우는 A→A, B→C, C→D, D→E, E→E 등급으로 하향 조정할 수 있다.

주) 탄산화 잔여깊이 또는 전염화물 이온량에 대한 상태평가 결과가 "d"등급이고, 철근노출의 상태평가결과가 "e"등급이면 중대한 결함으로 본다

## 마. 배수상태

【표 5.2.6】 배수상태 상태평가 기준

| 구 분  | 오 염 됨   | 배수불량 및 막힘 |
|------|---------|-----------|
| 결함점수 | 1 (1~2) | 2 (3~4)   |

<해 설>

- 1) 배수상태는 지하수를 유도하여 배수를 허용하는 배수형 터널의 경우에 한하며, 배수형 터널이 아닌 경우에는 전문가의 판단에 따라 별도로 적용하도록 한다.
- 2) 배수된 물의 함유성분에 의한 오염이 우려되는 경우에는 수질을 조사하여 오염의 원인을 평가하도록 한다.
- 3) 배수된 물에 토사가 섞여 나오는 경우에는 계속적인 토사유출로 라이닝 배면에 문제가 발생할 가능성이 있으므로 토사유출량과 터널안전성에 대해 정밀조사 하도록 한다.

## 바. 지반상태

【표 5.2.7】 지반상태 상태평가 기준

| 구 분  | 풍화변질 및 단층파쇄대 |           |          |        |
|------|--------------|-----------|----------|--------|
|      | 풍화변질         | 단 층 파 쇄 대 |          |        |
|      |              | 영향범위 외    | 영향범위 내   |        |
| 결함점수 | 1            | 1         | 중.소규모 단층 | 대규모 단층 |
|      |              |           | 2        | 3      |

<해 설>

- 1) 기시공된 전력구(맨홀)에서는 주변지반상태를 육안으로 확인하는 것이 쉽지 않으므로 설계 및 시공자료를 참고하여 판단하도록 하며, 안전성 평가시 지반조사를 실시하여 지반상태를 평가하도록 한다.
- 2) 지반상태가 전력구(맨홀)에 영향을 미치는 범위는 0.5D를 기준으로 한다.
- 3) 지반의 풍화변질상태는 육안으로 확인할 수 있는 갱구부 주변의 지반이나 노출된 암반으로부터 평가하도록 한다.
- 4) 전력구(맨홀)에 직접적인 영향을 주는 지질구조(단층, 습곡, 선구조선)의 영향은 지질도나 시공자료, 지표지질조사결과 그리고 필요시 인공위성사진, 항공사진 등을 이용하여 검토하도록 한다.
- 5) 이완토압, 편토압, 소성압 등으로 인하여 내공변위가 발생한 경우에는 단층파쇄대의 영향범위 내에 해당하는 점수를 부여한다.

## 사. 출입구 상태

【표 5.2.8】 출입구 상태 상태평가 기준

| 구 분  | 손 상 |
|------|-----|
| 결함점수 | 1   |

<해 설>

- 1) 전력구(맨홀)의 입출구부로서 통행에 직접적인 영향을 주기 때문에 출입구 상태를 반영하여 손상여부를 평가한다.
- 2) 출입구의 평가방법은 일반 콘크리트구조물에서의 평가방법에 준하며, 특히 주변지반의 변화상태 등에 유의하여야 한다.
- 3) 출입구에 심각한 손상이 발생한 경우, 주변 지반조사를 실시하여 손상원인을 규명하도록 한다.

### 아. 특수조건(추가점수)

【표 5.2.9】 특수조건(추가점수) 상태평가 기준

| 구 분  | 전력구 터널 |        |      |
|------|--------|--------|------|
|      | 측벽부 낙수 | 아치부 낙수 | 동결위험 |
| 결함점수 | 1      | 2      | 3    |

<해 설>

- 1) 전력구 터널은 전기를 사용하므로 누전문제에 대한 위험성을 상태평가에 추가 반영하도록 하고, 동결시 유지관리에 지장을 초래할 수 있으므로 이를 반영한다.
- 3) 기타 일반적인 전력구 터널조건과 다른 특수 전력구인 경우, 조사자의 판단에 따라 상태평가에 특수조건을 부과하여 가점하도록 한다.

## 5.2.3 상태평가 결과 산정 방법

### 가. 상태평가결과 산정

#### 1) 제1단계 : 결함지수(f) 산정

- ① 단위길이별 평가항목에 대해 최저의 결함점수를 부여한다. 균열의 결함점수는 일반적으로 평균값으로 취하며 단차, 폭, 깊이 등을 고려하여 결정한다.
- ② 단위길이별 결함지수를 구한다.
- ③ 전체에 대한 결함지수(f)를 구한다. 이때에 라이닝 단위길이별 평가항목에 대한 결함점수를 산술평균하여 구한다.

#### 2) 2단계 : 상태평가 등급 산정

- ① 단위길이별 평가항목과 결함지수에 대한 평가를 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.
- ② 전체의 평가항목(산술평균값)과 결함지수(f)에 대한 등급을 5단계(a, b, c, d, e)로 매긴다.

