



통신관로 매설용 미니 트렌칭 시공지침(안)

2018.12.



국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport



과학기술정보통신부
Ministry of Science and ICT

지침 제정에 따른 경과 조치

이 지침은 발간시점부터 적용할 수 있으며, 이미 시행중인 설계용역이나 건설공사에 대하여는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우에 적용할 수 있습니다.



01	총칙	3
	1.1. 적용범위	3
	1.2. 참조규격	3
02	일반기준	7
	2.1. 미니 트렌칭 정의	7
	2.2. 미니 트렌칭 규격 및 설치위치	10
	2.3. 미니 트렌칭 시공 절차	14
03	사전조사	17
	3.1. 일반사항	17
	3.2. 조사계획	20
	3.3. 1차 조사	22
	3.4. 2차 조사	27
	3.5. 결과보고	31
	3.6. 기타	34
04	트렌칭 시공	37
	4.1. 일반사항	37
	4.2. 시공장비	37
	4.3. 미니 트렌칭 시공	40
	4.4. 공사중 교통 및 안전관리	42



05	관로설치	47
	5.1. 일반사항	47
	5.2. 관로 품질기준	47
	5.3. 관로 설치방법	50
06	전자인식기 설치	55
	6.1. 일반사항	55
	6.2. 전자인식기 종류 및 사양	56
	6.3. 전자인식기 설치	57
	6.4. 전기통신관로 정보의 취득 및 활용	60
	6.5. 전기통신관로 정보의 관리	62
07	되메움 시공	65
	7.1. 일반사항	65
	7.2. 시멘트 되메움재	67
	7.3. 아스팔트 되메움재	71
	7.4. 폴리우레탄 되메움재	76
08	품질관리 및 보수방법	81
	8.1. 품질관리	81
	8.2. 유지보수 공법	82

표 목차



〈표 2.1〉 국가별 트렌칭 단면 규격 비교	9
〈표 4.1〉 아스팔트/콘크리트 커팅날 형상 및 특징	39
〈표 5.1〉 FC관 품질기준(KS M 3413)	48
〈표 5.2〉 PE관 품질기준(KS C 8455)	49
〈표 5.3〉 지하매설관의 표준색상(KS M 2400)	50
〈표 6.1〉 전자인식기 매설정보	59
〈표 7.1〉 시멘트 콘크리트 재료의 계량 허용오차	70
〈표 7.2〉 아스팔트 되메움 혼합물 재료의 계량 허용오차	74
〈표 7.3〉 폴리우레탄 혼합물 재료의 계량 허용오차	78

그림 목차



〈그림 2.1〉 ITU 트렌칭 단면 비교	8
〈그림 2.2〉 미니 트렌칭 단면 예(1)	11
〈그림 2.3〉 마이크로/미니 트렌칭 단면 예(2)	12
〈그림 2.4〉 미니 트렌칭 가능 범위(예)	12
〈그림 2.5〉 트렌칭 횡단 가능 영역	13
〈그림 2.6〉 트렌칭 단면의 교차로 횡단 시 도로노면 상태(국외사례)	13
〈그림 2.7〉 미니 트렌칭 작업공정	14
〈그림 3.1〉 지하매설물 조사 수행흐름도 예	18
〈그림 3.2〉 차량 일체형 멀티채널 GPR 탐사장비	18
〈그림 3.3〉 차량 견인형 멀티채널 GPR 탐사장비(국내)	19
〈그림 3.4〉 차량 견인형 멀티채널 GPR 탐사장비(국외)	19
〈그림 3.5〉 지중매설물 현황도 예	21
〈그림 3.6〉 현장답사 및 탐사측선도 예	21
〈그림 3.7〉 측구와 인접한 지중매설물 확인불가 예	23
〈그림 3.8〉 측구와 인접한 지중매설물 확인가능 예	23
〈그림 3.9〉 작업보호자동차를 이용한 1차조사시 안전관리대책	24
〈그림 3.10〉 작업보호자동차를 이용한 1차조사시 탐사전경	24
〈그림 3.11〉 구조보정(Migration) 예	25
〈그림 3.12〉 지중매설물 GPR 탐사결과 예	26
〈그림 3.13〉 탐사자료 분석 예	26
〈그림 3.14〉 지중매설물 평면도 및 횡단면도	28
〈그림 3.15〉 교통통제 및 안전교육 실시	28
〈그림 3.16〉 핸드형 GPR탐사장비 예	29
〈그림 3.17〉 맨홀 확인 전경	29
〈그림 3.18〉 핸드형 GPR 탐사측선 및 탐사결과 분석	30
〈그림 3.19〉 지중매설물 탐지기(RD) 장비 및 탐사전경 예	30
〈그림 3.20〉 지중매설물 GPR 탐사분석 예	32
〈그림 3.21〉 지중매설물 현황도에 표시된 마이크로/미니 트렌칭 굴착 가능 경로 예	33
〈그림 4.1〉 미니 트렌칭 일체형 장비	38
〈그림 4.2〉 미니 트렌칭 부착형 장비	38
〈그림 4.3〉 하부층 굴착용 미니 트렌칭 시공장비	38
〈그림 4.4〉 도로노면 표시작업	41
〈그림 4.5〉 굴착폭과 깊이 측정	41
〈그림 6.1〉 굴착공사 시행전 전기통신관로 매설위치 도로노면 표시 사례	61
〈그림 7.1〉 마이크로/미니 트렌칭 구간 파손 형태	66
〈그림 7.2〉 자가다짐 아스팔트 되메움재 적용(예)	75

통신관로 매설용 미니 트랜칭 시공지침(안)



01

총칙

1.1 적용범위

1.2 참조규격

1. 총칙

1.1. 적용범위

- (1) 미니 트렌칭(mini trenching)이란 일반적인 굴착복구공사에 비해 굴착 폭과 깊이를 작게 하여 관로를 매설하는 공법이다.
- (2) 본 지침은 통신 및 방송케이블용 관로 매설방식에만 적용가능하며, 본 지침에서 규정한 방법 및 규격을 따르지 않을 경우 도로법을 포함한 기존 국가 기준을 따라야 한다.
- (3) 본 지침은 통신 및 방송케이블의 main line과 인입라인을 포함한다.
- (4) 각 사업자별 무분별한 공사를 막기 위해, 미니 트렌칭은 방송통신사업자 간 공동으로 진행하는 것을 원칙으로 한다.



해 설

- 미니 트렌칭은 일반적인 굴착복구공사에 비해 관로 매설깊이가 작기 때문에, 상대적으로 도로포장체 거동에 더 많은 영향을 미칠 수 있으며, 이는 도로포장 공용성을 저하시킬 수 있는 요인이 될 수 있다.
- 이에 본 지침은 도로포장공용성에 영향을 미치지 않는 범위에서 미니 트렌칭 관련 상세 내용을 규정하고 있다. 또한 본 지침은 방송통신케이블 관로 매설에만 적용가능하며, 그 이외의 관로는 이 트렌칭 공법을 적용할 수 없다.

1.2. 참조규격

- (1) 도로법 시행령 「제 6장 도로의 점용」
- (2) 지자체(서울특별시 등) 도로복구 원인자부담금 징수 조례
- (3) 아스팔트 콘크리트 포장 시공지침
- (4) 시멘트 콘크리트 포장 시공지침

통신관로 매설용 미니 트렌칭 시공지침(안)



02 일반기준

- 2.1. 미니 트렌칭 정의
- 2.2. 미니 트렌칭 규격 및 설치위치
- 2.3. 미니 트렌칭 시공 절차

2. 일반기준

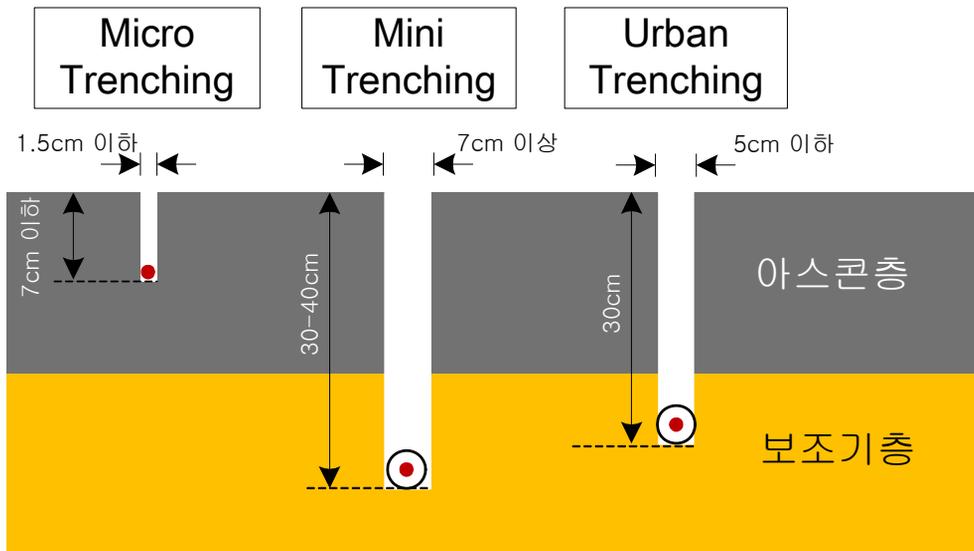
2.1. 미니 트렌칭 정의

- (1) 미니 트렌칭은 통신관로를 아스콘층 하단, 즉 포장하부층에 매설하는 공법이다.
- (2) 미니 트렌칭은 굴착폭 30cm 이하, 굴착깊이 30cm 이상으로 굴착하고, 통신관로 매설깊이 25cm 이상으로 해야 한다.

해설

- 굴착폭과 굴착깊이는 트랜처(trencher) 장비에 의해 시공된 단면 제원을 의미하며, 매설깊이는 도로노면에서 매설관 상단까지의 거리를 의미한다.
- ITU (International Telecommunication Union)는 마이크로 트렌칭과 미니 트렌칭을 각각 규정하고 있다.
- ITU에서는 마이크로 트렌칭(micro trenching)을 노면에 작은 홈(groove)을 내어 케이블을 얇게 묻는 방법이라고 정의하고 있으며, 아스팔트 콘크리트 포장 또는 시멘트 콘크리트 포장의 도로에 적용한다고 되어 있다. 또한 이 권고조항에서는 굴착폭 1.0 ~ 1.5m, 굴착깊이 7cm 이하로 규정하고 있으며, 케이블은 덕트(duct)를 사용하지 않고 직접 매설하기 때문에 외압에 대한 저항성(crush resistance)와 온도 저항성을 가지고 있어야 한다고 되어 있다.
- ITU에서는 미니트렌칭을 포장층의 굴착(cutting)과 하부층의 굴착(trench)를 동시에 하는 공법이라고 하였으며, 굴착폭은 7 ~ 15cm, 굴착깊이는 30 ~ 40cm로 규정하고 있다. 이 미니트렌칭은 연석부 또는 보도에 적용할 수 없으며, 차도 끝단부에 설치해야 한다고 규정하고 있다. 이는 마이크로 트렌칭에 비해 상대적으로 굴착폭이 크기 때문에 포장체에 최소로 영향을 미치는 곳으로 제안하고 있는 것이다. 또한 관로 주변부 되메움재는 시멘트계 재료로 응결이 24시간 안에 도달할 수 있는 재료로 규정하고 있으며, 이는 굴착폭이 크기 때문에 하부층 보강을 위해 시멘트계 재료를 사용하도록 하는 것으로 판단되며, 빠른 교통개방을 위해 속경성 재료로 규정하고 있는 것이다.

- 이와 별도로 ITU에서는 Urban Trenching 공법을 굴착폭 5cm 이하, 깊이 30cm로 규정하고 있으며, 이는 기존 ITU에서 제안한 마이크로 트렌칭과 미니 트렌칭의 규격의 중간 정도를 나타내는 것이다. 여기서는 연속적으로 트렌칭과 청소작업을 동시에 할 수 있는 장비를 구성하도록 권고하고 있다. 이 공법의 경우 대부분 도심지에서 이루어지며 트렌칭 과정에서 비산먼지의 발생을 최소화하기 위해 커팅장비와 진공청소장비를 동시에 구성하도록 권고하고 있다. 복구재료는 고강도 콘크리트(50MPa 이상)로 하고, 2-4시간 안에 교통개방강도가 확보되어야 하고, 굴착공간에 잘 침투하여 포설이 되어야 하고(고유동성 확보), 수축이 제어되어야 하며(굴착면에 잘 붙어 있기 위해), 동결융해저항성을 확보하고 있어야 한다고 규정하고 있다.



〈그림 2.1〉 ITU 트렌칭 단면 비교

- 현재 이와 같은 공법은 유럽과 미국, 그리고 일부 동남아시아 국가에서 적용되고 있다. 그러나 각 국가들이 규정하고 있는 마이크로 트렌칭과 미니 트렌칭의 단면 규격이 약간 차이가 있다. <표 2.1>은 국가별로 트렌칭 단면 규격을 비교한 것이다. 독일과 이탈리아는 민간 기업들이 자체적으로 정의하고 있는 규격이며, 미국의 경우 일부 주에서 허용하고 있는 단면 규격을 종합하여 표기한 것이다.

〈표 2.1〉 국가별 트렌칭 단면 규격 비교

(단위 : cm)

	Micro Trenching		Mini Trenching		Urban Trenching	
	굴착폭	굴착깊이	굴착폭	굴착깊이	굴착폭	굴착깊이
ITU	1.0~1.5	7.0 이하	7~15	30~40	5 이하	30 이하
독일	4.0~8.0	20~30	8~20	30~40		
이탈리아	1.0~1.2	7~10	7~10	30~35		
미국	1.3~5.0	10~30				

- 일부 동남아시아 국가와 중동국가에서는 굴착 폭 30cm로 트렌칭 공사를 진행하는 사례도 일부 있는 것으로 알려져 있다.
- 국외에서 마이크로 트렌칭과 미니 트렌칭이 규격이 상이하여 국내 적용 시 용어의 혼선이 유발될 수 있어, 본 지침에서는 마이크로 트렌칭과 미니 트렌칭을 다음과 같이 각각 정의하였다.
 - 마이크로 트렌칭 : 도로포장체(아스팔트 콘크리트 또는 시멘트 콘크리트) 안에 케이블을 직접 매설하거나 관로를 설치하는 공법
 - 미니 트렌칭 : 포장하부층(보조기층 또는 노상층)에 관로를 설치하는 공법
- 본 지침에서 규정한 미니 트렌칭 규격은 국외 적용사례와 국내 현실을 감안하여 제시된 값이며, 해당 도로구간의 특성을 감안하여 조정될 수 있다. 본 지침에서는 이에 대한 세부 내용을 2.2절에 규정하였다.

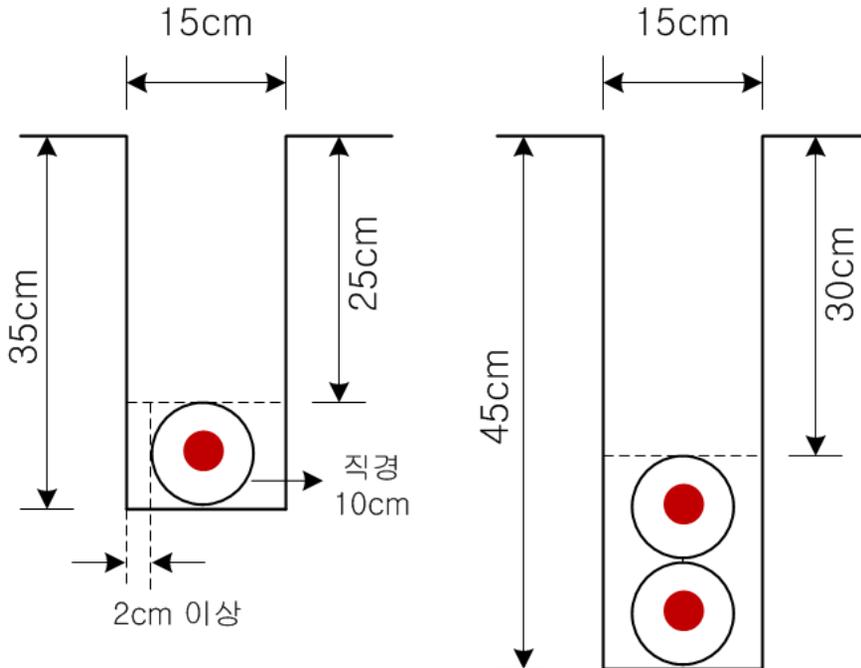
2.2. 미니 트렌칭 규격 및 설치위치

- (1) 도로포장의 공용성 측면에서 굴착 폭은 최소로 하는 것이 바람직하다.
- (2) 매설하려고 하는 관로 옆면과 굴착면 끝단의 거리가 2cm 이상 확보되어야 한다. 이에 관로의 직경을 고려하여 굴착 폭을 결정해야 한다.
- (3) 관로는 아스팔트 콘크리트층 또는 시멘트 콘크리트층 아래에 매설되어야 하며, 반드시 보조기층 그 이하에 설치되어야 한다. 이에 도로포장구조를 검토한 후 트렌칭 깊이를 결정하여야 한다.
- (4) 관로 배치는 2단2열까지만 허용한다. 가능한 관로배치 형태는 1단 1열, 1단 2열, 2단 1열, 2단 2열이다.
- (5) 관로 매설깊이는 매설관 수량에 따라 달라진다. 통신관(직경 100mm 이하)은 1개 설치 시 매설깊이는 25cm, 2개(1단 2열, 2단 1열) 설치 시 30cm, 4개(2단2열) 설치 시 40cm 이상이 되어야 한다. 통신관 직경이 다른 경우 관 면적을 비교하여 관로 매설깊이를 결정하면 된다.
- (6) 미니 트렌칭 적용 위치는 도로포장부와 L형 측구부 경계면에 설치하는 것을 원칙으로 한다. 또한 주행중인 차량의 바퀴가 트렌칭 단면에 놓이지 않기 위해 차선 안쪽까지 굴착 폭을 확장할 수 없다.
- (7) 기존 지하매설물이 설치되지 않는 위치에 가능한 트렌칭을 해야 하며, 이에 대한 자세한 내용은 3장에 규정하였다.
- (8) 이 트렌칭 위치가 부득이하게 교차로를 횡단하는 경우 도로포장공용성 확보를 위해 7장에 제시되어 있는 별도의 되메움 기준을 따라야 한다. 또한 그 위치가 차량이 정차하는 위치를 피해야 하며, 횡단보도와 같이 도색 선들에 의해 위치가 보호될 수 있는 곳에 설치하는 것이 바람직하다.
- (9) 미니 트렌칭이 적용될 수 있는 교차로는 평면교차로만 가능하며 이외에 회전교차로와 입체교차로에는 적용이 불가능하다.
- (10) 이면도로, 차선구분이 되어 있는 얇은 도로, 측구부가 설치되어 있지 않은 도로의 경우 주행 차량의 바퀴가 놓이지 않는 곳으로 가능한 도로 끝단부에 트렌칭 단면을 시공해야 한다.

