



## 연속결함 관련 매뉴얼

## 목차

1. 연속결함 개요	3p
2. 연속결함 관련 항목 설명	3p
3. 관로 연속결함 입력 방법	4p
4. 순주행·역주행과 거리 입력 기준	4p
5. 맨홀 연속결함 입력 방법	5p
6. 연속결함 입력 시 자주 발생하는 오류와 주의사항	5p
7. 연속결함 입력 시 권장 사항	6p
8. 연속결함 입력 예시	7p

# 1. 연속결함의 개요

연속결함이란, 같은 종류의 결함이 일정 구간 이상 계속하여 발생하는 경우, 해당 구간 전체를 하나의 “연속된 결함 구간”으로 판단하여 관리·평가하는 방식입니다.

예를 들어, 관로 0m 지점부터 25m 지점까지 토사퇴적(DS, 중)이 끊기지 않고 나타나는 경우, 각각의 결함을 모두 개별로 입력하는 대신, 시작점·중간점·종료점을 정의하고, 나머지 중간 구간은 프로그램에서 자동으로 1m 간격의 결함(CDC)을 생성하여 관리합니다.

이를 통해 다음과 같은 효과를 기대할 수 있습니다.

- 이상항목 집계표 및 본단위등급표 작성이 자동화되고 일관성 있게 처리됩니다.
- 연속된 결함의 범위를 엑셀 상에서 색상 등으로 한눈에 파악할 수 있습니다.
- 현장에서 연속된 결함을 일관된 기준으로 기록할 수 있습니다.

## 2. 연속결함 관련 항목 설명

연속결함 기능을 사용하기 위해서는 다음의 항목들이 중요하게 사용됩니다.

### 1. 연속결함코드

연속결함 여부 및 역할을 나타내는 부호입니다.

- CDS : 연속결함 시작점 (Continuous Defect Start)
- CDG : 연속결함 중간점 또는 분할점 (Continuous Defect Go / 중간 마커)
- CDE : 연속결함 종료점 (Continuous Defect End)
- CDC : 프로그램에서 자동 생성하는 1m 간격의 연속결함 표시
- CDU : 기타 연속결함 관련 부호(필요 시 사용)
- N : 연속결함에 사용하지 않음(일반 결함)

### 2. 연속결함그룹번호

같은 연속결함 구간에 동일한 그룹번호(1, 2, 3, ...)를 부여합니다.

그룹번호가 0이거나 비어 있는 경우, 해당 결함은 연속결함 그룹으로 처리되지 않습니다.

### 3. 거리(결함위치)

결함이 발생한 위치를 m 단위로 입력합니다.

- 관로 순주행의 경우 : 0, 1, 2, 3, ... 과 같이 양수 방향으로 증가
- 관로 역주행의 경우 : 관로 끝단을 0m로 두고, 시작점 방향으로 음수 방향(-1, -2, ...)으로 기록
- 맨홀의 경우 : 맨홀 상부에서 하부 방향으로 양수(깊이)로 기록하며, 역주행은 사용하지 않습니다.

### 4. 주행방향

- 순주행 : 관로 시작 → 끝 방향
- 역주행 : 관로 끝 → 시작 방향
- 맨홀은 원칙적으로 순주행(하향)만 사용합니다.

## 3. 관로 연속결함 입력 방법

### 3.1 연속결함 대상 결함

연속결함은 모든 결함에 적용되는 것이 아니라, **프로그램에 사전 등록된 특정 결함 코드**에 대해서만 적용됩니다. 일정 길이 이상 지속되는 토사퇴적(DS) 등과 같은 결함이 대표적인 대상이며, 실제 대상 목록은 프로그램 내 설정(결함 기준표)을 통해 확인할 수 있습니다.

### 3.2 연속결함 기본 입력 순서

관로에 연속결함을 입력할 때는 다음과 같은 순서를 따릅니다.