#### 3) 3단계 : 구조물 주변 상태 결함점수 산정

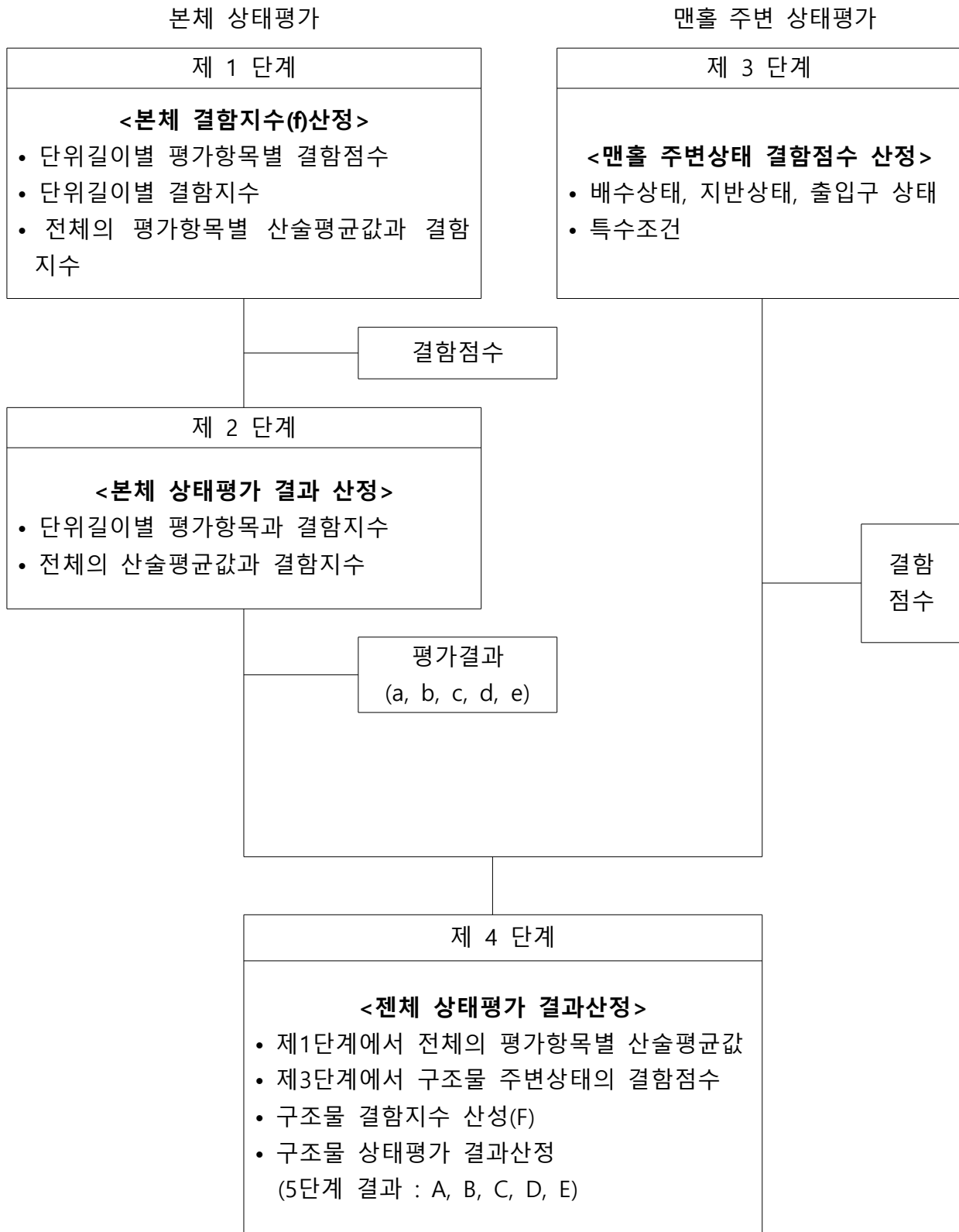
- ① 구조물 주변 상태에 대한 배수, 지반, 갭문, 공동구상태의 결함점수를 부여한다.
- ② 특수조건에 해당 될 경우에는 추가점수를 부여한다. 전력구(맨홀) 결함지수(F) 산정시 분모에 대한 영향은 고려하지 않는다.

#### 4) 제4단계 : 구조물 상태평가등급 산정

- ① 제1단계의 결함지수(f) 산정시 사용한 평가항목별 결함점수 산술평균값과, 제3단계의 구조물 주변상태 평가 결함점수를 합한다.
- ② 결함지수(F)를 산정시 사용한 평가항목별 결함점수 산술평균값으로 전력구 결함지수(F)를 산정하고, 상태평가 등급을 5단계(A, B, C, D, E)로 매긴다.

#### ③ 전력구(맨홀) 상태평가등급 산정

- A등급 : 구조물 결함지수(F)  $0.00 \leq F < 0.15$
- B등급 : 구조물 결함지수(F)  $0.15 \leq F < 0.30$
- C등급 : 구조물 결함지수(F)  $0.30 \leq F < 0.55$
- D등급 : 구조물 결함지수(F)  $0.55 \leq F < 0.75$
- E등급 : 구조물 결함지수(F)  $0.75 \leq F$



【그림 5.2.1】 맨홀 상태평가 결과 산정절차

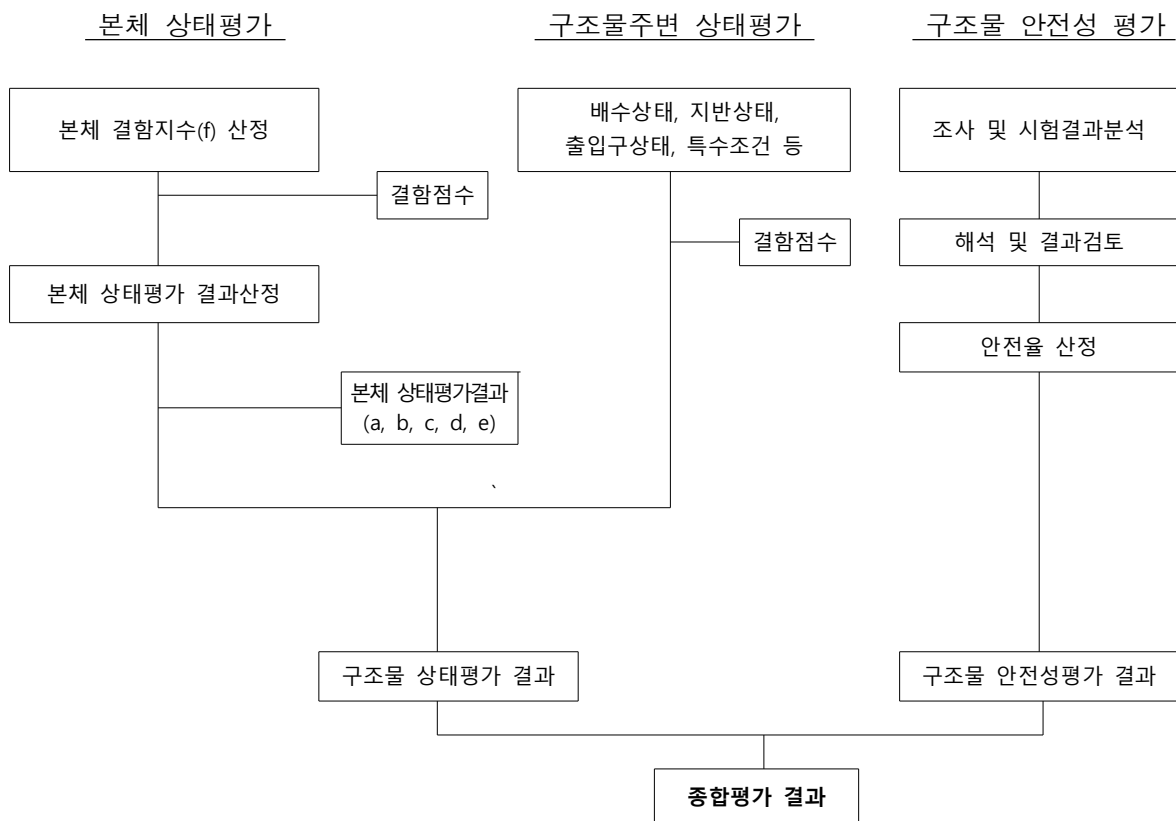
## 5.3 종합평가

### 5.3.1 종합평가 기준

시설물의 종합평가는 구조물 부재의 결함 및 손상에 대하여 평가기준 및 상태평가 기법에 따라 수행한 상태평가 결과와 시설물의 안전성평가 결과를 고려하여 개별시설물의 종합평가 결과를 결정한다.

각 시설물에 대한 종합평가는 상태평가만 실시하거나 상태평가와 안전성평가를 각각 실시한 후 이들 결과를 기초로 종합하여 이루어진다. 즉, 상태평가만 실시하는 경우에는 상태평가 결과를 종합평가 결과로 같음하여 상태평가 결과가 종합평가 결과로 결정되지만 상태평가와 안전성평가가 동시에 실시된 경우에는 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 비교 검토하여 최종적인 종합평가 결과를 부여하게 된다.