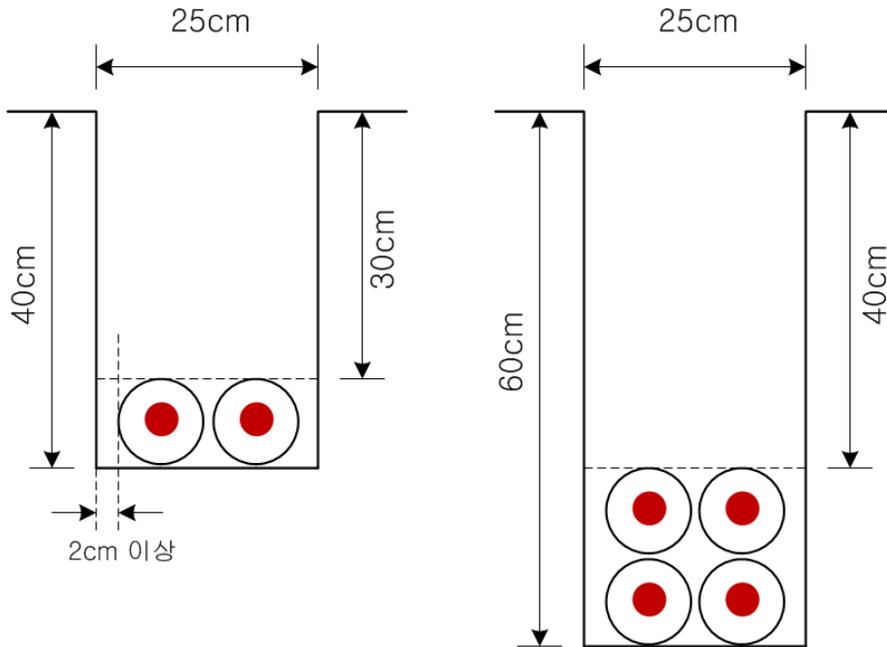


해 설

- 미니 트렌칭의 굴착 폭은 도로포장의 공용성 측면과 경제성 측면을 고려하여 최소로 하는 것이 바람직하다. 공사 설계 시 굴착 폭을 최소화하기 위한 방안을 도출해야 한다.
- 관로 주변부 되메움 재료의 성능확보를 위해서는 최소의 두께 확보가 필요하다. 이는 되메움 재료에 사용되는 골재가 5mm 크기 이하 것인데, 이 재료 두께는 최대 골재크기에 3배 이상이 확보되어야 한다. 이에 본 지침에서는 관로 옆면과 굴착면 끝단의 거리를 2cm 이상으로 규정하였다.
- 관로는 반드시 보조기층 그 이하에 설치되어야 한다. 만약 아스팔트 콘크리트 층 또는 시멘트 콘크리트 층에 관로가 매설될 경우 도로포장의 구조적 성능을 저하시켜 궁극적으로 도로포장 파손을 유발할 수 있기 때문이다.
- 통신관은 <그림 2.2>와 <그림 2.3>의 예시와 같이 설치할 수 있다.

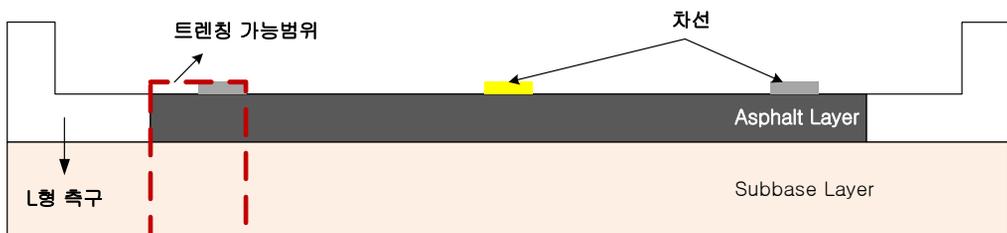


<그림 2.2> 미니 트렌칭 단면 예(1)



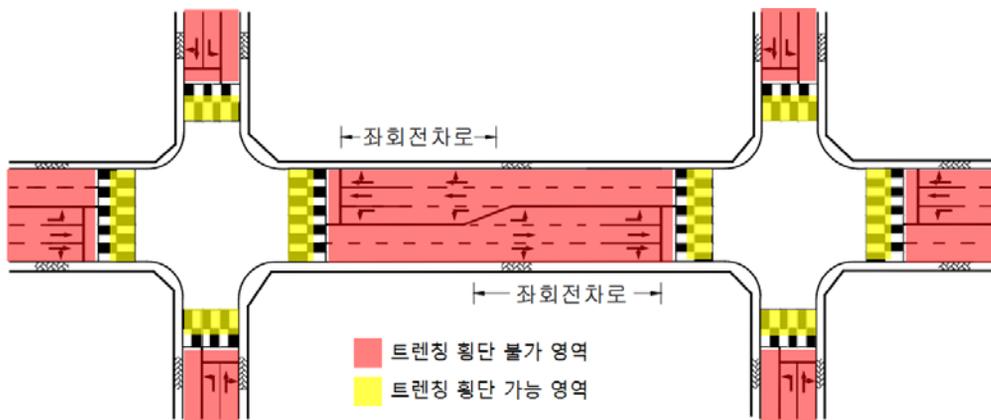
〈그림 2.3〉 마이크로/미니 트렌칭 단면 예(2)

- 미니 트렌칭의 적용 위치는 가능한 주행중인 차량의 바퀴가 놓이지 않는 곳으로 해야 한다. 이는 차량 하중이 반복될 경우 트렌칭 단면에 소성변형, 균열, 침하 등의 파손이 발생할 수 있기 때문이다. 이에 도로포장부와 L형 측구부 경계면에 설치하는 것이 바람직하다.
- 또한 바깥 차선 안쪽까지 트렌칭 폭을 확장할 수 없다. 만약 차선 안쪽에 트렌칭 단면이 존재할 경우 차량하중에 의한 심각한 파손이 유발될 수 있다. 실제 주행중인 차량은 트렌칭 단면을 회피하기 위해 핸들을 반대편 차선 쪽으로 치우치게 조정하는 경우가 발생할 수 있으며, 이는 도로 이용자의 안전을 심각하게 위협할 수 있다.



〈그림 2.4〉 미니 트렌칭 가능 범위(예)

- 미니 트렌칭의 위치가 교차로를 횡단한 경우 차량이 신호에 의해 정차하는 곳은 피해야 한다. 이는 아스팔트 포장에서 차량이 정차할 때 도로포장체에 가해지는 응력이 가장 크기 때문이며, 실제 교차로 차량 정차구간에 가장 많은 소성변형이 발생하고 있다.
- 미니 트렌칭 단면의 교차로 횡단 시 횡단보도와 같이 도색 선들에 의해 위치가 보호 될 수 있는 곳으로 하는 것이 바람직하다. 이는 미니 트렌칭 단면이 교차로를 횡단할 때 도로 노면의 미관을 크게 훼손시킬 수 있기 때문이다.



〈그림 2.5〉 트렌칭 횡단 가능 영역



〈그림 2.6〉 트렌칭 단면의 교차로 횡단 시 도로노면 상태(국외사례)

2.3. 미니 트렌칭 시공 절차

- (1) 미니 트렌칭 시공절차는 ① 지하매설물 탐사, ② 트렌칭 작업, ③ 덕트(duct) 설치, ④ 되메움 작업으로 구분된다.
- (2) 각각의 공정별 작업에 대한 세부 내용은 3장~7장에 기술되어 있다.



해 설

- 미니 트렌칭 공정은 크게 4가지로 분류되며, <그림 2.7>은 각 공정별 사진을 보여주고 있다.
- 지하매설물 탐사는 해당 도로 구간의 기존 지하매설물 존재 유무를 확인하는 작업으로, 미니 트렌칭에서 반드시 필요한 공정이다.
- 트렌칭 작업은 전용 트렌처(trencher)로 하는 것이 일반적이는데, 이는 공사효율성을 크게 증가시킬 수 있어 궁극적으로 공사비 절감 효과를 가져 올 수 있다.



① 지하매설물 탐사



② 트렌칭 작업



③ 덕트 설치



④ 되메움 작업

<그림 2.7> 미니 트렌칭 작업공정

통신관로 매설용 미니 트랜칭 시공지침(안)



03 사전조사

- 3.1. 일반사항
- 3.2. 조사계획
- 3.3. 1차 조사
- 3.4. 2차 조사
- 3.5. 결과보고
- 3.6. 기타

3. 사전조사

3.1. 일반사항

- (1) 미니 트렌칭 시공을 위해서는 대상 구간에 대해 지중매설물 조사를 우선적으로 수행하여야 한다.
- (2) 지중매설물 조사는 GPR(Ground Penetrating Radar) 혹은 이에 준하는 탐사방법을 활용하여야 한다.
- (3) GPR을 활용한 지중매설물 조사는 1차 탐사 및 2차 조사로 구분하여 수행하여야 한다.
- (4) 지중매설물 조사에 활용되는 GPR 장비는 멀티채널 GPR 장비로 차량형, 핸드형 및 이에 준하는 장비이어야 한다.
- (5) 지중매설물 조사에 참여하는 기술자는 관련업무에 풍부한 경험을 가진 자로서 사업관리 책임자와 업무수행기술자를 선임하여 수행하여 한다.

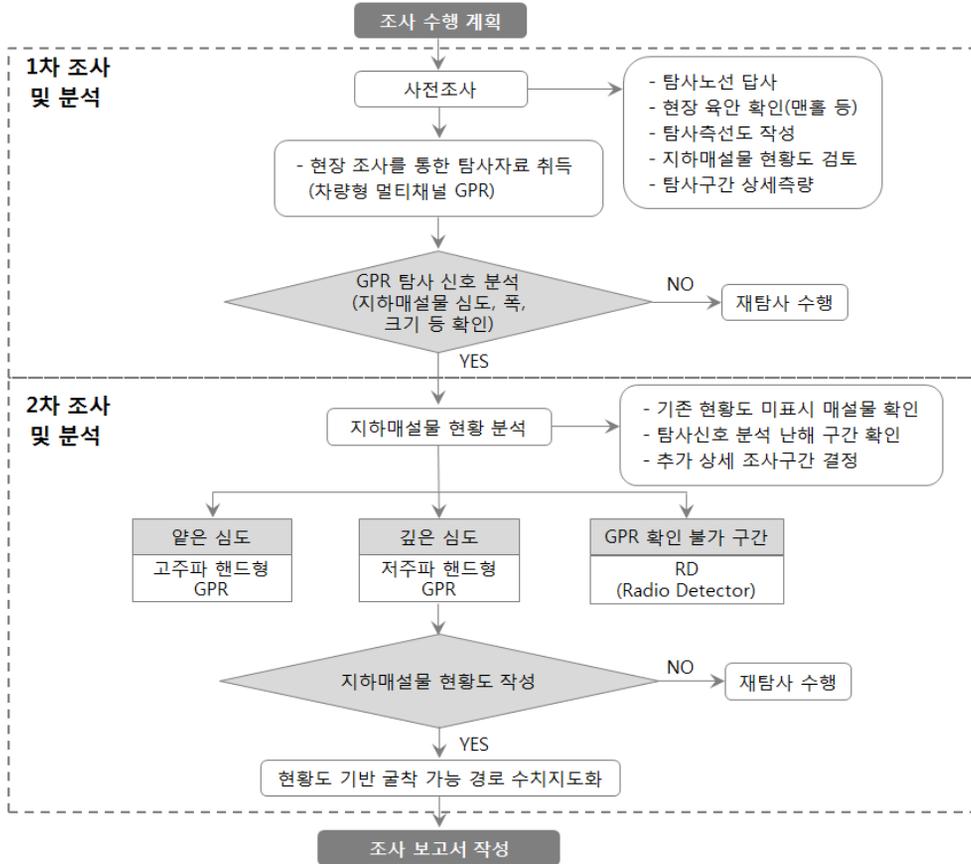
정의

- ❖ GPR(Ground Penetrating Radar)탐사는 10MHz ~ 수 GHz 주파수 대역의 전자기 펄스를 이용하여 천부의 지하구조 파악 및 지하시설물을 탐사하는 기법으로서, 이 방법은 다른 탐사법에 비해 상대적으로 짧은 파장의 전자기파를 사용하므로 분해능이 높으며, 매질간의 유전율 차이에 의한 전자기파의 반사(Reflection)와 회절(Diffraction) 현상 등을 측정하고 이를 해석하여 지하구조물 및 시설물 등을 파악한다.

해설

- GPR탐사는 비교적 최근의 탐사방법으로서 환경오염대 조사, 지반조사, 구조물의 비파괴 검사, 지하 공동, 지하시설물 측량 분야에 뛰어난 적용성을 가지고 있다.
- 지중매설물 조사는 1차 탐사 및 2차 조사로 구분하며 수행하여야 한다.

- 차량형 멀티채널 GPR 탐사장비는 차량 일체형과 차량 견인형으로 구분할 수 있으며, 조사 대상구간의 교통상황, 직진성, 조사 난이도, 영향 요소 등을 고려하여 활용하여야 한다.



〈그림 3.1〉 지하매설물 조사 수행흐름도 예



(a) 국내



(b) 국외(일본)

〈그림 3.2〉 차량 일체형 멀티채널 GPR 탐사장비



〈그림 3.3〉 차량 견인형 멀티채널 GPR 탐사장비(국내)



(a) 이탈리아



(b) 노르웨이

〈그림 3.4〉 차량 견인형 멀티채널 GPR 탐사장비(국외)

- 지중매설물 조사에 참여하는 기술자는 토질, 지질분야에서 정한 자격을 갖춘 자로 사업관리책임기술자는 특급이상의 기술자로 조사 전반에 대한 업무를 총괄해야 한다. 참여기술자는 해당 조사업무를 수행할 수 있는 경력과 자격을 갖춘 자로 분야별 해당업무를 수행하여야 한다.

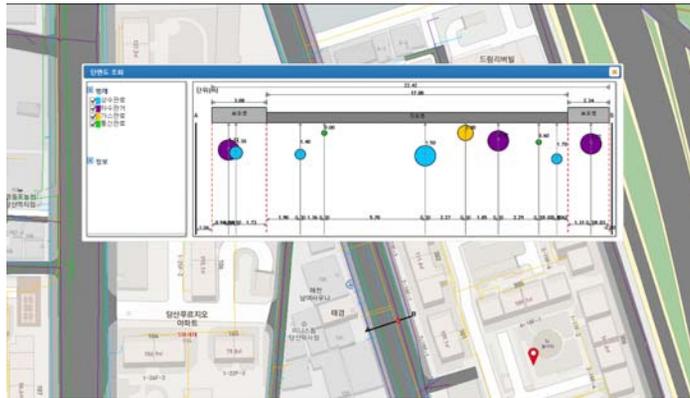
3.2. 조사계획

- (1) 미니 트렌칭 시공 대상 구간의 지중매설물 조사에서는 관할 행정기관이 보유하고 있는 지중매설물 현황도를 이용하여 대상 구간의 지중매설물 현황을 사전에 검토한 후 계획을 수립하여야 한다.
- (2) 대상 구간에 대한 현장조사 전 지형 및 지물을 실측하여 현황측량도를 작성하여야 하며, 조사 완료 후 지중매설물 현황, 조사 결과를 반영한 미니 트렌칭 굴착 가능 경로 등을 현황측량도에 표시하여야 한다.
- (3) 현장답사를 통한 탐사구간에 대한 차로 특성을 조사하여 탐사 축선도를 작성하여야 한다.



해 설

- 미니 트렌칭 시공을 위한 대상 구간에 대해 관할 행정기관이 보유하고 있는 지중매설물 현황도 및 현황측량도를 이용하여 차량형 GPR탐사 결과 분석 시 정확한 지중매설물 위치 및 심도를 파악하여야 한다.
- 현황측량은 시공 대상 구간에 1:1,000이상의 축척으로 작성하며, 관할 행정기관이 보유하고 있는 지중매설물 현황을 포함하여야 한다.
- 미니 트렌칭 시공을 위한 대상 구간에 대한 차량형 GPR탐사를 수행하기 위해 탐사구간에 대한 차로 특성을 조사하여 탐사축선도를 작성한 후 탐사를 시행하여야 한다.



