발 간 등 록 번 호
AN01145-000145-12

도 로 설 계 요 령

제2권 토공 및 배수

2020

한국도로공사

제2권

토공 및 배수

제5편 토공
제6편 배수시설
제7편 암거

제5편 토 공

1. 개요

1.1 적 용

이 편에서는 도로 건설을 위한 일반적인 토공의 설계에 대해 기술한다.

이 편에서는 땅깎기 및 흙쌓기와 관련된 토공의 설계에 필요한 기본사항을 기술한다. 토공 설계 시 이 요령의 의도를 정확히 파악하고 현지 조건 등을 충분히 고려하여 합리적이고 경제적인 설계가 되도록 노력해야 한다. 도로의 기능, 규모, 중요도 등에 따라 토공에 적용하는 기준을 일률적으로 적용하는 것보다는 도로의 특성에 적합한 기준을 따르는 것이 바람직하다. 토공 설계 및 시공에서는 지형 · 토질 및 지질 · 기상조건 등을 설계 및 시공 전에 충분히 파악하고, 필요에 따라서는 소규모 시험시공 등을 실시하여 불합리한 설계가 되지 않도록 한다. 토공은 공사 진행 중 또는 공사 후 국부적으로 손상이 발생할 수 있으므로 유지보수 등을 고려하며, 조사단계에서 예측할 수 없는 상황이 발생할 수 있으므로 이에 대한 대책을 반드시 수립해야 한다.

토공의 설계는 포장, 배수, 교량, 터널 등과 밀접한 관계가 있으므로 이들과의 관련성도 충분히 고려한다.

1.2 기본방침

토공 설계에서는 사전 조사 결과를 근간으로 다음 사항을 고려한다.
(1) 자연조건이나 사회조건 등의 현지조건을 충분히 고려할 것
(2) 경제성 및 시공성을 중시할 것
(3) 교통하중이나 강우, 지진 등의 외적 작용 요소에 대해 장기적인 안정성을 유지할 것
(4) 주변 환경과 조화를 도모할 것
(5) 유지관리가 용이할 것

토공의 설계에서는 설계 전에 기상, 지형, 토질, 지질, 환경, 토지 이용, 관련 공공사업, 하천, 문화재, 재료 등에 대한 각종 조사가 필요하다. 합리적인 토공의 설계를 하기 위해서는 이들의 조사 결과를 종합적으로 검토하여 설계에 반영해야 하며, 특히 다음 사항에 유의하도록 한다.

(1) 자연조건이나 사회조건 등의 현지조건을 충분히 고려할 것

토공사는 복잡하고 다양한 조건에서 실시되기 때문에 지형에 따라 설계조건이 다르게 되어 획일적으로 설계하는 것이 곤란한 경우가 많다. 따라서, 지형이나 지질 및 기후 등의 자연조건이나 주변 상황 등의 사회적 조건을 충분히 고려하여 현지 조건에 적합한 설계를 하는 것이 중요하다.

특히, 지형이나 토질 및 지질조사는 토공의 설계와 시공에 미치는 영향이 크기 때문에 조사 결과를 세밀히 검토할 필요가 있다. 예를 들면, 땅깎기나 흙쌓기의 비탈면을 설계하는 경우 지질조건이 유사하더라도 기상조건이 극심한 적설 · 한랭지역인 경우는 비탈면의 경사나 보호공 등에 대해서도 주의할 필요가 있다. 또한, 지형이 험준하고 땅깎기 높이가 높을 때는 선형을 조정하거나 구조물에 의한 비탈면 보호대책을 강구하고, 가능한 한 비탈면의 수를 줄이도록 노력한다.

이 경우는 경제성이나 비탈면의 안정성에 대해서도 충분히 검토할 필요가 있다.

또한, 토량의 균형상 순성토인 경우에는 땅깎기 비탈면의 안정성 확보도 겸하여 땅깎기 비탈면의 경사를 완만하게 하거나 소단 폭을 넓게 하는 등의 대책을 강구하는 것이 중요하다. 산악지 도로의 경우 수해 예방을 위한 산악지 도로 설계 매뉴얼을 참조한다.