따라서 상태평가와 안전성평가가 동시에 실시되는 경우에 대하여 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 객관적이고 정량적이며 통일성 있는 종합평가가 이루어지고 합리적인 종합평가 결과가 결정될 수 있도록 세부지침에 따라 시설물의 종합평가 결과를 결정한다.



【그림 5.3.1】 맨홀 종합평가 결과 산정절차

### 5.3.2 종합평가 결과 산정방법

외관조사에 따른 상태평가 결과와 안전성 검토에 근거한 안전성평가 결과 중 낮은 결과를 시설물의 종합평가로 결정한다.

■ 종합평가 결과 = MIN(상태평가 결과, 안전성평가 결과)

## 5.4 안전등급

안전점검 등(정기안전점검은 제3종시설물에 한한다)을 실시한 책임기술자는 당해 시설물에 대하여 종합적으로 평가한 결과로부터 안전등급을 지정한다.

다만 안전점검등의 실시결과 기존의 안전등급보다 상향하여 조정할 경우에는 해당 시설물에 대한 보수.보강 조치 등 그 사유가 분명하여야 한다.

안전등급 기준은 【표 5.4.1】을 따르는 것을 원칙으로 한다.

【표 5.4.1】 안전등급 기준

| 상태<br>평가<br>등급                                                                                                                                                                                                                                                                            | 상태 및 안전성                                                                                                              | 비고 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 문제점이 없는 최상의 상태                                                                                                        |    |
| B                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태                                                        |    |
| C                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태 |    |
| D                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수.보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태                                                                   |    |
| E                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태                                                 |    |
| 1) A, B, C, D, E : 점검부재의 손상정도에 따라 상태가 양호한 경우인 A등급에서 손상이 심한 경우인 E등급까지 손상의 정도에 따라 5등급으로 구분한다. 이에 대한 자세한 평가기준은 점검부재별로 세분한다.<br>2) Q : 점검부재에 대해서 접근이 불가능한 경우 등급 Q를 사용하여 점검되지 않은 부재임을 표시하고, 반드시 향후 실시하는 점검 시에 접근장비를 동원하여 점검한다.<br>3) X : 점검대상 교량에 해당 점검부위가 없을 경우 등급 X를 사용하여 점검의 필요성이 없음을 표시한다. |                                                                                                                       |    |





---

---

## 제6장 보수·보강 및 유지관리

---

---

6.1 보수·보강공법

6.2 유지관리방안



## 제 6 장 보수·보강 및 유지관리

### 6.1 보수·보강공법

#### 6.1.1 개 요

콘크리트구조물은 예상하지 못했던 과다한 하중과 재료분리, 건조수축, 온도변화, 동결융해, 철근부식, 화재 등의 원인으로 구조부재에 균열이 발생하여 시간이 지남에 따라서 균열의 크기가 커지고, 콘크리트 단면 탈락 및 박리로 이어져 콘크리트 열화현상을 촉진시킨다. 이처럼 콘크리트구조물을 치유하는 방법은 일반적으로 보수공법과 보강공법으로 구분할 수 있다.

보수는 열화와 결함으로 인해 손상된 콘크리트구조물의 내구성, 방수성 등 내력 이외의 기능을 원상복귀하거나 사용상 지장이 없는 상태까지 회복시키는 것을 말하며, 철근부식으로 발생한 부재의 변형과 내하력의 저하를 개선하여 초기 상태로 회복시키는 것을 말한다.

보강은 부재 혹은 구조물이 여러 가지 결함으로 저하된 콘크리트구조물의 내하력이나 강성 등의 역학적 열화를 회복하거나 성능을 향상시킬 목적으로 실시하는 대책이다. 역학적인 성능저하로는 주로 재료의 손상이나 과대한 하중의 재하에서 발생된다.

보수·보강공법을 선정 할 때에는 다음과 같은 기본방향의 설정이 필요하다.

- 1) 결함 및 손상에 대한 내하력 확보 차원의 보수·보강
- 2) 콘크리트 및 철근의 내구성 확보 차원의 보수
- 3) 외관상태의 결함에 대한 보수
- 4) 구조물의 유지관리 차원의 보수

본 과업에서 대상시설물에 발생한 손상 및 결함들은 그 원인을 추정하고, 손상정도를 평가하여 그 원인을 규명한 후, 적절한 보수·보강을 실시하여 사용성 및 내구성 저하를 방지하고, 효율적인 유지관리가 될 수 있도록 제시하고자 한다.

## 6.1.2 보수.보강공법 선정

### 가. 필요성 판단

보수의 필요성은 발생한 손상(균열 등)이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하며, 이를 위해 각종 기준(콘크리트 표준시방서, 도로교 표준시방서 등)을 참조한다. 또한 보강의 경우는 안전율을 기준 이상으로 회복시키기 위하여, 부재 단면의 확대 정도 등을 판단한다.

### 나. 공법선정

구조물 결함에 따른 보수.보강은 보수재료와 공법 선정시 내하력, 내구성, 기능 및 미관 등을 검토하여 결정한다. 이때 중요한 것은 구조물의 결함 발생 원인에 대한 정확한 추정이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고, 적절한 보수재료를 선택할 수 있다. 따라서 시설물 관련 제반자료, 진단시 수행한 각종 상태평가 및 안전성 평가결과를 기초로 하여, 결함의 발생 원인에 대한 정확한 분석 후 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수.보강공법을 선택하여야 한다.

구조물의 손상은 사례가 다르며, 여러 가지 요인들이 복합적으로 작용하여 발생하는 경우가 많으므로 정량화된 공법을 제시하기가 매우 어렵다. 따라서 공법을 선정할 때에는 ①경제적이고, ②재료의 품질에 좋은 것이며, ③설계이론이 분명한 것이어야 하며, ④시공 기간이 짧으며, ⑤안전성에서 문제가 없으며, ⑥미관상 미려하며, ⑦환경문제가 적은 것을 택하여야 한다.

### 다. 보수.보강 선정기준

발생된 주요 손상에 대한 보수.보강의 대책은 발생한 손상의 원인을 분석하고 보수 범위와 규모, 구조적 안전성, 사용성 및 내구성 및 공법별로 시공성과 경제성 등을 종합적으로 고려하여 결정하였으며, 보수.보강의 우선순위는 다음의 사항을 고려하여 보수의 완급성을 판단하여 정하였다.