(a) 지중매설물 현황도(횡단)

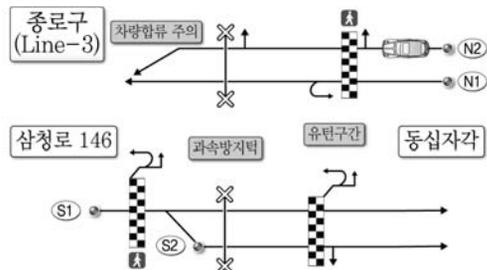


(b) 지중매설물 현황도(평면)

<그림 3.5> 지중매설물 현황도 예



(a) 현장 전경



(b) 탐사측선도

<그림 3.6> 현장답사 및 탐사측선도 예

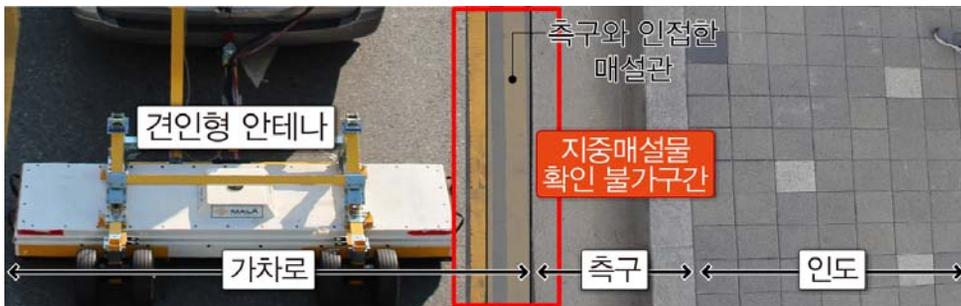
3.3. 1차 조사

- (1) 1차 조사는 사전조사(탐사계획 수립), 탐사준비(장비 셋팅), 탐사수행(데이터 획득), 결과정리(지중매설물 신호 분석)의 순서로 수행하여야 한다.
- (2) 1차 조사에서는 반드시 차량형 멀티채널 GPR탐사장비를 이용하여 지중매설물 조사를 수행하여야 하고, 주변차량의 흐름을 방해하지 않는 속도로 탐사가 수행되어야 한다.
- (3) 차량형 멀티채널 GPR탐사장비의 주파수는 도로하부 지중매설물의 위치 및 심도를 정확히 확인할 수 있는 대역의 주파수를 적용한 안테나를 보유하여야 한다.
- (4) GPR 탐사 폭은 최소 2.0m 이상 확보 하여야 하며, 측구 안쪽 10cm를 포함 하여 측정하여야 한다.
- (5) 눈, 비 등의 기상조건을 확인하고 수행하며, 가급적 주간에 탐사를 수행하고 부득이한 경우 야간에 탐사를 수행할 수도 있다.
- (6) 1차 조사 시 안전사고 예방 및 원활한 탐사수행을 위한 안전관리계획을 수립 하여야 한다.
- (7) 1차 조사 데이터 분석은 입체적인 분석(평면, 종단, 횡단 등 3D분석)을 통하여 지중매설물의 위치 및 심도를 정확하게 파악하여야 한다. 또한 정확한 지중매설물을 확인하기 위해서는 데이터 분석 시 필요에 따라 필터링 및 보정작업을 수행하여 매설물의 형태 및 매설 심도를 정확하게 산정하여야 한다.
- (8) 지중매설물의 심도를 결정할 때 아스팔트의 두께 및 토층구성을 사전에 확인 하여 상대 유전율을 적용하여야 한다.

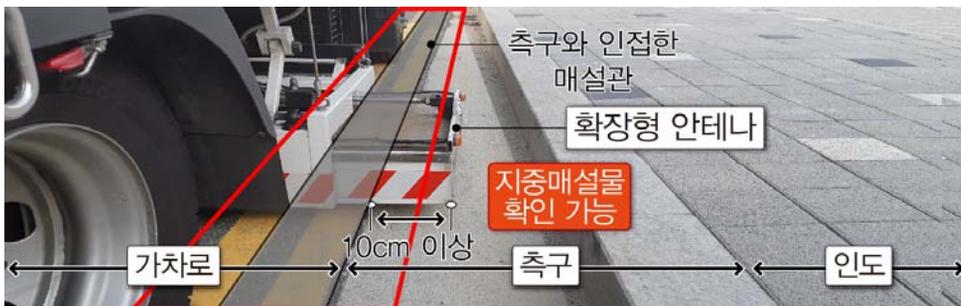
해 설

- 탐사준비 단계에서는 GPR 신호와 포지셔닝(노면영상, 주변영상, 거리계, GPS 등)을 일치시키는 장비 셋팅의 과정이 수행되어야 하며, 이를 위해 GPR 탐사로 위치확인이 가능한 맨홀 및 철판 등을 탐사한 후 탐사결과 취득한 GPR 데이터상의 맨홀 및 철판 등의 위치를 확인하여 포지셔닝과 위치를 일치시키도록 셋팅 값을 설정하여야 한다.
- 1차 조사 탐사시 주변차량과의 흐름을 방해하지 않는 속도로 수행하며, 교통 혼잡을 고려하여 출근 및 퇴근시간은 피하여 수행하여야 한다.

- 과거 핸드형 GPR 탐사장비를 이용하여 지중매설물을 확인하는 경우에는 도로를 통제하고 인력으로 탐사를 실시함으로써 도로정체 유발로 인한 민원발생 및 탐사시간 지연, 경제성 저하 등의 문제가 많이 발생되었으나, 최근 차량형 멀티채널 GPR 탐사장비를 이용하여 탐사를 수행하는 경우에는 교통흐름을 방해하지 않는 속도로 도로하부 지중매설물 탐사가 가능하며, 일반적으로 1일 20km 정도의 탐사수행이 가능하므로 핸드형 GPR탐사에 비해 시간과 경제성이 우수한 장점을 가지고 있다.
- 차량형 멀티채널 GPR 탐사장비의 안테나 주파수는 도로하부에 분포하는 지중매설물의 위치 및 심도를 정확히 확인할 수 있는 대역의 주파수를 포함하여야 한다.
- 일반적인 차량형 멀티채널 GPR 탐사장비의 안테나 주파수 대역의 예는 다음과 같다.
 - 고정주파수 안테나 : 200, 400, 500, 600MHz
 - 가변주파수 안테나 : 100MHz~4GHz
 - 조합형 안테나 : 200+600MHz
- 1차 조사 탐사 폭은 굴착노선이 맨홀, BOX구조물 등을 피하여 우회 할 수 있는 범위로 최소 2.0m이상 확보하여야 하며, 차도 옆 측구에 인접한 지중매설물을 탐지하기 위해 측구 안쪽 10cm이상을 포함하여 탐사를 수행하여야 한다.



〈그림 3.7〉 측구와 인접한 지중매설물 확인불가 예



〈그림 3.8〉 측구와 인접한 지중매설물 확인가능 예

- 도로에 눈 또는 비가 올 경우 안전사고 및 탐사 데이터의 신뢰성이 결여됨으로 반드시 기상조건을 확인 후 탐사를 수행하여야 한다. 또한 탐사시간은 교통량을 고려하여 혼잡시간을 피해 주간에 실시하며, 부득이한 경우 야간에 실시한다. 야간에 탐사를 수행 할 시에는 포지셔닝(노면영상 및 주변영상) 데이터가 확보될 수 있도록 하여야 한다.
- 차량형 멀티채널 GPR탐사장비를 이용한 1차 조사시 관리법규 및 도로공사장 교통관리지침(국토교통부, 2012)를 준수한 교통통제계획을 수립하여야 하며, 탐사차량의 안전 확보 및 원활한 탐사수행을 위해 탐사차량 후방에 작업보호자동차를 배치하여 탐사를 수행하여야 한다.
- 후방의 작업보호자동차는 충돌 안전거리를 유지하며 탐사차량과 동일한 속도로 운행하여야 하고, 탐사차량의 노면영상 촬영을 위한 공간을 확보하면서 운행하여야 한다.

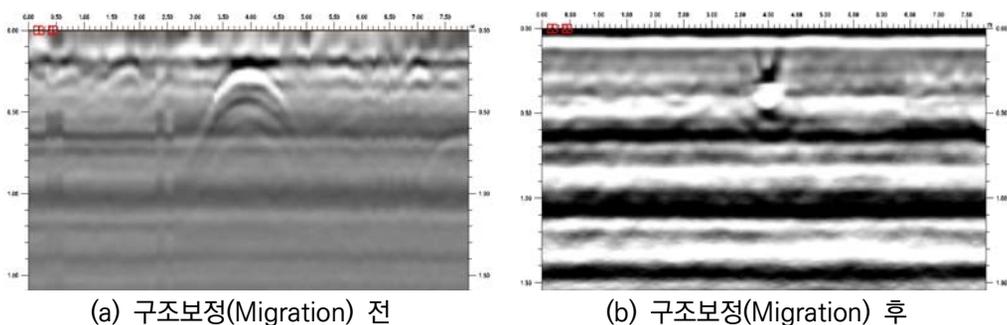


〈그림 3.9〉 작업보호자동차를 이용한 1차조사시 안전관리대책

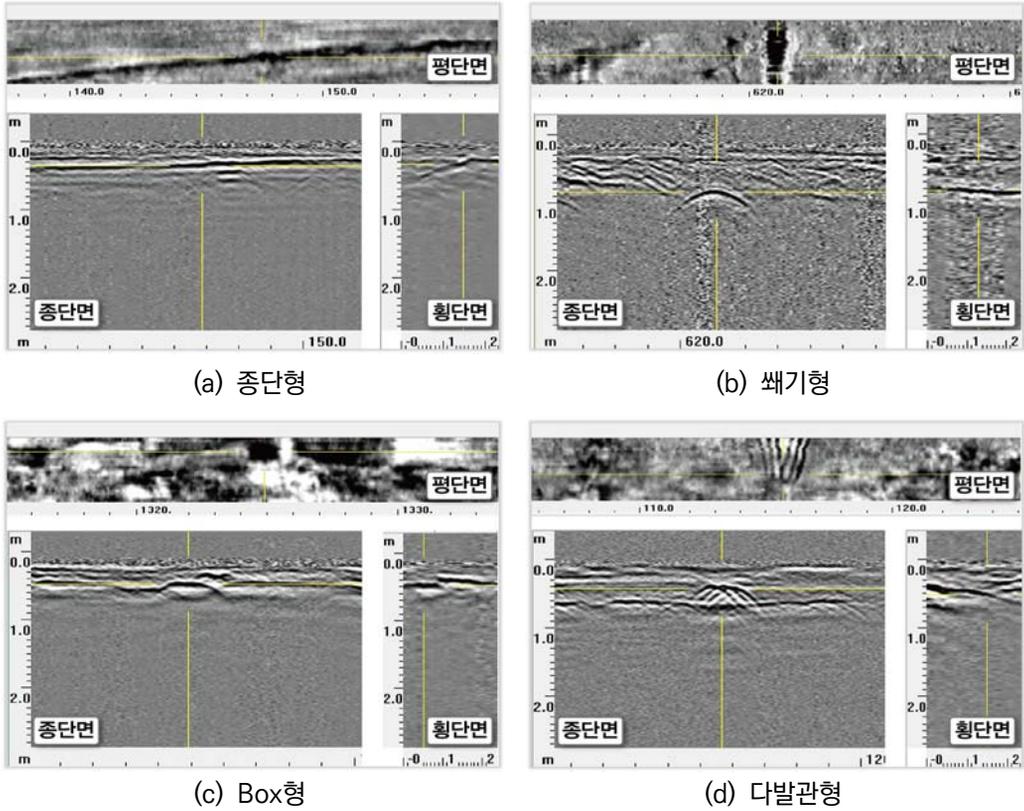


〈그림 3.10〉 작업보호자동차를 이용한 1차조사시 탐사전경

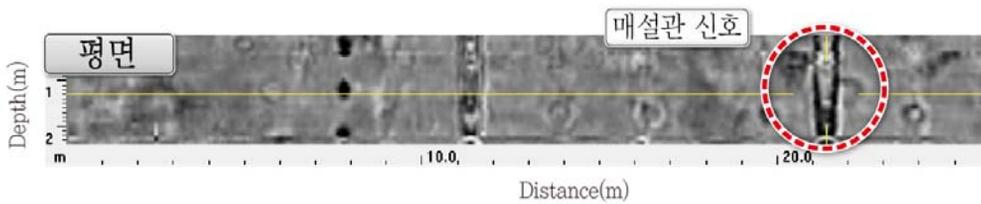
- 차량형 멀티채널 GPR탐사를 통해 지표면 하부의 종단, 횡단, 평면의 입체적인 데이터를 획득하여야 하며, 포지셔닝 시스템과 통합운영되어 자료분석 시 이상위치에 대해 노면영상과의 비교·분석을 통해 지하매설물, 맨홀 등에 대한 신호의 필터링 수행이 가능하여야 한다.
- 차량형 멀티채널 GPR탐사의 경우 탐사결과 분석 시 평면, 종단 및 횡단을 한 화면에서 확인이 가능한 3차원 분석을 실시함으로써 지중매설물의 방향 및 심도를 정확히 확인할 수 있다.
- 지중매설관 신호 분석 시 탐사결과 영상에서 가로 방향은 측정거리, 세로방향은 심도를 나타내고, GPR탐사 결과는 단면도에 나타나는 반사형태(Pattern)를 해석하며 필요에 따라 구조보정(Migration) 처리를 수행한 후에 반사양상을 분석한다.
- 지중매설관 신호를 분석하기 위해서 먼저 평면영상에서 이상신호를 선별하여야 하며, 지중매설관로의 경우에는 직선 형태의 패턴이 나타나는데 평면, 종단, 횡단 영상을 종합하여 최종 판별하여야 한다.
- 구조보정(Migration)이란 데이터 획득 과정에서 반사 이미지로 나타나는 겹보기 구조(Hypertbola)를 실제의 지하구조로 변환하는 보정법을 말하며, 기울어진 경사면을 실제 지하상에서 분포하는 위치로 옮기고 회절을 감소시키는데 사용되며 처리 시 키르호프 구조보정, 유한차분법, 주파수 영역 보정 등을 통하여 수행된다.
- 구조보정(Migration) 처리를 한 경우에는 보정 후 단면에만 의존하는 것보다는 보정 전 단면에서의 반사양상을 비교하여 해석하여야 한다.



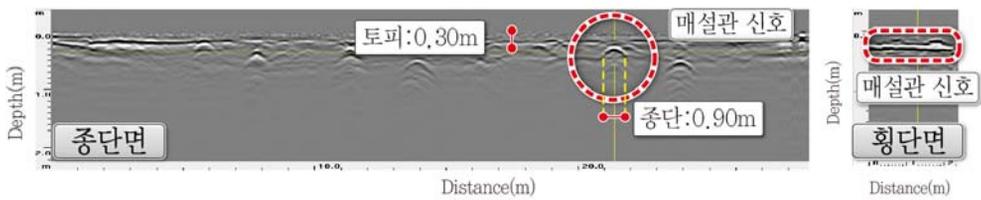
〈그림 3.11〉 구조보정(Migration) 예



〈그림 3.12〉 지중매설물 GPR 탐사결과 예



(a) 평면영상 분석



(b) 종단 및 횡단영상 분석

〈그림 3.13〉 탐사자료 분석 예

- 지중매설물 분석시 포지셔닝 시스템과 통합 운영되며, GPR평면으로 지중매설물 확인 후 종단 및 횡단 분석으로 최종 확인하는 과정을 거치게 되는데, 신호가 연속적이고 일정한 방향성을 확인함으로써 지중매설물을 확인하고, 기타 이상신호는 2차 조사에서 현장 확인을 통해 최종 지중매설물 위치도를 작성하여야 한다.
- 지중매설물의 심도는 지표에서부터 매설물 상부까지 이루고 있는 아스팔트 두께 및 토층의 상태에 따라 상대유전율을 다르게 적용해야 하므로 탐사 결과 분석 시 이를 고려하여야 정확한 매설물 심도를 산정하여야 한다.

3.4. 2차 조사

- (1) 2차 조사는 1차 조사 대상 구간에 대해 상세조사로 실시하여야 한다.
- (2) 2차 조사 수행 전 조사 계획을 수립하여야 한다.
- (3) 1차 조사 분석결과를 바탕으로 지중매설물에 대한 정확한 현장 확인을 위해 핸드형 GPR장비 등을 활용하여 조사를 실시하여야 한다.
- (4) 핸드형 GPR 장비 최소 2개 이상의 주파수를 사용하여 상세조사가 필요한 지점에 대해 여러 방향으로 실시하여야 한다.
- (5) 핸드형 GPR 장비로 정확한 확인이 불가능한 지중매설물에 대해서는 지중매설물 탐지기 등을 이용한 추가적으로 조사를 실시되어야 한다.
- (6) 2차 조사 자료를 분석하여 1차 조사 결과와 비교하여 최종 지중매설물 현황도와 마이크로/미니 트렌칭 굴착가능 경로를 제시하여야 한다.



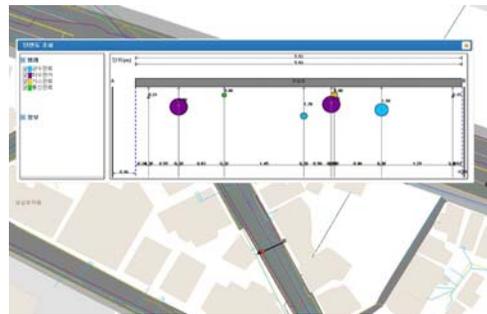
해 설

- 1차 조사 결과분석 과정에서 확인된 지중매설물 중 추가적인 상세확인 필요하거나, 기존 지하매설물 현황도에서 확인되지 않는 새로운 지중매설물 등이 탐지된 경우 조사 구간에 대한 상세조사를 실시하여야 한다.
- 2차 조사 작업구간에 대한 통행차량 통제가 선행되어야 하므로 2차 조사 수행을 위한 교통통제계획을 수립한 후 관할 경찰서의 허가를 득하도록 계획을 수립하여야 한다.
- 지중매설물 현황도와 탐사결과를 비교·검토한 후 조사계획을 수립하여야 한다.

- 2차 조사 시 현장 감독자와 작업자간의 유기적인 협조에 의한 교통통제 계획 등 안전관리 대책을 수립하여야 하며, 현장 감독자는 작업 시작 전 작업자에게 안전 교육을 실시하여야 한다.
- 탐사 시작위치와 GPS 신호를 연동하여 GPR 탐사장비를 셋팅하여야 하며, 탐사 계획에 따라 방향 설정과 횡수를 입력하여 최적의 탐사노선을 계획하여야 한다.
- 핸드형 GPR 탐사장비를 이용하여 취득한 데이터가 방향 및 횡수와 일치하도록 셋팅값을 확인하고 GPS와 연동되는지를 확인하여야 한다.



