하수관로 CCTV 판독
및 결함 캡쳐 요령

2022. 1. 14

(사)한국물환경플랫폼협회

www.waterplatform.or.kr

목 차

서 두

본 문서를 배포하게 된 배경 4p
저자소개 5p

본 문

노후 하수관로 정밀조사 이음부 영상 캡쳐 요령(카메라 화각) 1p
이음부결함 발견 시 캡쳐 요령 3p
연성관에서의 이음부단차 표기법 10p
이음부이탈의 표기법 12p
이음부 인접 구간에서 결함이 발생한 경우 및 이음부손상의 표기법 14p
이음부 인접 구간에서 결함 발생이나, 이음부와 결함이 연결되어 있지 않을 경우 ... 19p
이음부에서 ‘동종 결함’ 발견 시 표기법 19p
이음부 구간에서 연결관돌출 발견 시 20p
이음부 구간으로 토사 혹은 모르타르 유입 시 24p
PVC 등 연성관에서 이음부와 연결관을 연결하는 소켓 사용 시 ,,,,,,,,,,,,,,,,,,, 25p
연속결함 이상항목 발생 시 27p
이음부의 접합부가 보이지 않는 경우 29p
이음부 부분에 부분보수 등 라이닝을 한 경우 29p
연성관 변형 캡쳐 요령 30p
침하의 판별 33p
자주차가 진입 불가 이후 영상 판별 범위 내에서 주요 결함이 발견된 경우 38p
침입수 발생 사례 기록 39p
임시장애물, 영구장애물(타관통과) 구분 요령 42p
바닥면에 존재하는 영구장애물과 임시장애물의 구분 46p
결함으로 파손 판독 시 주의사항 49p

- 관로 ⇨ 암거 혹은 관경 재질 변경 (예: 흄관 ⇨ PE) 52p
- 내피생성 53p
- 폐유부착 53p
- 좌굴과 변형의 차이 55p
- 변형에 대한 판정 56p
- 천공에 대한 판정 57p
- 연성관의 균열원주 판독 60p
- 관로 유하 하단 면에서의 변형 확인 문제 61p
- 이음부 구간에서 뿌리침입 발견 시 판독 방법 62p
- 연성관의 표면손상 65p
- 연결관 존재함도 반드시 표기할 것 66p
- 연결관 소켓 등에 대한 판독 오인 문제 66p
- 도면에 없는 묻힌 맨홀을 발견했을 때 69p
- 연결관과 천공 표기 추가 구분법 69p

서 두

본 문서를 작성 및 배포하게 된 배경

1) 『하수관로, 맨홀 조사 및 상태등급 판단기준 표준매뉴얼(2017.6, 환경부)』에 제시된 노후 하수관로 정밀조사는 “원론적인 내용과 포괄적으로 설명된 부분”으로 되어 있는 부분이 존재하여, 실무 적용 시 이를 상세하게 적용 가능한 부연설명서가 필요한 실정임.
2) 또한 매뉴얼에 명기된 항목에 대해서, 실무에서 이를 해석 적용할 때 잘못 적용하는 사례도 존재하여, 이에 대한 재해석이 필요함.
3) 따라서, 관련 업계 내에 숙련된 판독자들에 의해서 전파된 결함사진 캡쳐 방법이나 효율적인 판독 방식의 경우, 일종의 관행 혹은 요령으로서 공식적인 매뉴얼에 수록하기에는 내용적으로 적합하지 않으나, 공식에 준하는 수행방식으로 공인되는 방식들이 존재함.
4) 매뉴얼에 첨부된 부록에 수록된 결함예시 사진의 숫자가 적어서, 현업에서 이를 교육 자료로 활용하기에는 부족한 면이 존재함.

1) 『하수관로, 맨홀 조사 및 상태등급 판단기준 표준매뉴얼(2017.6, 환경부)』의 일부 항목은 추가적인 부연설명이 필요함
2) 매뉴얼을 실무에서 잘못 적용하는 사례가 발생하여 재해석이 필요함
3) 관련 업계 내 숙련자들에 의해서 전파된 결함판독 및 캡쳐 요령
4) 매뉴얼 부록 중 결함예시 사진의 숫자가 적어, 이에 대한 보완이 필요함

저 자 소 개

▶ 공 동 저 자

하수관로CCTV 판독에 관한 다년간 실무 경력 보유자 및 한국상하수도협회 등의 판독 의무 과정 교과 강사들로 구성하여 공동 기술하였으며, 하수관로 조사에 핵심지침이 되는, 환경부 발행 '하수관로·맨홀 조사 상태등급 판단기준' 등을 집필한 학계 전문가에 의해 내용 감수가 완료됨.

▷ 김재구

- ✓ 업계 실무 경력 16년
- ✓ 한국상하수도협회 하수관로 보고서 판독실무 전담강사 경력 7년
- ✓ 준엔지니어링(주) 대표이사

▷ 윤성수

- ✓ 업계 실무 경력 21년
- ✓ 한국상하수도협회 하수관로 보고서 판독실무 전담강사 경력 9년
- ✓ ㈜블루폭스시스템즈 대표이사

▷ 이재현

- ✓ 환경부 17년도 하수관로·맨홀 조사 상태등급 판단기준 개정업무 참여
- ✓ 한국상하수도협회 옥내급수관 등 관련 분야 전담강사 경력 5년
- ✓ 중앙대학교 토목공학과 박사과정
- ✓ ㈜블루폭스시스템즈 부사장

▶ 내 용 감 수

▷ 오재일

- ✓ 중앙대학교 사회기반시스템공학부 교수
- ✓ 한국상하수도협회 하수관로 보고서 판독실무 전담강사
- ✓ 환경부 17년도 하수관로·맨홀 조사 상태등급 판단기준 개정업무 주관
- ✓ (사)한국물환경플랫폼협회 사무총장

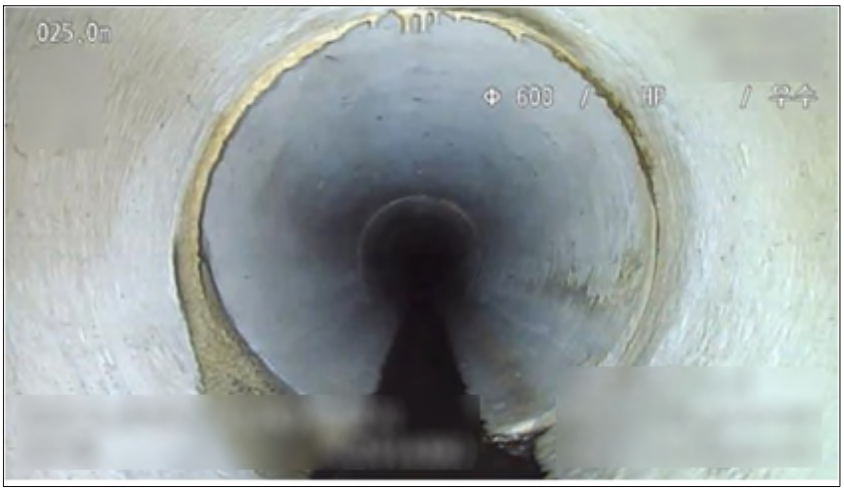
본 문

◘ 노후 하수관로 정밀조사 이음부 영상 캡쳐 요령(카메라 화각)

< 그림 1 > 이음부존재함의 캡쳐 지점 예시

- 이음부 결함과 관계없이 반드시 이음부존재함을 캡쳐한다.
- 현장의 여건에 따라서는 발주처 요청으로 이음부마다 결함 유무 관계없이 360도 측시 적용을 할 때가 있으므로, 발주처와 사전에 협의해야 한다.
- 이음부가 360도 전방향이 카메라 화각 내에 위치할 때 가급적 자주차를 1초 이상 멈추게 한다 (예시 그림 참조).
- 이음부 구간을 명확하게 캡쳐하고 확인하기 위하여 반드시 환경부 매뉴얼에 규정된 주행속도를 준수해야 한다.
- 이음부존재함의 캡쳐 사진은 가급적 360도 전방향이 카메라 화각 내에 들어올 때 캡쳐한다.
- 이음부를 한 화면에 전부 캡쳐하도록 하며, 관로의 직경이 커질수록 자주차가 이음부 구간 앞에서 멈춰지는 거리가 자연히 점점 멀어지며, 이 과정에서 이음부존재함의 거리값과 측시 적용하는 결함과의 거리값의 차이가 발생하게 되는데, 이에 대해서는 본문 2~4페이지를 참조하여 반드시 양자 간의 거리값을 같게 입력한다.

(예시 1)



거리	등급	이상 항목	사분면
25.0	(중)	(상태)이음부존재함	

(예시 2)

거리	등급	이상 항목	사분면
11.0	-- (중)	(상태)이음부존재함	

- 이음부 결함이 있는 경우, 이음부존재함을 먼저 캡쳐한 후 이음부 결함 항목(이음부손상, 이음부이탈, 이음부단차)을 캡쳐한다. 또한, 이음부존재함은 이음부 360도 전방향, 이음부 결함은 측시 사진을 넣는다.

- 이음부존재함은 360도 전방향을 넣기 위해서는 자주차가 이음부보다 통상적으로 관경에 따라서 150 ~ 300㎜ 전방에 위치한다. 이음부존재함의 거리값은 자막 내에 거리값에서 허용범위내의 거리값으로 변경해 넣거나, 자막에 있는 거리값 양방향 모두 유효하다.
- 위의 예시1의 경우 이미지상에 거리 25M로 입력해도 무방하고, 자주차에서 이음부까지의 추정 거리 150~ 200㎜를 추정하여, 25.2M로 해도 무방하다.

◘ 이음부 결함 발견 시 캡쳐 요령

- 이음부존재함 먼저 캡쳐 이후 이음부 결함 캡쳐
  - 순서가 바뀌어도 무방하나, 가급적 이음부존재함 먼저, 결함을 다음에 넣는다. 이는 판독자, 검수자가 이음부의 360도 전방향을 먼저 보고 결함이 가장 큰 방향과 결함 종류를 선별 파악 후 연이어 캡쳐된 이음부 결함과 대조하기에 용이하기 때문이다.
- 반드시 이음부존재함 거리와 이음부 결함 거리값은 같게 표기한다. 이를 준수하지 않을 경우, 등급표 등 산출 시 오류가 발생한다.
  - 결함의 거리값은 자주차에 위치와 카메라 화각에 따라서 조금씩 오차범위가 발생되므로, 자막으로 표시된 거리값에 너무 연연할 필요가 없다.
  - 만약 전면에서 촬영한 이음부존재함은 1.04M인데 자주차를 이동하여 이음부이탈을 측시 적용하기 위해서 촬영한 이미지에서의 결함위치가 1.07M인 경우,

> **이음부존재함 1.04M / 이음부이탈 1.04M으로 표기 혹은**
> **이음부존재함 1.07M, / 이음부이탈 1.07M 으로 표기**

등으로 다양하게 표기 가능하며, 반드시 이음부존재함과 이음부이탈의 거리를 같게 입력한다.

  - 이는 근본적으로 이음부 정면과 이음부 측시 촬영 시 자주차가 이동을 함에 따라서 거리값에 차이가 발생하기 때문이다.
  - 숙련된 현장조사자의 경우, 위와 같이 이음부 전면과 이음부 측시 구간 이동 시 주행체 줄 풀림 등을 미리 조정하여, 거리값을 같게 입력하기도 한다.

- 카메라 화각(정면)

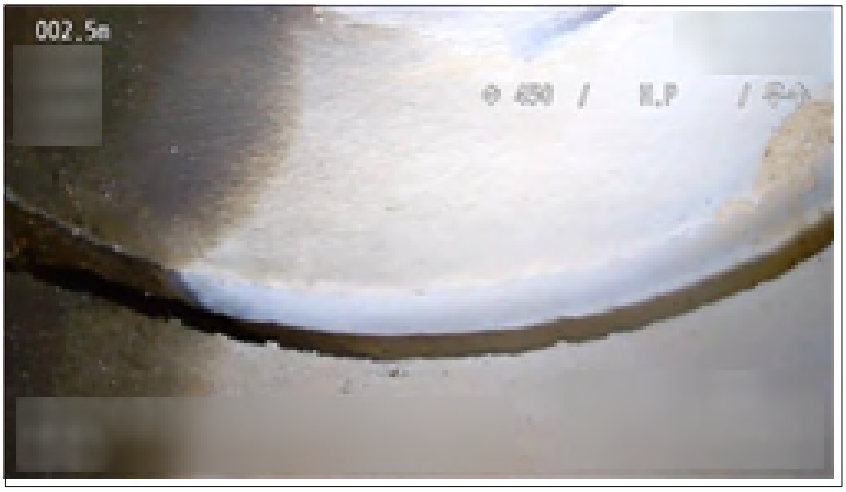
- 구간이동 ⇒ 카메라 측시

< 그림 2 > 주행체 위치에 따른 이음부존재, 이음부 결함 거리값 차이 원인

(예시1)

거리	등급	이상항목	사분면
2.5	-- (중)	(상태)이음부존재함	

- 자막상 거리는 1.7M이나 이음부 전면부 화면에서 보듯이 우측 하단에 이탈 등의 결함이 보이므로, 위의 이음부존재함 캡쳐 이후 곧바로 주행체 전진 후 측시 적용의 결함 이미지를 캡쳐하므로, 이들 양자 간의 거리를 추정해서 2.5로 표기하였다.

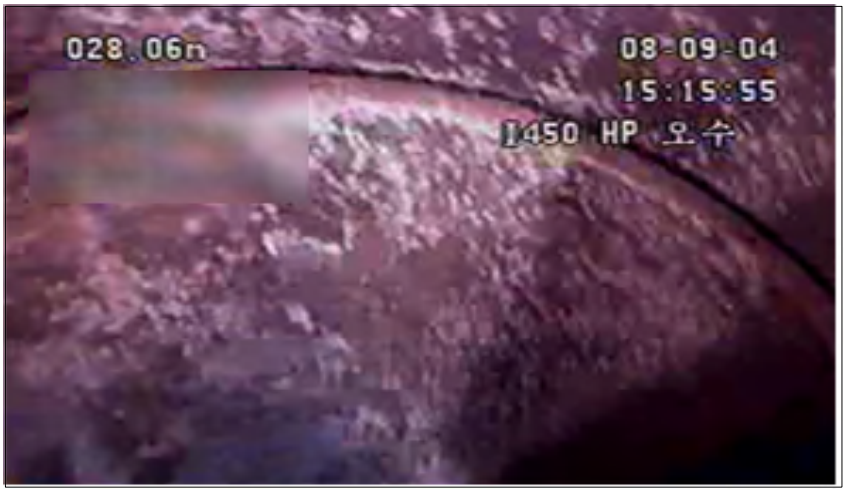


거리	등급	이상항목	사분면
2.5	-- (중)	(관로)이음부이탈	우하

- 앞서 설명한 바와 같이 전면부 화면 거리는 1.7M이었으나, 측시 적용된 결함 이미지의 거리는 2.5M이므로, 전면부 이음부 이미지의 거리값이 1.7M이었으면, 측시 결함 이미지의 거리값도 1.7M로 통일하거나, 역으로 전면부의 거리 이미지를 2.5M 혹은 근접 추정 거리값으로 입력하고, 측시 결함 이미지도 반드시 전면부 이음부와 같은 거리값을 입력한다. 예시에서는 일단 측시 적용 시 거리값 2.5로 통일해서 입력되어 있다.
- 전면부 이음부와 측시 결함 이미지의 거리값이 다르면, 이를 개별적인 별개 결함사진으로 오해하거나, 이음부 구간 등급 계산 시 오차가 발생할 수 있다.