【표 6.1.1】 보수공사 우선순위 선정 기준

| 구 분              | 순 위 | 내 용                                                                                                                                                            |
|------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 단 기<br>대 책       | 1순위 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 시설물의 안전관리에 관한 특별법 제12조(중대한 결함)의 “대통령이 정하는 중대한 결함”에 포함되는 손상</li> <li>■ 주요부재에 발생한 결함 및 손상이 커 내구성에 영향을 미치는 경우</li> </ul> |
|                  | 2순위 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 향후 내하력, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 경우</li> </ul>                                                         |
| 중.<br>장 기<br>대 책 | 3순위 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)</li> </ul>                           |
|                  | 4순위 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 구조물에 직접적인 영향을 주는 손상은 아니며, 유지관리를 통한 점검이 이루어진 후 필요시 보수가 필요한 손상.</li> </ul>                                              |

### 6.1.3 보수.보강공법

#### 가. 표면처리공법

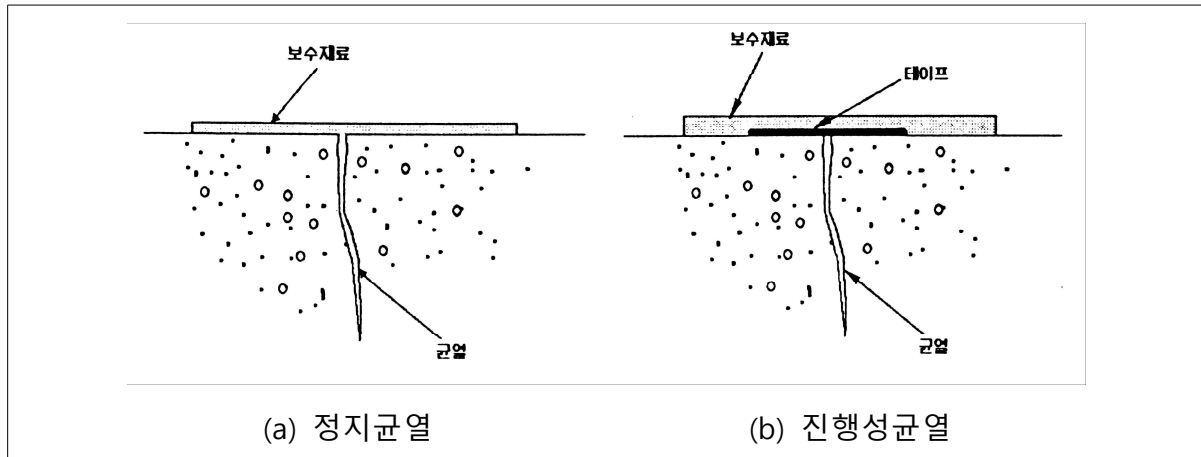
표면처리공법은 미세한 균열(폭 0.2mm미만) 위에 도막을 형성하여, 방수성 및 내구성을 향상시킬 목적으로 사용하며, 균열부분만을 피복하는 방법과 전면을 피복하는 방법이 있다. 균열의 성장이 정지된 상태에서는 균열선을 따라 폭 50~100mm를 와이어 브러시로 닦아낸 후 폴리머시멘트페이스트나 모르타르로 균일하게 도포하며, 콘크리트 표면에 0.3mm 이하의 미세한 균열이 많이 분포해 있는 경우도 같은 방법으로 도포할 수 있으며, 재료를 기계로 분무하여 도포할 수도 있다.

진행성 균열인 경우 경화 후의 재질이 단단한 폴리머시멘트페이스트나 모르타르로 보수할 경우 보수부위에 다시 균열이 발생하므로 균열면을 와이어브러쉬로 완전히 청소한 후 균열선을 중심으로 폭 10~15mm 테이프를 부착하고, 테이프를 중심으로 폭 30~50mm, 두께 2~4mm의 변형성 및 신장성이 큰 실링재를 도포하여 바닥의 변형을 이 테이프 사이에서 흡수할 수 있도록 한다.

#### ▷ 시공순서

- 표면의 부착물을 와이어브러쉬나 물 등을 사용하여 제거
- 건조시킨 후 표면의 기공을 퍼티상 프라이머로 메움
- 보수재료로 피복 후 양생

(피복재의 두께가 얇으므로 사용연수의 경과에 따른 성능저하를 관찰)



【그림 6.1.1】 표면처리공법

## 나. 수지주입공법

### 1) 개 요

본 공법은 일반적으로 콘크리트 구조물의 응력상 지장이 없는 부분의 균열진행을 방지하고 콘크리트 구조물의 일체화를 도모하기 위하여 균열부에 주로 에폭시계 수지를 채움으로서 수밀성을 크게 하고 콘크리트 및 철근의 열화를 방지하는 효과를 얻기위한 보수 공법이다.

### 2) 재료의 성질

공사에 사용되는 재료는 일반적으로 에폭시 수지계를 사용하며, 감독원의 승인이 없는 것을 사용할 수 없다.

#### ① 사용재료의 품질규격

| 항 목    | 단 위                 | 시험조건    | GROUT<br>(에폭시계 수지)     | SEAL<br>(폴리에스터 수지계)    |
|--------|---------------------|---------|------------------------|------------------------|
| 비 중    | -                   | 20℃ 7일간 | 1.15±0.05              | 1.70±0.10              |
| 점 도    | Cp                  | 20℃     | 500±200                | (PUTTY상 )              |
| 압축항복강도 | kgf/cm <sup>2</sup> | 20℃ 7일간 | 500이상                  | 400이상                  |
| 압축탄성계수 | kgf/cm <sup>2</sup> | 20℃ 7일간 | 1.0×10 <sup>4</sup> 이상 | 2.0×10 <sup>4</sup> 이상 |
| 접착강도   | kgf/cm <sup>2</sup> | 20℃ 7일간 | 100이상                  | 100이상                  |

#### ② 주입용 수지의 재료성질

- 장시간 보관해도 재료성질의 변화가 적을 것
- 균열폭의 크기에 따라 점도의 조종이 용이해야 하고 세부균열까지 주입이 가능해야

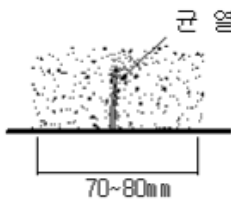
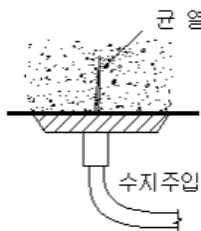
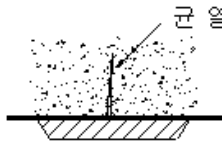
한다.

- 균열의 처리방법, 혼합, 주입 등의 조건변화에 대해 품질의 영향이 적을 것
- 사용할 때의 기온에 대해 사용가능 시간을 용이하게 조절할 수 있을 것
- 주입 후 상온에서 경화될 수 있을 것
- 인장강도, 휨강도, 압축강도, 탄성계수 등의 기계적 성질이 좋고 콘크리트와 함께 안정된 재료일 것
- 콘크리트 속의 알칼리와 수분에 대한 저항성이 좋아야 하며, 내후성 및 화학적으로 안정된 재료일 것