(2) 경제성 및 시공성을 중시할 것

도로 건설비에서 차지하는 비율이 큰 토공에서는 경제성의 추구가 중요한 과제이다.

따라서 합리적인 설계로 가능한 한 건설비를 저렴하게 하는 것이 중요하다. 특히 땅깎기에 의하여 발생하는 흙은 흙쌓기 재료로 유용하게 사용할 필요가 있다. 이들 재료 중에는 흙쌓기 재료로 사용하기에 부적합한 것도 있지만 그 성질을 충분히 파악하여 적절히 사용한다면 대부분의 재료가 사용 가능하며, 이것은 경제성과도 직접 관련된다.

경제성을 고려할 경우 건설비 외에 유지관리비도 포함한 종합적인 비교 검토가 필요하다. 건설비의 절감만을 고려하여 설계 · 시공한다면 유지관리 단계에서 예기치 않은 문제가 발생하

고, 그 대책에 막대한 비용이 들어 오히려 비경제적으로 되는 경우가 있으므로 주의한다.
한편, 토공사는 막대한 노력과 재료를 필요로 하고 지질이나 기상 등의 자연조건에 좌우되기 때문에 시공에서는 이들 조건을 충분히 고려하여 가능한 한 효율적이고 경제적인 공법을 채용하도록 노력하는 것이 중요하다.

(3) 교통하중이나 강우 등의 외적 작용에 대해 장기적인 안정성을 유지할 것

흙쌓기부의 노상이나 노체 및 땅깎기부의 노상은 포장과 일체로 되어 교통 하중을 지지하고 원활한 주행이 가능하도록 해야 하므로 노상이나 노체의 시공 시 포장에 악영향을 주는 부등침하가 생기지 않도록 세심한 주의를 기울여야 한다. 따라서, 흙쌓기에서는 땅깎기로 발생하는 재료의 특성을 살린 세심한 다짐이 필요하다.
또한, 땅깎기나 흙쌓기부 노상에서는 충분한 지하수 대책이나 연약한 원지반의 치환 등의 대책이 필요하다.
또, 연약지반의 흙쌓기에 있어서는 가능한 한 시간효과를 활용할 수 있는 합리적인 대책을 세우고 완공 후의 장기 침하에도 대응할 수 있는 도로 구조로 하는 것이 중요하다.
한편, 땅깎기나 흙쌓기의 비탈면은 강우 등의 영향을 받아 붕괴를 일으키고 차량의 안전한 주행에 지장을 주는 경우가 많다. 특히, 땅깎기 비탈면은 지질이 복잡하고 불균일하므로 설계 시에 충분한 조사 · 검토를 하지 않으면 시공 중에 문제를 일으키거나 완공 후 강우나 풍화작용으로 붕괴를 일으키므로, 설계 · 시공단계에서의 충분한 안정 검토와 대책이 필요하다.
또한, 지진 등의 자연현상과 재해에 따라 도로가 받는 피해 및 도로 주변의 인명 · 재산에 미치는 피해 등을 최소화하도록 한다.

(4) 주변 환경과 조화를 도모할 것

땅깎기나 흙쌓기 등의 토목구조물은 교량 등의 구조물과 함께 가능한 한 주변 환경과 조화를 이루도록 설계 · 시공해야 한다. 이를 위해서는 지역의 특성을 살리고 가능한 한 자연 지형을 효과적으로 이용하여 토공량을 적게 하거나 식재 등을 활용, 변화된 지형을 될 수 있는 한 빨리 복원하는 등의 배려가 필요하다.
또한, 공사에 수반되는 소음 · 진동 · 먼지 · 지반 변동 · 수질오염 · 지하수위 변화 등에 대한 변화도 충분히 검토하여 주변 환경의 보전에 노력한다.