(예시 2)

거리	등급	이상항목	사분면
28.06	-- (중)	(상태)이음부존재함	



거리	등급	이상항목	사분면
28.06	-- (중)	(관로)이음부이탈	우상

- 위의 예시는 현장조사자가 임의로 자주차의 줄 풀림 등을 조정하여 이음부 전면과 이음부 측시의 거리값을 같게 입력한 것으로, 화면상에서 전면부와 측시 거리값이 같을 경우 같게 입력된 거리값을 보고서에 입력하여 활용하면 된다.

● 이음부단차, 이음부이탈, 이음부손상이 있을 경우

- 동일 등급일 경우 이음부단차 > 이음부손상 혹은 이음부이탈(이음부 결함 발

생 중 이음부단차가 가장 높은 순위, 그다음에 손상 혹은 이탈 비슷) 우선순위로 캡쳐하고, 원칙적으로 이음부 관련 결함 3종류가 한 지점에서 동시 발생 시, 복합결함으로 인식하여 모두 캡쳐해야 한다.

- 그러나 이를 실무에 적용 시, 동일종류 결함 복합 발생 시 1회의 보수적용으로 해결되므로, 동일등급일 경우 가장 결함점수가 높은 이음부단차를 캡쳐한다.
- 만약 이음부단차 소, 이음부이탈 중 이상, 이음부 결함 소 등으로 단차 보다 타결함의 등급이 높을 경우에는 등급이 높은 결함으로 캡쳐 한다.

- 이음부단차의 캡쳐는 다음의 예시를 참조하고, 통상적으로 이음부단차는 이음부 전방향 사진과 동일한 사진 혹은 동일한 각도를 많이 활용한다.

(예시1)

거리	등급	이상항목	사분면
1.04	-- (중)	(상태)이음부존재함	

- 위와 같이 먼저 이음부 전면부 사진 활용 1.04M 이음부존재함을 캡쳐한다. 그다음 동일사진을 활용하거나, 같은 시점의 전면부 사진을 활용하여 한 번 더 결함사진을 캡쳐한다.

거리	등급	이상항목	사분면
1.04	-- (중)	(관로)이음부단차	하

- 동일사진 혹은 동일시점 캡쳐 사진으로 위와 같이 이음부단차를 표기한다. 이음부단차는 측시 사진 보다는 전면부 사진이 결함 여부를 명확하게 보여주기 때문이다.

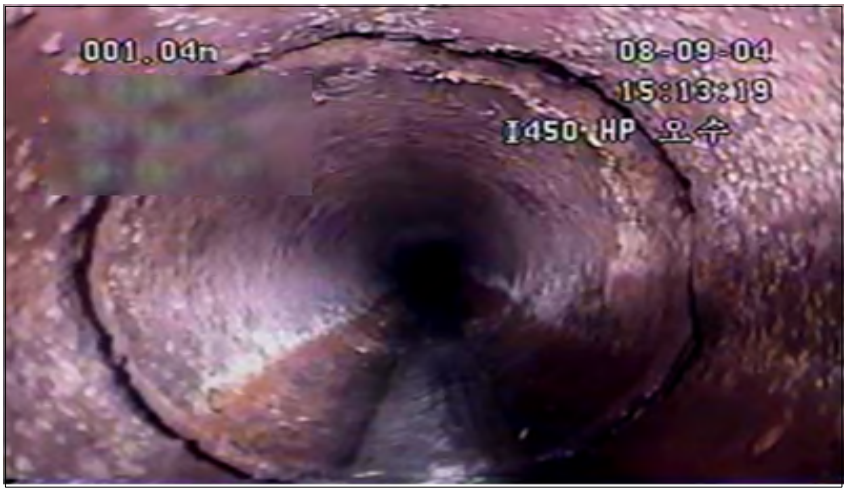
(예시2)

거리	등급	이상항목	사분면
7.16	-- (중)	(상태)이음부존재함	

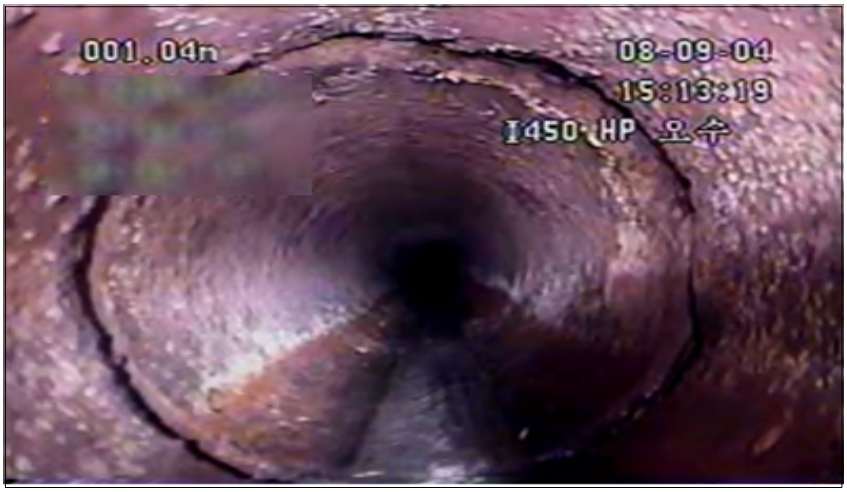
거리	등급	이상항목	사분면
7.16	-- (소)	(관로)이음부단차	좌하

■ 7.16M 이음부존재함 / 7.16M 이음부단차 소의 표기법은 위와 같다.

(예시3)



거리	등급	이상항목	사분면
1.04	-- (중)	(상태)이음부존재함	

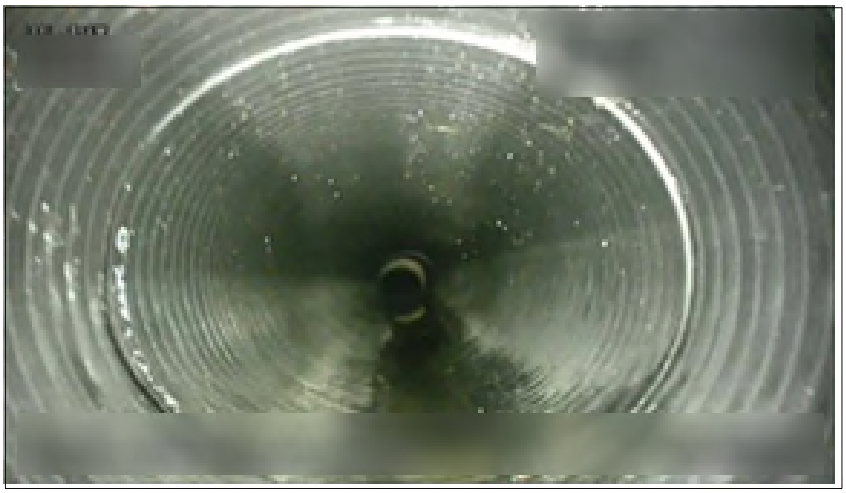


거리	등급	이상항목	사분면
1.04	-- (대)	(관로)이음부단차	우상

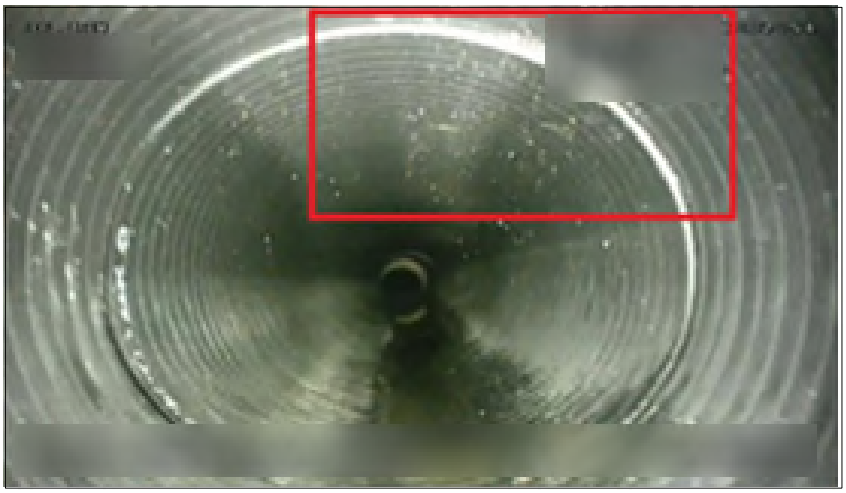
연성관에서의 이음부단차 표기법

- 연성관에서 발생하는 이음부단차도 흄관 등의 강성관과 표기법이 다르지 않다.
- 다만 학술적, 실무적 의견으로 흄관류의 강성관과 플라스틱계열 위주의 연성관에서의 이음부단차는 등급 기준이 달라야 하지 않는가 하는 의견이 있다. 두꺼운 흄관에서의 단차보다 얇은 연성관 재질의 단차에 더 높은 기준을 두어야 한다는 의견이 많다.
- 원래 17년 매뉴얼 작성 시에도 연성관과 강성관에 대한 구분을 두어, 결함 종류에 차이를 두거나, 등급 기준을 다르게 두는 것 등이 검토되었으나, 결함의 종류와 구분이 너무 세분화되는 단점을 우려하여, 현재와 같이 동일한 기준을 적용하게 되었다.

(예시1)



거리	등급	이상항목	사분면
1.04	-- (중)	(상태)이음부존재함	



거리	등급	이상항목	사분면
1.04	-- (소)	(관로)이음부단차	우상

- 기본적으로 흄관류의 강성관과 동일한 요령으로 보고서에 결함을 입력한다.
- 다만 앞서 언급한 바와 같이, 일부 의견으로 연성관은 강성관과 재질 등의 특성이 다르므로, 등급을 약간 높게 잡아서 위의 예시를 '소'가 아닌 '중'으로 판정해야 한다는 견해가 있다.

이음부이탈의 표기법

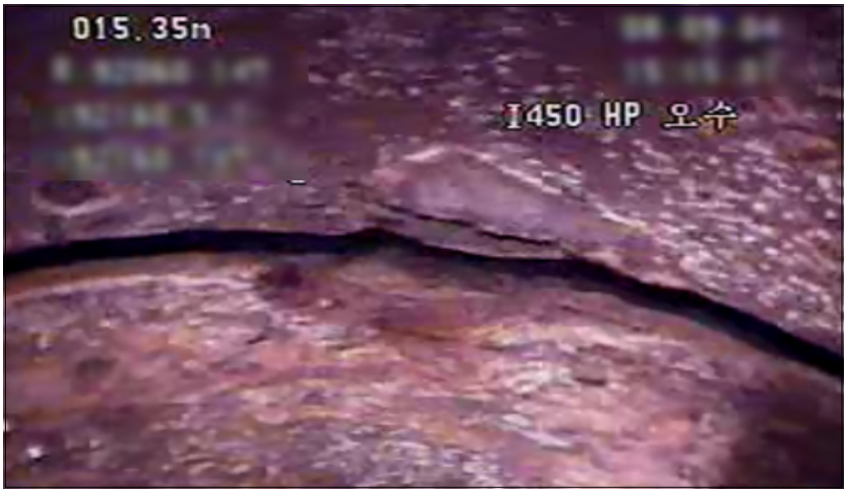
- 이음부이탈의 경우는 이음부단차와 달리, 이음부존재함은 이음부 전면부 사진을 활용하고, 이탈의 결함은 반드시 측시 사진을 캡쳐 해서 입력한다.

(예시 1)

1.04M 이음부존재함 (정면 360도 사진)

거리	등급	이상항목	사분면
15.35	-- (중)	(상태)이음부존재함	

1.04M 이음부이탈 중 (측시 사진)



거리	등급	이상항목	사분면
15.35	-- (중)	(관로)이음부이탈	우상

(예시 2)

- 300㎜ 미만의 소구경 관로에서 90도 측시 적용 시 카메라와 관로 벽면과의 이격 거리가 짧아서 결함의 전체상황을 파악하기 어렵다.
- 소구경 관로의 경우 90도 측시보다는 전면에서 45~60도로 기울여서 측시를 적용하는 것이 관로 내부 상황 파악에 용이하다.

거리	등급	이상항목	사분면
3.3	-- (중)	(상태)이음부존재함	

거리	등급	이상항목	사분면
3.3	-- (중)	(관로)이음부이탈	우하

(예시 3)

이음부이탈(측시) 대 예시 사진	

- 기본적으로 중~대구경 관로에서 이음부이탈 중 ~ 대는 위와 같이 90도 측시 적용으로 이탈 길이가 파악되도록 캡쳐하는 것이 바람직하다.

◘ 이음부 인접 구간에서 결함이 발생한 경우 및 이음부손상의 표기법

- 구조결함에서 연결관돌출을 제외한 가급적 이음부에 가까운 결함은 이음부손상으로 기록하는 것을 권장한다.
- 대체로 이음부 360도 전방향 기준으로, 결함이 화면 안에 잡히면 이음부손상으로 표기한다.

(예시 1)

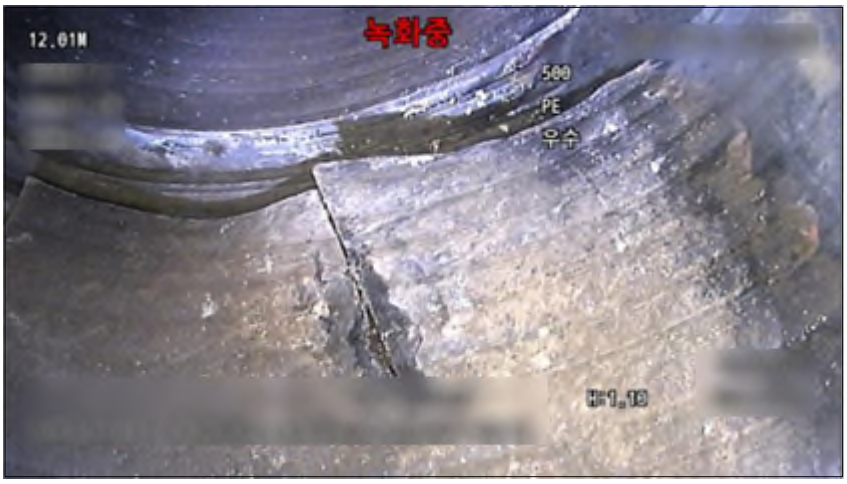
- 위의 결함의 경우 이음부존재함은 동일하게 전면부 사진으로 먼저 표기한다. 다만 위의 사진의 경우 이미 전면부 이미지만 활용하여도 이음부 상단의 균열이 시작되어 다음 이음부까지 연결되는 것으로 추정할 수 있다.

- 따라서 이 경우 일단 전면부 사진으로 5.4M 이음부존재함을 표기하고, 그다음에 이음부 상단부 측시 사진을 활용하여 이음부손상을 표기한다.
- 균열이 심할 경우 추가로 이음부 5.4M 다음 구간에서 재차 상단 측시 적용하여 균열길이를 표기할 수도 있다.