(a) 평면도



(b) 횡단면도

〈그림 3.14〉 지중매설물 평면도 및 횡단면도



(a) 교통통제



(b) 작업자 안전교육

〈그림 3.15〉 교통통제 및 안전교육 실시



(a) 싱글채널 GPR 탐사장비



(b) 멀티채널 GPR탐사장비

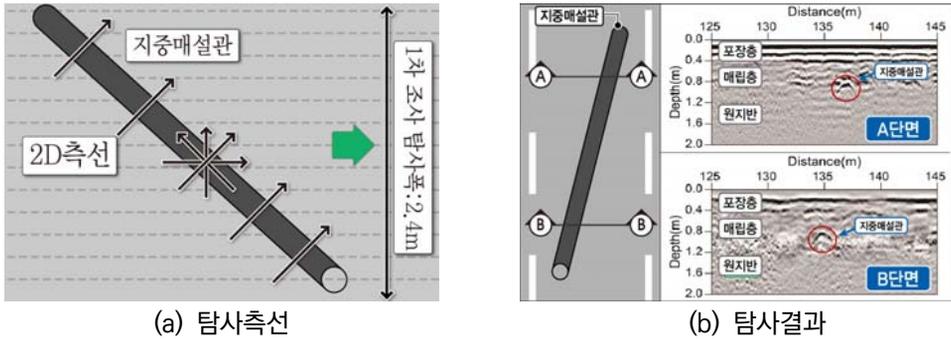
〈그림 3.16〉 핸드형 GPR탐사장비 예

- 핸드형 GPR 탐사 결과 분석단계에서는 시작위치와 GPS 위치를 기반으로 한 평면을 활용하여 지중매설물을 확인한 후 종단 및 횡단 결과에 대한 분석을 수행하여야 한다.
- 신호가 연속적이고 일정한 방향성을 확인함으로써 지중매설물을 확인하여야 한다.
- 지중매설물 위치에 대해 GPR을 이용하여 정확한 위치를 확인하고, 필요시 맨홀 조사 등을 통해 지중매설물과의 연계성을 확인하여야 한다.



〈그림 3.17〉 맨홀 확인 전경

- 2차 조사 시에는 얇은 심도에 사용되는 고주파안테나(400MHz이상) 및 깊은 심도에 사용되는 저주파안테나(200MHz이하) 등 최소 두 가지 주파수의 안테나를 적용하여 확인가능한 모든 지중매설물을 확인하여야 한다.
- 핸드형 GPR 탐사 시에는 이상신호의 연속성을 파악하기 위하여 여러 각도로 탐사를 수행하여야 한다.



〈그림 3.18〉 핸드형 GPR 탐사측선 및 탐사결과 분석

- 기존 지중매설물 현황도에는 표시되어 있으나 차량형 및 핸드형 GPR 탐사장비로 확인이 불가능한 지중매설물에 대해서는 지중매설물 탐지기(Radio Detector, RD) 등을 이용하여 추가 조사를 실시하여야 한다.
- 지하매설물 탐지기에는 대표적으로 영국 Radiodetection사의 RD 탐사장비 시리즈가 있으며, RD 탐사장비에 대한 참고내용은 다음과 같다.
 - 전자유도방식의 탐사장비로서 주파수는 설정에 따라 변경이 가능하며, 주파수에 따른 탐사내용은 다음과 같으며 탐사자는 현장의 조건과 지중매설물의 종류에 따라서 주파수를 적절히 설정하여 사용하여야 한다.
 - ① 512Hz 탐사모드 : 장거리 통신 케이블용
 - ② 8KHz 탐사모드 : 강관, 동관, 통신케이블 등 저항이 낮은 경우 적용
 - ③ 33KHz 탐사모드 : 배관, 전력케이블 등으로 범용으로 가장 많이 사용
 - ④ 65KHz 탐사모드 : 배관, 전력케이블, 유도법 탐사용
 - ⑤ 83KHz 탐사모드 : 주철관, 유도법 탐사용
 - ⑥ 131, 200KHz 탐사모드 : 광케이블 및 배관 탐사용



〈그림 3.19〉 지중매설물 탐지기(RD) 장비 및 탐사전경 예

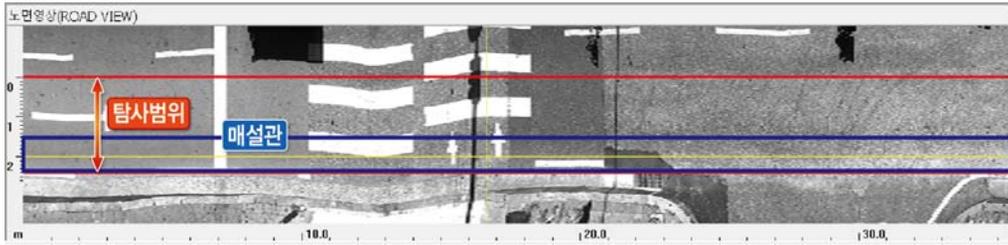
3.5. 결과보고

- (1) 1차 및 2차 조사 결과를 바탕으로 지중매설물 현황도를 작성하여야 한다.
- (2) 지중매설물 현황도는 현장조사 전 작성된 현황측량도에 지중매설물 주요 현황, 미니 트렌칭 심도 및 폭을 고려한 굴착 가능 경로 등이 표시되어야 한다.
- (3) 지중매설물 조사 결과보고서는 대상 구간의 노면영상, 주변영상 및 GPS 자료, GPR 상세 분석 단면, 지중매설물 현황도, GPR탐사 Raw 데이터 등으로 구성되어야 하며, 탐사노선별 데이터 및 야장이 함께 포함되어야 한다.

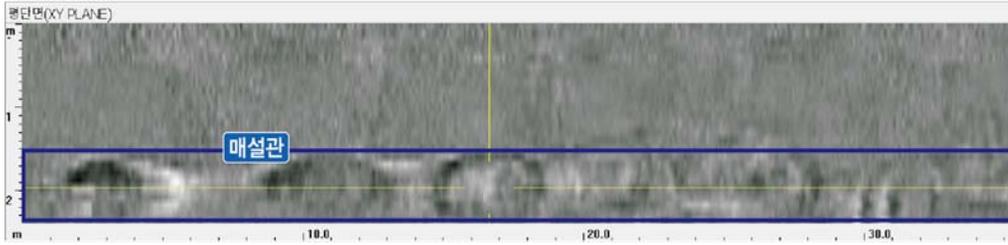


해 설

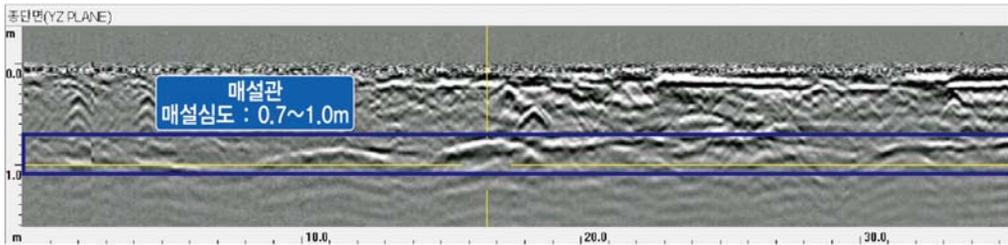
- 1차 및 2차 조사결과를 분석하여 대상 시공구간에 분포하는 지중매설물의 위치, 크기 및 심도를 확인하여야 한다.
- 1차 및 2차 조사결과를 종합하여 마이크로/미니 트렌칭 시공구간에 대한 지중매설물 현황을 파악하고, 대상 구간을 측량한 현황도면에 지중매설물 현황을 표시하여야 한다.
- 지중매설물 현황도를 바탕으로 굴착심도 및 폭을 고려한 마이크로/미니 트렌칭 시공 가능 경로를 도면상에 제시하여 시공자에게 설계자료로 제공하여야 한다.
- 굴착 가능 경로는 가급적 측구와 인접하여 표시하여, 맨홀 및 BOX구조물이 발생할 경우 우회하여 표시한다.
- 굴착 가능 경로를 따라 매설되어 있는 지중매설관은 굴착심도 및 영향범위를 고려하여 우회하여야 하며, 지중매설관이 영향범위 아래 위치한 경우에는 시공자가 주의할 수 있도록 매설관 심도, 폭 등을 도면에 표시하여야 한다.
- 횡방향으로 매설되어 있는 지중매설물 등이 굴착 경로와 영향을 미칠 경우에는 해당 지중매설물에 대한 이설 및 회피 등을 고려한 설계자료를 시공자에게 제시하여야 하며, 굴착시공 시 지중매설물이 손상되는 일이 없도록 경고하여야 한다.



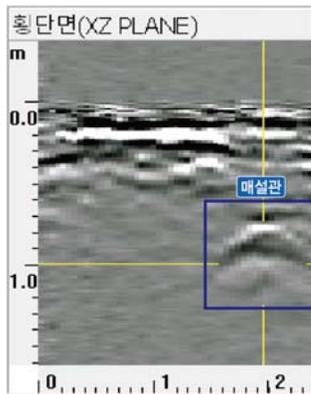
(a) 노면영상



(b) GPR 평면영상



(c) GPR 종단면영상

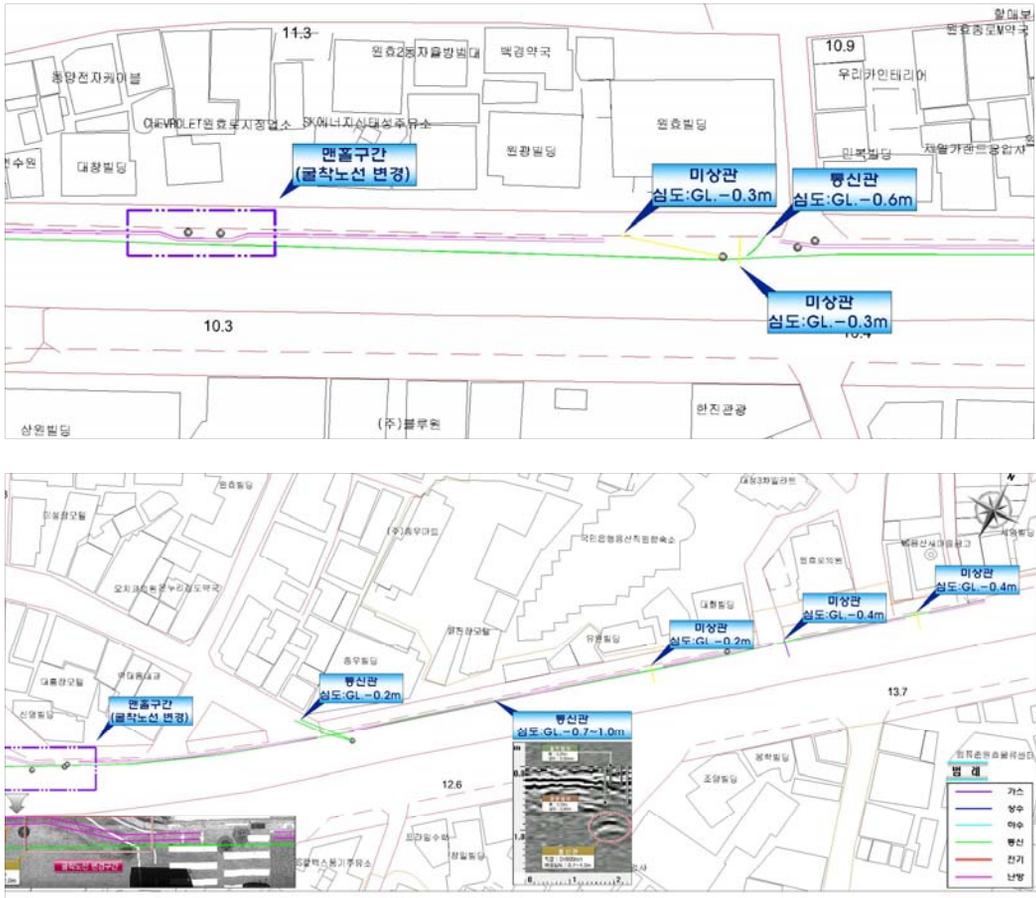


(d) GPR 횡단면영상



(e) 지중매설물 현황도

〈그림 3.20〉 지중매설물 GPR 탐사분석 예



〈그림 3.21〉 지중매설물 현황도에 표시된 마이크로/미니 트렌칭 굴착 가능 경로 예

3.6. 기타

- (1) 지중매설물 조사를 수행한 모든 결과는 반드시 전산 DB자료로 보관하여야 한다.
- (2) 지중매설물 조사 결과 DB 자료는 정부 전산시스템 혹은 이에 준하는 전산시스템에 보관하여야 한다.



해 설

- 전산 DB로 보관하여야 할 자료는 GPR 탐사 Raw 데이터, 노면영상, 주변영상 및 GPS 자료, 수치지도에 표시된 지중매설물 현황도, 굴착 가능 경로 도면 등이다.
- 사업노선에 대한 GPR 탐사, 결과분석, 도면화 작업 등이 완료된 이후에는 미니 트렌칭 사업에 대한 데이터 베이스 구축을 위해 지정된 DB 시스템에 해당 사업 노선에 대한 GPR 탐사결과 및 도면을 보관하여야 한다.

통신관로 매설용 미니 트렌칭 시공지침(안)



04 트렌칭 시공

- 4.1. 일반사항
- 4.2. 시공장비
- 4.3. 미니 트렌칭 시공
- 4.4. 공사중 교통 및 안전관리

4. 트렌칭 시공

4.1. 일반사항

- (1) 미니 트렌칭 시공은 전용 트렌처를 사용하여 정밀한 시공이 될 수 있게 해야 한다.
- (2) 도심지, 주택가에 적용할 경우 소음 및 비산먼지 발생을 최소화해야 한다.

4.2. 시공장비

- (1) 미니 트렌칭 시공장비는 전용 트렌처, 커팅기, 굴삭기, 스키드로더, 진공흡입 장치 등이 있으며, 시공장비는 해당 공사 구간의 특성을 고려하여 구성해야 한다.
- (2) 전용 트렌처와 커팅기는 건식타입의 장비로 하는 것이 바람직하다. 물을 일부 사용하더라도 굴착면에 영향을 미쳐서는 안 된다.
- (3) 포장층과 하부층을 별도로 분리하여 제거하는 경우 포장층은 커팅 후 굴삭기와 같은 장비를 이용하여 제거하고, 하부층은 전용 트렌처를 이용하여 시공할 수 있다.

해 설

- 미니 트렌칭용 트렌처는 일체형 장비와 일반건설기계에 장착하여 사용하는 부착형 장비 두 가지 타입으로 구분된다.
- 부착장비는 트랙터 또는 스키드 로더 등의 범용 기계에 장착하여 사용한다.
- 트렌처는 굴착면의 교란을 최소화해야 하며, 굴착 폭 및 깊이에 따라서 커팅 날을 변경 할 수 있는 기능을 가지는 것이 좋다.
- 트렌처는 포장층 트렌칭을 위하여 충분한 장비 용량을 확보해야하며, 시공 속도에 따라서 트렌칭 속도를 제어 가능해야 한다.

- 포장층과 하부층을 동시에 굴착하는 트랜처는 커팅날, 커팅날 보호 커버, 비산면지 방지 장치, 진공 흡입차량 등의 장치를 갖추고 있다.
- 트랜처는 비산면지, 폐기물 등의 발생을 최소화 할 수 있는 장비를 갖추어 환경 문제를 사전에 방지할 수 있어야하며, 소화장치와 안전장치가 있어야 한다.



〈그림 4.1〉 미니 트랜칭 일체형 장비



〈그림 4.2〉 미니 트랜칭 부착형 장비



〈그림 4.3〉 하부층 굴착용 미니 트랜칭 시공장비

□ 미니 트렌칭 커팅날

- 미니 트렌칭 커팅날은 원반 모형의 휠 형과 체인형으로 구분하여 사용한다.
- 원반모형의 휠형은 도로 포장 층과 하부층을 동시에 굴착할 때 사용한다.
- 체인형은 포장 하부층만 굴착할 때 사용한다.
- 휠 형태의 커팅날은 아스팔트 및 콘크리트 커팅 날로 아래와 같이 구분한다.

〈표 4.1〉 아스팔트/콘크리트 커팅날 형상 및 특징

구분	아스팔트 커팅용			콘크리트 커팅용	
	샤크	코니칼	파이버블레이드	PCD	Diamond
커팅날 형상					

□ 미니 트렌칭 시공장비 점검사항

- 장비의 가동 상태
- 커팅날의 마모 상태
- 진공 흡입장치의 작동 상태
- 소화장치와 안전장치 작동 상태

4.3. 미니 트렌칭 시공

- (1) 미니 트렌칭 시공방법은 1) 포장층과 하부층을 동시에 트렌칭하는 방법, 2) 포장층과 하부층을 각각 트렌칭하는 방법으로 구분된다.
- (2) 「건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률」제 2조와 「건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률 시행령」제 9조에 근거하여, 만약 5ton 이상의 폐기물이 발생할 경우에 따라 포장층과 하부층을 분리하여 처리해야 한다.
- (3) 굴착폭과 깊이는 -5%~+10% 이내로 시공되어야 한다.
- (4) 트렌칭 시공 전 굴착 예정 위치와 기존 지하매설물 위치를 노면에 페인트로 표시한다.
- (5) 해당 구간에 기존 지하매설물이 존재할 경우 회피하여 굴착하거나, 만약 이 위치를 관통해야 할 경우 인력굴착을 수행한다.