### 3) 시공시 일반사항 및 시공순서

- ① 시공시 기온은 일반적으로 10~30℃, 콘크리트 균열개소의 표면온도는 10℃를 표준으로 하며 기온의 차가 심한 경우는 기온의 변화에 대응하는 에폭시계 수지의 성상을 조사하고, 겨울철 시공시는 가열 양생 등의 조치를 취한다.
- ② 에폭시계 수지는 사용에 앞서 현장에서 시공시의 기온에 대응하는 사용 가능 시간을 다시 시험에 의하여 구하고 사용하는 에폭시계 수지는 적당한 롯트마다 발취시험을 실시, 품질을 확인한다.
- ③ 에폭시계 수지는 항상 함냉소에 밀봉 보관하고 제조 후 6개월이 경과한 것에 대해서는 다시 시험품질의 변질여부를 확인한다.
- ④ 작업은 통풍이 잘되는 장소에서 실시하고 위생 및 화재 보안상에 대해 주의하여야 한다.
- ⑤ 균열주입시 먼처리는 균열면에 연해 7~8cm 폭을 와이어 브러시, 샌드페이퍼 등으로 청소한다.
- ⑥ 불량 콘크리트 부분은 망치 등으로 주의하여 정상인 콘크리트가 노출될 때까지 깨내고 퍼티용 에폭시계 수지로 메우며, 균열 내부는 컴프레서 등의 압축공기로 불어 청소 건조시킨다.

|           |                               |
|-----------|-------------------------------|
| 균열조사      | ← 균열상태, 폭, 길이 등을 확인           |
| ↓         |                               |
| 바탕처리      | ← Wire, Brush, Disc Sander 작업 |
| ↓         |                               |
| 좌대부착      | ← Sealant를 이용 주입용 좌대를 고정      |
| ↓         |                               |
| SEAL      | ← 균열부 표면은 Sealant로 Sealing    |
| ↓         |                               |
| 주입        | ← 본드 실린더를 이용해서 주입             |
| ↓         |                               |
| SEALANT제거 | ← Disc Sander등으로 평탄작업         |

| 1. 바탕처리                                                                             | 2. 시일작업 및 주입파이프설치                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |
| 3. 수지주입                                                                             | 4. 주입파이프 철거 및 표면마무리                                                                  |
|  |  |

【그림 6.1.2】 수지주입공법 시공순서

## 다. 충전공법

### 1) 용도 및 목적

이 공법은 표면처리만으로는 불충분한 경우에 이용되는 공법으로 균열면 주위의 콘크리트를 V 또는 U자형으로 커트하여 충전시키는 충전공법의 일종이라 할 수 있다.

동 공법은 통상 0.5mm 이상의 비교적 큰 균열에 적용하며, 주입공법과 같이 에폭시계 수지의 강도는 높아도 탄성계수가 낮기 때문에 완전히 구조물의 일체화를 도모하기 어렵고 인장응력이 작용하는 부분의 보수에는 피하는 것이 좋다.



## 2) 설계 및 시공방법

### ① 사용재료

결합부의 크기, 깊이, 면적등에 따라 퍼티 형태의 에폭시 수지나 레진콘크리트, 시멘트 모르타르 콘크리트 등이 사용된다. 에폭시 수지는 주입공법에서 설명하였으므로 생략하기로 한다.

#### i) 레진콘크리트 (Resin Concrete)

결합재로서 시멘트 대신에 합성수지를 쓰는 콘크리트가 레진콘크리트로서 장점으로는 부착성, 내약품성, 내동결 융해성 등이 우수하고 경화시간을 폭넓게 조절할 수가 있고, 단 기간에 소요강도를 얻을 수 있으나 단점으로는 내화성, 내열성이 약하고 고가이다. 이런 특성을 충분히 살려 활용하면 유력한 보수재료가 될 수 있다. 현재 사용되는 레진콘크리트에는 에폭시 수지나 폴리에스테르 수지가 사용되는데, 이것에 미립의 충전재(중탄산칼슘, 미립 실리카)나 세골재, 조골재 등을 첨가하여 사용하고 경화시간을 조절할 수 있도록 경화제 및 그의 혼합율을 적절히 조절하여 사용할 수 있다.

#### ii) 콘크리트용 혼화재료

시멘트 그라우트, 모르타르, 콘크리트 등에 사용되는 AE제, 감수제, 경화촉진제, 급결제 등을 사용하는 것은 일반공사와 동일하나 보수 즉 비수축성이 중요한 부분에는 각종 수축 감소제와 팽창성 혼화제가 주로 사용되고 있다. 또한 제조시 미리 첨가된 시멘트계 비수축성재 등도 유용하게 사용될 수 있다.

#### iii) 골 재

일반 공사용 콘크리트 골재와 별로 틀린 것은 없으며 때때로 인공경량 골재가 쓰이는 경우가 있다.

또한 상기에서 언급한 레진콘크리트용의 골재는 자갈, 모래, 규사, 안산암, 석회암의 쇄석등이 쓰이며 입경은 20mm이하, 잔골재인 경우는 5mm이하가 일반적으로 사용되고 있다. 레진콘크리트용 골재로서 사용되는 성질은 다음과 같다.

- 강도가 클 것
- 수분이 거의 없을 것.
- 수지의 경화반응을 저해하는 불순물을 함유하지 말 것.
- 공극율이 적도록 입자의 크기가 알맞고 입도분포가 좋은 것을 사용할 것.

### ② 시공시의 주의점

주입 공법에서 설명한 것 다음에 같은 것을 들 수 있다.

- i) 위를 쳐다보는 자세로 일정한 두께의 면적을 퍼티로 채우는 경우는 1회의 시공두

깨를적게 하고 어느정도 경화하여 1층의 표면에 끈기가 남아 있는 동안에 2층을 겹쳐 소정 두께로 마무리 한다. 또 시공시의 온도에 있어서는 시공 가능 여부를 사전시험등으로 확인하여 둘 필요가 있다.

ii) 비교적 적은 균열의 경우는 여러 층으로 나누어 시공할 필요가 있다.

iii) 빔 등의 모서리를 채우는 경우는 적당한 거꾸집을 사용한다.

### ③ 시공 순서

i) 커트 범위를 확인한 후 마크를 한다.

ii) 균열에 따라 전동커터로 U자형으로 커트한다. 절삭단면은 폭 10~50mm, 깊이는 10~50mm로 한다.

iii) 커트한 부분은 블로어로 청소한다.

iv) 피착체면을 건조시킨후 전용 프라이머를 도포한다.

v) 시일재를 소정의 배합비로 혼합, 교반한다.