거리	등급	이상항목	사분면
5.4	-- (중)	(상태)이음부존재함	

거리	등급	이상항목	사분면
5.4	-- (중)	(관로)이음부손상	상

(예시 2)

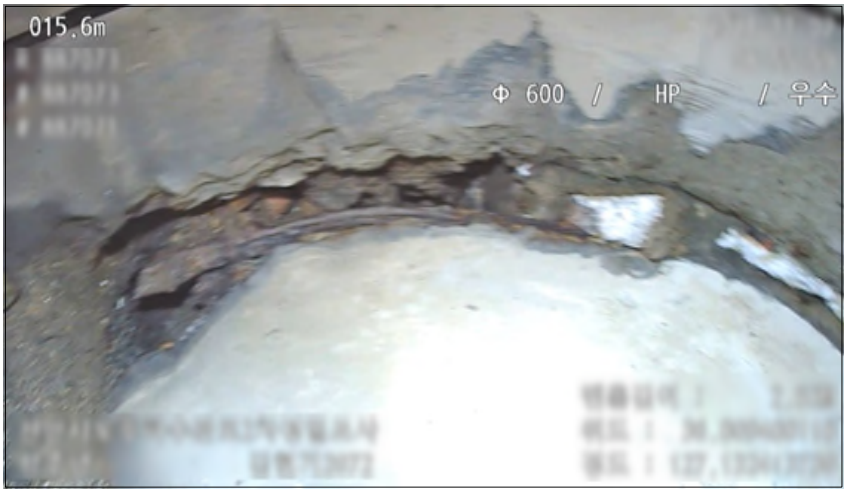


- 이 경우에도 균열길이를 먼저 체크하고 이음부존재함을 표기할 수도 있으나, 명확하게 균열 시작점이 이음부와 연결되므로, 이음부존재함, 이음부손상으로 표기함을 권장한다.

(예시 3)

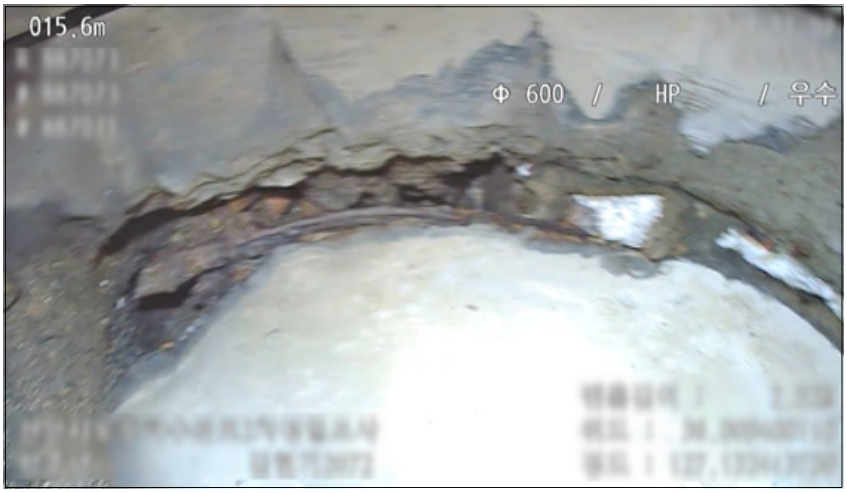
- 이음부 인접 범위에서 균열원주 대가 발생한 경우인데, 이 경우 이음부존재함, 균열원주로 2번만 표기하는 경우도 많으나,
- 이음부 후면 균열원주를 화면 범위 내에 이음부 인접 범위로 간주하여, 이음부존재, 이음부손상, 균열원주로 표기하는 방안을 권장한다.

거리	등급	이상항목	사분면
15.6	-- (중)	(상태)이음부존재함	



거리	등급	이상항목	사분면
15.6	중 혹은 대	(관로)이음부손상	

- 원래는 측시 적용 시 화면 상단에는 이음부, 하단의 균열원주를 같이 포착하는 것이 가장 이상적이나, 예시 사진에서는 이음부가 화면 상단에 일부만 나온다.
- 이음부 자체 결함이 낮아서 이음부손상으로 표기 안 할 수 있으나, 이음부 인접 범위 내 결함 특성상, 결함이 심화할 경우 이음부에 영향을 주기 때문에, 이음부손상을 표기하고 등급을 상향 적용하였다.



거리	등급	이상항목	사분면
15.9	-- (대)	(관로)균열원주	상우하

- 가장 바람직한 촬영법은 이음부에 대해서 360도 전방향 촬영하고, 가급적 이음부는 화면 상단, 균열원주는 하단에 같이 화면에 나오도록 하고, 이음부 측시 촬영이 끝나면 0.2~0.3M 전진해서, 균열원주도 360도 전방향 측시 적용한다.
- 일단 예시 동영상은 촬영자가 이음부, 균열원주를 1회 측시 적용하였기에, 동일사진으로 대체하여 설명하였다.
- 균열원주의 결함 규모가 크기 때문에, 이음부손상을 표기했음에도, 균열원주를 추가로 표기하였다.

(예시 4)

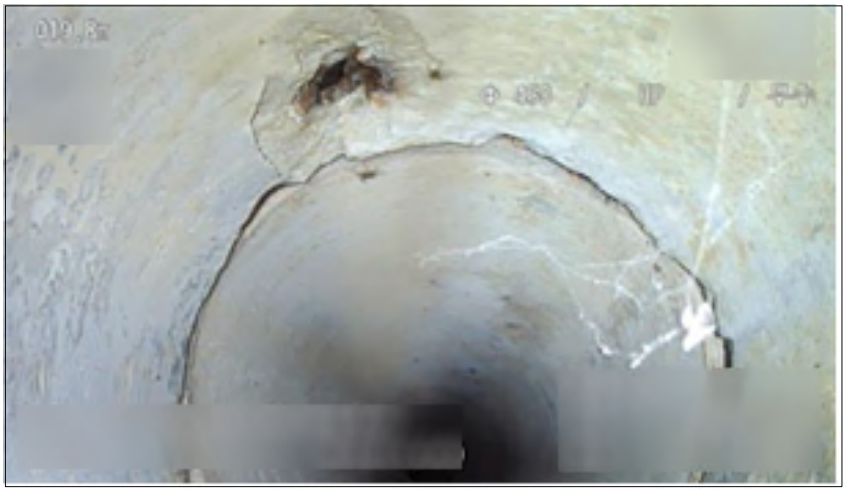
- 위의 경우도 파손범위가 넓으나 이음부와 인접하여 촬영 화면 범위 내에서 발생했으므로, 가급적 이음부손상으로 표기한다.
- 파손 범위가 넓어서 관로 내부까지 깊숙이 연결되어 있는 경우는 이음부손상

표기 후, 표면손상 중 ~ 대 등으로 벽면 결함에 대해서 추가 표기함을 권장한다.

◘ 이음부 인접 구간에서 결함 발생이나, 이음부와 결함이 연결되어 있지 않을 경우

- 이음부 360도 전구간 화면 범위 내에 결함이 보일 경우, 이음부와 인접되어 있지 않은 결함이라도 이음부손상으로 표기한다.

(예시)



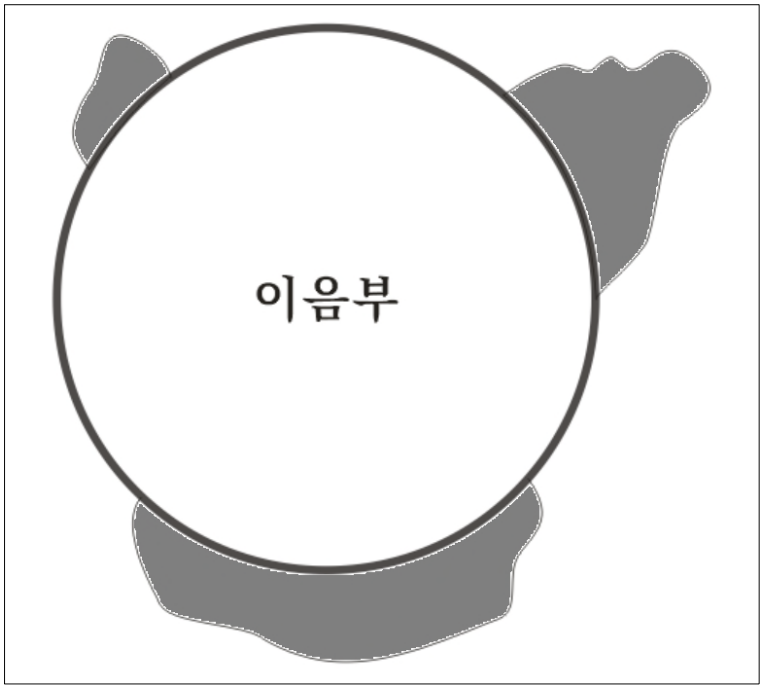
거리	등급	이상항목	사분면
19.8	-- (중)	(상태)이음부존재함	

거리	등급	이상항목	사분면
19.8	-- (중)	(관로)이음부손상	상

- 위의 경우, 19.6M (추정 거리) 표면 손상 중, 19.8M 이음부존재함으로 표기할 수도 있으며, 이와 같은 표기법도 가능하나,
- 19.8M 이음부존재함, 19.8M 이음부손상 중 (상)으로 표기함을 권장하며 이는 비록 결함이 이음부와 연결되어 있지 않더라도 화면 범위 내에서 이음부 인접 거리 내에 있기에 가급적 이음부손상으로 표기함을 권장한다.

◘ 이음부에서 '동종 결함' 발견 시 표기법

- 이음부에서 '동종 결함'이 전방향에 걸쳐서 여러 방향에 발생할 경우, 가장 결함이 큰 방향 1개를 캡쳐 한다.



- 위의 그림의 경우 이음부손상이 6시, 10시, 2시 방향 3군데 발생, 이 중에서 6시 방향(하)이 가장 크기 때문에, 해당 지점만 캡쳐, 8시, 2시는 캡쳐하지 않는다.
- 이 또한 원래 매뉴얼 상에는 복합 결함으로서, 전방향의 모든 결함을 개별 캡쳐 하도록 되어 있으나, 보수 방법 1회 적용으로 정비작업이 완료되기 때문에, 판독결과에 대한 명료화 목적으로 가장 결함점수가 높은 결함 1개를 선별 캡쳐한다.

◘ 이음부 구간에서 연결관돌출 발견 시

- 가급적 연결관돌출 발견 지점 거리를 이음부와 같게 입력하지 않는다. 연결관돌출이 이음부 구간보다 약간 앞일 경우는 이음부 거리 보다 앞으로, 반면 이음부 구간보다 약간 뒤쪽에 위치할 경우는 이음부 거리보다 약간 뒤쪽의 거리로 수정해서 입력한다.
- 이는 17년 매뉴얼 이전에는 관행적으로 대다수의 판독자가 이음부 거리와 연결관돌출 거리를 같게 입력했으나, 이음부 구간 등급 계산 시 판독자 등의 계산 착오를 최소화하고 검수 작업을 효율적으로 수행하기 위해서 이음부 구간 거리에 연결관돌출이 발생한 경우, 양자 간의 거리에 차등을 준다.
- 이음부에 연결관이 존재하는 경우, 연결관 접합상태가 양호하더라도, 연결관 존재만으로 이음부손상을 반드시 추가한다.

(예시 1)

거리	등급	이상항목	사분면
3.7	-- (소)	(관로)연결관돌출	상

- 이음부 360도 전면 사진 캡쳐하고

거리	등급	이상항목	사분면
4.0	-- (중)	(상태)이음부존재함	

- 이음부 상단 손상 사진 캡쳐하고 (연결관 주변) 이음부손상대로 표기한다.

거리	등급	이상항목	사분면
4.0	-- (대)	(관로)이음부손상	상

- 연결관이 원인을 제공하여 발생한 결함이므로, 연결관 접합부로 표기할 수 있으나, 이음부 인접 범위의 결함이므로 가급적 이음부손상으로 표기한다.

(예시 2)

- 연결관이 돌출되어 있지 않은 경우는 연결관 존재함으로 표기한다.
- 다음 예시의 경우에는 앞서 언급한 바와 같이 이음부 인접 지점이므로 연결관 접합부보다는 이음부손상으로 대체하여, 연결관존재함, 이음부존재, 이음부손상으로 표기한다.

거리	등급	이상항목	사분면
8.4	-- (중)	(상태)연결관존재함	상

- 이음부 360도 전면사진 캡쳐하고

거리	등급	이상항목	사분면
8.6	-- (중)	(상태)이음부존재함	

- 이음부 상단 연결관 주변 캡쳐한다.

거리	등급	이상항목	사분면
8.6	중 혹은 대	(관로)이음부손상	상

(예시 3)

거리	등급	이상항목	사분면
47.37	-- (중)	(상태)이음부존재함	

- 좌측 연결관 접합 부위 캡쳐하고

거리	등급	이상항목	사분면
47.37	-- (대)	(관로)이음부손상	좌

- 좌측 연결관 캡쳐한다.

거리	등급	이상항목	사분면
48.2	-- (중)	(관로)연결관돌출	좌

(예시 4)

거리	등급	이상항목	사분면
17.6	-- (소)	(관로)연결관돌출	우상

- 이음부 360도 전면 사진 캡쳐하고

거리	등급	이상항목	사분면
17.95	-- (중)	(상태)이음부존재함	

- 이음부 상단 연결관 주변 캡쳐하고

거리	등급	이상항목	사분면
17.95	대	(관로)이음부손상	우상

◘ 이음부 구간으로 토사 혹은 모르타르 유입 시

- 이음부 내에 모르타르가 유입되어 굳은 경우 (명확하게 고형물로 굳어 있는 경우는) 이음부존재 + 영구장애물보다는 이음부존재 + 이음부손상으로 표기하는 것을 권장한다. 이 역시 문제 발생 지점이 이음부 인접 지점이므로, 가급적 이음부손상으로 표기한다.

(예시 1)

거리	등급	이상항목	사분면
25.2	-- (중)	(관로)이음부손상	좌하

(예시 2)

- 예시 1과 달리 유입된 모르타르 등 지장물이 굳어있지 않고 알갱이 형태로 분산된 경우는 이음부손상을 동일하게 표기하나 상황에 따라서, 임시장애물을 추가로 표기하여 세정작업을 통한 제거 필요성을 기입한다.

거리	등급	이상항목	사분면
45.32	-- (중)	(관로)이음부손상	좌하

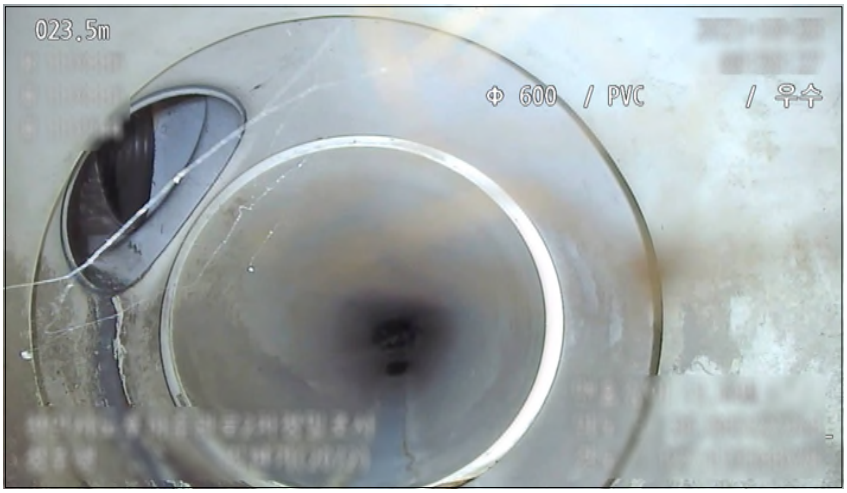
거리	등급	이상항목	사분면
46.1	-- (중)	(관로)임시장애물	좌하

- 임시장애물을 표기하더라도, 앞서 설명한 연결관돌출의 예시와 같이, 이음부와 거리를 다르게 입력하여 추후 이음부 구간 등급 계산 시 오차 발생을 최소화한다.