해 설

- 「건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률」 제 2조에서는 “건설폐기물이란 현장에 발생하는 5톤 이상의 폐기물(공사를 시작할 때부터 완료할 때까지 발생하는 것만 해당)로서 대통령령으로 정하는 것” 이라고 되어 있다.
- 「건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률 시행령」 제 9조에서는 “건설폐기물은 폐콘크리트·페아스팔트 콘크리트·폐목재·폐합성수지·폐금속류 등의 종류별로 재활용 가능성, 소각가능성 또는 매립 필요성 여부 등에 따라 구분하여 배출, 수집·운반, 보관할 것”이라고 되어 있다.
- 이에 해당 공사구간의 폐기물이 5톤 미만일 경우 포장층과 하부층을 동시에 트렌칭하는 방법을 사용할 수 있다. 그러나 5톤 이상일 경우에는 포장층과 하부층을 각각 트렌칭하는 방법을 사용하고 폐기물은 분리 처리해야 한다.
- 도로포장의 구조적 안정성 및 공용성을 확보하기 위해 관로의 적정 매설깊이를 확보해야 하며, 이에 굴착폭과 깊이는 오차 범위 이내로 정밀하게 시공되어야 한다.
- 기존 지하매설물 파손 예방 및 굴착 예정 위치에 정확히 시공하기 위해 도로 노면에 표시작업을 해야 한다.



〈그림 4.4〉 도로노면 표시작업

- 굴착과정에서 굴착폭과 깊이를 측정하여 당초 계획과 일치여부를 확인해야 한다. 굴착폭과 깊이는 -5%~+10% 이내로 시공되어야 한다.



〈그림 4.5〉 굴착폭과 깊이 측정

4.4. 공사중 교통 및 안전관리

4.4.1. 일반사항

- (1) 공사중에는 울타리, 보안등, 난간, 기타 가설물 및 공사 시·종점에 공사안내표지판, 공사장 전방에 공사예고, 교통안내(우회)표지판, 교통통제표지판을 설치하고 유지하여야 한다. 위험 표지판에는 적색등을 설치하고 유지하여야 하며, 공사장 및 주변 안전관리에 특별히 주의하여야 한다.
- (2) 야간에는 도로점용 공사안내표지판의 시인성이 불량하여 교통사고 및 안전사고의 위험이 커질 수 있으므로, 시인성이 확보되도록 조명등 및 자체 발광물체 등을 설치하여 운전자들에게 진행방향의 차로통제 유·무 안내 및 전방공사 시행정보 등을 제공하여야 한다.
- (3) 교통 통제수는 고휘도(高輝度)의 야간반사 복장을 착용하지 않을 경우 운전자의 식별성 부족 유발로 사고 위험이 증대되므로 반사조끼, 안전모와 안전화, 무선통신기, 신호봉, 깃발 등을 착용하여야 한다.
- (4) 공사안내 현수막 설치 및 교통방송 등 매체 활용한 다양한 시민홍보를 하여야 한다.

4.4.2. 차량통행을 위한 도로의 유지관리

- (1) 수급인은 기존도로를 개량할 경우 별도의 규정이 없는 한 차량이 통행할 수 있도록 도로를 개방하여야 한다. 그러나 지방서에 명시되어 있거나 공사감독자의 승인을 얻은 경우에는 우회도로를 개설하거나 일부 확폭하여 차량을 우회시킬 수 있다.
- (2) 수급인은 차량통행을 원활히 할 수 있도록 하여야 하며, 방호울타리, 경고표지, 시선유도표지, 신호 수 등을 설치 운용하여 공사작업장의 시설을 보호하고 이용자의 안전을 위하여 필요한 조치를 취해야 한다.
- (3) 수급인은 통행이 금지된 도로에는 필요한 차단시설 및 야간용 조명시설 등을 갖추어야 한다.
- (4) 수급인은 작업이 통행차량에 지장을 초래한다고 판단할 때에 그 작업지점의 전방에 경고표지판을 설치하여야 하며, 공사장이 기존 도로와 교차할 경우에는 교차로 사이의 공사도로상에 적어도 두 개 이상의 경고표지를 설치하여야 한다.

- (5) 수급인은 안전운행을 위하여 가도나 횡단보도를 설치하고 지속적으로 유지관리하여야 하며, 또한 비산·먼지 등이 발생하지 않도록 하여야 한다.
- (6) 상기 사항은 전계약기간 동안에 걸쳐 적용되며, 별도로 규정하지 않는 한 수급인 부담으로 시행하여야 한다.
- (7) 우회도로” 등에 관한 공종이 포함되어 있을 경우에는 이 공종까지 공사에 포함된다.
- (8) 수급인은 공사가 중지된 경우라 하더라도 차량의 안전통행을 위하여 도로여건에 따른 가설물 및 안전시설을 설치하고 유지관리를 하여야 한다.
- (9) 수급인이 규정에 따라 공사구간 도로의 유지관리를 적절히 이행하지 않을 경우, 공사감독자는 즉시 수급인에게 시정토록 통보하고, 수급인이 통보를 받은 후 신속히 시정하지 않으면, 즉시 유지관리를 대행시킬 수 있으며, 이때 소요되는 모든 비용은 수급인이 부담한다.

4.4.3. 공사중 교통소통

- (1) 교통소통대책을 마련해야 한다.
- (2) 교통소통대책 수립의 범위
 - ① 교통영향분석의 시간적 범위는 기본적으로 공사로 도로점용을 위한 준비 단계부터 완전복구가 된 시점까지로 한다.
 - ② 교통영향분석 공간적 범위는 기본적으로 도로점용 공사구간과 직접 연결된 교차로 및 그 교차로와 연결된 방향별 교차로까지 포함하는 것으로 선정하되, 교통영향 분석후 서비스 수준이 적정기준을 만족하지 못할 경우 우회도로를 선정하여 분석범위에 포함하여야 한다.
 - ③ 도로점용공사로 차로 통제가 되는 경우 도로용량 감소 및 통과교통량의 감소에 따른 기존 신호체계를 교통영향 분석에 따른 각 대안별 최적화된 신호체계를 제시하여야 한다.
 - ④ 도로공사장이 버스정류장, 자전거도로 등의 일부를 점용할 경우 버스정류장을 임시적으로 이전할 위치 및 승객 안전대책을 제시하고, 또한 자전거도로의 단절 등으로 인한 동선체계의 변화 등에 명확한 방안을 제시하여야 한다.

통신관로 매설용 미니 트랜칭 시공지침(안)



05 관로설치

- 5.1. 일반사항
- 5.2. 관로 품질기준
- 5.3. 관로 설치방법

5. 관로설치

5.1. 일반사항

- (1) 관로는 지하에 시설된 인공, 수공, 국내통신구, 국내인공, 분선인상인공 등을 상호 연결해 주는 소규모의 지하 케이블 보호를 위한 시설물이다.



해 설

- 미니 트렌칭에서 방송통신케이블은 관로방식으로 설치된다.
- 관로방식은 케이블을 각종 관로에 수용하는 방식을 의미한다.

5.2. 관로 품질기준

- (1) 관로는 외부하중과 토압에 견딜 수 있는 충분한 강도와 내구성을 가져야 한다.
- (2) 미니 트렌칭용 통신관은 연성관으로 분류되는 합성수지관을 사용할 수 있으며, 콘크리트관과 금속관은 제외한다.
- (3) 합성수지관은 FC관, PE관 등이 있으며, FC관은 KS M 3413을 만족해야 하고, PE관은 KS C 8455를 만족해야 한다.
- (4) 마이크로/미니 트렌칭용 통신관은 내외관 일체형 타입을 사용하는 것이 바람직하다.
- (5) 통신관의 색상은 KS M 2400(2012)에 의한 색상관리기준을 따라야 한다.



해 설

- 관로는 강성관과 연성관으로 구분하며, 강성관은 흙 주철, 콘크리트와 같은 소재로 되어 있고 관에 걸리는 하중은 관 재료의 고유강도로 지탱된다. 연성관은 대부분 플라스틱 소재이며 유연한 특성을 가지고 있어 관에 걸리는 하중에 의해 파괴되지 않고 변형으로 관에 걸리는 하중을 흡수한다(KS M 2400).

- 통신관은 방송통신발전기본법 제2조(정의)에 의한 “방송통신설비”에 사용되는 케이블을 보호하는데 사용하는 배관을 의미한다.
- 통신 보호관으로 널리 사용되는 FC관(foam vinyl pipe for electric cable conduit)은 발포 중심부와 내·외부의 경질 염화비닐층을 갖는 공압출 폴리염화비닐관이다. FC관은 KS M 3413에 규정되어 있다.
- <표 5.1>은 KS M 3413에 규정되어 있는 FC관의 품질기준을 나타내고 있다.

〈표 5.1〉 FC관 품질기준(KS M 3413)

시험항목	성능	시험온도								
편평시험	시험편을 압축하였을 때 관의 파열 또는 관 내·외면의 균열, 기공 및 층간의 박리가 없어야 하며, 시험편의 안지름이 5%, 100% 변형시 각각 다음 하중 이상이어야 한다.	23±2℃								
	〈5% 변형 시〉									
	<table border="1"> <tr> <td>호칭지름</td> <td>50</td> <td>80</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>하중(N)</td> <td>590</td> <td>540</td> <td>790</td> </tr> </table>		호칭지름	50	80	100	하중(N)	590	540	790
	호칭지름		50	80	100					
하중(N)	590	540	790							
〈100% 변형 시〉										
	<table border="1"> <tr> <td>호칭지름</td> <td>50</td> <td>80</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>하중(N)</td> <td>2,550</td> <td>3,190</td> <td>5,400</td> </tr> </table>	호칭지름	50	80	100	하중(N)	2,550	3,190	5,400	
호칭지름	50	80	100							
하중(N)	2,550	3,190	5,400							
낙추충격시험	이상이 없을 것	10℃~30℃								
내열성 시험	변화율이 ±1% 이내일 것	상온								
내전압 시험	AC 10,000V에서 1분간 견딜 것	-								
내연성 시험	불꽃이 자연히 꺼질 것	-								
마찰 계수 시험	최대 0.75(강관의 마찰 계수를 1로 기준시)	-								
내약품성 시험	각 시험액마다 육안으로 관찰하였을 때 현저한 색깔의 변화가 없을 것	-								
층간 접합 시험	층간 접합은 강하고 균일해야 하며, 칼날 등으로 층간을 분리할 때 깨끗하게 분리되거나, 이 표준이 정한 품질 사항을 시험하는 도중 층간의 분리가 일어나서는 안 됨	-								
아세톤 침적 시험	시험편 내·외면 및 중간층의 갈라짐, 돌출 및 시험편이 조각으로 떨어져 나가서는 안 됨 다만 아세톤에 의한 시험편의 부풀 및 연화현상은 불합격으로 간주하지 않음									

- PE관(polyethylene conduit)은 KS C 8455 (파상형 경질 폴리에틸렌 전선관)를 따라야 하며, <표 5.2>는 PE관의 품질기준을 나타내고 있다.

<표 5.2> PE관 품질기준(KS C 8455)

시험항목	성능	
압축	갈라짐 또는 깨짐이 생기지 않고 시료 바깥지름 변형률이 3.5% 이하이어야 함	
인장강도	2,000N/cm ² 이상이어야 함	
내전압 시험	교류전압 10,000V에 1분간 견딜 것	
충격 시험	갈라짐 또는 깨짐이 생기지 않아야 함	
내약품성 시험	염화나트륨 용액에 의한 무게 변화(g/m ²)	±0.5 이내
	황산 용액에 의한 무게 변화(g/m ²)	±0.5 이내
	질산 용액에 의한 무게 변화(g/m ²)	±1.0 이내
	수산화나트륨 용액에 의한 무게 변화(g/m ²)	±0.5 이내
	에틸알코올 용액에 의한 무게 변화(g/m ²)	±4.0 이내
화재 위험	KS C IEC 61386-21-A의 13절의 관련 규정에 적합할 것	

- 미니 트렌칭에 사용되는 통신관은 내외관 일체형 타입을 사용하는 것이 바람직하다. 이는 마이크로/미니 트렌칭의 최대 장점이 하루 공사연장을 크게 증가시킬 수 있어(일반 굴착복구공사에 비해 3배 이상) 교통차단시간 감소와 공사비를 크게 절감시킬 수 있다는 것인데, 만약 내관 삽입 공정을 별도로 한다면 공사 효율성을 크게 저해하고 궁극적으로 도로 이용자 비용 및 공사비용 증가시키게 될 것이다.
- <표 5.3>은 지하매설관의 표준색상을 나타내고 있다. 이 표에서 나타낸 것과 같이 매설관의 색상 표시는 The Munsell Book of Color(Glossy)의 40색상(Hue)에 기초하였으며, Munsell 표기법에 따라 색상(H, Hue), 명도(V, Value : Lightness), 채도(C, Chroma)로 표현되어야 한다. 그러나 GRP, FRP 콘크리트관은 제외한다.

〈표 5.3〉 지하매설관의 표준색상(KS M 2400)

수도관	하수도관	도시가스관	송유관	전선관	통신관
검정 H : N 0.5	오수관 : 흑갈색 H : 5YR V : 2~4 C : 2~4	중압관 이상 : 빨강 H : 7.5R V : 4 이상 C : 10 이상	밝은 주황 H : 2.5 YR V : 6.5 이상 C : 10 이상	검정 H : N 0.5	어두운 회색 H : N 3 V : 2.5~4.5 C : 1 이하
	우수관 : 밝은 회색 H : N7 V : 6.5~8.5 C : 1 이하	저압관 : 노랑 H : 5 Y V : 7.5 이상 C : 10 이상			
파랑 H : 4.5PB V : 3~5 C : 7 이상	재이용수 : 선명한 보라 H : 5 P V : 3.5 이상 C : 12 이상				

5.3. 관로 설치방법

- (1) 관로의 외관 직경은 100mm 이하를 원칙으로 하며, 구간에 특성에 맞게 크기가 결정되어야 한다.
- (2) 관로의 외관 및 내관 직경은 케이블 두께 및 수량에 따라 합리적으로 결정되어야 한다.
- (3) 관로의 배치 및 수량에 따라 매설깊이가 달라진다(2장 참조).
- (4) 관로를 2단 1열, 2단 2열로 배열할 경우 관들이 일정한 위치에 배열될 수 있도록 스페이서를 설치해야 한다. 스페이서의 간격은 관의 처짐이 발생하지 않는 범위에서 설계자와 시공자가 결정한다.

- (5) 관로의 선형은 직선을 원칙으로 하되 교차로에서 우측으로 이어질 때 또는 기존 지하 장애물을 회피하려고 할 때 부득이 하게 곡선형태로 관로를 설치할 수밖에 없는데, 이때 곡률반경은 6m 이상으로 하여야 한다.
- (6) 관로 종단 선형은 중간에서 S형으로 휘거나, 좌우 상하로 휘는 일이 없도록 해야 한다.
- (7) 관의 접속부는 물이 스며들지 않도록 보호조치를 하여야 한다.
- (8) 인수공은 케이블 설치 및 유지보수 등의 작업 시 필요한 공간을 확보하기 위해 설계되어야 하는데, 마이크로/미니 트렌칭에서는 이 크기를 최소로 해야 한다.



해 설

- 미니 트렌칭에서 관로 매설깊이가 25cm 이상으로 되어 있어, 일반적인 굴착복구 공사의 통신관 매설깊이 80cm 보다 상당히 작은 값으로 규정되어 있다. 이에 도로포장 구조적 안정성 및 관 보호를 위해 통신관의 크기 및 수량을 제한하였다. 관로 외관직경은 100mm 이하를 원칙으로 하였다.
- 통신관의 소요공수는 수용되는 케이블에 대한 관로 공수와 유지보수용 관로 공수를 합한 것으로 하며, 향후 증설된 것을 예상하여 증설용 관로공수를 포함할 수 있다. 그러나 마이크로/미니 트렌칭의 경우 매설할 수 있는 관 수량이 제한되어 있기 때문에 설계 관로 공수는 최소로 하는 것이 바람직하다.
- 국토교통부(2015) “평면교차로 지침”에 따르면, 평면교차로에서 우회전차로 및 도류로에서의 회전반경은 주간선도로(국도) 15m이상, 보조간선도로(국도, 지방도)에서는 120m 이상, 집산도로(지방도, 군도)의 경우 10m 이상, 국지도로(군도)의 경우 6m 이상을 사용하도록 되어 있다. 본 지침에서는 평면교차로의 최소 회전반경을 고려하여 통신관의 곡률반경을 6m 이상으로 하였다.

통신관로 매설용 미니 트랜칭 시공지침(안)



06 전자인식기 설치

- 6.1. 일반사항
- 6.2. 전자인식기 종류 및 사양
- 6.3. 전자인식기 설치
- 6.4. 전기통신관로 정보의 취득 및 활용
- 6.5. 전기통신관로 정보의 관리

6. 전자인식기 설치

6.1. 일반사항

- (1) 미니 트렌칭으로 매설된 관로의 탐지를 위해 전자인식기를 설치하여야 한다.
- (2) 미니 트렌칭으로 매설된 관로의 전자인식기 설치와 관리에 필요한 사항은 다른 법령 및 국가 기준에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 본 지침을 적용한다.
- (3) 전자인식기 설치정보의 오류로 발생하는 안전사고의 책임은 전자인식기 설치정보를 제출한 자에게 있으며, 전자인식기 설치정보 취득방법의 오류로 발생하는 안전사고의 책임은 전자인식기 설치정보 취득자에게 있다.

정의

- ❖ 전자인식기는 도로를 굴착하지 않고 지중매설물의 매설위치를 탐지할 수 있도록 x, y, z 위치 정보나 그에 준하는 정보를 나타내는 전자기기를 말한다.
- ❖ 「도로법 시행규칙」 제32조(준공도면의 제출 및 관리)에 따라 통신 및 방송케이블용 관로를 도로에 매설하는 경우에 도로관리청에 제출하는 지하시설물도의 위치정보와 전자인식기를 통한 탐지정보는 동일하여야 한다.
- ❖ 도로관리청은 미니 트렌칭으로 매설된 관로의 전자인식기 정보를 관리하여야 한다.