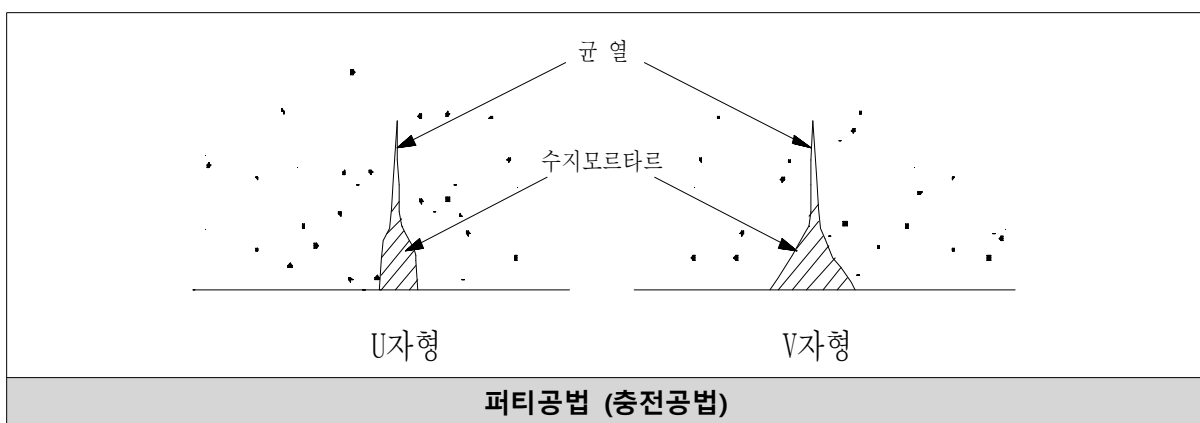
vi) 프라이머 건조 후 혼합한 시일재를 코킹재에 충전하고, 피착체면에 공극이 남지 않도록 코킹건으로 충전한다.

vii) 시일재의 표면을 주걱으로 충분히 눌러서 평활하게 마무리한다.

viii) 시일재가 경화할 때까지 양생한다.

ix) 시일재의 경화 후 오염 등을 주걱, 신나, 샌더 등으로 제거하고 청소한다.

### ④ 개 요 도

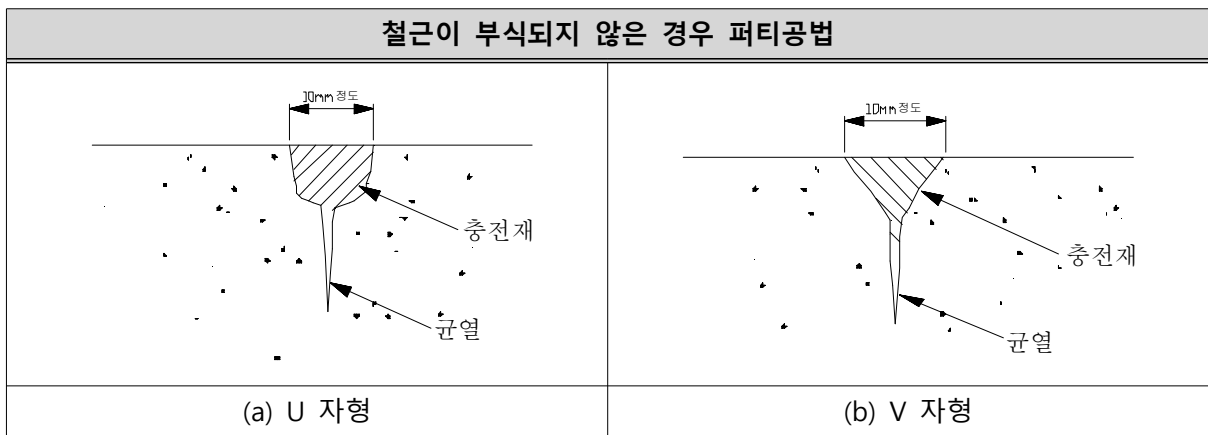


【그림 6.1.3】 퍼티공법(충전공법)

## ⑤ 공 정 도

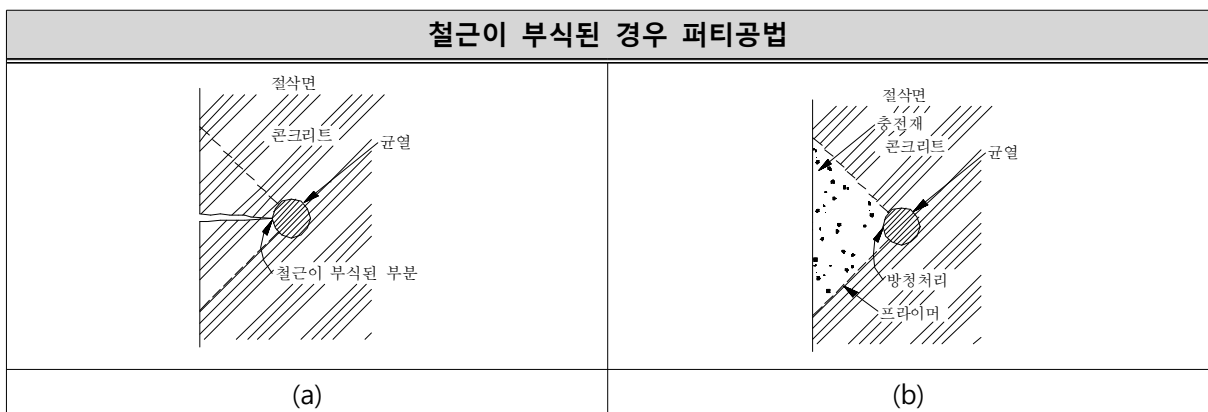
## i) 철근이 부식되지 않은 경우

| 순서 | 점검 내용    | 공 정     | 시 공 순 서        | 기 자 재     |
|----|----------|---------|----------------|-----------|
| ①  | 마킹       | 균열 조사   | 균열을 스케일로 확인    | 균열 스케일 쇼크 |
| ②  | 폭, 깊이 확인 | U 및 V커트 | 전동커터로 실시       | 전동커터      |
| ③  |          | 청소      | 커트 주변 청소       | 와이어브러시등   |
| ④  |          | 프라이머 도포 | 솔 등으로 프라이머를 도포 | 솔         |
| ⑤  | 필요시      | 백업재 삽입  |                |           |
| ⑥  |          | 충전재 충전  | 시일 작업          | 주입 펌프     |
| ⑦  | 평탄성 확인   | 양생      |                |           |
| ⑧  |          | 종료      |                |           |



【그림 6.1.4】 철근이 부식되지 않은 경우 퍼티공법(충전공법)

## ii) 철근이 부식된 경우



【그림 6.1.5】 철근이 부식된 경우 퍼티공법(충전공법)

## 라. 백태 보수공법

콘크리트 표면에 백태가 발생하면 미관상의 문제뿐만 아니라 콘크리트의 열화를 가속시켜 내구성을 저하시키므로 콘크리트 고압세척을 통하여 표면처리 후 표면강화제를 도포하여 백태로 인한 콘크리트의 열화를 방지하는 공법이다.

단 균열로 인한 백태의 경우에는 균열보수와 병행하여 실시한다.

### ▷ 시공순서

- 콘크리트의 백태 부분을 그라인더 등을 이용하여 표면 처리
- 표면처리 후 고압살수기 등을 이용하여 표면 고압세척
- 바탕조정후 표면강화제와 표면보호재 도포

## 마. 콘크리트 단면보수공법

콘크리트의 박락, 파손 및 골재분리 등은 부재의 단면감소와 철근의 노출 및 녹이 발생하는 원인이 되어 부재의 내하력과 콘크리트의 내구성을 저하시킨다.