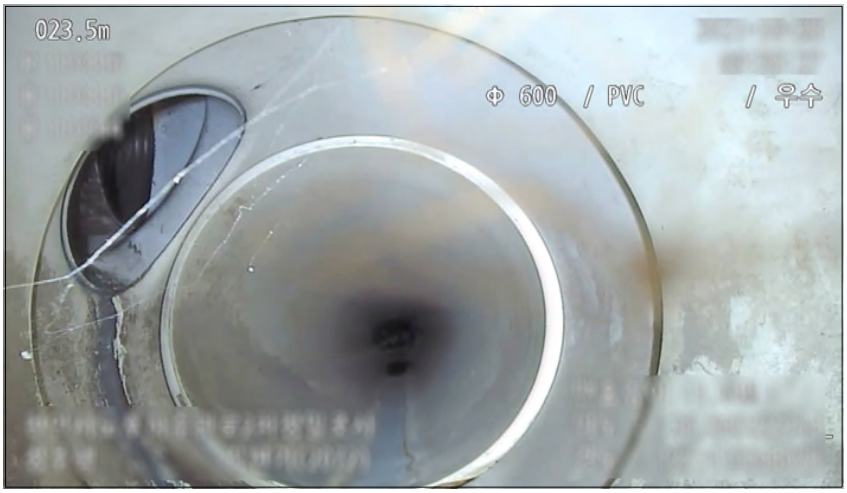
PVC 등 연성관에서 이음부와 연결관을 연결하는 소켓 사용 시

- 소켓 연결구간 양방향 모두 이음부로 체크한다. 다만 소켓의 형태에 따라서 관로를 체결 부위 내에 삽입 연결할 경우 연결지점(이음부)이 외형상 단차가 발생한 것으로 보이는데, 이를 결함으로 체크하지 않는다.

(예시 1)



거리	등급	이상항목	사분면
23.5	-- (중)	(상태)이음부존재함	



거리	등급	이상항목	사분면
23.8	-- (중)	(상태)연결관존재함	

- 이음부와 동일 사진보다는 가급적 측시 좌상 연결관 캡쳐 사진 사용할 것, 본 예시는 이해도를 돕기 위해서 이음부 포함 관로 전체 전면 사진 활용함.

거리	등급	이상항목	사분면
24	-- (중)	(상태)이음부존재함	

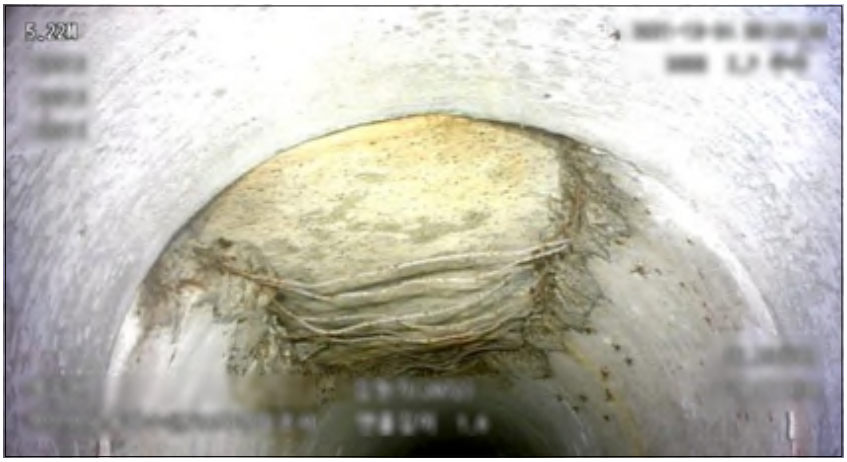
- 관로가 연결소켓 내부로 삽입되어, 단차가 발생한 것처럼 보이나, 정상 연결된 상태로서 이음부단차를 표기하지 않는다.

◘ 연속결함 이상항목 발생 시

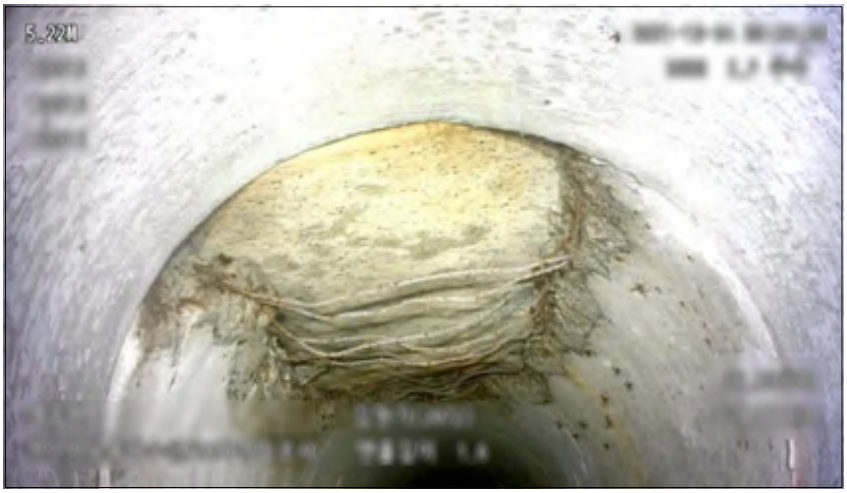
- 균열길이, 토사퇴적, 폐유부착, 좌굴, 변형 등 연속결함 이상항목이 발생한 경우에는 원칙적으로는 본단위(이음부 단위구간) 마다 캡쳐해야 한다.
- 그러나 모든 이음부 구간마다 표기하게 되면 보고서 내용이 너무 복잡해지고 방대해지는 문제점에 직면한다. 이에 대한 대안으로 실무적인 측면에서 3구간 이상 표기 (시작지점, 중간, 끝지점)하는 것으로 대체하면 보수(구조적 결함), 준설(운영적 결함) 대상이 되므로, 굳이 연속결함의 경우 모든 구간을 꼼꼼히 표기하지 않는다.
- 결함발생 단면적이 넓은 경우는 이음부 구간을 넘어가지 않더라도 예외적으로 시작부분과 끝부분을 2번 표기한다. 특히 이음부 구간에서 발생한 경우, 이음부 구간 (이음부손상) + 관로 중반부의 결함(표면 손상 등)으로 결함을 2개 표기한다.

(예시 1)

거리	등급	이상항목	사분면
5.22	- (중)	(상태)이음부존재함	



거리	등급	이상항목	사분면
5.22	-- (대)	(관로)이음부손상	상



거리	등급	이상항목	사분면
5.5	-- (중)	(관로)표면손상	상

- 상기 예시의 경우, 5.22M 지점 이음부의 다음 구간까지 손상범위가 넓게 진행된다. 따라서 5.22M 이음부손상을 표기하였어도, 다음 구간에 추가로 표면손상 대를 표기했다.
- 이해를 돕기 위해 이음부손상 대와 표면손상 대를 같은 사진으로 활용했으나, 5.22M 지점에 대해서 360도 측시 적용이 완료된 이후, 다음 이음부 구간을 넘어가서 손상범위가 관로 중반부까지 진행되므로 재차 측시 적용하여 상단 부위(표면손상)를 촬영함을 권장한다.
- 따라서 3번째 사진의 경우 동일사진보다는 관로 중반부에서 상단 부위(표면손상)를 촬영한 사진을 사용함을 권장한다.

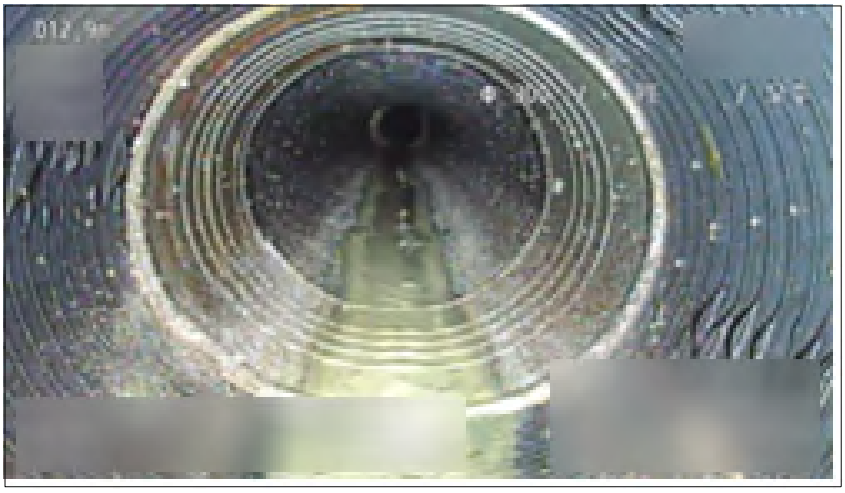
◘ 이음부의 접합부가 보이지 않는 경우

- 이음부의 접합부가 보이지 않는 경우는 원칙적으로 캡쳐를 진행하지 않는다.
- 이음부의 접합부가 보이지 않는 경우는 주로 다음과 같다.
  - 관로 360도 전면부에 폐유가 흡착되어 벽면이 안 보이는 경우
  - 관로 내부로 온수가 유입되는 경우, 습도가 높아져서 벽면 식별이 어려움
  - 전체 보수 등을 적용하여 이음부 구간이 보이지 않는 경우
- 이에 대해서 원칙적으로는 이음부 구간을 잡지 않도록 되어 있으나 실무적으로는 관종별 기본 구간 단위 (예시 흄관 2.5M)를 추정하여, 이음부 구간을 넣으며, 이 방법 또한 폭넓게 적용되고 있다.
- 다만 전체 보수 적용으로 보이지 않는 경우는 다음의 요령을 따른다.
  - 전체 보수의 경우 기존 관로(주로 흄관 등의 강성관) 벽면에 라이닝 자재(펠트 등)을 흡착시켜 보수한 경우가 많음.
  - 이 경우 이음부 구간에 따라서 기존 구간의 윤곽이 보이기도 하는데, 윤곽이 보일 경우, 이를 이음부존재함으로 표기한다.

◘ 이음부 부분에 부분 보수 등 라이닝을 한 경우

- 이음부 접합부 부분의 라이닝 (1m 이내 경우)은 라이닝한 부분을 이음부 접합부로 본다.

- 라이닝이 1m 이상일 경우 라이닝 시점과 종점을 전부 이음부 접합부 존재로 캡쳐를 진행한다.
- 이음부 구간이 명확히 아닌 경우는 라이닝 발견 시 “(상태)구조특징” 을 표기한다.
  - 실무적으로 이음부 구간이 명확히 아닌 경우를 파악하기는 쉽지 않다. 예시로 연성관의 일반적인 구간이 6M라고 판단 시, 6M ~ 12M 구간 중간인 9M 지점에 부분보수 라이닝이 존재한다고 하여, 이를 반드시 이음부 구간이 아닌 중간 벽면을 보수했다고 단정 짓기 어렵다.
  - 따라서 이에 대해서는 2가지 요령이 폭넓게 적용되는데, 아예 부분보수 라이닝 지점을 발견하면 이를 모두 이음부존재함으로 표기하거나, 또는 판독자 판단에 따라 확실하게 이음부 구간이 아니라고 판단되면 이를 (상태)구조 특징으로 표기한다.



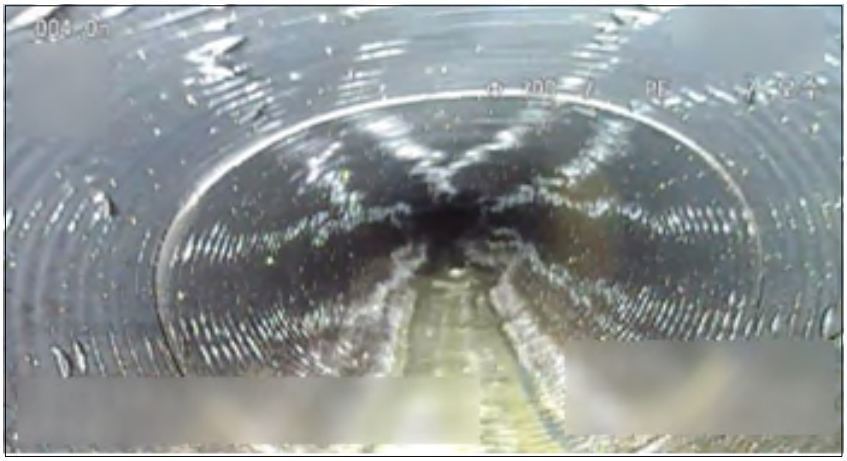
< 그림 3 > 연성관에 적용된 부분보수 라이닝 예시

연성관 변형 캡쳐 요령

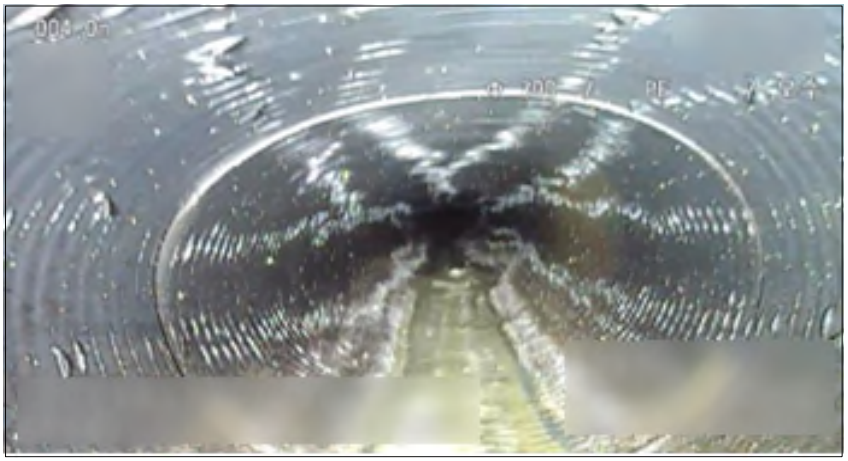
- 연성관은 내면 특성상 관로 주름 구조물이 반복되는 등 일정한 패턴이 반복되거나, 오히려 외형적인 무늬가 없이 매끄러운 표면이 반복되는 구조가 많다.
- 이로 인해 상단부 등이 외압에 의하여 변형되었을 경우, 일반 CCTV 영상으로는 변형을 파악하기 쉽지 않다.
- 따라서 연성관의 상단부 변형은 연성관 이음부 이미지와 상단변형을 비교하게 하

여, 어느 정도 변형이 진행되었는지 유추 가능하도록 영상을 캡쳐한다.