해설

- 본 지침은 미니 트렌칭으로 매설된 관로의 전자인식기 종류 및 사양, 설치방법, 전기통신관로 정보의 취득 및 활용과 관리에 필요한 사항을 규정하고 있다.
- 「공공측량 작업규정」 제138조(시설물 조사, 탐사 대상 및 범위)에 따라 지하시설물도의 작성대상에서 제외는 통신 및 방송케이블용 관로의 경우에도 본 지침에 따라 전자인식기를 설치하여야 한다.
- 도로관리청의 전자인식기 정보 관리절차는 “6.5 전기통신관로 정보의 관리”에 따른다.

6.2. 전자인식기 종류 및 사양

- (1) 미니트렌칭 방법으로 설치된 전기통신관로는 전자인식기를 함께 매설하여 유지보수 및 굴착 시 탐지할 수 있어야 한다.
- (2) 전자인식기는 덕트 상단에 설치되었을 때 인식되는 방식을 사용해야 하며, 걷는 속도로 탐지할 수 있어야 한다.

정의

- ❖ 전자인식기 종류는 자기마커, 추적선 및 추적선 인입 덕트, RFID 마커 등이 있다.
- ❖ 전자인식기는 도로를 굴착하지 않고 지중에 매설된 관로의 x, y, z 위치 정보나 그에 준하는 정보를 전자적인 방법으로 탐지할 수 있어야 한다.

해설

- 자기마커 : 자기마커 시스템은 상, 하수도, 가스, 전력, 통신, 난방, 송유관, 쓰레기관, 광역상수도 등 매설관의 종류와 재질에 관계없이 적용 가능하며, 별도의 동력 및 전원이 필요 없는 반영구적으로 활용되는 신기술로써 정확한 위치 DATA(X, Y, Z)의 산출이 가능하다
- 추적선 및 추적선 인입 덕트 : 전용 탐지기(케이블 로케이터)를 이용하여 추적선의 설치깊이·위치·방향 등을 손쉽게 탐지할 수 있다.
- RFID 마커 : RFID는 전원의 여부에 따라 능동형과 수동형으로 구분된다. 능동형의 경우 인식 거리가 자유롭고, 수동형의 경우 배터리에 따른 수명의 한계가 없다.
- 전자인식기의 수명은 10년 ~ 반영구적 이어야 하며, 맨홀을 통해서 추적선 혹은 마커에 전원을 공급할 수 있다.
- 덕트 상단은 포장 표면으로부터 최대 30cm 이며, 매질은 아스팔트(포장), 공극이 포함된 흙 또는 자갈(기층 및 보조기층) 등이며 단면은 현장상황에 따라 달라질 수 있다.
- 작업자가 걸어가면서 (5km/h) 탐지할 때 지연 없이 위치파악이 가능해야 한다.

6.3. 전자인식기 설치

6.3.1. 전자인식기 매설방법

- (1) 전자인식기가 덕트에 삽입된 일체형 방식의 경우, 전자인식기의 위치가 최상단으로 위치할 수 있도록 덕트를 배치하여 설치한다.
- (2) 비 일체형의 경우, 전자인식기를 덕트 최상단에 단단하게 고정하여 설치한다.

정의

- ❖ 덕트를 매립하기 위해서 굴착 후 전자인식기의 매립방식은 덕트에 삽입되어 일체형으로 되어 있는 방식과 비 일체형으로 덕트와 분리되어 별도로 덕트에 부착하는 방식으로 나뉘볼수 있다.
- ❖ 전자의 경우는 덕트 매립시 전자인식기의 위치가 최상단으로 위치할 수 있도록 덕트를 배치한다. 반면 별도로 부착하는 방식의 경우는, 전자인식기를 덕트에 단단하게 고정한 후, 덕트의 최상단에 위치하게끔 매립한다.
- ❖ 즉, 전자인식기의 위치는 지면으로부터 최단거리에 위치하게끔 설치한 후 매립한다.

해설

- 채움재를 활용하여 매립시에는 다음과 같은 항목을 고려하여 실시한다.
- 굴착한 후 바닥면을 평편하게 다진다.
- 전자인식기들의 매립깊이는 지표면으로부터 일정하게 유지한다.
- 전자인식기의 위치와 고정상태에 대한 점검 후 동작여부를 확인한다.
- 되메움재는 전자인식기에 손상이 가지 않는 재료와 입자의 형상을 가져야 한다.
- 되메움재는 향후 전자인식기의 인식능력에 영향을 줄 수 있는 불순물(자성체 등)을 제거한 후 사용한다.
- 가열하여 사용하는 되메움재의 경우 시공시 온도는 전자인식기의 기능을 저해하지 않는 수준이어야 한다.
- 되메우기 시 채움재의 분포는 전자인식기에 고르게 하중이 전달되게끔 매립한다.

- 매립후 표면은 기존 도로의 표면과 일치되게끔 마감처리 한다. 단차가 발생하는 것에 유의한다.
- 매립후 교통개방은 매립 후 되메움재가 충분히 굳은 후에 실시한다.

6.3.2. 전기통신관로 정보저장

- (1) 전기통신관로에 대한 정보저장은 정보사용용도에 따른 적합한 정보저장포맷이 사용되어야 한다.
- (2) 정보저장포맷을 제출하기 전에 사용자가 사용할 수 있는 방법을 제시해야 한다.
- (3) 정보저장포맷의 데이터가 위변조되지 않았는지 확인할 수 있는 적합한 데이터 보안기술이 적용되어야 한다.

정의

- ❖ 정보저장포맷이란 정보를 파일이나 데이터베이스 단위로 관리하기 위한 형식을 말한다.
- ❖ 적합한 정보저장포맷이란 정보사용용도에 필요한 정보만 저장된 포맷이란 의미이다. 또한, 정보사용용도와 관련된 시스템이나 프로그램에서 해당 정보를 사용해야할 경우, 정보호환성을 지원하는 저장포맷을 의미한다.
- ❖ 데이터 위변조란 정보저장포맷에 저장된 데이터가 원래 생성된 원본이 아닌, 비공식적인 절차에 의해 임의로 데이터가 수정된 것을 의미한다.
- ❖ 데이터 보안기술이란 정보저장포맷에 저장된 데이터가 임의로 수정되었는지를 확인할 수 있는 기술을 의미한다.

해설

- 파일포맷 종류는 텍스트, 스프레드시트, XML(Extensible Markup Language), 바이너리(binary) 등이 있다.
- 데이터베이스 형식은 데이터베이스 시스템이 지원하는 파일 형식에 의존된다. 이때의 저장포맷은 바이너리인 경우가 많다.
- 데이터 보안기술로 사용되고 있는 것은 parity bit, checksum, CRC(Cyclic Redundancy Code), MAC(Message Authentication Code) 등이 있다.

6.3.3. 전자인식기 매설정보 제출

(1) 전자인식기 매설정보는 발주기관에서 요청하는 전자매체로 제출해야 한다.

정의

❖ 전자인식기 매설정보는 다음 표와 같은 정보가 포함된다.

〈표 6.1〉 전자인식기 매설정보

항 목	설 명	설명	형식(단위)
전자인식기 매설위치		매설 GPS 정보	#####, ##### (미터)
전자인식기 매설깊이		매설 깊이	##### (미터)
전자인식기 매설종류		전자인식기 종류	문자열
전자인식기 매설시점		매설시점	####.##.##.##.## (년.월.일.시:분)
전자인식기 부착시설물구분		부착시설물 종류	문자열
전자인식기 작동보증기간		작동보증기간	##.##.## (년.월.일)
전자인식기 제조사		제조사명	문자열
전자인식기 제품모델명		모델명	문자열
전자인식기 제품모델번호		모델번호	문자열
전자인식기 제조사전화		제조사전화번호	+##-###-####-####
전자인식기 제조사 이메일		제조사 이메일	XXX@XXX.XX

- 전자인식기 매설정보는 발주자, 사용자와 협의 하에 수정 보완할 수 있다.
- 전자매체는 발주자와 사용자가 사용할 수 있는 것이어야 한다.
- 전자매체 형식은 발주자와 협의 하에 수정 보완할 수 있다.

해 설

- 전자매체는 CD, USB, 이메일이 될 수 있다.

6.4. 전기통신관로 정보의 취득 및 활용

6.4.1. 전기통신관로 정보 취득

- (1) 미니 트렌칭으로 통신 및 방송케이블용 관로가 매설된 도로구간에서 굴착공사를 시행하는 자는 굴착공사를 시행하기 전에 관로의 설치 경로와 깊이 정보, 앞서 6.3에서 설치된 전자인식기의 위치 정보를 취득해야 한다.
- (2) 현장 상황에 맞추어 오차를 최소화 할 수 있는 측량 방법을 사용하여 정보를 취득하도록 한다.



해 설

- 전자인식기가 RFID 혹은 자기마커의 경우에는 X,Y,Z 정보를, 추적선의 경우에는 경로 및 깊이 정보를 전기통신관로와 함께 GIS 정보로 취득하여 매핑 할 수 있도록 해야 한다.
- 전기통신관로의 정보를 획득 하는 방법은 토탈스테이션을 이용한 측량, GPS를 이용한 측량 등이 있다.
- 토탈스테이션 : 거리와 연직각 및 수평각을 한번에 관측할 수 있는 장비로서, 이를 이용하여 지형도 등을 작성할 수 있다.
- GPS : GPS 측량은 기본적으로 Static Survey(정지측량), 측량의 생산성을 높이기 위해 고안된 Kinematic Survey(이동측량) 및 Real Time Kinematic Survey(실시간이동측량), 실시간 이동측량 방식에서 기준국과 거리에 비례하여 정확도가 떨어지는 거리의존 오차를 보정하고 광범위한 지역에서도 정밀한 위치를 결정하기 위해 도입된 Virtual Reference Station GPS Survey(가상기준국 방식)이 있다.

6.4.2. 전기통신관로 정보 활용

- (1) 도로굴착공사 시행자는 취득한 전자인식기의 위치 정보를 이용하여 도로굴착 공사를 시행하기 전에 도로노면에 전기통신관로의 위치를 표시하여야 한다.
- (2) 도로굴착공사 시행자는 도로굴착공사를 시행할 때 마이크로/미니 트렌칭으로 매설한 기존 통신 및 방송케이블용 관로가 손상되지 않도록 유의하여야 한다.
- (3) 도로굴착공사 과정에서 기존에 매설된 전기통신관로의 매설위치와 전자인식기의 관로 매설위치 정보가 서로 다른 것으로 나타나는 경우에는 도로관리청에 그 결과를 통보하여야 한다.

해 설

- 전자인식기의 위치 정보를 이용하여 도로굴착공사를 시행하기 전에 도로노면에 전기통신관로의 위치를 표시하는 사례는 다음 그림과 같다.



〈그림 6.1〉 굴착공사 시행전 전기통신관로 매설위치 도로노면 표시 사례

- 도로관리청은 전기통신관로의 매설위치와 전자인식기의 관로 매설위치 정보가 다른 것으로 나타나는 경우에는 관로 관리기관에게 전자인식기 설치정보를 보완하여 제출하도록 할 수 있다.

6.5. 전기통신관로 정보의 관리

- (1) 도로관리청에서는 미니 트렌칭 공법을 사용하여 도로 하부에 시공된 전기통신관로의 유지보수 및 굴착 시 위치를 탐지하고, 주요 시공 정보를 조회할 수 있도록 전기통신관로 정보를 관리하여야 한다.
- (2) 관리하여야 하는 정보는 “6.3.3”에 따라 제출된 정보 전자인식기 매설 정보와 “6.4”에 따라 시공 과정에서 취득된 전기통신관로의 설치 경로와 깊이 정보 등이며, 위치 정보를 기반으로 연동하여 관리하여야 한다.
- (3) 전기통신관로 주요 정보는 유지보수 업무에 효율적으로 활용되고 유관 기관에 제공할 수 있도록 정보시스템으로 관리하여야 한다.



해 설

- 미니 트렌칭 공법을 사용하여 도로 하부에 시공된 전기통신관로의 전자인식기 매설 정보(매설 위치와 매설 깊이)와 주요 시공 정보(설치 경로와 깊이)를 위치 정보와 연동하여 관리함으로써 유지관리 시 그 위치와 시공 정보를 정확히 파악하고 할 수 있다.
- 전기통신관로 주요 정보는 유지보수 업무 현장에서 효율적으로 활용될 수 있도록 모바일 환경에서 활용될 수 있는 정보시스템으로 구성할 수 있다.

통신관로 매설용 미니 트랜칭 시공지침(안)



07

되메움 시공

- 7.1. 일반사항
- 7.2. 시멘트 되메움재
- 7.3. 아스팔트 되메움재
- 7.4. 폴리우레탄 되메움재

7. 되메움 시공

7.1. 일반사항

- (1) 되메움 재료는 관로를 보호하고 도로포장의 구조적 안정성을 확보할 수 있는 것이어야 한다.
- (2) 되메움 재료는 도로 여건에 따라 빠른 교통개방이 가능하도록 강도가 조기에 발현될 수 있어야 한다.
- (3) 미니 트렌칭에서 관로 주변부 되메움 재료는 4MPa이상의 압축강도를 나타내어야 하며, 일반적으로 사용되는 모래는 허용되지 않는다.
- (4) 상부 포장층 되메움 재료는 기존 포장층 재료의 성능과 동등하거나 또는 그 이상을 나타내어야 한다. 단 차량하중이 반복적으로 재하 되는 구간에서는 별도의 기준을 제시한다(7.3, 7.4 참조).
- (5) 트렌칭 단면의 되메움 재료는 다짐이 용이하거나 자가다짐(self-compacting) 성능을 가지는 것이 좋다.
- (6) 되메움 시공에서 두 가지 이상의 재료가 복합적으로 사용될 수 있다.

해 설

- 미니 트렌칭에서 되메움 시공이 도로포장 공용성을 확보하는데 가장 중요한 공정 중에 하나이다.
- 미니 트렌칭에서 적절한 되메움 시공이 이루어지지 않을 경우 아래 그림과 같은 파손이 유발될 수 있다.



<그림 7.1> 마이크로/미니 트렌칭 구간 파손 형태

- 관로의 일부 변형은 통신케이블에 크게 영향을 미치지 않을 수 있으나, 도로포장은 크게 영향을 받는다. 차량의 반복하중에 의해 관로의 영구변형이 발생할 경우 궁극적으로 그에 상응하는 변형만큼 포장에 침하가 발생할 수 있다.
- 일반적인 굴착복구공사에서는 임시포장을 한 후 충분한 침하가 발생되었다고 판단된 시점에서 재포장공사를 하는데, 미니 트렌칭은 되메움 작업 이후 추가적인 재포장공사를 수행하지 않기 때문에 포장의 침하를 허용하지 않는다.
- 이에 본 지침에서는 관로 주변부의 되메움 재료가 4MPa 이상의 압축강도를 나타낼 수 있도록 규정하였다. 이를 통해 궁극적으로 관로 변형을 최소화 하고 포장체의 변형과 침하를 막고자 하였다.
- 마이크로/미니 트렌칭 단면의 경우 굴착 폭이 작기 때문에 되메움 시공 시 다짐 작업이 충분히 이루어지기 어렵다. 이에 되메움 시공 시 가능한 다짐이 용이한 재료 또는 자가다짐 성능을 나타내는 재료를 사용하는 것이 바람직하다.

7.2. 시멘트 되메움재

7.2.1. 적용범위 및 재료 기준

- (1) 시멘트 모르타르는 관로 주변부 되메움 재료로 적용될 수 있으며, 시멘트계 모르타르의 기준은 아래와 같다.
- 시멘트 모르타르의 구성재료는 KS 기준을 만족해야 한다.
 - 시멘트 모르타르는 고유동성 확보를 통해 자가다짐성을 확보해야 하며, 슬럼프 플로우가 500mm 이상을 나타내어야 한다.
 - 관로 주변부 되메움용 시멘트 모르타르는 압축강도 4MPa 이상, 건조수축 0.05% 이하를 나타내어야 한다.
 - 관 상단에서 시멘트 모르타르층 상단까지의 거리가 10cm 이상을 나타내어야 한다.
- (2) 시멘트 모르타르는 관로 주변부 되메움 재료로 적용될 수 있으며, 시멘트계 모르타르의 기준은 아래와 같다.
- 시멘트 모르타르의 구성재료는 KS 기준을 만족해야 한다.
 - 최대 굵은 골재 크기는 굴착 폭의 1/3 이하로 해야 한다.
 - 콘크리트 압축강도는 재령 28일에 30MPa 이상을 나타내어야 한다.
 - 콘크리트 접착강도는 1.4MPa 이상을 나타내어야 한다.
 - 염소이온침투저항성은 2,000 쿨롱 이하를 나타내어야 한다.
 - 빠른 교통개방을 요구할 경우 속경성 혼화재를 사용하여 초결(initial setting)을 1시간 이내로 할 수 있어야 한다. 콘크리트의 경우 타설 후 4시간 이내에 압축강도 21MPa 이상을 나타내어야 한다.



해 설

- 관로 주변부 되메움재용으로 시멘트 모르타르를 사용할 수 있다. 시멘트 모르타르는 5mm이하의 골재를 사용하고, 시멘트 모르타르의 결합재는 포틀랜드 시멘트, 플라이애시, 고로슬래그 등이 있다.
- 관로 주변부 되메움 시 별도의 다짐공정 없이 균질하게 혼합물이 채워지고 계면

부에 공동(void)이 발생하지 않도록 시멘트 모르타르는 자가다짐성능을 확보하는 것이 중요하다. 이에 본 지침에서는 시멘트 모르타르의 슬럼프 플로우를 500mm 이상으로 규정하였다.