1. 연속결함 구간을 결정합니다.  
예) 토사퇴적(DS, 중)이 0.1m 지점부터 20.3m 지점까지 지속되는 것을 하나의 연속결함으로 본다고 결정합니다.
2. 해당 구간의 결함에 동일한 연속결함그룹번호를 부여합니다.  
예) 이 구간을 1번 연속결함으로 할 경우, 관련 결함 행의 그룹번호를 모두 1로 입력합니다.
3. 연속결함 시작점에 CDS를 입력합니다.
  - 가장 앞 위치(거리값이 가장 작은 지점)의 결함 행에  
연속결함코드 = CDS, 연속결함그룹번호 = 1로 입력합니다.
4. 구간을 나누어 표시하고 싶은 위치에 CDG를 입력합니다.
  - 예를 들어 0.1m~10.1m, 10.1m~20.3m 두 구간으로 나누어 관리하고 싶다면,  
10.1m 지점의 결함에 연속결함코드 = CDG, 그룹번호는 1로 입력합니다.
  - 프로그램은 CDS~CDG, CDG~종료점처럼 구간을 분리하여 집계에 반영합니다.
5. 연속결함 종료점에 CDE 또는 조사완료/조사중단을 사용합니다.
  - CDE를 사용하는 경우
    - 예) 20.1m 지점의 결함에 연속결함코드 = CDE, 그룹번호 1 입력
  - CDE를 사용하지 않는 경우
    - 마지막 CDS 또는 CDG 이후에 위치한 **같은 방향의 조사완료(순/역주행) 또는 조사중단** 지점이 자동으로 연속결함의 종료점으로 인식됩니다.
    - 이 경우에도 종료 지점까지 연속결함 구간으로 계산됩니다.
6. 저장 후, 프로그램이 CDC를 자동 생성합니다.
  - CDS~CDE 또는 CDS~조사완료/중단 사이에 1m 간격으로 CDC 항목이 자동으로 추가됩니다.
  - 이 CDC 항목은 **집계표 및 등급표에서 연속결함 구간을 1m 단위로 표현하기 위해서만 사용되며**, 사용자가 직접 입력할 필요가 없습니다.

## 4. 순주행 · 역주행과 거리 입력 기준

### 4.1 순주행 관로

- 관로의 시작점에서 끝점 방향으로 촬영 · 조사하는 경우입니다.
- 거리(결함위치)는 0m에서 시작하여 1m, 2m, 3m...와 같이 **양수로 증가**합니다.
- 연속결함의 CDS, CDG, CDE 및 CDC 모두 이 양의 좌표 위에서 계산 · 표시됩니다.

## 4.2 역주행 관로

- 관로의 끝점에서 시작점 방향으로 촬영·조사하는 경우입니다.
- 이 경우, 프로그램에서는 관로 끝단을 기준으로 **0m**, 시작점 방향을 **음수(-)**로 표현합니다.  
예) 관로 연장이 50m인 경우  
    끝 맨홀 : 0m  
    1m 진행 지점 : -1m  
    10m 진행 지점 : -10m
- 연속결함 CDC 자동 생성 시  
    내부적으로는 0~연장(L) 구간으로 변환하여 1m 간격으로 CDC를 산정한 뒤,  
    다시 역주행 좌표계(-1, -2, ...)로 환산하여 엑셀 등 출력물에 표시합니다.  
    예) 역주행에서 CDS 위치가 -0.1m인 경우  
    CDC는 -1.1m, -2.1m, -3.1m ... 과 같이 1m 간격으로 추가됩니다.

## 5. 맨홀 연속결함 입력 방법

맨홀의 연속결함 규칙은 기본적으로 관로와 동일한 개념을 사용하지만, 다음과 같은 차이점이 있습니다.

1. 역주행을 사용하지 않습니다.
  - 맨홀 조사는 원칙적으로 “맨홀 상부에서 하부로 내려가는 방향(정주행)”만 허용됩니다.
  - 따라서 맨홀의 거리값(조사깊이)은 **항상 0 이상(양수)**이어야 하며,  
음수 값이나 역주행 방향은 허용되지 않습니다.
2. 연속결함코드 사용 방식은 관로와 동일합니다.
  - CDS, CDG, CDE, CDC, CDU, N 등 부호의 의미와 사용 원칙은 관로와 동일하게 적용됩니다.
  - 단, 시작/완료/중단 항목은 반드시 정주행으로 입력해야 합니다.
3. 조사완료와 총조사깊이 일치
  - 맨홀의 “조사완료(맨홀)” 항목이 존재하는 경우  
    총조사깊이(보고서 내 조사깊이)와 맨홀실제깊이가 서로 일치해야 합니다.
  - 두 값이 크게 다를 경우, 입력값을 다시 확인해야 합니다.