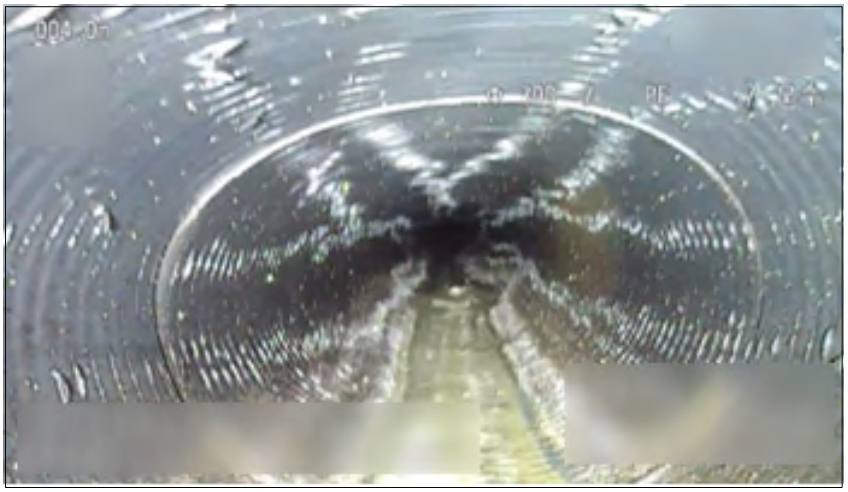
(예시 1)



거리	등급	이상항목	사분면
4	-- (중)	(상태)이음부존재함	

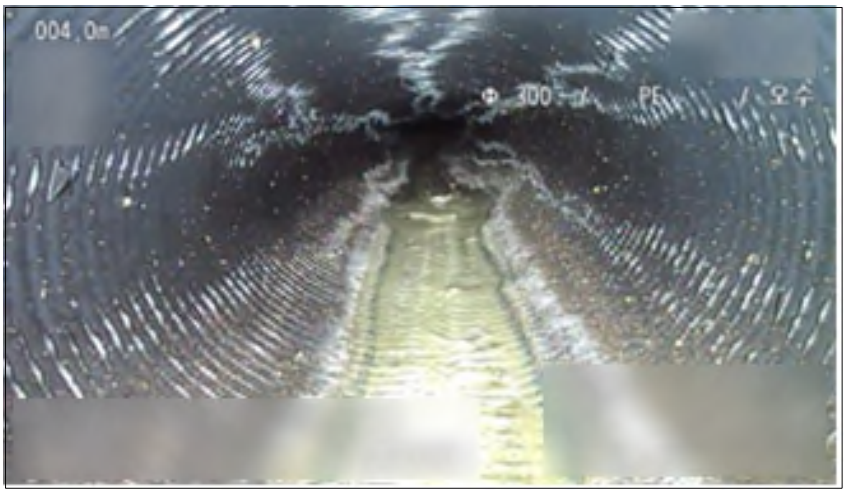


거리	등급	이상항목	사분면
4	-- (소)	(관로)이음부단차	좌상



거리	등급	이상항목	사분면
4.5	-- (소)	(관로)변형	좌상

- 상기 예시의 경우, 4M 지점 이음부 존재, 4M 이음부단차 소 좌상 표시하고, 동일 사진 활용 혹은 동일 지점에서 재 캡쳐 해서 4.5M(추정거리) 변형 소를 표기한다.
- 이음부 원형 구조물과 변형상황이 쉽게 비교되므로, 이음부 구간에서 변형을 캡쳐한 것이다.
- 위의 변형을 이음부 구간이 아닌, 관로 중앙에서 캡쳐할 경우 다음과 같다.



< 그림 4 > 변형을 이음부 인접이 아닌 관로 중심부에서 캡쳐 시

- 변형량을 비교할 만한 대상체(이음부 등)가 없어서 상단이 어느 정도 변형되었는지 판가름하기 어렵다.

- 따라서 연성관에서 전체 원형 관로 변형은 이음부 인접 구간 등에서 캡쳐하여 쉽게 식별할 수 있도록 한다.

(예시 2)

- 주름관의 형태 비교만으로 변형식별이 가능한 경우는 다음과 같다.

- 위와 같이 원형 주름의 비교만으로 변형이 명확히 표현될 경우, 굳이 이음부 주변을 캡쳐할 필요가 없다.

침하의 판별

- 물이 고여 있더라도, 유속이 일정 수준 이상 존재하면 침하가 아님.
- 침하는 굴착, 비굴착 보수 여부를 판정하는 매우 중요한 결함요인으로, 신중하게 판독해야 함.
- 유속이 거의 없고 물이 고여 있는 상태가 침하이며, 유속의 존재 여부를 사진만으로는 확인이 어렵기 때문에, 반드시 판독자가 동영상 상의 유속을 확인하고 판정해야 한다.
  - 아래는 15.5M 침하 중(혹은 대)이나, 사진만으로는 단순히 유량의 수위가 높은 것인지, 유속이 없는 상태로 물이 고여 있는 상태 (=침하)인지 판별하기 어렵다.

(예시)

■ 만약 유속이 거의 없다면 아래와 같이 침하를 표기한다.

거리	등급	이상항목	사분면
15.1	-- (중)	(관로)침하	

■ 반면 유속이 일정 수준 이상 있다면 결함이 아니다.

- 따라서 침하에 대한 판독과 검수를 명확히 하기 위해서는 반드시 이음부 구간마다 이음부존재함의 사진을 이음부 360도가 전부 나오도록 전면 사진으로 캡쳐해야 한다.
- 위의 결함사진 앞에 다음과 같은 이음부 사진이 먼저 선행되며, 이는 의도적으로 15M 지점의 침하를 설명하기 위한 캡쳐 사진이 아닌, 정상적으로 이음부를 순차적으로 캡쳐한 것이며, 어째서 이음부존재함을 360도 전방향 캡쳐를 해야 하는지에 대한 또 다른 당위성을 설명한다.

- 따라서 앞서 판정한 이음부존재함의 연속 캡쳐 사진 등을 참조하여 침하를 판정하며, 다음 예시는 앞서 언급한 바와 같이 침하가 발생하기 이전 이음부존재함의 구간 비교를 통해서 침하 판정을 내리는 경우이다.

거리	등급	이상항목	사분면
9.5	-- (중)	(상태)이음부존재함	

- 9.5M 지점에는 유하량도 거의 없고, 바닥면에 물이 고이지 않았다.

거리	등급	이상항목	사분면
12	-- (중)	(상태)이음부존재함	

- 반면 12M 지점에는 바닥 면에 물이 약간 고여 있다. 이 경우 침하 소를 추가 표기할 수 있다.

거리	등급	이상항목	사분면
12.5	-- (소)	(관로)침하	하

- 역시 이 경우도 침하를 이음부존재함과 같은 위치로 표기하지 않는다. (등급표 등 추후 검수 및 계산 오류 방지)

거리	등급	이상항목	사분면
14.5	-- (중)	(상태)이음부존재함	

거리	등급	이상항목	사분면
15	-- (중)	(관로)침하	하

- 14.5M 다음 이음부 구간에서 바닥 물고임 수위가 높아졌다. 이로 인해서 14.5M 이음부존재함, 15M 침하 중으로 표기되었다.

거리	등급	이상항목	사분면
15.5	-- (대)	(관로)침하	하

- 불과 14.5M에서 1M만 전진했는데도 수위가 매우 높아져서 침하(대)로 기록하였다. 이 경우 15M 침하 중은 삭제해도 된다. 같은 이음부 구간 내에서 침하 중, 대로 2

번 표기할 필요 없이 가장 높은 것을 표기하면 된다.

- 만약 관로 초입부부터 침하가 발생한 경우 2.5M 지점의 최초 이음부존재함 캡쳐 시에도 침하가 감지되었을 것이다.
- 이 경우도 유속이 없는 경우는 침하이나, 일정 속도 이상 유속이 존재하면, 통수량이 증가하여 수위가 증가한 것이므로, 침하로 체크하지 않는다.
- 위의 예시처럼 9.5M 지점에는 아예 물고임이 감지되지 않고, 이후 이음부부터 조금씩 침하가 증가해 15.5M 지점에는 침하가 만수위 수준으로 높아짐이 감지되어 명확하게 침하로 규정지을 수 있다.
- 따라서 반드시 이음부 구간마다 결함 여부와 상관없이 이음부존재함을 체크하되, 가급적 전면부 360도 사진을 첨부하여, 관로 전반에 대한 상황변화를 비교 가능하도록 판독결과를 입력해야 한다.

- 침하 예시는 다음과 같으며, 등급은 중 ~ 대 이다.

◘ 자주차가 진입 불가 이후 영상 판별 범위 내에서 주요 결함이 발견된 경우

- 원칙적으로는 자주차 주행 연장까지만 조사를 적용해야 하나, 중대 결함이 주행 범위를 넘어서 화면에 잡힌 경우 이를 보고서에 기입한다.
- 실무상에서 화면 범위로 거리를 추정하여 결함을 캡쳐한다.
- 영상 상의 자막 거리를 토대로 추정 거리를 입력하여 거리값을 산출한다.

(예시)

- 관로 천장 상단이 주행체는 7미터에 주행 중단되어 있으나 가장 파손이 심한 안쪽 지점 8.5~9M까지는 주행체가 접근하지 못 함.
- 이 경우에 원칙적으로는 아래와 같이 표기함.

거리	등급	이상항목	사분면
7	-- (대)	(관로)임시장애물	하

거리	등급	이상항목	사분면
7	-- (중)	(상태)조사중단	

- 그러나 임시장애물이 있는 7M 안쪽 지점 8.5 ~ 9M 지점 관로 천장 상단이 무너져서 파손이 더 심하므로 이를 다음과 같이 표기해도 무방하다.

거리	등급	이상항목	사분면
7	-- (대)	(관로)임시장애물	하

거리	등급	이상항목	사분면
8.5	-- (대)	(관로)파손	상

거리	등급	이상항목	사분면
8.5	-- (중)	(상태)조사중단	

- 실주행 지점인 7M를 넘어서 화면 범위에 있는 8.5M 중대결함을 표기하고, 조사 중단 지점을 8.5M로 설정한다.
- 주행 범위를 넘어서 화면 범위 결함을 표시하고 조사 중단 지점을 옮기는 경우는 대개 파손 등 중대 결함이거나, 침입수 등의 주요 결함이 발견될 경우 한시적으로 적용한다.

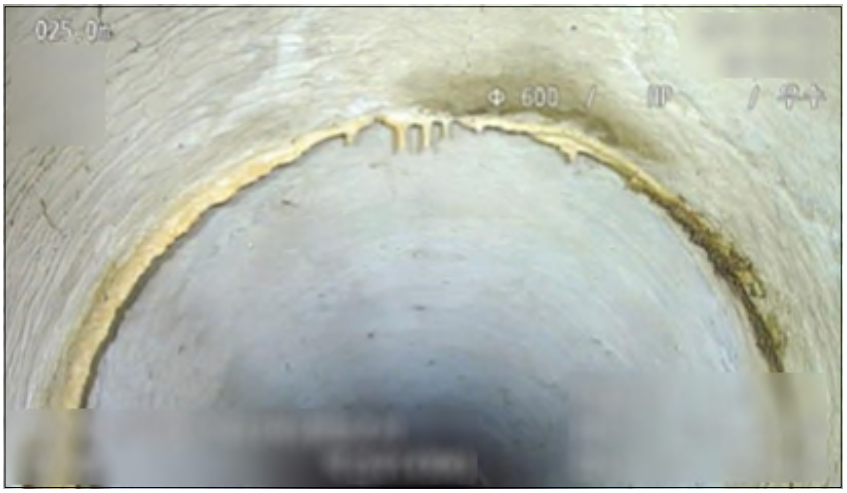
◘ 침입수 발생 사례 기록

- 침입수 발생 시 침입수 중 침입수 대가 발견된 경우에는 침입수가 발생한 지점에 대한 구조적 이상 항목을 침입수와 같은 지점에 동시 캡쳐를 진행하도록 한다. (예: 이음부손상 대, 침입수 대 / 관파손 대, 침입수 대 등으로 구조 결함과 침입수를 같은 지점에 병기함)
- 침입수가 이음부 등에서 미세하게 발생한 경우 이음부손상을 표기하고, 중 이상의 등급을 부여한다.

(예시 1)

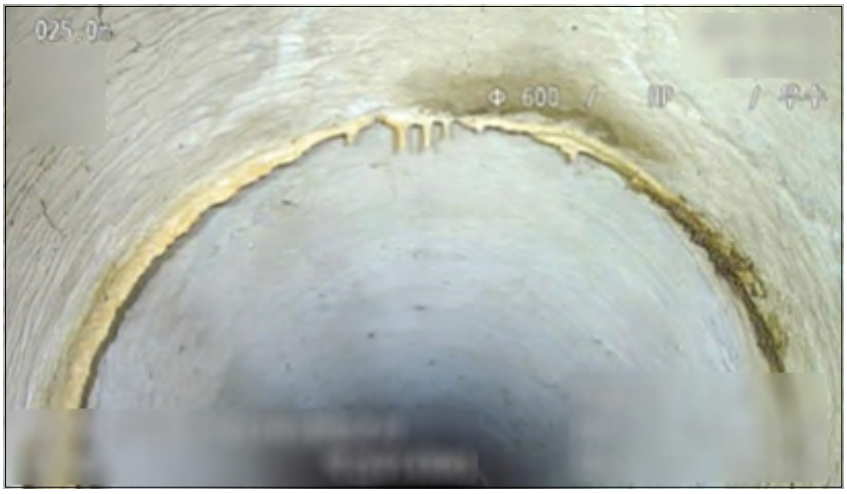
거리	등급	이상항목	사분면
25	-- (중)	(상태)이음부존재함	

- 이음부를 통해서 침입수가 미세하게 유입되고, 흡착물 등이 붙어서 흔적이 남은 경우이고, 우선적으로 위와 같이 이음부존재함을 먼저 표기한다.



거리	등급	이상항목	사분면
25	-- (중)	(관로)이음부손상	상

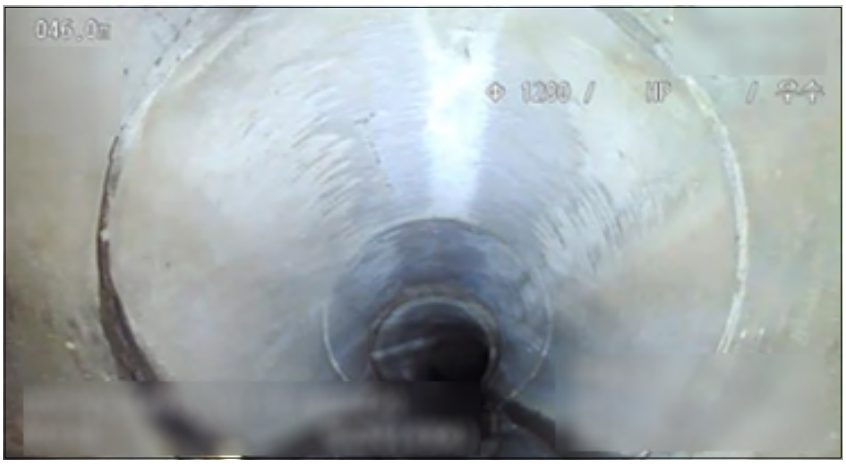
- 동일 지점에 대해서 측시 적용 이미지를 캡쳐하고, 이음부손상을 기입한다. 침입수가 없다면 이음부손상 소 정도로 추정되나, 침입수 발견 시 결함 등급을 1단계 혹은 그 이상 (견해에 따라서는 침입수 지점은 무조건 대로 표기 의견 존재)으로 표기한다.



거리	등급	이상항목	사분면
25	-- (소)	(관로)침입수	상

- 이음부손상 결함과 동일 지점에 침입수 소를 표기한다.
- 이음부손상과 동일 사진을 사용하거나, 동일 지점을 캡쳐해서 기입한다.

(예시2)



거리	등급	이상항목	사분면
46	-- (중)	(상태)이음부존재함	

거리	등급	이상항목	사분면
46	중 혹은 대	(관로)이음부손상	좌하

거리	등급	이상항목	사분면
46	-- (소)	(관로)침입수	좌하

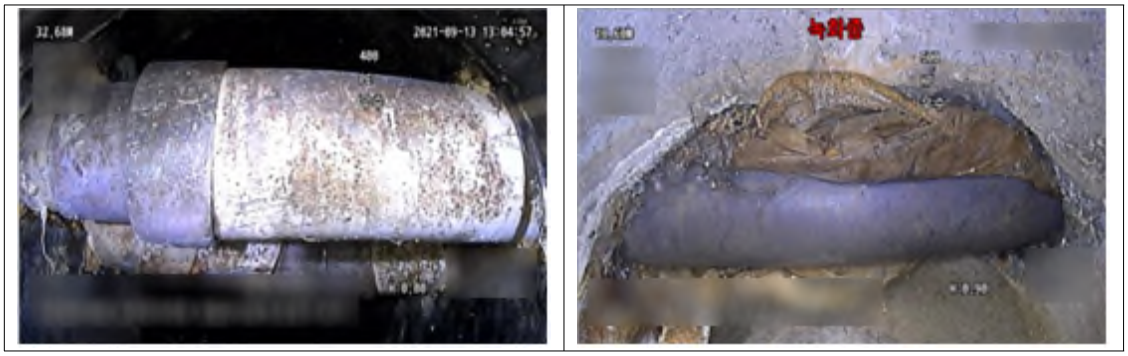
임시장애물, 영구장애물(타관통과) 구분 요령

- 장애물이 벽면에 흡착되지 않아서, 준설로 문제 해결이 가능한 수준의 장애물은 임시장애물로 한다.
- 경우에 따라서는 퇴적과 임시장애물이 혼용되기도 하나, 모두 준설 대상 여부를 판별하는 기준으로 활용되므로, 퇴적과 임시장애물 어느 쪽으로 표기해도 무방한 경우가 많다.
- 타관 통과는 영구장애물로 표기한다. 타관이 통과된 면적 및 크기에 따라 소 ~ 대로 결함 등급을 표기하는데, 대부분의 타관 통과는 '중' 급 이상이 많으나, 드물게 '소' 등급도 존재한다.