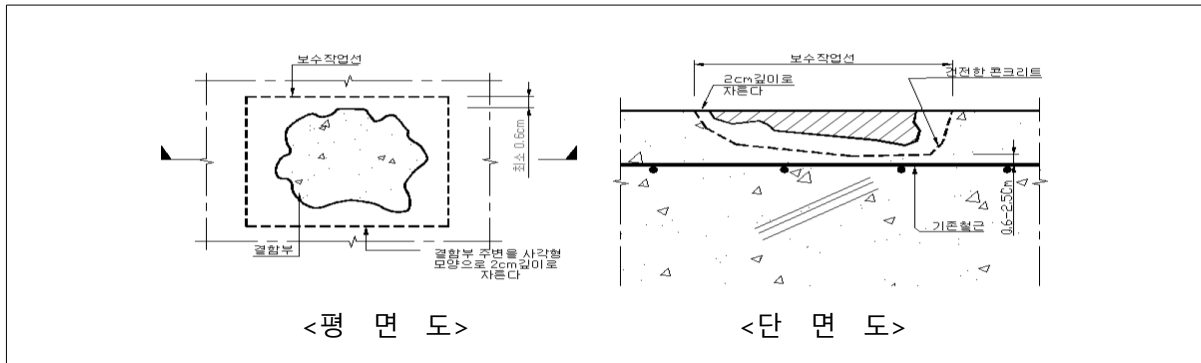
따라서 콘크리트의 박락, 파손 및 골재분리 등은 변형이 발생 즉시 보수하는 것이 바람직하며, 콘크리트 부재의 손상(박리, 재료분리, 박락, 철근노출 등)의 깊이 및 정도에 따라 다음과 같이 보수·보강 공법이 있다.

### 1) 얇은 보수 (Shallow Repairs)

얇은 보수는 콘크리트 손상 깊이가 얇고 철근이 노출되지 않는 경우에 적용된다. 손상 콘크리트는 직사각형이나 정사각형으로 2cm정도 깊이까지 철근 덮개를 제거하고 압축공기해머나 수압분쇄기로 제거하며, 콘크리트의 제거(Saw cutting)시 철근에 손상을 입혀서는 안 된다.

### ▷ 시공순서

- 손상 콘크리트 표면 청소 및 정리
- 신구콘크리트 접착제 바르기
- 몰탈 채우기
- 중성화 방지재 및 방수재 도포



【그림 6.1.6】 콘크리트 부재의 얇은 보수

## 2) 깊은 보수(Deep Repairs)

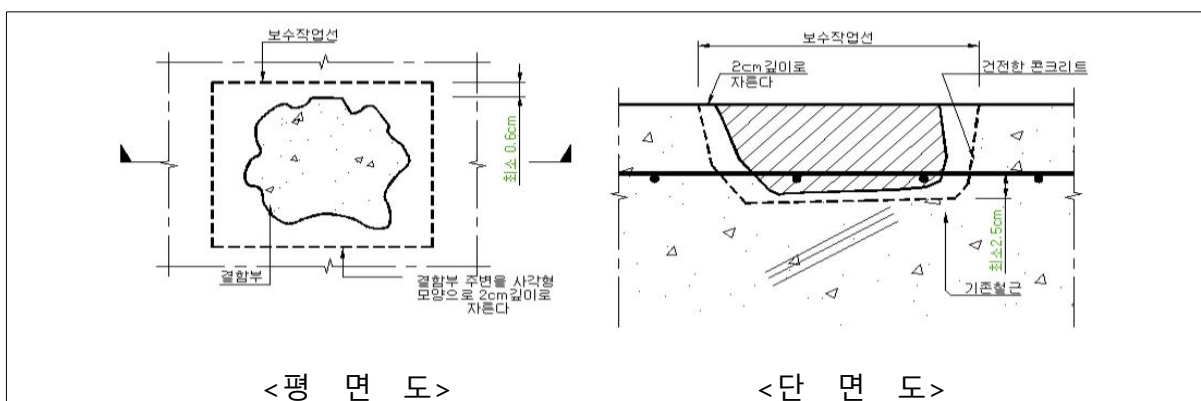
깊은 보수는 손상 깊이가 철근피복두께보다 더 깊을 때 적용된다. 손상 콘크리트는 얇은 보수에서처럼 제거하지만 철근은 완전히 노출시키며, 콘크리트의 제거시 철근에 손상을 입혀서는 안 된다.

철근 안쪽 콘크리트를 2.5cm 정도 깊이까지 제거하고 철근은 샌드블라스팅이나 수압분쇄기로 완전히 청소하며, 만일 중앙부의 철근에 단면손실이 있다면 보강철근으로 보강하고 철근에는 방청도료를 칠하여 방식효과를 높이도록 한다.

### ▷ 시공순서

- 손상 콘크리트 표면 청소 및 정리
- 철근 단면손실시 철근 보강 및 방청도료 칠하기
- 신구콘크리트 접착제 바르기
- 몰탈 채우기
- 중성화 방지재 및 방수재 도포

또한 신구 콘크리트 이음면에서 접착이 불량할 경우는 예폭시 콘크리트가 양생된 후 이음면에 균열 보수에서와 같은 주입공법을 시행한다.



【그림 6.1.7】 콘크리트 부재의 깊은 보수

## 6.2 유지관리방안

### 6.2.1 개 요

본 유지관리방안은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법” 규정에 따라 고시된 안전점검 및 정밀안전진단지침과 관련하여 본 시설물에 관한 상세한 유지관리지침을 제시하여 과학적이고 체계적인 유지관리를 도모함에 있다.

시설물의 유지관리는 시설물의 기능과 사용재료의 성능저하 등을 신속 정확히 조사, 측정, 평가하여 이에 대한 적절한 조치를 취함으로써 사용자의 안전과 향후 시설물 유지관리에 필요한 자료를 얻는 것을 목적으로 실시하며, 세부 목적은 다음과 같다.

- 안전성을 확보하고, 설계목적에 부합되도록 한다.
- 구조물의 상태를 체계적이고, 주기적으로 기록한다.
- 손상을 조기에 발견하고, 향후 발생될 손상을 예측한다.
- 보수·보강 및 개축 등 의사결정에 필요한 자료를 제공한다.
- 점검결과의 전산관리 등을 통해 합리적인 유지관리 계획을 수립하여, 예산의 최적 분배가 가능하게 한다.
- 축적된 점검결과 분석을 통해 향후 설계, 시공될 구조물의 개선을 기대한다.

위와 같은 목적에서 구조물의 유지관리는 점검을 통하여 조사되고 분석된 내용을 근거로 주요유지관리 항목을 제시하고자 한다.

### 6.2.2 유지관리 목적

유지관리에는 사후 유지관리와 예방 유지관리로 분류할 수 있다. 사후 유지관리란 문제가 발생된 후 보수 또는 보강하는 방식이고 예방 유지관리란 문제 발생의 징후 또는 그 원인을 사전에 발견해 적절한 조치를 취함으로써 문제 발생을 예방하는 방식이다. 과거에는 보통 사후 유지관리가 대부분이었으나, 오늘날은 기술 및 장비의 발달로 예방 유지관리를 지향하고 있으며 유지관리를 통하여 시설물의 안전성 및 사용성 확보뿐만 아니라 다음과 같은 목적을 가지고 있다.