## 6. 연속결함 입력 시 자주 발생하는 오류와 주의사항

연속결함 기능을 사용할 때 자주 발생하는 오류 유형과 주의사항은 다음과 같습니다.

1. CDS(시작점)를 누락한 경우
  - CDE나 CDG만 입력되어 있고 CDS가 없는 경우,
  - 해당 그룹은 연속결함으로 인식되지 않으며, CDC도 생성되지 않습니다.
  - 시작점은 반드시 1개 이상 존재해야 하며, 그룹당 첫 결함에 CDS를 지정해야 합니다.
2. 그룹번호는 같은데 CDS가 여러 개 있는 경우
  - 같은 그룹번호에 CDS가 2개 이상 존재하면,  
    앞쪽 CDS 1개만 실제 시작점으로 사용되고 나머지는 경고 대상이 됩니다.
  - 하나의 연속결함 그룹에는 **CDS 1개만 사용**하도록 입력해야 합니다.
3. 모든 연속결함코드를 CDC로 입력한 경우
  - 사용자가 직접 CDC만 입력한 경우, 프로그램은 이를 정상적인 연속결함 구조로 판단하지 못합니다.
  - CDS, CDG, CDE 없이 CDC만 존재하면, 일반 결함과 유사하게 처리될 수 있으므로  
    반드시 시작(CDS)와 종료(CDE 또는 조사완료/중단)를 올바르게 입력해야 합니다.

4. 연속결함 종료점(CDE 또는 조사완료/중단)이 없는 경우
  - 마지막 CDS 또는 CDG 이후에 같은 방향의 조사완료나 조사중단이 존재하지 않거나, CDE가 누락된 경우
  - 연속결함 구간의 종료점을 판단할 수 없어 CDC가 올바르게 생성되지 않으며, 프로그램에서 종료점 누락에 대한 경고가 표시될 수 있습니다.
5. 방향과 거리 부호가 일치하지 않는 경우
  - 관로에서 순주행인데 음수 거리값을 사용하거나, 역주행인데 양수 거리값을 사용하는 경우
  - “방향-부호 불일치”로 간주되어 유효성 검사에서 오류가 발생합니다.
  - 특히 역주행 관로의 경우, 끝단 기준으로 음수 좌표를 일관되게 사용하는 것이 중요합니다.
6. 맨홀에서 역주행 또는 음수 거리 사용
  - 맨홀 검사는 역주행을 허용하지 않으므로,  
맨홀 연속결함에서 주행방향이 역주행으로 설정되거나 거리값이 음수인 경우,  
즉시 오류로 처리되며 입력값을 수정해야 합니다.

## 7. 연속결함 입력 시 권장 사항

연속결함을 보다 안정적으로 사용하기 위해 다음과 같은 입력 요령을 권장합니다.

1. 작업 전 연속결함 그룹 계획 세우기
  - 예) 1번 그룹은 토사퇴적 구간, 2번 그룹은 균열 구간, 3번 그룹은 토사퇴적 2 구간 등
  - 조사 전 또는 입력 전 미리 그룹번호와 대상 구간을 정리해 두면 입력 실수를 줄일 수 있습니다.
2. “CDS → (선택) CDG → CDE 또는 조사완료/중단” 구조 유지
  - 연속결함은 “시작-중간-종료” 구조로 이해하면 쉽습니다.
  - CDE를 사용하지 않는 경우에도, 마지막에 조사완료 또는 조사중단 지점이 반드시 필요합니다.
3. 역주행 관로는 음수 좌표를 일관되게 사용
  - 끝단을 0m, 시작점 방향을 음수로 사용하는 규칙을 지키면  
연속결함 CDC 자동 생성 및 좌표 변환이 안정적으로 동작합니다.
4. 맨홀은 반드시 정주행 · 양수 깊이만 사용
  - 맨홀 연속결함은 역주행 개념을 도입하지 않고,  
상부에서 하부 방향으로 내려가는 깊이값을 양수로 입력하는 방식만 사용합니다.