(예시)

거리	등급	이상항목	사분면
24	-- (대)	(관로)영구장애물	상

- 아래의 사진은 영구장애물 대의 예시이다.



- 대체로 타관 통과는 관로 상단 천장을 관통하는 경우가 많으나, 중앙부를 관통하는 경우도 있다.
- 상단부보다 중앙부 혹은 하단을 관통하여 관로 내부 유량 흐름에 영향을 줄 경우는 관통 크기가 작더라도 등급을 일부 상향 적용하는 경향이 많으며, (소 ⇨ 중, 중 ⇨ 대) 매뉴얼 상에서는 이에 대한 별다른 원칙은 없다.
- 또한, 조사 장비 주행에 영향을 주어 조사가 중단되는 장애물의 경우, 통상적인 범위보다 최대치로 높게 잡아서 아예 '대' 등급으로 (예시 소, 중 ⇨ 대) 판독하는 경우가 많으나, 대체로 최대등급인 '대' 등급으로 표기하기보다는 원래 등급보다 한 단계 상향하는 사례가 가장 많다.

(예시 1)

거리	등급	이상항목	사분면
24.4	-- (중)	(관로)영구장애물	우 혹은 좌

- 상단부에 위치 시 소 등급이나, 중앙부 위치하여 중 등급으로 표기함. 최하단부에 위치하여 정상적인 유하 흐름에 영향을 주거나, 퇴적물이 쌓이는 경우 대등급으로 표기하는 경우도 있다.

(예시 2)

거리	등급	이상항목	사분면
32	중 혹은 대	(관로)영구장애물	좌 혹은 우하

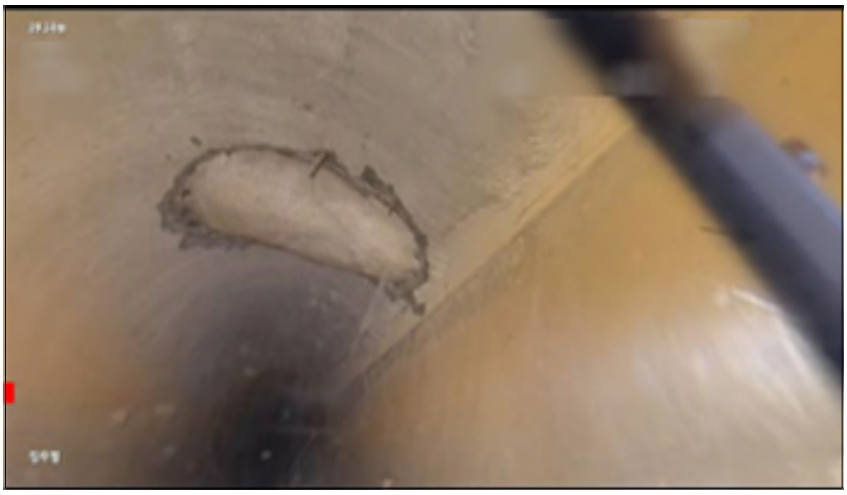
- 타관 통과는 단순히 영구장애물로 판독하기에는 결함의 중요도가 높기 때문에 추후에는 타관 통과를 별도의 결함으로 분류해야 한다는 의견이 많은 편이고, 이러한 이유로 하단부를 관통하는 영구장애물(타관 통과)은 등급을 높게 잡는 관행도 일부 타당성이 있다고 볼 수 있다.

- 아래의 사진은 영구장애물 종, 소 예시이다.

(예시 1)

거리	등급	이상항목	사분면
34.1	-- (중)	(관로)영구장애물	상

(예시 2)



거리	등급	이상항목	사분면
24.2	-- (중)	(관로)영구장애물	상

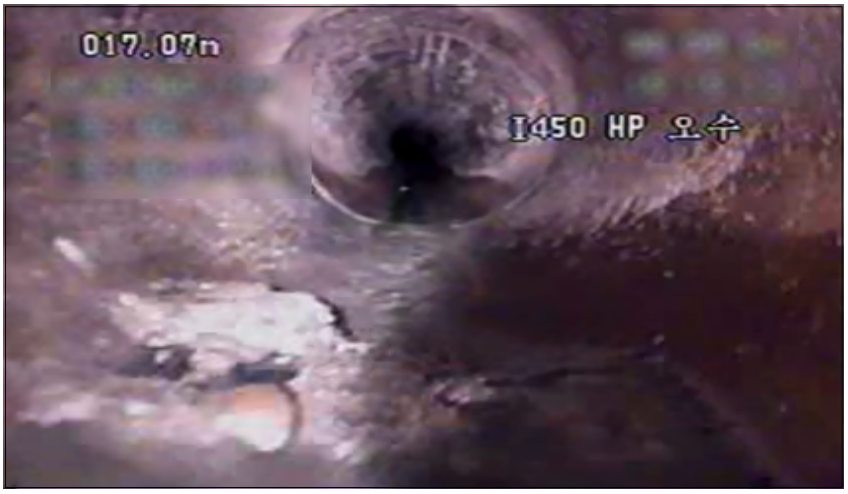
(예시 3)

거리	등급	이상항목	사분면
35.7	중 (혹은 대)	(관로)영구장애물	우상

바닥면에 존재하는 영구장애물과 임시장애물의 구분

- 실무적으로는 현장 판단에 따라, 주행체가 장애물을 통과 시 장애물이 주행체에 의해 밀리는 경우 임시장애물, 밀리지 않는 경우 영구장애물로 판단하기도 하는데, 이 방법도 무난한 방법으로 활용 가능하다.
- 실무적으로는 관로 벽체에 대한 고정 여부로 임시, 영구를 구분하면 안 된다는 반론도 많고, 17년 매뉴얼에서도 임시, 영구장애물 모두 벽에 대한 부착 여부에 대한 언급이 있으나, 이 기준이 절대적인 기준이라는 의미로 해석되지는 않는다.
- 따라서 벽에 대한 흡착 여부는 절대적이지 않고, 장애물의 크기 분류를 통한 방법도 절대적이지 않다.
- 크기가 작으나 벽에 흡착되어 있으면 영구장애물, 반면 벽에 흡착되지 않았지만 크기가 큰 장애물은 임시가 아닌 영구장애물로 표기할 수도 있다.
- 실무적으로 여러 정황을 판단하건대 '준설'로 해결이 가능한지 여부가 영구, 임시 판단에 있어서 가장 큰 영향을 주는 것으로 해석된다.

(예시 1)



거리	등급	이상항목	사분면
17.07	-- (중)	(관로)영구장애물	하

- 고화질 도입 이전에 촬영된 조사 영상으로 영상만으로는 바닥면 장애물을 식별하기 어려운 부분이 있음
- 동영상에서 주행체가 해당 장애물을 밀지 못하고, 타고 넘어감. 이를 근거로 모르타르 등이 바닥에 흡착된 것으로 판단하여 영구장애물로 판독함.

(예시 2)

거리	등급	이상항목	사분면
25.3	-- (대)	(관로)영구장애물	하

- 관로 내부에 대형 암석들이 유입되어 있는 상태로, 암석들은 바닥면에 흡착된 상태가 아니지만, 정상적인 준설 세정 작업으로는 정비가 어렵기 때문에, 영구장애물 대로 판독함.
- 실무적으로도 해당 장애물들은 컷팅, 천공 로봇을 투입하여 분쇄작업을 거쳐서, 암석을 잘게 파쇄한 이후, 준설 세정 작업 등으로 처리하는 방법밖에 없으며, 정비작업에 장시간 소요된다.

(예시 3)

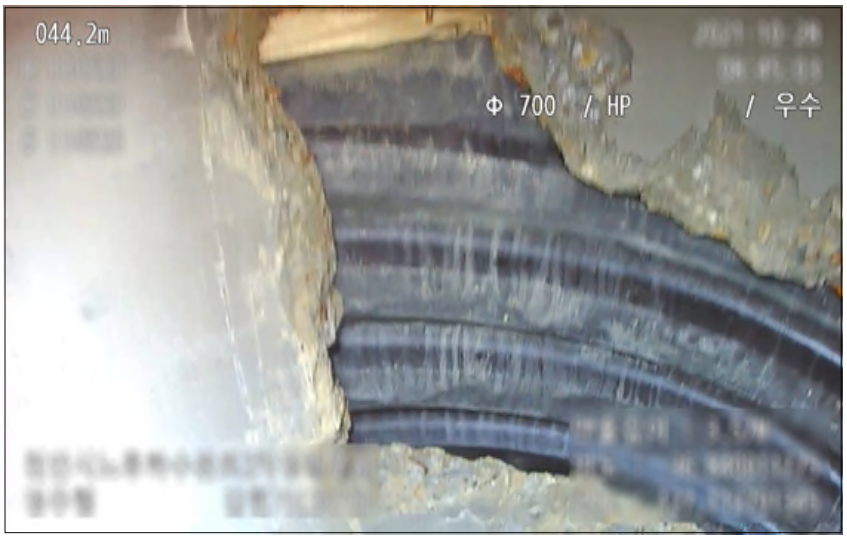
거리	등급	이상항목	사분면
34.4	-- (대)	(관로)영구장애물	하

거리	등급	이상항목	사분면
34.4	중 혹은 대	(관로)영구장애물	하

결함으로 파손 판독 시 주의사항

- 17년도 개정 매뉴얼에서 파손 대, 파손 소 등급은 긴급공사를 요하는 매우 높은 점수임을 명심하여야 한다.
- 파손 중 등급은 결함 점수가 없기 때문에, 파손 중으로 표기하여서는 안 된다.
- 또한, 파손 소 등급도 결함 점수가 70점으로 매우 높은 편이다.
- 17년도 개정 매뉴얼 이전에는 관로 벽면 결함에 대해서 파손으로 표기하는 사례가 많아서, 17년도 매뉴얼 개정 직후 상당히 많은 판독자가 기존대로 파손으로 판독한 사례가 많다.
- 그러나 결함 점수가 매우 높고 (붕괴 등에 준하는 결함점수), 파손 중은 결함점수가 아예 없기 때문에, 가급적 판독자에게 파손 = 붕괴 의 개념으로 이해를 시키고 있으며, 파손 적용은 신중하게 할 것을 권장한다.

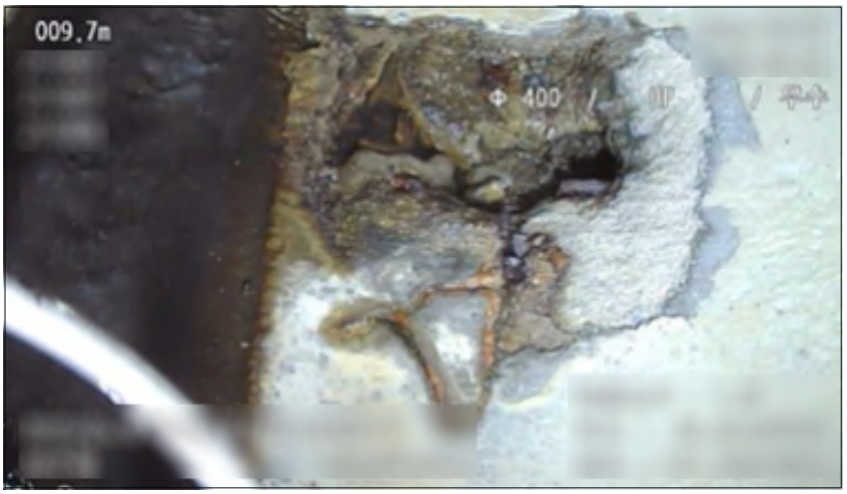
(예시 1)



거리	등급	이상항목	사분면
44.2	대	(관로)표면손상	상

- 17년 개정 매뉴얼 이전에는 위와 같은 결함을 파손 중 혹은 대로 판독한 사례가 많았음.
- 파손(대)로 판독하면 결함점수가 90점, 중은 결함점수가 없으므로, 실무적으로는 파손을 표면손상이나 천공으로 대체 적용하는 사례가 많다.
- 따라서 위의 예시는 표면손상 대 등으로 대체 적용해도 무방하다.

(예시 2)



거리	등급	이상항목	사분면
9.7	-- (중)	(관로)표면손상 혹은 (관로) 천공	우하

- 관로 벽면에 구멍이 난 것으로 의심되는 경우는 파손을 대체하여 천공으로 판독하는 사례가 많다.

(예시 3)

거리	등급	이상항목	사분면
5.3	-- (중)	(관로)천공	상

(예시 4)

거리	등급	이상항목	사분면
4.23	-- (중)	(관로)천공 혹은 (관로)표면손상	상

◘ 관로 ⇨ 암거 혹은 관경 재질 변경 (예: 흄관 ⇨ PE)

- 관로에서 암거로 변경되면서 관종, 관경 등이 모두 변경되는 경우가 종종 존재하며, 이러한 경우 다음 예시와 같이 표기한다.

(예시)

거리	등급	이상항목	사분면
6.37	-- (중)	(상태)이음부존재함	

- 관종, 관경 등이 변경되는 지점은 이음부 끝단이므로, 이음부 구간이 1구간 끝난 것으로 간주해서, 일단 이음부존재함을 먼저 표기한다.

거리	등급	이상항목	사분면
6.37	-- (중)	(상태)관종변경	

- 동일 지점에 (상태)관종 변경을 기입한다. 필요시 (상태)치수 변화를 추가로 기입하기도 하나, 대부분 관행상 관종 변경만 기입하는 경향이 많다.

내피 생성

- 관 내피 생성은 하수관로 벽체 퇴적물로, 수분이 증발되어 남게되는 주황색 산화철 형태로 발생하며, 대부분 이음부에서 발생한다. 이음부 외에서는 발생하지 않는다.
- 이를 감안하여 내피 생성은 이음부 이외에는 판독 적용하지 않는다.

(예시)

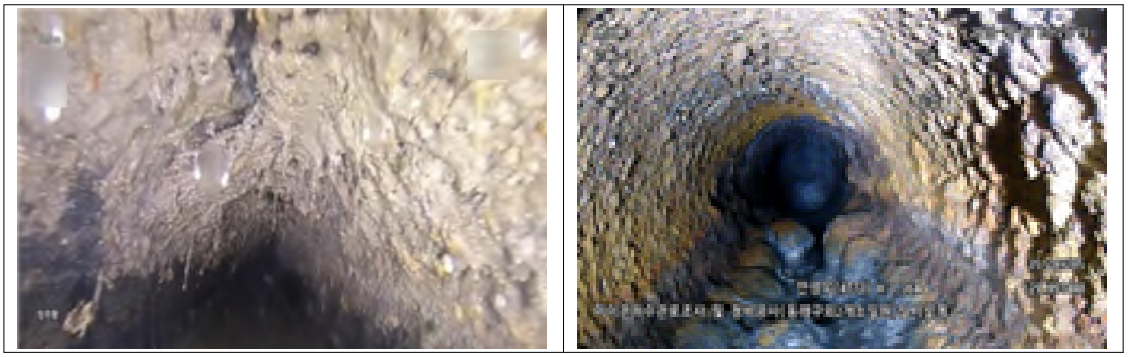
폐유 부착

- 폐유 부착은 기름, 지방, 스케일 등이 파이프 벽면에 부착되어 관로의 수리 기능

을 저하시키는 이상 항목을 의미한다.