- 시설물의 사용성과 내화성을 가능한 한 연장시킴
- 현재 및 향후 소요된 유지관리 비용은 최소화시킴
- 주어진 예산 범위 내에서 시설물의 사용 수준을 높임
- 시설물 사용자의 안전성을 보장함

### 6.2.3 유지관리 업무

유지관리업무는 대별하여 아래의 항목에 대하여 대상 구조물을 관리하는 것으로 요약할 수 있다.

#### 가. 자료 관리

자료 관리는 본 구조물에 관련된 설계도서, 구조물 대장, 보수·보강 대장, 사고 이력 등의 자료를 정리, 관리하는 일을 말한다. 그 목적은 본 구조물이 처해 있는 상황을 문서를 통하여 객관적으로 확인할 수 있도록 하기 위해서이다.

자료는 구조물의 점검, 보수·보강시마다 자료가 계속 증가하므로 수정이 편리하도록 작성되어야 하며, 이런 점에서 관련 내용을 전산화하여 데이터베이스를 구축하여 관리하면 효율적이다. 유지관리시 필요한 관련 자료를 열거하면 다음과 같다.

- 1) 설계도서(종합보고서, 구조계산서, 준공도면, 보수부 상세도면)
- 2) 공사 내역서 및 시공 시방서
- 3) 사진 자료
- 4) 시험 결과 성적표
- 5) 사고 기록 및 조치 사항
- 6) 시설물 관리 대장(점검 및 진단 이력, 보수·보강 이력)
- 7) 상태 및 안전성 평가 기록

#### 나. 일상관리

일상관리는 구조물의 내구적인 손상을 예방하기 위하여 수행하는 작업을 말하는 것으로 근접점검 및 청소가 대표적인 경우이다. 또한 소모성 물품의 교환, 부착물의 정비 등 간단한 작업이 여기에 포함된다.

#### 다. 점검 및 진단

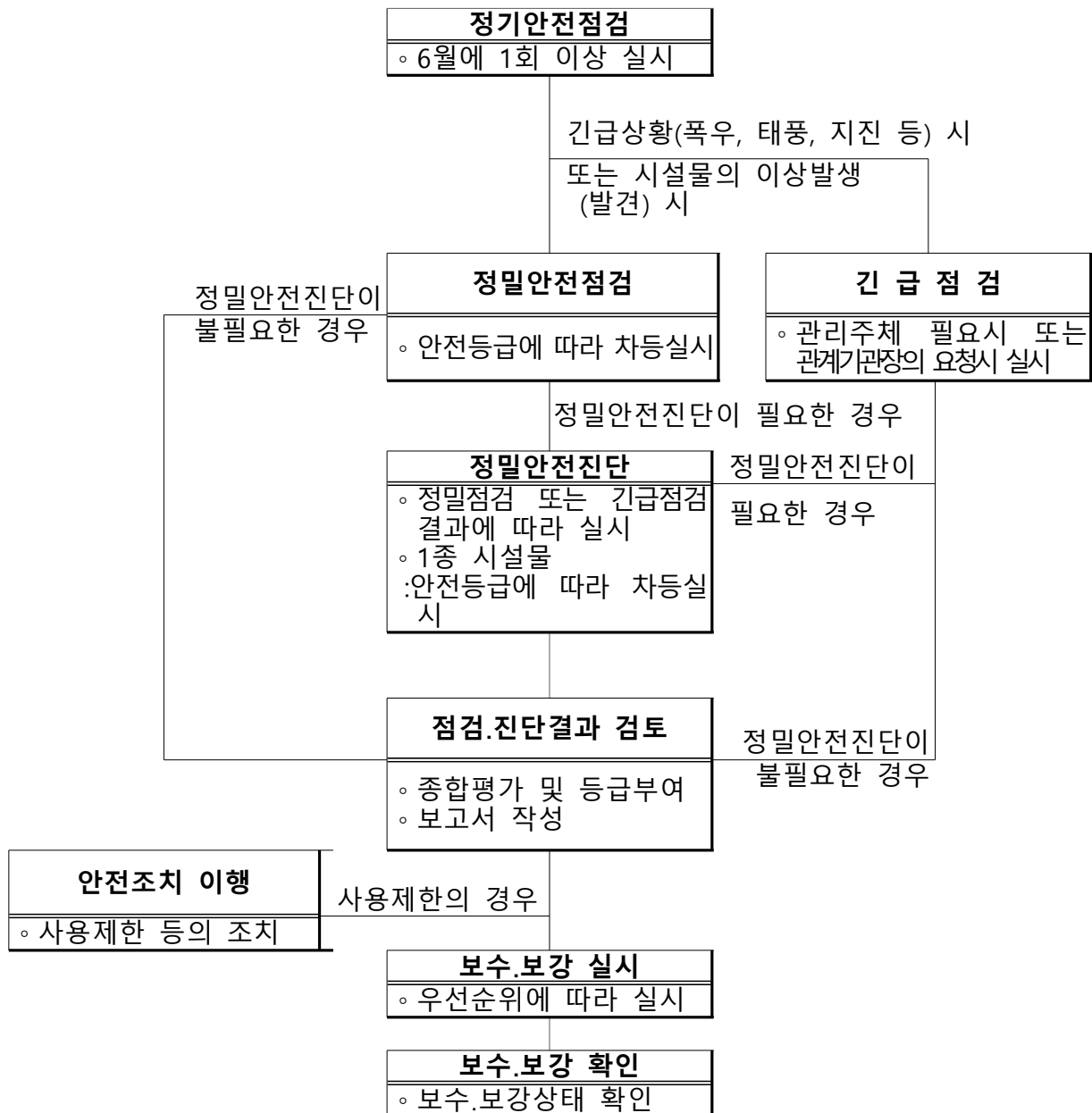
점검은 구조물의 현상을 파악하여 이상 및 손상을 조기에 발견함으로 안전하고 원활한 기능을 확보하고 합리적인 유지관리 자료를 획득하기 위하여 실시한다. 또한 유지관리상 필요한 손상과 이상의 정도를 계속적으로 파악하기 위하여도 점검이 필요하다.

점검은 정기점검, 정밀점검(초기점검 포함), 긴급점검으로 나누며, 점검의 결과 이상의 정도가 심하거나 보수·보강에 대한 필요성이 있는 경우에는 추적 조사나 상세 조사를 실시한다. 또한 위의 조사를 통하여 유지관리 담당자가 구조물에 대한 전문적인 조사가 필요하다고 판단할 때에는 전문가에 의한 안전 진단을 실시한다.

## 라. 보수 및 보강

점검이나 진단을 통하여 손상 또는 결함을 발견하였을 때는 정밀 안전 진단을 실시하여 손상의 원인을 정확히 파악하고 보수·보강 또는 신설이나 교체를 시행하여야 한다. 보수란 손상된 부위를 고쳐서 원래의 기능으로 회복시키는 작업을 의미하며, 보강은 현 상태의 손상 방지는 물론 구조적 내하력 및 하중 전달 기능을 현 상태 이상으로 향상시키는 것을 목적으로 실시하는 작업을 말한다.

### 6.2.4 유지관리 흐름도



【그림 6.2.1】 유지관리 흐름도