## 8. 연속결함 입력 예시

### 공통 개념

1. 사용자가 직접 입력하는 연속결함 부호
  - CDS : 연속결함 시작점
  - CDG : 연속결함 중간점
  - CDE : 연속결함 끝점
1. 프로그램이 자동으로 생성하는 부호
  - CDC : 시작~끝 사이를 1m 간격으로 채우는 자동 연속결함
1. 방향과 거리
  - 순주행 : 거리(결함 위치) = 양수 (예: 0, 1.0, 5.7 m)
  - 역주행 : 거리(결함 위치) = 음수 (예: 0, -1.0, -5.7 m)
1. 기본 동작 원리
  - 같은 그룹(error\_add\_idx) 안에서  
CDS → (CDG 여러 개) → CDE 또는 조사완료/조사중단  
사이를 1m 단위로 CDC가 자동 생성된다.
  - CDS / CDG / CDE / 조사완료·조사중단 위치 자체에는 CDC가 생성되지 않는다.

### 1. 순주행 패턴

#### 1-1) 순주행: CDS → CDG → CDE (가장 기본 패턴)

[사용자 입력 예시]

- 5.0 / 순주행 / (관로)표면손상 / CDS
- 8.0 / 순주행 / (관로)표면손상 / CDG
- 12.0 / 순주행 / (관로)표면손상 / CDE

[자동 생성 CDC 예]

- 5.0 ~ 8.0 구간 → 6.0, 7.0 에 CDC 생성
- 8.0 ~ 12.0 구간 → 9.0, 10.0, 11.0 에 CDC 생성
- 12.0(CDE 위치)에는 CDC 생성 안 됨

#### 1-2) 순주행: CDS → CDG, CDE 없이 “조사완료/중단”으로 끝나는 경우

[사용자 입력 예시]

- 5.0 / 순주행 / (관로)표면손상 / CDS
- 12.0 / 순주행 / (관로)표면손상 / CDG
- 40.6 / 순주행 / (상태)조사완료(순주행) / (연속부호 없음)

[자동 생성 CDC 예]

- 5.0 ~ 12.0 구간 → 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0
- 12.0 ~ 40.6 구간 → 13.0, 14.0, ..., 39.0, 40.0
- 40.6(조사완료 위치)에는 CDC 생성 안 됨

※ CDE가 없더라도, 같은 방향의 조사완료/조사중단 위치가 끝점 역할을 함.

#### 1-3) 순주행: CDS → CDE (중간 CDG 없이 바로 끝나는 경우)

[사용자 입력 예시]

- 1.0 / 순주행 / (관로)표면손상 / CDS
- 5.0 / 순주행 / (관로)표면손상 / CDE

[자동 생성 CDC 예]

- 1.0 ~ 5.0 구간 → 2.0, 3.0, 4.0 에 CDC 생성
- 5.0(CDE 위치)에는 CDC 생성 안 됨

## 2. 역주행 패턴

### 2-1) 역주행: CDS → CDG → CDE

[사용자 입력 예시]

- -1.1 / 역주행 / (관로)토사퇴적 / CDS
- -3.0 / 역주행 / (관로)토사퇴적 / CDG
- -4.4 / 역주행 / (관로)토사퇴적 / CDE

※ 역주행은 관로 안쪽으로 갈수록 값이 더 음수(-)로 커짐

[자동 생성 CDC 예]

- -1.1 ~ -3.0 구간 → -2.0 근처에 CDC
- -3.0 ~ -4.4 구간 → -4.0 근처에 CDC
- -4.4(CDE 위치)에는 CDC 생성 안 됨