- 산화철 성분으로 인한 주황색으로 주로 이음부에서 나타나는 내피 생성과 구분된다.

(예시)



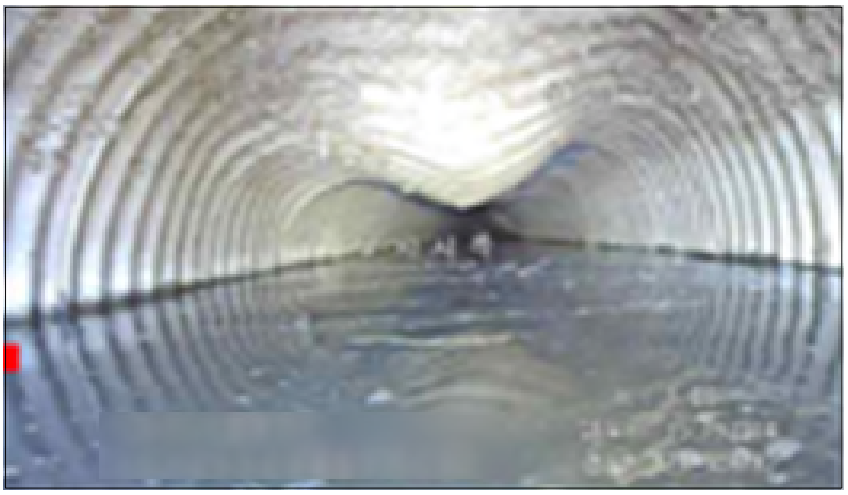
좌굴과 변형의 차이

- 좌굴은 연성관에서만 발생되며, 관이 '돌출되어 구부러지는 것' 을 의미한다.
- 연성관에서 관로 벽면에서 발생하는 구조적인 문제의 경우, 파손이나 크랙이 아닌 변형에 근접한 결함들은 대부분 '변형' 으로 판정하는 경우가 많다.
- 다음 예시처럼 관 내부가 돌출되어 구부러지는 경우는 좌굴로 판정한다.

(예시 1)

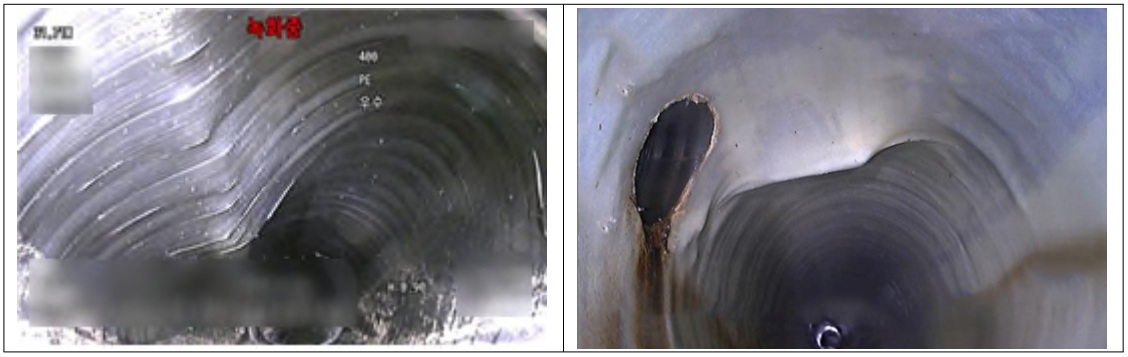
거리	등급	이상항목	사분면
24.5	-- (대)	(관로)좌굴	좌

(예시 2)



거리	등급	이상항목	사분면
0.5	-- (대)	(관로)좌굴	상

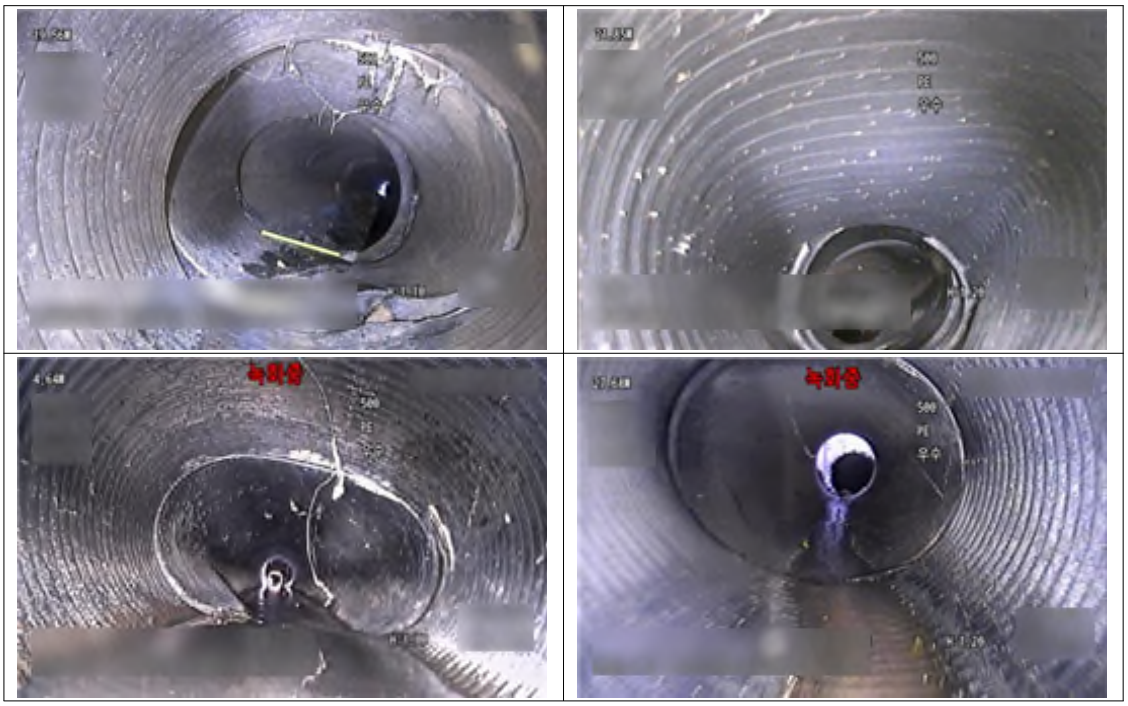
(예시 3)



변형에 대한 판정

- 변형은 연성관에서 발생하나 관이 직각 방향으로 찢어지거나 꺾어지는 모습으로 심하게 찢어질 경우 파손 소 /대 (중은 결함 점수 없으므로 파손 중 등급은 선택하지 않는다) 등급으로 대체 판정하기도 한다.
- 변형은 주로 관로 상단 부위에서 발생하는 경우가 많고, 상단이 눌린 경우, CCTV 영상만으로는 변형 비율을 쉽게 구분하기 어려운 경우가 종종 있으며, 이 경우는 앞에서 언급한 바와 같이 이음부나 내부 주름 등 원형 대상체와 인접 범위를 같이 캡쳐하여 변형비율을 쉽게 파악할 수 있도록 한다.

(예시)



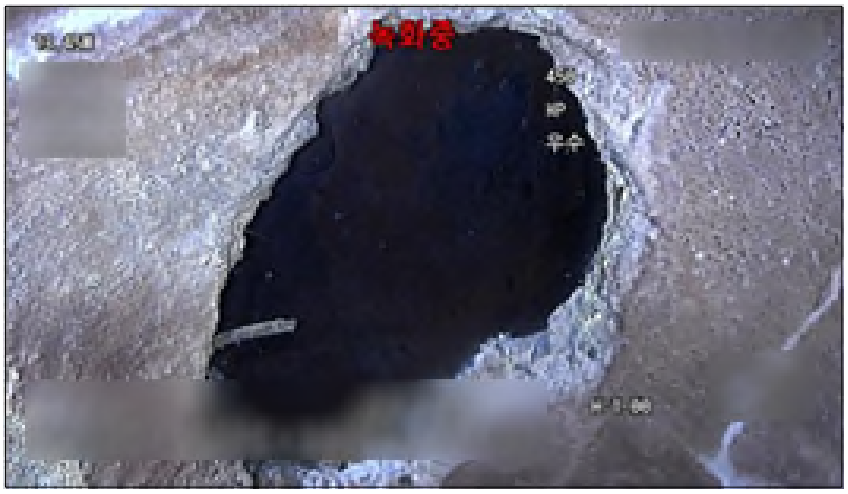
천공에 대한 판정

- 매뉴얼에서는 벽체에 구멍이 발생한 경우 천공으로 판독한다. 이는 인위적인 외압에 의한 벽체 구멍 발생이나 구조적 결함 등으로 발생한 구멍이 모두 해당된다.
- 그러나 실무상에서는 구멍이 원형으로 정확하게 난 경우보다, 파손 등의 부수적인 구조결함으로 벽체에 구멍이 난 경우가 많이 발견된다.
- 과거에는 이를 천공보다는 관로 벽체에 파손이 발생한 것으로 간주하여, 파손으로 체크하는 경우가 많았다.
- 앞에서 언급한 바와 같이 17년 매뉴얼 이후 파손 대 (결함점수 90점) 파손 소 (결함점수 70점)- 파손 중은 결함점수 없고, 판정하면 안 됨 - 으로 파손의 결함 가중도가 매우 높아진 상태이므로, 이를 대체해서 표면손상이나 천공으로 판정하는 빈도수가 늘어났다.

(예시 1)

거리	등급	이상항목	사분면
8.77	-- (중)	(관로)천공	상

(예시 2)



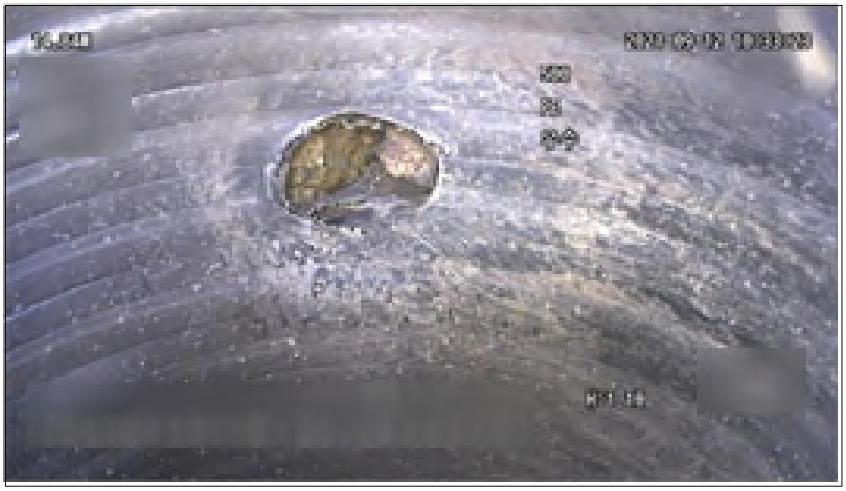
거리	등급	이상항목	사분면
94.4	-- (대)	(관로)천공	상

(예시 3)

거리	등급	이상항목	사분면
1.57	-- (중)	(관로)천공	상

- 위의 예시는 연결관으로 활용하고자 구멍을 내었으나, 현재 연결관으로 사용하지 않고 벽면에 구멍만 상태이므로 천공으로 판정하였음.

(예시 4)



거리	등급	이상항목	사분면
96.84	-- (중)	(관로)천공	상

- 천공 판정에 있어서 또 하나의 난점은 정상적인 연결관과 구분하기 어려운 경우가 많다는 점이다.

- 위의 경우, 정상적으로 존재하는 연결관에서 장애물 등이 연결관을 막아서 생성된 것인지, 관로 벽면에 구멍이 난 것인지 파악하기 쉽지는 않다.

(예시 5)

거리	등급	이상항목	사분면
5.34	-- (중)	(관로)천공	상

- 위의 예시는 고해상도 영상이 아니었다면 대부분 영구장애물 중 (= 타관통과)으로 판정했을 것이다.
- 관로 벽면을 뚫고 타관이 통과한 듯 보이나 (= 타관 통과는 영구장애물로 표기) 고해상도로 촬영한 영상을 주의 깊게 판독해보면, 타관이 아니라 쌀가마니 종류의 잡자재로 천공된 관로 상단 벽면을 메꾸고 있는 형태이다.

◘ 연성관의 균열원주 판독

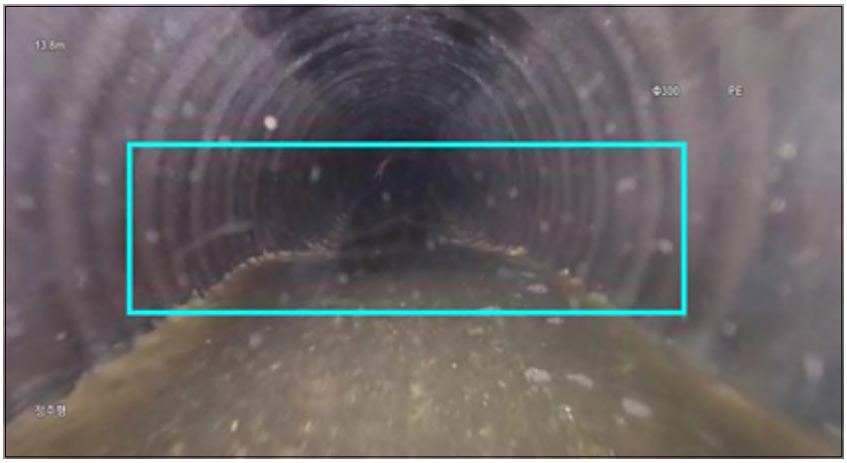
- 균열은 원래 강성 관 재질에서 발생하므로, 연성관에서는 균열 표기가 맞지 않으나, 균열원주의 경우 외형이 유사하여, 통상적으로 연성관에서도 균열원주라고 표기하는 경우가 보편적이고, 정비방법 또한 동일하므로, 아래와 같은 경우 균열원주라고 표기하는 사례가 보편적이다.

(예시)

거리	등급	이상항목	사분면
2.12	중 혹은 대	(관로)균열원주	좌

관로 유하 하단 면에서의 변형 확인 문제

- 아래 예시 그림처럼 유하 하단면에서 문제가 발생하여, 퇴적 및 장애물로 인한 굴곡 발생인지, 관로 자체가 변형된 상태인지 예단하기 어려운 경우가 있다.