- 관로 주변부 되메움 재료는 기포제 또는 경량재를 혼합하여 저밀도 특성을 나타낼 수 있다. 이는 자중을 줄이고 주변 지반의 밀도와 유사하게 하여 지반의 안정성을 확보하기 위함이다.
- 관로 보호 및 되메움 재료의 성능 확보를 위해 관 상단에서 시멘트 모르타르층 상단까지의 거리를 10cm 이상으로 규정하였다.
- 시멘트 콘크리트포장에 마이크로/미니 트렌칭을 적용할 경우 되메움재료는 기존 콘크리트와 유사한 강도를 확보해야 하며, 신구계면에서의 충분한 부착성능을 확보해야 한다. 또한 외부로부터 물과 염화물의 침투를 최소화해야 한다. 이에 본 지침에서는 콘크리트 슬래브층 되메움 시 콘크리트의 압축강도, 접착강도, 염소이온침투저항성에 대한 기준값을 제시하였다.

7.2.2. 생산 및 시공

(1) (아스팔트 포장) 관로 주변부 되메움용 시멘트 모르타르

- 시공물량이 적은 경우 현장용 믹서를 이용하여 재료를 생산할 수 있다.
- 시공물량이 많은 경우 배치플랜트에서 베이스 모르타르(base mortar)를 생산하고, 현장에서 첨가제 혼입을 통해 개조할 수 있다.
- 혼합물을 트렌칭 단면에 포설한 후 별도의 다짐작업을 하지 않으며 마감작업을 통해 면마무리를 할 수 있다.
- 시멘트 모르타르가 초결에 도달하면, 다음 공정을 진행할 수 있다.

(2) (콘크리트 포장) 콘크리트 슬래브층 되메움용 콘크리트

- 개질재를 사용하거나 속경형 시멘트를 사용하는 경우 레미콘 플랜트에서 생산이 어려우며, 모바일 믹서로 생산하는 것이 바람직하다.
- 되메움용 콘크리트 포설 후 다짐작업을 할 수 있으며, 봉다짐과 진동다짐 모두 가능하다.
- 콘크리트 마감 후 표면에 물기가 없어진 시점에서 양생제를 살포해야 한다.
- 콘크리트의 압축강도가 21MPa 이상을 나타내면 교통개방이 가능하다.



□ 배치플랜트

- 플랜트에서 혼합설비 가운데 계량, 배합, 혼합을 배치식으로 시행하는 것을 배치 플랜트(batch plant)라고 한다.
- 배치플랜트는 「레미콘아스콘 품질관리지침(국토해양부, 2012)」에 맞게 혼합물 생산이 이루어져야 한다.

□ 현장용 믹서

- 믹서의 용량은 0.3m³/batch 이상이어야 하고, 90초 이내에 충분한 혼합이 될 수 있도록 교반기 날개가 배치되어 있고, 믹서의 회전속도는 70rpm를 유지하여야 한다.
- 장비 자체적으로 혼합, 배출이 가능하여야 한다.
- 원재료의 투입이 용이하도록 투입구가 충분히 커야 하고, 신속한 배출이 될 수 있도록 배출구가 크고 개폐에 따른 혼합물의 누출이 없어야 한다.

□ 모바일 믹서

- 장비 자체적으로 혼합·배출이 가능하고, 시멘트 콘크리트를 4.5m³이상 생산하기에 충분한 양의 재료를 실을 수 있어야 한다.
- 믹서에 투입되고 있는 시멘트량을 측정할 수 있고, 사용된 시멘트량을 출력하거나 확인할 수 있는 기록계가 장착되어 있어야 한다.
- 믹서에 투입되는 배합수와 혼화재의 양을 조정할 수 있는 장치, 배합수의 양을 나타내는 유량계 및 골재의 표면수 보정을 쉽게 할 수 있는 조절밸브 장치가 있어야 한다.
- 설정한 혼합물의 모든 재료가 일정하고 자동적으로 공급·혼합될 수 있도록 눈금 조정이 가능하여야 하고, 혼합물을 마무리장비의 전면에 슈트를 통하여 직접 포설할 수 있는 장비이어야 한다.
- 포장될 교면의 전폭을 적실 수 있는 살수 장치가 있어야 한다.
- 책임기술자는 필요시 투입재료의 계량기에 대한 보정을 다시 할 수 있다.

□ 재료 계량 오차

- 재료의 계량은 자동화 장비에 의해서 배치단위로 실시해야 하며, 시멘트 콘크리트 재료의 계량 허용 오차는 <표 7.1>에 제시되어 있다. 자동 계량 장비는 정기적으로 점검해야 하며, 이상이 있을 시는 즉시 교체해야 한다.

<표 7.1> 시멘트 콘크리트 재료의 계량 허용오차

재료의 종류	측정 단위	1회 계량 분량의 한계 오차 (%)
시멘트	질량	-1%, +2%
골재	질량	± 3%
물	질량 또는 부피	-2%, +1%
혼화재	질량	±2%
혼화제	질량 또는 부피	±3%

7.3. 아스팔트 되메움재

7.3.1. 적용범위 및 재료 기준

- (1) 아스팔트 되메움재는 트렌칭 위치에 따라 차량하중이 재하되는 위치와 재하되지 않는 위치로 구분하여 재료 규격을 달리한다.
- (2) 차량하중이 재하되지 않는 위치의 경우 아스팔트 되메움재의 기준은 아래와 같다.
 - 최대 굽은 골재 크기는 「굴착 폭×0.4 이하」로 결정되어야 한다.
 - 아스팔트 바인더는 공용성 등급 PG64-22 이상을 사용해야 한다.
 - 아스팔트 콘크리트 시공지침(국토교통부, 2017』에 제시된 밀입도 아스팔트 혼합물, 내유동 아스팔트 혼합물, SMA(stone mastic asphalt) 혼합물 적용이 가능하며, 해당 지침의 기준을 따른다.
- (3) 교차로와 같이 차량하중이 재하되는 위치의 경우 아스팔트 되메움재의 기준은 아래와 같다.
 - 최대 굽은 골재 크기는 「굴착 폭×0.4 이하」로 결정되어야 한다.
 - 아스팔트 되메움재의 간접인장강도 0.8MPa 이상을 나타내어야 한다.
 - 아스팔트 되메움재는 다짐하지 않고 자가다짐(self-compaction)을 통하여 공극률이 최대 1%이내가 되어야 하며, 표층에서의 변형 발생 최소화하기 위해 동적안정도가 최소 2,000cycle/mm를 나타내고 소성변형이 5mm이하여야 한다.
 - 아스팔트 되메움재 하부가 시멘트계 재료와 같이 이질적인 재료가 사용될 경우에는 접착재를 사용하여 일체화시켜야 한다.
 - 도로노면으로부터 최대 10cm깊이(포장두께)까지 적용할 수 있다.
 - 아스팔트 되메움재를 표층으로 사용할 경우에는 표면의 마찰력을 증가시키기 위해 세골재를 이용하여 포설 및 마감해야 한다.
- (4) 일반적으로 아스팔트 되메움재의 교통개방은 시공 후 24시간 이후에 교통개방을 할 수 있으나 부득이한 경우 표면 온도가 40℃ 이하일 때 교통개방을 한다. 다만, 여름철 등에 대기온도가 높아 포장온도가 기준 이하로 낮아지지 않으면 감독자의 승인을 얻어 50℃ 이하에서 교통개방한다.



□ 아스팔트 되메움재 규격 구분

- 트렌칭 단면에서 차량하중이 재하되지 않는 위치(L형 측구 끝단 등)와 차량하중이 재하되는 위치(교차로 등) 각각에 대해 아스팔트 되메움재 규격을 달리하였다. 이는 미니 트렌칭이 적용된 국외 사례를 보면 대부분 교차로 부분에서 되메움재의 파손이 많았으며, 이에 본 지침에서는 차량하중이 재하되는 위치의 되메움재 규격을 강화한 것이다.

□ (L형 측구 끝단부, 차량하중이 재하되지 않는 구간) 아스팔트 되메움재 규격

- 본 구간에는 일반적인 밀입도 아스팔트 혼합물을 적용할 수 있다. 그러나 트렌칭 단면의 파손 위험이 우려될 경우 내유동 아스팔트 혼합물 또는 SMA 혼합물을 적용할 수 있다.

□ (교차로, 차량하중이 재하되는 구간) 아스팔트 되메움재 규격

- 표층용 되메움재 아스팔트 혼합물의 골재비율은 굵은 골재(10mm 이상)가 90% 이상으로 사용하며, 골재와 골재 맞물림에 의해 구조적 안정성을 가져야 한다. 이때 발생하는 공동은 매스틱(아스팔트 바인더 + 잔골재)으로 채워 공동이 1% 이하로 확보해야 하며, 아스팔트 바인더의 PG 등급은 76-22 이상의 등급을 사용해야 한다.
- 표층용으로 사용되는 아스팔트 되메움재는 다짐공정 없이 균질하게 혼합물이 채워지고 계면부 및 내부에 공동(void)이 최대 1% 이내로 발생되도록 자가다짐 성능을 확보하는 것이 중요하다. 다만, 자가다짐 성능을 확보할 수 없을 경우에는 공동 발생률이 최대 2% 이내여야 한다.
- 표층용 아스팔트 되메움재료는 표면으로부터 최대 10cm까지 사용할 수 있으며, 소성변형의 저항성을 확보하기 위하여 동적안정도는 최소 2,000cycle/mm 및 소성변형 5mm 이하여야 한다.

7.3.2. 생산 및 시공

- (1) 트렌칭 단면부(포장면)에 이물질이 존재하지 않아야 하며, 되메움재 포설 전 텍코팅재 살포를 통해 계면에 충분한 부착성능을 확보할 수 있게 해야 한다.
- (2) 밀입도 아스팔트 혼합물은 배치플랜트 또는 모바일믹서에서 생산가능하며, 배치플랜트에서 생산하여 덤프트럭으로 혼합물을 이동할 경우현장에서 온도 관리가 철저히 이루어져야 한다. 또한 공극률 확보를 위한 다짐관리 대책이 마련되어야 한다.
- (3) 자가다짐 아스팔트 되메움 혼합물은 가열이 가능한 현장 믹서를 이용하여 재료를 생산하여야 하며, 시공물량이 많은 경우 대용량 모바일 믹서를 사용할 수 있다.
- (4) 자가다짐 아스팔트 되메움 혼합물은 트렌칭 단면에 포설한 후 별도의 다짐작업을 하지 않으며 세골재를 이용한 마감작업을 통해 면마무리를 할 수 있다.
- (5) 아스팔트 되메움 혼합물의 온도가 40℃이하가 교통개방이 가능하며, 감독 승인하에 50℃ 이하에서 교통개방이 가능하다.



해 설

□ 배치플랜트

- 믹서의 용량은 0.3m³/batch 이상이어야 하고, 골재 가열 온도가 최소 160℃이상이므로 혼합이 될 수 있도록 가열 장치가 있어야 하며, 믹서의 회전속도는 조절이 가능해야 한다.
- 장비 자체적으로 혼합, 배출이 가능하여야 한다.
- 원재료의 투입이 용이하도록 투입구가 충분히 커야 하고, 신속한 배출이 될 수 있도록 배출구가 크고 개폐에 따른 혼합물의 누출이 없어야 한다.

□ 모바일 믹서

- 장비 자체적으로 혼합 · 배출이 가능하고, 혼합물을 4.5m³이상 생산하기에 충분한 양의 재료를 실을 수 있어야 한다.

- 믹서에 투입되고 있는 골재 및 바인더량, 온도를 측정할 수 있어야 하고 사용된 골재 및 바인더량, 온도는 출력하거나 확인할 수 있는 기록계가 장착되어 있어야 한다.
- 믹서에 투입되는 골재, 바인더의 양을 나타내는 유량계 및 온도를 쉽게 조절할 수 있는 조절밸브 및 장치가 있어야 한다.
- 설정한 혼합물의 모든 재료가 일정하고 자동적으로 공급·혼합될 수 있도록 눈금 조정이 가능하여야 하고, 혼합물을 마무리장비의 전면에 슈트를 통하여 직접 포설할 수 있는 장비이어야 한다.
- 책임기술자는 필요시 투입재료의 계량기에 대한 보정을 다시 할 수 있다.

□ 아스팔트 바인더 가열 장치

- 장비 자체적으로 가열이 가능하고, 혼합물을 4.5m³/batch이상 생산하기에 충분한 양의 재료를 미리 가열하고 보관할 수 있어야 한다.
- 믹서에 투입되고 있는 바인더량 및 온도를 측정할 수 있고, 사용된 바인더량 및 온도를 출력하거나 확인할 수 있는 기록계가 장착되어 있어야 한다.
- 믹서에 투입되는 바인더의 양을 나타내는 유량계 및 온도를 쉽게 조절할 수 있는 조절밸브 및 장치가 있어야 한다.

□ 재료 계량 오차

- 재료의 계량은 자동화 장비에 의해서 배치단위로 실시해야 하며, 아스팔트 되메움 재료의 계량 허용 오차는 <표 7.2>에 제시되어 있다. 자동 계량 장비는 정기적으로 점검해야 하며, 이상이 있을 시는 즉시 교체해야 한다.

<표 7.2> 아스팔트 되메움 혼합물 재료의 계량 허용오차

재료의 종류	측정 단위	1회 계량 분량의 한계 오차 (%)
아스팔트 바인더	질량	-1%, +2%
골재	질량	± 3%

□ 밀입도 아스팔트 혼합물 제조 및 되메움 시공

- 국토교통부(2016) 「아스팔트 포장 시공지침」에 준하여 혼합물 생산 및 시공이 이루어져야 한다.
- 미니 트렌칭의 경우 시공물량이 작아서 생산된 혼합물이 오랜 시간 대기하는 상황이 발생할 수 있으며, 굴착폭이 작기 때문에 혼합물의 적절한 다짐밀도 확보가 어려울 수 있다. 이에 시공 전 공사품질담당자는 혼합물의 온도관리와 다짐관리 방안을 별도로 마련해야 한다.

□ 자가다짐 아스팔트 혼합물 제조 및 되메움 시공

- 아스팔트 되메움용 아스팔트 바인더를 아스팔트 바인더 가열 장치에 넣고 아스팔트 바인더 종류에 따라 가열 온도를 설정하고 교반하여 녹인다.
- 골재는 혼합 믹서를 사용하여 170℃ ~ 190℃까지 가열한 후, 먼저 가열 교반한 아스팔트 바인더를 주입하여 골재 표면을 피막한다. 이때 사용되는 아스팔트 바인더의 양은 총 바인더 사용량의 10% 이내로 사용한다.
- 피막된 골재를 마이크로/미니 트렌칭 단면에 포설하고 골재와 골재 사이의 맞물림(interlocking) 및 구조적 안전성을 확보하기 위해 핸드 다짐봉으로 다진다. 이때 다짐은 약 30cm 높이에서 자유낙하하며 다지며, 동일한 위치에서 최대 2회까지 다진다.
- 다져진 골재 사이로 가열된 아스팔트 바인더를 주입하여 공동을 채우고 표면 온도가 70℃이하가 될 때까지 냉각시킨다.
- 냉각이 완료된 이후에 2mm 이하의 잔골재와 아스팔트 바인더를 믹서기에 넣고 혼합하고 시공된 아스팔트 되메움 혼합물 상부에 최대 3mm가 될 때까지 포설한 후에 마감한다.



〈그림 7.2〉 자가다짐 아스팔트 되메움재 적용(예)

7.4. 폴리우레탄 되메움재

7.4.1. 적용범위 및 재료 기준

- (1) 폴리우레탄 모르타르는 관로 주변부 되메움 재료로 적용될 수 있으며, 폴리우레탄계 모르타르의 기준은 아래와 같다.
 - 폴리우레탄계 모르타르의 구성재료는 KS 기준을 만족해야 한다.
 - 폴리우레탄계 모르타르는 고유동성 확보를 통해 자가다짐성을 확보해야 한다.
 - 폴리우레탄 되메움재는 다짐하지 않고 자가다짐(self-compaction)을 통하여 공극률이 최대 1%이내가 되어야 한다.
 - 관 상단에서 폴리우레탄계 모르타르층 상단까지의 거리가 10cm 이상을 나타내어야 한다.
- (2) 폴리우레탄 되메움제를 표층용으로 사용할 때의 기준은 아래와 같다.
 - 최대 굵은 골재 크기는 굴착 폭의 0.4배가 넘지 않도록 한다.
 - 폴리우레탄 되메움재의 간접인장강도 2.0MPa 이상을 나타내어야 한다.
 - 폴리우레탄 되메움재의 터프니스는 25,000 N·mm 이상을 나타내어야 한다.
- (3) 빠른 교통개방을 요구할 경우 2액형 바인더의 조성을 조절하여 교통개방을 1시간 이내로 할 수 있어야 한다.

해 설

- 관로 주변부 되메움재용으로 폴리우레탄계 모르타르를 사용할 수 있다. 폴리우레탄계 모르타르는 5mm이하의 골재를 사용하고, 폴리우레탄 바인더는 상온경화 2액형 바인더 등이 있다.
- 터프니스(Toughness)는 KS F 2382의 간접 인장강도 시험시 하중-변위 곡선의 하부면적을 산출한 값으로서 이때, 파괴시 변위량은 재하하중이 최대치에 이르는 시점을 뜻한다.
- 관로 주변부 되메움 시 별도의 다짐공정 없이 균질하게 혼합물이 채워지고 계면부에 공동(void)이 발생하지 않도록 폴리우레탄계 모르타르는 자가다짐성능을 확보하는 것이 중요하다.
- 관로 보호 및 되메움 재료의 성능 확보를 위해 관 상단에서 폴리우레탄계 모르타르층 상단까지의 거리를 10cm 이상으로 규정하였다.

7.4.2. 생산 및 시공

- (1) 트렌칭 단면부(포장면)에 이물질이 존재하지 않아야 하며, 되메움재 포설 전 폴리우레탄 바인더를 도포하여 계면에 충분한 부착성능을 확보 할 수 있게 해야 한다.
- (2) 시공물량이 적은 경우 현장용 믹서를 이용하여 재료를 생산할 수 있다.
- (3) 혼합물을 트렌칭 단면에 포설한 후 별도의 다짐작업을 하지 않으며 마감작업을 통해 면마무리를 할 수 있다.
- (4) 폴리우레탄계 모르타르가 초결에 도달하고, 혼합물의 압축강도가 21MPa 이상을 나타내면 교통개방이 가능하다.