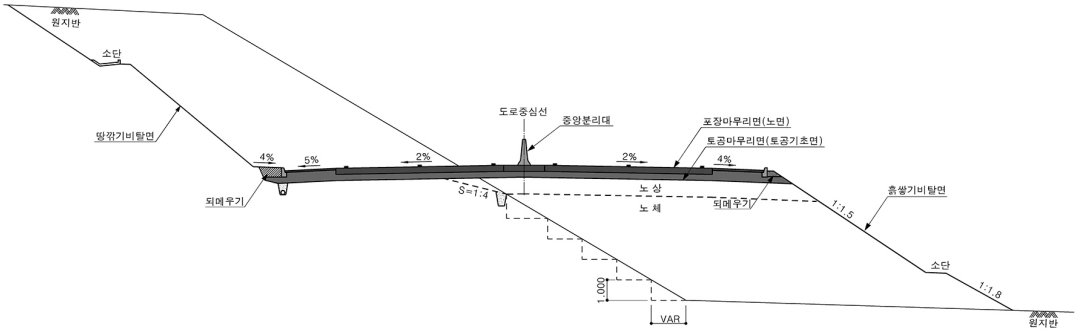
(5) 유지관리가 용이할 것

도로의 토공부는 공용 후의 유지관리상 자주 문제가 되는 노면의 부등침하나 비탈면 세굴 및 붕괴가 생기지 않도록 배려하고, 변화가 생겼을 때 복구가 용이한 구조로 하는 것이 중요하다. 예를 들어 공용 후의 보수가 비교적 곤란한 터널 출입구 부근이나 인터체인지 연결로, 단차가 생기기 쉬운 구조물 접속부나 땅깎기 · 흙쌓기 경계에서는 특히 세심한 설계 시공이 필요하다. 또, 땅깎기나 흙쌓기의 비탈면에서는 강우나 풍화에 의하여 침식을 받기 쉬워 토층의 보호에 충분한 대책이 필요하며, 대규모 땅깎기 비탈면에서는 소단, 점검시설 등의 유지관리 시설을 설계해야 한다.

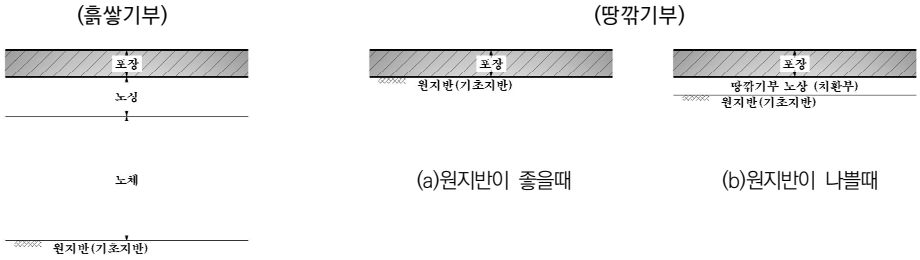
1.3 토공부의 구성

1.3.1 토공부의 명칭과 표준구성

도로의 토공 각부의 명칭과 표준 구성은 그림 1.1 및 그림 1.2와 같다.



〈그림 1.1〉 토공 각부의 명칭



〈그림 1.2〉 흙쌓기, 땅깎기의 표준구성

(1) 도로의 토공부는 포장과 일체로 되어 완공 후의 교통 하중이나 강우 등 외부 작용에 견딜 수 있어야 한다. 따라서, 토공 각부의 설계나 시공에서는 각각의 부분이 맡고 있는 기능과 역할을 충분히 이해한 후 적절한 대책을 강구하여 둘 필요가 있다.