### 2-2) 역주행: CDS → CDG, CDE 없이 조사완료/중단으로 끝나는 경우

[사용자 입력 예시]

- -0.1 / 역주행 / (관로)토사퇴적 / CDS
- -2.2 / 역주행 / (관로)토사퇴적 / CDG
- -12.0 / 역주행 / (상태)조사완료(역주행) / (연속부호 없음)

[자동 생성 CDC 예]

- -0.1 ~ -2.2 구간 → -1.0 근처에 CDC
- -2.2 ~ -12.0 구간 → -3.0, -4.0, -5.0, ..., -11.0 근처에 CDC
- -12.0(조사완료 위치)에는 CDC 생성 안 됨

### 2-3) 역주행: CDS → CDE (단순 패턴)

[사용자 입력 예시]

- -1.0 / 역주행 / (관로)토사퇴적 / CDS
- -5.0 / 역주행 / (관로)토사퇴적 / CDE

[자동 생성 CDC 예]

- -1.0 ~ -5.0 구간 → -2.0, -3.0, -4.0 에 CDC 생성
- -5.0(CDE 위치)에는 CDC 생성 안 됨

## 3. 순주행 + 역주행(양방향) 패턴 예시

### 3-1) 순주행: CDS → CDE, 역주행 CDS → CDE

예) 관로 길이 10m,

0~5m는 순주행으로 조사, 나머지는 역주행으로 조사했다고 가정

[사용자 입력 예시]

- 1.1 / 순주행 / (관로)토사퇴적 / CDS / 그룹 1
- 3.0 / 순주행 / (관로)토사퇴적 / CDG / 그룹 1
- 5.0 / 순주행 / (상태)조사중단(순주행) / (연속부호 없음) / 그룹 1
- -1.1 / 역주행 / (관로)토사퇴적 / CDS / 그룹 2
- -3.0 / 역주행 / (관로)토사퇴적 / CDG / 그룹 2
- -4.4 / 역주행 / (관로)토사퇴적 / CDE / 그룹 2

[자동 생성 CDC 개념]

- 그룹 1(순주행) : 1.1 ~ 3.0 ~ 5.0 사이 1m 간격으로 CDC 생성
- 그룹 2(역주행) : -1.1 ~ -3.0 ~ -4.4 사이 1m 간격으로 CDC 생성



### 3-2) 순주행: CDS → 역주행 CDS

예) 관로 길이 10m,  
0~5m는 순주행으로 조사, 나머지는 역주행으로 조사했다고 가정

[사용자 입력 예시]

- 1.1 / 순주행 / (관로)토사퇴적 / CDS / 그룹 1
- 3.0 / 순주행 / (관로)토사퇴적 / CDG / 그룹 1
- 5.0 / 순주행 / (상태)조사중단(순주행) / (연속부호 없음) / 그룹 1
- -1.1 / 역주행 / (관로)토사퇴적 / CDS / 그룹 1

[자동 생성 CDC 개념]

- 그룹 1(순주행/역주행 복합) : 1.1 ~ 3.0 ~ -1.1(8.9) 사이 1m 간격으로 CDC 생성

## 4. 특수·경계 케이스

### 4-1) CDS와 CDE가 같은 위치인 경우

[사용자 입력 예시]

- 1.0 / 순주행 / (관로)표면손상 / CDS
- 1.0 / 순주행 / (관로)표면손상 / CDE

[자동 생성 CDC 결과]

- CDS와 CDE 위치가 같아서 “구간 길이 = 0m”
- CDC가 한 개도 생성되지 않음

### 4-2) CDS와 CDE 사이 거리가 1m 미만인 경우

(예시 1)

- 1.0 / 순주행 / (관로)표면손상 / CDS
- 1.5 / 순주행 / (관로)표면손상 / CDE

(예시 2)

- 1.2 / 순주행 / (관로)표면손상 / CDS
- 1.9 / 순주행 / (관로)표면손상 / CDE

[자동 생성 CDC 결과]

- 두 경우 모두 CDS~CDE 사이에 정수 위치(2m, 3m ...)가 없음
- CDC가 한 개도 생성되지 않음