해 설

□ 현장용 믹서

- 믹서의 용량은 $0.3\text{m}^3/\text{batch}$ 이상이어야 하고, 90초 이내에 충분한 혼합이 될 수 있도록 교반기 날개가 배치되어 있고, 믹서의 회전속도는 70rpm를 유지하여야 한다.
- 장비 자체적으로 혼합, 배출이 가능하여야 한다.
- 원재료의 투입이 용이하도록 투입구가 충분히 커야 하고, 신속한 배출이 될 수 있도록 배출구가 크고 개폐에 따른 혼합물의 누출이 없어야 한다.

□ 모바일 믹서

- 장비 자체적으로 혼합·배출이 가능하고, 혼합물을 4.5m^3 이상 생산하기에 충분한 양의 재료를 실을 수 있어야 한다.
- 믹서에 투입되고 있는 바인더량을 측정할 수 있고, 사용된 바인더량을 출력하거나 확인할 수 있는 기록계가 장착되어 있어야 한다.
- 믹서에 투입되는 바인더의 양을 나타내는 유량계 및 이를 쉽게 할 수 있는 조절 밸브 장치가 있어야 한다.
- 설정한 혼합물의 모든 재료가 일정하고 자동적으로 공급·혼합될 수 있도록 눈금 조정이 가능하여야 하고, 혼합물을 마무리장비의 전면에서 슈트를 통하여 직접 포설할 수 있는 장비이어야 한다.

- 책임기술자는 필요시 투입재료의 계량기에 대한 보정을 다시 할 수 있다.

□ 재료 계량 오차

- 재료의 계량은 자동화 장비에 의해서 배치단위로 실시해야 하며, 폴리우레탄 모르타르 재료의 계량 허용 오차는 <표 7.3>에 제시되어 있다. 자동 계량 장비는 정기적으로 점검해야 하며, 이상이 있을 시는 즉시 교체해야 한다.

<표 7.3> 폴리우레탄 혼합물 재료의 계량 허용오차

재료의 종류	측정 단위	1회 계량 분량의 한계 오차 (%)
폴리우레탄바인더	질량	-1%, +2%
골재	질량	± 3%

통신관로 매설용 미니 트랜칭 시공지침(안)



08

품질관리 및 보수방법

8.1. 품질관리

8.2. 유지보수 공법

8. 품질관리 및 보수방법

8.1. 품질관리

8.1.1. 일반사항

- (1) 미니 트렌칭 공법에 대한 품질관리는 사용 자재에 대한 선정시험과 굴착 및 복구 시공과정에 대한 관리로 나누어진다.
- (2) 전기통신관, 되메움재, 전자인식기 등의 자재는 선정시험결과를 공급원 승인 자에게 제출하여 공급원 승인을 받아야 한다.
- (3) 선정시험은 실시단계에 따라 시공자, 감독자가 참여하며, 모든 공사용 자재가 시방서 및 지침의 품질 조건에 적합여부를 확인하여야 한다.
- (4) 되메움재 관리시험은 생산, 시공과정, 시공 후 시공자, 감독자 책임으로 혼합물 납품업체와 시공업체가 협력하여 실시하며, 시험결과를 발주자에게 보고하여야 한다.
- (5) 품질관리를 위한 시험은 품질검사 전문기관에 의뢰하여 실시한다. 이 경우 감독자가 계약상대자(납품업체)와 동행하여야 한다.

8.1.2. 되메움재 관리 시험

- (1) 되메움재는 1일 1회 이상 샘플을 채취하여 관련 기준 만족여부를 평가하여야 한다.

8.1.3. 검사

- (1) 검사자는 감독자의 입회하에 마이크로/미니 트렌칭 시공이 완료된 구간에 육안으로 노면상태를 평가해야 한다.
- (2) 미니 트렌칭 시공이 완료된 단면은 기존 도로포장단면 보다 0~2mm 정도 높아야 하며, 반드시 기존 도로포장단면 보다 낮아서는 안 된다.

- (3) 복구된 단면부의 되메움재는 재료분리가 발생하지 않아야 하며, 기존 포장부와의 계면에 벌어짐이 없이 부착되어 있어야 한다.
- (4) 검사자는 감독자의 입회하에 시공 완료된 구간에서 임으로 최소한 3개소에 코어를 3개씩 채취하여 되메움재 적합성 여부 및 품질관리 결과와 비교하여야 한다.
- (5) 검사결과가 품질기준에 적합하지 않거나, 품질관리 결과와 10% 이상 차이가 있으면 전 구간에 대한 정밀검사를 해야 한다. 이를 통해 재시공 및 보수 여부를 결정해야 한다.

8.2. 유지보수 공법

8.2.1. 일반사항

- (1) 아스팔트 포장에 발생하는 다양한 종류의 포장 파손을 보수하기 위하여 많은 종류의 유지보수공법이 사용되고 있다. 아스팔트 포장의 파손 유형에 따라 대표적으로 사용되고 있는 보수 공법은 소파보수, 균열 실링, 슬러리실, 마이크로서페이싱, 덧씌우기 등이 있으며, 현장별 특성을 고려하여 공법을 선택해야 한다.
- (2) 트렌칭 시공단면에 일부 부분적인 파손이 발생할 경우 소파보수 및 균열실링을 수행할 수 있다.
- (3) 트렌칭 시공단면에 균열을 30% 이상(계면부 벌어짐 포함) 또는 소성변형 15mm 이상(단차 포함)일 경우 슬러리실, 마이크로서페이싱, 덧씌우기 방법으로 보수가 이루어져야 하며, 특히 트렌칭 단면을 포함하여 1개 차로 폭으로 보수 시공이 이루어져야 한다.

8.2.2. 슬러리실

- (1) 유화 아스팔트, 잔골재, 석분과 적당량의 물을 가한 혼합물(이를 슬러리라 함)을 특수 트럭에 상차되어있는 연속 혼합기에서 혼합하여 스프레더 박스(Spreader box)에 공급하고 이 슬러리를 얇은 층으로 노면에 도포하는 공법이다.

- (2) 스프레더 박스 뒤쪽에 고무 스퀴지(Squeegee)가 장착되어 있어 슬러리실 포설 두께를 조절할 수 있으며, 포설두께는 사용하는 최대골재크기에 따라 6~12mm 정도이다.
- (3) 상온 혼합 방식의 표면 처리이므로 상온에서 시공할 수 있으며, 교통량이 많지 않고 특히 중차량의 통행이 적은 곳에 적합하며, 또한 곡선부가 많지 않은 곳에 적용하는 것이 좋다.



해 설

- 이 공법은 다짐 작업이 필요치 않은 이점이 있고, 비교적 균일하면서 치밀한 혼합물을 만들 수 있어 미세 균열과 표면이 미끄럽게 된 경우의 보수에 적합하다.
- 슬러리실은 다음 절차에 따라 보수를 실시한다.
 - ① 기존 포장면의 정리 : 기존 포장면을 공기압으로 깨끗이 청소한다. 특히 노면에 붙어 있는 흙이나 레이탄스(시멘트 미립분) 등의 이물질은 고압 살수기를 이용하여 제거한다. 포트홀 및 라벨링 등의 파손은 긴급 보수를 실시하여 기존 포장체의 면과 동일하게 유지하며, 균열이 발생한 부분은 균열 실링 보수를 실시한다. 또한 맨홀 등은 포설 전에 미리 종이 또는 념마로 막는다.
 - ② 텍코우트 : 텍코우트에 사용하는 커트백 아스팔트는 RC-0, RC-1 또는 RS(C)-4로 하며, KS M 2202 또는 KS M 2203의 규격에 합격한 것이어야 한다. 물과 아스팔트 유제의 배합비는 3 : 1의 비율로 섞어 디스트리뷰터로 0.15~0.35 l / m² 정도 살포한다.
 - ③ 시험 포설 : 시공에 앞서 장비의 작동 상태, 혼합물의 배합비, 포설 상태 등을 점검하기 위해 시험 포설을 한다. 시험 포설은 약 100m 정도로 실시하며 포설된 노면의 상태, 혼합물의 상태 등을 점검하고 배합비를 조정한다.
 - ④ 포설 : 포설 속도는 혼합물의 양 및 포설 두께에 따라 조절하며, 포설 중에 혼합기에 추가로 골재나 물 등을 첨가하여서는 안 된다. 포설은 가능하면 직선이 되도록 시공하며, 급경사 구간이나 편경사 구간에서는 혼합물이 흘러내리지 않도록 혼합물의 배합비 조정, 포설량의 가감 등을 적절히 해야 하며 가능하면 낮은 곳에서 높은 곳으로 포설한다. 포설을 2층 이상 하는 경우, 첫 번째 포설 후 최소한 24시간 동안 교통을 개방시킨 후 포설면을 청소하고 두 번째 포설을 한다.

- ⑤ 시공 줄눈 처리 : 종방향으로 혼합물을 포설할 때 각 포설면은 최소 10cm 이상 겹치도록 하며, 한 차로 포설 후 1~2시간 경과한 후 다음 차로 포설을 실시한다.

8.2.3. 마이크로 서페이싱(Micro Surfacing)

- (1) 마이크로 서페이싱은 미네랄 골재, 미네랄 필러, 물과 기타 첨가제를 믹스한 폴리머계 아스팔트 혼합물로 습기, 태양, 표면온도 등에 관계없이 화학작용에 의한 공법이므로, 야간공사 및 습기가 많은 해안지역에도 시공이 가능하다.
- (2) 마이크로 서페이싱 공법은 시공 후 한 시간 이내로 교통개방이 가능한 장점이 있어 교통차단을 최소화 할 수 있다.

 해 설

- 마이크로 서페이싱은 다음 절차에 따라 보수를 실시한다.
 - ① 기존 포장면의 정리 : 기존 포장면을 공기압으로 깨끗이 청소한다. 특히 노면에 붙어 있는 흙이나 레이탄스 등의 이물질은 고압 살수기를 이용하여 제거한다. 포트홀 및 라벨링 등의 파손은 긴급 보수를 실시하여 기존 포장체의 면과 동일하게 유지하며, 균열이 발생한 부분은 균열 실링 보수를 실시한다. 또한 맨홀 등은 포설 전에 미리 종이 또는 널마로 막는다.
 - ② 시험 포설 : 시공에 앞서 장비의 작동 상태, 혼합물의 배합비, 포설 상태 등을 점검하기 위해 시험 포설을 한다. 시험 포설은 약 100m 정도로 실시하며 포설된 노면의 상태, 혼합물의 상태 등을 점검하고 배합비를 조정한다.
 - ③ 포설 : 포설 속도는 혼합물의 양 및 포설 두께에 따라 조절하며, 포설 중에 혼합기에 추가로 골재나 물 등을 첨가하여서는 안 된다. 포설은 가능하면 직선이 되도록 시공하며, 급경사 구간이나 편경사 구간에서는 혼합물이 흘러내리지 않도록 혼합물의 배합비 조정, 포설량의 가감 등을 적절히 해야 하며 가능하면 낮은 곳에서 높은 곳으로 포설한다. 포설을 2층 이상 하는 경우, 첫 번째 포설 후 최소한 24시간 동안 교통을 개방시킨 후 포설면을 청소하고 두 번째 포설을 한다.

- ④ 시공 줄눈 처리 : 종방향으로 혼합물을 포설할 때 각 포설면은 최소 10cm 이상 겹치도록 하며, 한 차로 포설 후 1~2시간 경과한 후 다음 차로 포설을 실시한다.

8.2.4. 덧씌우기

1) 일반사항

- (1) 이 지침은 기존 아스팔트 콘크리트 포장의 덧씌우기에 적용한다.
- (2) 덧씌우기는 기존 포장의 구조적 능력을 보완하는 것 외에 노면의 마모, 노화 및 평탄성 개선, 균열을 통해 빗물이 침투하는 것을 방지하는 목적도 있다.
- (3) 덧씌우기 두께는 『도로포장 유지보수 실무편람(2012)』에 따라 결정하며, 아스팔트 혼합물의 공칭최대크기의 2.5 배 이상이어야 한다.
- (4) 구조물이나 기존 포장면과의 단차 등의 문제로 덧씌우기 공법을 채택하기 어려울 경우에는 절삭 덧씌우기, 재포장, 현장표층재활용공법 등을 검토하여야 한다.

2) 재료

- (1) 덧씌우기 포장 재료는 가열 또는 증온 아스팔트 혼합물, 가열 또는 증온 재활용 아스팔트 혼합물을 사용한다.
- (2) 아스팔트 혼합물 사용시 『아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침(2017)』제3장 관련 기준을 만족하여야 한다.

3) 시공장비

- (1) 시공장비는 『아스팔트 콘크리트 시공 지침(2017)』제4장 제3절의 기준에 적합하여야 한다.

4) 시공

(1) 덧씌우기의 시공 순서는 다음과 같다.

- ① 노면에 발생한 부분적인 파손 부분은 그 파손 상황에 따라 균열 실링이나 소규모 유지보수 등의 처리를 하여야 한다.
- ② 기존 포장면을 깨끗하게 청소하여 진흙 등의 먼지를 제거한다.
- ③ 부분적인 요철이 있는 곳은 아스팔트 혼합물 등으로 채워 노면을 평탄하게 한다. 이 작업을 아스팔트 조절층이라고도 한다. 조절층은 기존 포장면의 오목 부분을 아스팔트 혼합물로 채우거나 전반적인 요철을 제거하기 위하여 얇은 혼합물 층을 포설하는 것으로 두께 결정에는 반영하지 않는다.
- ④ 제4장 5.3에 따라 택 코트를 실시한다. 다만, 유화 아스팔트는 RS(C)-4 또는 빠른 경화가 가능한 재료를 사용한다. 택코트량이 적으면 포장의 접착력이 낮아 조기파손이 발생할 수 있고 과다하면 덧씌우기 후 상부로 아스팔트가 역 침투하여 블리딩이나 요철이 생길 수 있으므로 살포량에 주의하여 고르게 살포하여야 한다.
- ⑤ 덧씌우기층을 『아스팔트 콘크리트 시공 지침(2017)』제4장 제5절에 준하여 포설 및 다짐한다. 일반 아스팔트 포장과 같은 포설 방법을 적용하며, 새로운 재료 또는 신공법을 이용할 경우에는 감독자 및 계약상대자(납품업체)와 협의하여 포설을 실시하도록 한다.

5) 교통개방

(1) 아스팔트 콘크리트 포장의 표면온도가 40℃ 이하일 경우에 교통을 개방한다. 다만 감독자의 승인을 얻은 경우에는 50℃ 이하에서도 교통개방을 한다.

8.2.5. 절삭 덧씌우기

1) 일반사항

- (1) 이 지침은 기존 아스팔트 콘크리트 포장의 덧씌우기에 적용한다.
- (2) 절삭 덧씌우기는 포장 표층부의 파손이 심하거나 연석, 중앙분리대 등의 기존 구조물 때문에 일반 덧씌우기가 어려울 경우 적용한다.
- (3) 절삭 두께는 소성변형 또는 균열 깊이 및 기존 포장층의 두께를 고려하여 결정한다.
- (4) 절삭 가능 두께의 하부층에 파손이 있으면 재포장하거나 덧씌우기 포장 두께를 증가시켜야 한다.
- (5) 교면포장의 절삭 덧씌우기는 본 지침의 교면포장 관련 기준에 따른다.

2) 재료

- (1) 덧씌우기 포장 재료는 가열 또는 중온 아스팔트 혼합물, 가열 또는 중온 재활용 아스팔트 혼합물을 사용한다.
- (2) 아스팔트 혼합물 사용시 『아스팔트 콘크리트 시공 지침(2017)』의 제3장 관련 기준을 만족하여야 한다.

3) 시공장비

- (1) 시공장비는 『아스팔트 콘크리트 시공 지침(2017)』의 제4장 제3절의 기준에 적합하여야 한다.
- (2) 상온 절삭장비는 차륜식이어야 하며 계획된 절삭폭을 지정된 깊이까지 절삭할 수 있어야 한다.
- (3) 노면 청소장비는 절삭 후 노면의 잔류물을 깨끗하게 청소할 수 있어야 하며, 공기압 또는 브러쉬를 장착한 로우더 등을 사용할 수 있다.

4) 시공

(1) 절삭 덧씌우기의 시공 순서는 다음과 같다.

- ① 상온 절삭장비를 이용하여 사전에 결정된 절삭두께로 절삭한다.
- ② 노면 청소장비로 포장면에 뜯돌이나 이물질 등의 잔류물이 없도록 깨끗하게 청소하여야 한다.
- ③ 『아스팔트 콘크리트 시공 시침(2017)』의제4장 5.3에 따라 텍 코트를 실시한다. 다만, 유화 아스팔트는 RS(C)-4 또는 빠른 경화가 가능한 재료를 사용한다. 텍코트량이 적으면 포장의 접착력이 낮아 조기파손이 발생할 수 있고 과다하면 덧씌우기 후 상부로 아스팔트가 역 침투하여 블리딩이나 요철이 생길 수 있으므로 살포량에 주의하여 고르게 살포하여야 한다.
- ④ 덧씌우기층을 『아스팔트 콘크리트 시공 시침(2017)』제4장 제5절에 준하여 포설 및 다짐한다. 일반 아스팔트 콘크리트 포장과 같은 포설 방법을 적용하며 새로운 재료 또는 신공법을 이용하면 감독자 및 계약상대자 (납품업체)와 협의하여 포설을 실시한다.

5) 교통개방

(1) 아스팔트 콘크리트 포장의 표면온도가 40℃ 이하이면 교통을 개방한다. 다만 감독자의 승인을 얻으면 50℃ 이하에서도 교통개방을 한다.

참 여 진



집필진

이름



자문위원

이름



이름



이름



통신관로 매설용 미니 트렌칭 시공지침(안)

- 행정간행물 등록번호 |
- 발행일 | 2018. 12.
- 발행처 | 국토교통부·과학기술정보통신부
- 인쇄처 | 세창문화사