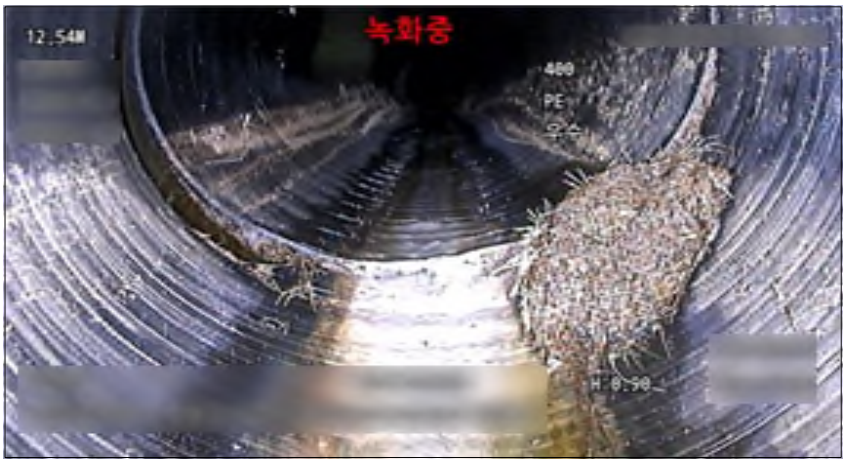


- 일단 이는 관련 매뉴얼에 기술된 바와 같이, 육안으로 식별되기 어려운 경우에 해당하므로, 판단을 유보하는 것을 권장한다.
- 부분만관 등이 발생한 경우에는 불가피하게 유하 하단면의 결함은 배제하고 식별 가능 구역만으로 판독을 진행하고, 필요한 경우 초음파 조사 등 2차 조사를 적용하도록 요청한다.

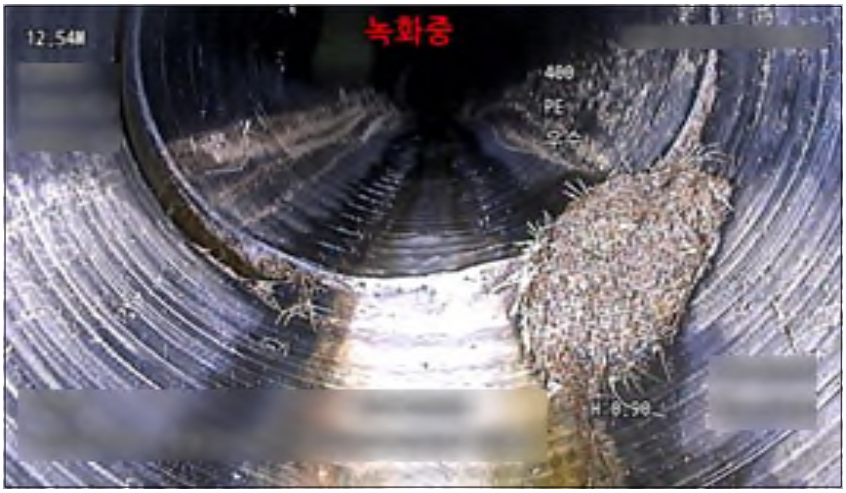
◘ 이음부 구간에서 뿌리침입 발견 시 판독 방법

- 이음부 구간에 뿌리침입이 발생한 경우, 일단 뿌리는 관로 외부에서 침입한 것이므로 이음부손상이 수반되었다고 추정 가능하다.
- 따라서 이음부존재 ⇨ 이음부손상 ⇨ 뿌리침입으로, 뿌리침입의 원인이 되는 이음부손상을 반드시 표기한다.

(예시 1)



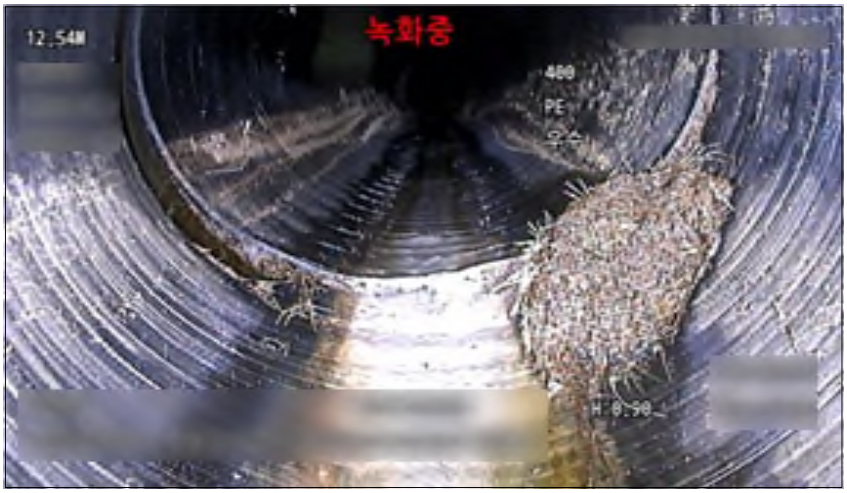
거리	등급	이상항목	사분면
12.54	-- (중)	(상태)이음부존재함	



거리	등급	이상항목	사분면
12.54	중 혹은 대	(관로)이음부손상	우하

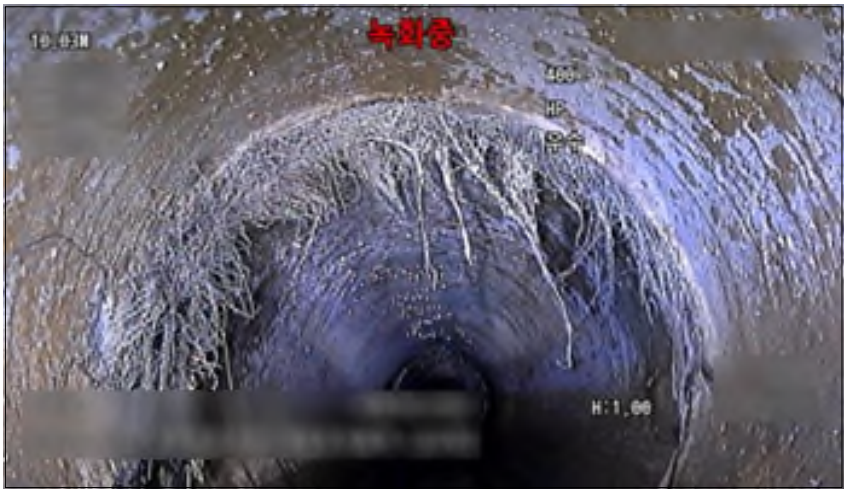
- 이해를 돕기 위해 이음부존재함과 동일사진을 사용하나, 실무상에는 우하단 측시 적용 사진을 사용한다.
- 뿌리침입이 발생했으므로 이음부손상이 동반 수반될 것으로 추정되며, 뿌리

침입시 외관상 발생된 결함 등급보다 한 단계 높게 적용한다.



거리	등급	이상항목	사분면
12.54	-- (중)	(관로)뿌리침입	우하

(예시 2)



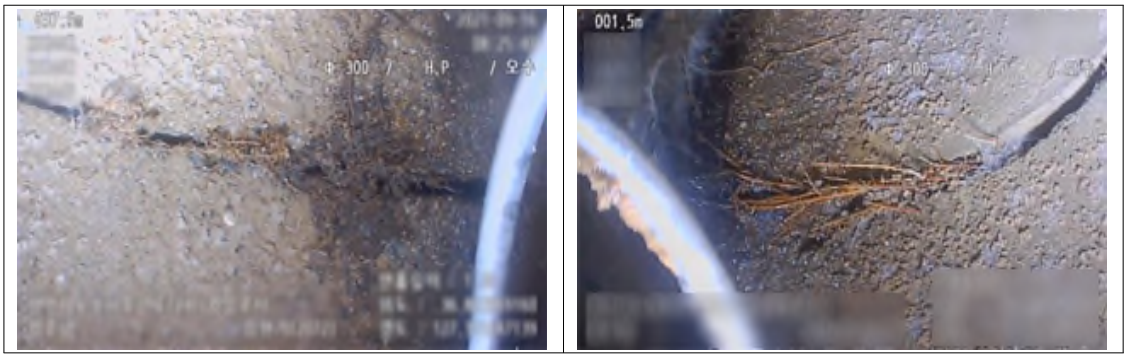
거리	등급	이상항목	사분면
10.03	-- (중)	(상태)이음부존재함	

거리	등급	이상항목	사분면
10.03	중 혹은 대	(관로)이음부손상	상

거리	등급	이상항목	사분면
10.03	-- (대)	(관로)뿌리침입	상

- 이음부손상과 뿌리침입은 측시 적용한 사진을 활용해야 하며, 표기법은 예시 1과 동일하다.

(예시 3)



- 위의 예시는 이음부손상 중, 뿌리침입 소이며, 뿌리침입이 소일 경우, 이음부손상은 중 정도로만 등급을 매기고, 대로 표기하지 않는 경향이 있다. 앞의 예시 1, 2는 뿌리침입 양이 많아서, 뿌리침입 중이므로, 이음부손상이 중 혹은 대로 표기되며, 대체로 뿌리침입의 양(=등급)에 비례해서 이음부손상의

등급도 차등을 준다.

연성관의 표면 손상

- 파형강관(CSP) 및 수지파형강관은 연성관으로 구분되나 재질이 금속성이라서 다른 연성관과는 또 다른 형태의 부식이 발생하며, 그로 인하여 표면이 상한 경우가 매우 많다.
- 이러한 경우, 외형상 폐유 부착 등과 같이 벽체에 이물질이 흡착된 것처럼 보이나, 실무적으로는 금속성 벽면이 부식된 것으로 표면손상으로 표기해야 한다.

(예시 1)

거리	등급	이상항목	사분면
1.66	-- (중)	(관로)표면손상	상

(예시 2)

거리	등급	이상항목	사분면
7.67	-- (중)	(관로)표면손상	우 혹은 좌

(예시 3)

연결관 존재함도 반드시 표기할 것

- 실무상에서는 연결관돌출, 연결관 접합부만 표기하는 경우와 연결관 존재함 + 연결관돌출, 혹은 연결관 존재함 + 연결관 접합부 불량을 표기하는 경우로 혼재되어 있다.
- 정밀 조사지역에 따라 연결관 개수의 집계를 요구하는 경우가 늘고 있는 추세이다.
- 연결관의 결함 여부와 관계없이 연결관 존재함을 체크하면 추후 조사결과 집계 시 연결관의 개수를 파악하기 용이하므로, CCTV 조사 시 연결관 존재함도 표기함을 권장한다.

연결관 소켓 등에 대한 판독 오인 문제

- 관로 벽면 연결관이 소켓 등을 사용해서 관로 벽면에 접합된 경우, 소켓 접합부가 접합 구조상 벽면에서 일부 돌출되어 있더라도, 연결관돌출로 체크하지 않는다.
- 연결관 소켓의 제조사마다 돌출 길이가 다르므로, 일괄적으로 몇㎜ 이내만 결함으로 잡지 않는다고 단정하기 어려운 측면이 있다.
- 다만 실무상에서 대체로 50㎜를 초과하지 않는듯하며, 외관상 소켓이 정상적으로 접합되어, 소켓 자체 구조물만 돌출된 경우, 정상적인 연결관으로 체크하며, 연결관 존재함만 표기한다.

(예시 1)

거리	등급	이상항목	사분면
6.15	-- (중)	(상태)연결관존재함	좌

(예시 2)

거리	등급	이상항목	사분면
0.12	-- (중)	(상태)연결관존재함	우

(예시 3)

거리	등급	이상항목	사분면
6.27	-- (중)	(상태)연결관존재함	좌

(예시 4)

거리	등급	이상항목	사분면
27.5	-- (소)	(관로)연결관돌출 혹은 (관로)연결관접합부	상

■ 반면, 위의 예시는 연결관돌출 혹은 연결관 접합부로 표시한다. 연결관 소켓 연결 상태가 불량하여, 일부 돌출된 상태이고 소켓이 깨진 상태이다.

◘ 도면에 없는 묻힌 맨홀 발견했을 때

- 정밀조사를 수행하다 보면 도면이 실제 현장과 다른 경우가 종종 발생하며, 그중에서 도면에 없는 묻힌 맨홀 등이 조사 과정에서 발견되는 경우가 있다.

(예시)

- 도면 연장이 예를 들어 80M인데 66.2M 주행 중에 맨홀이 나오는 경우, 이를 도면에 없는 맨홀이 매설되어 있는 것으로 추정해볼 수 있으며, 이를 다음과 같이 표기한다.

거리	등급	이상항목	사분면
66.2	-- (중)	(상태)이음부존재함	

거리	등급	이상항목	사분면
66.2	-- (중)	(상태)구조특징	

- 조사종료가 아니고, 이음부의 한 구간이 끝난 상태이므로, 묻힌 맨홀에 주행체가 진입 시, 초입부에서 이음부존재함을 표기한다.
- 맨홀이 묻혀있는 상태인지, 노면 상에는 실제로 존재하나 도면상에 기록이 없는 것인지 등을 쉽게 파악할 수 있도록, 맨홀 상단 측시 이미지를 사용하고, 상태 구조 특징을 표기한다.

◘ 연결관과 천공 표기 추가 구분법

- 과거 연결관으로 사용할 목적으로 천공을 했거나, 혹은 연결관으로 사용하다

가 사용이 중단되어서 외부에서 철망 +기타 구조물로 천공을 막은 경우의 표기법에 대한 추가설명이다.

(예시 1)

거리	등급	이상항목	사분면
54.4	-- (중)	(관로)천공	상

- 위의 예시와 같이 비닐과 철망 등으로 폐쇄 적용하여, 폐쇄 상태가 조악한 경우에는 천공 중으로 표기한다.

(예시 2)

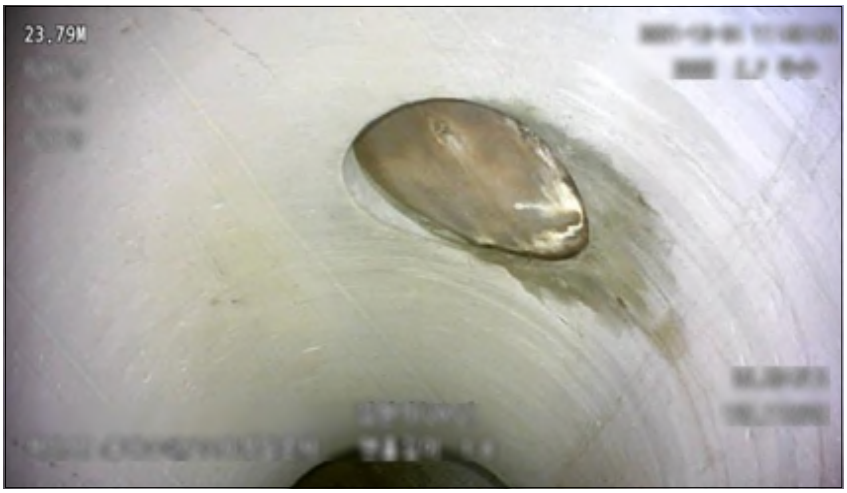
거리	등급	이상항목	사분면
6.06	중 혹은 대	(관로)천공	상

- 대체로 폐쇄 작업의 수밀성 등을 고려하여 판독자 재량에 따라 등급을 결정한다.
- 위의 경우는 가마니 형태 재질로 폐쇄 작업한 것으로 예시 1의 비닐 + 철망 조합보다 폐쇄 상태가 더 조악하고, 이를 근거로 결함 등급을 대로 설정할 수 있다.

(예시 3)

- 위의 예시는 외부에서 정밀하게 플라스틱 재질 등의 마개로 밀봉처리 한 경우이고, 이 경우는 천공 소 로 표기한다.

(예시 4)



거리	등급	이상항목	사분면
23.79	소 혹은 중	(관로)천공	우상

- 위의 경우, 목조 재질등의 덮개로 폐쇄한 경우이며, 판독자마다 의견이 엇갈리는데, 이에 대해서는 소, 중 등급 판독 모두 타당성이 있다.

(예시 5)

거리	등급	이상항목	사분면
4.09	-- (소)	(관로)천공	우상

- 위의 경우 고해상도 영상이 아니었기 때문에 다소 논란이 있으나, 금속성 마개로 정밀하게 밀봉처리 한 경우이고, 천공 소에 해당한다.