(2) 그림 1.1은 비탈면 하단에서 흙쌓기 한 구조이다. 그 밖에 흙쌓기의 구조로는 비탈 하단에 블록을 쌓거나 소규모 옹벽을 사용하기도 한다. 이러한 흙쌓기 구조는 흙쌓기 양을 적게 할 수 있고 경관이 더욱 좋게되지만 적설지나 연약지반에서는 적합하지 않다. 또한, 비탈 끝에 구조물을 시공하는 경우 일반적으로 건설비는 비싸지만 용지를 적게 할 수 있기 때문에 용지비가 비싼 경우에는 경제적일 수도 있다. 이와 같이 흙쌓기 구조의 검토는 기술적 문제는 물론이고, 사회성 · 경제성 등 여러 가지 조건을 고려할 필요가 있다.

(3) 표준구성 중에서 포장두께 설계는 이 요령의 「제10편 포장」, 배수공의 설계는 「제6편 배수시설」에 따라 각각 시행하도록 한다. 또한, 토공과 관계가 깊은 암거의 설계는 「제7편 암거」에 따른다.

그 밖에 흙쌓기 재료로 사용하는 토질조건은 설계 시에는 확실히 파악되지 않는 경우가 많다.

따라서, 토질이 확실하게 파악되는 시점에서 다시 설계시의 조건을 점검하고 시험시공을 실시하여 확인하도록 한다. 또한 땅깎기부의 노상에 대해서도 토공 저면에 도달하기 전에 조사자료로부터 시공방법 및 치환두께를 검토하여 둘 필요가 있다.

1.3.2 토공 각부의 정의와 기능

(1) 흙쌓기부
원지반부터 노상면까지 흙을 쌓아올린 부분을 말한다.
(2) 땅깎기부
원지반부터 노상면까지 원지반의 흙을 굴착한 부분을 말한다.
(3) 노체
흙쌓기부에서 포장 및 노상 이외의 부분을 말하고 노상 및 포장층을 지지하는 역할을 한다.
(4) 노상
포장층 아래 두께 약 1 m의 거의 균일한 토층을 말하고, 포장층으로부터 전달되는 교통하중을 지지하거나 노체 또는 원지반에 전달하는 역할을 한다.
(5) 포장층
노면으로부터 노상 윗면까지의 부분을 말하며, 교통하중을 지지하고 하중을 분산시키는 역할을 한다.
(6) 비탈면
흙쌓기 및 땅깎기에 의하여 형성되는 비탈면을 각각 흙쌓기 및 땅깎기 비탈면이라 하며, 이들의 비탈면에는 필요에 따라 소단을 설치하고, 비탈면의 상단을 비탈어깨, 하단을 비탈끝이라 한다.
(7) 소단
비탈면의 점검 및 유지관리를 위하여 비탈면 가운데 일정한 높이, 간격으로 설치하는 수평단을 말한다.
(8) 층따기
1:4 경사보다 급한 경사를 가진 지반 위에 흙쌓기를 하는 경우 원지반을 직각으로 일정높이와 폭으로 깎는 것을 말하며, 쌓기재료와 원지반을 밀착시키고, 소규모의 지반변형과 활동을 방지하는 역할을 한다.

(1) 땅깎기, 흙쌓기, 비탈면 보호공, 용 · 배수 구조물, 암거, 옹벽 등 토공에 축조되는 것을 총칭하여 흙구조물이라 한다.

(2) 노상은 포장공사에서 노반을 다지기 위한 기초가 되는 것이며, 공사 중의 주행 차량의 윤하중에 충분히 견딜 수 있어야 한다. 따라서, 노상의 단면은 이들을 충분히 고려해서 결정함과 아울러 시험시공을 실시하여 사용되는 재료의 적합성에 대해 검토하는 것이 바람직하다.

(3) 땅깎기부 노상은 원지반이 설계 노상지지력비(CBR : Califonia Bearing Ratio) 이상인 경우에 원지반 흙을 그대로 이용하고, 원지반 흙의 CBR이 설계CBR 보다 작은 경우 치환 또는 안정처리하거나 CBR치를 고려하여 포장 두께를 결정해야 한다.

(4) 땅깎기 및 흙쌓기 비탈면에서는 일반적으로 강우에 의한 침식 및 붕괴를 방지하기 위하여 각종 비탈면 보호공이 시공된다.